MEMORIAS
DEL INSTITUTO
GEOGRAFICO
Y ESTADISTICO

14

528
IG
BIBLIOTECA IGN

INSTITUTO GEOGRAFICO
Memorias, Tomo XIV

I.- Determinación relativa de la intensidad de la fuerza de gravedad en Roldán, Cartagena y Torrejón, por Manuel de BARANDICA Y AMPUERO. Madrid, 1914

II.- Determinaciones relativas de la intensidad de la gravedad, por Jose GALBIS Y RODRIGUEZ
Madrid, 1918

III.- Determinaciones relativas de la intensidad de la gravedad, por Arturo MIFSUT Y MACON
Madrid, 1913

IV.- Determinaciones relativas de la intensidad de la gravedad, por Guillermo SANS Y HUELIN
Madrid, 1914

V.- Determinaciones relativas de la intensidad de la gravedad, por Guillermo SANS Y HUELIN
Madrid, 1918

VI.- Determinaciones relativas de la intensidad de la gravedad, por Manuel de BARANDICA Y AMPUERO
Madrid, 1924

VII.- Determinaciones relativas de la intensidad de la gravedad, por Guillermo SANS Y HUELIN
Madrid, 1921

==========

Madrid, 1924

Catalogued
(2) 1909

MEMORIAS

DEL

INSTITUTO GEOGRÁFICO

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL - BIBLIOTECA
526
I 6

MEMORIAS

DEL

INSTITUTO GEOGRÁFICO

TOMO XIV

REPARTO AUTORIZADO
EXENTO DE DERECHOS DE PRENSA



MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO
—
1924

MEMORIAS

COMPRENDIDAS EN ESTE TOMO

I

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN ROLDÁN, CARTAGENA Y TORREJÓN.—Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

II

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN PEÑAS, SANTANDER, IGUELDO, IZARRA, ARBAS, VIVERO, CAMPOSANCOS, VILLAGARCÍA Y LA CORUÑA.—Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

III

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN HUELVA, TARIFA, SAN FERNANDO, LLANSÁ, RIPOLL, JACA, TUDELA, LOGROÑO, PAMPLONA, RONCESVALLES, REINOSA, BURGOS Y PALENCIA.—Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

IV

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN ALICANTE, DENIA, VALENCIA, DESIERTO, ROQUETAS, SALOU Y BARCELONA.—Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

V

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN COCA, VALLADOLID, LUGO, PONFERRADA, BENAVENTE Y SALAMANCA.—Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

VI

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN TOLEDO, CUENCA, TERUEL, DAROCA, SORIA, CIUDAD REAL, BADAJOZ, DON BENITO, FUENTEOVEJUNA, CORTEGANA Y PLASENCIA. Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

VII

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE GRAVEDAD EN SIGÜENZA, ALCAÑIZ, LÉRIDA, BARBASTRO, ZARAGOZA, ARANDA DE DUERO, SEVILLA, ÉCIJA, ANDÚJAR, BAZA, LORCA, CIEZA, ALBACETE Y ALCÁZAR DE SAN JUAN.—Resumen de los cálculos seguidos para determinar el valor de la mencionada fuerza.

INSTITUTO GEOGRAFICO - BIBLIOTECA

1.328

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD

DE LA

FUERZA DE GRAVEDAD

MEMORIAS

DEL

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

I

DETERMINACIÓN RELATIVA DE LA INTENSIDAD

DE LA

FUERZA DE GRAVEDAD

EN

ROLDÁN, CARTAGENA Y TORREJÓN

POR

D. MANUEL DE BARANDICA Y AMPUERO

INGENIERO DE MINAS Y GEÓGRAFO



MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

1914

INTRODUCCIÓN

Comisionado en el año 1903, en unión del Comandante de Estado Mayor D. José Galbis, para hacer el estudio de la intensidad de la fuerza de la gravedad en España por el procedimiento de relativas, dimos principio á los estudios y observaciones de ensayo, y al fin del mismo año y principio del siguiente el Sr. Galbis hizo las primeras determinaciones por este procedimiento en las estaciones de San Fernando, Duque, Granada y Baños, situadas en la costa Sur de España. El método seguido, las fórmulas empleadas, la descripción de aparatos, observaciones hechas y resultados obtenidos, pueden verse en la *Memoria* publicada por el mismo en el año 1905.

En el año 1904 fuí nombrado para continuarlas, secundado por el Auxiliar 1.° de Geografía D. Joaquín Rodríguez de la Barra, fijándose entonces por la Dirección las estaciones de Roldán, Cartagena, Torrejón y Alicante, para ser observadas en aquel otoño; pero no habiéndose recibido á tiempo el reloj Strasser de medio segundo, que teníamos encargado para estas experiencias, fué preciso retrasarlas y no llegaron á realizarse hasta el verano de 1905, quedando entonces reducidas á las tres primeras; siendo el resumen de las observaciones hechas y los resultados obtenidos el objeto de la presente *Memoria*.

Como las fórmulas, métodos de observación y aparatos son iguales á los descriptos y empleados en la ya citada del Sr. Galbis, no nos detenemos en detallarlos en la presente, remitiendo á ella á las personas interesadas en estos trabajos, y únicamente nos fijaremos con detenimiento en las pequeñas modificaciones de detalle que por diversas causas nos hemos visto obligados á introducir.

Aparatos y constantes de los mismos.

1.° Los aparatos empleados en nuestras observaciones fueron:

Aparato de péndulos modelo Sterneck.
Péndulos, números 46, 47, 65 y 66.
Aparato de coincidencias.
Reloj Strasser de medio segundo, núm. 278.
Anteojo de pasos Repsold, núm. 2.
Termómetro péndulo, núm. 19640.
Barómetro Tonnelot, núm. 964.
Psicrómetro.

2.° Las constantes de los péndulos determinadas en Potsdam por el profesor Hecker son:

Péndulo 47	$\lambda = +654{,}1 \times 10^{-7}$
Id. 66	$\lambda = +678{,}8 \times 10^{-7}$
Id. 46	$\lambda = +652{,}9 \times 10^{-7}$
Id. 65	$\lambda = +688{,}5 \times 10^{-7}$

3.° Las constantes de los péndulos para la corrección de temperatura, determinadas por el mismo profesor, son:

Péndulo 47	$\varepsilon = +48{,}61 \times 10^{-7}$
Id. 66	$\varepsilon = +47{,}99 \times 10^{-7}$
Id. 46	$\varepsilon = +47{,}90 \times 10^{-7}$
Id. 65	$\varepsilon = +43{,}48 \times 10^{-7}$

4.° El anteojo de pasos estaba provisto del nivel núm. 115625 y con él se hicieron las observaciones de Madrid (1905), Roldán y Cartagena; pero habiéndose inutilizado en la estación de Torrejón se reemplazó por el número 115624, con el cual se hicieron las determinaciones de este punto y las de Madrid (1906).

Estudiados en Madrid estos niveles dieron para valor de una división de los mismos los siguientes valores:

Nivel núm. 115625	1",7
Id. 115624	1",9

5.° El termómetro empleado fué el 19640, cuyas correcciones, estudiadas en el *Physikal Technische Reichsanstalt á Berlin Charlottenburg*, fueron:

+ 0	— 0,06
+ 10	— 0,04
+ 20	— 0,10
+ 30	— 0,04
+ 40	— 0,06

6.° La corrección que debe aplicarse á las observaciones hechas

con el barómetro Tonnelot núm. 964, deducidas por comparación con el normal del Observatorio Astronómico de Madrid, es + 0,40.

7.° Las ascensiones rectas y declinaciones de las estrellas observadas han sido tomadas del *Berliner Astronomisches Jahrbuch*.

8.° Finalmente, los valores de g correspondientes á cada estación han sido calculados partiendo del valor de g en Madrid, **g = 979,981**, deducido de las observaciones del profesor Hecker y del valor de Potsdam, **g = 981,274**, según se detalla en el capítulo VII de la presente *Memoria*.

CAPÍTULO PRIMERO

ESTACIÓN DE MADRID (salida)

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

Local de observación.

El lugar elegido para hacer estas observaciones fué el mismo en el cual las efectuó el Sr. Galbis, ó sea la sala-biblioteca del Observatorio Astronómico, en donde está situado el pilar que, en el año 1883, construyó el Sr. Barraquer para la determinación absoluta de la intensidad de la gravedad, y el mismo también en que hizo las suyas, por el procedimiento de relativas en el año 1901, el profesor Hecker.

El centro del cuerpo central de este Observatorio forma parte de la red geodésica de primer orden de España y de la de nivelaciones de precisión, siendo sus coordenadas geográficas las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	—3°	41',3
Latitud.....	40°	24',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	656m	

El anteojo de pasos fué colocado en una barraca situada en la parte exterior y oriental del edificio y puesto en comunicación eléctrica con el cronógrafo, que se instaló, como todos los restantes aparatos, en la sala-biblioteca antes citada.

Determinación de la hora.

El método de observación seguido fué el de observación de pasos de estrellas por el meridiano, tomando en cada noche varios grupos de estrellas, formados, en cuanto fué posible y según el estado de la

noche, por una ecuatorial y otra circuncenital y con declinaciones que difieren, por lo menos, en 40°.

Para valor de la hora del paso de cada estrella por el meridiano se tomó el promedio de los valores dados por la observación de cada una por los nueve hilos del retículo de que se encuentra provisto el anteojo de pasos.

El cálculo de la hora se hizo por medio de las fórmulas del profesor Borrass, que son:

$$C c \pm \Delta H = \alpha - H - (R\rho + N\nu) \begin{cases} \text{ocular al E.} \\ \text{ocular al W.} \end{cases} \quad [1]$$

en la cual

α..... es la ascensión recta de la estrella.
H..... la hora del paso de la estrella por el meridiano, registrada por el cronógrafo,

$$R = \frac{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta}{\operatorname{tg}\delta' - \operatorname{tg}\delta},$$

siendo

φ..... la latitud del lugar de observación.
δ y δ'.... las declinaciones respectivas de las dos estrellas de cada grupo, siendo δ la de la estrella de menor declinación en valor absoluto.
ρ..... la diferencia entre los valores $\alpha - H$ de las estrellas de cada grupo, tomando como minuendo la más próxima al Ecuador.

$$N\nu = \sec\varphi \times \frac{1}{2}(i + i') \times \frac{n}{15}$$

en la cual

i i'..... son los valores dados por el nivel para la corrección por la inclinación del eje de muñones, y
n ..... el valor de una división del nivel, que, en este caso, es $n = 1'',7$.

La aplicación de estas fórmulas á las observaciones hechas, nos da el siguiente Estado:

FECHAS (1905)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	α − H	ρ	Rρ	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s				
7 de Abril.....	σ^2 Ursæ maj..	W.	+ 67 31	9 2 3,95	9 2 3,98	− 0,03				
7 íd.	θ Hydræ.....	W.	+ 2 43	9 9 26,29	9 9 14,55	+ 11,74	+ 11,77	+ 3,99	− 0,21	+ 7,96
7 de Abril.....	α Hydræ.....	W.	− 8 15	9 22 56,22	9 22 43,54	+ 12,68	+ 7,01	+ 4,88	− 0,16	+ 7,96
7 íd.	θ Ursæ maj..	W.	+ 52 7	9 26 31,54	9 26 25,87	+ 5,67				
7 de Abril.....	υ Ursæ maj..	E.	+ 59 29	9 44 15,74	9 44 9,83	+ 5,91				
7 íd.	π Leonis.....	E.	+ 8 30	9 55 12,73	9 55 0,18	+ 12,55	+ 6,64	+ 3,01	− 0,16	+ 9,70
7 de Abril.....	λ Hydræ.....	E.	− 11 53	10 5 58,69	10 5 44,51	+ 14,18	+ 5,02	+ 4,61	− 0,12	+ 9,69
7 íd.	λ Ursæ maj..	E.	+ 43 23	10 11 23,43	10 11 14,27	+ 9,16				
8 de Abril.....	σ^2 Ursæ maj..	W.	+ 67 31	9 2 3,91	9 2 1,48	+ 2,43				
8 íd.	θ Hydræ.....	W.	+ 2 43	9 9 26,23	9 9 11,16	+ 15,12	+ 12,69	+ 4,30	− 0,21	+ 11,03
8 de Abril.....	α Hydræ.....	W.	− 8 15	9 22 56,21	9 22 40,10	+ 16,11	+ 7,41	+ 5,16	− 0,16	+ 11,11
8 íd.	θ Ursæ maj..	W.	+ 52 7	9 26 31,52	9 26 22,82	+ 8,70				
8 de Abril.....	υ Ursæ maj..	E.	+ 59 29	9 44 15,71	9 44 5,31	+ 10,40				
8 íd.	π Leonis.....	E.	+ 8 30	9 55 12,72	9 54 56,10	+ 16,62	+ 6,22	+ 2,82	− 0,16	+ 13,96
8 de Abril	λ Hydræ.....	E.	− 11 53	10 5 58,68	10 5 40,49	+ 18,19	+ 4,93	+ 4,53	− 0,12	+ 13,78
8 íd.	λ Ursæ maj..	E.	+ 43 23	10 11 23,41	10 11 10,15	+ 13,26				

Para calcular los errores correspondientes á cada determinación de hora será preciso empezar por hacer la corrección de cada uno de los estados obtenidos por la observación de cada grupo de estrellas para su reducción al instante medio de observación.

Los cálculos necesarios para estas correcciones se reducen á sencillas proporciones, y pueden seguirse con detalle en el cuadro siguiente:

Correcciones relativas á los términos $\alpha - H - (R\rho + Nv)$

DÍAS	Movimiento del reloj en 24 horas	Hora media de observación.	Hora media de observación de cada grupo de estrellas.	Diferencias con la hora media de observación.	Correcciones correspondientes.	VALORES DE $\alpha - H - (R\rho + Nv)$	
						Sin corregir.	Corregidos.
			h m	m	s	s	s
7 de Abril de 1905.....	s + 3,6	h m 9 37	9 06	+ 31	+ 0,08	+ 7,96	+ 8,04
			9 25	+ 12	+ 0,03	+ 7,96	+ 7,99
			9 50	— 13	— 0,03	+ 9,70	+ 9,67
			10 09	— 32	— 0,08	+ 9,69	+ 9,61
8 de Abril de 1905.....	+ 3,6	9 37	9 06	+ 31	+ 0,08	+ 11,03	+ 11,11
			9 25	+ 12	+ 0,03	+ 11,11	+ 11,14
			9 50	— 13	— 0,03	+ 13,96	+ 13,93
			10 09	— 32	— 0,08	+ 13,78	+ 13,70

Calculados de este modo los segundos miembros de la fórmula [1], para aplicarla tendremos únicamente que calcular los valores de C, que vienen dados por la fórmula

$$C = \sec \delta + R (\sec \delta' - \sec \delta),$$

en la cual son conocidos los valores de δ, δ' y R.

Aplicada al día 7 de Abril nos da:

PRIMER GRUPO	SEGUNDO GRUPO	TERCER GRUPO	CUARTO GRUPO
$C = + 1{,}55$	$+ 1{,}44$	$- 1{,}45$	$- 1{,}35$

y de este modo podemos establecer, para este día, el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\text{7 de Abril.} \ldots \begin{cases} + 1{,}55\, c + \Delta H = + 8{,}04 \\ + 1{,}44\, c + \Delta H = + 7{,}99 \\ - 1{,}45\, c + \Delta H = + 9{,}67 \\ - 1{,}35\, c + \Delta H = + 9{,}61 \end{cases}$$

Análogamente, para el día 8 de Abril, los valores de C serán:

PRIMER GRUPO	SEGUNDO GRUPO	TERCER GRUPO	CUARTO GRUPO
C = + 1,55	+ 1,44	− 1,45	− 1,35

y las ecuaciones

$$8 \text{ de Abril.} \ldots \begin{cases} +1{,}55\,c + \Delta H = +11{,}11 \\ +1{,}44\,c + \Delta H = +11{,}14 \\ -1{,}45\,c + \Delta H = +13{,}93 \\ -1{,}35\,c + \Delta H = +13{,}70 \end{cases}$$

Resueltos estos dos grupos de ecuaciones por el método de los mínimos cuadrados obtendremos los valores

$$\begin{array}{ll} 7 \text{ de Abril} \ldots\ldots\ldots\ldots & \Delta H_1 = +\ 8{,}85 \pm 0{,}03 \\ 8 \text{ de Abril} \ldots\ldots\ldots\ldots & \Delta H_2 = +12{,}51 \pm 0{,}04 \end{array}$$

Por consiguiente, el movimiento correspondiente á las veinticuatro horas será + 3'66 y el error correspondiente á este movimiento será dado por la fórmula

$$e_m = \frac{\sqrt{\overset{s}{\varepsilon}{}^2_{\Delta H_1} + \overset{s}{\varepsilon}{}^2_{\Delta H_2}}}{t_2 - t_1}$$

siendo $t_2 - t_1$ el tiempo de una á otra determinación expresado en días, que, aplicada á este caso, será:

$$e_m = \frac{\sqrt{\overset{-2}{0{,}03} + \overset{-2}{0{,}04}}}{2-1} = 0{,}05$$

de modo que el movimiento del reloj Strasser del día 7 al 8 de Abril de 1905 será:

$$+\overset{s}{3{,}66} \pm \overset{s}{0{,}05}$$

Duración de la oscilación.

Nivelados los planos de suspensión de los péndulos; instalado el aparato de coincidencias á 1,72 del soporte; colocados los péndulos de tal modo que los 66 y 46 quedaban en la parte anterior del soporte y á izquierda y derecha, respectivamente, del observador, así como los 47 y 65 análogamente colocados en la parte posterior; hecha la corrección de espejos y prismas y encerrados los péndulos dentro de la campana, se dió principio á la determinación de la duración de oscilación. Los péndulos 47 y 46 oscilan en dirección NE.-SW. y los 66 y 65 en dirección NW.-SE.

Cada péndulo fué observado tres veces, espaciadas las observaciones en las veinticuatro horas que duraron las mismas, con objeto de eliminar en lo posible los errores cometidos por la falta de uniformidad en el movimiento del Strasser.

El balance del sostén se determinó por el método del profesor Borrass, ya descripto, y dió los resultados siguientes:

Péndulos 46 y 47.	**Péndulos 65 y 66.**
47×10^{-7}	45×10^{-7}
54×10^{-7}	46×10^{-7}
54×10^{-7}	44×10^{-7}
53×10^{-7}	44×10^{-7}
52×10^{-7}	45×10^{-7}

Los errores correspondientes se calculan por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\varepsilon v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 46 y 47

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{34}{3}} = 1{,}7$$

y para los 65 y 66

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \sqrt{\frac{3}{3}} = 0{,}5.$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$e_b = \sqrt{\frac{m^2_1 + m^2_2}{2 \times 2}} = \sqrt{\frac{1{,}7^2 + 0{,}5^2}{2 \times 2}} = 0.9 \times 10^{-7}$$

El resultado de las observaciones es el consignado en el Estado A, en el cual pueden seguirse todos los cálculos hasta llegar á obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Reuniendo todas las correspondientes á cada péndulo, llegaremos á obtener el cuadro siguiente:

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068558	0,5065602	0,5066485	0,5065462
558	609	496	451
536	594	488	450
0,5068551	0,5065602	0,5066490	0,5065454

FECHAS — 1905	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
7 de Abril.....	47	10 50	708,8	9,8	18,91	12,7	+3,66	36,2728	0,5069885	—4	—567	—919	+215	—52	0,5068558
7 id.	66	11 33	708,8	9,7	19,01	13,1	+3,66	37,8480	6938	—5	—589	—912	+215	—45	5602
7 id.	46	12 18	708,8	9,3	19,11	14,5	+3,66	37,3682	7809	—6	—566	—915	+215	—52	6485
8 id.	65	13 03	708,7	8,9	19,21	14,5	+3,66	37,9644	6730	—6	—597	—835	+215	—45	5462
8 id.	47	23 00	709,1	8,2	18,71	13,7	+3,66	36,2766	9878	—5	—569	—909	+215	—52	8558
8 id.	66	23 42	708,9	8,6	18,66	11,9	+3,66	37,8536	6928	—4	—590	—895	+215	—45	5609
8 id.	46	0 36	708,5	8,6	18,56	14,6	+3,66	37,3758	7795	—6	—567	—889	+215	—52	6496
8 id.	65	1 23	708,1	8,9	18,51	15,1	+3,66	37,9870	6690	—6	—598	—805	+215	—45	5451
8 id.	47	4 23	706,1	9,3	18,61	13,7	+3,66	36,2916	9849	—5	—566	—905	+215	—52	8536
8 id.	66	5 12	705,4	9,2	18,66	12,2	+3,66	37,8636	6910	—4	—587	—895	+215	—45	5594
8 id.	46	6 08	705,3	9,2	18,71	14,2	+3,66	37,3784	7790	—5	—564	—896	+215	—52	6488
8 id.	65	6 56	705,1	9,2	18,71	15,4	+3,66	37,9840	6695	—6	—595	—814	+215	—45	5450

CAPÍTULO II

ESTACIÓN DE ROLDÁN

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

Local de observación.

Este vértice pertenece á la cadena de Costa Sur de la red geodésica de primer orden de España. Está situado en la provincia de Almería, Ayuntamiento de Carboneras, á 10 kilómetros de la población y muy próximo al faro de Roldán.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud W. con relación al meridiano de Greenwich.....	—1° 54',7
Latitud geográfica	36° 56',7
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	220m,05

El viaje se hizo transportando el material en carros desde Almería hasta Lucainena de las Torres, en donde la Compañía minera de Sierra Alhamilla, de los Sres. Sota y Aznar y su Ingeniero D. Pablo Fábrega, pusieron á nuestra disposición el ferrocarril que la citada Compañía tiene establecido hasta el cargadero de Agua Amarga, y en este punto nos facilitaron las caballerías necesarias para llegar al término de nuestro viaje.

Por la amabilidad y desinterés con que la citada Compañía procedió en aquella ocasión nos vemos obligados á consignar aquí nuestro sincero agradecimiento.

Del mismo modo se lo hacemos presente al Ingeniero de Caminos D. José Molero, el cual nos dió autorización para instalarnos en el faro de Roldán, distante unos 600 metros del vértice del mismo nombre.

Hecha una nivelación por el Auxiliar 1.º de Geografía D. Joaquín Rodríguez de la Barra entre el vértice y el faro de Roldán, donde instalamos los aparatos de observación, resultó el centro de las lentejas de los péndulos á **204** metros de altitud sobre el nivel del mar en Alicante.

Los aparatos para las observaciones de los péndulos se colocaron en una habitación situada en el ángulo SE. del faro y el anteojo de pasos, necesario para la determinación de la hora, en la barraca que instalamos en la parte W. y exterior del edificio.

Determinación de la hora.

Con arreglo al método ya explicado en la estación anterior, hicimos las determinaciones de hora, cuyos resultados pueden verse en el siguiente Estado:

FECHAS — (1905)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α'	H	$\alpha - H$	ρ	$R\rho$	$N\nu$	$\alpha - H - (R\rho + N\nu)$
			° ′	h m s	h m s	m s				
5 de Julio.....	α Scorpii.....	W.	−26 13	16 23 37,46	16 22 02,93	+1 34,53				
5 id.	β Herculis....	W.	+21 42	16 26 10,08	16 24 34,54	+1 35,54	+1,01	−0,40	+0,31	+1 35,63
5 de Julio.....	ζ Ophiuchi...	W.	−10 22	16 31 57,91	16 30 23,26	+1 34,65	−1,30	−1,22	+0,26	+1 35,61
5 id.	η Herculis....	W.	+39 06	16 39 40,39	16 38 04,44	+1 35,95				
5 de Julio.....	η Ophiuchi....	E.	−15 36	17 04 58,19	17 03 21,09	+1 37,10	−5,50	−2,26	+0,30	+1 39,06
5 id.	ζ Draconis....	E.	−65 50	17 08 33,38	17 06 59,78	+1 42,60				
5 de Julio.....	β Draconis....	E.	+52 23	17 28 19,61	17 26 39,42	+1 40,19				
5 id.	ξ Serpentis...	E.	−15 20	17 32 11,30	17 30 34,18	+1 37,12	−3,07	−2,00	+0,38	+1 38,74
8 de Julio.....	α Scorpii.....	W.	−26 13	16 23 37,45	16 21 55,25	+1 42,20				
8 id.	β Herculis....	W.	+21 42	16 26 10,06	16 24 28,19	+1 41,87	−0,33	+0,13	+0,07	+1 41,67
8 de Julio.....	η Ophiuchi...	W.	−15 36	17 04 58,19	17 03 16,65	+1 41,54	−0,25	−0,10	+0,24	+1 41,40
8 id.	ζ Draconis....	W.	+65 50	17 08 33,32	17 06 51,53	+1 41,79				
8 de Julio.....	β Ophiuchi...	E.	+ 4 37	17 38 49,06	17 37 04,57	+1 44,49	−5,53	−1,22	+0,15	+1 45,56
8 id.	ψ Drac Austr.	E.	+72 12	17 43 41,09	17 41 51,07	+1 50,02				
8 de Julio.....	α Herculis....	E.	+28 45	18 03 52,54	18 02 07,42	+1 45,12				
8 id.	μ Sagittarii...	E.	−21 05	18 08 07,61	18 06 23,96	+1 43,65	−1,47	−1,79	+0,21	+1 45,23
8 de Julio.....	η Serpentis...	W.	− 2 55	18 16 26,00	18 14 44,36	+1 41,64	+0,87	+0,41	−0,31	+1 41,54
8 id.	δ Draconis....	W.	+58 45	18 22 34,34	18 20 53,57	+1 40,77				
9 de Julio.....	α Scorpii.....	W.	−26 13	16 23 37,45	16 21 54,56	+1 42,89				
9 id.	β Herculis....	W.	+21 42	16 26 10,06	16 24 26,88	+1 43,18	+0,29	−0,12	−0,14	+1 43,44

FECHAS (1908)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	$\alpha - H$	ρ	$R\rho$	$N\nu$	$\alpha - H - (R\rho + N\nu)$
			° ′	h m s	h m s	m s	s	s	s	m s
9 de Julio.....	ζ Ophiuchi...	W.	— 10 22	16 31 57,90	16 30 14,90	+ 1 43,00	— 0,20	— 0,19	— 0,24	+ 1 43,43
9 id.	η Herculis....	W.	+ 39 06	16 39 40,36	16 37 57,16	+ 1 43,20				
9 de Julio.....	η Ophiuchi...	E.	— 15 36	17 04 58,19	17 03 13,06	+ 1 45,13	— 3,11	— 1,28	— 0,20	+ 1 46,61
9 id.	ζ Draconis....	E.	— 65 50	17 08 33,30	17 06 45,06	+ 1 48,24				
9 de Julio.....	β Draconis....	E.	+ 52 23	17 28 19,58	17 26 32,56	+ 1 47,02				
9 id.	ξ Serpentis...	E.	— 15 20	17 32 11,31	17 30 26,11	+ 1 45,20	— 1,82	— 1,19	— 0,23	+ 1 46,62
9 de Julio.....	o Herculis....	W.	+ 28 45	18 03 52,54	18 02 08,96	+ 1 43,58				
9 id.	μ Sagittarii...	W.	— 21 05	18 08 07,62	18 06 24,54	+ 1 43,08	— 0,50	— 0,61	— 0,10	+ 1 43,79
10 de Julio.....	α Scorpii.....	W.	— 26 13	16 23 37,44	16 21 53,70	+ 1 43,74				
10 id.	β Herculis....	W.	+ 21 41	16 26 10,05	16 24 25,16	+ 1 44,89	+ 1,15	— 0,46	— 0,38	+ 1 45,73
10 de Julio.....	ζ Ophiuchi....	W.	— 10 22	16 31 57,89	16 30 13,78	+ 1 44,11	— 1,47	— 1,38	— 0,37	+ 1 45,86
10 id.	η Herculis....	W.	+ 39 06	16 39 40,35	16 37 54,77	+ 1 45,58				
10 de Julio.....	η Ophiuchi....	E.	— 15 36	17 04 58,19	17 03 12,57	+ 1 45,62	— 5,13	— 2,11	— 0,21	+ 1 47,94
10 id.	ζ Draconis....	E.	+ 65 50	17 08 33,27	17 06 42,52	+ 1 50,75				
10 de Julio.....	β Draconis....	E.	+ 52 23	17 28 19,57	17 26 31,07	+ 1 48,50				
10 id.	ξ Serpentis...	E.	— 15 20	17 32 11,31	17 30 25,71	+ 1 45,60	— 2,90	— 1,89	— 0,21	+ 1 47,70
10 de Julio.....	β Ophiuchi....	W.	+ 4 37	17 38 49,06	17 37 04,39	+ 1 44,67	— 2,89	— 0,64	— 0,49	+ 1 45,80
10 id.	ψ Drac Austr.	W.	+ 72 12	17 43 41,03	17 41 53,47	+ 1 47,56				

Hechas en la forma conocida las correcciones para obtener el estado del reloj referido al instante medio de observación y calculados los valores de C, los sistemas de ecuaciones que deben resolverse por el método de los mínimos cuadrados son:

$$\text{8 de Julio.....} \begin{cases} +1{,}06\,c + \Delta H = +101{,}75 \\ +1{,}62\,c + \Delta H = +101{,}42 \\ -1{,}50\,c + \Delta H = +105{,}53 \\ -1{,}16\,c + \Delta H = +105{,}17 \\ +1{,}44\,c + \Delta H = +101{,}46 \end{cases}$$

$$\text{9 de Julio.....} \begin{cases} +1{,}06\,c + \Delta H = +103{,}50 \\ +1{,}27\,c + \Delta H = +103{,}47 \\ -1{,}62\,c + \Delta H = +106{,}62 \\ -1{,}43\,c + \Delta H = +106{,}60 \\ +1{,}16\,c + \Delta H = +103{,}73 \end{cases}$$

$$\text{10 de Julio.....} \begin{cases} +1{,}06\,c + \Delta H = +105{,}78 \\ +1{,}27\,c + \Delta H = +105{,}89 \\ -1{,}62\,c + \Delta H = +107{,}94 \\ -1{,}43\,c + \Delta H = +107{,}67 \\ +1{,}50\,c + \Delta H = +105{,}76 \end{cases}$$

de cuya resolución obtendremos:

8 de Julio..... $\Delta H = +103{,}47 \pm 0{,}08$
9 de Julio..... $\Delta H = +104{,}88 \pm 0{,}07$
10 de Julio..... $\Delta H = +106{,}72 \pm 0{,}06$

de donde deduciremos los movimientos del reloj correspondientes á las 24 horas, que serán:

Del 8 al 9 de Julio..... $+1^{s}{,}47$
Del 9 al 10 de Julio..... $+1{,}92$

Los errores correspondientes vendrán dados por la fórmula ya conocida y serán:

Error correspondiente al movimiento del reloj del 8 al 9 de Julio.... $\varepsilon_m = 0^{s}{,}11$
Idem id. del 9 al 10 de Julio..... $\varepsilon_m = 0{,}09$

Para obtener el error medio correspondiente tomaremos el promedio de los dos errores obtenidos, y tendremos

$$e_m = 0{,}10 \times 10^{-7}$$

como error medio general de ambas determinaciones.

Duración de la oscilación.

Nivelados los planos de suspensión de los péndulos, colocados éstos en la forma indicada en el capítulo precedente y orientados de modo que los péndulos 47 y 46 oscilaron en dirección NE.-SW. y los 65 y 66 en la NW.-SE., y hecha, finalmente, la corrección de espejos y prismas, procedimos á la determinación del balance del sostén por el método ya indicado, dando el resultado siguiente:

Péndulos 46 y 47.	**Péndulos 65 y 66.**
103×10^{-7}	98×10^{-7}
105×10^{-7}	93×10^{-7}
115×10^{-7}	100×10^{-7}
$(108 \pm 3{,}7) \times 10^{-7}$	$(97 \pm 2{,}1) \times 10^{-7}$

Y el error medio de las dos determinaciones vendrá dado por la fórmula

$$e_b = \sqrt{\frac{3{,}7^2 + 2{,}1^2}{2 \times 2}} = 2{,}1 \times 10^{-7}$$

Los resultados de las observaciones hasta llegar á obtener los valores de las duraciones de oscilación reducidas pueden verse en el Estado B, y finalmente, reuniendo las duraciones de oscilación reducidas de cada péndulo, obtendremos los valores de los promedios de las mismas, que serán:

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068780	0,5065845	0,5066738	0,5065700
796	35	45	26
784	55	42	01
836	77	90	43
832	95	82	71
802	57	58	34
0,5068805	0,5065861	0,5066759	0,5065729

Estado B. ESTACIÓN DE ROLDÁN

FECHAS — 1905	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud.	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
9 de Julio.....	47	19 21	749,1	15,7	23,32	14,5	+ 1,47	35,9456	0,5070531	— 6	— 589	— 1134	+ 86	— 108	0,5068780
9 id.	66	20 11	749,1	16,6	23,32	12,2	+ 1,47	37,4876	67590	— 4	— 611	— 1119	+ 86	— 97	5845
9 id.	46	20 54	749,1	17,1	23,32	14,2	+ 1,47	37,0126	68470	— 5	— 588	— 1117	+ 86	— 108	6738
9 id.	65	21 37	749,1	17,1	23,32	14,0	+ 1,47	37,6194	67350	— 5	— 620	— 1014	+ 86	— 97	5700
9 id.	47	6 49	751,2	16,8	24,32	13,0	+ 1,47	35,9136	70594	— 5	— 589	— 1182	+ 86	— 108	8796
9 id.	66	7 38	751,0	17,3	24,37	13,9	+ 1,47	37,4654	67631	— 5	— 610	— 1170	+ 86	— 97	5835
9 id.	46	8 23	750,9	16,8	24,42	14,5	+ 1,47	36,9802	68530	— 6	— 587	— 1170	+ 86	— 108	6745
9 id.	65	9 05	750,7	16,4	24,42	13,9	+ 1,47	37,5794	67423	— 5	— 619	— 1062	+ 86	— 97	5726
9 id.	47	12 08	750,2	17,4	24,32	13,0	+ 1,47	35,9204	70581	— 5	— 588	— 1182	+ 86	— 108	8784
9 id.	66	13 07	750,2	17,4	24,32	14,3	+ 1,47	37,4562	67648	— 5	— 610	— 1167	+ 86	— 97	5855
9 id.	46	13 51	750,3	17,4	24,32	14,2	+ 1,47	36,9854	68521	— 5	— 587	— 1165	+ 86	— 108	6742
9 id.	65	14 38	750,5	17,4	24,22	13,0	+ 1,47	37,5980	67389	— 5	— 619	— 1053	+ 86	— 97	5701
10 id.	47	18 36	751,1	16,9	23,57	13,0	+ 1,92	35,9248	70572	— 5	— 590	— 1146	+ 113	— 108	8836
10 id.	66	19 16	751,1	16,9	23,57	11,1	+ 1,92	37,4784	67607	— 3	— 612	— 1131	+ 113	— 97	5877
10 id.	46	20 05	751,1	17,8	23,52	14,2	+ 1,92	36,9930	68506	— 5	— 589	— 1127	+ 113	— 108	6790
10 id.	65	20 48	751,0	18,7	23,52	13,4	+ 1,92	37,6056	67375	— 5	— 620	— 1023	+ 113	— 97	5743
10 id.	47	4 52	752,0	16,4	23,62	10,5	+ 1,92	35,9262	70569	— 3	— 591	— 1148	+ 113	— 108	8832
10 id.	66	5 36	752,0	16,9	23,62	13,9	+ 1,92	37,4654	67631	— 5	— 613	— 1134	+ 113	— 97	(5895)
10 id.	46	6 37	751,9	17,1	23,77	13,3	+ 1,92	36,9910	68510	— 5	— 589	— 1139	+ 113	— 108	6782
10 id.	65	7 19	751,7	17,5	24,02	13,5	+ 1,92	37,5786	67424	— 5	— 620	— 1044	+ 113	— 97	5771
10 id.	47	11 43	750,7	17,5	24,02	12,8	+ 1,92	35,9320	70558	— 4	— 589	— 1168	+ 113	— 108	8802
10 id.	66	12 30	750,7	17,5	24,07	15,0	+ 1,92	37,4750	67613	— 6	— 611	— 1155	+ 113	— 97	5857
10 id.	46	13 11	750,7	17,5	24,12	13,6	+ 1,92	36,9966	68500	— 5	— 587	— 1155	+ 113	— 108	6758
10 id.	65	13 54	750,8	17,5	24,12	13,1	+ 1,92	37,5968	67391	— 5	— 619	— 1049	+ 113	— 97	5734

CAPÍTULO III

ESTACIÓN DE CARTAGENA

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

Local de observación.

Esta población se encuentra unida á la red geodésica de primer orden de España por medio del vértice de su nombre, situado en el castillo de la Concepción.

Las coordenadas geográficas de este vértice son:

Longitud W. del meridiano de Greenwich.....	—0° 58',9
Latitud geográfica.....	37° 36',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	78m,75

Este antiguo castillo está situado sobre un cerro que domina la ciudad de Cartagena, pero su estado ruinoso nos impidió establecer en él los aparatos para nuestras observaciones.

Encontrando algunas dificultades para hallar local á propósito en la población, por la circunstancia de ser plaza fuerte, conseguimos, gracias á la amabilidad del Ingeniero director de las Obras del Puerto, Ilmo. Sr. D. Félix Martínez, instalarnos en las oficinas de las citadas Obras.

Muy reconocidos quedamos á las muchas atenciones y deferencias que con nosotros tuvieron, tanto el Sr. Martínez como los Ingenieros de Caminos afectos al mismo servicio, D. Francisco Manrique de Lara y D. José Luis de Briones, durante nuestra estancia en aquella ciudad.

El local donde hicimos la instalación de aparatos fué el despacho del Sr. Manrique de Lara, situado en la fachada Sur del edificio, y la

barraca con el anteojo de pasos se colocó en la parte exterior y Este del mismo, en la calle formada por este edificio y la Aduana.

Los aparatos quedaron, por tanto, instalados al pie del cerro donde se encuentra el vértice, y á una distancia horizontal de unos 200 metros próximamente.

Según las observaciones hechas por los Ingenieros de las Obras del Puerto con un mareógrafo perteneciente á las mismas, la altitud del piso de la citada oficina es 2m,40, y teniendo en cuenta la altura del pilar de cobre, resultó que la altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel del mar fué de 3 metros.

Los péndulos 47 y 46 oscilaron en dirección NO.-SE., y los 66 y 46 en la NE.-SO.

Determinación de la hora.

El resultado de las determinaciones de hora puede verse en el adjunto Estado.

FECHAS — (1908)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	$\alpha - H$	ρ	$R\rho$	$N\nu$	$\alpha - H - (R\rho \mid N\nu)$
			° ′	h m s	h m s	m s	s	s	s	m s
28 de Julio.....	η Serpentis...	W.	− 2 55	18 16 26,02	18 13 10,42	+3 15,60	−0,09	−0,04	+0,50	+3 15,14
28 id.	ν Draconis...	W.	+58 45	18 22 34,09	18 19 18,40	+3 15,69				
28 de Julio.....	τ Sagittarii...	E.	−21 10	19 04 09,68	19 00 54,02	+3 15,66	−0,73	−0,30	+0,70	+3 15,26
28 id.	δ Draconis...	E.	+67 30	19 12 35,84	19 09 19,45	+3 16,39				
28 de Julio.....	δ Sagittæ.....	E.	+18 18	19 43 11,65	19 39 55,92	+3 15,73	−0,46	−0,08	+0,76	+3 15,05
28 id.	ε Draconis...	E.	+70 02	19 48 34,26	19 45 18,07	+3 16,19				
29 de Julio.....	o Herculis.....	W.	+28 45	18 03 52,45	18 00 42,44	+3 10,01				
29 id.	μ Sagittarii...	W.	−21 04	18 08 07,62	18 04 57,79	+3 09,83	−0,18	−0,22	+0,55	+3 09,50
29 de Julio.....	α Liræ.....	W.	+38 42	18 33 45,78	18 30 35,68	+3 10,10				
29 id.	σ Sagittarii...	W.	−26 25	18 49 25,38	18 46 15,57	+3 09,81	−0,29	−0,28	+0,59	+3 09,50
29 de Julio.....	π Sagittarii...	E.	−21 10	19 04 09,68	19 01 00,31	+3 09,37	−0,76	−0,31	+0,88	+3 08,80
29 id.	δ Draconis...	E.	+67 30	19 12 35,83	19 09 25,70	+3 10,13				
29 de Julio.....	δ Sagittæ.....	E.	+18 18	19 43 11,65	19 40 02,11	+3 09,54	−0,27	−0,05	+0,76	+3 08,83
29 id.	ε Draconis...	E.	+70 20	19 48 34,25	19 45 24,44	+3 09,81				
30 de Julio.....	π Sagittarii...	W.	−21 10	19 04 09,68	19 01 05,15	+3 04,53	−1,85	−0,76	+0,91	+3 04,38
30 id	δ Draconis...	W.	+67 30	19 12 35,80	19 09 29,42	+3 06,38				
30 de Julio.....	δ Sagittæ.....	E.	−18 18	19 43 11,65	19 40 09,05	+3 02,60	+0,72	+0,13	+0,99	+3 01,48
30 id.	ε Draconis...	E.	+70 02	19 48 34,23	19 45 32,35	+3 01,88				
30 de Julio.....	θ Aquilæ.....	E.	− 1 06	20 06 26,78	20 03 24,42	+3 02,36	+0,34	+0,06	+1,13	+3 01,17
30 id.	γ Cephei... ..	E.	+77 26	20 12 12,39	20 09 10,37	+3 02,02				
31 de Julio.....	θ Cephei.....	W.	+62 41	20 28 03,24	20 25 07,76	+2 55,48				
31 id.	β Delphini...	W.	+14 16	20 33 08,26	20 30 12,77	+2 55,49	+0,01	+0,00	+0,55	+2 54,94
31 de Julio.....	ε Aquarii.....	W.	− 9 50	20 42 34,68	20 39 39,32	+2 55,36	+0,02	+0,02	+0,52	+2 54,82
31 id.	ν Cygni.....	W.	+40 48	20 53 40,88	20 50 45,54	+2 55,34				
31 de Julio.....	α Equulei.....	E.	+ 4 52	21 11 07,10	21 08 11,11	+2 55,99	−1,11	−0,42	+0,70	+2 55,71
31 id.	α Cephei.....	E.	+62 11	21 16 22,93	21 13 25,83	+2 57,10				

Los sistemas de ecuaciones que deben resolverse por el método de los mínimos cuadrados, son:

$$\text{29 de Julio..} \begin{cases} +1{,}16\,c + \Delta H = 189{,}29 \\ +1{,}28\,c + \Delta H = 189{,}44 \\ -1{,}71\,c + \Delta H = 188{,}85 \\ -1{,}39\,c + \Delta H = 189{,}04 \end{cases}$$

$$\text{30 de Julio..} \begin{cases} +1{,}71\,c + \Delta H = 184{,}25 \\ -1{,}39\,c + \Delta H = 181{,}51 \\ -1{,}63\,c + \Delta H = 181{,}30 \end{cases}$$

$$\text{31 de Julio..} \begin{cases} +1{,}38\,c + \Delta H = 174{,}83 \\ +1{,}29\,c + \Delta H = 174{,}80 \\ -1{,}43\,c + \Delta H = 175{,}82 \end{cases}$$

Su resolución nos da:

29 de Julio..... $\Delta H = +189{,}18 \pm 0{,}05$
30 de Julio..... $\Delta H = +182{,}74 \pm 0{,}01$
31 de Julio..... $\Delta H = +175{,}30 \pm 0{,}03$

y los movimientos del reloj referidos á las 24 horas serán:

Del 29 al 30 de Julio..... $-6{,}26^{s} \pm 0{,}05^{s}$
Del 30 al 31 de Julio..... $-7{,}08 \pm 0{,}03$

Para error medio de ambas determinacionse tomaremos el promedio de los dos obtenidos, lo que nos dará:

$$e_m = 0{,}04^{s}$$

Duración de la oscilación.

Hechas las mismas correcciones y tomadas análogas precauciones á las dichas en las estaciones anteriores, determinamos el balance del sostén obteniendo los resultados siguientes:

Péndulos 46 y 47.	**Péndulos 65 y 66.**
54×10^{-7}	45×10^{-7}
53×10^{-7}	45×10^{-7}
54×10^{-7}	44×10^{-7}
53×10^{-7}	45×10^{-7}
$(54 \pm 0{,}4)\,10^{-7}$	$(45 \pm 0{,}3)\,10^{-7}$

y el error medio de las dos determinaciones

$$e_b = \sqrt{\frac{0{,}4^2 + 0{,}3^2}{2 \times 2}} = 0{,}3 \times 10^{-7}$$

En el Estado C pueden verse los valores obtenidos para las duraciones de oscilación reducidas, del cual deduciremos los valores de los promedios correspondientes á cada péndulo, que son:

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068366	0,5065445	0,5066341	0,5065344
410	66	54	56
417	88	59	68
409	70	58	47
450	77	74	65
386	53	40	33
0,5068406	0,5065467	0,5066354	0,5065352

FECHAS — 1905	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
30 de Julio.....	47	20 44	767,7	21,4	28,25	15,0	—6,26	35,8318	0,5070758	—6	—592	—1373	—367	—54	(0,5068366)
30 id.	66	21 27	767,4	21,5	28,15	15,5	—6,26	37,3576	67829	—6	—615	—1351	—367	—45	5445
30 id.	46	22 10	767,0	21,6	28,05	15,8	—6,26	36,8880	68704	—7	—591	—1344	—367	—54	6341
30 id.	65	22 51	766,9	21,7	27,90	14,0	—6,26	37,4836	67598	—5	—624	—1213	—367	—45	5344
30 id.	47	6 41	766,9	21,8	27,75	11,9	—6,26	35,8224	70777	—4	—593	—1349	—367	—54	8410
30 id.	66	7 23	766,8	21,8	27,75	15,4	—6,26	37,3562	67831	—6	—615	—1332	—367	—45	5466
30 id.	46	8 05	767,1	21,8	27,75	16,8	—6,26	36,8882	68704	—8	—592	—1329	—367	—54	6354
30 id.	65	8 46	766,6	21,8	27,75	14,0	—6,26	37,4802	67604	—5	—624	—1207	—367	—45	5356
30 id.	47	12 04	765,5	21,6	27,95	14,4	—6,26	35,8138	70794	—6	—591	—1359	—367	—54	8417
30 id.	66	12 45	765,3	21,6	27,95	16,0	—6,26	37,3400	67861	—7	—613	—1341	—367	—45	5488
30 id.	46	13 29	765,3	21,6	28,05	16,5	—6,26	36,8788	68721	—7	—590	—1344	—367	—54	6359
30 id.	65	14 10	765,4	21,5	28,15	13,4	—6,26	37,4652	67631	—5	—622	—1224	—367	—45	5368
31 id.	47	6 12	766,0	20,4	27,65	14,7	—7,08	35,8002	70821	—6	—593	—1344	—415	—54	8409
31 id.	66	6 53	766,2	21,5	27,60	16,5	—7,08	37,3312	67877	—7	—615	—1325	—415	—45	5470
31 id.	46	7 43	766,4	21,9	27,55	16,5	—7,08	36,8660	68746	—7	—592	—1320	—415	—54	6358
31 id.	65	8 26	766,6	21,8	27,65	13,9	—7,08	37,4616	67638	—5	—624	—1202	—415	—45	5347
31 id.	47	13 12	765,0	21,4	27,75	13,5	—7,08	35,7788	70864	—5	—591	—1349	—415	—54	(8450)
31 id.	66	13 54	765,9	21,4	27,70	11,7	—7,08	37,3274	67884	—4	—614	—1329	—415	—45	5477
31 id.	46	14 41	766,3	20,4	27,70	13,4	—7,08	36,8546	68767	—5	—592	—1327	—415	—54	6374
31 id.	65	15 25	765,8	19,4	27,65	13,6	—7,08	37,4514	67656	—5	—624	—1202	—415	—45	5365
31 id.	47	17 53	766.2	20,5	27,50	13,0	—7,08	35,8156	70790	—5	—593	—1337	—415	—54	8386
31 id.	66	18 34	766,1	20,0	27,40	13,4	—7,08	37,3466	67849	—5	—616	—1315	—415	—45	5453
31 id.	46	19 23	766,1	20,1	27,30	12,2	—7,08	36,8830	68713	—4	—592	—1308	—415	—54	6340
31 id.	65	20 03	766,0	20,1	27,20	14,0	—7,08	37,4788	67606	—5	—625	—1183	—415	—45	5333

CAPÍTULO IV

ESTACIÓN DE TORREJÓN

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

Local de observación.

El vértice Torrejón pertenece á la cadena de costa Este y se encuentra en la provincia de Alicante, Ayuntamiento de Guardamar, en un torreón arruinado, á tres kilómetros al NE. de la población de Torrevieja.

Las coordenadas geográficas de este vértice son:

Longitud W. del meridiano de Greenwich....	— 0° 39',1
Latitud.....	38° 00',1
Altitud.....	43m,36

No habiendo en sus alrededores edificio alguno que pudiese servir para instalar el péndulo y los aparatos accesorios, determinamos trasladarnos al inmediato pueblo de Torrevieja, donde el Ingeniero de Minas, Director de aquellas salinas, D. Ángel Sanfeliú, enterado de nuestros propósitos, nos facilitó un local para nuestras observaciones, por cuya atención nos vemos obligados á hacer constar en esta *Memoria* nuestro agradecimiento al citado Ingeniero y á la Compañía Arrendataria de las Salinas de Torrevieja.

El local en que nos instalamos tiene su fachada principal orientada al Este y su entrada por el paseo del Duque de la Victoria, de aquella población; ordinariamente sirve de almacén de sal y reunía excelentes condiciones para nuestro trabajo.

La barraca del anteojo de pasos se instaló en el sitio conocido por la Era, situado al W. del almacén antes citado.

Los péndulos 47 y 46 oscilaron en dirección del meridiano magnético y los 66 y 65 en la normal á la misma.

La altitud sobre el nivel del mar del plano determinado por los centros de las lentejas de los péndulos fué de **2** metros.

Determinación de la hora.

El siguiente Estado nos pone de manifiesto las observaciones hechas para las determinaciones de hora:

FECHAS — (1905)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	α — H	ρ	Rρ	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s				
26 de Agosto..	α Lirae.....	W.	+ 38 42	18 33 45,37	18 33 54,77	— 9,40				
26 id. ..	σ Sagittarii....	W.	— 26 25	18 49 25,19	18 49 36,36	— 11,17	— 1,77	— 1,74	+ 0,02	— 9,45
26 de Agosto..	γ Liræ.....	W.	+ 32 34	18 55 25,55	18 55 35,27	— 9,72				
26 id. ..	τ Sagittarii....	W.	— 21 10	19 04 09,53	19 04 20,57	— 11,04	— 1,32	— 1,50	+ 0,00	— 9,54
26 de Agosto..	β Draconis....	E.	+ 67 30	19 12 34,90	19 12 43,24	— 8,34				
26 id. ..	β Aquilæ.....	E.	+ 2 56	19 20 44,95	19 20 56,06	— 11,11	— 2,77	— 0,86	+ 0,15	— 10,40
26 de Agosto..	ι Cygni.....	E.	+ 51 32	19 27 21,26	19 27 30,77	— 9,51				
26 id. ..	h Sagittarii....	E.	— 25 05	19 30 58,35	19 31 10,71	— 12,36	— 2,85	— 2,06	+ 0,22	— 10,52
27 de Agosto..	β Draconis....	W.	+ 67 30	19 12 34,86	19 12 39,48	— 4,62				
27 id. ..	β Aquilæ.....	W.	+ 2 56	19 20 44,94	19 20 53,71	— 8,77	— 4,15	— 1,28	+ 0,02	— 7,51
27 de Agosto..	ι Cygni.....	W.	+ 51 32	19 27 21,24	19 27 28,02	— 6,78				
27 id. ..	h Sagittarii....	W.	— 25 05	19 30 58,34	19 31 07,69	— 9,35	— 2,57	— 1,86	+ 0,04	— 7,53
27 de Agosto..	γ Aquilæ.....	E.	+ 10 23	19 41 47,05	19 41 56,26	— 9,21	— 2,81	— 0,65	+ 0,21	— 8,77
27 id. ..	ε Draconis....	E.	+ 70 02	19 48 33,39	19 48 39,79	— 6,40				
27 de Agosto..	δ Aquilæ.....	E.	— 1 06	20 06 26,76	20 06 36,34	— 9,58	— 4,89	— 0,87	+ 0,24	— 8,95
27 id. ..	χ Cephei.....	E.	+ 77 26	20 12 11,23	20 12 15,92	— 4,69				
27 de Agosto..	ε Aquarii.....	E.	— 9 50	20 42 34,75	20 42 44,50	— 9,75	— 1,47	— 1,35	+ 0,24	— 8,64
27 id. ..	ν Cygni.....	E.	+ 40 48	20 53 40,85	20 53 49,13	— 8,28				

FECHAS (1908)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	α − H	ρ	Rρ	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s	s	s	s
28 de Agosto..	γ Liræ.....	W.	+32 34	18 55 25,52	18 55 32,75	— 7,23				
28 id. ..	π Sagittarii....	W.	−21 10	19 04 09,51	19 04 18,04	— 8,53	−1,30	−1,48	+0,04	— 7,09
28 de Agosto..	δ Draconis...	E.	+67 30	19 12 34,82	19 12 41,45	— 6,63				
28 id. ..	δ Aquilæ.....	E.	+ 2 56	19 20 44,93	19 20 53,92	— 8,99	−2,36	−0,73	+0,04	— 8,30
28 de Agosto..	ε Cygni.....	E.	+51 32	19 27 21,22	19 27 28,88	— 7,66				
28 id. ..	h Sagittarii....	E.	−25 05	19 30 58,33	19 31 08,38	−10,05	−2,39	−1,73	+0,04	— 8,36
29 de Agosto..	β Ceti.....	W.	−18 30	0 38 51,69	0 39 00,15	— 8,46	−3,85	−2,06	−0,04	— 6,36
29 id. ..	γ Cassiopej...	W.	+60 12	0 51 02,68	0 51 07,29	— 4,61				
29 de Agosto..	φ Persei.....	E.	+50 13	1 37 45,70	1 37 54,54	— 8,84				
29 id. ..	Lac. ε Sculpt..	E.	−25 31	1 41 13,74	1 41 24,95	−11,21	+2,37	−1,78	+0,00	— 9,43
29 de Agosto..	ξ Piscium.....	E.	+ 2 43	1 48 40,49	1 48 50,41	— 9,92	−1,11	−0,27	−0,02	— 9,63
29 id. ..	50 Cassiopej...	E.	+71 58	1 55 24,62	1 55 33,43	— 8,81				
29 de Agosto..	α Arietis.....	E.	+23 01	2 01 51,55	2 02 01,23	— 9,68	−0,56	−0,11	−0,02	— 9,55
29 id. ..	55 Cassiopej...	E.	+66 05	2 07 05,98	2 07 15,10	— 9,12				
29 de Agosto..	π Ceti.....	W.	−14 15	2 39 37,85	2 39 46,34	— 8,49	−2,60	−1,74	−0,08	— 6,67
29 id. ..	τ Persei.....	W.	+52 22	2 47 34,34	2 47 40,23	— 5,89				

Los sistemas de ecuaciones correspondientes á estas observaciones son:

$$\text{27 de Agosto...} \begin{cases} +1{,}50\,c + \Delta H = -7{,}45 \\ +1{,}47\,c + \Delta H = -7{,}49 \\ -1{,}46\,c + \Delta H = -8{,}75 \\ -1{,}64\,c + \Delta H = -8{,}96 \\ -1{,}30\,c + \Delta H = -8{,}69 \end{cases}$$

$$\text{28 de Agosto...} \begin{cases} +1{,}20\,c + \Delta H = -7{,}09 \\ -1{,}50\,c + \Delta H = -8{,}30 \\ -1{,}47\,c + \Delta H = -8{,}37 \end{cases}$$

$$\text{29 de Agosto...} \begin{cases} +1{,}57\,c + \Delta H = -6{,}37 \\ -1{,}45\,c + \Delta H = -9{,}43 \\ -1{,}54\,c + \Delta H = -9{,}63 \\ -1{,}36\,c + \Delta H = -9{,}55 \\ +1{,}47\,c + \Delta H = -6{,}66 \end{cases}$$

Resueltas estas ecuaciones por el método de los mínimos cuadrados, nos dan:

27 de Agosto..... $\Delta H = -8{,}14 \pm 0{,}03$
28 de Agosto..... $\Delta H = -7{,}65 \pm 0{,}04$
29 de Agosto..... $\Delta H = -8{,}06 \pm 0{,}06$

y los movimientos del reloj referidos á las 24 horas, serán:

Del 27 al 28 de Agosto..... $+0{,}51 \pm 0{,}05$
Del 28 al 29 de Agosto..... $-0{,}32 \pm 0{,}08$

y el error medio de ambas determinaciones

$$e_m = 0{,}07 \times 10^{-7}$$

Duración de la oscilación.

Tomadas las mismas precauciones ya explicadas se determinó el balance del sostén, dando los siguientes resultados:

Péndulos 46 y 47.	**Péndulos 65 y 66.**
54×10^{-7}	52×10^{-7}
59×10^{-7}	55×10^{-7}
55×10^{-7}	51×10^{-7}
57×10^{-7}	54×10^{-7}
$(56 \pm 1{,}1)\ 10^{-7}$	$(53 \pm 0{,}9)\ 10^{-7}$

y el error medio de las dos determinaciones será:

$$e_s = \sqrt{\frac{1{,}1^2 + 0{,}9^2}{2 \times 2}} = 0{,}7 \times 10^{-7}$$

El Estado D nos da el resumen de todas las observaciones y cálculos efectuados hasta obtener las duraciones de oscilación reducidas, del cual deduciremos los promedios de las mismas correspondientes á cada péndulo, que serán:

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068362	0,5065420	0,5066327	0,5065326
386	59	48	30
451	90	99	83
479	80	66	40
407	85	73	70
408	79	82	77
0,5068415	0,5065469	0,5066366	0,5065354

FECHAS — 1905	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del soste.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	s	s	s	s						s
28 de Agosto...	47	21 54	767,4	18,9	26,14	14,6	+0,51	36,0812	0,5070262	—6	—597	—1271	+30	—56	(0,5068362)
28 id. ...	66	22 35	767,3	18,9	26,14	12,0	+0,51	37,6354	67321	—4	—620	—1254	+30	—53	(5420)
28 id. ...	46	23 18	767,2	18,9	26,14	11,6	+0,51	37,1540	68205	—4	—596	—1252	+30	—56	(6327)
28 id. ...	65	24 01	767,0	18,9	26,14	14,6	+0,51	37,7466	67120	—6	—628	—1137	+30	—53	5326
28 id. ...	47	8 43	767,4	18,8	25,84	13,9	+0,51	36,0764	70271	—5	—598	—1256	+30	—56	8386
28 id. ...	66	9 22	767,3	19,0	25,89	12,0	+0,51	37,6206	67348	—4	—620	—1242	+30	—53	5459
28 id. ...	46	10 05	767,0	18,6	25,99	13,5	+0,51	37,1460	68220	—5	—596	—1245	+30	—56	6348
28 id. ...	65	10 49	766,6	18,0	26,09	13,5	+0,51	37,7468	67120	—5	—628	—1134	+30	—53	5330
28 id. ...	47	13 36	764,9	18,0	26,14	15,0	+0,51	36,0372	70349	—6	—595	—1271	+30	—56	(8451)
28 id. ...	66	14 16	764,6	18,6	26,14	16,5	+0,51	37,5972	67391	—7	—617	—1254	+30	—53	5490
28 id. ...	46	14 56	764,4	18,9	26,14	13,1	+0,51	37,1162	68276	—5	—594	—1252	+30	—56	(6399)
28 id. ...	65	15 40	764,1	18,9	26,14	15,3	+0,51	37,7164	67175	—6	—626	—1137	+30	—53	5383
29 id. ...	47	8 29	761,0	19,7	25,84	15,9	—0,32	36,0068	70409	—7	—592	—1256	—19	—56	(8479)
29 id. ...	66	9 08	760,9	20,1	25,84	13,1	—0,32	37,5854	67412	—6	—614	—1240	—19	—53	5480
29 id. ...	46	9 54	760,5	20,0	25,89	14,3	—0,32	37,1158	68277	—5	—591	—1240	—19	—56	6366
29 id. ...	65	10 34	760,1	20,0	25,99	13,5	—0,32	37,7192	67170	—5	—623	—1130	—19	—53	5340
29 id. ...	47	14 49	758,1	20,4	26,29	10,2	—0,32	36,0354	70352	—3	—589	—1278	—19	—56	8407
29 id. ...	66	15 28	758,2	20,7	26,39	12,8	—0,32	37,5712	67438	—4	—611	—1266	—19	—53	5485
29 id. ...	46	16 13	758,2	20,6	26,54	14,4	—0,32	37,0966	68312	—6	—587	—1271	—19	—56	6373
29 id. ...	65	17 00	758,2	20,5	26,69	14,3	—0,32	37,6880	67226	—5	—619	—1160	—19	—53	5370
29 id. ...	47	19 07	759,1	19,5	26,84	14,4	—0,32	36,0200	70383	—6	—589	—1305	—19	—56	8408
29 id. ...	66	19 48	759,4	18,5	26,84	12,2	—0,32	37,5616	67455	—4	—612	—1288	—19	—53	5479
29 id. ...	46	20 31	759,8	18,5	26,84	14,0	—0,32	37,0836	68337	—5	—589	—1286	—19	—56	6382
29 id. ...	65	21 13	759,9	18,5	26,84	14,7	—0,32	37,6788	67243	—6	—621	—1167	—19	—53	5377

CAPÍTULO V

ESTACIÓN DE MADRID (cierre)

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

Local de observación.

La estación de cierre se hizo en Madrid en el mes de Junio de 1906, en el mismo lugar que la de 1905, observándose con las mismas precauciones explicadas en el capítulo I.

Los péndulos 47 y 46 oscilaron en dirección NE.-SW. y los 65 y 66 en la NW.-SE.

La altitud de los centros de las lentejas de los péndulos fué, como entonces, de 656 metros.

Determinación de la hora.

Los resultados de observación de hora pueden verse en la página siguiente, presentados en un cuadro análogo á los correspondientes á las estaciones anteriores, y de su examen pueden deducirse los siguientes sistemas de ecuaciones normales:

16 de Junio...
$$\begin{cases} +1{,}49\,c + \Delta H = +6{,}98 \\ +1{,}26\,c + \Delta H = +6{,}78 \\ -1{,}17\,c + \Delta H = +7{,}24 \\ -1{,}45\,c + \Delta H = +7{,}16 \\ -1{,}08\,c + \Delta H = +7{,}04 \\ +1{,}46\,c + \Delta H = +6{,}90 \end{cases}$$

17 de Junio...
$$\begin{cases} +1{,}15\,c + \Delta H = +8{,}64 \\ -1{,}37\,c + \Delta H = +8{,}59 \\ -1{,}57\,c + \Delta H = +8{,}88 \\ +1{,}40\,c + \Delta H = +8{,}60 \\ +1{,}49\,c + \Delta H = +8{,}58 \\ -1{,}50\,c + \Delta H = +8{,}72 \end{cases}$$

18 de Junio...
$$\begin{cases} +1{,}15\,c + \Delta H = +10{,}28 \\ -1{,}37\,c + \Delta H = +10{,}41 \\ -1{,}57\,c + \Delta H = +10{,}70 \\ +1{,}49\,c + \Delta H = +10{,}36 \\ +1{,}50\,c + \Delta H = +10{,}28 \\ -1{,}44\,c + \Delta H = +10{,}82 \end{cases}$$

19 de Junio...
$$\begin{cases} +1{,}61\,c + \Delta H = +12{,}26 \\ +1{,}43\,c + \Delta H = +12{,}15 \\ -1{,}49\,c + \Delta H = +12{,}13 \\ -1{,}22\,c + \Delta H = +12{,}46 \\ +1{,}15\,c + \Delta H = +12{,}24 \\ -1{,}37\,c + \Delta H = +12{,}45 \\ -1{,}57\,c + \Delta H = +12{,}78 \end{cases}$$

cuya resolución, por el método de los mínimos cuadrados, nos da:

16 de Junio	.....	$\Delta H = + 7{,}03 \pm 0{,}04$
17 id.	.....	$\Delta H = + 8{,}67 \pm 0{,}04$
18 id.	.....	$\Delta H = + 10{,}47 \pm 0{,}06$
19 id.	.....	$\Delta H = + 12{,}34 \pm 0{,}08$

siendo los movimientos correspondientes del reloj:

Del 16 al 17, movimiento del Strasser			.....	$+ 1{,}64^s$
Del 17 al 18,	id.	id.	.....	$+ 1{,}80$
Del 18 al 19,	id.	id.	.....	$+ 1{,}87$

los cuales, referidos á las 24 horas, resultan ser:

Del 16 al 17	..... $+ 1{,}72 \pm 0{,}06$
Del 17 al 18	..... $+ 1{,}79 \pm 0{,}07$
Del 18 al 19	..... $+ 2{,}00 \pm 0{,}10$

y tomando la media de estos errores tendremos, por error medio, las determinaciones de hora

$$e_m = 0{,}08 \times 10^{-7}$$

FECHAS (1906)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	$\alpha - H$	ρ	$R\rho$	$N\nu$	$\alpha - H - (R\rho + N\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s	s	s	s
16 de Junio....	γ Ophiuchi...	W.	− 9 31	16 53 14,94	16 53 06,92	+ 8,02	+ 2,56	+ 0,85	+ 0,25	+ 6,92
16 id.	ζ Draconis...	W.	+ 65 50	17 08 33,87	17 08 28,41	+ 5,46				
16 de Junio....	π Herculis...	W.	+ 36 55	17 11 48,37	17 11 41,22	+ 7,15				
16 id.	β Ophiuchi...	W.	− 24 54	17 16 16,35	17 16 07,28	+ 9,07	+ 1,92	+ 2,08	+ 0,25	+ 6,74
16 de Junio....	ξ Serpentis..	E.	− 15 20	17 32 14,27	17 32 05,57	+ 8,70	+ 0,82	+ 1,14	+ 0,33	+ 7,23
16 id.	μ Herculis...	E.	+ 27 47	17 42 48,75	17 42 40,87	+ 7,88				
16 de Junio....	ξ Draconis...	E.	+ 56 53	17 51 57,13	17 51 50,34	+ 6,79				
16 id.	67 Ophiuchi...	E.	− 2 56	17 55 58,27	17 55 49,94	+ 8,33	+ 1,54	+ 0,83	+ 0,33	+ 7,17
16 de Junio....	μ Sagittarii...	E.	− 21 05	18 08 10,64	18 08 01,90	+ 8,74	+ 0,85	+ 1,34	+ 0,33	+ 7,07
16 id.	109 Herculis...	E.	− 21 44	18 19 43,49	18 19 35,60	+ 7,89				
16 de Junio....	γ Draconis...	W.	+ 72 42	18 22 49,47	18 22 45,77	+ 3,70				
16 id.	110 Herculis...	W.	+ 20 27	18 41 38,87	18 41 30,95	+ 7,92	+ 4,22	+ 0,71	+ 0,25	+ 6,96
17 de Junio....	ε Coron. bor.	W.	+ 27 09	15 53 43,43	15 53 34,22	+ 9,21				
17 id.	β Scorpii....	W.	− 19 33	15 59 60,20	15 59 49,88	+ 10,32	+ 1,11	+ 1,54	+ 0,19	+ 8,59
17 de Junio....	δ Ophiuchi..	E.	− 3 27	16 09 26,95	16 09 16,89	+ 10,06	+ 1,38	+ 1,13	+ 0,37	+ 8,56
17 id.	π Herculis...	E.	− 46 32	16 16 56,72	16 16 48,04	+ 8,68				
17 de Junio....	η Draconis...	E.	+ 61 44	16 22 45,87	16 22 37,57	+ 8,30				
17 id.	ζ Ophiuchi...	E.	− 10 23	16 31 60,87	16 31 50,61	+ 10,26	+ 1,96	+ 0,99	+ 0,41	+ 8,86
17 de Junio....	Gr. 2377.....	W.	− 56 57	16 43 33,33	16 43 25,51	+ 7,82				
17 id.	49 Herculis...	W.	+ 15 08	16 47 49,93	16 47 40,52	+ 9,41	+ 1,59	+ 0,73	+ 0,08	+ 8,60
17 de Junio....	γ Ophiuchi...	W.	+ 9 31	16 53 14,94	16 53 05,30	+ 9,64	+ 2,89	+ 0,96	+ 0,08	+ 8,60
17 id.	ζ Draconis...	W.	+ 65 50	17 08 33,87	17 08 27,12	+ 6,75				
17 de Junio....	θ Ophiuchi...	E.	− 24 54	17 16 16,35	17 16 05,76	+ 10,59	+ 2,00	+ 1,49	+ 0,33	+ 8,77
17 id.	β Draconis...	E.	+ 52 22	17 28 20,92	17 28 12,33	+ 8,59				
18 de Junio....	ε Coron. bor.	W.	+ 27 09	15 53 43,43	15 53 32,46	+ 10,97				
18 id.	β Scorpii....	W.	− 19 33	15 59 60,20	15 59 48,03	+ 12,17	+ 1,20	+ 1,67	+ 0,29	+ 10,21

FECHAS — (1906)	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	α − H	ρ	Rρ	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s	s	s	s
18 de Junio....	δ Ophiuchi..	E.	− 3 27	16 09 26,96	16 09 14,99	+ 11,97	+ 1,47	+ 1,20	+ 0,41	+ 10,36
18 id.	τ Herculis...	E.	+ 46 32	16 16 56,71	16 16 46,21	+ 10,50				
18 de Junio....	η Draconis...	E.	+ 61 44	16 22 45,86	16 22 35,65	+ 10,21				
18 id.	ζ Ophiuchi...	E.	− 10 23	16 31 60,88	16 31 48,80	+ 12,08	+ 1,87	+ 0,95	+ 0,46	+ 10,67
18 de Junio....	χ Ophiuchi...	W.	+ 9 31	16 53 14,95	16 53 03,47	+ 11,48	+ 2,71	+ 0,90	+ 0,21	+ 10,37
18 id.	ξ Draconis...	W.	+ 65 50	17 08 33,86	17 08 25,09	+ 8,77				
18 de Junio....	θ Ophiuchi...	W.	− 24 54	17 16 16,37	17 16 03,96	+ 12,41	+ 2,46	+ 1,84	+ 0,25	+ 10,32
18 id.	β Draconis...	W.	+ 52 22	17 28 20,93	17 28 10,98	+ 9,95				
18 de Junio....	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 38 51,64	17 38 39,66	+ 11,98	+ 1,36	+ 0,72	+ 0,37	+ 10,89
18 id.	ξ Draconis...	E.	+ 56 53	17 51 57,14	17 51 46,52	+ 10,62				
19 de Junio....	α Draconis...	W.	+ 64 50	14 01 51,83	14 01 41,25	+ 10,58				
19 id.	χ Virginis...	W.	− 9 50	14 07 54,30	14 07 40,44	+ 13,86	+ 3,28	+ 1,46	+ 0,23	+ 12,17
19 de Junio....	ι Virginis...	W.	− 5 33	14 11 06,44	14 10 52,72	+ 13,72	+ 2,05	+ 1,40	+ 0,25	+ 12,07
19 id.	θ Bootis.....	W.	+ 52 17	14 21 61,08	14 21 49,41	+ 11,67				
19 de Junio....	π Bootis pr..	E.	− 16 49	14 36 19,86	14 36 06,52	+ 13,34	+ 4,27	+ 0,71	+ 0,54	+ 12,09
19 id.	β Ursæ min..	E.	+ 74 33	14 50 60,60	14 50 51,53	+ 9,07				
19 de Junio....	γ Scorpii....	E.	− 24 55	14 58 35,89	14 58 21,66	+ 14,23	+ 1,11	+ 1,29	+ 0,50	+ 12,44
19 id.	δ Bootis.....	E.	+ 33 40	15 11 44,36	15 11 31,24	+ 13,12				
19 de Junio....	ε Coron. bor.	W.	+ 27 09	15 53 43,43	15 53 30,46	+ 12,97				
19 id.	β Scorpii....	W.	− 19 33	15 59 60,20	15 59 46,12	+ 14,08	+ 1,11	+ 1,54	+ 0,25	+ 12,29
19 de Junio....	δ Ophiuchi...	E.	− 3 27	16 09 26,96	16 09 12,79	+ 14,17	+ 1,41	+ 1,15	+ 0,50	+ 12,52
19 id.	τ Herculis...	E.	+ 46 32	16 16 56,71	16 16 43,95	+ 12,76				
19 de Junio....	η Draconis...	E.	+ 61 44	16 22 45,85	16 22 33,38	+ 12,47				
19 id.	ζ Ophiuchi...	E.	− 10 23	16 31 60,88	16 31 46,59	+ 14,29	+ 1,82	+ 0,92	+ 0,50	+ 12,87

Duración de la oscilación.

Empezaremos, como hasta ahora, por consignar los resultados del estudio del balance del sostén, que son los siguientes:

Péndulos 46 y 47.	**Péndulos 65 y 66.**
32×10^{-7}	36×10^{-7}
33×10^{-7}	36×10^{-7}
34×10^{-7}	36×10^{-7}
31×10^{-7}	33×10^{-7}
$(32 \pm 0{,}7) \times 10^{-7}$	$(35 \pm 0{,}8) \times 10^{-7}$

siendo el error medio de ambas determinaciones

$$e_x = \sqrt{\frac{0{,}7^2 + 0{,}8^2}{2 \times 2}} = 0{,}5 \times 10^{-7}$$

Finalmente, el Estado E nos da el resumen de todos los cálculos hechos para obtener las duraciones de oscilación reducidas, y en el siguiente encontramos el promedio de las mismas para cada péndulo.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068557	0,5065617	0,5066504	0,5065435
48	601	497	41
55	602	490	37
42	578	478	18
44	608	501	50
51	612	507	43
50	592	479	30
49	608	501	53
0,5068550	0,5065602	0,5066495	0,5065438

FECHAS — 1906	Pén-dulos.	Hora sidéreа.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
17 de Junio....	47	4 16	708,4	11,5	20,71	13,4	+ 1,72	36,1824	0,5070063	— 5	— 563	— 1007	+ 101	— 32	0,5068557
17 id.	66	5 01	708,2	11,5	20,71	12,9	+ 1,72	37,7394	67133	— 4	— 584	— 994	+ 101	— 35	5617
17 id.	46	5 46	707,9	11,6	20,71	14,7	+ 1,72	37,2672	67995	— 6	— 562	— 992	+ 101	— 32	6504
17 id.	65	6 29	707,7	11,6	20,71	13,8	+ 1,72	37,8882	66866	— 5	— 592	— 900	+ 101	— 35	5435
17 id.	47	9 41	707,5	11,5	20,76	14,1	+ 1,72	36,1862	70055	— 5	— 562	— 1009	+ 101	— 32	8548
17 id.	66	10 27	707,8	11,5	20,81	12,3	+ 1,72	37,7454	67122	— 4	— 584	— 999	+ 101	— 35	5601
17 id.	46	11 11	708,1	11,4	20,86	14,5	+ 1,72	37,2672	67995	— 6	— 562	— 999	+ 101	— 32	6497
17 id.	65	11 53	708,2	11,4	20,91	13,7	+ 1,72	37,8890	66881	— 5	— 592	— 909	+ 101	— 35	5441
18 id.	47	3 56	710,0	11,5	20,71	14,5	+ 1,79	36,1840	70059	— 6	— 564	— 1007	+ 105	— 32	8555
18 id.	66	5 02	710,0	11,5	20,71	13,6	+ 1,79	37,7476	67118	— 6	— 586	— 994	+ 105	— 35	5602
18 id.	46	5 47	709,9	11,5	20,71	13,6	+ 1,79	37,2772	67977	— 5	— 563	— 992	+ 105	— 32	6490
18 id.	65	6 34	710,0	11,5	20,71	14,0	+ 1,79	37,8884	66866	— 5	— 594	— 900	+ 105	— 35	5437
18 id.	47	7 43	710,0	11,5	20,71	14,5	+ 1,79	36,1910	70046	— 6	— 564	— 1007	+ 105	— 32	8542
18 id.	66	8 24	709,9	11,5	20,71	14,5	+ 1,79	37,7614	67094	— 6	— 586	— 994	+ 105	— 35	5578
18 id.	46	9 07	709,8	11,5	20,76	13,9	+ 1,79	37,2824	67967	— 5	— 563	— 994	+ 105	— 32	6478
18 id.	65	9 48	709,9	11,4	20,86	13,8	+ 1,79	37,8952	66854	— 5	— 594	— 907	+ 105	— 35	5418
18 id.	47	10 31	710,0	11,8	20,96	13,3	+ 1,79	36,1840	70059	— 5	— 564	— 1019	+ 105	— 32	8544
18 id.	66	11 11	710,1	12,0	21,06	13,4	+ 1,79	37,7362	67139	— 5	— 585	— 1011	+ 105	— 35	5608
18 id.	46	11 56	710,2	12,0	21,16	14,1	+ 1,79	37,2592	68010	— 5	— 563	— 1014	+ 105	— 32	6501
18 id.	65	12 37	710,3	11,9	21,26	13,9	+ 1,79	37,8680	66902	— 5	— 593	— 924	+ 105	— 35	5450
19 id.	47	4 31	714,7	11,4	20,91	11,9	+ 2,00	36,1868	70054	— 4	— 568	— 1016	+ 117	— 32	8551
19 id.	66	5 14	714,6	11,4	20,91	12,8	+ 2,00	37,7432	67126	— 4	— 589	— 1003	+ 117	— 35	5612
19 id.	46	5 57	714,5	11,4	20,91	14,0	+ 2,00	37,2668	67996	— 5	— 567	— 1002	+ 117	— 32	6507
19 id.	65	6 38	714,4	11,4	20,91	13,4	+ 2,00	37,8846	66872	— 5	— 597	— 909	+ 117	— 35	5443
19 id.	47	7 39	714,2	11,4	20,96	12,3	+ 2,00	36,1860	70055	— 4	— 567	— 1019	+ 117	— 32	8550
19 id.	66	8 21	714,0	11,3	21,06	14,0	+ 2,00	37,7502	67114	— 5	— 588	— 1011	+ 117	— 35	5592
19 id.	46	9 02	713,9	11,3	21,11	12,0	+ 2,00	37,2784	67975	— 4	— 566	— 1011	+ 117	— 32	6479
19 id.	65	9 43	713,8	11,2	21,16	14,0	+ 2,00	37,8864	66869	— 5	— 596	— 920	+ 117	— 35	5430
19 id.	47	10 27	713,8	11,6	21,26	13,1	+ 2,00	36,1796	70068	— 5	— 566	— 1033	+ 117	— 32	8549
19 id.	66	11 09	713,9	11,9	21,31	11,6	+ 2,00	37,7348	67141	— 4	— 588	— 1023	+ 117	— 35	5608
19 id.	46	11 54	714,0	11,9	21,41	11,7	+ 2,00	37,2590	68011	— 4	— 565	— 1026	+ 117	— 32	6501
19 id.	65	12 36	714,1	11,7	21,56	13,4	+ 2,00	37,8642	66909	— 5	— 596	— 937	+ 117	— 35	5453

CAPÍTULO VI

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1905

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El Estado núm. 1 nos pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidos, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Madrid (1905)	0,5068551	0,5065602	0,5066490	0,5065454
Roldán	805	861	759	729
Cartagena	406	467	354	352
Torrejón	415	469	366	354
Madrid (1906)	550	602	495	438

Desde luego se ve que los péndulos **47**, **66** y **46** no sufrieron cambios grandes en su longitud del principio al fin de la campaña, como se demuestra á continuación:

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Madrid (1905) — Madrid (1906) — Diferencias	$+1\times10^{-7}$	0×10^{-7}	-5×10^{-7}	$+16\times10^{-7}$

siendo el péndulo **65** el que más discrepa; pero de éste nos ocuparemos más adelante.

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con los de cada uno de los otros en una estación cualquiera, comparadas con iguales diferencias obtenidas con las duraciones de los mismos péndulos en las otras, muestran también si hubo ó no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña diferencia entre las latitudes de Madrid y las estaciones observadas hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlos comparables entre sí; por tanto, del Estado 1 deduciremos el siguiente:

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	47-66	**47-46**	**47-65**	**66-46**	**66-65**	**46-65**
Madrid (1905)	2 949	2 061	3 097	888	148	1 036
Roldán	2 944	2 046	3 076	898	132	1 030
Cartagena	2 939	2 052	3 054	887	115	1 002
Torrejón	2 946	2 049	3 061	897	115	1 012
Madrid (1906)	2 948	2 055	3 112	893	164	1 057
Diferencias máximas	10	15	58	11	49	55

Se ve, por tanto, que las diferencias son muy grandes en todas aquellas comparaciones en las que entra el péndulo **65**, como también ocurría con este péndulo en la diferencia entre Madrid (1905) y Madrid (1906). Por estas razones, y por haber encontrado siempre anomalías parecidas al observar con este péndulo, creemos ventajoso prescindir en absoluto de él y seguir calculando con arreglo á los resultados obtenidos con los tres péndulos **47**, **66** y **46**.

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Podemos formarnos idea de la precisión que puede esperarse de las observaciones hechas calculando, por separado, los errores medios cometidos en las diversas operaciones de que se compone una determinación de esta clase, englobando luego estos errores medios parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de g en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.° Estos errores medios se calculan por la fórmula

$$e = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

en la cual, [vv] representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores; [n] el número total de observaciones, y m el de péndulos observados.

Para obtener los valores de [vv] tendremos que empezar por obtener los de vv, que son los cuadrados de las diferencias, las cuales se encuentran reunidas en el siguiente Estado:

ESTACIONES	Péndulo 47.		Péndulo 66.		Péndulo 46.	
	v	vv	v	vv	v	vv
	7	49	0	0	5	25
Madrid (salida) 1905	7	49	7	49	6	36
	15	225	8	64	2	4
	25	625	16	256	21	441
	9	81	26	676	14	196
	21	441	6	36	17	289
Roldán	31	961	16	256	31	961
	27	729	(34)	(1 156)	23	529
	3	9	4	16	1	1
	(40)	(1 600)	22	484	13	169
	4	16	1	1	0	0
	11	121	21	441	5	25
Cartagena	3	9	3	9	4	16
	(44)	(1 936)	10	100	20	400
	20	400	14	196	14	196
	(53)	(2 809)	(49)	(2 401)	(39)	(1 521)
	29	841	10	100	18	324
	(36)	(1 296)	21	441	(33)	(1 089)
Torrejón	(64)	(4 096)	11	121	0	0
	8	64	16	256	7	49
	7	49	10	100	16	256
	7	49	15	225	9	81
	2	4	1	1	2	4
	5	25	0	0	5	25
	8	64	24	576	17	289
Madrid (cierre) 1906	6	36	6	36	6	36
	1	1	10	100	12	144
	0	0	10	100	16	256
	1	1	6	36	6	36

Todas aquellas observaciones en las cuales los valores de **vv** sean superiores á 1000 se encuentran entre paréntesis en los Estados A, B, C, D y E, y en lo sucesivo prescindiremos de estos valores para obtener los valores de **g** de cada estación, pues suponemos que estas observaciones ofrecen poca confianza, debido á errores accidentales en la observación.

Hecha esta selección, los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidos serán:

PÉNDULOS	Madrid (1905).	Roldán.	Cartagena.	Torrejón.	Madrid (1906).
47.....	0,5068551	0,5068805	0,5068405	0,5068400	0,5068550
66.....	5602	5854	5467	5479	5602
46.....	6490	6759	6354	6367	6495
Promedios....	**0,5066881**	**0,5067139**	**0,5066742**	**0,5066749**	**0,5066882**

y las sumas de los cuadrados de sus errores agrupados por estaciones y por péndulos las que se expresan en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 47.	n	Péndulo 66.	n	Péndulo 46.	n	[vv]	[n]
Madrid (1905).....	323	3	113	3	65	3	501	9
Roldán.....	2 846	6	981	5	2 417	6	6 244	17
Cartagena.....	546	4	1 231	6	806	6	2 583	16
Torrejón.....	309	3	558	5	623	4	1 490	12
Madrid (1906).....	180	8	1 074	8	871	8	2 125	24
[vv].....	4 204		3 957		4 782		12 943	
[n].....		24		27		27		78

Como $m = 3$ y los valores de [vv] y [n] son los consignados en las columnas verticales del cuadro anterior, la aplicación de la fórmula indicada nos da:

Madrid (1905)..... $e = 9{,}1 \times 10^{-7}$
Roldán..... $e = 21{,}1 \times 10^{-7}$
Cartagena,..... $e = 14{,}1 \times 10^{-7}$
Torrejón..... $e = 12{,}9 \times 10^{-7}$
Madrid (1906)..... $e = 10{,}1 \times 10^{-7}$

y los valores del error del resultado medio

$$e_1 = \frac{1}{\sqrt{[n]}} e$$

ó sea:

Madrid (1905)	$e_s = \pm 3{,}0 \times 10^{-7}$
Roldán	$e_s = \pm 5{,}1 \times 10^{-7}$
Cartagena	$e_s = \pm 3{,}5 \times 10^{-7}$
Torrejón	$e_s = \pm 3{,}7 \times 10^{-7}$
Madrid (1906)	$e_s = \pm 2{,}1 \times 10^{-7}$

Los valores de **e** y e_s en Madrid promedio serán:

$$e = \sqrt{\frac{501 + 2\,125}{24 + 9 - 6}} = \pm 9{,}9 \times 10^{-7}$$

$$e_s = \frac{1}{\sqrt{33}} 9{,}9 = 1{,}7 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores de cada péndulo en el conjunto de la campaña nos valdremos de la misma fórmula; pero entonces **m** será el número de estaciones observadas, y los valores de [**vv**] y de [**n**] los que pueden verse en las líneas horizontales del cuadro precedente.

Su aplicación nos da los valores siguientes:

Péndulo 47..... $e_{P.\,47} = 10^{-7}\sqrt{\frac{4204}{24-5}} = \pm 14{,}9 \times 10^{-7}$

Péndulo 66..... $e_{P.\,66} = 10^{-7}\sqrt{\frac{3957}{27-5}} = \pm 13{,}4 \times 10^{-7}$

Péndulo 46..... $e_{P.\,46} = 10^{-7}\sqrt{\frac{4782}{27-5}} = \pm 14{,}7 \times 10^{-7}$

y el error medio general á todos los péndulos

$$e'_P = 10^{-7}\sqrt{\frac{12943}{78-15}} = \pm 14{,}3 \times 10^{-7}$$

2.° La inspección de los Estados A, B, C, D, E, nos enseña la pequeñez de la corrección por esta causa, y, por tanto, los errores que de aquí puedan provenir son tan insignificantes que no hay para qué tenerlos en cuenta. Por tanto, admitiremos que los errores cometidos por esta observación son nulos.

3.° Para determinar los que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío tendremos que tener en cuenta los que proceden de esta determinación previa, y son los siguientes:

CONSTANTES DE REDUCCIÓN AL VACÍO

Péndulo 47	$(654{,}1 \pm 17) \times 10^{-7}$
Id. 66	$(678{,}8 \pm 18) \times 10^{-7}$
Id. 46	$(652{,}9 \pm 8) \times 10^{-7}$

siendo 661,9 el promedio de los tres valores

El valor del error medio de la media de las constantes por reducción al vacío es:

$$\sqrt{\frac{17^2 + 18^2 + 8^2}{3}} = \pm 15 \times 10^{-7}$$

y el error que buscamos será, por tanto, $\pm \frac{15}{661{,}9} = 0{,}0227$ de la constante.

El Estado siguiente nos da los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diversas estaciones y los valores [Δ] entre los de Madrid promedio y las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO				
	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Promedio.	[Δ]
Madrid (1905)	567,3	588,7	565,7	574	
Roldán	589,3	610,8	587,8	596	23
Cartagena	592,5	614,6	591,5	600	27
Torrejón	592,0	614,8	590,7	599	26
Madrid (1906)	564,7	586,2	563,9	572	
Madrid (promedio)	566,0	587,4	564,7	573	

De los valores [Δ] y del valor 0,0227, deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío:

Roldán	$e_1 = 23 \times 0{,}0227 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Cartagena	$e_2 = 27 \times 0{,}0227 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Torrejón	$e_3 = 26 \times 0{,}0227 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

4.° Análogamente se deducen los que proceden por la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura, cuyos valores son:

CONSTANTES DE REDUCCIÓN DE TEMPERATURA

Péndulo 47	$(48{,}61 \pm 0{,}13) \times 10^{-7}$
Id. 66	$(47{,}99 \pm 0{,}13) \times 10^{-7}$
Id. 46	$(47{,}90 \pm 0{,}25) \times 10^{-7}$

Su promedio es 48,17 y el valor del error medio de las constantes de temperatura será

$$\sqrt{\frac{0{,}13^2 + 0{,}13^2 + 0{,}25^2}{3}} = 0{,}18$$

y la relación entre este error y la constante media

$$\frac{0{,}18}{48{,}17} = \frac{1}{268}$$

Un Estado análogo al del párrafo anterior nos dará para los valores de [Δ]

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA				
	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Promedio.	[Δ]
Madrid (1905)	911,0	900,7	900,0	904	
Roldán	1 160,0	1 148,4	1 145,5	1 151	195
Cartagena	1 347,2	1 332,2	1 328,7	1 336	380
Torrejón	1 279,6	1 258,0	1 260,5	1 266	310
Madrid (1906)	1 014,7	1 003,6	1 003,7	1 007	
Madrid (promedio)	962,8	952,1	951,8	956	

y para e_t

Roldán ..... $e_t = \pm \frac{1}{268} \times 195 \times 10^{-7} = 0{,}7 \times 10^{-7}$

Cartagena ..... $e_t = \pm \frac{1}{268} \times 380 \times 10^{-7} = 1{,}4 \times 10^{-7}$

Torrejón ..... $e_t = \pm \frac{1}{268} \times 310 \times 10^{-7} = 1{,}2 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación á consecuencia de los ε_m cometidos en las determinaciones de la hora, serán calculados por la fórmula

$$e_m = \pm a s \varepsilon_m$$

en la cual

$a = \frac{10^{-7}}{86400}$.

s = promedio de las duraciones de oscilación de todos los péndulos observados en cada estación.

ε_m = á los errores medios del conjunto de las determinaciones de hora de cada estación y que ya tenemos calculados.

En el Estado adjunto vemos los valores de **a**, **s** y ε_m y los que resultan para e_m.

ESTACIONES	a	s	ε_m	e_m
Madrid (1905)	$a = \frac{10+7}{86400}$	0,5066881	$\pm$ 0,05	$\pm 2,9 \times 10^{-7}$
Roldán		7139	$\pm$ 0,10	$\pm 5,9 \times 10^{-7}$
Cartagena		6742	$\pm$ 0,04	$\pm 2,3 \times 10^{-7}$
Torrejón		6749	$\pm$ 0,07	$\pm 4,1 \times 10^{-7}$
Madrid (1906)		6882	$\pm$ 0,08	$\pm 4,7 \times 10^{-7}$

6.º Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén fueron calculados aisladamente en cada una de las estaciones. Reuniendo los resultados obtenidos tendremos:

Madrid (1905) ..... $e_b = \pm 0,9 \times 10^{-7}$
Roldán ..... $e_b = \pm 2,1 \times 10^{-7}$
Cartagena ..... $e_b = \pm 0,3 \times 10^{-7}$
Torrejón ..... $e_b = \pm 0,7 \times 10^{-7}$
Madrid (1906) ..... $e_b = \pm 0,5 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

Reuniendo los diversos errores parciales cometidos en las distintas determinaciones, obtenemos el siguiente Estado:

ERRORES	Roldán.		Cartagena.		Torrejón.	
e_a^2 (Madrid)	$1,7^2$	2,89	$1,7^2$	2,89	$1,7^2$	2,89
e_s^2 (estación observada)	$5,1^2$	26,01	$3,5^2$	12,25	$3,7^2$	13,69
e_s^2	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00
e_d^2	$0,5^2$	0,25	$0,6^2$	0,36	$0,6^2$	0,36
e_c^2	$0,7^2$	0,49	$1,4^2$	1,96	$1,2^2$	1,44
e_m^2	$5,9^2$	34,81	$2,3^2$	5,29	$4,1^2$	16,81
e_b^2	$2,1^2$	4,41	$0,3^2$	0,09	$0,7^2$	0,49

Ahora bien; el error medio total de cada estación con relación á Madrid será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los errores de estación más el de duración correspondiente á la estación de Madrid, lo que se expresa por la siguiente fórmula:

$$E = \sqrt{e_a^2\,(\text{Madrid}) + e_s^2\,(\text{estación observada}) + e_s^2 + e_d^2 + e_c^2 + e_m^2 + e_b^2}$$

la cual, aplicada á las diversas estaciones observadas, nos dará:

Roldán..... ..... $E = 10^{-7}\sqrt{68{,}86} = 8{,}3 \times 10^{-7}$

Cartagena..... $E = 10^{-7}\sqrt{22{,}84} = 4{,}8 \times 10^{-7}$

Torrejón..... $E = 10^{-7}\sqrt{35{,}68} = 6{,}0 \times 10^{-7}$

CAPÍTULO VII

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Antes de continuar nuestro estudio nos parece necesario dar cuenta de las importantes conclusiones consignadas en la interesantísima *Memoria* publicada en Berlín en 1906 y titulada *Bestimmung der absoluten grösze der Schwerkraft zu Potsdam mit reversionspendeln von Prof. Dr. F. Kühnen und. Prof. Dr. Ph. Furtwängler.*

Según esta *Memoria,* resulta que en el año 1894 el Director del Real Instituto Geodésico Prusiano, profesor Dr. Helmert, efectuó algunas pruebas de tanteo para la investigación absoluta de la intensidad de la gravedad en el nuevo edificio construído en aquella época para Instituto geodésico.

En dichas pruebas encontró una grande y sorprendente diferencia entre los datos obtenidos por un péndulo de segundos y otro de medios segundos de peso igual.

Á consecuencia de esto, se vió que la causa de la diferencia consistía en la flexión del péndulo en su movimiento oscilatorio, de la cual provenía una causa de error, no prevista hasta entonces.

Estudiando esta nueva causa de error el citado profesor Helmert comisionó en 1894 á los autores de la referida *Memoria* para que, teniendo en cuenta esta corrección y haciendo todas las observaciones con el mayor cuidado y escrupulosidad, procediesen á la determinación del nuevo valor de **g** correspondiente á Potsdam.

Para tener mayor seguridad en el resultado, no solamente observaron con los péndulos de que disponía el Instituto prusiano, sino que, además, les fueron cedidos para ser observados en Potsdam los péndulos de la Real é Imperial Comisión de Medición de grados de Viena y los del Observatorio de Padua.

Las minuciosas y múltiples observaciones hechas con estos péndulos se encuentran por extenso detalladas en la citada *Memoria,* obteniéndose como conclusión el siguiente

RESULTADO FINAL

En la sala de péndulos del Instituto geodésico de Potsdam, á los 52° 22',86 latitud Norte, á los 13° 04',06 longitud Este de Greenwich y á los 87 metros de altitud sobre el nivel del mar, hemos hallado:

Longitud del péndulo simple de segundos..... = 994,239 ± 0,003 milímetros.

Valor de la intensidad de la gravedad..... = 981,274 ± 0,003 centímetros.

No se termina esta *Memoria* sin hacer un estudio comparativo de este nuevo valor de g en Potsdam con los que para la misma población resultarían de las determinaciones de la misma clase hechas en diversos sitios, fechas diferentes y observadores distintos y que aquí consignamos con la mayor satisfacción, tanto por el interés que para estos estudios tiene la referida comparación como por decir mucho su resultado final en favor de la Ciencia española.

Es claro que para hacer estas comparaciones empiezan por hacer á cada una de las observaciones la corrección de flexión y después refieren el valor de cada lugar al de Potsdam. En lo que á España se refiere, empiezan por corregir el valor de la intensidad de la gravedad en Madrid, obtenida en el año 1882 por el Coronel de ingenieros don Joaquín Barraquer y Rovira, y para deducir de este valor el de Potsdam se valen de las observaciones hechas en el año 1901 por el profesor Hecker.

El valor que para Potsdam obtienen de esta manera es:

$$981{,}270 \pm 0{,}005$$

que como vemos establece una perfecta concordancia entre el valor nuevo de g en Potsdam y el deducido por las observaciones del sabio Geodesta español.

En el cuadro siguiente, tomado de la citada obra, se pueden ver los resultados de las diversas comparaciones hechas.

PUNTO DE OBSERVACIÓN	OBSERVADOR	INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD TRASLADADA Á POTSDAM	ERROR MEDIO
		cm.	cm.
Madrid.....	Barraquer.....	981,270	± 0,005
París.....	Defforges.....	282	± 0,010 (?)
Königsberg.....	Bessel.....	254	± 0,006 (?)
Guldenstein.....	Schumacher.....		
Berlín.....	Peters.....		
Roma.....	Pisati.....	274	± 0,008
	Pucci.....		

El promedio de todos estos valores dará para valor de Potsdam el mismo, deducido por las observaciones de Barraquer, ó sea:

$$g = 981{,}270$$

Adoptando, por tanto, para Potsdam el valor

$$\overset{cm.}{981{,}274} \pm 0{,}00003$$

podrá deducirse el correspondiente á Madrid por las ya citadas observaciones del profesor Hecker, puesto que la diferencia entre uno y otro valor es:

$$g_{\text{Potsdam}} - g_{\text{Madrid}} = 1{,}293 \text{ cm.}$$

resultando, por tanto:

$$g_{\text{Madrid}} = 979{,}981 \pm 0{,}002 \text{ cm.}$$

Partiendo de este valor de g y aplicando la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m} + 3g_m \left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots$$

en la cual s_m representa los promedios de las duraciones de oscilación observadas en Madrid (salida) y (cierre), á saber:

Péndulo 47.	Péndulo 66	Péndulo 46.
$s_m = 0{,}5068550$	0,5065602	0,5066492

y s las correspondientes duraciones de oscilación observadas en las diversas estaciones; podemos, por tanto, obtener los valores que se consignan en el siguiente cuadro:

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1905	Roldán	47	979,882	979,881
		66	884	
		46	878	
	Cartagena	47	980,037	980,035
		66	033	
		46	035	
	Torrejón	47	980,039	980,032
		66	028	
		46	030	

Los errores correspondientes á estos valores de **g**, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2\, g_m}{s_m} E$$

en la cual, por g_m se representa el valor de la gravedad en Madrid; por s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de oscilación, ó sea 0,5066881, y por **E** los valores deducidos en el capítulo anterior.

Su aplicación nos conduce á los valores siguientes:

Roldán..... $E_g = \pm 3{,}2 \times 10^{-5}$
Cartagena..... $E_g = \pm 1{,}9 \times 10^{-5}$
Torrejón..... $E_g = \pm 2{,}3 \times 10^{-5}$

los cuales, reunidos á los anteriormente deducidos, nos lleva por fin á obtener los siguientes

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Roldán..... **$g = 979{,}881 \pm 0{,}003$**
Cartagena..... **$g = 980{,}035 \pm 0{,}002$**
Torrejón..... **$g = 980{,}032 \pm 0{,}002$**

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por medio de la fórmula

$$g_o'' = g + \delta g + \delta' g$$

siendo

$$\delta g = 0{,}0003086\ H \quad \text{y} \quad \delta' g = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_o)$$

en las cuales representan:

H, altitud sobre el nivel del mar del plano determinado por los centros de las lentejas de los péndulos.

θ_m, densidad media de la tierra igual á 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

Estos últimos valores fueron facilitados por la Comisión del Mapa geológico de España, por cuyo motivo nos vemos obligados á consignar aquí nuestro agradecimiento al citado Centro.

El cuadro siguiente nos pone de manifiesto el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos.

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta' g$
Roldán	979,881	204	2,6	+ 0,063	— 0,022
Cartagena	980,035	3	2,6	+ 0,001	— 0,000
Torrejón	980,032	2	2,6	+ 0,001	— 0,000

De los cuales deduciremos los valores de

$$g_o = g + \delta g \quad \text{y} \quad g_o'' = g_o + \delta' g$$

que serán, respectivamente:

ESTACIONES	g_o	g_o''
Roldán	979,944	979,922
Cartagena	980,036	980,036
Torrejón	980,033	980,033

El cálculo teórico de los valores de **g** que representamos por γ_o, lo haremos por la fórmula de Helmert (1909):

$$\gamma_o = 978{,}030\,(1 + 0{,}005302\ \text{sen}^2\varphi - 0{,}000007\ \text{sen}^2 2\varphi)$$

En el cuadro siguiente se expresan los valores de γ_0 correspondientes á los diversos de φ que representa la latitud del lugar de observación.

ESTACIONES	φ	γ_0
Roldán	36° 56',7	979,897
Cartagena	37 36,0	979,954
Torrejón	38 00,1	979,989

CAPÍTULO VIII

Resumen de los valores de g, obtenidos por el procedimiento de relativas, hasta fines del año 1905.

Además de las estaciones de que nos ocupamos en esta *Memoria* se han obtenido los valores de **g** en Lisboa, San Fernando, Duque, Granada y Baños; pero estando calculados en las *Memorias* de los señores Hecker y Galbis para el valor de Potsdam $g = 981{,}292$ y Madrid 979,999, será preciso calcularlos de nuevo con arreglo á los valores

Potsdam ..... $g = 981{,}274$

Madrid ..... $g = 979{,}981$

Las duraciones de oscilación observadas por Hecker en Potsdam fueron:

Péndulo 46 ..... **0,5063239**

Id. 47 ..... **0,5065281**

Id. 40 ..... **0,5067644**

Id. 21 ..... **0,5097437**

Resultando, por tanto, para las determinaciones realizadas en Lisboa los valores siguientes:

ESTACIÓN	PÉNDULOS	Duraciones de oscilación observadas	Valores de g correspondientes á cada péndulo	Valores de g. — PROMEDIOS
Lisboa	46	0,5066281	980,096	980,094 ± 0,0011
	47	0,5068332	093	
	40	0,5090710	092	
	21	0,5100553	094	

Respecto á las restantes estaciones, los resultados obtenidos se reunen en el siguiente Estado, teniendo en cuenta que los valores de las duraciones de oscilación en Madrid fueron:

Péndulo 47	**0,5068568**
Id. 66	**5614**
Id. 46	**6513**
Id. 65	**5459**

ESTACIONES	PÉNDULOS	Duraciones de oscilación en las estaciones observadas.	Valores de g correspondientes á cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
San Fernando (Nardin)	47	0,5068960	979,829	979,831 ± 0,025
	66	5904	835	
	46	6918	825	
	65	5834	836	
San Fernando (Hipp)	47	8948	834	979,829 ± 0,032
	66	6008	829	
	46	6929	820	
	65	5840	835	
Duque (Nardin)	47	8754	909	979,912 ± 0,024
	66	5794	912	
	46	6702	908	
	65	5622	918	
Granada (Nardin)	47	9383	666	979,669 ± 0,027
	66	6424	668	
	46	7328	666	
	65	6251	675	
Granada (Hipp)	47	9396	661	979,665 ± 0,087
	66	6430	665	
	46	7335	663	
	65	6264	670	
Baños (Nardin)	47	8827	881	979,882 ± 0,029
	66	5870	882	
	46	6775	880	
	65	5706	885	
Baños (Hipp)	47	8835	878	979,879 ± 0,036
	66	5881	878	
	46	6801	870	
	65	5696	889	

Y combinando los resultados correspondientes á cada estación, teniendo en cuenta sus pesos, es decir, en razón inversa del cuadrado de sus errores medios, obtendremos:

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Lisboa	$g = 980{,}094 \pm 0{,}0011$
San Fernando	$g = 979{,}830 \pm 0{,}0020$
Duque	$g = 979{,}912 \pm 0{,}0024$
Granada	$g = 979{,}669 \pm 0{,}0026$
Baños	$g = 979{,}881 \pm 0{,}0023$

Haciendo la reducción al nivel del mar por la fórmula conocida, tendremos los valores siguientes:

Madrid	para	$H = 656^{m}$	$\delta_g = 0{,}202$
Lisboa	»	$H = 91$	$\delta_g = 0{,}028$
San Fernando	»	$H = 28$	$\delta_g = 0{,}009$
Duque	»	$H = 7$	$\delta_g = 0{,}002$
Granada	»	$H = 669$	$\delta_g = 0{,}206$
Baños	»	$H = 13$	$\delta_g = 0{,}004$

Los de δ'_g pueden determinarse una vez conocidos los de θ, que son los siguientes, habiendo sido determinados los cuatro últimos por la Comisión del Mapa geológico de España:

Madrid	para	$\theta = 2{,}6$	$\delta'_g = 0{,}071$
Lisboa	»	$\theta = 2{,}4$	$\delta'_g = 0{,}009$
San Fernando	»	$\theta = 2{,}4$	$\delta'_g = 0{,}003$
Duque	»	$\theta = 2{,}5$	$\delta'_g = 0{,}001$
Granada	»	$\theta = 2{,}6$	$\delta'_g = 0{,}073$
Baños	»	$\theta = 2{,}5$	$\delta'_g = 0{,}001$

Siendo conocidas las latitudes φ de los diversos puntos observados, pueden calcularse los valores teóricos γ_0 correspondientes.

El resumen de todos estos valores se ve resumido en el siguiente Estado:

Resumen de los valores de g, obtenidos por el procedimiento de relativas, hasta fines del año 1905.

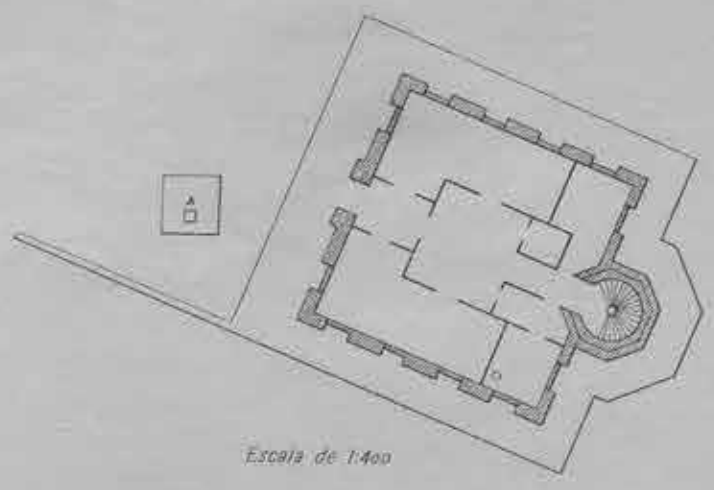
ESTACIONES	FECHAS	OBSERVADORES	Longitud	Latitud	Altitud	θ	g	g_0	g_0''	γ_0	$g_0'' - \gamma_0$ 10^{-3} cm.	$g_0 - \gamma_0$ 10^{-3} cm.
					m		cm	cm	cm	cm		
Madrid	1901	Hecker	— 3° 41',3	40° 24',5	656,00	2,6	979,981	980,183	980,112	980,202	— 90	— 19
Lisboa	1901	Idem	— 9 11,2	38 42,5	91,00	2,4	980,094	980,122	980,113	980,052	+ 61	+ 70
San Fernando	1903	Galbis	— 6 12,3	36 27,9	28,00	2,4	979,830	979,839	979,836	979,855	— 19	— 16
Duque	1903	Idem	— 4 57,4	36 29,2	7,00	2,5	979,912	979,914	979,913	979,857	+ 56	+ 57
Granada	1903	Idem	— 3 36,0	37 10,6	669,00	2,6	979,669	979,875	979,802	979,917	— 115	— 42
Baños	1904	Idem	— 2 50,5	36 42,1	13,00	2,5	979,881	979,885	979,884	979,876	+ 8	+ 9
Roldán	1905	Barandica	— 1 54,7	36 56,7	204,00	2,6	979,881	979,944	979,922	979,897	+ 25	+ 47
Cartagena	1905	Idem	— 0 58,9	37 36,0	3,00	2,6	980,035	980,036	980,036	979,954	+ 82	+ 82
Torrejón	1905	Idem	— 0 39,1	38 00,1	2,00	2,6	980,032	980,033	980,033	979,989	+ 44	+ 44

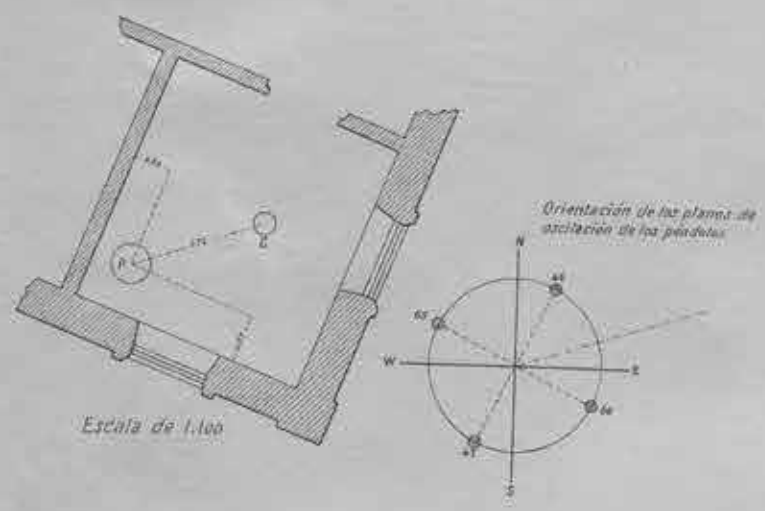
ÍNDICE

	Páginas.
Introducción	7
Capítulo primero.—Estación de Madrid (salida)	11
Capítulo segundo.—Estación de Roldán	19
Capítulo tercero.—Estación de Cartagena	27
Capítulo cuarto.—Estación de Torrejón	33
Capítulo quinto.—Estación de Madrid (cierre)	41
Capítulo sexto.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1905	47
Capítulo séptimo.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad	57
Capítulo octavo.—Resumen de los valores de g, obtenidos por el procedimiento de relativas, hasta fines del año 1905	63

ROLDÁN

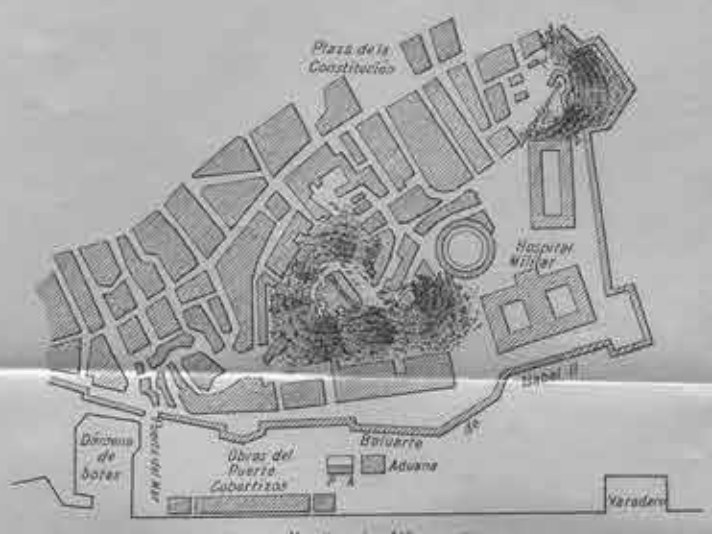
Instalación del péndulo en el faro de este nombre

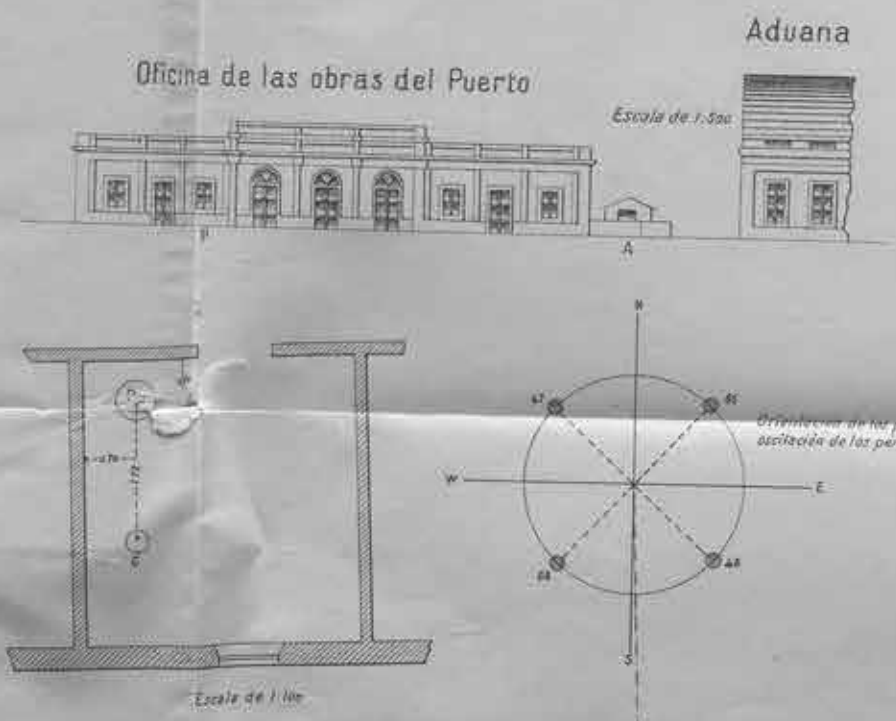




CARTAGENA

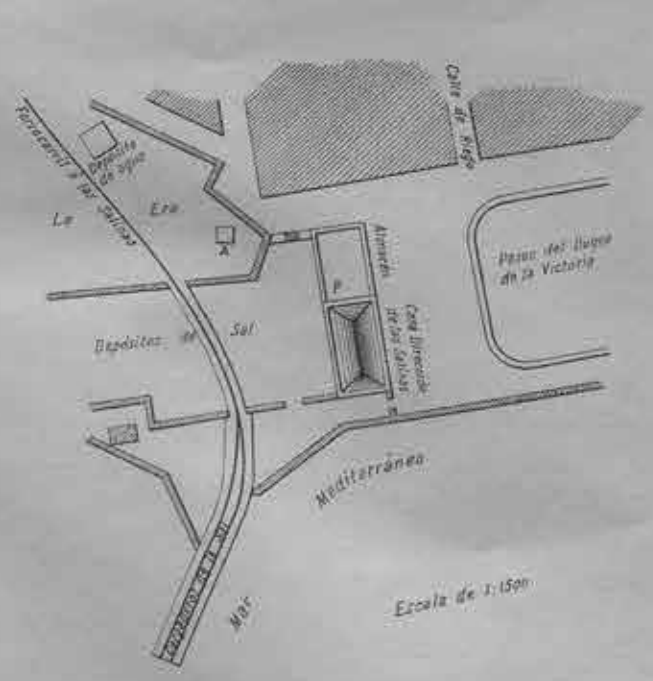
Instalación del péndulo en la Oficina de las obras del Puerto

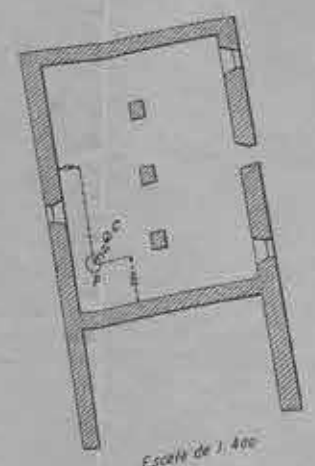


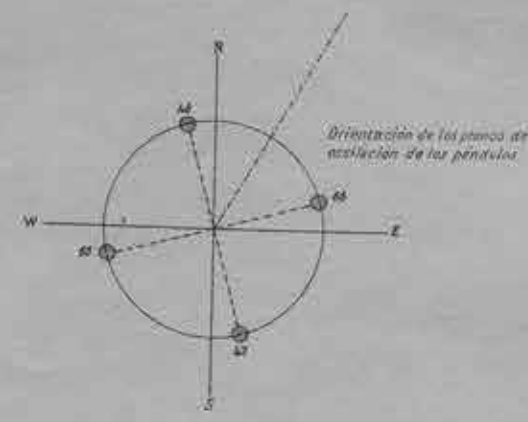


TORREJÓN

Instalación del péndulo en el Almacén de las Salinas de Torrevieja







Nota

En estos croquis representan

A. Anteojo de paso
P. Péndulo
C. Aparato de coincidencias



DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

II

DETERMINACIONES RELATIVAS
DE LA
INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR

D. JOSÉ GALBIS Y RODRÍGUEZ

TENIENTE CORONEL DE ESTADO MAYOR É INGENIERO GEÓGRAFO



MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO
—
1918

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

INTRODUCCIÓN

Los sitios donde se efectuaron las observaciones pendulares durante los años 1906 y 1907 fueron designados por el Ilmo. Sr. D. Eduardo Mier, Jefe del Negociado de Geodesia del Instituto Geográfico y Estadístico, y responden al desarrollo del plan que por orden superior presenté en Octubre del año 1904 y fué aprobado por el excelentísimo señor Director general, de cuyas bases dí cuenta al publicar las primeras determinaciones de esta clase que tuve el honor de realizar á fines del año 1903 y principios de 1904.

Instrumentos y su instalación.

El aparato de péndulos fué el mismo utilizado en los años anteriores.

El año 1906 observé con los péndulos números 46, 47, 65 y 66, y en 1907 con éstos y, además, en algunas estaciones, con los números 105, 106, 107 y 108.

El aparato de coincidencias fué también el mismo que se empleó en determinaciones anteriores.

El reloj para todas las observaciones fué el Strasser-Rhode número 278, con péndola de acero níquel Riefflер batiendo medios segundos.

En mi anterior *Memoria* describí estos instrumentos.

Para las determinaciones de hora se usó el anteojo de pasos Repsold y un cronógrafo Hipp.

Estos instrumentos están descritos en el tomo VIII de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico*.

Las observaciones meteorológicas se llevaron á cabo con barómetros Tonnelot, y termómetros construídos por Casella.

La forma en que se instalaron los instrumentos fué aproximadamente la misma que describí en la *Memoria* referente á los trabajos de 1903 á 1904.

Ahora bien: convencido de que es imposible mantener en la barraca de madera, utilizada para observaciones astronómicas, la temperatura con suficiente uniformidad para que no se perturbe la marcha regular de los relojes, ni la de oscilación de los péndulos dentro del tiempo de observación en ninguna estación, instalé en aquélla dichos instrumentos.

Los locales elegidos para las observaciones pendulares procuré tuviesen la temperatura uniforme, y en ellos coloqué el reloj Strasser y el cronógrafo Hipp, uniendo eléctricamente éste con un interruptor colocado al lado del anteojo de pasos, con lo cual todas las determinaciones de hora pudieron hacerse cronográficamente.

En las láminas I y II, que representan las instalaciones, designo con la letra P el sitio donde está instalado el aparato de péndulos; con C, el del aparato de coincidencias (siempre sobre la mesa de trabajo); con G, el del cronógrafo; con A, el del anteojo de pasos, y con R, el reloj.

Métodos de observación y cálculos.

Las bases de este género de determinaciones son la medida de la duración de oscilación de los péndulos y la invariabilidad de éstos. Influye en la primera de modo esencial la marcha del reloj, que aunque se procure y consiga que sea uniforme para los diferentes días de observación, no es seguro ocurra lo mismo entre cada dos determinaciones consecutivas de su estado, ni aun dentro de una serie de observaciones de duración, especialmente cuando el reloj tiene péndola de medios segundos, y como de esta clase era el que utilizamos y no es siempre posible compensar el influjo que estas irregularidades de marcha del reloj ejercen sobre las observaciones de duración, repitiendo éstas con uniformidad y simetría para los diferentes péndulos entre cada dos determinaciones de hora, decidí hacer un gran número de determinaciones de duración de oscilación, tratando también con esto de compensar mis defectos como observador.

La invariabilidad en la longitud de los péndulos no puede asegurarse, y por ello son varios los que se observan en este género de trabajos. El año 1906 disponía de los cuatro péndulos 46, 47, 65 y 66, utiliza

dos el año 1903; de éstos el 65 no dió entonces resultados del todo satisfactorios y por ello, ante el temor de que ocurriese lo mismo en 1906 con éste ó con algún otro, y también para poder apreciar el influjo que en el resultado podía tener la posición del filo del cuchillo con relación al plano de suspensión, decidí observar cada péndulo en cada estación, en dos posiciones inversas de dicho filo sin variar la orientación de su plano de oscilación. En 1907, aunque siguió mostrándose en la campaña de 1906 el péndulo 65 no tan invariable como los demás, sus resultados me parecieron aprovechables, y, por consiguiente, no me preocupó tanto la posibilidad de que el resultado de la campaña fuese deficiente por falta de número de péndulos invariables, por ello decidí observarlos en sólo una posición. Ahora bien: estaban ya en nuestro poder los péndulos 104, 105, 106 y 107, y me pareció conveniente, toda vez que me fué encomendada la determinación de sus constantes de densidad del aire, observar con ellos en algunas estaciones, además de hacerlo con los antiguos; así lo efectué siempre que me lo permitió el tiempo disponible, y aquí consigno los resultados obtenidos en dos de las estaciones en que pude observar con los cuatro modernos y los cuatro antiguos, lo que permite comparar los resultados obtenidos con unos y otros.

La forma en que realicé las determinaciones de hora y observaciones de coincidencias, las del balance del sosten, etc., fué la descrita en la *Memoria* de mis anteriores trabajos.

Para los cálculos del estado del reloj, balance del sostén, duración de oscilación y aceleración de la fuerza de la gravedad se emplearon las mismas fórmulas que en los trabajos anteriores y que conviene, sin embargo, recordar.

Determinación de la hora. (*)

$$[1] \qquad \Delta \mathbf{H} \pm \mathbf{Cc} = \alpha - \mathbf{H} - (\mathbf{R}\rho + \mathbf{N}\nu) \begin{cases} \text{ocular al E} \\ \text{ocular al W} \end{cases}$$

siendo

$$\nu = \frac{1}{2}(\mathbf{i} + \mathbf{i}'), \qquad \mathbf{e} = \alpha - \mathbf{H} - (\alpha' - \mathbf{H}'), \qquad \mathbf{N} = \operatorname{sen} \varphi$$

$$\mathbf{R} = \frac{\operatorname{tang} \varphi - \operatorname{tang} \delta}{\operatorname{tang} \delta' - \operatorname{tang} \delta}, \qquad \mathbf{C} = \operatorname{sen} \delta + \mathbf{R}(\operatorname{sen} \delta' - \operatorname{sen} \delta)$$

(*) Ya tenía terminadas las campañas de 1906 y 1907 y hechos en su mayor parte los cálculos de las determinaciones de hora, cuando llegó á mis manos el trabajo publicado por el Profesor Borrass comentando las determinaciones de la gravedad hechas en Europa, y en el que me hace acertadas indicaciones respecto á los métodos empleados para la determinación de la hora, indicaciones que hubiera tenido en cuenta para trabajos sucesivos.

fórmulas en las que las letras α, δ, **H**, **i**, φ representan las tres primeras los valores de la ascensión recta, declinación y hora del reloj en el momento del paso de cada estrella por el meridiano del lugar de observación, y las dos últimas son, respectivamente, la inclinación del eje de muñones del anteojo de pasos y la latitud del lugar de observación.

Balance del sostén. σ

[2] $$\sigma = \frac{\alpha'}{\alpha}\,\frac{s'-s}{2}\,\operatorname{cosec}\frac{\pi(s'-s)}{2s's}\,t$$

en la que α y α' son las amplitudes de oscilación de los péndulos perturbador y perturbado en el momento **t** y **s**, y **s'** las respectivas duraciones de oscilación de dichos péndulos.

Duración de oscilación. S

[3] $$S = s - s\,\frac{A^2}{16} - \lambda D\,10^{-7} - \tau T\,10^{-7} + asM\,10^{-7} - \sigma.$$

En esta fórmula, **s** es la duración de oscilación observada; **A**, la amplitud de la misma; **T**, la temperatura de la varilla del péndulo; **D**, la densidad del aire en el momento de la observación; λ, una constante (llamada de densidad del aire) que multiplicada por **D** nos da la corrección que debe sufrir la duración de oscilación observada para calcular la correspondiente en el vacío; τ es otra constante, llamada de temperatura, que es función del coeficiente de dilatación de la materia de que está construído el péndulo y que multiplicada por la temperatura de la varilla **T** nos da la corrección que hay que introducir en la duración de oscilación observada para deducir la correspondiente á 0°; **a** es $= \frac{10^{+7}}{86400}$, y σ, como ya sabemos, la corrección por balance del sostén.

Valores de g.

[4] $$g = \left(\frac{s_M}{s}\right)^2 g_M = g_M - 2g_M\,\frac{s-s_M}{s_M} + 3g_M\left(\frac{s-s_M}{s_M}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la que **s** y **g** son, respectivamente, los valores de la duración de oscilación reducida y de la fuerza de la gravedad en el sitio de observación, y s_M y g_M estos elementos en Madrid.

Para el cálculo de errores he seguido un método más detallado que el empleado en trabajos anteriores, con lo cual persigo el que sea más completo el análisis, pues se da la importancia debida al influjo de la variabilidad de los péndulos y se calcula aproximadamente el valor de los errores que se cometen al tomar como constante la marcha del reloj entre cada dos determinaciones de hora.

Fuí destinado al Servicio sismológico antes de terminar los cálculos de estas determinaciones, por esto una parte de aquéllos han sido efectuados por el Ingeniero Geógrafo D. Manuel Barandica, á quien por ello expreso mi profunda gratitud, así como también á los colaboradores de él y míos, Topógrafos D. Joaquín Rodríguez de la Barra, don Santiago Espuñes, D. Manuel G. Prieto y D. Antonio Arenas.

En la campaña de 1906 me ayudó con gran competencia y laboriosidad D. Joaquín Rodríguez de la Barra, y en 1907, del mismo modo, D. Santiago Espuñes.

Agradecido quedo al Director del Observatorio Astronómico de Madrid, D. Francisco Iñíguez, y personal á sus órdenes por sus trabajos de determinación de la hora que utilicé en las estaciones de salida y llegada el año 1907, y doy también las gracias por las facilidades que me dieron para la instalación de los instrumentos en las diferentes estaciones á los Ingenieros Jefes de Obras públicas de las provincias de Oviedo y Guipúzcoa, al Topógrafo Jefe del Mareógrafo de Santander D. José Iglesias, al Rector de la Colegiata de Arbas, al Coronel Jefe del Parque de Artillería de La Coruña, Rector del Colegio del Apóstol Santiago, en Camposancos, Alcalde de Villagarcía y Alcalde y Maestros Nacionales de Vivero é Izarra.

Sírvame de disculpa por no haber introducido en estos trabajos algunas reformas aconsejadas por la práctica y por la lectura de trabajos extranjeros análogos, la imposibilidad de estudiarlos con el detenimiento necesario, por tener que atender á otras comisiones científicas que me fueron conferidas durante los años 1904 y 1905.

CAPÍTULO PRIMERO

OBSERVACIONES EFECTUADAS DURANTE LA CAMPAÑA DE 1906

ESTACIÓN DE MADRID (salida).

El pilar donde se efectuaron las observaciones pendulares fué el mismo utilizado en la campaña de 1903 al 1904, situado en la Biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid.

El anteojo de pasos Repsold se instaló en una barraca de madera próxima al local antes citado.

Coordenadas geográficas.

Longitud (meridiano de Greenwich)	3° 41',0 W
Latitud (Norte)	40° 24',5
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel del mar en Alicante	h = 656m

Ya hemos dicho que en toda esta campaña se ha observado con los péndulos 46, 47, 65 y 66 en dos posiciones inversas de los cuchillos (lámina I), y como en el método de observaciones relativas es esencial que los péndulos oscilen en iguales condiciones en la estación de base Madrid y en las que son objeto del trabajo, consideraremos para todos los cálculos como si se hubiesen hecho dos estudios diferentes según tengan los péndulos la posición A ó la B, poniendo estas letras al lado del número del péndulo para indicar la posición en que osciló.

Determinaciones de las horas.

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	α Draconis...	W.	+ 64 50	14 01 51,83	14 01 41,25		
	κ Virginis...	W.	— 9 50	14 07 54,30	14 07 40,44	+ 0,23	+ 12,17
	ι Virginis...	W.	— 5 33	14 11 6,44	14 10 52,72	+ 0,25	+ 12,07
	θ Bootis.....	W.	+ 52 17	14 21 61,08	14 21 49,41		
	π Bootis pr..	E.	+ 16 49	14 36 19,86	14 36 6,52	+ 0,54	+ 12,09
	β Ursæ min..	E.	+ 74 33	14 50 60,60	14 50 51,53		
19 de Junio...	ῖ Scorpii.....	E.	— 24 55	14 58 35,89	14 58 21,66	+ 0,50	+ 12,44
	δ Bootis.....	E.	+ 33 40	15 11 44,36	15 11 31,24		
	ε Corona bor	W.	+ 27 9	15 53 43,43	15 53 30,46		
	β Scorpii	W.	— 19 33	15 59 60,20	15 59 46,12	+ 0,25	+ 12,29
	δ Ophiuchi...	E.	— 3 27	16 9 26,96	16 9 12,79	+ 0,50	+ 12,52
	τ Herculis...	E.	+ 46 32	16 16 56,71	16 16 43,95		
	η Draconis ..	E.	+ 61 44	16 22 45,85	16 22 33,38		
	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 23	16 31 60,88	16 31 46,59	+ 0,50	+ 12,87
	β Bootis.....	E.	+ 40 46	14 58 25,79	14 58 11,66		
	β Libræ.....	E.	— 9 2	15 11 58,59	15 11 42,71	— 0,37	+ 14,52
	ι Draconis...	E.	+ 59 18	15 22 52,07	15 22 38,89		
	ῖ Libræ.....	E.	— 14 29	15 30 17,92	15 30 1,81	— 0,42	+ 14,86
	α Serpentis...	W.	+ 6 43	15 39 39,94	15 39 25,05	— 0,42	+ 14,36
	θ Draconis...	W.	+ 58 49	16 0 9,91	15 59 57,01		
20 de Junio...	δ Ophiuchi..	W.	— 3 27	16 9 26,96	16 9 11,63	— 0,52	+ 14,13
	τ Herculis...	W.	+ 46 32	16 16 56,70	16 16 43,47		
	η Draconis...	W.	+ 61 44	16 22 45,83	16 22 33,62		
	ζ Ophiuchi...	W.	— 10 23	16 32 0,88	16 31 45,41	— 0,62	+ 14,44
	Gr. 2377.....	E.	+ 56 57	16 43 33,31	16 43 20,03		
	κ Ophiuchi..	E.	+ 9 31	16 53 14,95	16 52 59,81	— 0,50	+ 14,71
	β Bootis.....	E.	+ 40 46	14 58 25,77	14 58 8,86		
	β Libæ.....	E.	— 9 2	15 11 58,58	15 11 40,27	— 0,02	+ 16,95
	ι Draconis...	W.	+ 59 18	15 22 52,05	15 22 36,18		
	ῖ Libræ....	W.	— 14 29	15 30 17,91	15 29 59,40	0,00	+ 17,00
	α Serpentis .	W.	+ 6 43	15 39 39,93	15 39 22,28	0,00	+ 16,78
21 de Junio...	θ Draconis ..	W.	+ 58 49	16 0 9,89	15 59 54,07		
	δ Ophiuchi...	W.	— 3 27	16 9 26,96	16 9 9,08	+ 0,08	+ 16,23
	τ Herculis. .	W.	+ 46 32	16 16 56,69	16 16 40,73		
	η Draconis...	E.	+ 61 44	16 22 45,82	16 22 29,02		
	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 23	16 32 0,88	16 31 41,86	— 0,12	+ 18,02

Aplicados los valores que corresponden á cada grupo de estrellas, reducidos al instante medio para cada día, en la fórmula [1], página 7, y resueltas las ecuaciones así formadas por el método de los mínimos cuadrados, se obtienen los resultados siguientes:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s).	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.).
	h m	s	
19 de Junio de 1906	15 17	+ 12,34 ± 0,08	
20 id. id.	15 9	+ 14,50 ± 0,07	+ 2,12 ± 0,11
20 id. id.	15 8	+ 17,08 ± 0,23	+ 2,20 ± 0,24

Para el cálculo de errores del movimiento de la marcha diaria se empleó la fórmula

$$\varepsilon_m = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{t_2 - t_1}$$

siendo m_1 y m_2 los errores de estudio del reloj, y t_2 y t_1 las horas en fracción de día.

El error del promedio lo calcularé por

$$\sqrt{\frac{\varepsilon^2 + \varepsilon_1^2}{2}}$$

de donde

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,19.$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación de los péndulos fué exactamente la NE-SW y NW-SE.

Medido con arreglo al método del Profesor E. Borrass, fórmula [2], página 8, se obtuvo:

Dirección NE-SW **Péndulos 46 y 47** (A).	Dirección NW-SE **Péndulos 65 y 66** (A).
32×10^{-7}	25×10^{-7}
33×10^{-7}	27×10^{-7}
31×10^{-7}	25×10^{-7}
$(32{,}0 \pm 0{,}6)\ 10^{-7}$	$(25{,}8 \pm 0{,}7)\ 10^{-7}$

los errores se han calculado por la fórmula

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

en la que v son las diferencias de cada valor con la media y n el número de valores.

El error de balance para la estación se calculó con la fórmula

$$\mu_b = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}}$$

y se obtuvo

$$(A) \qquad \mu_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$$

del mismo modo para la posición (B) se tiene

Dirección NE-SW **Péndulos 46 y 47** (B).	Dirección NW-SE **Péndulos 65 y 66** (B).
35×10^{-7}	26×10^{-7}
32×10^{-7}	26×10^{-7}
32×10^{-7}	27×10^{-7}
$(33{,}0 \pm 1{,}0)\ 10^{-7}$	$(27{,}0 \pm 0{,}6)\ 10^{-7}$

$$(B) \qquad \mu_b = \pm 0{,}6.$$

Si se combinan los valores del balance en cada dirección, obtenidos con una y otra posición de los péndulos, se ve que para las direcciones

46 y 47 es $\quad z = (32{,}5 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

65 y 66 es $\quad z = (26{,}5 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

Duración de observación.

Los resultados de las observaciones de duración de oscilación de los péndulos y los valores reducidos correspondientes se expresan en el estado que sigue:

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidéreа.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del soster.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
20 de Junio.	47 (A)	3 9	716,0	11,4	21,41	13,8	+ 2,12	36,18090	0,5070065	— 5	— 568	— 1041	— 124	— 32	0,5068543
20 id.	65	4 0	715,8	11,3	21,41	13,2	+ 2,12	37,87540	0,5066889	— 5	— 598	— 931	+ 124	— 26	0,5065453
20 id.	46	4 48	715,5	11,3	21,41	13,7	+ 2,12	37,27410	0,5067983	— 5	— 567	— 1026	— 124	— 32	0,5066477
20 id.	66	5 35	715,3	11,3	21,41	13,1	+ 2,12	37,73920	0,5067134	— 5	— 589	— 1027	+ 124	— 26	0,5065611
20 id.	47 (A)	6 23	715,1	11,1	21,41	12,6	+ 2,12	36,18030	0,5070066	— 4	— 567	— 1041	+ 124	— 32	0,5068546
20 id.	65	7 14	714,9	11,1	21,46	13,8	+ 2,12	37,87080	0,5066897	— 5	— 596	— 933	+ 124	— 26	0,5065461
20 id.	46	8 2	714,7	11,2	21,51	13,8	+ 2,12	37,26530	0,5067999	— 5	— 566	— 1030	+ 124	— 32	0,5066490
20 id.	66	10 53	714,3	11,9	21,61	12,8	+ 2,12	37,73420	0,5067143	— 4	— 587	— 1037	+ 124	— 26	0,5065613
20 id.	47 (A)	11 45	714,4	12,0	21,71	12,9	+ 2,12	36,17180	0,5070083	— 4	— 566	— 1055	+ 124	— 32	0,5068550
20 id.	65	12 34	714,4	11,9	21,785	12,9	+ 2,12	37,86070	0,5066915	— 4	— 595	— 947	+ 124	— 26	0,5065467
20 id.	46	13 22	714,5	11,5	21,96	13,4	+ 2,12	37,25250	0,5068023	— 5	— 565	— 1052	+ 124	— 32	0,5066493
20 id.	66	14 9	714,8	10,9	22,16	13,1	+ 2,12	37,72190	0,5067165	— 5	— 587	— 1063	+ 124	— 26	0,5065608
21 id.	66 (B)	2 31	714,6	10,9	21,71	13,1	+ 2,20	37,7366	0,5067138	— 5	— 588	— 1042	+ 129	— 27	0,5065605
21 id.	46	3 20	714,6	11,4	21,71	12,8	+ 2,20	37,2662	0,5067997	— 4	— 565	— 1040	+ 129	— 33	0,5066484
21 id.	65	4 8	714,6	11,4	21,71	12,8	+ 2,20	37,8860	0,5066870	— 4	— 596	— 944	+ 129	— 27	0,5065428
21 id.	47	4 54	714,4	11,4	21,71	13,1	+ 2,20	36,1756	0,5070076	— 5	— 566	— 1055	+ 129	— 33	0,5068546
21 id.	66 (B)	6 23	713,8	11,2	21,71	12,9	+ 2,20	37,7288	0,5067152	— 4	— 587	— 1042	+ 129	— 27	0,5065621
21 id.	46	7 20	713,5	11,4	21,71	12,7	+ 2,20	37,2662	0,5067997	— 4	— 564	— 1040	+ 129	— 33	0,5066485
21 id.	65	8 0	713,2	11,4	21,71	13,1	+ 2,20	37,8849	0,5066872	— 5	— 595	— 944	+ 129	— 27	0,5065430
21 id.	47	10 58	712,3	12,2	21,91	13,0	+ 2,20	36,1813	0,5070065	— 5	— 564	— 1065	+ 129	— 33	0,5068527
21 id.	66 (B)	11 45	712,3	12,2	22,06	12,8	+ 2,20	37,7323	0,5067146	— 4	— 585	— 1059	+ 129	— 27	0,5065600
21 id.	46	12 34	712,3	12,4	22,11	13,1	+ 2,20	37,2621	0,5068005	— 5	— 562	— 1059	+ 129	— 33	0,5066475
21 id.	65	13 21	712,3	12,6	22,21	12,8	+ 2,20	37,8749	0,5066890	— 4	— 593	— 966	+ 129	— 27	0,5065429
21 id.	47	14 8	712,4	12,5	22,36	13,0	+ 2,20	37,1598	0,5070107	— 5	— 563	— 1087	+ 129	— 33	0,5068548

En los cuadros siguientes reunimos los valores reducidos para cada péndulo y los promedios correspondientes:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5068543	0,5065453	0,5066477	0,5065611
0,5068546	0,5065461	0,5066490	0,5065613
0,5068550	0,5065467	0,5066493	0,5065608
0,5068546	0.5065460	0,5066487	0,5065611

Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)
0,5068546	0,5065428	0,5066484	0.5065605
0,5068527	0,5065430	0,5066485	0,5065621
0,5068548	0,5065429	0,5066475	0,5065600
0,5068540	0,5065429	0,5066481	0,5065609

ESTACIÓN DE CABO PEÑAS

Se encuentra en este Cabo uno de los vértices de la red geodésica de primer orden de España, que forma parte del trozo titulado Meridiano de Salamanca. (Tomo I de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico.)*

Á unos 200 metros al NE. del vértice está situado el faro del mismo nombre, edificio que se eligió para emplazamiento del aparato de péndulos.

En el vértice Peñas hizo el Astrónomo D. Miguel Merino la determinación de la latitud. (Tomo II de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico.)*

El local de observaciones pendulares fué una habitación de 14 metros cuadrados, situada en el ángulo NE. de la casa-habitación de torreros, y la barraca destinada á las determinaciones de la hora se instaló á unos 10 metros al E. de aquél (lámina I).

Coordenadas geográficas.

Longitud (meridiano de Greenwich).....	5° 51', W
Latitud N.....	43° 40',4
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	107m

Determinaciones de la hora.

Estado núm. 3.

FECHAS 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° '	h m s	h m s		
13 Julio.....	s' Bootis....	E.	+ 41 9	15 27 34,53	15 27 30,53	s	s
	μ Serpentis..	E.	— 3 8	15 44 44,47	15 44 39,09	+ 0,12	+ 3,76
	ζ Draconis..	W.	+ 58 49	16 0 9,41	16 0 7,75		
	θ Ophiuchi..	W.	— 3 27	16 9 26,90	16 9 22,09	+ 0,27	+ 2,67

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ε Ophiuchi..	W.	— 4 28	16 13 22,63	16 13 17,32	+ 0,30	+ 2,91
	η Draconis...	W.	+ 61 44	16 22 45,32	16 22 43,96		
	ζ Ophiuchi...	E.	— 10 23	16 32 0,86	16 31 55,31	+ 0,23	+ 3,74
	η Herculis...	E.	+ 39 6	16 39 42,21	16 39 38,04		
13 de Julio....	Gr. 2.377.....	E.	+ 56 57	16 43 32,97	16 43 29,33		
	η Ophiuchi..	E.	— 15 36	17 5 1,30	17 4 55,85	+ 0,22	+ 4,00
	π Herculis...	W.	+ 36 55	17 11 48,31	17 11 45,12		
	θ Ophiuchi..	W.	— 24 54	17 16 16,46	17 16 11,15	+ 0,26	+ 2,58
	ϑ Draconis ..	W.	+ 58 49	16 0 9,35	16 0 7,89		
	δ Ophiuchi..	W.	— 3 27	16 9 26,89	16 9 23,01	+ 0,35	+ 2,10
	ε Ophiuchi..	E.	— 4 28	16 13 22,62	16 13 18,37	+ 0,15	+ 3,41
	η Draconis...	E.	+ 61 44	16 22 45,27	16 22 42,31		
	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 23	16 32 0,85	16 31 56,51	+ 0,18	+ 2,85
	η Herculis...	E.	+ 39 6	16 39 42,19	16 39 39,00		
15 de Julio....	ε Herculis...	W.	+ 31 4	16 56 43,42	16 56 40,63		
	η Ophiuchi..	W.	— 15 36	17 5 1,29	17 04 57,12	+ 0,25	+ 1,99
	π Herculis...	W.	+ 36 55	17 11 48,29	17 11 45,64		
	θ Ophiuchi..	W.	— 24 54	17 16 16 46	17 16 11,97	+ 0,26	+ 2,08
	β Draconis..	E.	+ 52 22	17 28 20,75	17 28 17,48		
	ξ Serpentis..	E.	— 15 20	17 32 14,41	17 32 9,92	+ 0,26	+ 3,28
	ε Ophiuchi..	W.	— 4 28	16 13 22,61	16 13 18,98	+ 0,61	+ 1,56
	η Draconis..	W.	+ 61 44	16 22 45,24	16 22 44,35		
	ζ Ophiuchi..	W.	— 10 23	16 32 0,85	16 31 57,05	+ 0,64	+ 1,29
	η Herculis...	W.	+ 39 6	16 39 42,18	16 39 40,02		
16 de Julio....	ε Herculis...	E.	+ 31 4	16 56 43,40	16 56 40,17		
	η Ophiuchi..	E.	— 15 36	17 5 1,29	17 4 56,90	+ 0,22	+ 2,55
	β Draconis...	E.	+ 52 22	17 28 20,74	17 28 18,22		
	β Ophiuchi..	E.	+ 4 37	17 38 51,74	17 38 47,68	+ 0,22	+ 2,73
	κ Serpentis..	E.	+ 18 26	15 44 32,00	15 44 29,17		
	δ Scorpii.....	E.	— 22 21	15 54 48,39	15 54 44,66	+ 0,13	+ 2,21
	ϑ Draconis...	W.	+ 58 49	16 0 9,30	16 0 9,69		
	δ Ophiuchi..	W.	— 3 27	16 9 26,87	16 9 24,26	— 0,17	+ 1,00
	ε Ophiuchi..	W.	— 4 28	16 13 22,60	16 13 19,96	— 0,17	+ 1,14
	η Draconis ..	W.	+ 61 44	16 22 45,21	16 22 45,71		
17 de Julio....	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 23	16 32 0,84	16 31 57,74	— 0,15	+ 2,05
	η Herculis...	E.	+ 39 6	16 39 42,16	16 39 40,11		
	ε Herculis...	E.	+ 31 4	16 56 43,40	16 56 41,36		
	η Ophiuchi..	E.	— 15 36	17 5 1,29	17 4 57,98	— 0,13	+ 1,66
	π Herculis...	W.	+ 36 55	17 11 48,28	17 11 47,29		
	θ Ophiuchi..	W.	— 24 54	17 16 16,45	17 16 13,03	— 0,26	+ 0,84

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	
13 de Julio de 1906.....	16 22	+ 3,29 ± 0,07	
15 id. id.	16 46	+ 2,59 ± 0,08	— 0,35 ± 0,11
16 id. id.	16 56	+ 2,06 ± 0,10	— 0,52 ± 0,13
17 id. id.	16 30	+ 1,53 ± 0,10	— 0,54 ± 0,11

Los errores medios calculados, según se ha dicho, son:

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}11$
(B) $\varepsilon_m = \pm 0{,}13$

y en el conjunto

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}13$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué NW-SE y NE-SW.

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47** (A).	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66** (A)
42×10^{-7}	35×10^{-7}
43×10^{-7}	34×10^{-7}
40×10^{-7}	34×10^{-7}
42×10^{-7}	34×10^{-7}
$(42 \pm 0{,}7)\ 10^{-7}$	$(34 \pm 0{,}3)\ 10^{-7}$

(A) $\varepsilon_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47** (B)	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66** (B)
41×10^{-7}	36×10^{-7}
39×10^{-7}	36×10^{-7}
39×10^{-7}	35×10^{-7}
43×10^{-7}	34×10^{-7}
$(40 \pm 1{,}1)\ 10^{-7}$	$(35 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

(B) $\varepsilon_b = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

y la comparación da

Dirección 46 y 47..... $(41 \pm 0{,}9)\ 10^{-7}$
Idem 65 y 66..... $(34{,}5 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

Duración de oscilación.

Los resultados de las observaciones y valores reducidos correspondientes son:

ESTACIÓN DE PEÑAS

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidérico.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
15 de Julio..	47 (A)	18 9	764,8	12,9	19,36	13,4	— 0,52	36,8865	0,5068707	— 5	— 611	— 941	— 30	— 42	0,5067078
15 id. ..	65	18 54	764,6	12,9	19,31	13,1	— 0,52	38,6413	0,5065545	— 5	— 643	— 840	— 30	— 34	3993
15 id. ..	46	19 47	764,4	13,0	19,21	13,1	— 0,52	38,0201	0,5066631	— 5	— 610	— 920	— 30	— 42	5024
15 id. ..	66	20 35	764,1	13,1	19,11	13,2	— 0,52	38,5238	0,5065748	— 5	— 634	— 917	— 30	— 34	4128
16 id. ..	47 (A)	5 25	763,4	13,7	18,56	13,2	— 0,52	36,9203	0,5068643	— 5	— 611	— 902	— 30	— 42	0,5067053
16 id. ..	65	6 13	763,2	14,0	18,66	13,0	— 0,52	38,6677	0,5065500	— 5	— 643	— 811	— 30	— 34	3977
16 id. ..	46	7 2	762,9	14,0	18,81	12,9	— 0,52	38,0377	0,5066600	— 4	— 609	— 901	— 30	— 42	5014
16 id. ..	66	7 49	762,6	14,0	18,96	13,0	— 0,52	38,5266	0,5065743	— 5	— 632	— 910	— 30	— 34	4132
16 id. ..	47 (A)	11 58	761,6	13,3	19,11	13,5	— 0,52	36,9003	0,5068681	— 5	— 609	— 929	— 30	— 42	0,5067066
16 id. ..	65	12 45	761,5	13,5	19,11	12,9	— 0,52	38,6548	0,5065522	— 4	— 640	— 831	— 30	— 34	3983
16 id. ..	46	13 33	761,3	13,8	19,21	12,6	— 0,52	38,0279	0,5066617	— 4	— 607	— 920	— 30	— 42	5014
16 id. ..	66	14 24	761,1	14,0	19,31	12,8	— 0,52	38,5172	0,5065760	— 4	— 630	— 927	— 30	— 34	4135
17 id. ..	47 (A)	5 22	757,1	14,0	19,21	13,2	— 0,54	36,9014	0,5068679	— 5	— 605	— 934	— 32	— 42	0,5067061
17 id. ..	65	6 10	757,0	14,0	19,21	13,8	— 0,54	38,6484	0,5065534	— 5	— 636	— 835	— 32	— 34	3992
17 id. ..	46	7 0	756,7	15,2	19,26	12,9	— 0,54	38,0200	0,5066631	— 4	— 603	— 923	— 32	— 42	5027
17 id. ..	66	7 49	756,6	15,3	19,31	13,2	— 0,54	38,5179	0,5065758	— 5	— 626	— 927	— 32	— 34	4134
17 id. ..	47 (A)	10 13	755,2	15,1	19,76	13,2	— 0,54	36,8920	0,5068696	— 5	— 601	— 961	— 32	— 42	0,5067055
17 id. ..	65	11 2	755,1	15,6	19,86	13,1	— 0,54	38,6345	0,5065556	— 5	— 633	— 864	— 32	— 34	3988
17 id. ..	46	11 50	754,9	15,8	19,91	12,9	— 0,54	38,0103	0,5066648	— 4	— 600	— 954	— 32	— 42	5016
17 id. ..	66	12 37	754,8	15,8	19,91	13,1	— 0,54	38,5115	0,5065770	— 5	— 623	— 955	— 32	— 34	4121

ESTACIÓN DE PEÑAS

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidéria.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud.	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidério.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
13 de Julio..	66 (B)	17 57	763,8	12,3	18,21	13,2	— 0,35	38,5683	0,5065671	— 5	— 636	— 874	— 21	— 35	0,5064100
13 id. ..	46	18 48	763,7	12,4	18,21	13,8	— 0,35	38,0662	0,5066549	— 5	— 611	— 872	— 21	— 40	0,5065000
13 id. ..	65	19 36	763,5	12,4	18,21	13,4	— 0,35	38,7012	0,5065443	— 5	— 644	— 792	— 21	— 35	0,5063946
13 id. ..	47	20 25	763,4	12,4	18,21	13,7	— 0,35	36,9390	0,5068608	— 5	— 612	— 885	— 21	— 40	0,5067045
14 id. ..	66 (B)	4 23	763,5	12,4	18,01	13,2	— 0,35	38,5668	0,5065673	— 5	— 636	— 864	— 21	— 35	0,5064112
14 id. ..	46	5 11	763,7	12,5	18,11	13,5	— 0,35	38,0681	0,5066546	— 5	— 611	— 867	— 21	— 40	0,5065002
14 id. ..	65	5 59	763,7	13,0	18,11	13,1	— 0,35	38,6970	0,5065450	— 5	— 645	— 787	— 21	— 35	0,5063957
14 id. ..	47	6 50	763,7	13,5	18,16	13,7	— 0,35	36,9264	0,5068632	— 5	— 612	— 883	— 21	— 40	0,5067071
14 id. ..	66 (B)	11 41	763,5	13,7	18,61	13,2	— 0,35	38,5364	0,5065727	— 5	— 634	— 893	— 21	— 35	0,5064139
14 id. ..	46	12 30	763,7	14,0	18,61	13,0	— 0,35	38,0415	0,5066593	— 5	— 610	— 891	— 21	— 40	0,5065026
14 id. ..	65	13 18	763,7	14,6	18,66	13,1	— 0,35	38,6668	0,5065501	— 5	— 643	— 811	— 21	— 35	0,5063986
14 id. ..	47	14 5	763,8	14,7	18,81	13,1	— 0,35	36,9004	0,5068681	— 5	— 610	— 914	— 21	— 40	0,5067091
14 id. ..	66 (B)	16 43	764,4	13,5	19,01	13,2	— 0,35	38,5242	0,5065748	— 5	— 634	— 912	— 21	— 35	0,5064141
15 id. ..	46	5 41	764,5	13,0	18,56	13,2	— 0,35	38,0458	0,5066585	— 5	— 611	— 889	— 21	— 40	0,5065019
15 id. ..	65	6 28	764,4	13,4	18,51	13,7	— 0,35	38,6829	0,5065475	— 5	— 644	— 805	— 21	— 35	0,5063965
15 id. ..	47	7 22	764,4	13,6	18,56	12,9	— 0,35	36,9210	0,5068642	— 4	— 612	— 902	— 21	— 40	0,5067063
15 id. ..	66 (B)	7 4	764,4	13,8	18,61	12,9	— 0,35	38,5464	0,5065709	— 4	— 635	— 893	— 21	— 35	0,5064121
15 id. ..	46	11 30	764,1	13,4	18,91	13,5	— 0,35	38,0373	0,5066600	— 5	— 610	— 906	— 21	— 40	0,5065018
15 id. ..	65	12 24	764,2	13,4	18,96	13,4	— 0,35	38,6756	0,5065487	— 5	— 643	— 824	— 21	— 35	0,5063959
15 id. ..	47	13 12	764,2	13,9	19,01	13,5	— 0,35	36,9068	0,5068668	— 5	— 611	— 924	— 21	— 40	0,5067067

Reuniendo los valores de la duración de oscilación del mismo péndulo formaremos los cuadros siguientes:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5067078	0,5063993	0,5065024	0,5064128
0,5067053	0,5063977	0,5065014	0,5064132
0,5067066	0,5063983	0,5065014	0,5064135
0,5067061	0,5063992	0,5065027	0,5064134
0,5067055	0,5063988	0,5065016	0,5064120
0,5067063	0,5063987	0,5065019	0,5064130

Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)
0,5067045	0,5063946	0,5065000	0,5064100
0,5067071	0,5063957	0,5065002	0,5064112
0,5067091	0,5063986	0,5065026	0,5064139
0,5067063	0,5063965	0,5065019	0,5064141
0,5067067	0,5063959	0,5065018	0,5064121
0,5067067	0,5063963	0,5065013	0,5064123

ESTACIÓN DE SANTANDER

Me pareció que era muy interesante conocer el valor de la intensidad de la fuerza de la gravedad en el mismo sitio donde está instalado el mareógrafo; allí, por tanto, efectué tal determinación.

Á unos dos kilómetros al O. del mareógrafo se encuentra el vértice geodésico perteneciente á la cadena del Meridiano de Madrid de la red geodésica de primer orden llamado Llatias, donde el Astrónomo D. Miguel Merino determinó el valor de la latitud. (Tomo I de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico.)*

El local de observaciones pendulares fué una habitación de la planta baja del edificio, amablemente cedida por D. José Iglesias, Topógrafo encargado del mareógrafo. En la lámina I se representa la disposición que dí á los diferentes instrumentos.

Coordenadas geográficas.

Longitud al W. del meridiano de Greenwich.....	3° 29',
Latitud.....	43° 29',1
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	h=10m

Determinaciones de la hora.

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° '	h m s	h m s	s	s
5 Agosto.....	δ Aquilæ....	E	+ 2 56	19 20 47,81	19 20 19,45	—0,23	+ 30,49
	ι Cygni.....	E	+ 51 32	19 27 22,87	19 26 51,94		
	θ Cygni.....	W	+ 50 00	19 33 57,90	19 33 26,56		
	α Aquilæ....	W	+ 8 37	19 46 14,16	19 45 45,69	0,00	+ 30,68
	θ Aquilæ....	W	— 1 6	20 06 29,63	20 06 01,51	+ 0,02	+ 30,44
	σ seq. Cygni...	W	+ 46 28	20 10 43,06	20 10 12,34		
	δ Cephei....	E	+ 62 41	20 28 03,94	20 27 31,64		
	β Delphini...	E	+ 14 16	20 33 10,83	20 32 42,00	+ 0,13	+ 29,71

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
10 de Agosto.	α Cygni.....	E.	+ 44 57	20 38 16,47	20 37 46,07		
	ε Aquarii...	E.	— 9 50	20 42 37,72	20 42 09,92	+ 0,17	+ 30,13
	υ Cygni.....	W.	+ 40 49	20 53 42,87	20 53 12,27		
	υ Aquari....	W.	— 11 45	21 04 30,92	21 04 03,07	0,00	+ 30,82
	δ Aquilæ....	W.	+ 2 56	19 20 47,81	19 20 19,12	0,00	+ 30,94
	ι Cygni.....	W.	+ 51 32	19 27 22,85	19 26 51,12		
	θ Cygni.....	E.	+ 50 0	19 33 57,89	19 33 27,38		
	α Aquilæ....	E.	+ 8 37	19 46 14,16	19 45 45,98	0,00	+ 29,97
	β Aquilæ....	E.	+ 6 11	19 50 44,06	19 50 15,85	0,00	+ 29,86
11 de Agosto.	ψ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 14,78	19 52 44,25		
	θ Aquilæ....	W.	— 1 6	20 6 29,63	20 6 1,07	0,00	+ 30,93
	ρ'seq. Cygni...	W.	+ 46 28	20 10 43,06	20 10 11,87		
	θ Cephei....	W.	+ 62 41	20 28 3,93	20 27 29,98		
	β Delphini...	W.	+ 14 16	20 33 10,83	20 32 41,75	— 0,02	+ 31,10
	α Cygni.....	E.	+ 44 57	20 38 16,47	20 37 46,23		
	ε Aquarii....	E.	— 9 50	20 42 37,70	20 42 10,38	— 0,02	+ 30,14
	δ Aquilæ....	E.	+ 2 56	19 20 47,80	19 20 19,29	+ 0,08	+ 30,63
	ι Cygni.....	E.	+ 51 32	19 27 22,84	19 26 51,71		
	θ Cygni.....	W.	+ 50 0	19 33 57,88	19 33 26,88		
	α Aquilæ....	W.	+ 8 37	19 46 14,16	19 45 45,58	— 0,13	+ 30,57
	β Aquilæ....	W.	+ 6 11	19 50 44,06	19 50 15,47	— 0,17	+ 30,49
12 de Agosto.	ψ Cygni.....	W.	+ 52 12	19 53 14,77	19 53 43,75		
	θ Aquilæ....	E.	— 1 6	20 6 29,63	20 6 1,60	— 0,04	+ 30,69
	ρ'seq. Cygni...	E.	+ 46 28	20 10 43,04	20 11 12,10		
	θ Cephei....	E.	+ 62 41	20 28 3,92	20 27 31,58		
	β Delphini...	E.	+ 14 16	20 33 10,83	20 32 42,13	— 0,09	+ 30,28
	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 16,46	20 38 46,07		
	ε Acuarii....	W.	— 9 50	20 42 37,72	20 42 9,93	— 0,17	+ 30,46
	δ Aquilæ....	W.	+ 2 56	19 20 47,76	19 20 26,57	+ 0,11	+ 22,43
	ι Cygni.....	W.	+ 51 32	19 27 22,73	19 26 59,72		
	θ Cygni.....	E.	+ 50 0	19 33 57,77	19 33 29,20		
19 de Agosto.	α Aquilæ....	E.	+ 8 37	19 46 14,13	19 45 49,63	+ 0,22	+ 27,41
	β Aquilæ....	E.	+ 6 11	19 50 44,03	19 50 19,93	+ 0,22	+ 27,51
	ψ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 14,68	19 52 45,47		
	α Equlei.....	W.	+ 4 52	21 11 9,94	21 10 48,46	+ 0,17	+ 22,15
	α Cephei.....	W.	+ 62 11	21 16 24,07	21 16 0,83		
	η Ophiuchi..	W.	— 15 36	17 5 0,81	17 4 40,08	— 0,51	+ 24,65
20 de Agosto.	ζ Draconis...	W.	+ 65 50	17 8 31,86	17 8 4,22		
	θ Ophiuchi..	E.	— 24 54	17 16 16,14	17 15 56,94	— 0,43	+ 23,00
	β Draconis..	E.	+ 52 23	17 28 19,94	17 27 56,42		

Determinaciones de la hora.

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\varphi + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ξ Serpentis..	E.	— 15 20	17 32 14,14	17 31 54,58	— 0,48	+ 24,20
	ι Herculis...	E.	+ 46 4	17 36 50,23	17 36 26,20		
	ξ Draconis..	W.	+ 56 54	17 51 56,14	17 51 31,53		
20 de Agosto..	67 Ophiuchi..	W.	+ 2 56	17 55 58,20	17 55 36,98	— 0,46	+ 23,75
	o Herculis...	W.	+ 28 45	18 3 54,30	18 3 32,25		
	μ Sagittarii..	W.	— 21 5	18 8 10,70	18 7 50,60	— 0,46	+ 23,36
	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 16 28,66	18 16 7,70	— 0,41	+ 23,88
	δ Draconis..	E.	+ 58 45	18 22 34,26	18 22 9,04		
	δ Aquilæ....	E.	+ 2 56	19 20 47,73	19 20 25,60	+ 0,13	+ 22,02
	ι Cygni.....	E.	+ 51 32	19 27 22,69	19 27 0,53		
	θ Cygni.....	W.	+ 50 0	19 33 57,73	19 33 36,47		
	α Aquilæ....	W.	+ 8 37	19 46 14,12	19 45 52,20	+ 0,13	+ 21,30
	θ Aquilæ....	W.	— 1 6	20 6 29,61	20 6 7,77	+ 0,11	+ 21,27
21 de Agosto..	o' seq. Cygni....	W.	+ 46 28	20 10 42,96	20 10 21,63		
	θ Cephei....	E.	+ 62 41	20 28 3,78	20 27 41,77		
	β Delphini...	E.	+ 14 16	20 33 10,83	20 32 48,79	+ 0,20	+ 21,83
	α Cygni.....	E.	+ 44 57	20 38 16,42	20 37 54,54		
	ε Aquarii....	E.	— 9 50	20 42 37,74	20 42 15,62	+ 0,20	+ 21,69
	α Equulei....	W.	+ 4 52	21 11 9,94	21 10 48,07	+ 0,15	+ 21,51
	α Cephei....	W.	+ 62 11	21 16 24,05	21 16 2,62		

De estas observaciones, por el método indicado en la estación de Madrid, se deducen los siguientes movimientos en veinticuatro horas (t. s.) reloj Strasser Rhode.

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	s
10 de Agosto de 1906.....	20 13	+ 30,38 ± 0,12	
11 id. id.	20 2	+ 30,48 ± 0,04	+ 0,10 ± 0,13
12 id. id.	20 1	+ 30,35 ± 0,10	— 0,13 ± 0,11
19 id. id.	20 18	+ 24,92 ± 0,03	
20 id. id.	17 43	+ 23,81 ± 0,25	— 1,24 ± 0,25
21 id. id.	20 19	+ 21,60 ± 0,06	— 2,00 ± 0,26

los errores del movimiento serán

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}12$
(B) $\varepsilon_m = \pm 0{,}25$

y en el conjunto

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}20$$

El estado del cielo en los días 13, 14 y 15 impidió hacer determinaciones de hora; al reanudar este trabajo en la noche del día 17, encontré notablemente transformada la marcha del reloj, obligándome á nueva nivelación del mismo sin conseguir en su marcha la regularidad á que nos tiene acostumbrados. Esta anomalía puede tener su explicación en la considerable actividad sísmica de los días 15 á 21, durante la que ocurrieron, entre varios terremotos en el Turkestan y Japón, el importantísimo de Valparaíso que tuvo lugar el día 17, registrado en San Fernando á $9^h\,50^m$ (T. m. G.).

Balance del sostén.

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47** (A).	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66** (A).
30×10^{-7}	31×10^{-7}
32×10^{-7}	37×10^{-7}
31×10^{-7}	36×10^{-7}
32×10^{-7}	31×10^{-7}
29×10^{-7}	31×10^{-7}
$(31{,}0 \pm 0{,}6)\,10^{-7}$	$(33{,}0 \pm 1{,}4)\,10^{-7}$

(A) $\varepsilon_b = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47** (B).	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66** (B).
33×10^{-7}	43×10^{-7}
36×10^{-7}	42×10^{-7}
37×10^{-7}	40×10^{-7}
36×10^{-7}	42×10^{-7}
36×10^{-7}	42×10^{-7}
$(36{,}0 \pm 0{,}7)\,10^{-7}$	$(42{,}0 \pm 0{,}5)\,10^{-7}$

(B) $\varepsilon_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

y comparados los valores de la misma dirección, resulta:

Dirección 46-47. ..... $(33{,}5 \pm 2{,}5)\,10^{-7}$
Dirección 65-66..... $(37{,}5 \pm 4{,}5)\,10^{-7}$

Duración de oscilación.

Los resultados de las observaciones y los valores reducidos son los que siguen:

ESTACIÓN DE SANTANDER

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud.	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
11 Agosto...	47 (A)	6 10	766,6	15,4	21,66	13,1	+ 0,10	36,8004	0,5068870	— 5	— 607	— 1053	+ 6	— 31	0,5067180
11 id. ..	65	6 51	766,8	15,1	21,71	12,8	+ 0,10	38,5364	0,5065727	— 4	— 639	— 944	+ 6	— 33	4113
11 id. ..	46	7 32	766,8	15,1	21,71	12,9	+ 0,10	37,9150	0,5066818	— 4	— 606	— 1040	+ 6	— 31	5143
11 id ..	66	8 12	767,0	15,8	21,76	12,8	+ 0,10	38,3946	0,5065973	— 4	— 629	— 1044	+ 6	— 33	4269
11 id. ..	47 (A)	8 53	767,2	16,8	21,86	13,1	+ 0,10	36,7778	0,5068913	— 5	— 606	— 1063	+ 6	— 31	0,5067214
11 id. ..	65	13 05	766,4	15,1	22,21	12,6	+ 0,10	38,5014	0,5065787	— 4	— 637	— 966	+ 6	— 33	4153
11 id. ..	46	13 47	766,4	15,1	22,21	12,5	+ 0,10	37,8972	0,5066850	— 4	— 604	— 1064	+ 6	— 31	5153
11 id. ..	66	14 28	766,4	15,9	22,26	12,0	+ 0,10	38,3926	0,5065976	— 4	— 628	— 1068	+ 6	— 33	4249
11 id. ..	47 (A)	15 08	766,4	16,8	22,31	13,1	+ 0,10	36,7812	0,5068906	— 5	— 605	— 1084	+ 6	— 31	0,5067187
11 id. ..	65	15 49	766,4	16,8	22,31	12,9	+ 0,10	38,5192	0,5065756	— 4	— 636	— 970	+ 6	— 33	4119
12 id. ..	46	6 05	762,9	16,2	21,06	12,0	— 0,13	37,9362	0,5066780	— 4	— 604	— 1009	— 8	— 31	5124
12 id. ..	66	6 48	763,0	17,1	21,01	12,0	— 0,13	38,4364	0,5065900	— 4	— 627	— 1008	— 8	— 33	4220
12 id. ..	47 (A)	7 29	763,0	17,3	21,06	13,4	— 0,13	36,8100	0,5068852	— 5	— 604	— 1024	— 8	— 31	0,5067180
12 id. ..	65	8 49	762,0	17,4	21,46	13,5	— 0,13	38,5374	0,5065725	— 5	— 634	— 933	— 8	— 33	4112
12 id. ..	46	12 52	760,3	17,1	22,21	12,8	— 0,13	37,8842	0,5066873	— 4	— 599	— 1064	— 8	— 31	5167
12 id. ..	66	13 34	760,3	17,6	22,36	12,3	— 0,13	38,3644	0,5066025	— 4	— 622	— 1073	— 8	— 33	4285
12 id. ..	47 (A)	14 14	760,3	18,4	22,52	12,0	— 0,13	36,7620	0,5068943	— 4	— 599	— 1095	— 8	— 31	0,5067206
12 id. ..	65	14 56	760,3	18,2	22,62	12,5	— 0,13	38,5042	0,5065782	— 4	— 630	— 984	— 8	— 33	4123
12 id. ..	46	15 37	760,3	18,2	22,62	12,0	— 0,13	37,8754	0,5066889	— 4	— 598	— 1083	— 8	— 31	5165
12 id. ..	66	16 17	760,3	18,2	22,62	12,5	— 0,13	38,3964	0,5065969	— 4	— 621	— 1086	— 8	— 33	4217

ESTACIÓN DE SANTANDER

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
20 de Agosto	66 (B)	6 28	770,3	13,8	20,51	13,2	— 1,24	38,4040	0,5065956	— 5	— 624	— 984	— 73	— 42	0,5064228
20 id.	46	7 16	770,4	14,4	20,51	12,7	— 1,24	37,8990	0,5066847	— 4	— 611	— 982	— 73	— 36	5141
20 id.	65	7 58	770,5	15,1	20,61	12,9	— 1,24	38,5308	0,5065736	— 4	— 644	— 896	— 73	— 42	4077
20 id.	47	8 40	770,5	15,2	20,76	13,2	— 1,24	36,7702	0,5068927	— 5	— 612	— 1009	— 73	— 36	7192
20 id.	66 (B)	9 21	770,2	15,1	20,91	13,1	— 1,24	38,3636	0,5066026	— 5	— 634	— 1003	— 73	— 42	0,5064269
20 id.	46	10 02	770,0	15,1	20,91	12,5	— 1,24	37,8726	0,5066894	— 4	— 610	— 1002	— 73	— 36	5169
20 id.	65	12 38	769,2	14,2	21,16	12,8	— 1,24	38,5094	0,5065772	— 4	— 642	— 920	— 73	— 42	4091
20 id.	47	13 22	769,2	13,9	21,21	12,6	— 1,24	36,7608	0,5068945	— 4	— 610	— 1031	— 73	— 36	7191
20 id.	66 (B)	14 04	769,2	14,1	21,26	14,1	— 1,24	38,3670	0,5066021	— 5	— 633	— 1020	— 73	— 42	0,5064248
20 id.	46	14 45	768,9	14,6	21,36	13,3	— 1,24	37,8842	0,5066873	— 5	— 608	— 1023	— 73	— 36	5128
20 id.	65	15 27	768,7	15,3	21,41	12,9	— 1,24	38,5204	0,5065754	— 4	— 641	— 931	— 73	— 42	4063
20 id.	47	16 07	768,5	15,4	21,46	13,1	— 1,24	36,7714	0,5068925	— 5	— 609	— 1043	— 73	— 36	7159
21 id.	66 (B)	6 14	765,1	14,0	21,36	13,4	— 2,00	38,3648	0,5066024	— 5	— 629	— 1025	— 117	— 42	0,5064206
21 id.	46	6 55	765,0	15,2	21,31	12,8	— 2,00	37,8654	0,5066907	— 4	— 605	— 1021	— 117	— 36	5124
21 id.	65	7 36	764,9	15,9	21,31	13,1	— 2,00	38,4820	0,5065821	— 5	— 638	— 927	— 117	— 42	4092
21 id.	47	8 19	764,8	16,2	21,36	12,3	— 2,00	36,7416	0,5068982	— 4	— 606	— 1038	— 117	— 36	7181
21 id.	66 (B)	9 00	764,6	16,3	21,51	13,3	— 2,00	38,3390	0,5066069	— 5	— 628	— 1032	— 117	— 42	0,5064245
21 id.	46	9 42	764,6	16,3	21,66	14,3	— 2,00	37,8404	0,5066952	— 5	— 603	— 1038	— 117	— 36	5153
21 id.	65	12 42	763,4	16,9	22,06	12,8	— 2,00	38,4760	0,5065831	— 4	— 634	— 959	— 117	— 42	4075
21 id.	47	13 23	763,4	17,4	22,16	12,8	— 2,00	36,7292	0,5069005	— 4	— 603	— 1077	— 117	— 36	7168

Reunidos los valores de la duración de oscilación correspondientes á cada péndulo formamos los cuadros siguientes:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5067180	0,5064113	0,5065143	0,5064269
0,5067214	0,5064153	0,5065153	0,5064249
0,5067187	0,5064119	0,5065124	0,5064220
0,5067180	0,5064112	0,5065167	0,5064285
0,5067206	0,5064123	0,5065165	0,5064217
0,5067193	0,5064124	0,5065150	0,5064248

Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)
0,5067192	0,5064077	0,5065141	0,5064228
0,5067191	0,5064091	0,5065169	0,5064269
0,5067159	0,5064063	0,5065128	0,5064248
0,5067181	0,5064092	0,5065124	0,5064206
0,5067168	0,5064075	0,5065153	0,5064245
0,5067178	0,5064080	0,5065143	0,5064239

ESTACIÓN DE IGUELDO

Á 100 metros al N. del vértice geodésico llamado "Faro„ situado en el monte Igueldo de la cadena de la Costa Norte de la red de primer orden de España, se encuentra el Faro nuevo, sitio elegido para hacer esta determinación de la intensidad de la fuerza de la gravedad.

En este mismo Faro nuevo determinó el valor de la latitud el Ingeniero del Cuerpo de Minas y Geodesta D. Antonio Esteban Gómez. (Tomo V de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico.)*

El local destinado á las observaciones pendulares fué una habitación de la parte E. del edificio.

En la lámina I se representa la disposición dada á los instrumentos.

Coordenadas geográficas.

Longitud (meridiano de Greenwich).....	2° 0′ W
Latitud N.....	43° 19′,5
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	h = 118m

Determinaciones de la hora.

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
12 Septiembre	ψ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 14,16	19 53 13,86		
	ϑ Aquilæ.....	E.	— 1 6	20 6 29,43	20 6 26,74	+ 0,22	+ 0,71
	ϑ Cephei.....	W.	+ 62 41	20 28 3,20	20 28 5,52		
	β Delphini....	W.	+ 14 16	20 33 10,67	20 33 9,06	+ 0,15	— 0,15
	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 16,13	20 38 16,16		
	ε Aquarii.....	W.	— 9 50	20 42 37,62	20 42 35,03	+ 0,35	— 0,25
	γ Cygni.....	E.	+ 40 49	20 53 42,63	20 53 41,45		
	ϑ Aquarii.....	E.	— 11 45	21 4 30,90	21 4 27,82	+ 0,35	+ 0,69
	α Equulei....	E.	+ 4 52	21 11 9,88	21 11 7,34	+ 0,35	+ 0,78
	α Cephei.....	E.	+ 62 11	21 16 23,68	21 16 24,12		
	β Aquarii.....	W.	— 5 59	21 26 39,10	21 26 36,69	+ 0,22	— 0,16
	74 Cygni.....	W.	+ 40 0	21 33 13,58	21 33 13,29		

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — — (Rφ + Nν)
			° ′ ″	h m s	h m s	s	s
13 Septiembre	δ Aquilæ.....	W.	+ 2 56	19 20 47,49	19 20 46,60	— 0,09	— 0,87
	ι Cygni.....	W.	+ 51 32	19 27 22,13	19 27 23,74		
	α^2 Capricorni..	E.	— 12 50	20 12 52,66	20 12 50,92	0,00	— 0,21
	γ Cygni.....	E.	+ 39 58	20 18 53,57	20 18 53,60		
	θ Cephei.....	W.	+ 62 41	20 28 3,16	20 28 6,69		
	β Delphini ...	W.	+ 14 16	20 33 10,65	20 33 10,41	0,00	— 1,30
	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 16,11	20 38 17,35		
	ε Aquarii.....	W.	— 9 50	20 42 37,62	20 42 36,41	0,00	— 1,12
	ν Cygni.....	E.	+ 40 49	20 53 42,62	20 53 42,82		
	ν Aquarii....	E.	— 11 45	21 4 30,89	21 4 29,14	0,00	— 0,35
	α Equulei	E.	+ 4 52	21 11 9,87	21 11 8,82	0,00	— 0,36
	α Cephei... ..	E.	+ 62 11	21 16 23,66	21 16 25,59		
15 Septiembre	τ Persei.....	E.	+ 52 23	2 47 38,65	2 47 40,67		
	η Eridani....	E.	— 9 16	2 51 51,96	2 51 51,76	+ 0,17	— 1,65
	α Ceti.....	W.	+ 3 43	2 57 23,92	2 57 24,60	+ 0,15	— 1,42
	α Persei.....	W.	+ 49 32	3 17 39,52	3 17 42,66		
17 Septiembre	δ Aquilæ.....	W.	+ 2 56	19 20 47,42	19 20 50,84	0,00	— 5,61
	ι Cygni.....	W.	+ 51 32	19 27 22,00	19 27 28,39		
	θ Cygni.....	E.	+ 50 1	19 33 57,09	19 34 1,98		
	β Aquilæ.....	E.	+ 6 11	19 50 43,74	19 50 46,62	0,00	— 4,43
	ν Capricorni..	W.	— 18 28	20 34 44,35	20 34 47,02	0,00	— 5,74
	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 16,04	20 38 21,91		
	ν Cygni.....	E.	+ 40 49	20 53 42,56	20 53 47,24		
	ν Aquarii.....	E.	— 11 45	21 4 30,86	21 4 33,19	0,00	— 4,85
19 Septiembre	δ Aquilæ.....	W.	+ 2 46	19 20 47,39	19 20 53,20	— 0,09	— 7,64
	ι Cygni.....	W.	+ 51 32	19 27 21,94	19 27 30,34		
	θ Cygni.....	E.	+ 50 1	19 33 57,03	19 34 3,94		
	α Aquilæ.....	E.	+ 8 37	19 46 13,79	19 46 19,14	0,00	— 6,54
	β Aquilæ.....	E.	+ 6 11	19 50 43,71	19 50 49,08	0,00	— 6,73
	ψ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 13,96	19 53 21,26		
	θ Aquilæ.....	W.	— 1 6	20 6 29,34	20 6 35,00	— 0,02	— 7,73
	α′ seq. Cygni..	W.	+ 46 28	20 10 42,42	20 10 50,41		
	α^2 Capricorni..	W.	— 12 50	20 12 52,58	20 12 57,82	— 0,02	— 7,80
	γ Cygni.....	W.	+ 39 58	20 18 53,45	20 19 1,04		
	ν Capricorni..	E.	— 18 28	20 34 44,32	20 34 48,84	0,00	— 6,67
	α Cygni.....	E.	+ 44 57	20 38 16,00	20 38 22,76		

De estas observaciones por el método indicado en estaciones anteriores se deducen los siguientes movimientos del reloj Strasser en veinticuatro horas (t. s.):

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.).	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.).
	h m	s	
12 de Septiembre de 1906.....	20 42	+ 0,27 ± 0,03	
13 id. id.	20 18	— 0,68 ± 0,06	— 0,98 ± 0,07
15 id. id.	3 6	— 1,53 ± 0,08	— 0,66 ± 0,10
17 id. id.	20 12	— 5,15 ± 0,08	
19 id. id.	20 0	— 7,19 ± 0,04	— 1,02 ± 0,09

Los errores de movimiento del reloj fueron:

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}08$
(B) $\varepsilon_m = \pm 0{,}09$

y en conjunto

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}09$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué N-S 27° al W, y E-W 27° al N.

Dirección E-W **Péndulos 46 y 47** (A)	Dirección N-S **Péndulos 65 y 66** (A)
41×10^{-7}	35×10^{-7}
41×10^{-7}	35×10^{-7}
40×10^{-7}	36×10^{-7}
41×10^{-7}	34×10^{-7}
$(41 \pm 0{,}3)\ 10^{-7}$	$(35 \pm 0{,}4)\ 10^{-7}$

(A) $\quad p_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$

Dirección E-W **Péndulos 46 y 47** (B)	Dirección N-S **Péndulos 65 y 66** (B)
41×10^{-7}	34×10^{-7}
40×10^{-7}	35×10^{-7}
38×10^{-7}	36×10^{-7}
42×10^{-7}	36×10^{-7}
$(40 \pm 0{,}9)\ 10^{-7}$	$(35 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

(B) $\quad p_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

Comparando los valores de direcciones iguales, resulta:

Dirección 46 y 47..... $(40{,}5 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$
Idem 65 y 66..... $(35 \pm 0{,}0)\ 10^{-7}$

Duración de oscilación.

Los resultados de las observaciones y valores reducidos correspondientes se expresan en el siguiente estado:

ESTACIÓN DE IGUELDO

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del pendulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidérico.	Por balance del sostén	
»		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
13 Sepbre ..	47 (A)	6 36	757,3	11,9	20,3	13,5	— 0,98	36,6850	0,5069089	— 5	— 603	— 987	— 57	— 41	0,5067396
13 id. ..	65	7 12	757,3	12,7	20,3	12,9	— 0,98	38,4292	0,5065912	— 5	— 635	— 883	— 57	— 35	4297
13 id. ..	46	8 08	757,4	13,0	20,3	13,0	— 0,98	37,7926	0,5067037	— 5	— 602	— 972	— 57	— 41	5360
13 id. ..	66	8 53	757,6	13,9	20,4	12,9	— 0,98	38,2828	0,5066168	— 5	— 625	— 977	— 57	— 35	4469
13 id. ..	47 (A)	9 35	757,8	13,8	20,5	13,5	— 0,98	36,6666	0,5069125	— 5	— 602	— 995	— 57	— 41	0,5067425
13 id. ..	65	10 20	757,8	13,8	20,6	12,9	— 0,98	38,4168	0,5065934	— 5	— 634	— 894	— 57	— 35	4309
13 id. ..	46	11 02	757,7	13,7	20,7	13,1	— 0,98	37,7916	0,5067039	— 5	— 601	— 990	— 57	— 41	5345
13 id. ..	66	14 15	757,2	11,9	21,0	12,4	— 0,98	38,2750	0,5066181	— 4	— 624	— 1008	— 57	— 35	4453
13 id. ..	47 (A)	14 57	757,1	13,2	21,1	13,8	— 0,98	36,6546	0,5069147	— 5	— 601	— 1024	— 57	— 41	0,5067419
13 id. ..	65	15 33	757,0	13,9	21,2	13,2	— 0,98	38,3974	0,5065968	— 5	— 632	— 920	— 57	— 35	4319
13 id. ..	46	16 19	756,9	14,2	21,2	12,7	— 0,98	37,7770	0,5067066	— 4	— 599	— 1016	— 57	— 41	5349
13 id. ..	66	17 00	756,9	14,8	21,2	12,8	— 0,98	38,2628	0,5066203	— 4	— 623	— 1018	— 57	— 35	4466
14 id. ..	47 (A)	6 21	757,6	10,1	20,4	13,5	— 0,66	36,6818	0,5069096	— 5	— 604	— 992	— 39	— 41	0,5067415
14 id. ..	65	7 03	757,7	11,0	20,4	13,3	— 0,66	38,4236	0,5065922	— 5	— 635	— 885	— 39	— 35	4323
14 id. ..	46	7 45	757,8	11,8	20,3	13,1	— 0,66	37,7980	0,5067020	— 5	— 602	— 970	— 39	— 41	5371
14 id. ..	66	8 26	757,9	12,6	20,3	13,6	— 0,66	38,2866	0,5066161	— 5	— 626	— 972	— 39	— 35	4484
14 id. ..	47 (A)	9 07	757,9	13,3	20,3	13,5	— 0,66	36,6740	0,5069110	— 5	— 603	— 987	— 39	— 41	0,5067435
14 id. ..	65	9 48	757,9	12,1	20,4	13,1	— 0,66	38,4130	0,5065940	— 5	— 635	— 885	— 39	— 35	4341
14 id. ..	46	10 30	757,9	14,4	20,5	13,1	— 0,66	37,7992	0,5067028	— 5	— 601	— 980	— 39	— 41	5360
14 id. ..	66	11 11	757,9	14,6	20,6	13,4	— 0,66	38,2804	0,5066172	— 5	— 625	— 987	— 39	— 35	4481
14 id. ..	47 (A)	14 22	757,7	15,0	21,2	13,5	— 0,66	36,6542	0,5069149	— 5	— 601	— 1029	— 39	— 41	0,5067434
14 id. ..	65	15 05	757,7	15,6	21,3	13,2	— 0,66	38,3850	0,5065989	— 5	— 632	— 924	— 39	— 35	4354
14 id. ..	46	15 48	757,7	16,4	21,3	13,4	— 0,66	37,7730	0,5067073	— 5	— 599	— 1021	— 39	— 41	5368
14 id. ..	66	16 33	757,7	16,6	21,3	13,0	— 0,66	38,2516	0,5066222	— 5	— 623	— 1023	— 39	— 35	4499

ESTACIÓN DE IGUELDO

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c	A tiempo sidério.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	c	′	s	s	s						s
17 Sepbre. .	66 (B)	22 16	760,6	12,0	19,65	13,1	— 1,02	38,3002	0,5066137	— 5	— 630	— 943	— 60	— 35	0,5064464
17 id. ..	46	23 01	760,6	12,0	19,60	13,1	— 1,02	37,8112	0,5067004	— 5	— 606	— 939	— 60	— 40	0,5065354
18 id. ..	65	6 57	758,2	10,9	19,50	12,8	— 1,02	38,4342	0,5065904	— 4	— 638	— 848	— 60	— 35	0,5064319
18 id. ..	47	7 42	758,2	11,1	19,41	12,9	— 1,02	36,6966	0,5069067	— 4	— 606	— 944	— 60	— 40	0,5067413
18 id. ..	66 (B)	8 23	758,1	11,2	19,26	12,8	— 1,02	38,3050	0,5066129	— 4	— 629	— 924	— 60	— 35	0,5064477
18 id. ..	46	9 04	758,0	11,8	19,21	13,0	— 1,02	37,8214	0,5066986	— 4	— 605	— 920	— 60	— 40	0,5065357
18 id. ..	65	9 46	758,0	12,3	19,21	12,8	— 1,02	38,4384	0,5065896	— 4	— 638	— 835	— 60	— 35	0,5064324
18 id. ..	47	10 26	757,8	12,3	19,21	12,9	— 1,02	36,7076	0,5069046	— 4	— 606	— 934	— 60	— 40	0,5067402
18 id. ..	66 (B)	11 07	757,2	12,5	19,21	13,0	— 1,02	38,3102	0,5066120	— 4	— 628	— 922	— 60	— 35	0,5064471
18 id. ..	46	11 48	756,9	12,7	19,26	13,0	— 1,02	37,8178	0,5066992	— 4	— 603	— 923	— 60	— 40	0,5065362
18 id. ..	65	14 15	756,4	12,2	19,31	12,8	— 1,02	38,4346	0,5065903	— 4	— 636	— 840	— 60	— 35	0,5064328
18 id. ..	47	14 48	756,1	13,0	19,31	12,7	— 1,02	36,6864	0,5069087	— 4	— 604	— 939	— 60	— 40	0,5067440
19 id. ..	66 (B)	6 23	755,9	12,8	18,71	12,8	— 1,02	38,3208	0,5066101	— 4	— 628	— 898	— 60	— 35	0,5064476
19 id. ..	46	7 05	756,0	13,2	18,71	13,0	— 1,02	37,8396	0,5066953	— 4	— 604	— 896	— 60	— 40	0,5065349
19 id. ..	65	7 51	756,8	13,4	18,71	12,9	— 1,02	38,4590	0,5065861	— 4	— 637	— 814	— 60	— 35	0,5064311
19 id. ..	47	8 32	756,7	13,3	18,81	12,6	— 1,02	36,7226	0,5069018	— 4	— 605	— 914	— 60	— 40	0,5067395
19 id. ..	66 (B)	9 25	756,9	13,6	19,11	13,1	— 1,02	38,3386	0,5066070	— 5	— 628	— 917	— 60	— 35	0,5064425
19 id. ..	46	15 55	758,2	15,6	19,55	11,8	— 1,02	37,8266	0,5066976	— 4	— 603	— 936	— 60	— 40	0,5065333
19 id. ..	65	16 39	759,0	14,9	19,65	13,2	— 1,02	38,4382	0,5065897	— 5	— 637	— 854	— 60	— 35	0,5064306
19 id. ..	47	17 46	758,9	15,5	19,70	12,8	— 1,02	36,7022	0,5069057	— 4	— 604	— 958	— 60	— 40	0,5067391

Reunidos los valores de la duración de oscilación correspondientes á cada péndulo formamos los cuadros siguientes:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5067396	0,5064297	0,5065360	0,5064469
0,5067425	0,5064309	0,5065345	0,5064453
0,5067419	0,5064319	0,5065349	0,5064466
0,5067415	0,5064323	0,5065371	0,5064484
0,5067435	0,5064341	0,5065360	0,5064481
0,5067434	0,5064354	0,5065368	0,5064499
0,5067421	0,5064324	0,5065359	0,5064475

Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)
0,5067413	0,5064319	0,5065354	0,5064464
0,5067402	0,5064324	0,5065357	0,5064477
0,5067440	0,5064328	0,5065362	0,5064471
0,5067395	0,5064311	0,5065349	0,5064476
0,5067391	0,5064306	0,5065333	0,5064425
0,5067408	0,5064318	0,5065351	0,5064463

ESTACIÓN DE IZARRA

Está situado el pueblo de este nombre, de la provincia de Álava, á unos dos kilómetros de la divisoria de la cordillera Cantábrica.

Elegí para local de observaciones pendulares el destinado á Escuela de primeras letras, situado en la plaza del pueblo; la lámina I y las fotografías dan idea de la situación relativa de la barraca y del local de observaciones pendulares.

Coordenadas geográficas.

Longitud W. del meridiano de Greenwich	2° 53'
Latitud N.	42° 56',7
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	h=621m

Determinaciones de la hora.

FECHAS 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
4 Octubre	α Equulei	E	+ 4 52	21 11 9,65	21 11 11,98	+ 0,08	− 1,52
	α Cephei	E	+ 62 12	21 16 23,02	21 16 23,65		
	β Aquarii	W	− 5 59	21 26 38,91	21 26 41,94	+ 0,25	−2,72
	74 Cygni	W	+ 40 0	21 33 13,27	21 33 15,79		
	ε Pegasi	W	+ 9 27	21 39 36,44	21 39 39,22	+ 0,28	−2,65
	π^2 Cygni	W	+ 48 53	21 43 21,91	21 43 24,17		
	α Aquarii$_2$	E	− 0 46	22 0 59,72	22 1 2,25	+ 0,19	
	ζ Cephei	E	+ 57 45	22 7 38,67	22 7 39,86		−1,93

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
4 de Octubre	θ Aquarii.....	E.	— 8 15	22 11 54,87	22 11 57,62	+ 0,09	— 1,79
	3 Lacertæ....	E.	+ 51 46	22 19 54,78	22 19 56,15		
	7 Lacertæ....	W.	+ 49 48	22 27 28,12	22 27 30,54		
	ζ Pegasi.....	W.	+ 10 21	22 36 48,95	22 36 51,78	+ 0,17	— 2,69
5 de Octubre	ω Piscium....	W.	+ 6 21	23 54 31,69	23 54 37,38	— 0,33	— 5,40
	β Cassiopea...	W.	+ 58 38	0 4 13,79	0 4 19,55		
	ι Ceti.....	E.	— 9 21	0 14 40,91	0 14 46,08	— 0,22	— 4,56
	ζ Cassiopea..	E.	+ 53 23	0 31 47,89	0 31 52,52		
	α Cassiopea...	E.	+ 56 02	0 35 14,31	0 35 19,24		
	z Piscium.....	E.	+ 7 23	0 58 6,54	0 58 11,74	— 0,22	— 4,82
	β Andromedæ	W.	+ 35 08	1 4 31,31	1 4 37,21		
	θ Ceti.....	W.	— 8 40	1 19 22,08	1 19 27,94	— 0,26	— 5,65
	η Piscium....	W.	+ 14 52	1 26 29,92	1 26 35,89	— 0,26	— 5,95
	υ Persei.....	W.	+ 48 9	1 32 16,94	1 32 23,22		
	φ Persei.....	E.	+ 50 13	1 37 49,82	1 37 54,87		
	ο Piscium.....	E.	+ 8 41	1 40 28,42	1 40 33,75	— 0,37	— 4,75
7 de Octubre	α Aquarii.....	E.	— 0 46	22 0 59,69	22 1 8,93	— 0,11	— 9,00
	ζ Cephei.....	E.	+ 57 45	22 7 38,60	22 7 47,62		
	θ Aquarii.....	W.	— 8 15	22 11 54,85	22 12 4,64	0,00	— 10,09
	3 Lacertæ....	W.	+ 51 46	22 19 54,73	22 20 4,92		
	7 Lacertæ....	W.	+ 49 50	22 27 28,07	22 27 38,03		
	η Aquarii.....	W.	— 0 36	22 30 34,01	22 30 44,00	+ 0,02	— 9,99
	ζ Pegasi.....	E.	+ 10 21	22 36 48,93	22 36 58,18	— 0,02	— 9,01
	ι Cephei.....	E.	+ 65 43	22 46 24,09	22 46 32,75		
	δ Aquarii.....	E.	— 16 19	22 49 42,23	22 49 51,82	— 0,02	— 9,21
	ο Andromedæ	E.	+ 41 50	22 57 38,67	22 57 47,91		
	c^2 Aquarii.....	W.	— 21 41	23 4 28,73	23 4 38,93	— 0,09	— 10,35
	Br 3077.....	W.	+ 56 39	23 8 49,07	23 8 59,61		
10 de Octubre	θ Aquarii.....	E.	— 8 15	22 11 54,82	22 12 11,01	+ 0,49	— 17,07
	7 Lacertæ....	E.	+ 49 48	22 27 28,02	22 27 44,69		
	ο Andromedæ	W.	+ 41 50	22 57 38,64	22 57 55,36		
	c^2 Aquarii.....	W.	— 21 41	23 4 28,71	23 4 45,07	— 0,08	— 16,65
	β Cassiopea...	E.	+ 58 38	0 4 13,78	0 4 30,06		
	γ Pegasi.....	E.	+ 14 40	0 8 26,46	0 8 42,90	+ 0,17	— 16,53
	α Cassiopea...	W.	+ 56 2	0 35 14,32	0 35 31,39		
	ε Piscium.....	W.	+ 7 23	0 58 6,55	0 58 23,62	0,00	— 17,07

De estas observaciones, por el método indicado anteriormente, se deducen los siguientes movimientos del reloj Strasser Rhode:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	s
4 de Octubre de 1906.....	21 54	— 2,23 ± 0,06	
5 id. id.	0 48	— 5,20 ± 0,07	— 2,64 ± 0,09
7 id. id.	22 36	— 9,58 ± 0,05	— 2,29 ± 0,09
10 id. id.	23 36	— 16,83 ± 0,18	— 2,38 ± 0,19

Los errores del movimiento aplicables á las observaciones fueron:

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}09$

(B) $\varepsilon_m = \pm 0{,}19$

y en el conjunto

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}13$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué N-S 19° al E, y E-W 19° al S.

Dirección N-S **Péndulos 46 y 47** (A).	Dirección E-W **Péndulos 65 y 66** (A).
37×10^{-7}	33×10^{-7}
35×10^{-7}	33×10^{-7}
37×10^{-7}	31×10^{-7}
34×10^{-7}	32×10^{-7}
$(36 \pm 0{,}8)\ 10^{-7}$	$(32 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

(A) $\varepsilon_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

Dirección N-S **Péndulos 46 y 47** (B).	Dirección E-W **Péndulos 65 y 66** (B).
35×10^{-7}	31×10^{-7}
34×10^{-7}	33×10^{-7}
35×10^{-7}	32×10^{-7}
34×10^{-7}	33×10^{-7}
$(34 \pm 0{,}4)\ 10^{-7}$	$(32 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

(B) $\varepsilon_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$

comparando las observaciones de la misma dirección, resulta:

Dirección 46-47..... $(35{,}1 \pm 0{,}6)\ 10^{-7}$

Idem 65-66..... $(32{,}2 \pm 0{,}0)\ 10^{-7}$

Duración de oscilación.

Los resultados de las observaciones y valores reducidos correspondientes se consignan en el estado que sigue:

ESTACIÓN DE IZARRA

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c	Á tiempo sidéreo.	Por balance del soutén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
5 Octubre..	47 (A)	11 24	713,9	11,8	18,46	13,8	— 2,64	36,5158	0,5069414	— 5	— 572	— 897	— 155	— 36	0,5067749
5 id. ..	65	12 05	713,9	12,1	18,51	12,8	— 2,64	38,2130	0,5066290	— 4	— 602	— 805	— 155	— 32	4692
5 id. ..	46	12 46	713,9	12,3	18,51	13,3	— 2,64	37,6178	0,5067353	— 5	— 571	— 887	— 155	— 36	5699
5 id ..	66	15 37	712,9	11,7	18,61	13,5	— 2,64	38,1010	0,5066488	— 5	— 593	— 893	— 155	— 32	4810
5 id. ..	47 (A)	16 19	713,9	11,3	18,61	13,8	— 2,64	36,5212	0,5069404	— 5	— 572	— 905	— 155	— 36	0,5067731
5 id. ..	65	17 00	713,9	11,3	18,61	12,8	— 2,64	38,2150	0,5066287	— 4	— 602	— 809	— 155	— 32	4685
5 id. ..	46	17 42	713,7	11,3	18,56	13,1	— 2,64	37,6168	0,5067355	— 5	— 571	— 889	— 155	— 36	5699
5 id. ..	66	18 22	713,9	11,3	18,46	13,4	— 2,64	38,1016	0,5066487	— 5	— 594	— 886	— 155	— 32	4815
5 id. ..	47 (A)	19 04	714,2	11,4	18,41	13,6	— 2,64	36,5030	0,5069439	— 5	— 572	— 895	— 155	— 36	0,5067776
5 id. ..	65	21 34	715,1	11,5	18,31	12,5	— 2,64	38,2112	0,5066293	— 4	— 603	— 796	— 155	— 32	4703
5 id. ..	46	22 15	715,1	11,2	18,31	12,5	— 2,64	37,5976	0,5067390	— 4	— 572	— 877	— 155	— 36	5746
5 id. ..	66	22 55	715,1	10,9	18,26	13,2	— 2,64	38,0920	0,5066504	— 5	— 595	— 876	— 155	— 32	4841
5 id. ..	47 (A)	9 40	714,7	10,6	17,37	13,5	— 2,29	36,5344	0,5069378	— 5	— 575	— 844	— 134	— 36	0,5067784
5 id. ..	65	10 21	714,7	10,8	17,42	12,4	— 2,29	38,2266	0,5066266	— 4	— 605	— 757	— 134	— 32	4734
5 id. ..	46	11 02	714,7	11,1	17,46	13,2	— 2,29	37,6320	0,5067327	— 5	— 574	— 836	— 134	— 36	5742
5 id. ..	66	11 43	714,7	11,2	17,46	13,2	— 2,29	38,1406	0,5066418	— 5	— 596	— 838	— 134	— 32	4813
5 id. ..	47 (A)	12 24	714,7	11,2	17,46	13,5	— 2,29	36,5508	0,5069346	— 5	— 575	— 849	— 134	— 36	0,5067747
5 id. ..	65	15 33	714,5	11,0	18,11	12,8	— 2,29	38,2272	0,5066265	— 4	— 603	— 787	— 134	— 32	4705
5 id. ..	46	16 14	714,5	10,5	18,11	13,5	— 2,29	37,6288	0,5067333	— 5	— 572	— 867	— 134	— 36	5719
5 id. ..	66	16 55	714,5	10,3	18,16	13,4	— 2,29	38,1298	0,5066437	— 5	— 595	— 871	— 134	— 32	4800
5 id. ..	47 (A)	17 35	714,5	10,4	18,26	13,2	— 2,29	36,5362	0,5069375	— 5	— 573	— 888	— 134	— 36	0,5067739
5 id. ..	65	18 16	714,5	10,4	18,41	12,6	— 2,29	38,2116	0,5066293	— 4	— 603	— 800	— 134	— 32	4720
5 id. ..	46	18 58	714,5	10,0	18,51	13,4	— 2,29	37,5964	0,5067392	— 5	— 572	— 887	— 134	— 36	5758
5 id. ..	66	19 38	714,5	9,6	18,51	14,0	— 2,29	38,0978	0,5066493	— 5	— 595	— 888	— 134	— 32	4839

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
8 Octubre.	66 (B)	11 17	713,0	10,5	17,61	13,6	— 2,38	38,1236	0,5066447	— 5	— 595	— 845	— 32	— 140	0,5064830
8 id.	46	11 57	713,0	10,9	17,51	12,9	— 2,38	37,6380	0,5067316	— 4	— 572	— 839	— 34	— 140	5727
8 id.	65	17 39	713,0	11,5	17,56	12,9	— 2,38	38,2462	0,5066232	— 4	— 603	— 764	— 32	— 140	4689
8 id.	47	16 20	712,7	11,0	17,66	13,1	— 2,38	36,5346	0,5069378	— 5	— 573	— 858	— 34	— 140	7768
8 id.	66 (B)	17 00	712,4	11,1	17,71	13,4	— 2,38	38,1368	0,5066424	— 5	— 594	— 850	— 32	— 140	0,5064803
8 id.	46	17 40	712,4	11,0	17,71	13,1	— 2,38	37,6414	0,5067310	— 5	— 573	— 848	— 34	— 140	5710
8 id.	65	18 21	712,4	10,8	17,71	13,0	— 2,38	38,2378	0,5066247	— 5	— 603	— 770	— 32	— 140	4697
8 id.	47	19 01	712,4	10,8	17,71	13,5	— 2,38	36,5284	0,5069390	— 5	— 572	— 861	— 34	— 140	7778
9 id.	66 (B)	9 18	709,1	9,5	16,57	13,5	— 2,38	38,1834	0,5066343	— 5	— 594	— 795	— 32	— 140	0,5064777
9 id.	46	10 00	709,1	9,8	16,52	12,9	— 2,38	37,6836	0,5067234	— 4	— 571	— 791	— 34	— 140	5694
9 id.	65	10 40	708,9	10,1	16,52	12,9	— 2,38	38,2940	0,5066150	— 4	— 602	— 718	— 32	— 140	4654
9 id.	47	11 20	708,7	10,3	16,52	13,5	— 2,38	36,5800	0,5069290	— 5	— 572	— 803	— 34	— 140	7736
9 id.	66 (B)	12 00	708,6	10,1	16,62	13,4	— 2,38	38,1770	0,5066353	— 5	— 593	— 798	— 32	— 140	0,5064785
9 id.	46	12 41	708,3	10,5	16,72	13,1	— 2,38	37,6826	0,5067236	— 5	— 570	— 801	— 34	— 140	5686
9 id.	65	13 21	708,1	10,9	16,82	13,3	— 2,38	38,2780	0,5066176	— 5	— 601	— 731	— 32	— 140	4667
9 id.	47	16 04	706,8	10,7	17,32	13,4	— 2,38	36,5608	0,5069328	— 5	— 569	— 842	— 34	— 140	7738
9 id.	66 (B)	16 46	706,8	10,0	17,32	13,4	— 2,38	38,1554	0,5066392	— 5	— 590	— 831	— 32	— 140	0,5064794
9 id.	46	17 27	706,8	10,0	17,37	12,9	— 2,38	37,6678	0,5067263	— 4	— 568	— 832	— 34	— 140	5685
9 id.	65	18 07	706,8	9,9	17,51	13,3	— 2,38	38,2784	0,5066175	— 5	— 598	— 761	— 32	— 140	4639
9 id.	47	18 47	706,8	9,8	17,61	13,5	— 2,38	36,5534	0,5069342	— 5	— 568	— 856	— 34	— 140	7739
10 id.	66 (B)	11 44	705,7	10,0	16,61	13,4	— 2,38	38,1672	0,5066371	— 5	— 591	— 797	— 32	— 140	0,5064806
10 id.	46	12 24	705,7	10,0	16,61	13,2	— 2,38	37,6868	0,5067228	— 5	— 568	— 796	— 34	— 140	5685
10 id.	65	13 06	705,7	10,1	16,52	13,1	— 2,38	38,2970	0,5066143	— 5	— 600	— 718	— 32	— 140	4648
10 id.	47	16 44	704,7	10,2	16,52	13,5	— 2,38	36,5982	0,5069256	— 5	— 569	— 803	— 34	— 140	7705

Reunidos los valores de la duración de oscilación correspondientes á cada péndulo formamos los cuadros siguientes:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5067749	0,5064692	0,5065699	0,5064810
0,5067731	0,5064685	0,5065699	0,5064815
0,5067776	0,5064703	0,5065746	0,5064841
0,5067784	0,5064734	0,5065742	0,5064813
0,5067747	0,5064705	0,5065719	0,5064800
0,5067739	0,5064720	0,5065758	0,5064839
0,5067754	0,5064706	0,5065727	0,5064820

Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)
0,5067768	0,5064689	0,5065727	0,5064830
0,5067778	0,5064697	0,5065710	0,5064803
0,5067736	0,5064654	0,5065694	0,5064777
0,5067738	0,5064667	0,5065686	0,5064785
0,5067739	0,5064639	0,5065685	0,5064794
0,5067705	0,5064648	0,5065685	0,5064806
0,5067744	0,5064666	0,5065698	0,5064799

ESTACIÓN DE MADRID (Llegada).

En el Observatorio Astronómico hice la instalación á mi regreso en el mismo pilar que á la salida á campaña.

Determinaciones de la hora.

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ν Eridani.....	W.	— 3 33	4 31 40,54	4 31 15,60		
	4 Camelop....	W.	+ 56 36	4 40 15,95	4 39 45,54	+ 0,08	+ 28,02
	π^5 Orionis.....	E.	+ 2 17	4 49 24,67	4 48 59,57		
	ε Aurigæ.....	E.	+ 43 41	4 55 18,12	4 54 49,46	+ 0,08	+ 28,18
	η Aurigæ.....	E.	+ 41 07	4 59 59,98	4 59 31,57		
	β Eridani.....	E.	— 5 13	5 3 17,02	5 2 52,43	+ 0,08	+ 28,24
14 de Enero..	β Orionis.....	W.	— 8 19	5 10 4,50	5 9 39,89		
	17 Camelop....	W.	+ 62 59	5 21 24,29	5 20 51,68	+ 0,10	+ 28,30
	δ Orionis.....	W.	— 0 22	5 27 15,72	5 26 50,67	+ 0,10	+ 28,25
	ο Aurigæ.....	W.	+ 49 47	5 38 42,48	5 38 12,85		
	χ Orionis.....	E.	— 9 42	5 43 21,28	5 42 57,02	+ 0,10	+ 28,04
	δ Aurigæ.....	E.	+ 54 17	5 51 53,13	5 51 22,95		
	ν Eridani.....	E.	— 3 33	4 31 40,53	4 31 16,63	+ 0,10	+ 27,27
	4 Camelop. ..	E.	+ 56 36	4 40 15,94	4 39 46,04		
	π^5 Orionis... .	W.	+ 2 17	4 49 24,66	4 49 0,37	+ 0,08	+ 27,27
	ε Aurigæ.....	W.	+ 43 41	4 55 18,11	4 54 50,37		
	η Aurigæ... .	W.	+ 41 07	55 9 59,97	4 59 32,45		
	β Eridani.....	W.	— 5 13	4 3 17,02	5 2 53,03	+ 0,12	+ 27,32
15 de Enero..	β Orionis.....	E.	— 8 19	5 10 4,50	5 9 40,86	+ 0,12	+ 27,47
	17 Camelop....	E.	+ 62 59	5 21 24,28	5 20 52,29		
	δ Orionis.....	E,	— 0 22	5 27 15,72	5 26 51,63	+ 0,14	+ 27,40
	ο Aurigæ.....	E.	+ 49 47	5 38 42,48	5 38 13,60		
	χ Orionis.....	W.	— 9 42	5 43 21,28	5 42 57,75	+ 0,06	+ 27,55
	22 H Camelop.	W.	+ 69 21	6 8 38,00	6 8 3,20		

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ν Eridani.....	W.	— 3 33	4 31 40,52	4 31 17,13	— 0,07	+ 26,84
	4 Camelop....	W.	+ 56 36	4 40 15,92	4 39 46,68		
	π^5 Orionis....	E.	+ 2 17	4 49 24,65	4 49 0,85	+ 0,18	+ 26,71
	ε Aurigæ.....	E.	+ 43 41	4 55 18,10	4 54 50,81		
	η_1 Aurigæ.....	E.	+ 41 07	4 59 59,97	4 59 32,98		
16 de Enero..	β Eridani.....	E.	— 5 13	5 3 17,01	5 2 53,81	+ 0,16	+ 26,75
	β Orionis.....	W.	— 8 19	5 10 4,49	5 9 41,23	+ 0,10	+ 26,84
	17 Camelop....	W.	+ 62 59	5 21 24,27	5 20 53,23		
	δ Orionis.....	W.	— 0 22	5 27 15,71	5 26 52,06	+ 0,10	+ 26,72
	ο Aurigæ.....	W.	+ 49 47	5 38 42,48	5 38 14,44		
	ζ Orionis.....	E.	— 9 42	5 43 21,27	5 42 58,47	+ 0,16	+ 26,65
	δ Aurigæ.....	E.	+ 54 17	5 51 53,12	5 51 24,19		
	ν Eridani.....	E.	— 3 33	4 31 40,51	4 31 17,86	— 0,21	+ 26,31
17 de Enero..	4 Camelop....	E.	+ 56 36	4 40 15,91	4 39 47,30		
	π^5 Orionis.....	W.	+ 2 17	4 49 24,65	4 49 1,70	— 0,08	+ 26,02
	ε Aurigæ.....	W.	+ 43 41	4 55 18,09	4 54 51,77		
	ν Eridani.....	W.	— 3 33	4 31 40,50	4 31 18,37	— 0,06	+ 25,68
19 de Enero..	4 Camelop....	W.	+ 56 36	4 40 15,88	4 39 47,82		
	π^5 Orionis.....	E.	+ 2 17	4 49 24,64	4 49 2,51	0,00	+ 25,29
	ε Aurigæ.....	E.	+ 43 41	4 55 18,08	4 54 52,39		
	ν Eridani.....	E.	— 3 33	4 31 40,49	4 31 19,02	0,00	+ 24,93
	4 Camelop....	E.	+ 56 36	4 40 15,86	4 39 48,41		
	π^5 Orionis.....	W.	+ 2 17	4 49 24,63	4 49 2,63	+ 0,04	+ 24,99
	ε Aurigæ.....	W.	+ 43 41	4 55 18,07	4 54 52,65		
	η_1 Aurigæ.....	W.	+ 41 07	4 59 59,94	4 59 34,82		
	β Eridani.....	W.	— 5 13	5 3 16,99	5 2 55,42	0,00	+ 24,94
20 de Enero..	β Orionis.....	E.	— 8 19	5 10 4,47	5 9 43,48	+ 0,08	+ 24,76
	17 Camelop....	E.	+ 62 59	5 21 24,22	5 20 55,10		
	δ Orionis.....	E.	— 0 22	5 27 15,70	5 26 54,07	+ 0,10	+ 24,87
	ο Aurigæ.....	E.	+ 49 47	5 38 42,46	5 38 16,20		
	ζ Orionis.....	W.	— 9 42	5 43 21,26	5 42 59,97	0,00	+ 25,18
	δ Aurigæ.....	W.	+ 54 17	5 51 53,11	5 51 25,88		
	θ Eridani.....	W	— 3 33	4 31 40,48	4 31 19,26	0,00	+ 24,69
	4 Camelop....	W.	+ 56 36	4 40 15,84	4 39 48,62		
	η_1 Aurigæ.....	E.	+ 41 07	4 59 59,93	4 59 35,28		
21 de Enero..	β Eridani.....	E.	— 5 13	5 3 16,98	5 2 56,19	0,00	+ 24,56
	β Orionis.....	E.	— 8 19	5 10 4,46	5 9 43,92	0,00	+ 24,41
	17 Camelop....	E.	+ 62 59	5 21 24,20	5 20 55,48		
	δ Orionis.....	W.	— 0 22	5 27 15,69	5 26 54,26	— 0,06	+ 24,66
	ο Aurigæ.....	W.	+ 49 47	5 38 42,45	5 38 16,62		

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (R♀ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
21 de Enero..	χ Orionis.....	W.	— 9 42	5 43 21,25	5 43 0,52	— 0,06	+ 24,71
	δ Aurigæ.....	W.	+ 54 17	5 51 53,10	5 51 26,38		
	θ Orionis.....	E.	+ 14 47	6 2 16,21	6 1 53,95	— 0,00	+ 24,47
	22 H Camelop..	E.	+ 69 21	6 8 37,95	6 8 6,69		
22 de Enero..	θ Eridani.....	E.	— 3 33	4 31 40,47	4 31 20,30	— 0,08	+ 23,64
	4 Camelop....	E.	+ 56 36	4 40 15,82	4 39 49,52		
	π^5 Orionis.....	W.	+ 2 17	4 49 24,61	4 49 3,73	— 0,04	+ 23,98
	ε Aurigæ.....	W.	+ 43 41	4 55 18,04	4 54 53,71		
	η Aurigæ.....	W.	+ 41 7	4 59 59,92	4 59 35,83		
	β Eridani.....	W.	— 5 13	5 3 16,97	5 2 56,54	— 0,04	+ 24,05
	β Orionis.....	E.	— 8 19	5 10 4,45	5 9 44,47	— 0,06	+ 23,84
	17 Camelop....	E.	+ 62 59	5 21 24,18	5 20 56,17		
	δ Orionis.....	E.	— 0 22	5 27 15,69	5 26 55,22	— 0,04	+ 23,87
	α Aurigæ.....	E.	+ 49 47	5 38 42,44	5 38 17,31		
	χ Orionis.....	W.	— 9 42	5 43 21,25	5 43 1,14	+ 0,04	+ 24,04
	δ Aurigæ.....	W.	+ 54 17	5 51 53,09	5 51 26,91		

Estados y movimientos del reloj Strasser Rhode, núm. 278.

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	s
14 de Enero de 1906.....	5 12	+ 28,17 ± 0,05	
15 id. id.	5 18	+ 27,38 ± 0,06	— 0,79 ± 0,08
16 id. id.	5 12	+ 26,75 ± 0,02	— 0,63 ± 0,07
20 id. id.	5 12	+ 24,95 ± 0,04	
21 id. id.	5 18	+ 24,59 ± 0,02	— 0,36 ± 0,05
22 id. id.	5 12	+ 23,91 ± 0,04	— 0,68 ± 0,05

Los errores serán:

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}07$

(P) $\varepsilon_m = \pm 0{,}05$

y en el conjunto

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}07$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué exactamente NE-SW y NW-SE.

Dirección NE-SW **Péndulos 46 y 47** (A)	Dirección NW-SE **Péndulos 65 y 66** (A)
35×10^{-7}	24×10^{-7}
34×10^{-7}	23×10^{-7}
32×10^{-7}	23×10^{-7}
33×10^{-7}	26×10^{-7}
$(33{,}0 \pm 0{,}7)\ 10^{-7}$	$(24{,}0 \pm 0{,}7)\ 10^{-7}$

(A) $\mu_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

Dirección NE-SW **Péndulos 46 y 47** (B)	Dirección NW-SE **Péndulos 65 y 66** (B)
31×10^{-7}	25×10^{-7}
31×10^{-7}	25×10^{-7}
30×10^{-7}	30×10^{-7}
30×10^{-7}	30×10^{-7}
$(30{,}0 \pm 0{,}4)\ 10^{-7}$	$(27{,}0 \pm 1{,}5)\ 10^{-7}$

(B) $\mu_b = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$

comparados los valores de la misma dirección, resulta:

Dirección 46-47..... $(32{,}0 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$
Idem 65-66..... $(25{,}7 \pm 1{,}7)\ 10^{-7}$

Duración de oscilación.

Los resultados de las observaciones y los valores reducidos correspondientes son:

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidéreа.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	"	s	s	s						s
14 Enero...	47 (A)	6 20	716,7	5,1	10,16	13,3	— 0,79	36,3460	0,5069743	— 5	— 593	— 494	— 46	— 33	0,5068572
14 id. ...	65	7 00	716,7	5,1	10,16	13,7	— 0,79	38,0156	0,5066639	— 5	— 624	— 442	— 46	— 24	5498
15 id. ...	46	16 33	716,8	4,5	9,96	13,2	— 0,79	37,4446	0,5067669	— 5	— 593	— 477	— 46	— 33	6515
15 id. ...	66	17 14	716,9	4,7	9,91	13,3	— 0,79	37,9422	0,5066770	— 5	— 616	— 476	— 46	— 24	5603
15 id. ...	47 (A)	17 54	716,9	4,8	9,81	13,7	— 0,79	36,3776	0,5069681	— 5	— 594	— 477	— 46	— 33	0,5068526
15 id. ...	65	18 35	716,9	4,8	9,76	13,4	— 0,79	38,0386	0,5066598	— 5	— 625	— 424	— 46	— 24	5474
15 id. ...	46	19 16	716,9	5,1	9,76	13,5	— 0,79	37,4534	0,5067653	— 5	— 593	— 468	— 46	— 33	6508
15 id. ...	66	20 00	716,6	5,4	9,76	13,3	— 0,79	37,9292	0,5066793	— 5	— 616	— 468	— 46	— 24	5634
15 id. ...	47 (A)	21 39	715,9	5,4	9,76	13,6	— 0,79	36,3734	0,5069690	— 5	— 593	— 474	— 46	— 33	0,5068539
15 id. ...	65	22 18	715,9	5,8	9,76	13,3	— 0,79	38,0450	0,5066587	— 5	— 624	— 424	— 46	— 24	5464
15 id. ...	46	22 59	715,9	5,9	9,81	13,3	— 0,79	37,4532	0,5067653	— 5	— 592	— 470	— 46	— 33	6507
15 id. ...	66	23 40	715,9	5,8	9,91	13,4	— 0,79	37,9408	0,5066772	— 5	— 615	— 476	— 46	— 24	5606
16 id. ...	47 (A)	16 53	716,4	4,4	9,66	13,7	— 0,63	36,3900	0,5069657	— 5	— 594	— 470	— 37	— 33	0,5068518
16 id. ...	65	17 33	716,5	4,4	9,66	13,4	— 0,63	38,0570	0,5066566	— 5	— 625	— 420	— 37	— 24	5455
16 id. ...	46	18 14	716,6	4,4	9,66	13,5	— 0,63	37,4684	0,5067625	— 5	— 593	— 463	— 37	— 33	6494
16 id. ...	66	18 54	716,6	4,6	9,66	13,2	— 0,63	37,9520	0,5066752	— 5	— 617	— 464	— 37	— 24	5605
16 id. ...	47 (A)	19 34	716,3	4,9	9,66	13,7	— 0,63	36,3718	0,5069693	— 5	— 594	— 470	— 37	— 33	0,5068554
16 id. ...	65	20 16	716,3	4,9	9,66	13,4	— 0,63	38,0474	0,5066583	— 5	— 625	— 420	— 37	— 24	5472
16 id. ...	46	22 00	715,9	5,2	9,61	13,4	— 0,63	37,4642	0,5067633	— 5	— 592	— 460	— 37	— 33	6506
16 id. ...	66	22 43	715,9	5,7	9,61	13,4	— 0,63	37,9550	0,5066747	— 5	— 616	— 461	— 37	— 24	5604
16 id. ...	47 (A)	23 24	715,9	5,9	9,76	13,6	— 0,63	36,3706	0,5069695	— 5	— 593	— 474	— 37	— 33	0,5068553
16 id. ...	65	0 05	715,9	5,8	9,86	13,5	— 0,63	38,0510	0,5066576	— 5	— 624	— 429	— 37	— 24	5457
16 id. ...	46	0 48	716,0	6,4	9,86	13,4	— 0,63	37,4606	0,5067640	— 5	— 592	— 472	— 37	— 33	6501
16 id. ...	66	1 29	716,1	6,4	9,91	13,4	— 0,63	37,9430	0,5066768	— 5	— 615	— 476	— 37	— 24	5611

ESTACIÓN DE MADRID

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora sidéreа.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del soatén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
20 Enero...	66 (B)	6 21	716,1	5,0	9,46	13,4	— 0,36	37,9428	0,5066769	— 5	— 617	— 454	— 21	— 27	0,5065645
20 id. ...	46	7 04	716,1	4,9	9,56	13,4	— 0,36	37,4650	0,5067632	— 5	— 593	— 458	— 21	— 30	6525
21 id. ...	65	17 50	716,6	4,4	9,16	13,3	— 0,36	38,0914	0,5066505	— 5	— 627	— 398	— 21	— 27	5427
21 id. ...	47	18 34	716,6	4,7	9,16	13,4	— 0,36	36,4088	0,5069621	— 5	— 595	— 445	— 21	— 30	8525
21 id. ...	66 (B)	19 14	716,3	4,7	9,11	13,5	— 0,36	37,9752	0,5066711	— 5	— 618	— 437	— 21	— 27	0,5065603
21 id. ...	46	19 55	716,0	5,0	9,06	13,4	— 0,36	37,5024	0,5067563	— 5	— 594	— 434	— 21	— 30	6479
21 id. ...	65	20 36	715,7	5,2	9,06	13,4	— 0,36	38,0932	0,5066501	— 5	— 626	— 394	— 21	— 27	5428
21 id. ...	47	22 25	714,6	5,2	9,16	13,4	— 0,36	36,4086	0,5069621	— 5	— 593	— 445	— 21	— 30	8527
21 id. ...	66 (B)	23 04	714,6	5,2	9,16	13,4	— 0,36	37,9724	0,5066716	— 5	— 616	— 440	— 21	— 27	0,5065607
21 id. ...	46	23 45	714,6	5,2	9,16	13,4	— 0,36	37,4994	0,5067569	— 5	— 592	— 439	— 21	— 30	6482
21 id. ...	65	0 25	714,6	5,2	9,21	13,4	— 0,36	38,0928	0,5066502	— 5	— 625	— 400	— 21	— 27	5424
21 id. ...	47	1 06	714,6	5,1	9,26	13,4	— 0,36	36,4072	0,5069624	— 5	— 593	— 450	— 21	— 30	8525
22 id. ...	66 (B)	19 52	712,2	4,5	9,06	13,4	— 0,68	37,9774	0,5066707	— 5	— 614	— 435	— 40	— 27	0,5065586
22 id. ...	46	17 33	712,0	4,8	9,01	13,4	— 0,68	37,4896	0,5067587	— 5	— 591	— 432	— 40	— 30	6489
22 id. ...	65	18 14	711,8	4,8	8,96	13,4	— 0,68	38,0828	0,5066520	— 5	— 623	— 390	— 40	— 27	5435
22 id. ...	47	18 54	711,7	4,8	8,96	13,4	— 0,68	36,4096	0,5069619	— 5	— 593	— 436	— 40	— 30	8515
22 id. ...	66 (B)	19 35	711,2	4,8	8,96	13,4	— 0,68	37,9750	0,5066711	— 5	— 613	— 430	— 40	— 27	0,5065596
22 id. ...	46	20 15	710,3	4,8	8,91	13,4	— 0,68	37,4902	0,5067586	— 5	— 589	— 427	— 40	— 30	6495
22 id. ...	65	22 02	708,8	5,0	9,01	13,4	— 0,68	38,0866	0,5066513	— 5	— 620	— 392	— 40	— 27	5429
22 id. ...	47	22 43	708,3	5,3	9,06	13,4	— 0,68	36,4054	0,5069628	— 5	— 588	— 440	— 40	— 30	8525
22 id. ...	66 (B)	23 24	707,9	5,2	9,11	13,1	— 0,68	37,9716	0,5066717	— 5	— 610	— 437	— 40	— 27	0,5065598
22 id. ...	46	0 05	707,4	5,5	9,16	13,4	— 0,68	37,4888	0,5067588	— 5	— 586	— 439	— 40	— 30	6488
22 id. ...	65	0 46	707,1	5,7	9,16	13,4	— 0,68	38,0860	0,5066514	— 5	— 618	— 398	— 40	— 27	5426
22 id. ...	47	3 51	706,6	5,1	9,41	13,4	— 0,68	36,3882	0,5069661	— 5	— 586	— 457	— 40	— 30	8543

Reunidos los valores de la duración de oscilación de cada péndulo y calculados los promedios, resulta:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5068572	0,5065498	0,5066515	0,5065603
0,5068526	0,5065474	0,5066508	0,5065634
0,5068539	0,5065464	0,5066507	0,5065606
0,5068518	0,5065455	0,5066494	0,5065605
0,5068554	0,5065472	0,5066506	0,5065604
0,5068553	0,5065457	0,5066501	0,5065611
0,5068544	0,5065470	0,5066505	0,5065610

Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)
0,5068525	0,5065427	0,5066525	0,5065645
0,5068527	0,5065428	0,5066479	0,5065603
0,5068525	0,5065424	0,5066482	0,5065607
0,5068515	0,5065435	0,5066489	0,5065586
0,5068525	0,5065429	0,5066495	0,5065596
0,5068543	0,5065426	0,5066488	0,5065598
0,5068527	0,5065428	0,5066493	0,5065606

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE LAS CONSTANTES DE LOS PÉNDULOS NÚMEROS 104, 105, 106 y 107.

La conveniencia que se sentía de disponer siempre de un número de péndulos invariables que asegure el éxito de las campañas que se realizan decidió, como he dicho en el Prólogo, al Director general del Instituto Geográfico y Estadístico, á adquirir del Sr. Paul Stucrath, constructor del aparato de péndulos que se utiliza en estos trabajos, los péndulos números 104, 105, 106 y 107.

Constantes de temperatura.

Á requerimiento de nuestro Director general, el Profesor Helmert, Director del Instituto Geodésico prusiano, accedió amablemente á que aquel Centro determinase las constantes de temperatura de los péndulos recientemente adquiridos, puesto que nosotros no disponíamos de elementos apropiados para ello.

Realizó este trabajo el Profesor L. Haasemann, quien nos envió los resultados consignados en el cuadro que copiamos en la página siguiente y del cual obtuvo por el mismo método que se empleó para esa determinación con los péndulos 46, 47, 65 y 66, descrito en mi *Memoria* referente á las observaciones de 1903 al 1904, las constantes que siguen:

Péndulo 104.....	$\lambda = (48{,}11 \pm 0{,}14)\ 10^{-7}$
Id. 105.....	$\lambda = (47{,}38 \pm 0{,}12)\ 10^{-7}$
Id. 106.....	$\lambda = (47{,}91 \pm 0{,}10)\ 10^{-7}$
Id. 107.....	$\lambda = (47{,}30 \pm 0{,}07)\ 10^{-7}$

Resultado de las observaciones hechas en Potsdam para determinar el coeficiente de temperatura.

FECHAS — 1906	Péndulos.	Hora media local.	Altura barométrica.	Humedad relativa.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.		Amplitud de oscilación.		Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}				Duración de la oscilación reducida.
						Principio.	Fin.	Principio.	Fin.			A la amplitud infinitamente pequeña.	Al vacío.	Por temperatura.	A tiempo sidéreo	
			mm							s						
7 de Mayo.	104	10,5 a.	760,4	0,979	— 2,1	+ 5,24	+ 5,05	26,0	16,3	199,094	0,5012589	— 12	— 636	— 247	+ 20	0,5011714
7 íd.	105	11,8 a.	760,2	0,980	— 2,1	+ 5,05	+ 4,85	22,5	10,5	188,333	0,5013310	— 7	— 637	— 238	+ 20	0,5012448
7 íd.	106	1,2 p.	759,8	0,980	— 2,1	+ 4,85	+ 4,79	35,0	20,0	195,582	0,5012815	— 20	— 637	— 231	+ 20	0,5011947
7 íd.	107	2,2 p.	759,3	0,980	— 2,1	+ 4,79	+ 4,77	24,3	15,1	186,575	0,5013435	— 9	— 637	— 229	+ 20	0,5012580
8 íd.	104	10,6 a.	757,1	0,977	— 2,0	+ 4,81	+ 4,79	27,5	16,8	199,353	0,5012556	— 13	— 635	— 230	+ 18	0,5011696
8 íd.	105	11,5 a.	756,9	0,976	— 2,0	+ 4,79	+ 4,79	20,5	14,1	188,563	0,5013293	— 8	— 634	— 230	+ 18	0,5012439
8 íd.	106	12,5 p.	756,5	0,976	— 2,0	+ 4,79	+ 4,79	25,0	14,5	195,758	0,5012894	— 10	— 634	— 230	+ 18	0,5011938
8 íd.	107	1,5 p.	756,1	0,975	— 2,0	+ 4,79	+ 4,83	35,0	20,8	186,431	0,5013446	— 20	— 634	— 231	+ 18	0,5012579
11 íd.	104	10,5 a.	749,2	0,854	— 6,8	+ 39,33	+ 39,24	23,3	15,0	177,114	0,5014155	— 10	— 555	— 1886	+ 10	0,5011714
11 íd.	105	11,5 a.	749,6	0,854	— 6,8	+ 39,24	+ 39,24	19,0	12,5	168,768	0,5014857	— 6	— 555	— 1884	+ 10	0,5012422
11 íd.	106	12,5 p.	749,8	0,854	— 6,8	+ 39,24	+ 39,26	30,0	20,0	174,204	0,5014392	— 16	— 555	— 1884	+ 10	0,5011947
11 íd.	107	1,5 p.	749,8	0,854	— 6,8	+ 39,26	+ 39,42	24,5	13,3	167,230	0,5014994	— 9	— 555	— 1888	+ 10	0,5012552
12 íd.	104	10,5 a.	752,9	0,857	— 6,7	+ 39,76	+ 39,70	31,4	21,4	176,709	0,5014188	— 18	— 557	— 1907	+ 12	0,5011718
12 íd.	105	11,5 a.	752,9	0,857	— 6,7	+ 39,70	+ 39,60	17,3	11,1	168,439	0,5014886	— 5	— 557	— 1903	+ 12	0,5012433
12 íd.	106	12,5 p.	752,9	0,857	— 6,7	+ 39,60	+ 39,58	31,4	20,8	174,057	0,5014405	— 17	— 557	— 1900	+ 12	0,5011943
12 íd.	107	1,5 p.	752,7	0,857	— 6,7	+ 39,58	+ 39,58	28,3	17,4	167,004	0,5015015	— 14	— 557	— 1900	+ 12	0,5012556
15 íd.	104	11,0 a.	742,4	0,854	— 7,0	+ 40,56	+ 40,46	26,0	16,8	176,381	0,5014214	— 12	— 555	— 1944	+ 5	0,5011708
15 íd.	105	12,0 p.	742,0	0,854	— 6,9	+ 40,46	+ 40,36	26,3	14,8	168,058	0,5014920	— 11	— 555	— 1940	+ 5	0,5012419
15 íd.	106	1,0 p.	741,3	0,853	— 6,9	+ 40,36	+ 40,26	27,0	18,0	173,673	0,5014432	— 13	— 555	— 1935	+ 5	0,5011935
15 íd.	107	2,0 p.	740,5	0,852	— 6,9	+ 40,26	+ 40,28	22,5	14,3	166,647	0,5015047	— 9	— 555	— 1933	+ 5	0,5012555
16 íd.	104	10,5 a.	740,5	0,852	— 6,9	+ 40,40	+ 40,34	33,5	22,1	176,328	0,5014218	— 20	— 555	— 1938	+ 3	0,5011708
16 íd.	105	11,5 a.	741,0	0,853	— 6,9	+ 40,34	+ 40,28	28,3	18,6	168,081	0,5014918	— 14	— 555	— 1935	+ 3	0,5012417
16 íd.	106	12,5 p.	741,5	0,853	— 6,9	+ 40,28	+ 40,20	25,3	15,3	173,696	0,5014435	— 11	— 555	— 1932	+ 3	0,5011940
16 íd.	107	1,5 p.	741,7	0,854	— 6,9	+ 40,20	+ 40,22	22,5	15,0	166,713	0,5015041	— 9	— 555	— 1930	+ 3	0,5012550
18 íd.	104	10,9 a.	739,9	0,941	— 2,1	+ 8,47	+ 8,59	25,0	17,5	196,660	0,5012745	— 12	— 612	— 409	+ 2	0,5011715
18 íd.	105	11,9 a.	739,9	0,941	— 2,1	+ 8,59	+ 8,77	19,5	13,0	185,995	0,5013477	— 7	— 612	— 417	+ 2	0,5012443
18 íd.	106	2,6 p.	739,8	0,941	— 2,1	+ 8,97	+ 9,05	17,5	10,0	183,977	0,5013626	— 5	— 612	— 432	+ 2	0,5011579
18 íd.	107	5,4 p.	740,2	0,942	— 2,1	+ 8,85	+ 8,43	19,5	12,5	193,129	0,5012978	— 7	— 612	— 415	+ 2	0,5011946
19 íd.	104	10,9 a.	741,7	0,947	— 2,0	+ 7,79	+ 7,53	21,0	13,5	197,624	0,5012682	— 8	— 616	— 368	+ 3	0,5011693
19 íd.	105	11,9 a.	741,6	0,948	— 2,0	+ 7,53	+ 7,27	25,0	15,0	186,758	0,5013422	— 10	— 616	— 355	+ 3	0,5012444
19 íd.	106	1,2 p.	741,6	0,948	— 2,0	+ 7,27	+ 7,17	17,5	11,3	194,150	0,5012910	— 5	— 616	— 347	+ 3	0,5011945
19 íd.	107	5,6 p.	740,0	0,948	— 2,0	+ 6,89	+ 6,91	16,5	12,0	185,420	0,5013519	— 4	— 616	— 331	+ 3	0,5011571
19 íd.	104	4,6 p.	740,1	0,948	— 2,0	+ 6,84	+ 6,84	25,0	16,5	197,957	0,5012677	— 11	— 616	— 328	+ 3	0,5011725

Constantes de densidad del aire.

Realicé este trabajo por el mismo método empleado en Potsdam para los péndulos 46, 47, 65 y 66, el cual describí en la *Memoria* que acabo de citar.

Para obtener el movimiento del reloj Strasser Rhode, núm. 278, que fué el utilizado para la observación de coincidencias, comparé su estado, cronográficamente, durante un minuto, con el del reloj magistral del Observatorio Astronómico de Madrid, Strasser Rhode de segundos, número 222. El método fué el mismo que empleé el año 1903, y quedó explicado en la *Memoria* correspondiente, y los resultados figurarán un poco más adelante, al dar cuenta de las observaciones pendulares hechas en Madrid para que sirvieran de Estación de salida en la campaña de 1907; trabajo que efectué á continuación de la determinación de constantes de densidad.

Los resultados de las observaciones realizadas figuran en el estado que sigue, en el cual pueden apreciarse los límites de presión atmosférica entre los que se hizo el trabajo.

Resultado de las observaciones hechas en Madrid para determinar el coeficiente de densidad del aire.

FECHAS — 1907	Péndulos.	Hora de observación sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Densidad del aire.	Amplitud de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$ A la amplitud infinitamente pequeña.	Por temperatura.	A tiempo sidéreo.	Duración de la oscilación observada.
		h. m.	mm	mm	°		'	s	s	s				s
29 de Mayo.	104	1 46	708,1	9,7	16,62	— 0,8736	12,9	— 0,886	153,2675	0,5016365	— 4	— 800	— 51	0,5015530
29 íd.	105	3 07	708,1	9,7	16,67	— 0,8735	12,9	— 0,886	146,1600	0,5017163	— 4	— 790	— 51	0,5016318
29 íd.	106	4 26	708,0	9,5	16,77	— 0,8732	11,5	— 0,886	151,1200	0,5016598	— 4	— 803	— 51	0,5015740
29 íd.	106	13 47	708,5	8,7	17,12	— 0,8731	11,7	— 0,886	151,0450	0,5016606	— 4	— 820	— 51	0,5015731
29 íd.	107	15 07	708,9	8,3	17,22	— 0,8734	11,9	— 0,886	145,2100	0,5017276	— 4	— 815	— 51	0,5016406
29 íd.	104	16 27	709,1	8,0	17,32	— 0,8735	13,4	— 0,886	153,0000	0,5016393	— 5	— 833	— 51	0,5015504
31 íd.	105	1 50	704,7	8,8	17,17	— 0,8682	12,7	— 0,889	145,8000	0,5017206	— 4	— 814	— 52	0,5016336
31 íd.	106	3 08	704,7	8,6	17,32	— 0,8678	12,1	— 0,889	150,8700	0,5016626	— 4	— 830	— 52	0,5015740
31 íd.	107	4 30	704,7	8,4	17,46	— 0,8675	11,8	— 0,889	145,1850	0,5017279	— 4	— 826	— 52	0,5016397
31 íd.	107	13 48	704,8	9,1	17,71	— 0,8666	11,9	— 0,889	144,8800	0,5017315	— 4	— 838	— 52	0,5016421
31 íd.	104	15 06	704,9	9,1	17,66	— 0,8668	12,4	— 0,889	152,7700	0,5016418	— 4	— 850	— 52	0,5015512
31 íd.	105	16 24	704,8	9,2	17,56	— 0,8670	12,5	— 0,889	145,7050	0,5017217	— 4	— 832	— 52	0,5016329
1 de Junio.	104	1 55	131,8	10,4	17,12	— 0,1584	13,4	— 0,954	157,5900	0,5015914	— 5	— 824	— 55	0,5015030
1 íd.	105	3 18	132,5	10,6	17,22	— 0,1590	14,0	— 0,954	150,0850	0,5016713	— 5	— 816	— 55	0,5015837
1 íd.	106	4 41	131,8	10,7	17,32	— 0,1581	12,7	— 0,954	155,3000	0,5016150	— 4	— 830	— 55	0,5015261
1 íd.	106	14 04	133,8	11,5	17,66	— 0,1600	12,9	— 0,954	154,8850	0,5016193	— 4	— 846	— 55	0,5015288
1 íd.	107	15 26	133,4	11,4	17,61	— 0,1596	12,7	— 0,954	149,0200	0,5016833	— 4	— 833	— 55	0,5015941
1 íd.	104	16 48	131,2	11,4	17,61	— 0,1569	13,9	— 0,954	157,4100	0,5015933	— 5	— 847	— 55	0,5015026
2 íd.	105	1 56	132,6	11,3	17,56	— 0,1586	14,2	— 0,772	149,8000	0,5016745	— 5	— 832	— 45	0,5015863
2 íd.	106	3 17	132,5	11,2	17,66	— 0,1586	13,6	— 0,772	155,0500	0,5016176	— 5	— 846	— 45	0,5015280
2 íd.	107	4 36	132,4	11,0	17,81	— 0,1584	13,9	— 0,772	149,0800	0,5016826	— 5	— 842	— 45	0,5015934
2 íd.	107	14 08	131,6	10,3	18,11	— 0,1571	13,7	— 0,772	148,6500	0,5016875	— 5	— 857	— 45	0,5015968
2 íd.	104	15 28	132,4	10,1	18,11	— 0,1587	14,0	— 0,772	157,0200	0,5015972	— 5	— 871	— 45	0,5015051
2 íd.	105	16 52	130,3	10,0	18,01	— 0,1562	14,5	— 0,772	149,6800	0,5016758	— 6	— 853	— 45	0,5015854

Resultado de las observaciones hechas en Madrid para determinar el coeficiente de densidad del aire.

FECHAS — 1907	Péndulos.	Hora de observación sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Densidad del aire.	Amplitud de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$			Duración de la oscilación reducida.
											A la amplitud infinitamente pequeña.	Por temperatura.	A tiempo sidéreo.	
		h m	mm	mm	°		′	s	s	s				s
3 de Junio ..	106	2 06	132,0	10,2	17,32	— 0,1586	13,4	— 0,796	155,2850	0,5016151	— 5	— 830	— 46	0,5015270
3 id. ..	107	3 28	130,8	10,3	17,32	— 0,1571	14,0	— 0,796	149,3800	0,5016792	— 5	— 819	— 46	0,5015922
3 id. ..	104	4 51	133,2	10,5	17,37	— 0,1599	14,1	— 0,796	157,6250	0,5015911	— 5	— 836	— 46	0,5015024
3 id. ..	104	14 21	131,2	10,5	17,81	— 0,1572	13,8	— 0,796	157,1950	0,5015955	— 5	— 857	— 46	0,5015047
3 id. ..	105	15 42	131,5	10,4	18,01	— 0,1574	15,0	— 0,796	149,7200	0,5016754	— 6	— 853	— 46	0,5015849
3 id. ..	106	17 04	131,1	10,3	18,11	— 0,1569	13,5	— 0,796	155,0200	0,5016179	— 5	— 868	— 46	0,5015260
4 id. ..	107	2 08	130,7	11,1	17,68	— 0,1563	13,6	— 0,996	149,0200	0,5016833	— 5	— 836	— 58	0,5015934
4 id. ..	104	3 30	131,6	11,0	17,81	— 0,1574	14,0	— 0,996	157,3400	0,5015940	— 5	— 857	— 58	0,5015020
4 id. ..	105	4 49	130,6	11,0	18,06	— 0,1560	15,6	— 0,996	149,8100	0,5016744	— 6	— 856	— 58	0,5015824
4 id. ..	105	14 14	129,6	11,0	18,46	— 0,1546	16,0	— 0,996	149,4200	0,5016788	— 7	— 875	— 58	0,5015848
4 id. ..	106	15 36	130,5	11,0	18,56	— 0,1558	13,9	— 0,996	154,7450	0,5016208	— 5	— 889	— 58	0,5015256
4 id. ..	107	16 58	130,5	10,9	18,66	— 0,1557	13,6	— 0,996	148,6700	0,5016873	— 5	— 883	— 58	0,5015927
5 id. ..	106	2 15	706,0	10,0	18,56	— 0,8651	11,7	— 1,019	150,2500	0,5016694	— 4	— 889	— 59	0,5015742
5 id. ..	107	3 30	705,7	9,9	18,66	— 0,8645	12,3	— 1,019	144,6000	0,5017349	— 4	— 883	— 59	0,5016403
5 id. ..	104	4 56	705,4	9,8	18,91	— 0,8634	13,5	— 1,019	152,3150	0,5016467	— 5	— 840	— 59	0,5015493
5 id. ..	104	14 19	705,3	8,1	19,50	— 0,8624	11,6	— 1,019	151,7800	0,5016526	— 4	— 938	— 59	0,5015525
5 id. ..	105	15 38	705,3	8,1	19,55	— 0,8622	13,0	— 1,019	144,8800	0,5017315	— 5	— 926	— 59	0,5016325
5 id. ..	106	16 56	705,2	7,8	19,65	— 0,8618	12,3	— 1,019	149,8050	0,5016744	— 4	— 941	— 59	0,5015740
6 id. ..	107	2 18	706,5	9,3	19,11	— 0,8644	12,3	— 0,901	144,3350	0,5017381	— 4	— 904	— 52	0,5016421
6 id. ..	104	3 39	706,4	8,9	19,21	— 0,8644	11,8	— 0,901	152,1500	0,5016485	— 4	— 924	— 52	0,5015505
6 id. ..	105	4 57	706,2	8,9	19,41	— 0,8633	12,6	— 0,901	145,0400	0,5017296	— 4	— 920	— 52	0,5016320
6 id. ..	105	13 49	705,5	7,2	19,50	— 0,8629	12,8	— 0,901	144,8800	0,5017315	— 4	— 924	— 52	0,5016335
6 id. ..	106	15 06	705,6	7,5	19,55	— 0,8628	12,2	— 0,901	149,8100	0,5016744	— 4	— 937	— 52	0,5015751
6 id. ..	107	16 22	705,6	7,4	19,65	— 0,8626	12,3	— 0,901	144,1250	0,5017406	— 4	— 929	— 52	0,5016421

Con estos datos se efectuaron los cálculos explicados en la expresada *Memoria* de 1903 á 1904, y se obtuvieron los resultados que siguen:

Péndulo	104.....	$\lambda = (674{,}6 \pm 11)\ 10^{-7}$
Id.	105.....	$\lambda = (678{,}6 \pm 9)\ 10^{-7}$
Id.	106.....	$\lambda = (664{,}7 \pm 8)\ 10^{-7}$
Id.	107.....	$\lambda = (668{,}1 \pm 11)\ 10^{-7}$

CAPÍTULO III

OBSERVACIONES EFECTUADAS DURANTE LA CAMPAÑA DE 1907

ESTACIÓN DE MADRID (salida).

Para no entorpecer los trabajos de la Biblioteca del Observatorio Astronómico decidí, desde esta campaña, servirme para las observaciones pendulares en Madrid de un local muy próximo á aquélla, con la misma altura sobre el nivel del mar, y el cual se dedicaba á cuarto de barómetros del Observatorio.

Las condiciones de constancia de temperatura en el nuevo local fueron satisfactorias.

El pilar sobre que descansó el aparato de péndulos fué el de cobre utilizado durante toda la campaña, cimentado sólidamente sobre el terreno.

Observé con los ocho péndulos de que disponía; los cuatro antiguos 46-47 y 65-66 dispuestos en la forma designada con la letra A en la anterior campaña, y los 104-105 y 106-107 en la posición que indica la lámina II. Para facilitar las explicaciones cuando me refiera al conjunto de los péndulos primeros, designaré á éstos por (A), y cuando á los segundos, por (B).

Determinación del movimiento del reloj Strasser Rhode, núm. 278.

Según acabo de decir en el capítulo anterior, se hizo este trabajo por comparaciones cronográficas con el magistral del Observatorio Astronómico de Madrid. Los resultados figuran á continuación:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.).	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.).
	h m	s	s
29 Mayo de 1907	0 46	+ 23,246 ± 0,018	
30 íd. íd.	0 32	+ 22,369 ± 0,018	— 0,886 ± 0,025
31 íd. íd.	0 56	+ 21,737 ± 0,015	— 0,622 ± 0,023
1 Junio íd.	1 00	+ 20,846 ± 0,037	— 0,889 ± 0,040
2 íd. íd.	1 08	+ 19,887 ± 0,019	— 0,954 ± 0,042
3 íd. íd.	1 11	+ 19,113 ± 0,018	— 0,772 ± 0,026
4 íd. íd.	1 14	+ 18,315 ± 0,019	— 0,796 ± 0,026
5 íd. íd.	1 19	+ 17,316 ± 0,014	— 0,996 ± 0,024
6 íd. íd.	1 30	+ 16,289 ± 0,021	— 1,019 ± 0,025
11 íd. íd.	1 47	+ 11,771 ± 0,016	— 0,901 ± 0,026
12 íd. íd.	2 4	+ 10,826 ± 0,021	— 0,934 ± 0,026
13 íd. íd.	1 59	+ 10,100 ± 0,025	— 0,729 ± 0,033
14 íd. íd.	2 47	+ 9,686 ± 0,019	— 0,401 ± 0,031

Con las fórmulas acostumbradas se calcularon los errores

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}03$

(B) $\varepsilon_m = \pm 0{,}03$

y en conjunto

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}03$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué aproximadamente la que sigue:

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47** (A)	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66** (A)
36×10^{-7}	36×10^{-7}
40×10^{-7}	36×10^{-7}
40×10^{-7}	35×10^{-7}
37×10^{-7}	37×10^{-7}
$(38{,}0 \pm 1{,}0)\ 10^{-7}$	$(36{,}0 \pm 0{,}4)\ 10^{-7}$

(A) $\varepsilon_h = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

Dirección NE-SW **Péndulos 105 y 107** (B)	Dirección NW-SE **Péndulos 104 y 106** (B)
40×10^{-7}	38×10^{-7}
36×10^{-7}	39×10^{-7}
40×10^{-7}	37×10^{-7}
38×10^{-7}	33×10^{-7}
37×10^{-7}	40×10^{-7}
$(38{,}0 \pm 0{,}8)\ 10^{-7}$	$(37{,}0 \pm 1{,}2)\ 10^{-7}$

(B) $\varepsilon_h = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

Duración de oscilación.

Por el método acostumbrado se obtuvieron los siguientes valores:

FECHAS — 1907	Péndulos (B).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
29 de Mayo.	104	1 46	708,1	9,7	16,62	12,9	— 0,886	153,2675	0,5016365	— 4	— 590	— 800	— 51	— 37	0,5014883
29 id.	105	3 7	708,1	9,6	16,67	12,9	— 0,886	146,1600	7163	— 4	— 593	— 790	— 51	— 38	5687
29 id.	106	4 26	708,0	9,5	16,77	11,5	— 0,886	151,1200	6598	— 4	— 581	— 803	— 51	— 37	5122
29 id.	106	13 47	708,5	8,7	17,12	11,7	— 0,886	151,0450	6606	— 4	— 581	— 820	— 51	— 37	5113
29 id.	107	15 7	708,9	8,3	17,22	11,9	— 0,886	145,2100	0,5017276	— 4	— 583	— 815	— 51	— 38	0,5015785
29 id.	104	16 27	709,1	8,0	17,32	13,4	— 0,886	153,0000	6393	— 5	— 590	— 833	— 51	— 37	4877
31 id.	105	1 50	704,7	8,8	17,17	12,7	— 0,889	145,8000	7206	— 4	— 590	— 814	— 52	— 38	5708
31 id.	106	3 8	704,7	8,5	17,32	12,1	— 0,889	150,8700	6626	— 4	— 577	— 830	— 52	— 37	5126
31 id.	107	4 30	704,7	8,4	17,46	11,8	— 0,889	145,1850	0,5017279	— 4	— 579	— 826	— 52	— 38	0,5015780
31 id.	107	13 48	704,8	9,1	17,71	11,9	— 0,889	144,8800	7315	— 4	— 579	— 838	— 52	— 38	5804
31 id.	104	15 6	704,9	9,1	17,66	12,4	— 0,889	152,7700	6418	— 4	— 585	— 850	— 52	— 37	4890
31 id.	105	16 24	704,8	9,2	17,56	12,5	— 0,889	145,7050	7217	— 4	— 589	— 832	— 52	— 38	5702
5 de Junio.	106	2 15	706,0	10,0	18,56	11,7	— 1,019	150,2500	0,5016694	— 4	— 575	— 889	— 59	— 37	0,5015130
5 id.	107	3 30	705,7	9,9	18,66	12,3	— 1,019	144,6000	7349	— 4	— 577	— 883	— 59	— 38	5788
5 id.	104	4 56	705,4	9,8	18,91	13,5	— 1,019	152,3150	6467	— 5	— 583	— 910	— 59	— 37	4873
5 id.	104	14 19	705,3	8,1	19,50	11,6	— 1,019	151,7800	6526	— 4	— 582	— 938	— 59	— 37	4906
5 id.	105	15 38	705,3	8,1	19,55	13,0	— 1,019	144,8800	0,5017315	— 5	— 585	— 926	— 59	— 38	0,5015702
5 id.	106	16 56	705,2	7,8	19,65	12,3	— 1,019	149,8050	6744	— 4	— 573	— 941	— 59	— 37	5130
6 id.	107	2 18	706,5	9,3	19,11	12,3	— 0,901	144,3350	7381	— 4	— 577	— 904	— 52	— 38	5806
6 id.	104	3 39	706,4	8,9	19,21	11,8	— 0,901	152,1500	6485	— 4	— 583	— 924	— 52	— 37	4885
6 id.	105	4 57	706,2	8,9	19,41	12,6	— 0,901	145,0400	0,5017296	— 4	— 586	— 920	— 52	— 38	0,5015696
6 id.	105	13 49	705,5	7,2	19,50	12,8	— 0,901	144,8800	7315	— 4	— 586	— 924	— 52	— 38	5711
6 id.	106	15 6	705,6	7,5	19,55	12,2	— 0,901	149,8100	6744	— 4	— 574	— 937	— 52	— 37	5140
6 id.	107	16 22	705,6	7,4	19,65	12,3	— 0,901	144,1250	7406	— 4	— 576	— 929	— 52	— 38	5807

ESTACIÓN DE MADRID

FECHAS — 1907	Péndulos (A).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
11 de Junio .	47	2 16	706,0	9,4	19,60	13,1	— 0,934	36,1518	0,5070123	— 5	— 564	— 953	— 55	— 38	0,5068508
11 íd.	65	2 58	706,0	9,7	19,60	13,5	— 0,934	37,8116	0,5067003	— 6	— 594	— 852	— 55	— 36	5460
11 íd.	46	3 38	706,0	10,1	19,60	12,8	— 0,934	37,2210	0,5068081	— 5	— 563	— 939	— 55	— 38	6481
11 íd.	66	4 18	705,7	10,0	19,65	13,0	— 0,934	37,6872	0,5067227	— 5	— 585	— 943	— 55	— 36	5603
11 íd.	47	14 30	704,4	8,4	20,30	12,8	— 0,934	36,1200	0,5070185	— 5	— 562	— 987	— 55	— 38	0,5068538
11 íd.	65	15 10	704,5	8,4	20,30	13,5	— 0,934	37,7908	0,5067041	— 6	— 591	— 883	— 55	— 36	5470
11 íd.	46	15 51	704,6	8,6	20,30	12,7	— 0,934	37,1940	0,5068131	— 5	— 561	— 972	— 55	— 38	6500
11 íd.	66	16 31	704,6	8,6	20,30	12,7	— 0,934	37,6634	0,5067270	— 5	— 583	— 974	— 55	— 36	5617
12 íd.	47	2 31	705,8	9,0	19,60	13,6	— 0,729	36,1464	0,5070133	— 6	— 564	— 953	— 43	— 38	0,5068529
12 íd.	65	3 11	705,7	8,4	19,60	13,4	— 0,729	37,8128	0,5067001	— 6	— 594	— 852	— 43	— 36	5470
12 íd.	46	3 53	705,6	8,0	19,60	13,1	— 0,729	37,2126	0,5068096	— 5	— 563	— 939	— 43	— 38	6508
12 íd.	66	4 33	705,4	8,2	19,60	13,0	— 0,729	37,6928	0,5067217	— 5	— 585	— 941	— 43	— 36	5607
12 íd.	47	14 24	705,8	5,4	19,90	13,1	— 0,729	36,1316	0,5070162	— 5	— 565	— 967	— 43	— 38	0,5068544
12 íd.	65	15 6	705,8	5,5	19,85	13,7	— 0,729	37,8022	0,5067020	— 6	— 594	— 863	— 43	— 36	5478
12 íd.	46	15 47	706,0	5,8	19,75	13,2	— 0,729	37,2080	0,5068105	— 5	— 564	— 946	— 43	— 38	6509
12 íd.	66	16 28	706,3	6,1	19,60	13,1	— 0,729	37,6950	0,5067213	— 5	— 587	— 941	— 43	— 36	5601
13 íd.	47	2 29	710,3	6,4	18,86	13,8	— 0,401	36,1700	0,5070087	— 6	— 570	— 917	— 23	— 38	0,5068533
13 íd.	65	3 11	710,5	6,2	18,71	13,6	— 0,401	37,8380	0,5066956	— 6	— 600	— 814	— 23	— 36	5477
13 íd.	46	3 53	710,5	6,1	18,66	13,4	— 0,401	37,2434	0,5068039	— 6	— 569	— 894	— 23	— 38	6509
13 íd.	66	4 33	710,5	6,3	18,66	13,4	— 0,401	37,7236	0,5067162	— 6	— 592	— 895	— 23	— 36	5610
13 íd.	47	14 28	711,8	6,4	19,31	13,6	— 0,401	36,1548	0,5070117	— 6	— 570	— 939	— 23	— 38	0,5068541
13 íd.	65	15 8	711,8	6,0	19,31	14,1	— 0,401	37,8190	0,5066990	— 6	— 600	— 840	— 23	— 36	5485
13 íd.	46	15 48	711,8	5,7	19,21	13,4	— 0,401	37,2342	0,5068056	— 6	— 569	— 920	— 23	— 38	6500
13 íd.	66	16 29	711,7	5,8	19,01	13,2	— 0,401	37,7000	0,5067204	— 5	— 592	— 912	— 23	— 36	5636

Y reuniendo los valores de la duración de oscilación reducidos correspondientes á cada péndulo y calculados los promedios, se obtienen los resultados que siguen:

Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107
0,5014883	0,5015687	0,5015122	0,5015785
4877	5708	5113	5780
4890	5702	5126	5804
4873	5702	5130	5788
4906	5696	5130	5806
4885	5711	5140	5807
0,5014886	0,5015701	0,5015127	0,5015795

Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 48	Péndulo 66
0,5068508	0,5065460	0,5066481	0,5065603
8538	5470	6500	5617
8529	5470	6508	5607
8544	5478	6509	5601
8533	5477	6509	5610
8541	5485	6500	5636
0,5068532	0,5065473	0,5066501	0,5065612

ESTACIÓN DE ARBAS (Puerto de Pajares).

En la carretera de León á Oviedo, á menos de dos kilómetros de la divisoria de la Cordillera Cantábrica, sitio llamado Puerto de Pajares, se encuentra la Colegiata de Arbas, lugar elegido para las observaciones pendulares.

Observé con los péndulos 46, 47, 65 y 66. En la lámina 2.ª puede verse la disposición de los locales y de los diferentes instrumentos.

Coordenadas geográficas.

Longitud W. del meridiano de Greenwich	5° 45'
Latitud N.	43° 0',9
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	h=1.329m

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Con el anteojo de pasos Repsold se hicieron las observaciones que siguen:

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	α Delphini...	E.	+ 15 35	20 35 21,11	20 34 49,48	— 0,41	+ 32,57
	γ Cephei....	E.	+ 61 29	20 43 27,20	20 42 54,31		
	ν Cygni.....	W.	+ 40 49	20 53 44,61	20 53 12,97		
13 Julio.....	ν Aquarii...	W.	— 11 45	21 4 33,70	21 4 2,59	+ 0,22	+ 31,45
	β Aquarii...	W.	— 5 59	21 26 40,92	21 26 10,18	+ 0,34	+ 31,65
	74 Cygni.....	W.	+ 40 0	21 33 15,39	21 32 43,51		
	π^2 Cygni.....	E.	+ 48 53	21 43 23,78	21 42 50,50		
	α Aquarii...	E.	— 0 46	22 1 2,17	22 0 30,30	+ 0,27	+ 32,76
	ζ Cephei.....	E.	+ 57 45	22 7 40,26	22 7 6,52		
13 Julio.....	θ Aquarii....	E.	— 8 15	22 11 57,31	22 11 25,36	+ 0,35	+ 32,71
	τ Aquarii....	W.	— 1 51	22 16 52,84	22 16 21,32	+ 0,35	+ 31,89
	7 Lacertae....	W.	+ 49 48	22 27 29,73	22 26 57,30		

FECHAS — 1906	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
				h m s	h m s	s	s
	δ Ophiuchi...	E.	− 3° 27′	16 9 29,89	16 8 53,18	−0,06	+38,19
	τ Herculis....	E.	46 32	16 16 58,38	16 16 20,03		
	η Draconis...	W.	+61 44	16 22 45,79	16 22 7,38		
	ζ Ophiuchi...	W.	−10 23	16 32 3,99	16 31 27,77	+0,04	+37,38
	Gr. 2370.....	W.	+56 57	16 43 33,96	16 42 55,91		
14 Julio.....	κ Ophiuchi...	W.	+ 9 31	16 53 17,66	16 52 41,18	+0,04	+37,30
	η Ophiuchi...	E.	−15 37	17 5 4,57	17 4 28,04	0,00	+38,12
	π Herculis....	E.	+36 55	17 11 50,32	17 11 12,43		
	β Draconis ...	E.	+52 22	17 28 22,08	17 27 43,39		
	ξ Serpentis...	E.	−15 20	17 32 17,68	17 31 41,03	0,00	+38,22
	β Ophiuchi...	W.	+ 4 36	17 38 54,58	17 38 18,12	0,00	+37,26
	ξ Draconis ...	W.	+56 53	17 51 57,74	17 51 19,93		

Con cuyos valores, haciendo los cálculos acostumbrados, se obtienen:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (T. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (T. s.)
	h m	s	s
10 de Julio de 1906.....	21 3	+20,07	
13 id. id. (mañana).....	12 5	+32,14 ± 0,09	+4,01
13 id. id. (tarde).....	18 5	+34,95 ± 0,07	+3,29 ± 0,12
14 id. id.	17 0	+37,63 ± 0,09	+2,38 ± 0,12

Y el error medio para el conjunto de las observaciones de duración será:

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}12$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué aproximadamente:

Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66.**	Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47.**
46×10^{-7}	50×10^{-7}
48×10^{-7}	55×10^{-7}
43×10^{-7}	50×10^{-7}
46×10^{-7}	50×10^{-7}
$(46{,}0 \pm 1{,}0)\,10^{-7}$	$(51{,}0 \pm 1{,}3)\,10^{-7}$

$$\mu_h = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$$

Determinaciones de la duración de oscilación.

En la forma acostumbrada observé con los péndulos 46, 47, 65, 66, 104 y 106, obteniendo los resultados que siguen:

FECHAS — 1907	Péndulos (A).	Hora sidéreo.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
13 Julio....	47	2 55	655,6	8,1	10,65	13,8	+ 3,29	36,7224	0,5069018	— 5	— 541	— 518	+ 193	— 51	0,5068096
13 id.	65	3 36	655,6	8,2	10,70	13,6	+ 3,29	38,4128	0,5065941	— 5	— 569	— 465	+ 193	— 46	5049
13 id.	46	4 21	655,6	8,5	10,75	12,8	+ 3,29	37,8174	0,5066993	— 4	— 539	— 515	+ 193	— 51	6077
13 id.	66	5 1	655,7	8,8	10,75	13,6	+ 3,29	38,3096	0,5066121	— 5	— 561	— 516	+ 193	— 46	5186
13 id.	47	5 43	655,7	8,8	10,85	13,7	+ 3,29	36,6984	0,5069064	— 5	— 540	— 527	+ 193	— 51	0,5068134
13 id.	65	6 25	655,6	8,8	10,90	13,5	+ 3,29	38,4028	0,5065958	— 5	— 568	— 474	+ 193	— 46	5058
13 id.	46	7 8	655,7	8,8	11,00	13,7	+ 3,29	37,8038	0,5067017	— 5	— 539	— 527	+ 193	— 51	6088
13 id.	66	7 51	655,6	8,8	11,15	13,4	+ 3,29	38,2996	0,5066138	— 5	— 560	— 535	+ 193	— 46	5185
13 id.	47	9 58	655,7	9,0	10,85	13,7	+ 3,29	36,6912	0,5069078	— 5	— 540	— 527	+ 193	— 51	0,5068148
13 id.	65	10 41	655,7	9,2	10,90	13,5	+ 3,29	38,3834	0,5065992	— 5	— 568	— 474	+ 193	— 46	5092
13 id.	46	11 28	655,6	9,3	11,00	13,7	+ 3,29	37,7700	0,5067078	— 5	— 538	— 527	+ 193	— 51	6150
13 id.	66	12 12	655,6	9,4	11,15	13,4	+ 3,29	38,2610	0,5066206	— 5	— 560	— 535	+ 193	— 46	5253
13 id.	47	12 56	655,6	9,3	11,25	13,7	+ 3,29	36,6666	0,5069125	— 5	— 539	— 547	+ 193	— 51	0,5068176
13 id.	65	13 40	655,6	9,2	11,30	13,6	+ 3,29	38,3520	0,5066047	— 5	— 567	— 491	+ 193	— 46	5102
13 id.	46	14 23	655,5	9,4	11,35	14,2	+ 3,29	37,7526	0,5067109	— 5	— 538	— 544	+ 193	— 51	6164
13 id.	66	15 7	655,5	9,4	11,35	13,4	+ 3,29	38,2610	0,5066206	— 5	— 559	— 545	+ 193	— 46	5244
14 id.	47	2 50	655,5	8,6	11,50	13,4	+ 2,80	36,6790	0,5069101	— 5	— 539	— 559	+ 164	— 51	0,5068111
14 id.	65	3 34	655,5	8,8	11,55	13,8	+ 2,80	38,3734	0,5066009	— 5	— 567	— 502	+ 164	— 46	5053
14 id.	46	4 15	655,5	8,9	11,50	13,7	+ 2,80	37,7646	0,5067088	— 5	— 538	— 551	+ 164	— 51	6107
14 id.	66	5 00	655,5	9,0	11,45	13,7	+ 2,80	38,2626	0,5066203	— 5	— 559	— 549	+ 164	— 46	5208
14 id.	47	5 48	655,5	9,0	11,45	13,5	+ 2,80	36,6642	0,5069129	— 5	— 539	— 557	+ 164	— 51	0,5068141
14 id.	65	6 31	655,5	8,9	11,50	13,6	+ 2,80	38,3520	0,5066047	— 5	— 567	— 500	+ 164	— 46	5093
14 id.	46	7 17	655,5	9,0	11,55	12,8	+ 2,80	37,7660	0,5067085	— 4	— 537	— 553	+ 164	— 51	6104
14 id.	66	8 3	655,5	9,1	11,55	13,6	+ 2,80	38,2424	0,5066238	— 5	— 559	— 554	+ 164	— 46	5238

Y reuniendo los valores de las duraciones de oscilación reducidas correspondientes á cada péndulo y calculado su promedio, se obtiene:

Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)
0,5068096	0,5065049	0,5066077	0,5065186
134	058	088	185
148	092	150	253
176	102	164	244
111	053	107	208
141	093	104	238
0,5068134	0,5065074	0,5066115	0,5065219

ESTACIÓN DE VIVERO

En un local destinado á prisión por la Alcaldía de este pueblo instalé el aparato de péndulos, y en la pequeña explanada donde se encuentra la entrada al edificio y á la iglesia se colocó la barraca de observaciones astronómicas; la lámina II da idea de la instalación.

Observé con los péndulos 46-47, 65-66, 104-105 y 106-107.

Coordenadas geográficas.

Longitud (meridiano de Greenwich)	7° 35′ W
Latitud N.	43° 39′,0
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	h = 12m

Determinación del movimiento del reloj Strasser Rhode, núm. 278.

Las observaciones efectuadas figuran en el estado que sigue:

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — — (Rρ + Nv)
				h m s	h m s		
9 de Agosto..	ε Herculis....	W.	+ 31° 4′	16 56 45,30	16 57 34,28		
	η Ophiuchi...	W.	— 15 37	17 5 4,40	17 5 49,54	— 0,26	— 50,26
	π Herculis....	E.	+ 36 55	17 11 49,97	17 12 37,88		
	θ Ophiuchi...	E.	— 24 54	17 16 19,78	17 17 3,24	— 0,28	— 48,39
	ι Herculis....	E.	+ 46 4	17 36 52,07	17 37 41,25		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 37	17 38 54,44	17 39 39,94	— 0,31	— 48,54
	ξ Draconis...	W.	+ 56 54	17 51 57,21	17 52 49,88		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 1,07	17 56 47,56	— 0,33	— 49,93
	σ Herculis....	W.	+ 28 45	18 3 56,69	18 4 45,31		
	μ Sagitari.....	W.	— 21 5	18 8 14,22	18 8 58,65	— 0,33	— 50,09
10 de Agosto..	λ Aquilæ.....	W.	— 5 1	19 1 20,94	19 2 6,30	0,00	— 49,50
	χ Cygni.....	W.	+ 53 12	19 14 59,72	19 15 50,75		
	δ Aquilæ.....	E.	+ 2 56	19 20 50,69	19 21 35,38	0,00	— 47,66
	ι Cygni.....	E.	+ 51 32	19 27 24,20	19 28 12,85		

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — —(Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	19 Cygni.....	E.	+ 50 1	19 33 59,34	19 34 47,78		
	γ Aquilæ.....	E.	+ 10 23	19 41 52,44	19 42 37,75	0,00	— 47,69
	β Aquilæ.....	W.	+ 6 11	19 50 46,88	19 51 33,09	0,00	— 49,79
	ψ Cygni.....	W.	+ 52 12	19 53 16,20	19 54 7,38		
10 de Agosto.	21 Aquilæ.....	W.	— 1 6	20 6 32,63	20 7 18,52	0,00	— 49,76
	ν'seq Cygni. ..	W.	+ 46 28	20 10 44,74	20 11 34,88		
	19 Cephei.....	E.	+ 62 41	20 27 64,75	20 28 55,31		
	β Delphini...	E.	+ 14 16	20 33 13,52	20 33 58,97	0,00	— 47,60
	Gr. 2.377.....	E.	+ 56 57	16 43 33,17	16 44 21,76		
	η Ophiuchi..	E.	— 15 37	17 5 4,37	17 5 47,46	+ 0,09	— 46,92
	π Herculis...	W.	+ 36 55	17 11 49,93	17 12 38,72		
	19 Ophiuchi..	W.	— 24 54	17 16 19,75	17 17 3,71	+ 0,04	— 49,65
	β Draconis...	W.	+ 52 23	17 28 21,51	17 29 12,62		
	ξ Serpentis..	W.	— 15 20	17 32 17,53	17 33 2,39	+ 00,4	— 49,40
11 de Agosto.	ι Herculis...	E.	+ 46 4	17 36 52,02	17 37 39,42		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 37	17 38 54,41	17 39 38,82	0,00	— 47,13
	ξ Draconis ..	E.	+ 56 54	17 51 57,15	17 52 45,61		
	67 Ophiuchi..	E.	+ 2 56	17 55 61 05	17 56 45,24	0,00	— 46,79
	ο Herculis...	W.	+ 28 45	18 3 56,66	18 4 44,64		
	β Sagitarii...	W.	— 21 5	18 8 14,20	18 8 59,00	+ 0,02	— 49,36
	α² Capricorni.	E.	— 12 50	20 12 56,06	20 13 6,55	— 0,11	— 11,12
	γ Cygni.....	E.	+ 39 58	20 18 55,83	20 19 6,99		
	19 Cephei....	W.	+ 62 41	28 28 4,67	20 28 19,44		
	β Delphini...	W.	+ 14 16	20 33 13,53	20 33 26,59	+ 0,07	— 13,85
	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 18,26	20 38 32,11		
16 de Agosto.	β Aquari....	W.	— 9 50	20 42 40,87	20 42 53,70	+ 0,07	— 13,88
	ν Cygni.....	E.	+ 40 49	20 53 44,87	20 53 56,27		
	ν Aquarii....	E.	— 11 45	21 4 34,11	21 5 45,25	0,00	— 11,42
	α Equulei....	E.	+ 4 52	21 11 12,80	21 11 24,19	00,0	— 11,15
	α Cephei....	E.	+ 62 12	21 16 25,16	21 16 36,03		
	β Aquarii....	W.	— 5 59	21 26 42,14	21 26 54,91	— 0,04	— 14,26
	74 Cygni.....	W.	+ 39 60	21 33 15,81	21 33 29,95		
	ε Herculis...	W.	+ 31 4	16 56 45,16	16 56 58,72		
	η Ophiuchi..	W.	— 15 37	17 5 4,29	17 5 19,23	+ 0,26	— 13,27
	π Herculis...	E.	+ 36 55	17 11 49,82	17 12 0,70		
17 de Agosto.	19 Ophiuchi..	E.	— 24 54	17 16 19,67	17 16 32,79	+ 0,26	— 10,76
	β Draconis...	E.	+ 52 23	17 28 21,34	17 28 30,53		
	ξ Serpentii..	E.	— 15 20	17 32 17,46	17 32 30,59	+ 0,18	— 10,47
	ι Herculis...	W.	+ 46 4	17 36 51,88	17 37 4,72		
	β Ophiuchi ..	W.	+ 4 37	17 38 54,35	17 39 8,51	+ 0,18	— 13,14

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
				h m s	h m s	s	s
17 de Agosto.	ξ Draconis...	W.	+56°54′	17 51 56,97	17 52 9,52		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 0,99	17 56 15,24	+ 0,18	— 13,39
18 de Agosto.	o Herculis....	E.	+28 45	18 3 56,57	18 4 7,91		
	μ Sagittarii...	E.	—21 5	18 8 14,15	18 8 27,20	+ 0,18	— 10,78
	β Draconis...	E.	+52 23	17 28 21,31	17 28 30,61		
	ξ Serpentis...	E.	—15 20	17 32 17,45	17 32 30,18	+ 0,18	— 10,44
	ι Herculis....	W.	+46 4	17 36 51,86	17 37 3,88		
	β Ophiuchi...	W.	+ 4 37	17 38 54,33	17 39 7,82	+ 0,26	— 12,41
	π Herculis....	E.	+36 55	17 11 49,71	17 11 59,85		
	θ Ophiuchi...	E.	—24 54	17 16 19,60	17 16 31,88	— 0,06	— 9,72
22 de Agosto.	β Draconis...	W.	+52 23	17 28 21,19	17 28 32,64		
	ξ Serpentis...	W.	—15 20	17 32 17,39	17 32 31,26	— 0,06	— 12,07
	ι Herculis....	W.	+46 4	17 36 51,76	17 37 4,12		
	β Ophiuchi...	W.	+ 4 37	17 38 54,27	17 39 7,46	— 0,06	— 12,37
	ξ Draconis...	E.	+56 54	17 51 56,80	17 52 4,47		
	67 Ophiuchi...	E.	+ 2 56	17 56 0,92	17 56 12,01	— 0,04	— 8,96
	o Herculis....	E.	+28 45	18 3 56,49	18 4 6,69		
	μ Sagittarii...	E.	—21 5	18 8 14,09	18 8 25,94	— 0,04	— 9,45
	η Serpentis...	W.	— 2 55	18 16 31,65	18 16 45,20	— 0,04	— 12,51
	δ Draconis...	W.	+58 45	18 22 35,04	18 22 46,89		
23 de Agosto.	β Aquilæ.....	W.	+ 6 11	19 50 46,83	19 50 59,29	0,00	— 11,64
	γ Cygni.....	W.	+52 12	19 53 16,01	19 53 27,33		
	θ Cephei.....	E.	+62 41	20 28 4,55	20 28 11,65		
	β Delphini....	E.	+14 17	20 33 13,51	20 33 24,39	0,04	— 9,25

De estos valores se deduce en la forma conocida:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	s
9 de Agosto de 1906.....	17 5	— 49,30 ± 0,10	
10 id. id.	19 8	— 48,67 ± 0,06	+ 0,57 ± 0,12
11 id. id.	17 4	— 48,29 ± 0,07	+ 0,42 ± 0,09
16 id. id.	20 9	— 12,61 ± 0,10	
17 id. id.	17 5	— 11,93 ± 0,04	+ 0,79 ± 0,11
18 id. id.	17 5	— 11,42 ± 0,10	+ 0,51 ± 0,11
22 id. id.	17 8	— 10,76 ± 0,10	+ 0,16
23 id. id.	20 2	— 10,45 ± 0,10	+ 0,28

y el error medio para el conjunto de las observaciones será

(A) $\varepsilon_m = \pm 0{,}14$ (B) $\varepsilon_m = \pm 0{,}11$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué NW-SE 63° al W y NE-SW 27° al E.

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47** (A)	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66** (A)
50×10^{-7}	49×10^{-7}
45×10^{-7}	47×10^{-7}
44×10^{-7}	49×10^{-7}
47×10^{-7}	46×10^{-7}
$(46{,}0 \pm 1{,}4)\ 10^{-7}$	$(48{,}0 \pm 0{,}8)\ 10^{-7}$

(A) $\varepsilon_b = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$

Dirección NW-SE **Péndulos 104 y 106** (B)	Dirección NE-SW **Péndulos 105 y 107** (B)
46×10^{-7}	44×10^{-7}
44×10^{-7}	43×10^{-7}
45×10^{-7}	43×10^{-7}
43×10^{-7}	43×10^{-7}
$(45{,}0 \pm 0{,}7)\ 10^{-7}$	$(43{,}0 \pm 0{,}3)\ 10^{-7}$

(B) $\varepsilon_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$

Determinación de la duración de oscilación.

Se observaron los ocho péndulos en la forma corriente y se obtuvieron los resultados que siguen:

ESTACIÓN DE VIVERO

FECHAS — 1907	Péndulos (B).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
10 Agosto...	104	6 9	761,8	10,7	17,22	12,1	+ 0,57	168,440	0,5014886	— 4	— 633	— 828	+ 33	— 45	0,5013409
10 id. ...	105	7 34	761,8	10,9	17,42	12,8	+ 0,57	159,885	5685	— 4	— 636	— 825	+ 33	— 43	4210
10 id. ...	106	9 3	761,9	11,4	17,62	13,4	+ 0,57	165,395	5161	— 5	— 622	— 844	+ 33	— 45	3678
10 id. ...	107	12 26	762,1	12,2	18,51	13,1	+ 0,57	158,225	5850	— 5	— 624	— 876	+ 33	— 43	4335
10 id. ...	104	13 53	762,1	11,8	18,86	13,1	+ 0,57	167,405	0,5014979	— 5	— 629	— 907	+ 33	— 45	0,5013426
10 id. ...	105	15 20	762,4	11,7	19,16	12,5	+ 0,57	158,900	5783	— 4	— 632	— 908	+ 33	— 43	4229
10 id. ...	106	16 49	762,9	11,5	19,21	13,0	+ 0,57	164,490	5245	— 4	— 620	— 920	+ 33	— 45	3689
11 id. ...	107	6 37	764,2	12,2	18,17	12,8	+ 0,42	158,370	5836	— 4	— 626	— 859	+ 24	— 43	4328
11 id. ...	104	8 5	764,4	12,6	18,52	12,8	+ 0,42	167,575	0,5014963	— 4	— 631	— 891	+ 24	— 45	0,5013416
11 id. ...	105	9 30	764,3	13,0	19,26	12,9	+ 0,42	158,780	5795	— 4	— 633	— 913	+ 24	— 43	4226
11 id. ...	106	12 17	764,2	12,3	20,30	13,1	+ 0,42	163,675	5321	— 5	— 618	— 973	+ 24	— 45	3704
11 id. ...	107	13 40	764,3	12,2	20,60	13,1	+ 0,42	156,991	5975	— 5	— 621	— 974	+ 24	— 43	4356
17 id. ...	104	6 57	766,6	10,6	17,32	12,6	+ 0,79	168,790	0,5014855	— 4	— 636	— 833	+ 46	— 45	0,5013383
17 id. ...	105	8 20	766,5	11,3	17,56	13,4	+ 0,79	159,810	5683	— 5	— 629	— 832	+ 46	— 43	4210
17 id. ...	106	9 44	766,3	11,5	18,11	12,6	+ 0,79	165,335	5167	— 4	— 635	— 868	+ 46	— 45	3671
17 id. ...	107	12 37	765,4	11,1	19,06	12,2	+ 0,79	157,695	5904	— 4	— 625	— 902	+ 46	— 43	4376
17 id. ...	104	14 2	765,3	11,2	19,36	12,8	+ 0,79	167,905	0,5015015	— 4	— 631	— 931	+ 46	— 45	0,5013450
17 id. ...	105	15 26	765,1	10,8	19,55	12,5	+ 0,79	158,525	5820	— 4	— 634	— 926	+ 46	— 43	4259
17 id. ...	106	20 5	765,2	10,2	19,41	12,4	+ 0,51	164,345	5258	— 4	— 622	— 930	+ 30	— 45	3687
18 id. ...	107	7 0	763,7	11,5	18,21	12,5	+ 0,51	158,485	5824	— 4	— 626	— 861	+ 30	— 43	4320
18 id. ...	104	8 24	763,7	12,8	18,51	12,4	+ 0,51	167,620	0,5014959	— 4	— 631	— 891	+ 30	— 45	0,5013418
18 id. ...	105	9 49	763,8	13,1	19,16	12,5	+ 0,51	158,700	5803	— 4	— 633	— 908	+ 30	— 43	4245
18 id. ...	106	12 41	763,9	12,3	19,80	12,7	+ 0,51	163,905	5299	— 4	— 619	— 949	+ 30	— 45	3712
18 id. ...	107	14 3	764,0	12,6	19,85	12,8	+ 0,51	157,300	5944	— 4	— 622	— 939	+ 30	— 43	4366

ESTACIÓN DE VIVERO

FECHAS — 1907	Péndulos (A)	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación observada.
										Por la amplitud.	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del acero.	
		h m	mm	mm	°	′	″	″	″						
22 de Agosto	47	19 47	768,1	9,8	19,01	14,0	+ 0,28	36,9274	0,5068630	— 5	— 615	— 924	+ 16	— 46	0,5067056
22 id.	65	20 27	768,1	9,6	18,91	13,2	+ 0,28	38,6570	0,5065519	— 5	— 648	— 822	+ 16	— 48	4012
22 id.	46	21 1	768,0	9,6	18,81	13,7	+ 0,28	38,0530	0,5066573	— 5	— 614	— 901	+ 16	— 46	5023
22 id.	66	21 51	768,0	9,6	18,81	12,9	+ 0,28	38,5658	0,5065676	— 4	— 639	— 903	+ 16	— 48	4098
22 id.	47	22 32	768,0	9,6	18,76	13,7	+ 0,28	36,9288	0,5068627	— 5	— 616	— 912	+ 16	— 46	0,5067064
23 id.	65	5 29	767,7	10,3	18,41	12,8	+ 0,28	38,6808	0,5065478	— 4	— 648	— 800	+ 16	— 48	3994
23 id.	46	6 11	767,7	10,3	18,36	13,5	+ 0,28	38,0732	0,5066537	— 5	— 615	— 879	+ 16	— 46	5008
23 id.	66	6 52	767,7	10,3	18,36	12,8	+ 0,28	38,5812	0,5065649	— 4	— 639	— 881	+ 16	— 48	4093
23 id.	47	7 33	767,9	10,3	18,41	13,1	+ 0,28	36,9492	0,5068589	— 5	— 616	— 895	+ 16	— 46	0,5067043
23 id.	65	8 14	767,9	10,1	18,51	13,4	+ 0,28	38,6660	0,5065503	— 5	— 648	— 805	+ 16	— 48	4013
23 id.	46	9 1	767,8	9,7	18,66	13,1	+ 0,28	38,0470	0,5066583	— 5	— 614	— 894	+ 16	— 46	5040
23 id.	66	9 41	767,7	9,9	18,71	12,5	+ 0,28	38,5678	0,5065672	— 4	— 639	— 898	+ 16	— 48	4099
23 id.	47	10 23	767,7	9,7	18,66	13,6	+ 0,28	36,9414	0,5068603	— 5	— 615	— 907	+ 16	— 46	0,5067046
23 id.	65	12 42	767,2	9,8	18,66	13,4	+ 0,28	38,6664	0,5065503	— 5	— 647	— 811	+ 16	— 48	4008
23 id.	46	13 24	767,0	10,0	18,76	13,5	+ 0,28	38,0452	0,5066586	— 5	— 613	— 899	+ 16	— 46	5039
23 id.	66	14 00	766,9	10,2	18,86	13,3	+ 0,28	38,5674	0,5065673	— 5	— 637	— 905	+ 16	— 48	4094
23 id.	47	14 47	767,7	10,3	18,86	13,7	+ 0,28	36,9300	0,5068625	— 5	— 615	— 917	+ 16	— 46	0,5067058
23 id.	65	15 30	766,5	10,3	18,86	13,3	+ 0,28	38,6572	0,5065518	— 5	— 646	— 820	+ 16	— 48	4015
23 id.	46	16 12	766,5	10,3	18,71	13,5	+ 0,28	38,0520	0,5066574	— 5	— 613	— 896	+ 16	— 46	5030
23 id.	66	16 55	766,5	10,0	18,71	13,4	+ 0,28	38,5654	0,5065676	— 5	— 637	— 898	+ 16	— 48	4104

Y reunidos los valores de las duraciones de oscilación reducidos y calculados los promedios se obtiene:

Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107
0,5013409	0,5014210	0,5013678	0,5014335
3426	4229	3689	4328
3416	4226	3704	4356
3383	4210	3671	4376
3450	4259	3687	4320
3418	4245	3712	4366
0,5013417	0,5014230	0,5013690	0,5014347

Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
0,5067056	0,5064012	0,5065023	0,5064098
64	3994	08	4093
43	4013	40	4099
46	4008	39	4094
58	4015	30	4104
0,5067053	0,5064008	0,5065028	0,5064098

ESTACIÓN DE CAMPOSANCOS

En el Colegio del Apóstol Santiago, dirigido por Padres de la Compañía de Jesús, efectué las observaciones pendulares.

La lámina II da idea de la colocación de los instrumentos y del edificio.

Observé con los péndulos 46-47 y 65-66.

Coordenadas geográficas.

Longitud (meridiano de Greenwich)	8° 49', W
Latitud N.	41° 58'2.
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	h = 9m

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Con el anteojo de pasos Repsold se hicieron las observaciones que siguen:

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\delta + N_\nu)$
			° ' "	h m s	h m s	s	s
6 Septiembre.	ε Aquarii	E.	— 9 50	20 42 40,83	20 41 38,10	— 0,17	+ 59,93
	ν Cygni	E.	+ 40 49	20 53 44,72	20 52 44,90		
	α Equuley	W.	+ 4 52	21 11 12,79	21 10 12,08	+ 0,21	+ 57,65
	α Cephei	W.	+ 62 12	21 16 24,91	21 15 30,53		
	β Aquarii	W.	— 5 59	21 26 42,17	21 25 40,89	+ 0,26	+ 57,26
	74 Cigny	W.	+ 39 60	21 33 15,78	21 32 18,05		
	π^2 Cigny	E.	+ 48 53	21 43 24,21	21 42 25,07		
	α Aquarii	E.	— 0 46	22 1 2,83	22 0 0,77	+ 0,19	+ 59,56
	θ Pegasi	E.	+ 5 45	22 5 32,90	22 4 31,17	+ 0,19	+ 59,30
	ζ Cephei	E.	+ 57 45	22 7 40,91	22 6 43,33		
	θ Aquarii	W.	— 8 15	22 11 58,04	22 10 56,48	+ 0,21	+ 57,78
	β Lacertæ	W.	+ 51 46	22 19 57,14	22 19 0,41		

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
7 Septiembre.	ε Cygni....	W.	+51 32	19 27 23,62	19 26 27,54		
	γ Aquilæ....	W.	+10 23	19 41 52,24	19 40 51,65	—0,26	+57,87
	ψ Cygni.....	E.	+52 12	19 53 15,69	19 52 17,70		
	θ Aquilæ....	E.	— 1 06	20 6 32,50	20 5 30,17	—0,21	+59,50
	σ'seq. Cygni..	E.	+46 28	20 10 44,39	20 9 45,80		
	α^2 Capricorni.	E.	—12 50	20 12 55,95	20 11 52,95	—0,23	+59,35
	θ Cephei....	W.	+62 41	20 28 4,17	20 27 10,43		
	β Delphini...	W.	+14 17	20 33 13,42	20 32 13,09	—0,26	+58,09
	ψ Cygni.....	E.	+52 12	19 53 15,66	19 52 17,23		
	θ Aquilæ.....	E.	— 1 6	20 6 32,49	20 5 34,22	—0,43	+58,81
	σ^1 Cygni.....	W.	+46 28	20 10 44,37	20 9 47,08		
	α^2 Capricorni.	W.	—12 50	20 12 55,94	20 11 58,12	—0,38	+57,74
	θ Cephei.....	W.	+62 41	20 28 4,14	20 27 7,15		
8 Septiembre.	β Delphini..	W.	+14 17	20 33 13,41	20 32 15,59	—0,40	+57,90
	α Cygni.....	E.	+44 57	20 38 18,01	20 37 19,41		
	ι Aquarii....	E.	— 9 50	20 42 40,81	20 41 42,39	—0,47	+59,05
	ν Cygni.....	E.	+40 49	20 53 44,69	20 52 46,18		
	ν Aquarii....	E.	—11 45	21 4 34,09	21 3 35,85	—0,47	+58,99
	α Equiley....	W.	+ 4 52	21 11 12,78	21 10 15,08	—0,34	+57,63
	α Cephei....	W.	+62 12	21 16 24,87	21 15 28,07		

Con los anteriores datos se calcularon los estados y movimientos que siguen:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	s
6 de Septiembre de 1906..	21 5	+58,59 ± 0,15	+0,54
7 íd. íd.	20 0	+58,70 ± 0,07	+0,12 ± 0,17
8 íd. íd.	20 6	+58,37 ± 0,06	—0,32 ± 0,09

Los errores medios para el conjunto de observaciones serán:

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}13$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué aproximadamente:

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47**	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66**
63×10^{-7}	43×10^{-7}
59×10^{-7}	43×10^{-7}
57×10^{-7}	42×10^{-7}
48×10^{-7}	44×10^{-7}
$(34{,}0 \pm 0{,}4)\ 10^{-7}$	$(32{,}0 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

$$p_b = \pm 1{,}6$$

Determinación de la duración de la oscilación.

Observé con los péndulos 46-47 y 65-66, con el resultado que sigue:

ESTACIÓN DE CAMPOSANCOS

FECHAS — 1907	Péndulos (A).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
7 de Sepbre.	47	10 14	761,9	17,5	21,01	13,3	+ 0,12	36,6316	0,5069192	— 5	— 604	— 1021	+ 7	— 57	0,5067512
7 id.	65	10 55	761,9	17,5	21,16	13,3	+ 0,12	38,3512	0,5066048	— 5	— 635	— 920	+ 7	— 43	0,5064452
7 id.	46	14 31	761,9	17,5	21,46	13,3	+ 0,12	37,7258	0,5067158	— 5	— 602	— 1028	+ 7	— 57	0,5065473
7 id.	66	15 15	761,9	17,4	21,51	13,4	+ 0,12	38,2264	0,5066267	— 5	— 625	— 1032	+ 7	— 43	0,5064569
7 id.	47	15 56	761,9	17,4	21,51	13,4	+ 0,12	36,6262	0,5069202	— 5	— 603	— 1046	+ 7	— 57	0,5067498
7 id.	65	16 37	761,9	17,4	21,56	13,2	+ 0,12	38,3420	0,5066064	— 5	— 634	— 937	+ 7	— 43	0,5064452
7 id.	46	17 21	762,0	17,4	21,61	13,5	+ 0,12	37,7316	0,5067147	— 5	— 601	— 1035	+ 7	— 57	0,5065456
7 id.	65	18 04	762,2	17,4	21,61	13,1	+ 0,12	38,2252	0,5066269	— 5	— 625	— 1037	+ 7	— 43	0,5064566
8 id.	47	7 33	762,5	17,1	21,21	12,8	— 0,32	36,6370	0,5069181	— 4	— 604	— 1031	— 19	— 57	0,5067466
8 id.	65	8 14	762,6	17,3	21,21	13,5	— 0,32	38,3410	0,5066066	— 5	— 636	— 922	— 19	— 43	0,5064441
8 id.	46	8 56	762,8	17,4	21,21	13,2	— 0,32	37,7322	0,5067146	— 5	— 603	— 1016	— 19	— 57	0,5065446
8 id.	65	9 38	763,7	17,4	21,26	13,4	— 0,32	38,2284	0,5066263	— 5	— 627	— 1020	— 19	— 43	0,5064549
8 id.	47	10 19	764,4	17,4	21,31	13,5	— 0,32	36,6230	0,5069208	— 5	— 605	— 1036	— 19	— 57	0,5067486
8 id.	65	11 02	764,4	17,4	21,31	13,6	— 0,32	38,3238	0,5066085	— 5	— 637	— 926	— 19	— 43	0,5064455
8 id.	46	14 10	764,1	17,5	21,56	13,5	— 0,32	37,7162	0,5067175	— 5	— 603	— 1033	— 19	— 57	0,5065458
8 id.	66	14 51	764,1	17,6	21,66	13,0	— 0,32	38,2192	0,5066279	— 5	— 627	— 1039	— 19	— 43	0,5064546
8 id.	47	15 32	764,1	17,8	21,71	13,3	— 0,32	36,6150	0,5069223	— 5	— 604	— 1055	— 19	— 57	0,5067483
8 id.	65	16 12	764,1	18,0	21,71	13,1	— 0,32	38,3218	0,5066099	— 5	— 636	— 944	— 19	— 43	0,5064452
8 id.	46	16 53	764,2	18,0	21,71	13,6	— 0,32	37,7148	0,5067178	— 5	— 603	— 1040	— 19	— 57	0,5065454
8 id.	66	17 37	764,2	18,0	21,71	13,3	— 0,32	38,2196	0,5066279	— 5	— 627	— 1042	— 19	— 43	0,5064543

Y reunidos los valores de las duraciones de oscilación reducidos y calculados los promedios se obtiene:

Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
0,5067512	0,5064452	0,5065473	0,5064569
498	52	56	66
466	41	46	49
486	55	58	46
483	52	54	43
0,5067489	0,5064450	0,5065457	0,5064555

ESTACIÓN DE VILLAGARCÍA

Se instaló el aparato de péndulos en un salón de la planta baja de la Casa Consistorial.

La lámina II da idea del conjunto de la disposición de los instrumentos y del edificio. Observé con los péndulos 46-47, 65-66.

Coordenadas geográficas.

Longitud (meridiano de Greenwich)	8° 45' W
Latitud N	42° 36',1
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	h = 11m

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Con el anteojo de pasos Repsold se hicieron las observaciones que siguen:

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rφ + Nv
			° '	h m s	h m s	s	s
26 Septiembre	β Aquarii....	E.	− 5 59	21 26 42,05	21 26 44,84	−0,17	−4,40
	π^2 Cygni.....	E.	+ 48 53	21 43 23,96	21 43 28,92		
	α Aquarii....	W.	− 0 46	22 1 2,77	22 1 4,92	−0,09	−3,22
	ζ Cephei....	W.	+ 57 45	22 7 40,64	22 7 44,79		
	γ Aquarii....	W.	− 1 51	22 16 53,54	22 16 55,83	−0,09	−3,13
	3 Lacertæ...	W.	+ 51 46	22 19 56,97	22 20 0,54		
	7 Lacertæ...	E.	+ 49 49	22 27 30,39	22 27 35,17		
	η Aquarii....	E.	− 0 36	22 30 37,04	22 30 40,15	−0,17	−4,24
27 Septiembre	θ Aquilæ....	E.	− 1 6	20 6 32,25	20 6 36,90	+0,22	−6,06
	ω seq. Cygni..	E.	+ 46 28	20 10 43,92	20 10 49,92		
	δ Cephei.....	W.	+ 62 41	20 28 3,46	20 28 8,35		
	β Delphini...	W.	+ 14 17	20 33 13,17	20 33 17,44	+0,43	−4,95

FECHAS 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
				h m s	h m s		
27 Septiembre	ν Cygni....	W.	+ 40 49	20 53 44,38	20 53 48,83	s	s
	ν Aquarii....	W.	— 11 45	21 4 33,94	21 4 37,82	+ 0,64	— 5,12
	α Equulei....	E.	+ 4 52	21 11 12,62	21 11 17,42	+ 0,19	— 5,85
	α Cephei....	E.	+ 62 12	21 16 24,35	21 16 31,01		
	β Aquarii....	E.	— 5 59	21 26 42,03	21 26 48,68	0,00	— 7,90
	74 Cygni.....	E.	+ 40 00	21 33 15,52	21 33 23,32		
28 Septiembre	π^2 Cygni.....	W.	+ 48 53	21 43 23,92	21 43 30,64		
	α Aquarii....	W.	— 0 46	22 1 2,75	22 1 8,72	+ 0,32	— 6,89
	ϑ Pegasi.....	W.	+ 5 45	22 5 32,82	22 5 39,11	+ 0,22	— 6,91
	ζ Cephei....	W.	+ 57 45	22 7 40,60	21 7 47,61		
	7 Lacertæ....	E.	+ 49 49	22 27 30,37	22 27 38,55		
	η Aquarii....	E.	— 0 36	22 30 37,03	22 30 44,00	+ 0,09	— 8,01

Con los anteriores datos se calcularon los estados y movimientos que siguen:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	s
26 de Septiembre de 1907.....	22 0	— 3,74 ± 0,08	
27 id. id.	20 7	— 5,50 ± 0,09	— 1,86 ± 0,12
28 id. id.	22 0	— 7,46 ± 0,02	— 1,86 ± 0,09

El error medio para el conjunto de las observaciones será:

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}10$$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué aproximadamente:

DIRECCIÓN E-W

Péndulos 65 y 66.

62×10^{-7}
61×10^{-7}
61×10^{-7}
62×10^{-7}

$(61{,}0 \pm 0{,}4)\ 10^{-7}$

DIRECCIÓN N-S

Péndulos 46 y 47.

47×10^{-7}
42×10^{-7}
44×10^{-7}
43×10^{-7}

$(44{,}0 \pm 1{,}04)\ 10^{-7}$

$$\mu_b = \pm 0{,}7$$

Determinaciones de la duración de oscilación.

La observación de los péndulos 46-47, 65-66, dió los resultados que siguen:

ESTACIÓN DE VILLAGARCÍA

FECHAS — 1907	Pendulos (A).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación observada.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
27 Sepbre...	47	11 12	754,8	12,6	18,71	13,7	—1,86	36,6976	0,5069065	— 5	—604	—909	—109	— 44	0,5067394
27 id. ...	65	11 55	754,8	12,6	18,71	13,8	—1,86	38,4044	0,5065955	— 5	—636	—814	—109	— 61	4330
27 id. ...	46	15 32	754,7	12,4	19.11	13,4	—1,86	37,8000	0,5067024	— 5	—602	—915	—109	— 44	5349
27 id. ...	66	16 18	754,6	12,3	19,16	13,1	—1,86	38,2788	0,5066175	— 5	—626	—919	—109	— 61	4455
27 id ...	47	17 4	754,5	12,3	19,26	13,4	—1,86	36,6746	0,5069109	— 5	—603	—936	—109	— 44	0,5067412
27 id. ...	65	17 48	754,5	12,2	19,36	13,1	—1,86	38,3742	0,5066008	— 5	—634	—842	—109	— 61	4357
27 id. ...	46	18 32	754,5	12,2	19,41	13,1	—1,86	37,8002	0,5067024	— 5	—601	—930	—109	— 44	5335
27 id. ...	66	19 13	754,7	12,2	19,36	13,3	—1,86	38,2798	0,5066173	— 5	—626	—929	—109	— 61	4443
28 id. ...	47	8 24	752,8	11,4	18,31	13,6	—1,86	36,7154	0,5069031	— 5	—604	—890	—109	— 44	0,5067379
28 id. ...	65	9 6	752,9	11,4	18,31	13,6	—1,86	38,4252	0,5065919	— 5	—635	—796	—109	— 61	4313
28 id. ...	46	9 48	752,9	11,4	18,31	13,2	—1,86	37,8098	0,5067007	— 5	—603	—877	—109	— 44	5369
28 id. ...	66	10 31	752,9	11,4	18,31	13,2	—1,86	38,3134	0,5066114	— 5	—627	—879	—109	— 61	4433
28 id. ...	47	11 12	752,9	11,4	18,31	13,6	—1,86	36,7118	0,5069038	— 5	—604	—890	—109	— 44	0,5067386
28 id. ...	65	11 53	752,9	11,4	18,36	13,5	—1,86	38,4110	0,5065944	— 5	—635	—798	—109	— 61	4336
28 id. ...	46	15 25	752,4	12,3	18,61	13,5	—1,86	37,8230	0,5066983	— 5	—601	—891	—109	— 44	5333
28 id. ...	66	16 12	752,4	12,6	18,66	13,1	—1,86	38,2936	0,5066149	— 5	—625	—895	—109	— 61	4454

Y reunidos los valores de las duraciones de oscilación reducidas y calculados los promedios resultó:

Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
0,5067394	0,5064330	0,5065349	0,5064455
7412	4357	5335	4443
7379	4313	5369	4433
7386	4336	5333	4454
0,5067393	0,5064334	0,5065346	0,5064446

ESTACIÓN DE LA CORUÑA

En un almacén destinado á envases de municiones de fusil en el Parque de Artillería efectué las observaciones, instalando el aparato de péndulos sobre los cimientos del mismo pilar utilizado por los Geodestas D. Príamo Cebrián y D. Antonio Los Arcos para llevar á cabo su determinación absoluta de la intensidad de la gravedad. (Tomo XI de las *Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico).*

La lámina II da idea del conjunto de la instalación y del local de observación. Observé en los péndulos 46-47, 65-66, 104-105, 106-107.

Coordenadas geográficas.

Longitud W. del meridiano de Greenwich	8° 24'
Latitud N.	43° 22',0
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	h = 15m

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Con el anteojo de pasos Repsold hice las observaciones siguientes:

FECHAS 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rφ + Nv)
				h m s	h m s	s	s
18 de Octubre	π^2 Cygni.....	E.	+ 48° 53'	21 43 23,48	21 44 3,62		
	α Aquarii....	E.	— 0 46	22 1 2,55	22 1 45,90	— 0,04	— 40,65
	β Pegasi.....	W.	+ 5 45	22 5 32,62	22 6 16,52	— 0,17	— 42,01
	ζ Cephei....	W.	+ 57 45	22 7 40,11	22 8 20,99		
	β Aquarii....	W.	— 8 15	22 11 57,79	22 12 42,31	— 0,17	— 42,16
	3 Lacertæ...	W.	+ 51 46	22 19 56,58	22 20 38,26		
	7 Lacertæ...	E.	+ 49 49	22 27 30,04	22 28 9,82		
	γ Aquarii....	E.	— 0 36	22 30 36,89	22 31 20,30	— 0,09	— 40,42
20 de Octubre	α Aquilæ....	W.	+ 8 38	19 46 16,05	19 47 11,54	+ 0,26	— 54,59
	½ Cygni.....	W.	+ 52 12	19 53 14,34	19 54 8,18		
	β Aquilæ....	E.	— 1 6	20 6 31,87	20 7 26,79	+ 0,26	— 52,84
	o'seq. Cygni..	E.	+ 46 28	20 10 43,27	20 11 35,59		
	α^2 Capricorni.	E.	— 12 50	20 12 55,34	20 13 50,59	+ 0,26	— 52,95
	γ Cygni.....	E.	+ 39 58	20 18 54,64	20 19 47,56		

FECHAS — 1907	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − −(Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	m s
20 de Octubre.	β Cephei....	W.	+ 62 41	20 28 2,44	20 28 55,27		
	β Delphini..	W.	+ 14 17	20 33 12,80	20 34 8,38	+ 0,26	— 0 54,72
	β Aquilæ....	W.	— 1 6	20 6 31,86	20 7 33,65	+ 0,17	— 1 1,19
	σ'seq Cygni...	W.	+ 46 28	20 10 43,24	20 11 44,18		
	α^2 Capricorni	W.	— 12 50	20 12 55,32	20 13 57,32	+ 0,17	— 1 1,38
	τ Cygni.....	W.	+ 39 58	20 18 54,62	20 19 55,90		
21 de Octubre.	β Cephei....	E.	+ 62 41	20 28 2,39	20 28 58,93		
	β Delphini...	E.	+ 14 17	20 33 12,78	20 34 12,78	+ 0,04	— 0 58,62
	α Cigni.....	E.	+ 44 57	20 38 17,01	20 39 15,66		
	ε Aquarii....	E.	— 9 50	20 42 40,26	20 43 41,17	+ 0,04	— 0 58,78
	α Aquilæ....	E.	+ 8 38	19 46 16,01	19 47 22,32	+ 0,09	— 1 5,06
	ϕ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 14,27	19 54 18,66		
	β Aquilæ....	W.	— 1 6	20 6 31,84	20 7 40,13	+ 0,09	— 1 7,81
	τ Cygni.....	W.	+ 39 58	20 18 54,59	20 20 2,37		
22 de Octubre.	β Cephei....	W.	+ 62 41	20 28 2,34	20 20 9,45		
	β Delphini...	W.	+ 14 17	20 33 12,76	20 34 20,87	+ 0,09	— 1 7,79
	α Cygni.....	E.	+ 44 57	20 38 16,98	20 39 21,95		
	ε Aquarii....	E.	— 9 50	20 42 40,24	20 43 47,17	+ 0,09	— 1 5,14
	α Aquilæ....	E.	+ 8 38	19 46 16,00	19 47 28,91	+ 0,04	— 1 11,66
	ϕ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 14,24	19 54 25,31		
	β Cephei....	W.	+ 62 41	20 28 2,30	20 29 15,61		
	β Delphini...	W.	+ 14 17	20 33 12,75	20 34 27,06	+ 0,22	— 1 14,12
23 de Octubre.	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 16,96	20 39 30,74		
	ε Aquarii....	W.	— 9 50	20 42 40,22	20 43 55,25	+ 0,22	— 1 14,05
	ν Cygni.....	E.	+ 40 49	20 53 43,80	20 54 55,58		
	χ Aquarii....	E.	— 11 45	21 4 33,57	21 5 47,00	+ 0,15	— 1 11,80
	ϕ Cygni.....	E.	+ 52 12	19 53 14,20	19 54 32,02		
	β Aquilæ....	E.	— 1 6	20 6 31,81	20 7 51,54	0,00	— 1 18,32
24 de Octubre.	β Cephei....	W.	+ 62 41	20 28 2,25	20 29 21,63		
	β Delphini...	W.	+ 14 17	20 33 12,73	20 34 33,51	— 0,02	— 1 20,19
	α Cygni.....	W.	+ 44 57	20 38 16,93	20 39 37,04		
	ε Aquarii....	W.	— 9 50	20 42 40,21	20 44 1,48	— 0,02	— 1 20,14
	κ Piscium....	E.	+ 0 45	23 22 12,24	23 24 7,94	— 0,09	— 1 39,26
	ι Andromedæ	E.	+ 42 46	23 33 37,13	23 35 16,80		
	ω Piscium....	W.	+ 6 21	23 54 34,58	23 56 16,78	+ 0,04	— 1 41,82
27 de Octubre.	β Cassiopejæ	W.	+ 58 39	0 4 16,35	0 5 57,78		
	ι Ceti.....	W.	— 9 20	0 14 43,87	0 16 26,66	+ 0,04	— 1 41,90
	ξ Cassiopejæ	W.	+ 53 23	0 31 50,73	0 33 32,24		
	α Cassiopejæ	E.	+ 56 2	0 35 17,27	0 36 55,28		
	β Ceti.....	E.	— 18 30	0 38 57,87	0 40 39,38	0,00	— 1 39,06

Con los datos anteriores se calcularon los estados y movimientos siguientes:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.)
	h m	s	
18 de Octubre de 1907.	22 1	— 41,28 ± 0,07	
20 id. id.	20 2	— 53,75 ± 0,03	s — 6,50 ± 0,08
21 id. id.	20 4	m — 1 0,05 ± 0,06	— 6,25 ± 0,07
22 id. id.	20 2	— 1 6,43 ± 0,08	— 6,43 ± 0,10
23 id. id.	20 4	— 1 12,87 ± 0,07	— 6,39 ± 0,11
24 id. id.	20 3	— 1 19,25 ± 0,02	— 6,40 ± 0,08
27 id. id.	24 0	— 1 40,45 ± 0,09	— 6,72 ± 0,09

Los errores medios para el conjunto de las observaciones serán:

Péndulos 46, 47, 65 y 66..... $\varepsilon_m = \pm 0{,}07$
Idem 105, 106, 107 y 108..... $\varepsilon_m = \pm 0{,}09$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué para los péndulos 46 y 47, 104 y 106 la N-S, 15° al W, y para los 65 y 66, 105 y 107 la E-W, 15° al N.

DIRECCIÓN N-S

Péndulos 46 y 47

50×10^{-7}
45×10^{-7}
46×10^{-7}
45×10^{-7}

$(47{,}0 \pm 1{,}2)\ 10^{-7}$

DIRECCIÓN E-W

Péndulos 65 y 66

38×10^{-7}
36×10^{-7}
37×10^{-7}
36×10^{-7}

$(37{,}0 \pm 0{,}5)\ 10^{-7}$

$\varepsilon_h = \pm 0{,}7$

Péndulos 104 y 106

31×10^{-7}
32×10^{-7}
31×10^{-7}
31×10^{-7}

$(31{,}0 \pm 0{,}3)\ 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107

43×10^{-7}
40×10^{-7}
40×10^{-7}
39×10^{-7}

$(40{,}0 \pm 0{,}9)\ 10^{-7}$

$\varepsilon_h = \pm 0{,}5$

FECHAS — 1907	Péndulos (A).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del aceite.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
19 Octubre.	47	9 54	753,1	10,2	14,63	13,7	— 6,50	36,7620	0,5068943	— 5	— 612	— 711	— 381	— 47	0,5067187
19 íd.	65	10 35	753,1	10,2	14,63	13,5	— 6,50	38,4687	5844	— 5	— 644	— 636	— 381	— 37	4141
19 íd.	46	11 17	753,1	10,2	14,63	13,6	— 6,50	37,8694	6900	— 5	— 611	— 701	— 381	— 47	5155
19 íd.	66	12 2	753,9	10,2	14,63	13,3	— 6,50	38,3802	5998	— 5	— 635	— 702	— 381	— 37	4238
19 íd.	47	12 44	752,7	10,4	14,63	13,7	— 6,50	36,7582	0,5068950	— 5	— 612	— 711	— 381	— 47	0,5067194
19 íd.	65	13 25	751,8	10,8	14,68	13,4	— 6,50	38,4794	5825	— 5	— 643	— 638	— 381	— 37	4121
19 íd.	46	14 10	750,9	10,8	14,73	13,0	— 6,50	37,8776	6885	— 5	— 609	— 706	— 381	— 47	5137
19 íd.	66	19 40	747,6	10,1	14,73	12,9	— 6,50	38,3744	6008	— 4	— 630	— 707	— 381	— 37	4249
20 íd.	47	10 46	754,0	10,1	14,34	13,5	— 6,50	36,7766	0,5068915	— 5	— 613	— 697	— 381	— 47	0,5067172
20 íd.	65	11 27	754,5	10,1	14,34	13,2	— 6,50	38,4844	5816	— 5	— 646	— 623	— 381	— 37	4124
20 íd.	46	12 8	754,8	10,2	14,34	13,3	— 6,50	37,8958	6852	— 5	— 613	— 687	— 381	— 47	5119
20 íd.	66	12 51	754,9	10,4	14,34	12,9	— 6,50	38,3848	5990	— 4	— 637	— 688	— 381	— 37	4243
20 íd.	74	13 32	754,9	10,4	14,34	13,4	— 6,50	36,7746	0,5068919	— 5	— 614	— 697	— 381	— 47	0,5067175
20 íd.	65	14 14	755,0	10,4	14,34	13,1	— 6,50	38,4900	5807	— 5	— 646	— 623	— 381	— 37	4115
20 íd.	46	17 53	755,5	10,2	14,63	13,1	— 6,50	37,8746	6890	— 5	— 613	— 701	— 381	— 47	5143
20 íd.	66	18 34	755,6	10,2	14,63	13,4	— 6,50	38,3696	6016	— 5	— 637	— 702	— 381	— 37	4254
21 íd.	74	9 36	758,8	9,9	14,24	13,5	— 6,25	36,7722	0,5068923	— 5	— 617	— 692	— 367	— 47	0,5067195
21 íd.	65	10 17	759,0	9,8	14,24	13,2	— 6,25	38,4936	5801	— 5	— 650	— 619	— 367	— 37	4123
21 íd.	46	10 58	759,1	9,8	14,24	13,1	— 6,25	37,8888	6865	— 5	— 617	— 682	— 367	— 47	5147
21 íd.	66	11 41	759,4	9,8	14,24	13,3	— 6,25	38,3870	5986	— 5	— 641	— 683	— 367	— 37	4252
21 íd.	47	12 22	759,6	9,8	14,24	13,6	— 6,25	36,7752	0,5068918	— 5	— 618	— 692	— 367	— 47	0,5067189
21 íd.	65	13 3	759,7	9,9	14,24	13,1	— 6,25	38,4926	5802	— 5	— 651	— 619	— 367	— 37	4123
21 íd.	46	13 45	759,7	9,9	14,24	13,1	— 6,25	37,8854	6871	— 5	— 617	— 682	— 367	— 47	5153
21 íd.	66	19 25	761,1	10,4	14,24	13,1	— 6,25	38,3814	5995	— 5	— 642	— 688	— 367	— 37	4256

FECHAS — 1907	Péndulos (B).	Hora sidéreo.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c	A tiempo sidéreo.	Por balance del escén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
23 Octubre.	104	10 29	765,7	10,3	14,44	11,5	— 6,39	163,370	0,5015350	— 7	— 642	— 695	— 371	— 31	0,5013604
23 id.	105	11 55	765,7	10,3	14,44	11,2	— 6,39	155,770	0,5016101	— 6	— 646	— 684	— 371	— 40	4354
23 id.	106	13 17	765,7	10,2	14,49	11,9	— 6,39	161,250	0,5015552	— 7	— 633	— 694	— 371	— 31	3816
23 id.	107	17 56	765,6	10,3	14,44	11,8	— 6,39	154,775	0,5016205	— 7	— 636	— 683	— 371	— 40	4408
24 id.	104	10 38	766,3	9,8	14,14	11,4	— 6,40	163,340	0,5015353	— 7	— 643	— 680	— 372	— 31	0,5013620
24 id.	105	12 7	766,5	9,8	14,09	11,9	— 6,40	155,755	0,5016103	— 7	— 648	— 668	— 372	— 40	4368
24 id.	106	17 23	766,2	9,8	14,14	11,7	— 6,40	161,295	0,5015548	— 7	— 634	— 677	— 372	— 31	3827
24 id.	107	18 46	766,2	9,8	14,19	11,7	— 6,40	154,700	0,5016213	— 7	— 637	— 671	— 372	— 40	4485
25 id.	104	10 49	765,3	9,6	13,74	11,8	— 6,72	163,460	0,5015341	— 7	— 644	— 661	— 390	— 31	0,5013608
25 id.	105	12 12	765,4	9,6	13,69	11,9	— 6,72	155,800	0,5016098	— 7	— 648	— 649	— 390	— 40	4364
25 id.	106	13 40	764,4	9,9	13,69	11,7	— 6,72	161,290	0,5015548	— 7	— 633	— 656	— 390	— 31	3831
25 id.	107	18 53	764,4	10,0	13,84	11,6	— 6,72	154,850	0,5016197	— 7	— 636	— 655	— 390	— 40	4469
26 id.	104	11 26	764,5	10,1	13,74	11,3	— 6,72	163,365	0,5015350	— 6	— 643	— 661	— 390	— 31	0,5013619
26 id.	105	12 47	764,8	10,1	13,74	11,9	— 6,72	155,740	0,5016104	— 7	— 647	— 651	— 390	— 40	4369
26 id.	106	14 11	764,7	10,1	13,74	11,9	— 6,72	161,210	0,5015556	— 7	— 634	— 658	— 390	— 31	3836
26 id.	107	18 53	764,7	10,0	13,79	12,2	— 6,72	154,745	0,5016208	— 7	— 637	— 652	— 390	— 40	4482
27 id.	104	11 32	762,7	9,9	13,89	11,7	— 6,72	163,175	0,5015368	— 7	— 641	— 668	— 390	— 31	0,5013631
27 id.	105	12 59	762,0	10,0	13,84	11,9	— 6,72	155,670	0,5016111	— 7	— 644	— 656	— 390	— 40	4374
27 id.	106	14 22	761,3	10,0	13,79	11,6	— 6,72	161,200	0,5015557	— 7	— 631	— 661	— 390	— 31	3837
27 id.	107	15 47	760,8	10,1	13,74	11,9	— 6,72	154,700	0,5016213	— 7	— 633	— 650	— 390	— 40	4493

Y reunidos los valores de las duraciones de oscilación reducidas y calculados los promedios se obtuvo

Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
0,5067187	0,5064141	0,5065155	0,5064238
7194	4121	5137	4249
7172	4124	5119	4243
7175	4115	5143	4254
7195	4123	5147	4252
7189	4123	5153	4256
0,5067185	0,5064124	0,5065142	0,5064249

Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107
0,5013604	0,5014354	0,5013816	0,5014468
3620	4368	3827	4485
3608	4364	3831	4469
3619	4369	3836	4482
3631	4374	3837	4493
0,5013616	0,5014366	0,5013829	0,5014479

ESTACIÓN DE MADRID II (llegada).

En el mismo pilar que á la salida se hicieron las observaciones pendulares á la vuelta de nuestra campaña de 1907, y del mismo modo que entonces, se determinó el movimiento del reloj Strasser Rhode, núm. 278, es decir, por comparación cronográfica con el reloj magistral del Observatorio Astronómico de Madrid, obteniéndose los resultados que siguen:

DÍAS CIVILES	Instante medio de la observación (t. s.).	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas (t. s.).
	h m	m s	
17 Diciembre de 1907.....	13 51	— 0 0,597	
18 íd. íd.	14 15	+ 0 0,660	+ 1,236 ± 0,04
19 íd. íd.	14 32	+ 0 1,849	+ 1,174 ± 0,04
20 íd. íd.	14 5	+ 0 3,001	+ 1,174 ± 0,03
21 íd. íd.	15 20	+ 0 4,278	+ 1,214 ± 0,02
31 Enero de 1908.....	16 45	+ 1 25,014	
1.° Febrero íd.	16 58	+ 1 27,313	+ 2,280 ± 0,03
2 íd. íd.	17 7	+ 1 29,536	+ 2,209 ± 0,04
3 íd. íd.	16 52	+ 1 31,793	+ 2,281 ± 0,03
4 íd. íd.	18 1	+ 1 34,209	+ 2,306 ± 0,03

Y los errores para el conjunto de observaciones de duración fueron:

Péndulos 46-47, 65-66..... $\varepsilon_m = \pm 0{,}03$

Idem 105-106, 107-108..... $\varepsilon_m = \pm 0{,}03$

Balance del sostén.

La orientación de los planos de oscilación fué aproximadamente la que sigue:

Dirección NW-SE **Péndulos 46 y 47**	Dirección NE-SW **Péndulos 65 y 66**
34×10^{-7}	29×10^{-7}
33×10^{-7}	29×10^{-7}
34×10^{-7}	31×10^{-7}
35×10^{-7}	30×10^{-7}
31×10^{-7}	27×10^{-7}
34×10^{-7}	25×10^{-7}
$(33{,}0 \pm 0{,}6)\ 10^{-7}$	$(28{,}0 \pm 0{,}9)\ 10^{-7}$

$$p_b = \pm 0{,}5$$

Dirección NW-SE **Péndulos 104 y 106**	Dirección NE-SW **Péndulos 105 y 107**
36×10^{-7}	38×10^{-7}
30×10^{-7}	36×10^{-7}
31×10^{-7}	34×10^{-7}
32×10^{-7}	40×10^{-7}
$(32{,}0 \pm 1{,}3)\ 10^{-7}$	$(37{,}0 \pm 1{,}3)\ 10^{-7}$

$$p_b = \pm 0{,}9$$

Determinación de la duración de la oscilación.

Observé los ocho péndulos con el siguiente resultado:

FECHAS — 1907	Péndulos (A).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
17 Diciembre.	47	14 17	711,5	7,5	11,55	13,3	+ 1,236	36,3806	0,5069676	— 5	— 585	— 561	+ 72	— 33	0,5068564
17 íd.	65	14 59	712,1	8,1	11,55	12,8	+ 1,236	38,0710	6541	— 4	— 616	— 502	+ 72	— 28	5463
17 íd.	46	15 42	712,2	8,3	11,55	13,1	+ 1,236	37,4758	7612	— 5	— 584	— 553	+ 72	— 33	6509
17 íd.	66	16 23	712,2	8,3	11,63	13,3	+ 1,236	37,9702	6720	— 5	— 607	— 557	+ 72	— 28	5595
17 íd.	47	17 3	712,0	8,5	11,65	13,2	+ 1,236	36,3810	0,5069675	— 5	— 585	— 566	+ 72	— 33	0,5068558
17 íd.	65	20 42	711,9	8,1	11,80	13,1	+ 1,236	38,0616	6557	— 5	— 616	— 513	+ 72	— 28	5467
17 íd.	46	21 23	712,1	8,2	11,85	13,3	+ 1,236	37,4748	7614	— 5	— 584	— 568	+ 72	— 33	6496
17 íd.	66	22 5	712,0	8,4	11,90	13,3	+ 1,236	37,9684	6723	— 5	— 607	— 571	+ 72	— 28	5584
18 íd.	47	14 40	715,2	7,3	11,65	13,3	+ 1,174	36,3838	0,5069669	— 5	— 588	— 566	+ 68	— 33	0,5068545
18 íd.	65	15 22	715,2	7,7	11,65	13,1	+ 1,174	38,0496	6579	— 5	— 619	— 507	+ 68	— 28	5488
18 íd.	46	16 4	715,7	7,7	11,65	13,3	+ 1,174	37,4794	7605	— 5	— 589	— 558	+ 68	— 33	6488
18 íd.	66	16 47	715,7	7,7	11,65	13,1	+ 1,174	37,9684	6723	— 5	— 611	— 559	+ 68	— 28	5588
18 íd.	47	21 1	713,6	7,7	11,65	13,2	+ 1,174	36,3778	0,5069681	— 5	— 587	— 566	+ 68	— 33	0,5068558
18 íd.	65	21 42	713,6	7,7	11,65	13,3	+ 1,174	38,0544	6570	— 5	— 617	— 507	+ 68	— 28	5481
18 íd.	46	22 24	713,6	7,7	11,65	13,3	+ 1,174	37,4758	7612	— 5	— 586	— 558	+ 68	— 33	6498
18 íd.	66	23 11	713,8	7,6	11,70	12,9	+ 1,174	37,9678	6724	— 4	— 609	— 561	+ 68	— 28	5590
19 íd.	47	14 58	713,3	6,5	11,55	13,3	+ 1,174	36,3950	0,5069648	— 5	— 587	— 561	+ 68	— 33	0,5068530
19 íd.	65	15 44	713,3	6,8	11,55	13,1	+ 1,174	38,0658	6550	— 5	— 618	— 502	+ 68	— 28	5465
19 íd.	46	16 26	713,0	7,1	11,55	13,2	+ 1,174	37,4868	7592	— 5	— 585	— 553	+ 68	— 33	6484
19 íd.	66	17 7	712,6	7,3	11,55	13,4	+ 1,174	37,9788	6704	— 5	— 608	— 554	+ 68	— 28	5577
19 íd.	47	22 12	710,8	7,5	11,55	13,1	+ 1,174	36,3944	0,5069649	— 5	— 585	— 561	+ 68	— 33	0,5068533
19 íd.	65	22 55	710,8	7,7	11,55	13,0	+ 1,174	38,0654	6551	— 5	— 615	— 502	+ 68	— 28	5409
19 íd.	46	23 37	710,7	7,7	11,60	13,3	+ 1,174	37,4804	7603	— 5	— 583	— 556	+ 68	— 33	6494
19 íd.	66	0 20	710,6	7,7	11,65	13,5	+ 1,174	37,9756	6710	— 5	— 606	— 559	+ 68	— 28	5580
20 íd.	47	14 29	708,7	6,4	11,41	12,8	+ 1,214	36,3936	0,5069650	— 4	— 583	— 555	+ 71	— 33	0,5068546
20 íd.	65	15 9	708,8	6,6	11,36	13,1	+ 1,214	38,0684	6545	— 5	— 614	— 494	+ 71	— 28	5475
20 íd.	46	15 51	709,0	6,4	11,31	13,2	+ 1,214	37,4930	7579	— 5	— 583	— 542	+ 71	— 33	6487
20 íd.	66	16 32	709,1	6,8	11,21	13,1	+ 1,214	37,9810	6700	— 5	— 606	— 538	+ 71	— 28	5594
20 íd.	47	17 12	709,1	6,8	11,16	13,2	+ 1,214	36,4024	0,5069633	— 5	— 584	— 542	+ 71	— 33	0,5068540
20 íd.	65	17 53	708,6	6,7	11,16	13,2	+ 1,214	38,0746	6534	— 5	— 614	— 485	+ 71	— 28	5473
20 íd.	46	21 7	707,7	7,2	11,36	13,3	+ 1,214	37,4896	7587	— 5	— 581	— 544	+ 71	— 33	6495
20 íd.	66	21 48	707,7	7,2	11,41	13,5	+ 1,214	37,9790	6704	— 5	— 604	— 548	+ 71	— 28	5590

ESTACION DE MADRID II

FECHAS — 1907	Péndulos (A).	Hora sidérea.	Altura barométrica.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del escén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
20 Diciembre.	47	22 29	707,7	7,4	11,51	12,9	+ 1,214	36,3980	0,5069642	— 4	— 582	— 560	+ 71	— 38	0,5068534
20 íd.	65	23 9	707,6	7,7	11,56	13,1	+ 1,214	38,0686	0,5066554	— 5	— 612	— 503	+ 71	— 28	5477
20 íd.	46	23 49	707,9	7,7	11,61	13,3	+ 1,214	37,4788	0,5067606	— 5	— 581	— 556	+ 71	— 33	6502
20 íd.	66	0 29	708,6	7,6	11,66	13,3	+ 1,214	37,9684	0,5066723	— 5	— 604	— 560	+ 71	— 28	5597
	(B).														
31 Enero 1918.	104	17 33	708,9	4,7	8.71	11,9	+ 2,280	158,060	0,5015867	— 4	— 608	— 419	+ 132	— 32	0,5014936
31 íd.	105	18 54	709,2	5,5	8,66	12,0	+ 2,280	151,400	0,5016567	— 4	— 612	— 410	+ 132	— 37	5636
31 íd.	106	20 17	709,6	5,5	8,66	11,8	+ 2,280	156,150	0,5016062	— 4	— 600	— 415	+ 132	— 32	5143
31 íd.	107	23 44	707,9	5,1	8,81	11,9	+ 2,280	149,850	0,5016739	— 4	— 601	— 417	+ 132	— 37	5812
31 íd.	104	1 2	708,1	5,5	9,01	11,7	+ 2,280	157,815	0,5015892	— 4	— 607	— 433	+ 132	— 32	0,5014948
31 íd.	105	3 21	708,0	5,7	9,26	11,8	+ 2,280	151,120	0,5016598	— 4	— 610	— 439	+ 132	— 37	5640
1.° Febrero...	106	17 55	707,8	5,1	8,81	11,8	+ 2,209	156,065	0,5016070	— 4	— 598	— 422	+ 128	— 32	5142
1.° íd.	107	19 16	707,8	6,2	8,76	11,8	+ 2,209	149,880	0,5016736	— 4	— 601	— 414	+ 128	— 37	5808
1.° íd.	104	23 46	705,9	5,9	9,21	11,8	+ 2,209	157,785	0,5015895	— 4	— 604	— 443	+ 128	— 32	0,5014940
1.° íd.	105	1 5	705,8	6,3	9,31	11,8	+ 2,209	151,005	0,5016611	— 4	— 607	— 441	+ 123	— 37	5650
1.° íd.	106	2 25	706,0	6,3	9,46	12,1	+ 2,209	155,715	0,5016107	— 4	— 595	— 453	+ 128	— 32	5151
1.° íd.	107	3 43	706,2	6,2	9,61	11,6	+ 2,209	149,525	0,5016776	— 4	— 598	— 455	+ 128	— 37	5810
2 íd.	107	17 52	706,1	4,8	9,31	11,8	+ 2,281	149,660	0,5016761	— 4	— 599	— 440	+ 132	— 37	0,5015813
2 íd.	106	19 11	706,6	5,0	9,26	11,7	+ 2,281	155,760	0,5016102	— 4	— 596	— 444	+ 132	— 32	5158
2 íd.	105	20 31	706,7	4,9	9,31	12,1	+ 2,281	150,965	0,5016615	— 4	— 609	— 441	+ 132	— 37	5656
2 íd.	104	23 32	706,4	4,6	9,36	11,8	+ 2,281	157,665	0,5015907	— 4	— 605	— 450	+ 132	— 32	4948
2 íd.	107	0 50	706,7	5,1	9,31	11,7	+ 2,281	149,705	0,5016755	— 4	— 599	— 440	+ 132	— 37	0,5015807
2 íd.	106	2 9	707,4	4,7	9,31	12,0	+ 2,281	155,735	0,5016105	— 4	— 597	— 446	+ 132	— 32	5158
3 íd.	105	17 38	710,4	4,2	8,66	12,1	+ 2,306	151,335	0,5016574	— 4	— 613	— 410	+ 134	— 37	5644
3 íd.	104	18 57	710,6	5,3	8,66	11,9	+ 2,306	157,990	0,5015874	— 4	— 610	— 417	+ 134	— 32	4945
3 íd.	107	20 16	710,8	5,6	8,66	11,7	+ 2,306	149,890	0,5016735	— 4	— 604	— 410	+ 134	— 37	0,5015814
3 íd.	106	20 42	710,8	5,3	9,16	11,8	+ 2,306	155,890	0,5016089	— 4	— 600	— 439	+ 134	— 32	5148
3 íd.	105	3 6	711,1	5,4	9,21	11,9	+ 2,306	151,025	0,5016609	— 4	— 612	— 436	+ 134	— 37	5654
3 íd.	104	2 27	711,5	5,5	9,26	11,5	+ 2,306	157,675	0,5015906	— 4	— 609	— 445	+ 134	— 32	4950

Y reunidos los valores de la duración de oscilación reducida correspondientes á cada péndulo y obtenidos sus promedios, se han formado los cuadros:

Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
0,5068564	0,5065463	0,5066509	0,5065595
8558	5467	6596	5584
8545	5488	6588	5588
8558	5481	6598	5590
8530	5465	6584	5577
8533	5469	6594	5580
8546	5475	6587	5594
8540	5473	6595	5590
8534	5477	6502	5597
0,5068545	0,5065473	0,5066495	0,5065588

Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107
0,5014936	0,5015636	0,5015143	0,5015812
4948	5640	5142	5808
4940	5650	5151	5810
4948	5656	5158	5813
4945	5644	5158	5807
4950	5654	5148	5814
0,5014944	0,5015647	0,5015150	0,5015811

CAPÍTULO IV

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Campaña de 1906.

Para mayor comodidad en los cálculos que exigen las comparaciones que se establecen en este capítulo entre los valores de las duraciones de oscilación de los péndulos, reuniré éstos en los cuadros I y II, donde también figuran convenientemente ordenados algunos de los promedios y diferencias que he de utilizar.

CUADRO I

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 47 (A). 0,506	Péndulo 65 (A). 0,506	Péndulo 46 (A). 0,506	Péndulo 66 (A). 0,506	0,506	Péndulo 47 (A). +	Péndulo 65 (A). —	Péndulo 46 (A). —	Péndulo 66 (A). —
Madrid (I).... (Salida)	1	8543	5453	6477	5611	6521	2022	1068	44	910
	2	8546	5461	6490	5613	6527	2019	1066	37	914
	3	8550	5467	6493	5608	6529	2021	1062	36	921
		8546	5460	6487	5611	6526	2021	1065	39	915
Peñas.....	1	7078	3993	5024	4128	5055	2023	1062	31	927
	2	7053	3977	5014	4132	5044	2009	1067	30	912
	3	7066	3983	5014	4135	5049	2017	1066	35	914
	4	7061	3992	5027	4134	5053	2008	1061	26	919
	5	7055	3988	5016	4121	5045	2010	1057	29	924
		7063	3987	5019	4130	5050	2013	1063	30	920
Santander...	1	7180	4113	5143	4269	5176	2004	1063	33	907
	2	7214	4153	5153	4249	5192	2022	1039	39	943
	3	7187	4119	5124	4220	5162	2025	1043	38	942
	4	7180	4112	5167	4285	5186	1994	1074	19	901
	5	7206	4123	5165	4217	5178	2028	1055	13	961
		7193	4124	5150	4248	5179	2015	1055	28	931

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 47 (A). 0,506	Péndulo 65 (A). 0,506	Péndulo 46 (A). 0,506	Péndulo 66 (A). 0,506	0,506	Péndulo 47 (A). +	Péndulo 65 (A). —	Péndulo 46 (A). —	Péndulo 66 (A). —
Igueldo.....	1	7396	4297	5360	4469	5380	2016	1083	20	911
	2	7425	4309	5345	4453	5383	2042	1074	38	930
	3	7419	4319	5349	4466	5388	2031	1069	39	922
	4	7415	4323	5371	4484	5398	2017	1075	27	914
	5	7435	4341	5360	4481	5404	2031	1063	44	925
	6	7434	4354	5368	4499	5414	2020	1060	46	915
		7421	4324	5359	4475	5395	2026	1071	36	919
Izarra.....	1	7749	4692	5699	4810	5737	2012	1045	38	927
	2	7731	4685	5699	4815	5732	1999	1047	33	917
	3	7776	4703	5746	4841	5766	2010	1063	20	925
	4	7784	4734	5742	4813	5768	2016	1034	26	955
	5	7747	4705	5719	4800	5743	2004	1038	24	943
	6	7739	4720	5758	4839	5764	1975	1044	6	925
		7754	4706	5727	4820	5752	2003	1045	24	932
Madrid (II)... (Llegada)	1	8572	5498	6515	5603	6547	2025	1049	32	944
	2	8526	5474	6508	5634	6535	1991	1061	27	901
	3	8539	5464	6507	5606	6529	2010	1065	22	923
	4	8518	5455	6494	5605	6518	2000	1063	24	913
	5	8554	5472	6506	5604	6534	2020	1062	28	930
	6	8553	5457	6501	5611	6530	2023	1073	29	919
		8544	5470	6505	5610	6532	2011	1062	27	922

CUADRO II

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 47 (B). 0,506	Péndulo 65 (B). 0,506	Péndulo 46 (B). 0,506	Péndulo 66 (B). 0,506	0,506	Péndulo 47 (B). +	Péndulo 65 (B). —	Péndulo 46 (B). —	Péndulo 66 (B). —
Madrid (I).... (Salida)	1	8546	5428	6484	5605	6516	2030	1088	32	911
	2	8527	5430	6485	5621	6516	2011	1086	31	895
	3	8548	5429	6475	5600	6513	2035	1084	38	913
		8540	5429	6481	5609	6515	2025	1086	34	906
Peñas.....	1	7045	3946	5000	4100	5023	2022	1077	23	923
	2	7071	3957	5002	4112	5035	2036	1078	33	923
	3	7091	3986	5026	4139	5060	2031	1074	34	921
	4	7063	3965	5019	4141	5047	2016	1082	28	906
	5	7067	3959	5018	4121	5041	2026	1082	23	920
		7067	3963	5013	4123	5041	2026	1079	28	919
Santander...	1	7192	4077	5141	4228	5157	2035	1080	16	929
	2	7191	4091	5169	4269	5180	2011	1089	11	911
	3	7159	4063	5128	4248	5149	2010	1086	21	901
	4	7181	4092	5124	4206	5151	2030	1059	27	945
	5	7168	4075	5153	4245	5160	2008	1085	7	915
		7178	4080	5143	4239	5159	2019	1080	16	920

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 47 (B).	Péndulo 65 (B).	Péndulo 46 (B).	Péndulo 66 (B).		Péndulo 47 (B).	Péndulo 65 (B).	Péndulo 46 (B).	Péndulo 66 (B).
		0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	+	—	—	—
Igueldo.....	1	7413	4319	5354	4464	5387	2026	1068	33	923
	2	7402	4324	5357	4477	5390	2012	1066	33	913
	3	7440	4328	5362	4471	5401	2039	1073	39	930
	4	7395	5311	5349	4476	5383	2012	1072	34	907
	5	7391	4306	5333	4425	5364	2027	1058	31	939
		7408	4318	5351	4463	5385	2023	1067	34	922
Izarra.....	1	7768	4689	5727	4830	5753	2015	1064	26	923
	2	7778	4697	5710	4803	5747	2031	1050	37	944
	3	7736	4654	5694	4777	5715	2021	1061	21	938
	4	7738	4667	5686	4785	5719	2019	1052	33	934
	5	7739	4639	5685	4794	5714	2025	1075	29	920
	6	7705	4648	5685	4806	5711	1994	1063	26	905
		7744	4666	5698	4799	5726	2017	1061	29	927
Madrid (II)... (Llegada)	1	8525	5427	6525	5645	6530	1995	1003	5	885
	2	8527	5428	6479	5603	6509	2018	1081	30	906
	3	8525	5424	6482	5607	6509	2016	1085	27	902
	4	8515	5435	6489	5586	6506	2009	1071	17	920
	5	8525	5429	6495	5596	6511	2014	1082	16	915
	6	8543	5426	6488	5598	6514	2029	1088	26	916
		8527	5428	6493	5606	6513	2013	1085	20	907

Una primera comparación de las duraciones de oscilación de los péndulos en Madrid (I) y (II) indica que éstos no variaron de longitud durante la campaña de modo importante. En el cuadro que sigue está el resultado de esta comparación:

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 65.	Péndulo 46.	Péndulo 66.
Madrid [(II)-(I)] A.....	-2×10^{-7}	$+10\times10^{-7}$	$+18\times10^{-7}$	-1×10^{-7}
Madrid [(II)-(I)] B.....	-13×10^{-7}	-1×10^{-7}	$+12\times10^{-7}$	-3×10^{-7}
Madrid [(II)-(I)] Promedio.....	-8×10^{-7}	$+5\times10^{-7}$	$+15\times10^{-7}$	-2×10^{-7}

La pequeña diferencia que hay entre las latitudes de Madrid y de las Estaciones objeto de esta campaña hace innecesario introducir corrección alguna, por influjo de la latitud, para hacerlos comparables.

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo y los de cada uno de los otros, en una Estación cualquiera, comparadas con iguales diferencias obtenidas en las otras Estaciones, muestran á primera vista si hubo ó no variaciones importantes en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña. En los cuadros que siguen pueden hacerse tales comparaciones:

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	47-65 (A)	47-46 (A)	47-66 (A)	65-46 (A)	65-66 (A)	46-66 (A)
Madrid (I)	3086	2059	2935	1027	151	876
Peñas	3076	2044	2933	1032	143	889
Santander	3069	2043	2945	1026	124	902
Igueldo	3097	2062	2946	1035	151	884
Izarra	3048	2027	2934	1021	114	907
Madrid (II)	3074	2039	2934	1035	140	895
Promedios	3075	2046	2938	1029	137	892
Diferencias máximas	49	35	13	14	37	31

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	47-65 (B)	47-46 (B)	47-66 (B)	65-46 (B)	65-66 (B)	46-66 (B)
Madrid (I)	3111	2059	2931	1052	180	872
Peñas	3104	2054	2944	1050	160	890
Santander	3098	2035	2939	1063	159	904
Igueldo	3090	2057	2945	1033	145	888
Izarra	3078	2046	2945	1032	133	899
Madrid (II)	3099	2034	2921	1065	178	887
Promedios	3098	2047	2938	1049	159	890
Diferencias máximas	33	25	34	33	47	32

El análisis de cada uno de estos cuadros aisladamente y la comparación del uno con el otro permiten afirmar que el péndulo menos estable es el número 65, y también que la variabilidad de los péndulos en la posición de los filos de los cuchillos llamada B ha sido un poco mayor que en la A.

No encontrando suficientemente justificado desechar las observaciones hechas con el péndulo 65, á pesar de su menor estabilidad, ni dar preferencia á la posición A sobre la B, utilizo todas las observaciones para los cálculos.

Examinando así de modo somero el grado de confianza que se puede abrigar en los resultados de las observaciones con los diferentes péndulos, pasemos á estudiar la precisión de aquéllas en las diferentes partes del trabajo y en el conjunto.

Como he dicho, dos son los elementos fundamentales que intervienen

INSTITUTO GEOGRAFICO - BIBLIOTECA

en una determinación relativa de la fuerza de la gravedad: la medición de la duración de oscilación del péndulo, y la invariabilidad de la longitud de éste.

Para apreciar, por tanto, el grado de precisión logrado en este trabajo tendremos que estudiar: 1.°, el grado de precisión que alcanza la media de todas las duraciones de oscilación **S** obtenidas en cada Estación, y 2.° (en la imposibilidad de lograr por completo la invariabilidad de la longitud de los péndulos), debemos determinar el influjo que en la precisión del resultado tengan los pequeños cambios que ese elemento haya sufrido durante la campaña.

Se han calculado los valores de **S** por medio de la fórmula [3], página 8.

De los elementos que entran en esa fórmula, los hay que son peculiares de cada determinación de **S** y varían de una á otra, exigiendo por lo tanto un análisis para cada valor de **S**, tales son **s**, **A**, **D** y **T**; hay otros que son constantes en cada estación para todas las determinaciones de **S**, como σ, ó constantes en una parte de ellas como **M**, puesto que sólo se determina el estado del reloj de cuando en cuando; y por último, los hay que permanecen constantes durante todas las determinaciones de la campaña, como son λ, τ y **a**.

La citada fórmula [3] se puede poner en la forma

$$[5] \qquad S = s - qA^2 - bD - cT + hM - \sigma$$

en la cual **q**, **b**, **c** y **h** son á modo de coeficientes constantes de A^2, **D**, **T** y **M** aunque variables para la función **S**.

La diferencial ∂S de esta función, será el error cometido en la determinación de **S**, que naturalmente será función de los errores de los elementos que intervienen en la fórmula [5]; es decir

$$[6] \qquad \partial S = \begin{cases} \partial s - 2qA\partial A - b\partial D - c\partial T + h\partial M \\ -\partial\sigma - A^2\partial q - D\partial b - T\partial c + M\partial h \end{cases}$$

De la clasificación de elementos que antes hicimos, se deduce que se pueden considerar dos clases de errores, los que llamaré *variables* por cambiar de observación á observación, ya de un modo accidental, ya de un modo sistemático, y los errores *constantes* que influyen en todos los valores de **S** de cada estación en el mismo sentido y casi en la misma cantidad. A los errores variables pertenecen los errores de observación puramente accidentales ∂s, ∂A, ∂D, ∂T y la parte de ∂M correspondiente al error que se comete al tomar como marcha del reloj durante una determinación de **S** la deducida para veinticuatro horas y que llamaremos $\partial_1 M$. A los constantes pertenecen $\partial\sigma$, ∂b, ∂c y el error que proviene del cometido en la determinación de **M** y que llamaré $\partial_2 M$ (∂q y ∂h son una fracción de ∂s que no influye en la séptima decimal).

Llamemos al conjunto de los errores variables $\delta_1 \mathbf{S}$ y al de los constantes $\delta_2 \mathbf{S}$ y se tendrá que

$$\delta \mathbf{S} = \delta_1 \mathbf{S} + \delta_2 \mathbf{S}$$

siendo

$$[7] \qquad \delta_1 \mathbf{S} = \delta s - 2\mathbf{q}\mathbf{A}\delta\mathbf{A} - \mathbf{b}\delta\mathbf{D} - \mathbf{c}\delta\mathbf{T} + \mathbf{h}\delta_1\mathbf{M}$$

$$[8] \qquad \delta_2 \mathbf{S} = -\delta\varepsilon - \mathbf{D}\delta\mathbf{b} - \mathbf{T}\delta\mathbf{c} - \mathbf{h}\delta_2\mathbf{M}$$

Como quiera que los errores variables cambian de observación en observación de **S** ya accidental, ya sistemáticamente, el influjo total de dichos errores variables y su valor medio puede deducirse de la combinación y comparación de los valores de **S** en cada Estación.

En los cuadros siguientes III y IV hemos reunido bajo las columnas encabezadas **v** con el subíndice correspondiente las diferencias entre el valor medio para cada péndulo de las duraciones de oscilación y cada una de éstas; para hallar estas diferencias con facilidad se utilizan las columnas 3.ª á 6.ª de los cuadros I y II, obteniéndose los números de las columnas 3.ª á 6.ª de los cuadros III y IV.

CUADRO III

ESTACIONES	Series.	$v_{47\,A}$	$v_{65\,A}$	$v_{46\,A}$	$v_{66\,A}$	v	$v'_{47\,A}$	$v'_{65\,A}$	$v'_{46\,A}$	$v'_{66\,A}$
Madrid (I)....	1	+ 3	+ 7	+ 10	0	+ 5	— 1	— 3	— 5	+ 5
	2	0	— 1	— 3	— 2	— 1	+ 2	— 1	+ 2	+ 1
	3	— 4	— 7	— 6	+ 3	— 3	0	+ 3	+ 3	— 6
Peñas.....	1	— 15	— 6	— 5	+ 2	— 5	— 10	+ 1	— 1	— 9
	2	+ 10	+ 10	+ 5	— 2	+ 6	+ 4	— 4	0	+ 8
	3	— 3	+ 4	+ 5	— 5	+ 1	— 4	— 3	— 5	+ 6
	4	+ 2	— 5	— 8	— 4	— 3	+ 5	+ 2	+ 4	+ 1
	5	+ 8	— 1	+ 3	+ 9	+ 5	+ 3	+ 6	+ 1	— 4
Santander...	1	+ 13	+ 11	+ 7	— 21	+ 3	+ 9	— 8	— 5	+ 24
	2	— 21	— 29	— 3	— 1	— 13	— 7	+ 16	— 11	— 12
	3	+ 6	+ 5	+ 26	+ 28	+ 17	— 10	+ 12	— 10	— 11
	4	+ 13	+ 12	— 17	— 37	— 7	+ 21	— 19	+ 9	+ 30
	5	— 13	— 1	— 15	+ 31	+ 1	— 13	0	+ 15	— 30
Igueldo.....	1	+ 25	+ 27	— 1	+ 6	+ 15	+ 10	— 12	+ 16	+ 8
	2	— 4	+ 15	+ 14	+ 22	+ 12	— 16	— 3	— 2	— 11
	3	+ 2	+ 5	+ 10	+ 5	+ 7	— 5	+ 2	— 3	— 3
	4	+ 6	+ 1	— 12	— 5	— 3	+ 9	— 4	+ 9	+ 5
	5	— 14	— 17	— 1	— 6	— 9	— 5	+ 8	— 8	— 4
	6	— 13	— 30	— 9	— 24	— 19	+ 6	+ 11	— 10	+ 4
Izarra.....	1	+ 5	+ 14	+ 28	+ 10	+ 15	— 9	0	— 14	+ 5
	2	+ 23	+ 21	+ 28	+ 5	+ 20	+ 4	— 2	— 9	+ 15
	3	— 22	+ 3	— 19	— 21	— 14	— 7	— 18	+ 4	+ 7
	4	— 30	— 28	— 15	+ 7	— 16	— 13	+ 11	— 2	— 23
	5	+ 7	+ 1	+ 8	+ 20	+ 9	— 1	+ 7	0	— 11
	6	+ 15	— 14	— 31	— 19	— 12	+ 28	+ 1	+ 18	+ 7
Madrid (II)...	1	— 28	— 28	— 10	+ 7	— 15	— 14	+ 13	— 5	— 22
	2	+ 18	— 4	— 3	— 24	— 3	+ 20	+ 1	0	+ 21
	3	+ 5	+ 6	— 2	+ 4	+ 2	+ 1	— 3	+ 5	— 1
	4	+ 26	+ 15	+ 11	+ 5	+ 14	+ 11	— 1	+ 3	+ 11
	5	— 10	— 2	— 1	+ 6	— 2	— 9	0	— 1	— 8
	6	— 9	+ 13	+ 4	— 1	+ 2	— 12	— 11	— 2	+ 3

CUADRO IV

ESTACIONES	Series.	$v_{47\,B}$	$v_{65\,B}$	$v_{46\,B}$	$v_{66\,B}$	V_B	$v'_{47\,B}$	$v'_{45\,B}$	$v'_{46\,B}$	$v'_{66\,B}$
Madrid (I)	1	— 6	+ 1	— 3	+ 4	— 1	— 5	— 2	+ 2	— 5
	2	+ 13	— 1	— 4	— 12	— 1	+ 14	0	+ 3	+ 11
	3	— 8	0	+ 6	+ 9	+ 2	— 10	+ 2	— 4	— 7
Peñas	1	+ 22	+ 17	+ 13	+ 23	+ 18	+ 4	+ 2	+ 5	— 4
	2	— 4	+ 6	+ 11	+ 11	+ 6	— 10	+ 1	— 5	— 4
	3	— 24	— 23	— 13	— 16	— 21	— 5	+ 5	— 6	— 2
	4	+ 4	— 2	— 6	— 18	— 6	+ 10	— 3	0	+ 13
	5	0	+ 4	— 5	+ 2	0	0	— 3	+ 5	— 1
Santander	1	— 14	+ 3	+ 2	+ 11	+ 2	— 16	0	0	— 9
	2	— 13	— 11	— 26	— 30	— 21	+ 8	— 9	+ 5	+ 9
	3	+ 19	+ 17	+ 15	— 9	+ 10	+ 9	— 6	— 5	+ 19
	4	— 3	— 12	+ 19	+ 33	+ 8	— 11	+ 21	— 11	— 25
	5	+ 10	+ 5	— 10	— 6	— 1	+ 11	— 5	+ 9	+ 5
								— 1	+ 1	— 1
Igueldo	1	— 5	— 1	— 3	— 1	— 2	— 3			
	2	+ 6	— 6	— 6	— 14	— 5	+ 11	+ 1	+ 1	+ 9
	3	— 32	— 10	— 11	— 8	— 16	— 16	— 6	— 5	— 8
	4	+ 13	+ 7	+ 2	— 13	+ 2	+ 11	— 5	0	+ 15
	5	+ 17	+ 12	+ 18	+ 38	+ 21	— 4	+ 9	+ 3	— 17
Izarra	1	— 24	— 23	— 29	— 31	— 27	+ 2	— 3	+ 3	+ 4
	2	— 34	— 31	— 12	— 4	— 21	— 14	+ 11	— 8	— 17
	3	+ 8	+ 12	+ 4	+ 22	+ 11	— 4	0	+ 8	— 11
	4	+ 6	— 1	+ 12	+ 14	+ 7	— 2	+ 9	— 4	— 7
	5	+ 5	+ 27	+ 13	+ 5	+ 12	— 8	— 14	— 0	+ 7
	6	+ 39	+ 18	+ 13	— 7	+ 15	+ 23	— 2	+ 3	+ 22
Madrid (II)	1	+ 2	+ 1	— 32	— 39	— 17	+ 18	— 18	+ 15	+ 22
	2	0	0	+ 14	+ 3	+ 4	— 5	+ 4	— 10	+ 1
	3	+ 2	+ 4	+ 11	— 1	+ 4	— 3	0	— 7	+ 5
	4	+ 12	— 7	+ 4	+ 20	+ 7	+ 4	+ 14	+ 3	— 13
	5	+ 2	— 1	— 2	+ 10	+ 2	— 1	+ 3	+ 4	— 8
	6	— 16	+ 2	+ 5	+ 8	— 1	— 16	— 3	— 6	— 9

De estos cuadros se deducen los que siguen:

CUADRO V

ESTACIONES	n	$(v\,v)_{47\,A}$	$(v\,v)_{65\,A}$	$(v\,v)_{46\,A}$	$(v\,v)_{66\,A}$	$\Sigma\,(v\,v)_A$	$(V\,V)_A$
Madrid (I)	3	25	99	145	13	282	35
Peñas	5	402	178	748	130	858	96
Santander	5	984	1132	1248	3556	6920	517
Igueldo	5	1046	2169	523	1314	5052	869
Izarra	6	2212	1627	3179	1376	8394	1302
Madrid (II)	6	1990	1234	251	703	4178	442
Estaciones — 6 Σ	31	6659	6439	5494	7092	25684	3261

CUADRO VI

ESTACIONES	n	$(v\,v)_{47\,n}$	$(v\,v)_{65\,n}$	$(v\,v)_{46\,n}$	$(v\,v)_{66\,n}$	$\Sigma\,(v\,v)_n$	$(V\,V)_n$
Madrid (I)	3	269	2	61	241	573	6
Peñas	5	1092	874	520	1234	3720	837
Santander	5	835	588	1366	2227	5016	610
Igueldo	5	1543	330	494	1874	4241	730
Izarra	6	3378	2688	1483	1731	9280	1709
Madrid (II)	6	412	71	1386	2095	3964	375
Estaciones — 6 Σ	30	7529	4553	5310	9402	26794	4267

Representándose en ellos con $(v\,v)$ y el subíndice correspondiente la suma de los cuadrados de las diferencias v en cada péndulo y cada Estación.

Con estos datos, si se aplican las fórmulas del cálculo de errores

[9] $$\mu = 10^{-7}\sqrt{\frac{\Sigma\,(v\,v)}{(n)-m}}$$

para obtener el error medio de una observación de **s**, y la

[10] $$\mu_s = \frac{1}{\sqrt{(n)}}\,\mu$$

para el del promedio, teniendo en cuenta que $\Sigma\,(v\,v)$ representa la suma de $(v\,v)$ para todos los péndulos de una Estación, **n** el número de observaciones de duración de oscilación hechas con cada péndulo en cada Estación, (n) su suma en ésta y **m** el número de péndulos observados, se tendrá:

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	μ	μ_s	μ_s^2
Madrid (I)	A	$\pm\ 5{,}9\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 1{,}7\,.\,10^{-7}$	$2{,}89\,.\,10^{-14}$
Peñas	A	$\pm\ 7{,}3\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 1{,}6\,.\,10^{-7}$	$2{,}56\,.\,10^{-14}$
Santander	A	$\pm\ 20{,}8\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 4{,}6\,.\,10^{-7}$	$21{,}16\,.\,10^{-14}$
Igueldo	A	$\pm\ 15{,}8\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 3{,}2\,.\,10^{-7}$	$10{,}24\,.\,10^{-14}$
Izarra	A	$\pm\ 20{,}5\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 4{,}2\,.\,10^{-7}$	$17{,}64\,.\,10^{-14}$
Madrid (II)	A	$\pm\ 14{,}4\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 2{,}9\,.\,10^{-7}$	$8{,}41\,.\,10^{-14}$
Madrid Promedio	A	$\pm\ 12{,}6\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 2{,}1\,.\,10^{-7}$	$4{,}41\,.\,10^{-14}$
Madrid (I)	B	$\pm\ 8{,}5\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 2{,}5\,.\,10^{-7}$	$6{,}25\,.\,10^{-14}$
Peñas	B	$\pm\ 15{,}3\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 3{,}4\,.\,10^{-7}$	$11{,}56\,.\,10^{-14}$
Santander	B	$\pm\ 17{,}7\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 3{,}9\,.\,10^{-7}$	$15{,}21\,.\,10^{-14}$
Igueldo	B	$\pm\ 16{,}3\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 3{,}6\,.\,10^{-7}$	$12{,}96\,.\,10^{-14}$
Izarra	B	$\pm\ 21{,}6\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 4{,}4\,.\,10^{-7}$	$19{,}36\,.\,10^{-14}$
Madrid (II)	B	$\pm\ 14{,}1\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 2{,}9\,.\,10^{-7}$	$8{,}41\,.\,10^{-14}$
Madrid Promedio	B	$\pm\ 12{,}7\,.\,10^{-7}$	$\pm\ 2{,}1\,.\,10^{-7}$	$4{,}41\,.\,10^{-14}$

Utilizando los datos de los mismos cuadros V y VI se puede calcular también el error medio que corresponde á cada péndulo: para ello se aplica la fórmula

[11] $$\mu_P = 10^{-7}\sqrt{\frac{\Sigma\,(\mathbf{v}\,\mathbf{v})}{(\mathbf{n})-\mathbf{r}}}$$

En la que $\Sigma\,(\mathbf{vv})$ indica en este caso la suma de $(\mathbf{vv})$ del mismo péndulo en todas las Estaciones, $(\mathbf{n})$ la suma del número de observaciones hechas con un mismo péndulo en todas las Estaciones y $\mathbf{r}$ el número de éstas. Así se obtienen los resultados siguientes:

$$\mu_{P\,47\,A} = 16{,}3 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,47\,B} = 17{,}7 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P\,45\,A} = 16{,}0 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,65\,B} = 13{,}8 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P\,46\,A} = 14{,}8 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,46\,B} = 14{,}9 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P\,66\,A} = 16{,}8 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,66\,B} = 19{,}8 \times 10^{-7}$$

y el de todos los péndulos:

$$\mu_{P\,A} = 16{,}0 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,B} = 16{,}7 \times 10^{-7}$$

Del examen de estos errores no puede deducirse, con fundamento, que haya influído la posición del cuchillo, con respecto al plano de suspensión, en los resultados que puedan esperarse de cada péndulo.

Además del estudio del conjunto de errores variables que hemos realizado al determinar los valores de μ y μ_s sería importante un segundo análisis de los errores variables representados en la fórmula [7] examinados aisladamente; el primer término depende de la habilidad que tenga el observador para apreciar los instantes de las coincidencias, y su valor puede calcularse directamente comparando cada lectura de coincidencias con el promedio de la serie; los términos segundo, tercero y cuarto dependen, respectivamente, de los errores de observación, de amplitud, de presión y de temperatura, y sus valores no pueden calcularse directamente con los datos de las observaciones hechas para este trabajo, que se refieren á cantidades sucesivamente variables, y lo mismo ocurre, con el último término que representa el error que procede de las irregularidades de la marcha del reloj durante las observaciones de un día, y que es de gran importancia. Este análisis, por tanto, exije unos trabajos previos que conduzcan al cálculo de estos últimos errores, trabajos no realizados y que tenía en proyecto para ulteriores campañas científicas si hubiera seguido encargado de la brigada de péndulo.

No cabe duda que es también interesante determinar el valor de las dos partes en que se puede considerar dividido este error; la

sistemática, que procede principalmente de $\partial_i \mathbf{M}$ y que admitiremos es constante dentro de cada serie de observación, si bien sea variable accidentalmente de una á otra, y la parte puramente *accidental*.

Si llamamos la parte sistemática χ y la accidental η_i, se pueden deducir ecuaciones que liguen entre sí estas cantidades; así lo hizo el Profesor Borrass estableciendo las siguientes fórmulas:

[12] $$\eta_i^2 + \chi^2 = \frac{\Sigma\Sigma(\mathbf{v}\,\mathbf{v})}{4((\mathbf{n})-\mathbf{r})}$$

[13] $$\frac{\eta_i^2}{4} + \chi^2 = \frac{\Sigma(\mathbf{V}\,\mathbf{V})}{((\mathbf{n})-\mathbf{r})}$$

[14] $$\eta_i^2 = \frac{\Sigma\Sigma(\mathbf{v}'\,\mathbf{v}')}{3((\mathbf{n})-\mathbf{r})}$$

En las que **(n)** indica lo mismo que en la fórmula **(11)**; $\Sigma\Sigma$ **(v v)** no necesita explicación; **V** (consignadas en la columna 7.ª de los cuadros III y IV), son las diferencias para cada Estación entre el promedio general de todas las duraciones de oscilación observadas en ella y los promedios de cada serie de cuatro péndulos; **(V V)** las sumas de los cuadrados de estas diferencias en cada Estación, anotadas en la columna 8.ª de los cuadros V y VI; **v'** son las diferencias entre las expresadas en las cuatro últimas columnas de los cuadros I y II y los promedios de éstas que figuran al pie de cada una de dichas columnas; siendo estos últimos los minuendos, valores que se anotaron en las columnas 9.ª á 11.ª de los cuadros III y IV; asimismo la suma de sus cuadros para cada péndulo y para cada Estación, representada por **(v' v')**, figuran en los cuadros VII y VIII que insertamos á continuación:

CUADRO VII

ESTACIONES	n	$(v'\,v')_{47\,A}$	$(v'\,v')_{65\,A}$	$(v'\,v')_{46\,A}$	$(v'\,v')_{66\,A}$	$\Sigma\,(v'\,v')$
Madrid (I).....	3	5	19	38	62	124
Peñas.....	5	130	66	43	198	437
Santander.....	5	840	825	552	2 641	4 858
Igueldo.....	6	523	358	514	251	1 646
Izarra.....	6	1 100	499	621	998	3 218
Madrid (II).....	6	943	301	64	1 120	2 428
Estaciones — 6 Σ.....	31	3 541	2 068	1 832	5 270	12 711

CUADRO VIII

ESTACIONES	n	$(v'v')_{47\,n}$	$(v'v')_{65\,n}$	$(v'v')_{46\,n}$	$(v'v')_{66\,n}$	$\Sigma\,(v'v')$
Madrid (I).....	3	321	8	29	195	553
Peñas.....	5	241	48	111	206	606
Santander.....	5	643	583	252	1 173	2 651
Igueldo.....	5	523	144	36	640	1 343
Izarra.....	6	798	411	162	1 008	2 379
Madrid (II).....	6	631	554	435	824	2 444
Estaciones — 6 Σ.....	30	3 157	1 748	1 025	4 046	9 976

La aplicación de las fórmulas [12], [13] y [14] da los resultados que siguen:

Posición de los péndulos [**A**]
- Fórmulas [12] y [13]: $\eta_1 = \pm\ 12{,}9 \times 10^{-7}$; $\chi = \pm\ 9{,}3 \times 10^{-7}$
- Fórmula [14]: $\eta_1 = \pm\ 13{,}0 \times 10^{-7}$

Posición de los péndulos [**B**]
- Fórmulas [12] y [13]: $\eta_1 = 11{,}6 \times 10^{-7}$; $\chi = 11{,}8 \times 10^{-7}$
- Fórmula [14]: $\eta_1 = 11{,}8 \times 10^{-7}$

Se ve en estos resultados que la parte sistemática χ que depende, según hemos dicho, principalmente de la marcha del reloj, es casi tan grande como la de los errores accidentales; sería, pues, deseable mejorar las condiciones de regularidad de aquélla, empleando reloj con péndulo que bata segundos, extremar las condiciones de instalación del mismo, y compensar las irregularidades de su marcha haciendo que las observaciones de coincidencias se repartan con simetría dentro de las veinticuatro horas.

Los errores constantes vienen expresados por la fórmula [8], cuyos diferentes términos se pueden calcular aisladamente.

El primero, $\delta\,\sigma$, es el que determinamos para cada Estación al consignar las observaciones de balance del sostén, y sus valores los reuniremos en el cuadro que sigue:

CUADRO IX

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	μ_b	μ_b^2
Madrid (I).....	A.	$\pm\ 0{,}5\,.\,10^{-7}$	$0{,}25\,.\,10^{-14}$
Peñas.....		$\pm\ 0{,}3\,.\,10^{-7}$	$0{,}09\,.\,10^{-14}$
Santander.....		$\pm\ 0{,}8\,.\,10^{-7}$	$0{,}64\,.\,10^{-14}$
Igueldo.....		$\pm\ 0{,}3\,.\,10^{-7}$	$0{,}09\,.\,10^{-14}$
Izarra.....		$\pm\ 0{,}5\,.\,10^{-7}$	$0{,}25\,.\,10^{-14}$
Madrid (II).....		$\pm\ 0{,}5\,.\,10^{-7}$	$0{,}25\,.\,10^{-14}$
Madrid Promedio		$\pm\ 0{,}4\,.\,10^{-7}$	$0{,}16\,.\,10^{-14}$
Madrid (I).....	B.	$\pm\ 0{,}6\,.\,10^{-7}$	$0{,}36\,.\,10^{-14}$
Peñas.....		$\pm\ 0{,}6\,.\,10^{-7}$	$0{,}36\,.\,10^{-14}$
Santander.....		$\pm\ 0{,}5\,.\,10^{-7}$	$0{,}25\,.\,10^{-14}$
Igueldo.....		$\pm\ 0{,}5\,.\,10^{-7}$	$0{,}25\,.\,10^{-14}$
Izarra.....		$\pm\ 0{,}3\,.\,10^{-7}$	$0{,}09\,.\,10^{-14}$
Madrid (II).....		$\pm\ 0{,}8\,.\,10^{-7}$	$0{,}64\,.\,10^{-14}$
Madrid Promedio		$\pm\ 0{,}5\,.\,10^{-7}$	$0{,}25\,.\,10^{-14}$

Los términos segundo y tercero representan los errores que provienen de la inseguridad de las constantes por densidad del aire y de temperatura.

Estos errores pueden calcularse del modo que sigue.

Las constantes por densidad del aire determinadas el año 1903 en Potsdam fueron:

Péndulo 47..... $\gamma = (654{,}1 \pm 17)\,10^{-7}$
Id. 65..... $\gamma = (688{,}5 \pm 13)\,10^{-7}$
Id. 46..... $\gamma = (652{,}9 \pm 8)\,10^{-7}$
Id. 66..... $\gamma = (678{,}8 \pm 18)\,10^{-7}$

y el valor medio será $(668{,}6 \pm 4{,}5)\,10^{-7}$

Es decir, el error $\frac{1}{46}$ de la constante = 0,0217 de la constante.

En el cuadro que sigue se han reunido los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diversas Estaciones y con Δ se expresan los valores de las diferencias entre aquellos valores para Madrid promedio y los que corresponden á las otras Estaciones.

CUADRO X

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO											
	Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 (A)	Promedio	Δ	Péndulo 47 (n)	Péndulo 65 (n)	Péndulo 46 (n)	Péndulo 66 (n)	Promedio	Δ
Madrid (I).....	567	596	566	588	579		564	595	564	587	577	
Peñas.....	607	639	606	629	619	— 26	611	644	611	635	625	— 34
Santander.....	604	635	602	625	616	— 23	608	640	607	630	621	— 30
Igueldo.....	602	634	601	624	615	— 22	605	637	604	629	619	— 28
Izarra.....	573	603	572	595	586	+ 7	570	601	570	593	583	+ 8
Madrid (II).....	593	624	592	616	606		591	623	591	615	605	
Madrid Promedio..	581	610	579	602	593		577	609	577	601	591	

Estos valores de Δ, multiplicados por 0,0217, nos darán los errores por inseguridad de la constante de reducción al vacío.

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	μ_D	μ_D^2
Peñas	A.	$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$= 0{,}36 \times 10^{-14}$
Santander		$\pm 0{,}5 \times 10^{-7}$	$= 0{,}25 \times 10^{-14}$
Igueldo		$\pm 0{,}5 \times 10^{-7}$	$= 0{,}25 \times 10^{-14}$
Izarra		$\pm 0{,}1 \times 10^{-7}$	$= 0{,}01 \times 10^{-14}$
Peñas	B.	$\pm 0{,}7 \times 10^{-7}$	$= 0{,}49 \times 10^{-14}$
Santander		$\pm 0{,}7 \times 10^{-7}$	$= 0{,}49 \times 10^{-14}$
Igueldo		$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$= 0{,}36 \times 10^{-14}$
Izarra		$\pm 0{,}2 \times 10^{-7}$	$= 0{,}04 \times 10^{-14}$

Del mismo modo, si se tiene en cuenta que los valores de las constantes de temperatura determinadas en Potsdam el año 1903 fueron:

Péndulo 47 ..... $\tau = (48{,}61 \pm 0{,}13)\ 10^{-7}$
Id. 65 ..... $\tau = (43{,}48 \pm 0{,}40)\ 10^{-7}$
Id. 46 ..... $\tau = (47{,}90 \pm 0{,}25)\ 10^{-7}$
Id. 66 ..... $\tau = (47{,}99 \pm 0{,}13)\ 10^{-7}$

y el promedio $(46{,}99 \pm 0{,}25)\ 10^{-7}$

el error de este promedio es $\frac{1}{188} = 0{,}00532$ de la constante.

Siguiendo la marcha de cálculo anterior reuniremos en el cuadro XI los valores promedios de las correcciones por temperatura.

CUADRO XI

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA											
	Péndulo 47 (A)	Péndulo 65 (A)	Péndulo 46 (A)	Péndulo 66 A	Promedios.	Δ	Péndulo 47 (B)	Péndulo 65 (B)	Péndulo 46 (B)	Péndulo 66 (B)	Promedios.	Δ
Madrid (I)	1046	937	1036	1042	1015		1069	951	1046	1048	1028	
Peñas	933	836	924	927	905	—167	902	804	835	887	869	—141
Santander	1064	959	1052	1056	1033	—295	1040	927	1013	1013	998	—270
Igueldo	1002	898	991	997	972	—234	938	838	923	921	905	—177
Izarra	880	792	874	875	855	—117	837	744	818	819	804	— 76
Madrid (II)	476	426	468	470	460		445	395	438	439	429	
Madrid Promedio					738						728	

Y se obtienen los errores:

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	μ_T	μ_T^2
Peñas	A.	$\pm 0{,}9 \times 10^{-7}$	$= 0{,}81 \times 10^{-14}$
Santander		$\pm 1{,}6 \times 10^{-7}$	$= 2{,}56 \times 10^{-14}$
Igueldo		$\pm 1{,}2 \times 10^{-7}$	$= 1{,}44 \times 10^{-14}$
Izarra		$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$= 0{,}36 \times 10^{-14}$
Peñas	B.	$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$= 0{,}64 \times 10^{-14}$
Santander		$\pm 1{,}4 \times 10^{-7}$	$= 1{,}96 \times 10^{-14}$
Igueldo		$\pm 0{,}9 \times 10^{-7}$	$= 0{,}81 \times 10^{-14}$
Izarra		$\pm 0{,}4 \times 10^{-7}$	$= 0{,}16 \times 10^{-14}$

El cuarto término de la fórmula [9] se calculará multiplicando los errores cometidos en las determinaciones de la hora por el coeficiente

$$\mathbf{h} = \mathbf{s} \cdot \frac{10^{-7}}{86.400}$$

y así se obtienen los resultados que siguen:

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	s	ϵ_m	μ_m	μ_m^2
Madrid (I)	A.	0,5066526	$\pm$ 0,11	$\pm$ $6{,}4 \times 10^{-7}$	$40{,}96 \times 10^{-14}$
Peñas		5050	$\pm$ 0,11	$\pm$ $6{,}4 \times 10^{-7}$	$40{,}96 \times 10^{-14}$
Santander		5179	$\pm$ 0,12	$\pm$ $7{,}0 \times 10^{-7}$	$49{,}0 \times 10^{-14}$
Igueldo		5395	$\pm$ 0,08	$\pm$ $4{,}7 \times 10^{-7}$	$22{,}09 \times 10^{-14}$
Izarra		5752	$\pm$ 0,09	$\pm$ $5{,}3 \times 10^{-7}$	$28{,}09 \times 10^{-14}$
Madrid (II)		6532	$\pm$ 0,07	$\pm$ $4{,}1 \times 10^{-7}$	$16{,}81 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio		»	»	$\pm$ $3{,}8 \times 10^{-7}$	$14{,}44 \times 10^{-14}$
Madrid (I)	B.	6515	$\pm$ 0,24	$\pm$ $14{,}1 \times 10^{-7}$	$198{,}81 \times 10^{-14}$
Peñas		5041	$\pm$ 0,13	$\pm$ $7{,}6 \times 10^{-7}$	$57{,}76 \times 10^{-14}$
Santander		5160	$\pm$ 0,25	$\pm$ $14{,}6 \times 10^{-7}$	$213{,}16 \times 10^{-14}$
Igueldo		5385	$\pm$ 0,09	$\pm$ $5{,}3 \times 10^{-7}$	$28{,}09 \times 10^{-14}$
Izarra		5727	$\pm$ 0,19	$\pm$ $11{,}1 \times 10^{-7}$	$123{,}11 \times 10^{-14}$
Madrid (II)		6513	$\pm$ 0,05	$\pm$ $2{,}9 \times 10^{-7}$	$8{,}41 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio		»	»	$\pm$ $7{,}2 \times 10^{-7}$	$51{,}84 \times 10^{-14}$

El influjo de la variabilidad de los péndulos en la precisión de las observaciones lo estudiaré siguiendo el método usado por el Profesor E. Borrass, y para ello reuniré en los cuadros que siguen los promedios para cada péndulo de las diferencias entre las medias de la duración

de oscilación en la serie y la correspondiente á cada péndulo en la misma, diferencias que llamaré Δ con el subíndice correspondiente. Hallaré después los promedios de estos promedios para cada péndulo en las diferentes Estaciones y las diferencias de éstos con los promedios por Estación, llamándolas v'' con el subíndice correspondiente.

CUADRO XII

ESTACIONES	$\Delta_{47\,A}$	$\Delta_{65\,A}$	$\Delta_{46\,A}$	$\Delta_{66\,A}$	n	$v''_{47\,A}$	$v''_{65\,A}$	$v''_{46\,A}$	$v''_{66\,A}$	$(v''\,v'')$	$\frac{1}{n}$
Madrid (I)..	+ 2021	— 1065	— 39	— 915	3	— 6	— 5	— 8	+ 8	189	0,33
Peñas.....	+ 2013	— 1063	— 30	— 920	5	+ 2	— 3	+ 1	+ 3	23	0,20
Santander..	+ 2015	— 1055	— 28	— 931	5	0	+ 5	+ 3	— 8	98	0,20
Igueldo.....	+ 2027	— 1071	— 36	— 919	6	— 11	— 11	— 5	+ 4	283	0,17
Izarra.....	+ 2003	— 1045	— 24	— 932	6	+ 12	+ 15	+ 7	— 9	499	0,17
Madrid (II).	+ 2011	— 1062	— 27	— 922	6	+ 4	— 2	+ 4	+ 1	37	0,17
Σ.....	+ 2015	— 1060	— 31	— 923						1 129	1,24

CUADRO XIII

ESTACIONES	$\Delta_{47\,B}$	$\Delta_{65\,B}$	$\Delta_{46\,B}$	$\Delta_{66\,B}$	n	$v''_{47\,B}$	$v''_{65\,B}$	$v''_{46\,B}$	$v''_{66\,B}$	$(v''\,v'')$	$\frac{1}{n}$
Madrid (I)..	+ 2025	— 1086	— 34	— 906	3	— 5	— 10	— 7	+ 11	295	0,33
Peñas.....	+ 2026	— 1079	— 28	— 919	5	— 6	— 3	— 1	— 2	50	0,20
Santander..	+ 2019	— 1080	— 16	— 920	5	+ 1	— 4	+ 11	— 3	147	0,20
Igueldo.....	+ 2023	— 1067	— 34	— 922	5	— 3	+ 9	— 7	— 5	164	0,20
Izarra.....	+ 2017	— 1061	— 29	— 927	6	+ 3	+ 15	— 2	— 10	338	0,17
Madrid (II)..	+ 2013	— 1085	— 20	— 907	6	+ 7	— 9	+ 7	+ 10	279	0,17
Σ.....	+ 2020	— 4076	— 27	— 917						1 273	1,27

Y aplicando la fórmula deducida por el Sr. Borrass

$$(\mathbf{v''\,v''}) = \frac{3(\mathbf{r}-1)}{\mathbf{r}}\,\eta_i^2 \Sigma\,\frac{1}{\mathbf{n}} + 3\,(\mathbf{r}-1)\,\mathbf{I}^2$$

en la cual, **I** es el influjo de la variabilidad de cada péndulo en la precisión del resultado; **r** el número de Estaciones de la campaña, y η_i el error accidental, tendremos para el año 1906:

Posición A.

$$1\,129 = \frac{3\,(6-1)}{6} \cdot 166{,}41 \times 1{,}24 + 3.(6-1)\,\mathbf{I}^2$$

$$\mathbf{I}^2 = 40{,}88 \qquad \mathbf{I} = \pm 6{,}4.$$

Posición B.

$$1\,273 = \frac{3\,(6-1)}{6} \cdot 134{,}56 \times 1{,}27 + 3.(6-1)\,\mathbf{I}^2$$

$$\mathbf{I}^2 = 56{,}49 \qquad \mathbf{I} = \pm 7{,}5.$$

Y siendo cuatro los péndulos, el valor de la inseguridad será:

Posición (A) $\mu_P^2 = \frac{\mathbf{I}^2}{4} = 10{,}07 \times 10^{-14}$ $\qquad \mu_P = \pm 3{,}2 \times 10^{-7}$

Posición (B) $\mu_P^2 = \frac{\mathbf{I}^2}{4} = 14{,}09 \times 10^{-14}$ $\qquad \mu_P = \pm 3{,}8 \times 10^{-7}$

Y como tomamos para valor de la duración en Madrid el promedio de Madrid I y II, podemos admitir que el valor de la variabilidad influirá en ese promedio en:

Posición A $\frac{\mu_P^2}{2} = 5{,}03 \times 10^{-14}$

Posición B $\frac{\mu_P^2}{2} = 7{,}04 \times 10^{-14}$

El error medio cuadrático en el valor de **S** para Madrid (promedio) será:

$$\mathbf{E}_M^2 = \mu_S^2 + \mu_b^2 + \mu_M^2 + \frac{\mu_P^2}{2}$$

y para cada Estación:

$$\mathbf{E}_E^2 = \mu_S^2 + \mu_b^2 + \mu_D^2 + \mu_T^2 + \mu_M^2 + \mu_P^2$$

Si reunimos en los cuadros que siguen todos los errores anteriores, el error en el valor de **g** correspondiente á cada una de las Estaciones es

$$\mu_g = 2\,\frac{\mathbf{g}\ \text{Madrid}}{\mathbf{S}\ \text{Madrid}}\,\sqrt{\mathbf{E}_M^2 + \mathbf{E}_E^2}$$

y se tendrá:

CUADRO XIV (Posición A).

ERRORES	Promedio de Madrid (I) y (II).		Peñas.		Santander.		Igueldo.		Izarra.	
	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$
μ_S = Error medio total de los errores variables	2,1	4,41	1,6	2,56	4,6	21,16	3,2	10,24	4,2	17,64
μ_b = Error medio en la determinación del balance del sostén	0,4	0,16	0,3	0,09	0,8	0,64	0,3	0,09	0,5	0,25
μ_D = Influjo de la inseguridad de las constantes de densidad del aire	»	»	0,6	0,36	0,5	0,25	0,5	0,25	0,1	0,01
μ_T = Influjo de la inseguridad de las constantes de temperatura	»	»	0,9	0,81	1,6	2,56	1,2	1,44	0,6	0,36
μ_M = Error medio correspondiente al movimiento diario del reloj Strasser	3,8	14,44	6,4	40,96	7,0	49,00	4,7	22,09	5,3	28,09
μ_P = Influjo de la variabilidad de los péndulos	2,3	5,03	3,2	10,07	3,2	10,07	3,2	10,07	3,2	10,07
E^2 =	»	24,04	»	54,85	»	83,68	»	44,18	»	56,42

CUADRO XV (Posición B).

ERRORES	Promedio de Madrid (I) y (II)		Peñas.		Santander.		Igueldo.		Izarra.	
	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$
μ_S = Error medio total de los errores variables	2,1	4,41	3,4	11,56	3,9	15,21	3,6	12,96	4,4	19,36
μ_b = Error medio en la determinación del balance del sostén	0,5	0,25	0,6	0,36	0,5	0,25	0,5	0,25	0,3	0,09
μ_D = Influjo de la inseguridad de las constantes de densidad del aire	»	»	0,7	0,49	0,7	0,49	0,6	0,36	0,2	0,04
μ_T = Influjo de la inseguridad de las constantes de temperatura	»	»	0,8	0,64	1,4	1,96	0,9	0,81	0,4	0,16
μ_M = Error medio correspondiente al movimiento diario del reloj Strasser	7,2	51,84	7,6	57,76	14,6	213,16	5,3	28,09	11,1	123,11
μ_P = Influjo de la variabilidad de los péndulos	2,6	7,04	3,8	14,09	3,8	14,09	3,8	14,09	3,8	14,09
E^2 =	»	63,54	»	84,90	»	245,16	»	56,56	»	156,85

Posición A de los péndulos.

Peñas..... $\mu_g = \pm 0{,}000034$
Santander..... $\mu_g = \pm 0{,}000040$
Igueldo..... $\mu_g = \pm 0{,}000032$
Izarra..... $\mu_g = \pm 0{,}000035$

Posición B de los péndulos.

Peñas..... $\mu_g = \pm 0{,}000047$
Santander..... $\mu_g = \pm 0{,}000068$
Igueldo..... $\mu_g = \pm 0{,}000042$
Izarra..... $\mu_g = \pm 0{,}000062$

Campaña de 1907.

Seguiremos el mismo método que en la de 1906.

Reuniremos, por tanto, en los cuadros XVI y XVII los valores de las duraciones de oscilación.

CUADRO XVI

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66		Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
		0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	+	—	—	—
Madrid (I)....	1	8508	5460	6481	5603	6513	1995	1053	32	910
	2	8538	5470	6500	5617	6531	2007	1061	31	914
	3	8529	5470	6508	5607	6528	2001	1058	20	921
	4	8544	5478	6509	5601	6533	2011	1055	24	932
	5	8533	5477	6509	5610	6532	2001	1055	23	912
	6	8541	5485	6500	5636	6540	2001	1065	40	904
		8532	5473	6501	5612	6529	2003	1057	28	916
Arbas.....	1	8096	5049	6077	5186	6102	1994	1053	25	916
	2	8134	5058	6088	5185	6116	2018	1058	28	931
	3	8148	5092	6150	5253	6161	1987	1069	11	908
	4	8176	5102	6164	5244	6171	2005	1069	7	927
	5	8111	5053	6107	5208	6119	1992	1066	12	911
	6	8141	5093	6104	5238	6144	1997	1051	40	906
		8134	5074	6115	5219	6136	1999	1061	21	917
Vivero.....	1	7056	4012	5023	4098	5047	2009	1035	24	949
	2	7064	3994	5008	4093	5038	2026	1044	30	945
	3	7043	4013	5040	4099	5049	1994	1036	9	950
	4	7046	4008	5039	4094	5047	1999	1039	8	953
	5	7058	4015	5030	4104	5052	2006	1037	22	948
		7053	4008	5028	4098	5046	2006	1038	18	949
Camposancos.	1	7512	4452	5473	4569	5501	2011	1049	28	932
	2	7498	4452	5456	4566	5493	2005	1041	37	927
	3	7466	4441	5446	4549	5475	1991	1034	29	926
	4	7486	4455	5458	4546	5486	2000	1031	28	940
	5	7483	4452	5454	4543	5483	2000	1031	29	940
		7489	4450	5457	4555	5488	2001	1037	30	933

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66		Péndulo 47	Péndulo 65	Péndulo 46	Péndulo 66
		0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	+	—	—	—
Villagarcía ..	1	7394	4330	5349	4455	5382	2012	1052	33	927
	2	7412	4357	5335	4443	5387	2025	1030	52	944
	3	7379	4313	5369	4433	5374	2005	1061	5	941
	4	7386	4336	5333	4454	5377	2009	1041	44	923
		7393	4334	5346	4446	5380	2013	1046	34	934
La Coruña. ..	1	7187	4141	5155	4238	5180	2007	1039	25	942
	2	7194	4121	5137	4249	5175	2019	1054	38	926
	3	7172	4124	5119	4243	5165	2007	1041	46	922
	4	7175	4115	5143	4254	5172	2003	1057	29	918
	5	7195	4123	5147	4252	5179	2016	1056	32	927
	6	7189	4123	5153	4256	5180	2009	1057	27	924
		7185	4124	5142	4249	5175	2010	1051	33	926
Madrid (II)...	1	8564	5463	6509	5595	6533	2031	1070	24	938
	2	8558	5467	6496	5584	6526	2032	1059	30	942
	3	8545	5488	6488	5588	6527	2018	1039	39	939
	4	8558	5481	6498	5590	6532	2026	1051	34	942
	5	8530	5465	6484	5577	6514	2016	1049	30	937
	6	8533	5469	6494	5580	6519	2014	1050	25	939
	7	8546	5475	6487	5594	6526	2020	1051	39	932
	8	8540	5473	6495	5590	6524	2016	1051	29	934
	9	8534	5477	6502	5597	6528	2006	1051	26	931
		8545	5473	6495	5588	6525	2020	1052	31	937

CUADRO XVII

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107		Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107
		0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	—	+	—	+
Madrid (I)....	1	4883	5687	5122	5785	5369	486	318	247	416
	2	4877	5708	5113	5780	5370	493	338	257	410
	3	4890	5702	5126	5804	5380	490	322	254	424
	4	4873	5702	5130	5788	5373	500	329	243	415
	5	4906	5696	5130	5806	5385	479	311	255	421
	6	4885	5711	5140	5807	5386	501	325	246	421
		4886	5701	5127	5795	5377	492	324	250	418
Vivero.....	1	3409	4210	3678	4335	3908	499	302	230	427
	2	3426	4229	3689	4328	3918	492	311	229	410
	3	3416	4226	3704	4356	3926	510	300	222	430
	4	3383	4210	3671	4376	3910	527	300	239	466
	5	3450	4259	3687	4320	3929	479	330	242	391
	6	3418	4245	3712	4366	3935	517	310	223	431
		3417	4230	3690	4347	3921	504	309	231	426

ESTACIONES	Núm. de la Serie.	DURACIONES DE OSCILACIÓN REDUCIDAS				Promedios de las Series.	DIFERENCIAS CON LA MEDIA DE LA SERIE			
		Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107		Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107
		0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	—	+	—	+
La Coruña...	1	3604	4354	3816	4468	4060	456	294	244	408
	2	3620	4368	3827	4485	4075	455	293	248	410
	3	3608	4364	3831	4469	4068	460	296	237	401
	4	3619	4369	3836	4482	4077	458	292	241	405
	5	3631	4374	3837	4493	4084	453	290	247	409
		3616	4366	3829	4479	4073	456	293	243	407
Madrid (II)...	1	4936	5636	5143	5812	5382	446	254	239	430
	2	4948	5640	5142	5808	5385	437	255	243	423
	3	4940	5650	5151	5810	5388	448	262	237	422
	4	4948	5656	5158	5813	5394	446	262	236	419
	5	4945	5644	5158	5807	5388	443	256	230	419
	6	4950	5654	5148	5814	5392	442	262	244	422
		4944	5647	5150	5811	5388	444	259	238	423

La comparación de las duraciones de oscilación de los péndulos en Madrid I y Madrid II da:

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 65.	Péndulo 46.	Péndulo 66.
Madrid (II).—Madrid (I)....	$+13\times10^{-7}$	0×10^{-7}	-6×10^{-7}	-24×10^{-7}

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (II).—Madrid (I)....	$+58\times10^{-7}$	-54×10^{-7}	$+23\times10^{-7}$	$+16\times10^{-7}$

La comparación de duraciones entre los diferentes péndulos da los resultados siguientes:

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	47-65	47-46	47-66	65-46	65-66	46-66
Madrid (I).....	3059	2031	2920	1028	139	889
Arbas.....	3060	2019	2915	1041	145	896
Vivero.....	3045	2025	2955	1020	90	930
Camposancos.....	3039	2032	2934	1007	105	902
Villagarcía.....	3059	2047	2947	1012	112	900
La Coruña.....	3061	2043	2936	1018	125	893
Madrid (II).....	3072	2050	2957	1022	115	907
Promedios.....	3059	2035	2938	1071	119	902
Diferencias máximas.	33	31	42	34	55	18

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	104-106	104-107	105-106	105-107	106-107
Madrid (I).....	815	241	909	574	94	668
Vivero.....	813	273	930	540	117	657
La Coruña.....	750	213	863	537	113	650
Madrid (II).....	703	206	867	497	164	661
Promedios.....	770	233	892	537	122	659
Diferencias máximas.	112	67	67	77	70	18

Se ve en estos cuadros que la estabilidad de los péndulos 104, 105, 106 y 107 fué bastante menor que en los péndulos 46-47, 65-66.

Para el cálculo de los errores variables formaremos los cuadros XVIII, XIX, XX y XXI.

CUADRO XVIII

ESTACIONES	Series.	v_{47}	v_{65}	v_{46}	v_{66}	v	v'_{47}	v'_{65}	v'_{46}	v'_{66}
Madrid (I)....	1	+ 24	+ 13	+ 20	+ 9	+ 16	+ 8	+ 4	+ 6	+ 6
	2	— 6	+ 3	+ 1	— 5	— 2	— 4	— 4	— 3	+ 2
	3	+ 3	+ 3	— 7	+ 5	+ 1	+ 2	— 1	+ 8	— 5
	4	— 12	— 5	— 8	+ 11	— 4	— 8	+ 2	+ 4	— 16
	5	— 1	— 4	— 8	+ 2	— 3	+ 2	+ 2	+ 5	+ 4
	6	— 9	— 12	+ 1	— 24	— 11	+ 2	— 8	— 12	+ 12
Arbas.....	1	+ 38	+ 25	+ 38	+ 33	+ 34	+ 5	+ 8	— 4	+ 1
	2	0	+ 16	+ 27	+ 34	+ 20	— 19	+ 3	— 7	— 14
	3	— 14	— 18	— 35	— 34	— 25	+ 12	— 8	+ 10	+ 9
	4	— 42	— 28	— 49	— 25	— 35	— 6	— 8	+ 14	— 10
	5	+ 23	+ 21	+ 8	+ 11	+ 17	+ 7	— 5	+ 9	+ 6
	6	— 7	— 19	+ 11	— 19	— 8	+ 2	+ 10	— 19	+ 11
Vivero.....	1	— 3	— 4	+ 5	0	— 1	— 3	+ 3	— 6	0
	2	— 11	+ 14	+ 20	+ 5	+ 8	— 20	— 6	— 12	+ 4
	3	+ 10	— 5	— 12	— 1	— 3	+ 12	+ 2	+ 9	— 1
	4	+ 7	0	— 11	+ 4	— 1	+ 7	— 1	+ 10	— 4
	5	— 5	— 7	— 2	— 6	— 6	0	+ 1	— 4	+ 1
Camposancos.	1	— 23	— 2	— 16	— 14	— 13	— 10	— 12	+ 2	+ 1
	2	— 9	— 2	+ 1	— 11	— 5	— 4	— 4	— 7	+ 6
	3	+ 23	+ 9	+ 11	+ 6	+ 13	+ 10	+ 3	+ 1	+ 7
	4	+ 3	— 5	— 1	+ 9	+ 2	+ 1	+ 6	+ 2	— 7
	5	+ 6	— 2	+ 3	+ 12	+ 5	+ 1	+ 6	+ 1	— 7
Villagarcía...	1	— 1	+ 4	— 3	— 9	— 2	+ 1	— 6	+ 1	+ 7
	2	— 19	— 23	+ 11	+ 3	— 7	— 12	+ 16	— 18	— 10
	3	+ 14	+ 21	— 23	+ 13	+ 6	+ 8	— 15	+ 29	— 7
	4	+ 7	— 2	+ 13	— 8	+ 3	+ 4	— 5	— 10	+ 11

ESTACIONES	Series.	v_{47}	v_{65}	v_{46}	v_{66}	V	v'_{47}	v'_{65}	v'_{46}	v'_{66}
La Coruña...	1	— 2	— 17	— 13	+ 11	— 5	+ 3	+ 12	+ 8	— 16
	2	— 9	+ 3	+ 5	0	0	— 9	— 3	— 5	0
	3	+ 13	0	+ 23	+ 6	+ 10	+ 3	+ 10	— 13	+ 4
	4	+ 10	+ 9	— 1	— 5	+ 3	+ 7	— 6	— 4	+ 8
	5	— 10	+ 1	— 5	— 3	— 4	— 6	— 5	+ 1	— 1
	6	— 4	+ 1	— 11	— 7	— 5	+ 1	— 6	+ 6	+ 2
Madrid (II)...	1	— 19	+ 10	— 14	— 7	— 8	— 11	— 18	+ 7	— 1
	2	— 13	+ 6	— 1	+ 4	— 1	— 12	— 7	+ 1	— 5
	3	0	— 15	+ 7	0	— 2	+ 2	+ 13	— 8	— 2
	4	— 13	— 8	— 3	— 2	— 7	— 6	+ 1	— 3	— 5
	5	+ 15	+ 8	+ 11	+ 11	+ 11	+ 4	+ 3	+ 1	0
	6	+ 12	+ 4	— 1	+ 8	+ 6	+ 6	+ 2	+ 6	— 2
	7	— 1	— 2	+ 8	— 6	— 1	0	+ 1	— 8	+ 5
	8	+ 5	0	0	— 2	+ 1	+ 4	+ 1	+ 2	+ 3
	9	+ 11	— 4	— 7	— 9	— 3	+ 14	+ 1	+ 5	+ 6

CUADRO XIX

ESTACIONES	Series.	v_{104}	v_{105}	v_{106}	v_{107}	V	v'_{104}	v'_{105}	v'_{106}	v'_{107}
Madrid (I)....	1	+ 3	+ 14	+ 5	+ 10	+ 8	+ 6	+ 6	+ 3	+ 2
	2	+ 9	— 7	+ 14	+ 15	+ 7	— 1	— 14	— 7	+ 8
	3	— 4	— 1	+ 1	— 9	— 3	+ 2	+ 2	— 4	— 6
	4	+ 13	— 1	— 3	+ 7	+ 4	— 8	— 5	+ 7	+ 3
	5	— 20	+ 5	— 3	— 11	— 8	+ 13	+ 13	— 5	— 3
	6	+ 1	— 10	— 13	— 12	— 9	— 9	— 1	+ 4	— 3
Vivero.....	1	— 8	+ 20	+ 12	+ 12	+ 13	+ 5	+ 7	+ 1	— 1
	2	— 9	+ 1	+ 1	+ 19	+ 3	+ 12	— 2	+ 2	+ 16
	3	+ 1	+ 4	— 14	— 9	— 5	— 6	+ 9	+ 9	— 4
	4	+ 34	+ 20	+ 19	— 29	+ 11	— 23	+ 9	— 8	— 40
	5	— 33	— 29	+ 3	+ 27	— 8	+ 25	— 21	— 11	+ 35
	6	— 1	— 15	— 22	— 19	— 14	— 13	— 1	+ 8	— 5
La Coruña....	1	+ 12	+ 12	+ 13	+ 11	+ 13	0	— 1	— 1	— 1
	2	— 4	— 2	+ 2	— 6	— 2	+ 1	0	— 5	— 3
	3	+ 8	+ 2	— 2	+ 10	+ 5	— 4	— 3	+ 6	+ 6
	4	— 3	— 3	— 7	— 3	— 4	— 2	+ 1	+ 2	+ 2
	5	— 15	— 8	— 8	— 14	— 11	+ 3	+ 3	— 4	— 2
Madrid (II)...	1	+ 8	+ 11	+ 7	— 1	+ 6	— 2	+ 5	— 1	— 7
	2	— 4	+ 7	+ 8	+ 3	+ 3	+ 7	+ 4	— 5	0
	3	+ 4	— 3	— 1	+ 1	0	— 4	— 3	+ 1	+ 1
	4	— 4	— 9	— 8	— 2	— 6	— 2	— 3	+ 2	+ 4
	5	— 1	+ 3	— 8	+ 4	0	+ 1	+ 3	+ 8	+ 4
	6	— 6	— 7	+ 2	— 3	— 4	+ 2	— 3	— 6	+ 1

CUADRO XX

ESTACIONES	n	$(v\,v)_{47}$	$(v\,v)_{65}$	$(v\,v)_{46}$	$(v\,v)_{66}$	$\Sigma\,(v\,v)$	$(V\,V)$
Madrid (I).....	6	847	372	579	832	2 630	407
Arbas.....	6	3 982	2 791	5 984	4 508	17 265	3 759
Vivero.....	5	304	286	694	78	1 362	111
Camposancos.....	5	1 184	118	388	578	2 268	392
Villagarcía.....	4	607	990	828	323	2 748	98
La Coruña.....	6	470	381	870	240	1 961	175
Madrid (II).....	9	1 215	525	490	375	2 605	286
Estaciones 7 Σ.....	41	8 609	5 463	9 833	6 934	30 839	5 228

CUADRO XXI

ESTACIONES	n	$(v\,v)_{104}$	$(v\,v)_{105}$	$(v\,v)_{106}$	$(v\,v)_{107}$	$\Sigma\,(v\,v)$	$(V\,V)$
Madrid (I).....	6	676	372	409	720	2 177	283
Vivero.....	6	2 392	1 883	1 195	2 517	7 987	584
La Coruña.....	5	458	225	290	462	1 435	335
Madrid (II).....	6	149	318	246	40	753	97
Estaciones 4 Σ.....	23	3 675	2 798	2 110	3 739	12 352	1 299

Y por medio de las fórmulas conocidas obtendremos:

ESTACIONES	Clase de péndulos.	μ	μ_2	μ_2^2
Madrid (I).....	A	11,5	$2,3 \times 10^{-7}$	$5,29 \times 10^{-14}$
Arbas.....		29,4	$6,0 \times 10^{-7}$	$36,0 \times 10^{-14}$
Vivero.....		9,3	$2,1 \times 10^{-7}$	$4,41 \times 10^{-14}$
Camposancos.....		11,9	$2,7 \times 10^{-7}$	$7,29 \times 10^{-14}$
Villagarcía		15,1	$3,8 \times 10^{-7}$	$14,44 \times 10^{-14}$
La Coruña.....		9,9	$2,0 \times 10^{-7}$	$4,0 \times 10^{-14}$
Madrid (II).....		9,0	$1,5 \times 10^{-7}$	$2,25 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio.....		10,0	$1,3 \times 10^{-7}$	$1,69 \times 10^{-14}$
Madrid (I).....	B	10,8	$2,2 \times 10^{-7}$	$4,84 \times 10^{-14}$
Vivero.....		20,0	$4,1 \times 10^{-7}$	$16,81 \times 10^{-14}$
La Coruña.....		9,5	$2,1 \times 10^{-7}$	$4,41 \times 10^{-14}$
Madrid (II).....		6,1	$1,2 \times 10^{-7}$	$1,44 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio.....		8,5	$1,6 \times 10^{-7}$	$2,56 \times 10^{-14}$

Y para los errores de los péndulos.

$$\mu_{P\,47} = \pm 15{,}9 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,104} = \pm 13{,}9 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P\,65} = \pm 12{,}7 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,105} = \pm 12{,}2 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P\,46} = \pm 17{,}0 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,106} = \pm 10{,}6 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P\,66} = \pm 14{,}3 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P\,107} = \pm 14{,}0 \times 10^{-7}$$
$$\mu_{P} = \pm 15{,}0 \times 10^{-7} \qquad \mu_{P} = \pm 12{,}7 \times 10^{-7}$$

Con las fórmulas [**12**], [**13**] y [**14**], página 106, y los cuadros XX, XXI, XXII y XXIII que siguen, calcularemos los valores de los errores variables η y ζ.

CUADRO XXII

ESTACIONES	n	$(v'v')_{47}$	$(v'v')_{65}$	$(v'v')_{46}$	$(v'v')_{66}$	$\Sigma(v'v')$
Madrid (I).....	6	156	105	294	481	1 036
Arbas.....	6	619	326	803	535	2 283
Vivero.....	5	602	51	377	34	1 064
Camposancos.....	5	218	241	59	184	702
Villagarcía.....	4	225	542	1 266	319	2 352
La Coruña.....	6	185	350	311	341	1 187
Madrid (II).....	9	569	559	253	129	1 510
Estaciones 7 Σ.....	41	2 574	2 174	3 363	2 023	10 134

CUADRO XXIII

ESTACIONES	n	$(v'v')_{104}$	$(v'v')_{105}$	$(v'v')_{106}$	$(v'v')_{108}$	$\Sigma(v'v')$
Madrid (I).....	6	355	431	164	131	1 081
Vivero.....	6	1 528	657	335	3 123	5 643
La Coruña.....	5	30	20	82	54	186
Madrid (II).....	6	78	77	131	83	369
Estaciones 4 Σ.....	23	1 991	1 185	712	3 391	7 279

Péndulos 46, 47, 65 y 66.

$$r_i^2 + x^2 = \frac{30839}{4(41-7)} = 228{,}7573 \quad r_i^2 = 99{,}99 \quad r_i = \pm 10{,}0 \times 10^{-7}$$

$$\frac{r_i^2}{4} + x^2 = \frac{5228}{41-7} = 153{,}7647 \quad x^2 = 128{,}77 \quad x = \pm 11{,}3 \times 10^{-7}$$

$$r_i^2 = \frac{10134}{3(41-7)} = 99{,}35 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad r_i = \pm 10{,}0 \times 10^{-7}$$

Péndulos 104, 105, 106 y 107.

$$r_i^2 + x^2 = \frac{12352}{4(23-4)} = 162{,}5263 \quad r_i^2 = 125{,}44 \quad r_i = \pm 11{,}2 \times 10^{-7}$$

$$\frac{r_i^2}{4} + x^2 = \frac{1299}{23-4} = 68{,}3684 \quad x^2 = 37{,}08 \quad x = \pm 6{,}1 \times 10^{-7}$$

$$r_i^2 = \frac{7279}{3(23-4)} = 127{,}70 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad r_i = \pm 11{,}3 \times 10^{-7}$$

El menor valor que en los péndulos B tiene la parte sistemática del error se explica por la mayor duración que en ellos tienen los períodos de coincidencias.

Los errores constantes serán los que siguen. Para el balance del sostén encontramos anteriormente:

ESTACIONES	Péndulos.	p_b	p_b^2
Madrid (I).....	A	$\pm 0{,}5 \times 10^{-7}$	$0{,}25 \times 10^{-14}$
Arbas.....		$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$0{,}64 \times 10^{-14}$
Vivero.....		$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$0{,}64 \times 10^{-14}$
Camposancos		$\pm 1{,}6 \times 10^{-7}$	$2{,}56 \times 10^{-14}$
Villagarcía.....		$\pm 0{,}7 \times 10^{-7}$	$0{,}49 \times 10^{-14}$
La Coruña.....		$\pm 0{,}7 \times 10^{-7}$	$0{,}49 \times 10^{-14}$
Madrid (II).....		$\pm 0{,}5 \times 10^{-7}$	$0{,}25 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio.		$\pm 0{,}3 \times 10^{-7}$	$0{,}09 \times 10^{-14}$
Madrid (I).....	B	$\pm 0{,}7 \times 10^{-7}$	$0{,}49 \times 10^{-14}$
Vivero.....		$\pm 0{,}4 \times 10^{-7}$	$0{,}16 \times 10^{-14}$
La Coruña.....		$\pm 0{,}5 \times 10^{-7}$	$0{,}25 \times 10^{-14}$
Madrid (II).....		$\pm 0{,}9 \times 10^{-7}$	$0{,}81 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio.		$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$0{,}36 \times 10^{-14}$

Teniendo en cuenta lo dicho en las páginas 108 y 109, y los valores de las constantes de densidad del aire y temperatura de todos los péndulos, con los datos de los cuadros que siguen se determinan los errores por inseguridad de las constantes de reducción al vacío y a 0°.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO											
	Péndulo 47.	Péndulo 65.	Péndulo 46.	Péndulo 66.	Promedios.	Δ	Péndulo 104.	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107	Δ	
Madrid (I).....	566	595	565	587	578		585	588	577	578	582	
Arbas.....	540	568	538	560	551	— 37						
Vivero.....	615	647	614	638	628	— 40	632	634	621	624	628	— 35
Camposancos.....	604	636	602	626	617	— 29						
Villagarcía.....	604	635	602	626	617	— 29						
La Coruña.....	614	647	613	637	628	— 40	673	646	633	636	647	— 54
Madrid (II).....	585	616	584	607	598		603	604	604	604	604	
Madrid Promedio.					588						593	

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA											
	Péndulo 47.	Péndulo 65.	Péndulo 46.	Péndulo 66.	Promedios.	Δ	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	Δ
Madrid (I).....	953	851	935	934	918		876	868	870	866	870	
Arbas.....	539	484	536	539	524	+ 206						
Vivero.....	911	812	894	897	878	— 148	880	885	914	902	902	— 244
Camposancos..	1 038	930	1 030	1 034	1 008	— 278						
Villagarcía.....	906	812	903	905	881	— 151						
La Coruña.....	700	626	693	695	678	+ 52	673	662	669	662	666	— 15
Madrid (II).....	560	502	554	556	543		434	429	436	429	432	
Madrid Promedio...					730						651	

ESTACIONES	Péndulos	η_D	η_D^2	η_T	η_T^2
Arbas.....	A	$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$0{,}64 \times 10^{-14}$	$\pm 1{,}1 \times 10^{-7}$	$1{,}21 \times 10^{-14}$
Vivero.....	A	$\pm 0{,}9 \times 10^{-7}$	$0{,}81 \times 10^{-14}$	$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$0{,}64 \times 10^{-14}$
Camposancos.....	A	$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$0{,}36 \times 10^{-14}$	$\pm 1{,}5 \times 10^{-7}$	$2{,}25 \times 10^{-14}$
Villagarcía.....	A	$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$0{,}36 \times 10^{-14}$	$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$0{,}64 \times 10^{-14}$
La Coruña.....	A	$\pm 0{,}9 \times 10^{-7}$	$0{,}81 \times 10^{-14}$	$\pm 0{,}3 \times 10^{-7}$	$0{,}09 \times 10^{-14}$
Vivero.....	B	$\pm 0{,}5 \times 10^{-7}$	$0{,}25 \times 10^{-14}$	$\pm 0{,}6 \times 10^{-7}$	$0{,}36 \times 10^{-14}$
La Coruña.....	B	$\pm 0{,}8 \times 10^{-7}$	$0{,}64 \times 10^{-14}$	$\pm 0{,}1 \times 10^{-7}$	$0{,}01 \times 10^{-14}$

Los errores producidos en la duración por el error del movimiento diario del reloj serán:

ESTACIONES	Clase de péndulos	s	^{2}m	$^{0}_{m}$	$^{0}_{m}{}^{2}$
Madrid (I)	A	0,5066529	0,03	$1,7 \times 10^{-7}$	$2,89 \times 10^{-14}$
Arbas		6135	0,12	$7,0 \times 10^{-7}$	$49,00 \times 10^{-14}$
Vivero		5047	0,14	$8,2 \times 10^{-7}$	$67,24 \times 10^{-14}$
Camposancos		5488	0,13	$7,6 \times 19^{-7}$	$57,76 \times 10^{-14}$
Villagarcía		5380	0,10	$5,8 \times 10^{-7}$	$33,64 \times 10^{-14}$
La Coruña		5175	0,07	$4,1 \times 10^{-7}$	$16,81 \times 10^{-14}$
Madrid (II)		6525	0,03	$1,7 \times 10^{-7}$	$2,89 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio		»	»	$1,2 \times 10^{-7}$	$1,44 \times 10^{-14}$
Madrid (I)	B	0,5015377	0,03	$1,7 \times 10^{-7}$	$2,89 \times 10^{-14}$
Vivero		3921	0,11	$6,4 \times 10^{-7}$	$40,96 \times 10^{-14}$
La Coruña		4072	0,09	$5,2 \times 10^{-7}$	$27,04 \times 10^{-14}$
Madrid (II)		5388	0,03	$1,7 \times 10^{-7}$	$2,89 \times 10^{-14}$
Madrid Promedio		»	»	$1,2 \times 10^{-7}$	$1,44 \times 10^{-14}$

Para calcular el valor del influjo de la variabilidad de los péndulos formaremos los cuadros siguientes:

CUADRO XXIV

ESTACIONES	Δ_{47}	Δ_{65}	Δ_{46}	Δ_{66}	n	v''_{47}	v''_{65}	v''_{46}	v''_{66}	$[v'' v'']$	$\frac{1}{n}$
Madrid (I)	+ 2003	— 1057	— 28	— 916	6	+ 5	— 8	0	+ 14	285	0,17
Arbas	+ 1999	— 1061	— 21	— 917	6	+ 9	— 12	+ 7	+ 13	443	0,17
Vivero	+ 2006	— 1038	— 18	— 949	5	+ 2	+ 11	+ 10	— 19	586	0,20
Camposancos	+ 2001	— 1037	— 30	— 933	5	+ 7	+ 12	— 2	— 3	206	0,20
Villagarcía	+ 2013	— 1046	— 34	— 934	4	— 5	+ 3	— 6	— 4	86	0,25
La Coruña	+ 2010	— 1051	— 33	— 926	6	— 2	— 2	— 5	+ 4	49	0,17
Madrid (II)	+ 2020	— 1052	— 31	— 937	9	— 12	— 3	— 3	— 7	211	0,11
Σ	+ 2008	— 1049	— 28	— 930						1866	1,27

CUADRO XXV

ESTACIONES	Δ_{104}	Δ_{105}	Δ_{106}	Δ_{107}	n	v''_{104}	v''_{105}	v''_{106}	v''_{107}	$v'' v''$	$\frac{1}{n}$
Madrid (I)	— 492	+ 324	— 250	+ 418	6	18	28	10	0	1 108	0,17
Vivero	— 504	+ 309	— 231	+ 426	6	30	13	9	8	1 214	0,17
La Coruña	— 456	+ 293	— 243	+ 407	5	18	3	3	11	463	0,20
Madrid (II)	— 444	+ 259	— 238	+ 423	6	30	37	2	5	1 488	0,17
Σ	— 474	+ 296	— 240	+ 418						4 273	0,71

Y valiéndose de la fórmula de la página 111 se obtendrá:

Péndulos A.

$$1\,866 = 3 \times \frac{7-1}{7} \times 99{,}99 \times 1{,}27 + 3(7-1)\,\mathbf{I}^2$$

$$\mathbf{I}^2 = 85{,}52 \qquad \mathbf{I} = 9{,}2$$

$$\mu_P^2 = \frac{\mathbf{I}^2}{4} = 21{,}38 \times 10^{-14} \qquad \mu_P = 4{,}5 \times 10^{-7}$$

y para Madrid

$$\frac{\mu_P^2}{2} = 10{,}69 \times 10^{-14} \qquad \mu_P = \pm 3{,}2$$

Péndulos B.

$$4\,273 = 3 \times \frac{4-1}{4} \times 125{,}44 \times 0{,}71 + 3(4-1)\,\mathbf{I}^2$$

$$\mathbf{I}^2 = 452{,}51 \times 10 \qquad \mathbf{I} = 21{,}2$$

$$\mu_P^2 = \frac{\mathbf{I}^2}{4} = 113{,}13 \times 10^{-14} \qquad \mu_P = 10{,}6 \times 10^{-7}$$

y para Madrid

$$\mu_P = \pm 7{,}5 \times 10^{-7}$$

Reunidos los errores en los cuadros que siguen se calcularon los valores de $\mathbf{E}^2$ y μ_g en la forma ya dicha.

CUADRO XXVI.—Péndulos A.

ERRORES	Promedio de Madrid (I) y (II).		Arbas.		Vivero.		Camposancos.		Villagarcía.		La Coruña.	
	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-14}$
μ_a = Error medio total de los errores variables	1,3	1,69	6,0	36,0	2,1	4,41	2,7	7,29	3,8	14,44	2,0	4,00
μ_b = Error medio de la determinación del balance del sostén	0,3	0,09	0,8	0,64	0,8	0,64	1,6	2,56	0,7	0,49	0,7	0,49
μ_D = Influjo de la inseguridad de las constantes de densidad del aire.	»	»	0,8	0,64	0,9	0,81	0,6	0,36	0,6	0,36	0,9	0,81
μ_T = Influjo de la inseguridad de las constantes de temperatura	»	»	1,1	1,21	0,8	0,64	1,5	2,25	0,8	0,64	0,3	0,09
μ_M = Error medio del movimiento del reloj Strasser	1,2	1,44	7,0	49,00	8,2	67,24	7,6	57,76	5,8	33,64	4,1	16,81
μ_P = Influjo de la variabilidad de los péndulos	3,2	10,69	4,5	21,38	4,5	21,38	4,5	21,38	4,5	21,38	4,5	21,38
E^2 =	»	13,91	»	108,87	»	95,12	»	91,60	»	70,95	»	43,58

CUADRO XXVII.–Péndulos B.

ERRORES	Promedio de Madrid (I) y (II).		Vivero.		La Coruña.	
	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-7}$
μ_s = Error medio total de los errores variables	1,6	2,56	4,1	16,81	2,1	4,41
μ_b = Error medio de la determinación del balance del sostén	0,6	0,36	0,4	0,16	0,5	0,25
μ_D = Influjo de la inseguridad de las constantes de densidad del aire	»	»	0,5	0,25	0,8	0,64
μ_T = Influjo de la inseguridad de las constantes de temperatura	»	»	0,6	0,36	0,1	0,01
μ_M = Error medio del movimiento del reloj Strasser	1,2	1,44	6,4	40,96	5,2	27,04
μ_P = Influjo de la variabilidad de los péndulos	7,5	56,56	10,6	113,13	10,6	113,13
E^2 =	10,9	»	»	171,67	»	145,48

Péndulos A.

Arbas ..... $\mu_g = \pm 0{,}000058$
Vivero ..... $\mu_g = \pm 0{,}000040$
Camposancos ..... $\mu_g = \pm 0{,}000040$
Villagarcía ..... $\mu_g = \pm 0{,}000036$
La Coruña ..... $\mu_g = \pm 0{,}000029$

Péndulos B.

Vivero ..... $\mu_g = \pm 0{,}000053$
La Coruña ..... $\mu_g = \pm 0{,}000049$

CAPÍTULO V

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Campaña de 1906.

Siguiendo el criterio hasta ahora establecido calcularemos los valores de **g** en cada posición de los péndulos con entera independencia entre sí.

La fórmula empleada es la [**4**] página 8. El valor adoptado para **g** en Madrid es el correspondiente al fundamental de Potsdam.

$$g_M = 979{,}981 \text{ cm}$$

Los valores de S_M serán los promedios de los obtenidos á la salida y llegada y los **S** los correspondientes á la Estación para la que se calcula.

Los resultados se consignan en el cuadro que sigue:

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	Número de los péndulos.	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g — Promedios.
Peñas.....	A	47	980,554	980,553
		65	980,553	
		46	980,553	
		66	980,554	
Santander.....	A	47	980,504	980,503
		65	980,500	
		46	980,502	
		66	980,508	
Igueldo.....	A	47	980,416	980,420
		65	980,423	
		46	980,421	
		66	980,420	

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	Número de los péndulos.	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g — Promedios.
Izarra.....	A	47	980,287	980,282
		65	980,275	
		46	980,279	
		66	980,287	
Peñas.....	B	47	980,548	980,550
		65	980,548	
		46	980,551	
		66	980,555	
Santander.....	B	47	980,505	980,505
		65	980,503	
		46	980,501	
		66	980,510	
Igueldo.....	B	47	980,416	980,417
		65	980,410	
		46	980,420	
		66	980,424	
Izarra.....	B	47	980,286	980,284
		65	980,276	
		46	980,286	
		66	980,294	

Teniendo en cuenta los pesos de los valores encontrados en cada una de las posiciones A y B de los péndulos, se obtiene como valores definitivos:

Peñas..... **980,552**
Santander..... **980,503**
Igueldo..... **980,419**
Izarra..... **980,283**

Campaña de 1907.

En las Estaciones en las que se observó con los ocho péndulos se calcularon con independencia los valores de **g**, obtenidos con las duraciones de oscilación de los péndulos 46, 47, 65 y 66 (A), y los de 104, 105, 106 y 107 (B).

Emplearemos la misma fórmula que en 1906 y los mismos procedimientos, obteniendo así los resultados que siguen:

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	Número de los péndulos.	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — Promedios.
Arbas.....	A	47	980,137	980,132
		65	980,135	
		46	980,129	
		66	980,128	
Vivero.....	A	47	980,555	980,554
		65	980,548	
		46	980,550	
		66	980,562	
Camposancos..	A	47	980,387	980,383
		65	980,377	
		46	980,384	
		66	970,385	
Villagarcía.....	A	47	980,424	980,425
		65	980,422	
		46	980,427	
		66	980,428	
La Coruña.....	A	47	980,504	980,504
		65	980,503	
		47	980,506	
		66	980,504	

ESTACIONES	Posición de los péndulos.	Número de los péndulos.	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g — Promedios.
Vivero.....	B	104	980,566	980,552
		105	980,546	
		106	980,547	
		107	980,550	
La Coruña.....	B	104	980,489	980,493
		105	980,492	
		106	980,493	
		107	980,498	

Y teniendo en cuenta los pesos de las observaciones hechas con los péndulos A y B para Vivero y La Coruña, se obtienen los siguientes valores definitivos:

Arbas	**980,132**
Vivero	**980,553**
Camposancos	**980,383**
Villagarcía	**980,425**
La Coruña	**980,501**

Para deducir de los valores de **g** los correspondientes al nivel del mar emplearemos las fórmulas:

$$g_0 = g + \delta g \qquad g''_0 = g + \delta g + \delta' g$$

$$\delta g = 0{,}0003086\, H$$

$$\delta g' = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_0)$$

En las cuales representan:

H la altura sobre el nivel del mar del centro de la lenteja de los péndulos.

θ_m la densidad media de la Tierra, 5,52.

θ La densidad media de la meseta de observación.

En el cuadro siguiente consignaremos los datos empleados en los cálculos y los resultados.

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta g'$	g_0	g''_0
Peñas.....	980,552	107	2,6	0,033	— 0,012	980,585	980,573
Santander.....	980,503	10	2,6	0,003	— 0,001	980,506	980,505
Igueldo.....	980,419	118	2,6	0,036	— 0,013	980,455	980,442
Izarra	980,283	621	2,6	0,192	— 0,068	980,475	980,407
Arbas.....	980,132	1329	2,6	0,410	— 0,048	980,542	980,394
Vivero.....	980,553	12	2,6	0,004	— 0,002	980,557	980,555
Camposancos.....	980,383	9	2,6	0,003	— 0,002	980,386	980,384
Villagarcía.....	980,425	11	2,6	0,003	— 0,001	980,428	980,427
La Coruña.....	980,501	15	2,6	0,005	— 0,002	980,506	980,504

Los valores teóricos de g para las diferentes Estaciones que llamaremos γ_o se han calculado por la fórmula de Helmert (1909).

$$\gamma_o = 978{,}030\,(1 + 0{,}005302\,\mathrm{sen}^2\,\varphi + 0{,}000007\,\mathrm{sen}^2\,2\varphi)$$

Y finalmente reuniremos para mayor claridad todos los valores de g en el cuadro siguiente:

RESUMEN de las observaciones efectuadas en los años 1906 y 1907.

ESTACIONES	Latitud N.	Longitud W.	Altitud m.	Densidad del terreno	Gravedad observada g	g_o	g'_o	γ_o	$(g'_o - \gamma_o)$	$(g_o - \gamma_o)$
	° ′	° ′								
Peñas	43 40,4	5 51	107	2,6	980,552	980,585	980,573	980,494	+ 79	+ 91
Santander	43 29,1	3 49	10	2,6	980,503	980,506	980,505	980,479	+ 26	+ 27
Igueldo	43 19,5	2 0	118	2,6	980,419	980,455	980,442	980,464	— 22	— 9
Izarra	42 56,7	2 53	621	2,6	980,283	980,475	980,407	980,429	— 22	+ 46
Arbas	43 0,9	5 45	1329	2,6	980,132	980,542	980,394	980,436	— 42	+ 106
Vivero	43 39,0	7 35	12	2,6	980,553	980,557	980,555	980,493	+ 62	+ 64
Camposancos	41 53,2	8 49	9	2,6	980,383	980,386	980,384	980,335	+ 49	+ 51
Villagarcía	42 36,1	8 45	11	2,6	980,425	980,428	980,427	980,399	+ 28	+ 29
La Coruña	43 22,0	8 24	15	2,6	980,501	980,506	980,504	980,468	+ 36	+ 38

FE DE ERRATAS

PÁG.	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
6	8	dentro del tiempo de observación en ninguna Estación, instalé	dentro del tiempo de observación, en ninguna Estación instalé
12	3	1914	1906
12	31	Liboe	Libræ
23	15	3ª 29'	3° 49'
24	6	Aquari	Aquarii
	30	Acuarii	Aquarii
	37	Equlei	Equulei
63	5	Lámina 2.ª	Lámina II
63	17	1906	1907
64	2	1906	1907
64	17	1906	1907
67	25	Sagitari	Sagitarii
68	28	Aquari	Aquarii
69	29	1906	1907
76	26	1906	1907
76	21	Equilei	Equulei
95	4 á 12	0,5066509	0,5066509
		6596	6496
		6588	6488
		6598	6498
		6584	6484
		6594	6494
		6587	6487
		6595	6495
		6502	6502

ÍNDICE

Páginas.

INTRODUCCIÓN 5

CAPÍTULO PRIMERO

Observaciones efectuadas durante la campaña de 1906. — Estación de Madrid (salida) 11
Estación de Cabo Peñas 17
Estación de Santander 23
Estación de Igueldo 31
Estación de Izarra 37
Estación de Madrid (llegada) 43

CAPÍTULO II

Determinación de las constantes de los péndulos 104, 105, 106 y 107 51

CAPÍTULO III

Observaciones efectuadas durante la campaña de 1907. — Estación de Madrid (salida) 57
Estación de Arbas (Puerto de Pajares) 63
Estación de Vivero 67
Estación de Camposancos 75
Estación de Villagarcía 81
Estación de Madrid (llegada) 91

CAPÍTULO IV

Precisión de las observaciones 97

CAPÍTULO V

Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad 129
Fe de erratas 134



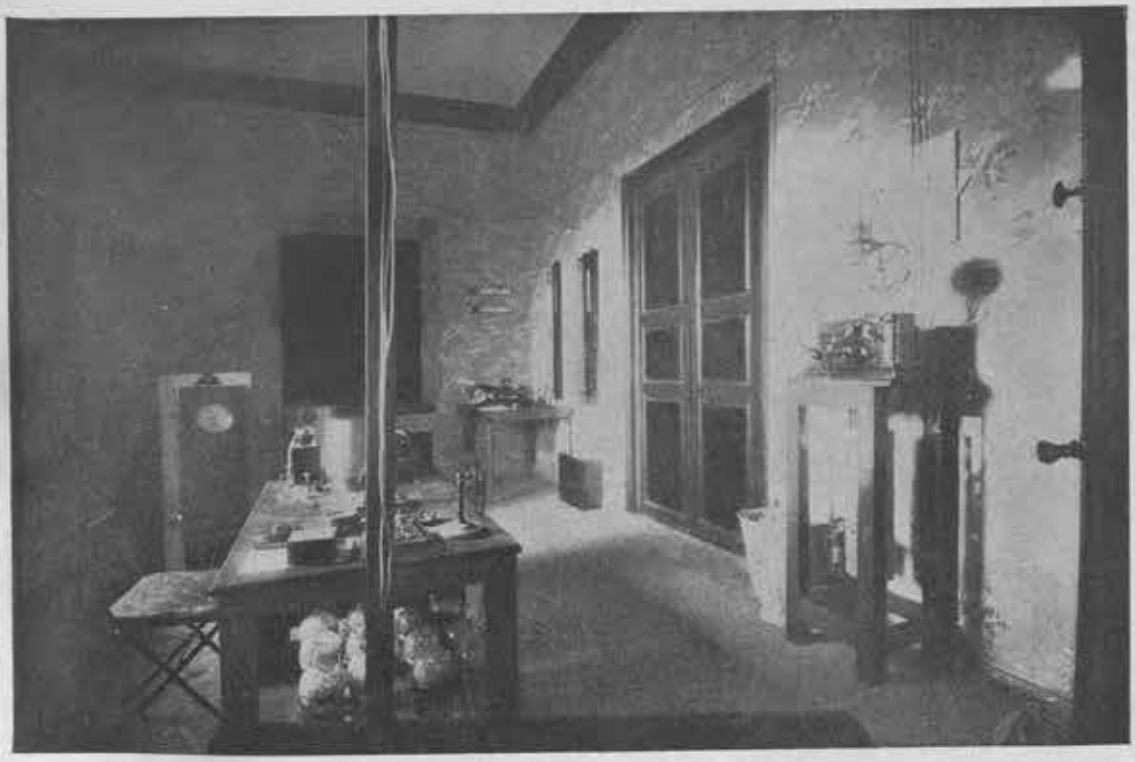
VISTA GENERAL DE CABO PEÑAS



VISTA DEL FARO DE CABO PEÑAS



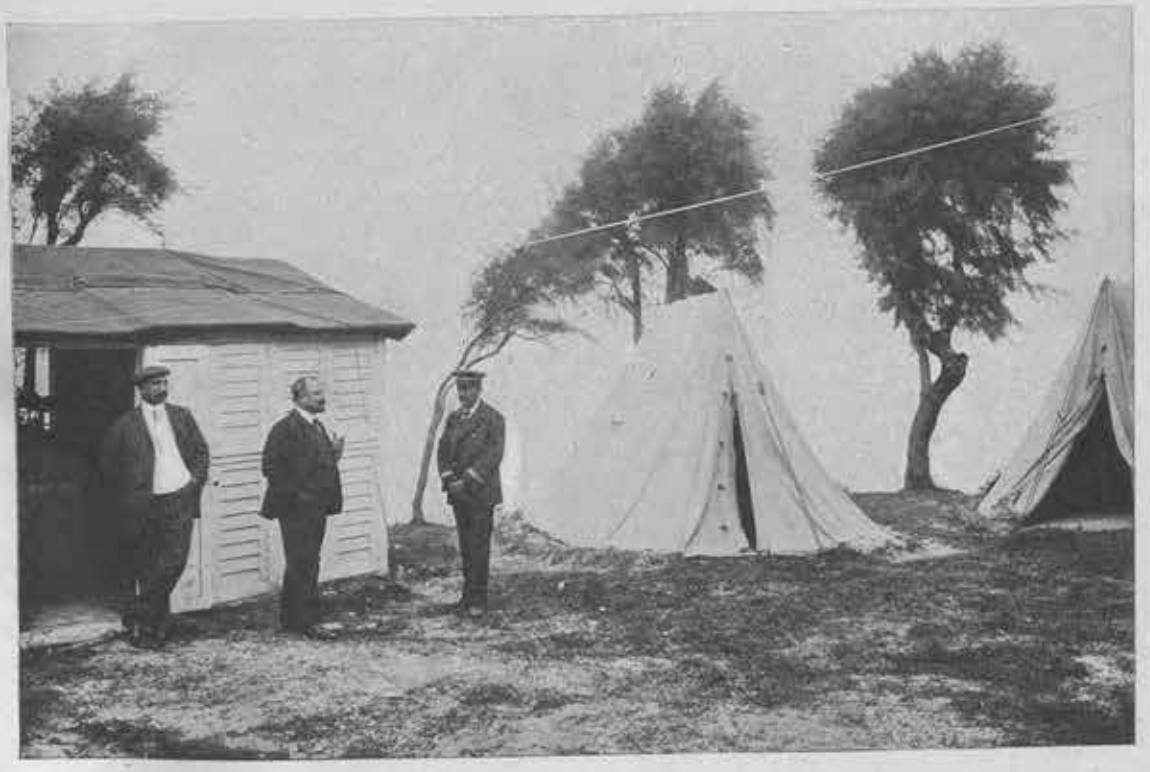
VISTA DEL MAREÓGRAFO DE SANTANDER



INTERIOR DE LA INSTALACIÓN EN SANTANDER



VISTA DEL FARO DE IGUELDO



BARRACA ASTRONÓMICA Y CAMPAMENTO EN IGUELDO



VISTA GENERAL DEL PUEBLO DE IZARRA



VISTA EXTERIOR DEL LOCAL DE OBSERVACIÓN EN IZARRA



ASPECTO DE LA CORDILLERA CANTÁBRICA DESDE PAJARES



VISTA GENERAL DEL PUERTO DE PAJARES



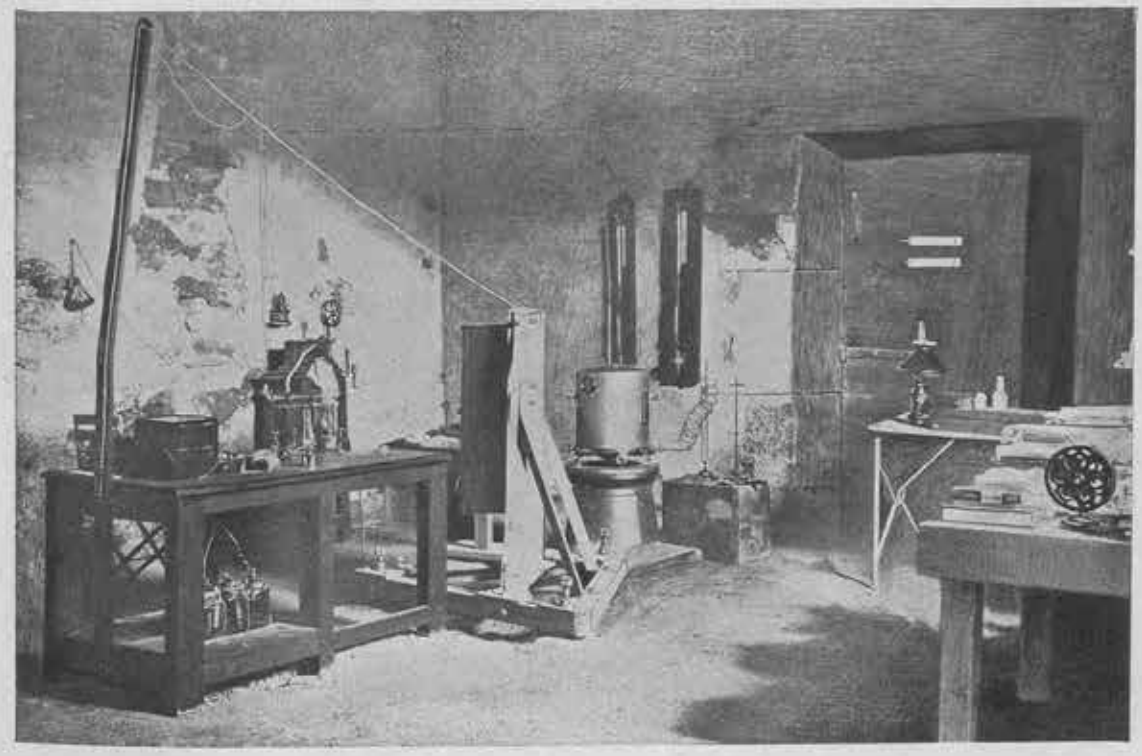
VISTA DE LA COLEGIATA DE ARBAS



IGLESIA DE LA COLEGIATA DE ARBAS



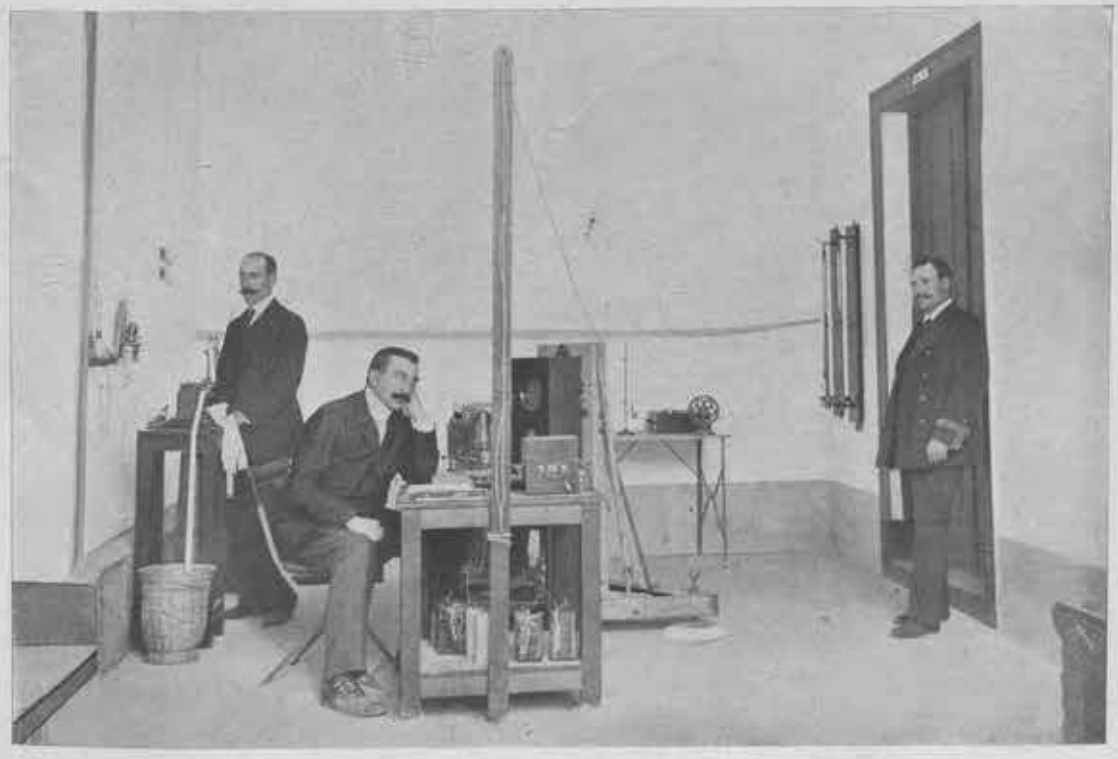
VISTA DEL PUEBLO DE VIVERO



INTERIOR DE LA INSTALACIÓN EN VIVERO



VISTA DEL COLEGIO DE SANTIAGO EN CAMPOSANCOS



INTERIOR DE LA INSTALACIÓN EN CAMPOSANCOS

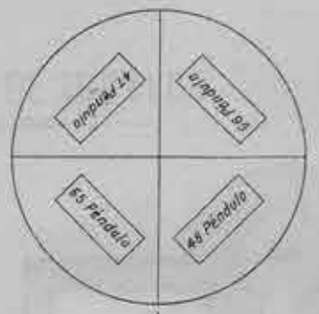


VISTA DEL AYUNTAMIENTO DE VILLAGARCÍA

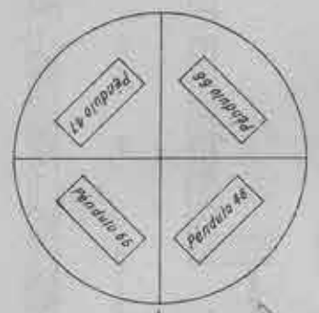


INTERIOR DE LA INSTALACIÓN EN LA CORUÑA

COLOCACIÓN DE LOS PÉNDULOS

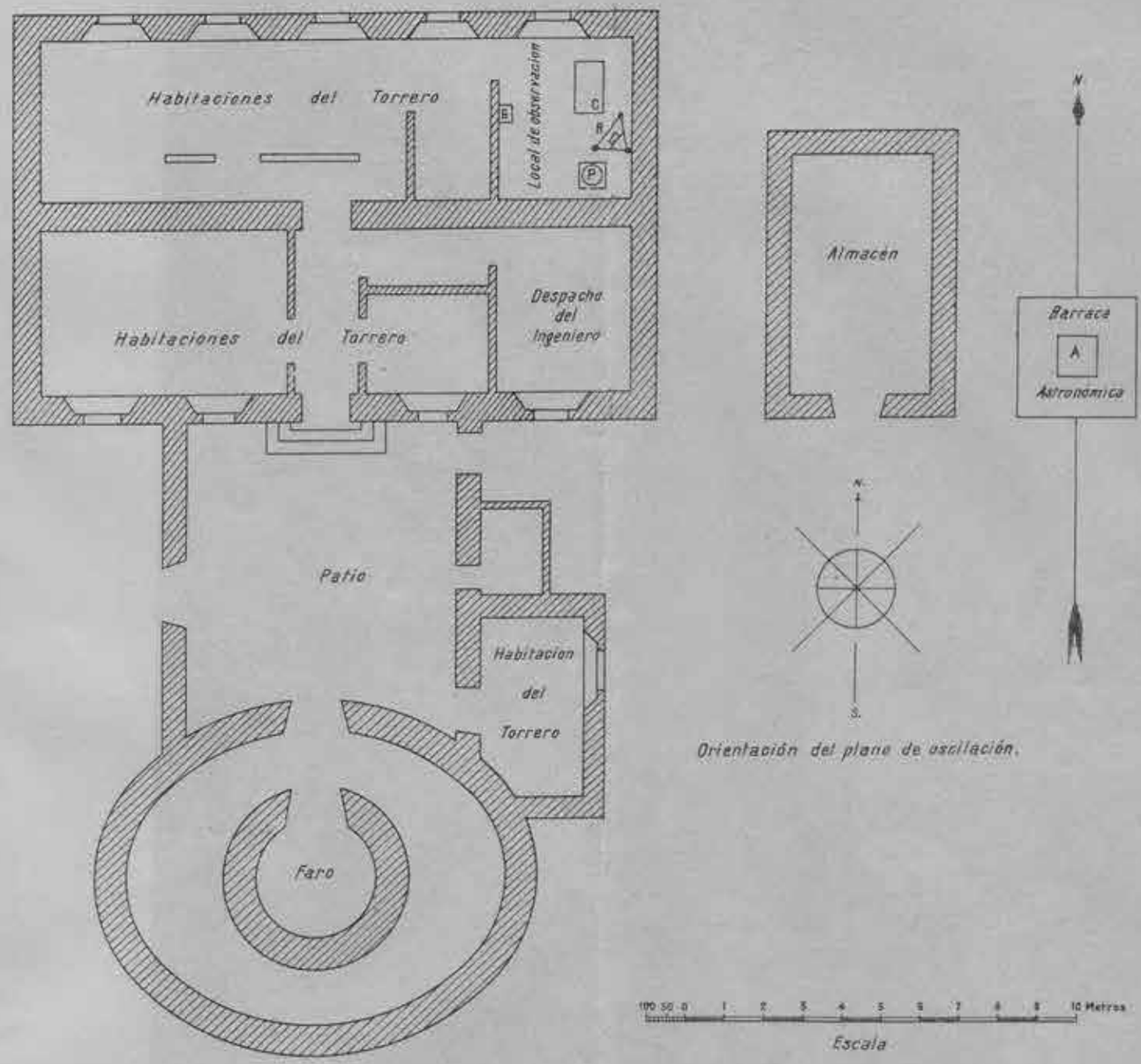


Posición A.



Posición B.

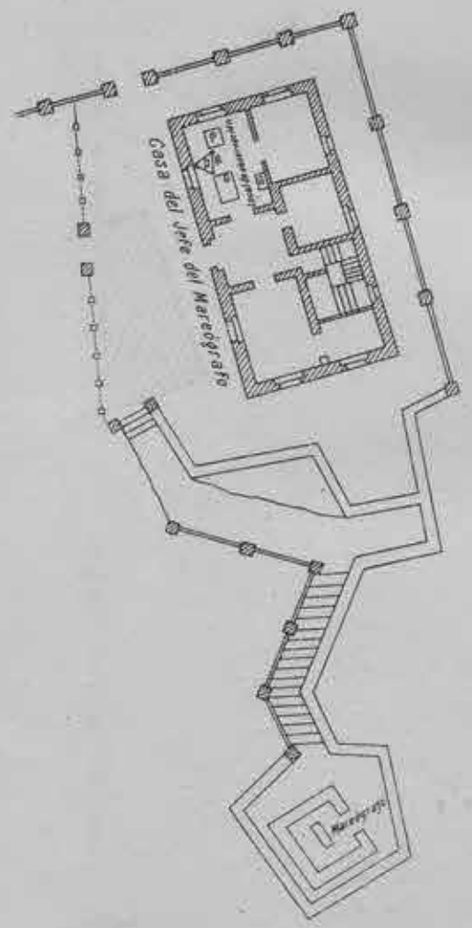
ESTACIÓN DE CABO PEÑAS



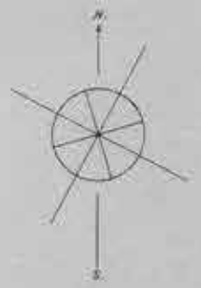
Orientación del plano de oscilación.

Escala

ESTACIÓN DE SANTANDER





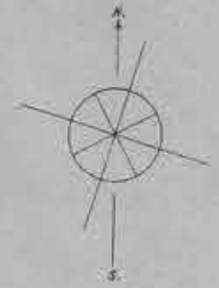


Orientación del plano de oscilación



ESTACIÓN DE IGUELDO

Orientacion del plano de oscilacion





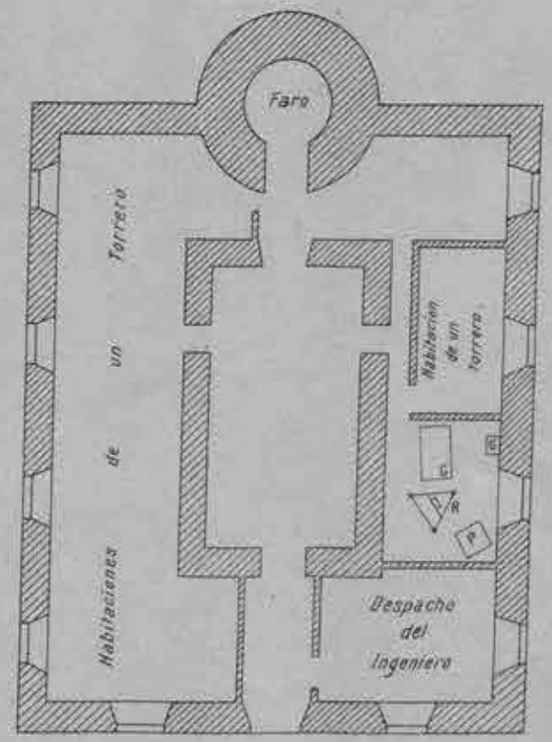




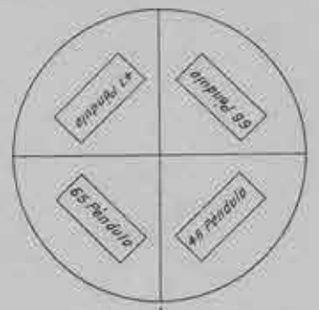
Lámina I. (C).

ESTACIÓN DE IZARRA

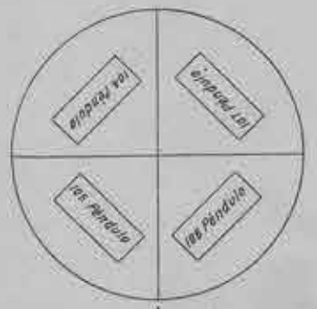


Orientacion del plano de oscilacion

COLOCACIÓN DE LOS PÉNDULOS



Posición A.

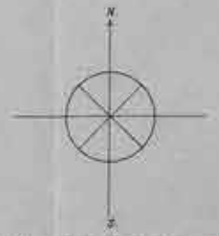


Posición A



ESTACIÓN DE ARBAS

(Puerto de Pajares)



Orientación del plano de oscilación

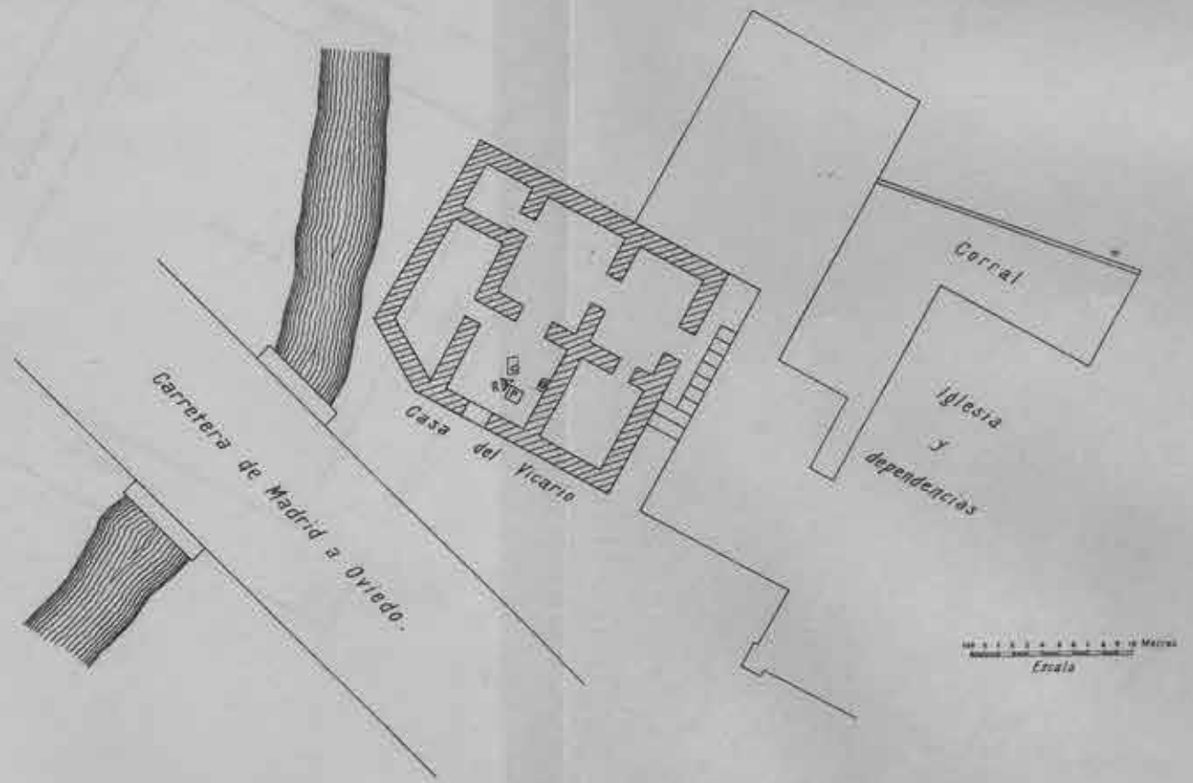
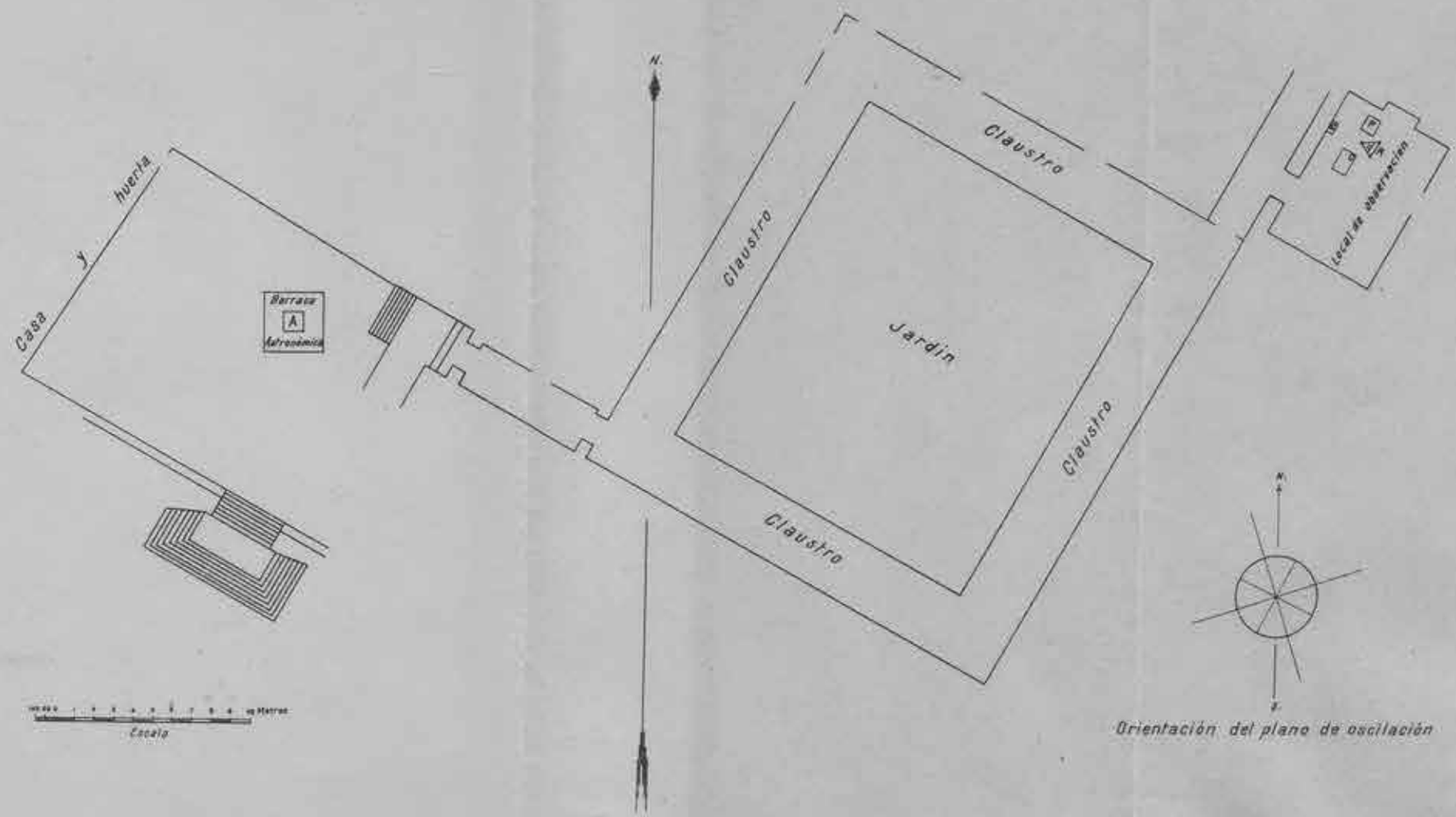


Lámina II. (B).

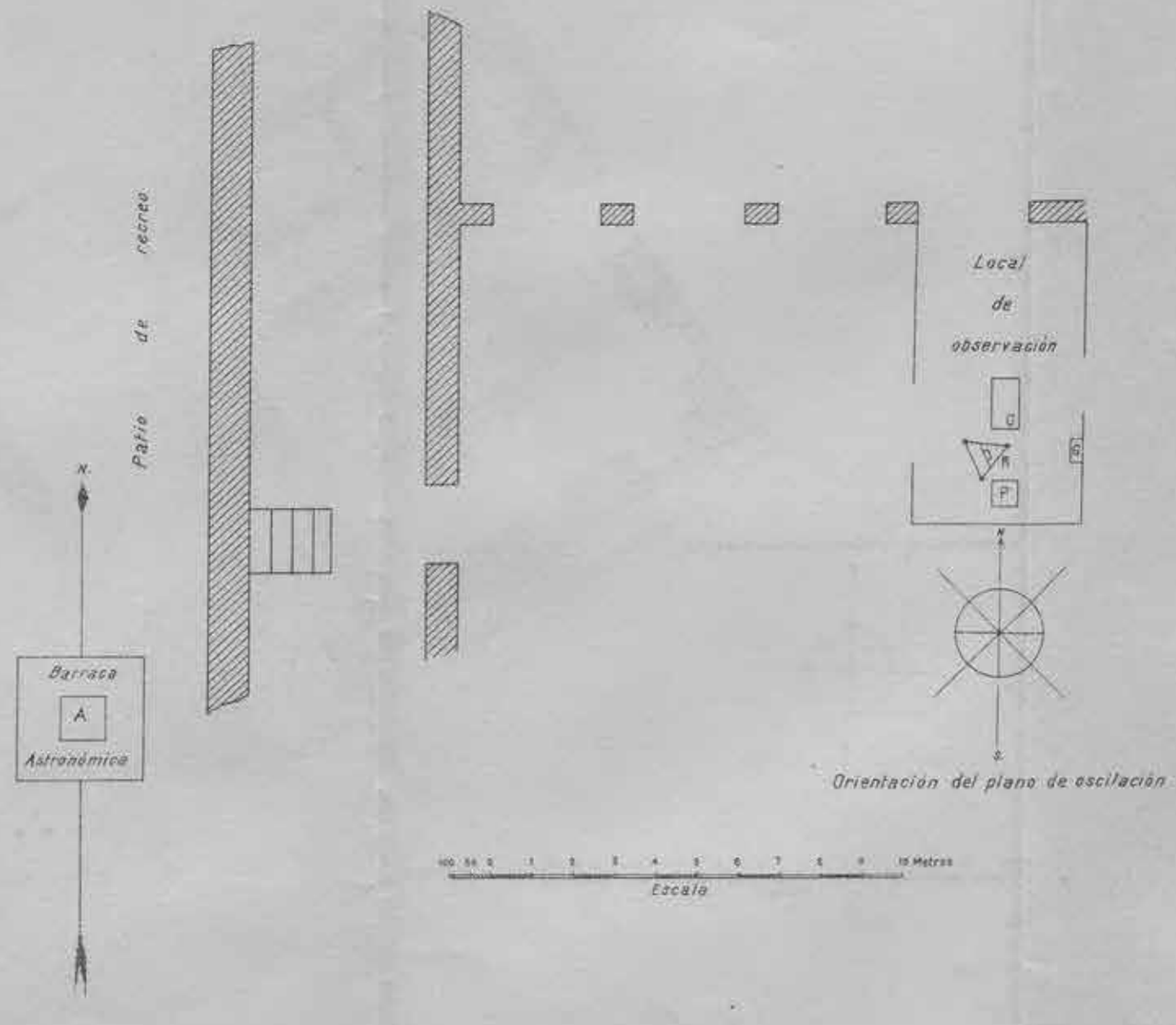
ESTACIÓN DE VIVERO



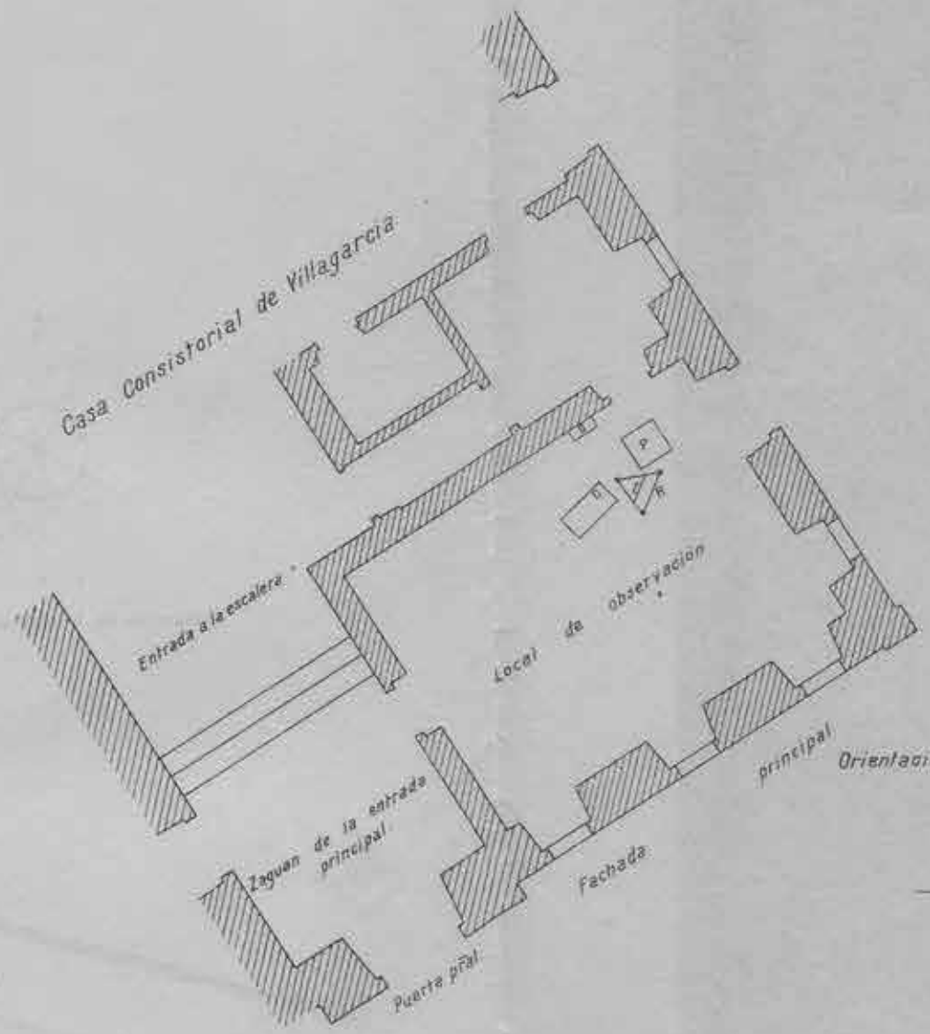
Orientación del plano de oscilación

ESTACIÓN DE CAMPOSANCOS

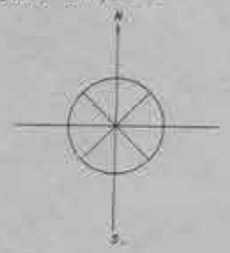
(La Guardia)

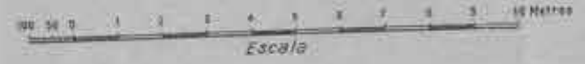


ESTACIÓN DE VILLAGARCIA



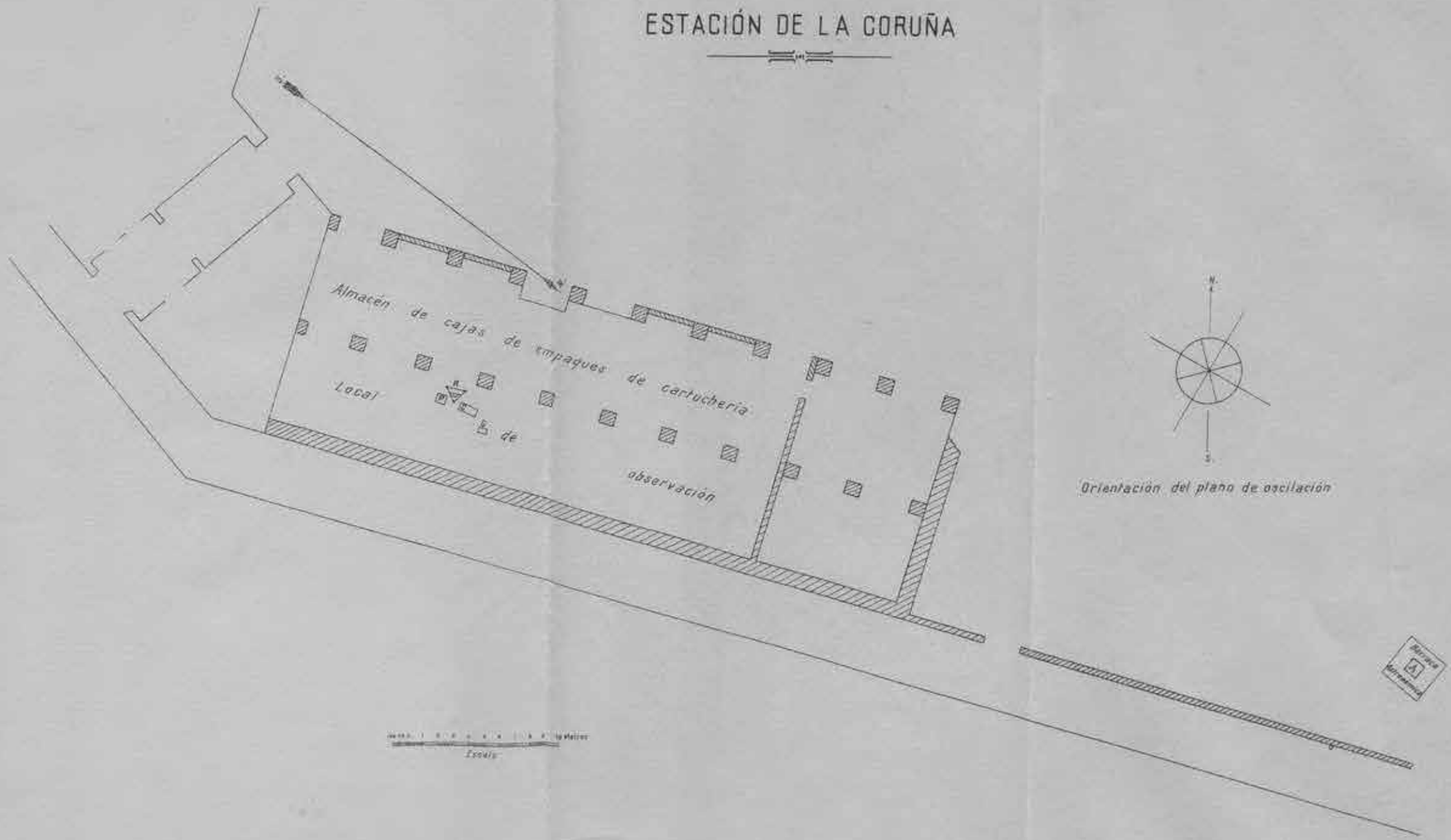
Orientacion del plano de oscilación.







ESTACIÓN DE LA CORUÑA



Orientación del plano de oscilación

DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

III

DETERMINACIONES RELATIVAS
DE LA
INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR EL
TENIENTE CORONEL DE ESTADO MAYOR
ILMO. SR. D. ARTURO MIFSUT Y MACÓN
Inspector general del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos.



MADRID
IMPRENTA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO
—
1913

INTRODUCCIÓN

Justificada, por las razones expuestas en anteriores *Memorias* de la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico, la substitución de las determinaciones absolutas de los valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad por las de las relativas, con el consiguiente cambio de métodos é instrumentos en ellas empleados, adoptados ya en 1901 por considerable número de operadores extranjeros, practicóse á fines de este año en el Observatorio Astronómico de Madrid la primera determinación de relativas en España por el sabio Profesor Doctor Oscar Hecker, lo cual indujo á esta Dirección general á decidir el cambio de las determinaciones absolutas, que hasta entonces se venían practicando entre nosotros, por las de las relativas, preconizadas por la Asociación Geodésica Internacional y en boga ya en otras Naciones.

Al efecto, ordenóse al entonces Comandante de Estado Mayor é ilustrado Ingeniero Geógrafo D. Felipe de La Rica, que, de entre los varios de mayor predicamento consagrados por su uso en el extranjero, excogitase y propusiese para su adquisición el aparato y método de observación que en definitiva había de adoptarse por nosotros para coadyuvar á la determinación de las relativas nacionales, debiéndole ayudar en esta importante labor el laborioso Capitán de Estado Mayor, también Ingeniero Geógrafo, D. José Galbis.

Con el ímprobo trabajo de penosas investigaciones y brillantez suma, dió el Sr. La Rica cima á su ardua empresa, proponiendo en Abril de 1902 se adoptase y adquiriese por la Dirección general un aparato de péndulos semejante al usado por Hecker en sus trabajos de Madrid, el cual aparato había de ser empleado también con iguales métodos de observación que los utilizados por el susodicho operador.

No obstante el conocimiento que de este linaje de trabajos poseía ya el Sr. La Rica, como observador afortunado y concienzudo que había sido en las determinaciones absolutas con el péndulo de inversión de Bessel, decidió, abroquelado en su modestia, consultar la valiosa opinión del sabio Profesor Helmert, quien, en carta de Octubre de 1902, manifestábale que, en efecto, el aparato indicado era el más apropiado y su elección la más acertada. Aprobada la moción por la Dirección general, se encargó el aparato al Sr. P. Stückrath (Friedenau, Alemania) y el 24 de Agosto de 1903 se recibió en esta Corte.

Enfermo á la sazón el Sr. La Rica, reemplazósele con el Ingeniero de Minas é ilustrado Ingeniero Geógrafo D. Manuel de Barandica, quedando constituída la Sección de trabajos con el péndulo por este señor Ingeniero y el ya citado Sr. Galbis, bajo la inmediata jefatura del Ilmo. Sr. D. Eduardo Mier, quien, con sus vastos conocimientos y acertados consejos, logró el montaje y funcionamiento de los nuevos aparatos, dejándolos en disposición de efectuar las futuras observaciones.

El año de 1906 reingresé en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, manifestando á la Superioridad mi deseo de prestar servicio en la Sección de trabajos astronómicos, pero el excelentísimo señor Director general dispuso que me hiciese cargo de la jefatura de la Sección de péndulo, bajo la alta inspección del Jefe del Negociado de Geodesia Ilmo. Sr. D. Eduardo Mier.

Aunque prácticamente me eran desconocidos los nuevos aparatos y procedimientos para la obtención de las relativas, hallábame con ellos familiarizado teóricamente, por mi anterior cargo de Profesor de Meteorología, Astronomía y Geodesia en la Escuela Superior de Guerra; esta circunstancia y la de haber yo practicado la determinación de absolutas con el péndulo de inversión de Bessel, cuando figuré como Geodesta en el Instituto, influyeron sin duda en el ánimo del excelentísimo Sr. D. Ángel Galarza, Director general, para conferirme la jefatura de la mencionada Sección de péndulo.

Con el temor y casi terror que siempre me ha inspirado todo lo para mí nuevo ó por mí no aplicado, me dediqué á la práctica del manejo de los aparatos de relativas y métodos de observación, convenciéndome, bien pronto afortunadamente, de cuán infundados eran mis temores; cesaron las alarmantes obsesiones, rayanas en verdadero pánico, con que me anonada siempre la conciencia de mi escaso valer, pero lentamente y con seguro paso avanzaba, hasta con cierto desem-

barazo, en la familiarización con los nuevos aparatos y procedimientos, sin tropezar con seria, ni mucho menos irreducible dificultad; harto sorprendido por ello, tal fué el cúmulo de prejuicios y tropiezos que se me había llegado á presagiar, existía un fundamento racional para que así aconteciese y lo explicase: primero, por la eficaz ayuda que me prestó el Sr. Barandica, en quien su modestia, que es inmensa, corre pareja con su positivo y macizo valer, y segundo, porque habituado yo al manejo de aparatos y aplicación de los métodos de observaciones para la obtención de las determinaciones absolutas, verdaderamente enojosos é intrincados, pareciéronme los de relativas de una encantadora sencillez.

No obstante el hallarme prontamente en condiciones de poder hacer campañas con los nuevos aparatos, difirióse, por ajenas causas, la época de mi salida, que tuvo efecto por primera vez el año de 1908, en el cual hice las observaciones correspondientes á las estaciones de Huelva, Tarifa, San Fernando, Llansá, Ripoll y Jaca; en la campaña de 1909 estacioné en Tudela, Logroño, Pamplona, Roncesvalles, Reinosa, Burgos y Palencia; hechos los cálculos correspondientes á todas estas observaciones, expongo los resultados obtenidos en la presente *Memoria*.

Como los procedimientos y los aparatos empleados en estas determinaciones han sido prolijamente explicados en *Memorias* anteriores, no insistiré en ociosas repeticiones, haciendo somera indicación de las pequeñas diferencias que para las presentes observaciones hubo necesidad de introducir.

Antes de entrar en materia cumplo gustoso el deber de rendir público testimonio de gratitud al Sr. Barandica, quien con su experiencia en estos trabajos y su total dominio de los prolijos cálculos que ocasionan, ha tenido la bondad de prestarme su valiosa cooperación y hasta una voluntaria colaboración, que avalora las páginas de esta *Memoria*.

En ambas campañas ha sido mi auxiliar el que lo es de Geografía D. Santiago Espuñes, en quien me complazco en reconocer las excelentes cualidades de laboriosidad, idoneidad é inteligencia que en tan alto grado posee.

El apocamiento que sufrí y los recelos que me asaltaron al verme frente á los nuevos aparatos, como ya antes he dicho, siguieron atormentándome hasta dar por concluídos los presentes resultados, ya que los temores que me infundieron aquéllos, desvanecidos que fueron por

el dominio de su manejo, trasladáronse á mi sospechada impericia de novel operador; ansiaba, pues, que llegase el momento de contemplar los resultados de mis observaciones para cotejarlos con los de otros observadores de acreditada habilidad y reconocida y justa fama, como el Sr. O. Hecker; este cotejo ha devuelto la tranquilidad á mi espíritu y aún halagaría mi vanidad operatoria, si por acaso la tuviera, al ver que los errores de todo género, cometidos por mí en las observaciones, no son mayores que los en que han incurrido observadores anteriores, antes al contrario, la generalidad son menores, siendo el de Palencia el más reducido de todos, como puede comprobarse en el siguiente cuadro:

AÑO	Observador.	Nombre de la Estación.	Error correspondiente á g.
1903 á 1904	Galbis	San Fernando	0,000020
		Duque	24
		Granada	26
		Baños	23
1905	Barandica	Roldán	0,000032
		Cartagena	19
		Torrejón	23
1906	Galbis	Peñas	0,000020
		Santander	30
		Igueldo	20
		Izarra	20
1907	Galbis	Arbas	0,000022
		Vivero	22
		Camposancos	24
		Villagarcía	26
		Coruña	14
1908	Mifsut	Huelva	0,000027
		Tarifa	18
		San Fernando	16
		Llansá	30
		Ripoll	12
		Jaca	21
1909	Mifsut	Tudela	0,000011
		Logroño	21
		Pamplona	17
		Roncesvalles	12
		Reinosa	16
		Burgos	18
		Palencia	10

Debo hacer notar que en las estaciones de San Fernando, Granada y Baños se efectuaron dos determinaciones de la duración de oscila-

ción de los cuatro péndulos con dos relojes diversos; que en las de Peñas, Santander, Faro Igueldo é Izarra se observaron los cuatro péndulos, pero colocados sobre sus planos de suspensión en dos distintas posiciones, y que en la campaña de 1907 (Arbas, Vivero, Camposancos, Villagarcía y La Coruña) se utilizaron los dos juegos de péndulos adquiridos por el INSTITUTO, todo lo cual acrece el número de observaciones, aumenta el de mediciones de la duración de oscilación y, por lo tanto, el de valores asignados á la relativa, que al obtenerla en definitiva con más *peso* debería alcanzar mayor exactitud que la conseguida por los otros observadores, que se valieron de un número más limitado de observaciones.

Los péndulos utilizados en mis dos campañas están señalados con los números 104, 105, 106 y 107; he aquí los valores de sus

CONSTANTES DE TEMPERATURA

Péndulo 104.....	$\tau = 0{,}000004811 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
» 105.....	$\tau = 0{,}000004738 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
» 106.....	$\tau = 0{,}000004791 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
» 107.....	$\tau = 0{,}000004730 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

CONSTANTES DE PRESIÓN

Péndulo 104.....	$\lambda = 0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
» 105.....	$\lambda = 0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
» 106.....	$\lambda = 0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
» 107.....	$\lambda = 0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

En las estaciones de salida y regreso, en Madrid, se estudió el movimiento del reloj Strasser, comparándolo con el magistral del Observatorio Astronómico.

Finalmente, el valor de g en Madrid, tomado como inicial, resulta ser $g = 9^{m},79981$, correspondiente al de Potsdam $g = 9^{m},81274$.

CAPÍTULO PRIMERO

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LA CAMPAÑA DE 1908

ESTACIÓN DE MADRID (salida).

Local de observación.

El local donde se hicieron las observaciones no fué, como en las anteriores, el salón Biblioteca del Observatorio de Madrid, sino una habitación del mismo edificio orientada al Norte y que reune la ventaja de no sufrir bruscos cambios de temperatura.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3ᵐ 41ˢ 17ˢ W.
Latitud N.....	40° 24' 29''.7
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante	656 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

El reloj empleado para las observaciones fué comparado, como hemos dicho anteriormente, con el magistral del Observatorio de Madrid, y el resultado de las comparaciones hechas en el mes de Febrero de 1908 se ve en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media ✓ de la observación (t. s.)	Estado del reloj	Intervalo de tiempo	Movimiento correspondiente á este intervalo	Movimiento en 24 horas
	h m	m s s	h m	s	s s
18 de Febrero de 1908	19 01	+ 2 10,26 ± 0,03			
19 id. id.	19 29	+ 2 12,81 ± 0,01	24 28	+ 2,55	+ 2,50 ± 0,03
20 id. id.	19 00	+ 2 15,00 ± 0,03	23 31	+ 2,19	+ 2,23 ± 0,03
21 id. id.	18 58	+ 2 17,14 ± 0,01	23 58	+ 2,14	+ 2,14 ± 0,03
22 id. id.	18 34	+ 2 19,14 ± 0,04	23 36	+ 2,00	+ 2,03 ± 0,04
23 id. id.	18 24	+ 2 21,23 ± 0,04	23 50	+ 2,09	+ 2,10 ± 0,06
24 id. id.	19 25	+ 2 23,30 ± 0,03	25 01	+ 2,07	+ 1,99 ± 0,05

Errores correspondientes á la marcha diaria del reloj $\varepsilon_u = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{t_2 - t_1}$

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0ˢ,04.

Duración de la oscilación.—En el estado señalado con la letra *A*. pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado A.

FECHAS — 1908	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del pendulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
19 Febrero.....	104	1 45	707,7	8,1	10,20	11,0	+ 2,23	157,23	0,5015951	— 3	— 603	— 494	+ 129	— 53	0,5014927
19 id.	105	3 17	708,1	8,0	10,45	11,4	+ 2,23	150,51	6666	— 3	— 606	— 495	+ 129	— 55	5636
20 id.	107	21 25	710,3	8,4	10,06	11,6	+ 2,14	149,35	6795	— 4	— 600	— 476	+ 124	— 55	5784
20 id.	104	1 24	708,9	8,3	10,36	11,4	+ 2,14	157,14	5960	— 3	— 604	— 498	+ 124	— 53	4926
20 id.	105	2 50	708,8	8,3	10,36	10,6	+ 2,14	150,48	6669	— 3	— 607	— 491	+ 124	— 55	5637
20 id.	106	4 15	709,2	8,3	10,45	11,3	+ 2,14	155,22	6158	— 3	— 595	— 501	+ 124	— 53	5130
21 id.	107	19 48	711,6	7,6	10,16	10,8	+ 2,03	149,28	6803	— 3	— 601	— 481	+ 118	— 55	5781
21 id.	104	21 10	711,6	8,2	10,16	11,2	+ 2,03	157,29	5945	— 3	— 606	— 489	+ 118	— 53	4912
21 id.	105	22 33	711,2	8,3	10,26	11,0	+ 2,03	150,58	6658	— 4	— 609	— 486	+ 118	— 55	5622
21 id.	106	0 55	710,2	8,4	10,65	10,5	+ 2,03	155,22	6158	— 3	— 595	— 510	+ 118	— 53	5115
21 id.	107	2 52	710,4	8,5	10'75	11,9	+ 2,03	149,14	6819	— 4	— 598	— 508	+ 118	— 55	5772
21 id.	104	4 13	710,8	8,5	10,85	11,4	+ 2,03	156,91	5984	— 3	— 604	— 522	+ 118	— 53	4920
22 id.	105	19 20	713,8	8,1	10,36	11,3	+ 2,10	150,47	6670	— 3	— 612	— 491	+ 122	— 55	5631
22 id.	106	20 41	713,9	8,5	10,45	10,6	+ 2,10	155,25	6155	— 3	— 599	— 501	+ 122	— 53	5121
22 id.	107	21 01	713,5	8,6	10,65	11,6	+ 2,10	149,09	6825	— 4	— 601	— 504	+ 122	— 55	5783
22 id.	104	0 47	713,2	8,7	10,85	9,8	+ 2,10	156,82	5993	— 3	— 606	— 522	+ 122	— 53	4931
22 id.	105	2 08	712,6	8,5	11,05	11,8	+ 2,10	150,22	6698	— 4	— 609	— 524	+ 122	— 55	5628
22 id.	106	3 28	712,7	8,5	11,15	10,5	+ 2,10	154,89	6193	— 3	— 596	— 534	+ 122	— 53	5129
22 id.	107	4 47	713,0	8,5	11,15	10,7	+ 2,10	148,84	6853	— 3	— 600	— 527	+ 122	— 55	5790
23 id.	104	19 09	713,5	7,8	10,55	11,4	+ 1,99	156,97	5977	— 3	— 607	— 508	+ 116	— 53	4922
23 id.	105	20 34	713,4	8,5	10,65	11,1	+ 1,99	150,33	6686	— 3	— 610	— 505	+ 116	— 55	5629
23 id.	106	21 57	713,2	8,7	10,85	10,7	+ 1,99	155,03	6178	— 3	— 597	— 520	+ 116	— 53	5121
23 id.	107	0 47	711,3	8,5	11,15	11,9	+ 1,99	148,80	6858	— 4	— 598	— 527	+ 116	— 55	5790
23 id.	106	2 31	710,9	8,4	11,25	10,7	+ 1,99	154,90	6102	— 3	— 594	— 539	+ 116	— 55	5119

Balance del sostén.

Se determinó por el método Borrass y dió los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
56×10^{-7}	54×10^{-7}
53×10^{-7}	55×10^{-7}
52×10^{-7}	56×10^{-7}
52×10^{-7}	53×10^{-7}
53×10^{-7}	55×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{11}{3}} = 0{,}96$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{6}{3}} = 0{,}71$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}6 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Finalmente, en el siguiente estado pueden verse los valores reducidos, obtenidos para las duraciones de oscilación de los péndulos y los valores medios correspondientes.

MADRID (salida).

104	105	106	107
0,5014927	0,5015636	0,5015130	0,5015784
26	37	15	81
12	22	21	72
20	31	29	83
31	28	21	90
22	29	19	90
0,5014923	0,5015631	0,5015123	0,5015783

ESTACIÓN DE HUELVA

Local de observación.

Se eligió para lugar de observación una casa situada en las afueras de la población y llamada *El Conquero*.

En una de sus habitaciones, que reunía las condiciones requeridas para las observaciones, se colocaron el aparato de péndulos, el reloj Strasser núm. 278 y el cronógrafo. La barraca de observación, con el anteojo de pasos, se instaló muy próximo á la casa, en sitio dotado de extenso horizonte.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	6° 57' W.
Latitud N.....	37° 16'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	46 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold. Los estados y movimientos constan en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
30 Marzo de 1908.....	7 40	— 39,74 ± 0,09			
31 id. id.	7 55	— 47,07 ± 0,06	24 15	— 7,33	— 7,25 ± 0,11
1 Abril id.	7 57	— 54,79 ± 0,10	24 02	— 7,72	— 7,71 ± 0,12
2 id. id.	7 55	— 64,76 ± 0,04	23 58	— 9,97	— 9,98 ± 0,11
3 id. id.	7 58	— 75,08 ± 0,04	24 03	— 10,32	— 10,30 ± 0,06

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0',1.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *B* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado B.

FECHAS — 1908	Péndulos	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	″	″	″	″						″
31 Marzo.....	106	0 00	766,7	11,0	14,34	11,3	— 7,25	148,88	0,5016849	— 3	— 634	— 687	— 421	— 40	0,5015064
31 id.	107	3 15	765,6	11,4	14,83	11,9	— 7,25	142,47	7609	— 4	— 635	— 701	— 421	— 42	5806
31 id.	104	4 36	764,8	12,3	15,08	11,2	— 7,25	149,53	6775	— 3	— 639	— 725	— 421	— 40	4947
31 id.	105	5 57	764,8	12,8	15,38	11,9	— 7,25	143,41	7494	— 4	— 642	— 729	— 421	— 42	5656
1 Ábril	106	19 48	764,0	10,1	15,72	11,6	— 7,71	148,23	6923	— 4	— 629	— 753	— 448	— 40	5049
1 id.	107	21 13	764,1	10,5	15,72	11,9	— 7,71	142,00	7668	— 4	— 632	— 744	— 448	— 42	5798
1 id.	104	22 31	764,1	11,2	15,72	11,9	— 7,71	149,20	6812	— 4	— 638	— 756	— 448	— 40	4926
1 id.	105	23 51	763,5	11,5	15,72	11,9	— 7,71	143,18	7522	— 4	— 641	— 745	— 448	— 42	5642
1 id.	106	2 16	762,4	12,1	15,92	12,2	— 7,71	148,11	6937	— 4	— 626	— 763	— 448	— 40	5056
1 id.	107	3 41	761,8	13,1	16,12	11,7	— 7,71	141,78	7695	— 4	— 628	— 762	— 448	— 42	5811
1 id.	104	4 58	761,5	13,5	16,52	11,5	— 7,71	148,75	6863	— 4	— 633	— 795	— 448	— 40	4943
1 id.	105	6 19	761,3	13,7	16,92	12,0	— 7,71	142,63	7590	— 4	— 636	— 802	— 448	— 42	5658
2 id.	106	19 52	760,3	11,3	16,72	11,6	— 9,98	146,30	7147	— 4	— 623	— 801	— 580	— 40	5099
2 id.	107	21 08	760,4	12,0	16,72	11,7	— 9,98	140,35	7876	— 4	— 626	— 791	— 580	— 42	5833
2 id.	104	22 26	760,5	12,3	16,72	11,9	— 9,98	147,31	7029	— 4	— 632	— 804	— 580	— 40	4969
2 id.	105	23 45	760,2	12,3	16,82	12,2	— 9,98	141,45	7737	— 4	— 635	— 797	— 580	— 42	5679
2 id.	106	2 13	759,8	13,0	16,92	11,5	— 9,98	146,43	7131	— 4	— 622	— 811	— 580	— 40	5074
2 id.	107	3 30	759,4	14,0	17,02	12,0	— 9,98	140,29	7884	— 4	— 624	— 805	— 580	— 42	5829
2 id.	104	4 46	759,1	14,2	17,32	12,2	— 9,98	147,10	7053	— 4	— 629	— 833	— 580	— 40	4967
2 id.	105	6 02	759,1	14,4	17,61	12,1	— 9,98	141,28	7758	— 4	— 632	— 834	— 580	— 42	5666
3 id.	106	19 53	760,8	13,0	17,22	11,4	— 10,30	146,31	7146	— 3	— 622	— 825	— 598	— 40	5058
3 id.	107	21 08	761,1	12,8	17,22	11,9	— 10,30	140,25	7889	— 4	— 625	— 815	— 598	— 42	5805
3 id.	104	22 31	761,4	12,8	17,22	11,5	— 10,30	147,22	7039	— 4	— 632	— 828	— 598	— 40	4937
3 id.	105	23 51	761,4	13,1	17,27	11,9	— 10,30	141,41	7742	— 4	— 635	— 818	— 598	— 42	5645

Balance del sostén.

Se determinó por el método ya explicado, dando los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
40×10^{-7}	42×10^{-7}
40×10^{-7}	43×10^{-7}
40×10^{-7}	42×10^{-7}
38×10^{-7}	42×10^{-7}
40×10^{-7}	42×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{4}{3}} = 0{,}58$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}29$$

El error medio de las dos determinaciones viene dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}3 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

HUELVA

104	105	106	107
0,5014947	0,5015656	0,5015064	0,5015806
26	42	49	798
43	58	56	811
69	79	99	833
67	66	74	829
37	45	58	805
0,5014948	0,5015658	0,5015067	0,5015814

ESTACIÓN DE TARIFA

Local de observación.

En una amplia habitación de un almacén de maderas se colocaron los aparatos para la determinación de la intensidad de la gravedad.

En un patio del mismo edificio se instaló la barraca de observación con el anteojo de pasos.

Las coordenadas geográficas del pilar del aparato de péndulos son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	5° 37′ W.
Latitud N.....	36° 00′.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	29 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Por observaciones de estrellas con el anteojo de pasos Repsold se determinaron los estados y movimientos que figuran en el cuadro adjunto.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
19 Abril de 1908.....	9 26	+ 2,53 ± 0,04			
20 id. id.	11 23	+ 5,14 ± 0,10	25 57	+ 2,61	+ 2,41 ± 0,11
21 id. id.	10 34	+ 7,49 ± 0,02	23 11	+ 2,35	+ 2,43 ± 0,10
22 id. id.	9 26	+ 9,68 ± 0,02	22 52	+ 2,19	+ 2,30 ± 0,03
23 id. id.	9 57	+ 11,98 ± 0,02	24 31	+ 2,30	+ 2,25 ± 0,03

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0ˢ,07.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *C* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado C.

FECHAS — 1908	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del pendulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud.	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del soste.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
20 Abril.....	104	4 32	753,3	10,3	14,34	11,4	+ 2,41	149,88	0,5016736	— 3	— 632	— 690	+ 140	— 40	0,5015511
20 íd.	105	5 49	753,3	10,7	14,34	12,0	+ 2,41	143,79	7447	— 4	— 636	— 679	+ 140	— 42	6226
20 íd.	106	7 09	753,3	10,9	14,43	11,8	+ 2,41	148,79	6859	— 4	— 622	— 691	+ 140	— 40	5642
21 íd.	107	22 13	756,1	10,2	14,53	11,9	+ 2,43	142,50	7606	— 4	— 628	— 687	+ 141	— 42	6386
21 íd.	104	23 39	756,5	10,2	14,53	11,3	+ 2,43	149,90	6734	— 3	— 634	— 699	+ 141	— 40	5499
21 íd.	106	3 31	756,4	10,5	14,63	11,5	+ 2,43	148,68	6871	— 4	— 625	— 701	+ 141	— 40	5642
21 íd.	107	4 48	756,3	10,8	14,68	11,9	+ 2,43	142,38	7621	— 4	— 628	— 694	+ 141	— 42	6394
21 íd.	104	6 08	756,3	10,8	14,73	11,9	+ 2,43	149,52	6776	— 4	— 634	— 709	+ 141	— 40	5530
21 íd.	105	7 23	756,3	10,8	14,73	11,6	+ 2,43	143,52	7480	— 4	— 637	— 698	+ 141	— 42	6240
21 íd.	106	8 39	756,8	10,7	14,78	11,3	+ 2,43	148,53	6889	— 3	— 625	— 708	+ 141	— 40	5654
22 íd.	107	21 39	759,5	10,2	15,03	11,9	+ 2,30	142,26	7635	— 4	— 630	— 711	+ 134	— 42	6382
22 íd.	104	22 57	760,0	10,6	15,03	12,0	+ 2,30	149,37	6793	— 4	— 636	— 723	+ 134	— 40	5524
22 íd.	105	24 16	760,4	10,9	15,08	11,9	+ 2,30	143,28	7509	— 4	— 640	— 714	+ 134	— 42	6243
22 íd.	106	1 33	760,4	11,2	15,13	11,3	+ 2,30	148,31	6914	— 3	— 627	— 725	+ 134	— 40	5653
22 íd.	107	3 56	760,2	11,2	15,13	12,2	+ 2,30	142,18	7645	— 4	— 630	— 716	+ 134	— 42	6387
22 íd.	104	5 13	760,1	11,2	15,13	11,9	+ 2,30	149,34	6797	— 4	— 636	— 728	+ 134	— 40	5523
22 íd.	105	6 31	760,1	11,2	15,13	11,9	+ 2,30	143,29	7508	— 4	— 639	— 717	+ 134	— 42	6240
22 íd.	106	7 46	760,1	11,2	15,18	11,4	+ 2,30	148,30	6915	— 3	— 626	— 727	+ 134	— 40	5653
23 íd.	107	20 14	760,3	10,4	15,23	11,6	+ 2,25	142,17	7647	— 4	— 630	— 720	+ 131	— 42	6382
23 íd.	104	21 31	760,6	11,1	15,23	11,9	+ 2,25	149,32	6799	— 4	— 636	— 733	+ 131	— 40	5517
23 íd.	105	22 49	760,9	11,1	15,23	11,6	+ 2,25	143,30	7507	— 4	— 640	— 722	+ 131	— 42	6230
23 íd.	106	24 06	761,1	11,1	15,23	11,3	+ 2,25	148,30	6915	— 3	— 627	— 730	+ 131	— 40	5646
23 íd.	107	1 23	761,0	11,1	15,28	11,9	+ 2,25	142,11	7654	— 4	— 630	— 723	+ 131	— 42	6386
23 íd.	105	7 14	760,3	11,1	15,33	11,9	+ 2,25	143,27	7511	— 4	— 639	— 726	+ 131	— 42	6231

Balance del sostén.

Se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
40×10^{-7}	42×10^{-7}
39×10^{-7}	43×10^{-7}
39×10^{-7}	42×10^{-7}
40×10^{-7}	42×10^{-7}
40×10^{-7}	42×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}41$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}29$$

El error medio de las dos determinaciones resulta dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}2 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

TARIFA

104	105	106	107
0,5015511	0,5016226	0,5015642	0,5016386
499	40	42	94
530	43	54	82
524	40	53	87
523	30	53	82
517	31	46	86
0,5015517	0,5016235	0,5015648	0,5016386

ESTACIÓN DE SAN FERNANDO

Local de observación.

Se hicieron las observaciones para determinar la intensidad de la gravedad en el Observatorio de Marina. El local fué el mismo que sirvió para las anteriores observaciones hechas por el Sr. Los Arcos en 1894, y por el Sr. Galbis en 1903.

El pilar donde se colocó el aparato de péndulos fué el mismo que utilizó el segundo observador citado y que está destinado á comparador de reglas.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	0° 12' W.
Latitud N.....	36° 28'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	44 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por comparaciones del reloj con el magistral del Observatorio, modelo J. R. Losada, núm. 3.616. Los estados y movimientos hallados constan en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	m s s	h m	s	s s
10 Junio de 1908 (1.ª)..	1 36	— 2 21,14 ± 0,04			
10 id. id. (2.ª)..	12 21	— 2 25,57 ± 0,04	10 45	— 4,43	— 9,89 ± 0,06
11 id. id.	10 52	— 2 37,66 ± 0,04	28 31	— 12,09	— 10,17 ± 0,06
12 id. id.	15 57	— 2 47,93 ± 0,02	23 05	— 10,27	— 10,08 ± 0,04

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0ˢ,05.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *D* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado D.

FECHAS — 1908	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
10 Junio.....	104	2 58	762,5	13,0	19,90	11,9	— 9,89	143,68	0,5017461	— 4	— 627	— 957	— 574	— 40	0,5015259
10 id.	105	4 14	762,3	13,4	19,90	11,9	— 9,89	138,18	8158	— 4	— 630	— 943	— 574	— 46	5961
10 id.	106	7 49	761,2	14,0	20,20	12,3	— 9,89	142,54	7601	— 4	— 616	— 968	— 574	— 40	5399
10 id.	107	9 00	760,8	13,8	20,41	11,9	— 9,89	136,74	8350	— 4	— 618	— 965	— 574	— 46	6143
10 id.	104	10 17	760,7	13,7	20,61	12,0	— 9,89	143,30	7507	— 4	— 624	— 992	— 574	— 40	5273
10 id.	105	11 03	760,6	13,7	20,71	11,8	— 9,89	137,69	8223	— 4	— 627	— 981	— 574	— 46	5991
11 id.	106	1 45	761,1	12,2	19,90	12,1	— 10,17	142,48	7608	— 4	— 617	— 953	— 591	— 40	5403
11 id.	107	2 59	761,3	13,9	19,90	11,6	— 10,17	136,86	8334	— 4	— 620	— 941	— 591	— 46	6132
11 id.	104	4 19	761,4	13,3	20,00	11,6	— 10,17	143,35	7501	— 4	— 626	— 962	— 591	— 40	5278
11 id.	105	8 03	760,9	13,1	20,41	11,5	— 10,17	137,68	8224	— 4	— 628	— 967	— 591	— 46	5988
11 id.	106	9 19	760,5	12,9	20,61	12,1	— 10,17	142,19	7644	— 4	— 615	— 987	— 591	— 40	5407
11 id.	107	10 34	760,4	12,9	20,76	12,0	— 10,17	136,42	8393	— 4	— 617	— 982	— 591	— 46	6153
11 id.	104	11 48	760,5	13,2	20,86	11,6	— 10,17	142,99	7545	— 4	— 623	— 1004	— 591	— 40	5283
11 id.	105	14 55	761,0	12,8	20,91	11,9	— 10,17	137,48	8251	— 4	— 627	— 991	— 591	— 46	5992
11 id.	106	16 11	761,2	12,8	20,86	11,9	— 10,17	142,07	7659	— 4	— 615	— 999	— 591	— 40	5410
12 id.	107	1 30	761,2	11,6	20,30	11,9	— 10,68	136,44	8390	— 4	— 619	— 960	— 620	— 46	6141
12 id.	104	2 46	761,0	12,0	20,30	11,7	— 10,68	142,97	7548	— 4	— 625	— 977	— 620	— 40	5282
12 id.	105	4 01	760,9	12,4	20,30	12,0	— 10,68	137,45	8255	— 4	— 629	— 962	— 620	— 46	5994
12 id.	106	5 14	760,8	12,3	20,36	12,2	— 10,68	142,04	7663	— 4	— 615	— 975	— 620	— 40	5409
12 id.	107	7 59	760,2	12,2	20,51	11,9	— 10,68	136,32	8407	— 4	— 618	— 970	— 620	— 46	6149
12 id.	104	9 13	759,8	12,2	20,61	11,9	— 10,68	142,87	7560	— 4	— 623	— 992	— 620	— 40	5281
12 id.	105	10 27	759,4	12,1	20,76	12,2	— 10,68	137,32	8272	— 4	— 626	— 984	— 620	— 46	5992
12 id.	106	11 39	759,3	12,0	20,86	12,2	— 10,68	141,82	7690	— 4	— 613	— 999	— 620	— 40	5414
12 id.	107	15 04	760,2	11,2	20,91	11,6	— 10,68	136,15	8430	— 4	— 617	— 989	— 620	— 46	6154

Balance del sostén.

Se determinó por el ya conocido método y dió los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
40×10^{-7}	46×10^{-7}
39×10^{-7}	46×10^{-7}
40×10^{-7}	46×10^{-7}
40×10^{-7}	46×10^{-7}
40×10^{-7}	46×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}29$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{0}{3}} = 0$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}1 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

SAN FERNANDO

104	105	106	107
0,5015259	0,5015961	0,5015399	0,5016143
73	91	403	32
78	88	407	53
83	92	410	41
82	94	409	49
81	92	414	54
0,5015276	0,5015986	0,5015407	0,5016145

ESTACION DE LLANSÁ

Local de observación.

Se colocaron los aparatos en un amplio local de propiedad particular. Se puso la barraca de observación con el anteojo de pasos en una huerta adyacente á dicho local.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 09' E.
Latitud N.....	42° 22'
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	6 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Los estados y movimientos que figuran en el adjunto cuadro se han deducido de las determinaciones de hora efectuadas por la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
12 de Julio de 1908.....	17 20	— 4,47 ± 0,11			
14 id. id.	19 38	— 9,38 ± 0,03	50 18	— 4,91	— 2,34 ± 0,11
15 id. id.	20 45	— 12,40 ± 0,04	25 07	— 3,02	— 2,89 ± 0,05
16 id. id.	17 20	— 15,22 ± 0,08	20 35	— 2,82	— 3,29 ± 0,09
18 id. id.	18 00	— 22,42 ± 0,11	48 40	— 7,20	— 3,58 ± 0,14

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores — 0',10.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *E* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado E.

FECHAS — 1908	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
13 Julio	104	5 28	760,1	14,4	23,47	11,5	— 2,34	160,17	0,5015657	— 4	— 617	— 1129	— 136	— 37	0,5013734
13 íd.	105	6 50	760,0	15,3	23,42	11,8	— 2,34	153,06	6387	— 4	— 620	— 1110	— 136	— 40	4477
13 íd.	106	10 38	760,6	15,5	23,62	11,3	— 2,34	158,83	5790	— 3	— 608	— 1132	— 136	— 37	3874
13 íd.	107	12 02	760,7	15,5	23,62	11,6	— 2,34	151,69	6535	— 4	— 611	— 1117	— 136	— 40	4627
13 íd.	104	13 24	761,3	13,9	23,62	11,3	— 2,34	159,93	5681	— 3	— 618	— 1136	— 136	— 37	3751
13 íd.	105	14 27	762,0	13,5	23,57	12,0	— 2,34	153,03	6390	— 4	— 622	— 1117	— 136	— 40	4471
14 íd.	106	4 46	764,2	14,8	22,16	11,3	— 2,34	159,13	5760	— 3	— 614	— 1062	— 136	— 37	3908
14 íd.	107	7 09	764,2	15,5	22,26	11,8	— 2,34	151,98	6504	— 4	— 616	— 1053	— 136	— 40	4655
14 íd.	104	10 14	764,5	15,0	22,47	11,9	— 2,34	159,97	5677	— 4	— 622	— 1081	— 136	— 37	3797
14 íd.	105	11 41	764,4	15,0	22,52	12,0	— 2,34	153,18	6374	— 4	— 626	— 1067	— 136	— 40	4501
14 íd.	106	13 04	764,2	15,0	22,42	11,5	— 2,34	159,04	5769	— 4	— 612	— 1074	— 136	— 37	3906
14 íd.	107	14 27	764,1	15,1	22,26	11,7	— 2,34	151,87	6516	— 4	— 616	— 1053	— 136	— 40	4667
15 íd.	104	5 59	765,7	15,1	21,61	11,8	— 2,89	160,17	5657	— 4	— 625	— 1040	— 168	— 37	3783
15 íd.	105	7 21	765,9	15,1	21,61	11,7	— 2,89	153,38	6353	— 4	— 629	— 1024	— 168	— 40	4488
15 íd.	106	10 14	765,2	15,4	21,76	11,6	— 2,89	159,12	5761	— 4	— 615	— 1043	— 168	— 37	3894
15 íd.	107	11 33	765,1	15,3	21,91	11,8	— 2,89	151,94	6508	— 4	— 618	— 1036	— 168	— 40	4642
15 íd.	104	12 55	765,2	15,6	21,56	11,9	— 2,89	160,55	5620	— 4	— 625	— 1037	— 168	— 37	3749
15 íd.	105	14 18	765,3	15,2	22,16	12,0	— 2,89	153,07	6386	— 4	— 627	— 1050	— 168	— 40	4497
16 íd.	106	6 14	766,8	14,7	21,61	11,3	— 3,29	159,01	5772	— 3	— 617	— 1035	— 191	— 37	3889
16 íd.	107	7 35	766,6	15,0	21,71	11,6	— 3,29	151,94	6508	— 4	— 620	— 1027	— 191	— 40	4626
16 íd.	104	10 27	765,4	16,0	22,21	11,8	— 3,29	159,96	5678	— 4	— 623	— 1069	— 191	— 37	3754
16 íd.	106	13 07	764,0	15,2	22,72	11,9	— 3,29	158,38	5835	— 4	— 612	— 1089	— 191	— 37	3902
17 íd.	105	10 41	757,1	18,9	23,22	11,6	— 3,58	152,46	6452	— 4	— 617	— 1100	— 207	— 40	4484
17 íd.	107	12 03	756,3	18,6	23,62	11,5	— 3,58	150,93	6619	— 4	— 606	— 1117	— 207	— 40	4645

Balance del sostén.

Se determinó por el método ya explicado, dando los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
38×10^{-7}	41×10^{-7}
38×10^{-7}	41×10^{-7}
36×10^{-7}	39×10^{-7}
36×10^{-7}	40×10^{-7}
37×10^{-7}	40×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{4}{3}} = 0{,}6$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} = \sqrt{\frac{3}{3}} = 0{,}5$$

El error medio de las dos determinaciones resulta dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

LLANSÁ

104	105	106	107
0,5013734	0,5014477	0,5013874	0,5014627
51	471	908	55
97	501	906	67
83	488	894	42
49	497	889	26
54	484	902	45
0,5013761	0,5014486	0,5013896	0,5014644

ESTACIÓN DE RIPOLL

Local de observación.

Los aparatos necesarios para la determinación de la intensidad de la gravedad fueron colocados en un local de planta baja cuyas condiciones de solidez y aislamiento eran las requeridas para el objeto. Se halla este local en una calle adyacente á la plaza de la Constitución y muy próximo á ésta. La barraca de observación se colocó en el centro de la misma plaza.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación donde se colocaron los péndulos son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	2° 12' E.
Latitud N.....	42° 10'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	692 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Por medio del anteojo de Repsold se observó el paso por el meridiano de las estrellas necesarias para la determinación de los estados y movimientos que se hallan en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo	Movimiento correspondiente á este intervalo	Movimiento en 24 horas
	h m	s s	h m	s	s s
31 Julio de 1908.....	18 55	+ 30,43 ± 0,02			
1 Agosto íd.	21 25	+ 32,39 ± 0,03	26 30	+ 1,96	+ 1,78 ± 0,04
2 íd. íd.	18 39	+ 33,97 ± 0,02	21 14	+ 1,58	+ 1,79 ± 0,04
3 íd. íd.	19 01	+ 35,61 ± 0,03	24 22	+ 1,64	+ 1,62 ± 0,04
4 íd. íd.	18 09	+ 37,02 ± 0,03	23 08	+ 1,41	+ 1,45 ± 0,04

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,04.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *F* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado F.

FECHAS — 1908	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
1 Agosto.....	104	5 46	706,5	13,4	19,40	11,9	+ 1,78	158,27	0,5015846	— 4	— 581	— 933	+ 103	— 41	0,5014390
1 id.	105	7 08	706,3	13,9	19,45	20,0	+ 1,78	151,10	6600	— 4	— 584	— 922	+ 103	— 46	5147
1 id.	106	8 34	705,9	14,4	19,69	11,5	+ 1,78	156,77	5999	— 4	— 572	— 939	+ 103	— 41	4546
1 id.	107	11 40	704,8	14,3	19,85	11,9	+ 1,78	149,84	6740	— 4	— 573	— 939	+ 103	— 46	5281
1 id.	104	13 00	704,5	14,2	20,00	11,9	+ 1,78	158,04	5869	— 4	— 578	— 962	+ 103	— 41	4387
1 id.	105	14 21	704,5	14,5	20,15	12,1	+ 1,78	150,85	6628	— 4	— 581	— 955	+ 103	— 46	5145
1 id.	106	15 42	704,6	14,8	20,25	11,9	+ 1,78	156,52	6024	— 4	— 569	— 970	+ 103	— 41	4543
2 id.	107	6 23	704,5	14,1	20,10	11,9	+ 1,79	140,67	6759	— 4	— 572	— 951	+ 104	— 46	5290
2 id.	104	7 43	704,2	14,5	20,10	11,7	+ 1,79	158,00	5873	— 4	— 578	— 967	+ 104	— 41	4387
2 id.	105	11 22	703,5	14,4	20,35	12,2	+ 1,79	150,82	6631	— 4	— 580	— 964	+ 104	— 46	5141
2 id.	106	12 44	703,8	14,7	20,46	11,9	+ 1,79	156,42	6034	— 4	— 568	— 980	+ 104	— 41	4545
2 id.	107	14 13	703,9	15,0	20,51	12,0	+ 1,79	149,55	6773	— 4	— 571	— 979	+ 104	— 46	5286
2 id.	104	15 24	703,8	15,5	20,56	12,0	+ 1,79	157,79	5894	— 4	— 576	— 989	+ 104	— 41	4388
3 id.	105	5 31	704,8	14,1	20,10	12,0	+ 1,62	150,77	6637	— 4	— 582	— 952	+ 94	— 46	5147
3 id.	106	6 51	704,7	14,5	20,15	11,7	+ 1,62	156,42	6034	— 4	— 570	— 965	+ 94	— 41	4548
3 id.	107	8 09	704,6	15,2	20,20	12,0	+ 1,62	149,56	6772	— 4	— 572	— 955	+ 94	— 46	5289
3 id.	104	11 12	704,5	15,1	20,46	12,2	+ 1,62	157,73	5900	— 4	— 577	— 984	+ 94	— 41	4388
3 id.	105	12 32	704,9	15,1	20,51	12,0	+ 1,62	150,63	6652	— 4	— 581	— 972	+ 94	— 46	5143
3 id.	106	13 52	705,1	14,6	20,56	11,9	+ 1,62	156,28	6048	— 4	— 569	— 985	+ 94	— 41	4543
3 id.	107	15 12	705,3	14,6	20,61	12,1	+ 1,62	149,45	6784	— 4	— 572	— 975	+ 94	— 46	5281
3 id.	104	16 32	705,9	14,6	20,56	11,9	+ 1,62	157,72	5901	— 4	— 578	— 980	+ 94	— 41	4383
4 id.	105	4 32	707,0	13,2	19,70	12,0	+ 1,45	150,91	6621	— 4	— 585	— 933	+ 84	— 46	5137
4 id.	106	5 41	707,0	14,0	19,70	11,9	+ 1,45	156,55	6020	— 4	— 571	— 944	+ 84	— 41	4544
4 id.	107	7 00	706,9	14,3	19,75	11,9	+ 1,45	149,69	6757	— 4	— 575	— 934	+ 84	— 46	5282

Balance del sostén.

Se determinó como anteriormente, obteniéndose los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
41×10^{-7}	46×10^{-7}
42×10^{-7}	46×10^{-7}
41×10^{-7}	45×10^{-7}
40×10^{-7}	47×10^{-7}
41×10^{-7}	46×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}4$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}4$$

El error medio de las dos determinaciones viene dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}3 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

RIPOLL

104	105	106	107
0,5014390	0,5015147	0,5014546	0,5015281
87	45	43	90
87	41	45	86
88	47	48	89
88	43	43	81
83	37	44	82
0,5014387	0,5015143	0,5014545	0,5015285

ESTACIÓN DE JACA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el Colegio de Escuelas Pías situado en la calle Mayor. El aparato de péndulos, reloj Strasser y cronógrafo se colocaron en una de las clases, y la barraca de astronomía, con el anteojo de pasos, en el patio que sirve para recreo de los alumnos del Colegio.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación, ó sea del pilar donde se colocó el aparato de péndulos, son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	0° 33' W.
Latitud N.....	42° 36'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	819 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Los estados y movimientos del reloj se hallaron por el método de Borrass, observando con el anteojo el paso por el meridiano de las estrellas previamente elegidas. El resultado de dichas observaciones, ó sean los estados y movimientos, constan en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
28 Agosto de 1908.....	20 56	+ 44,05 ± 0,05			
30 íd. íd.	18 41	+ 44,55 ± 0,06	45 45	+ 0,50	+ 0,26 ± 0,08
31 íd. íd.	18 26	+ 44,61 ± 0,05	23 45	+ 0,06	+ 0,06 ± 0,08
1 Septiembre de 1908.	19 59	+ 44,45 ± 0,06	25 33	— 0,16	— 0,15 ± 0,08

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,08.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *G* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado G.

FECHAS — 1908	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del pendulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sosten.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
29 Agosto.....	104	6 23	694,3	13,8	20,71	11,6	+ 0,26	156,52	0,5016024	— 4	— 569	— 996	+ 15	— 43	0,5014427
29 id.	105	7 45	694,3	14,2	20,76	12,2	+ 0,26	149,47	6782	— 4	— 572	— 984	+ 15	— 49	5188
29 id.	106	9 03	694,1	14,5	20,86	11,8	+ 0,26	155,02	6179	— 4	— 560	— 999	+ 15	— 43	4588
29 id.	107	10 26	693,9	14,4	20,96	11,6	+ 0,26	148,16	6931	— 4	— 502	— 991	+ 15	— 49	5340
29 id.	104	12 50	693,3	14,7	21,16	11,4	+ 0,26	156,35	6041	— 3	— 567	— 1018	+ 15	— 43	4425
29 id.	105	14 09	692,8	15,1	21,26	11,7	+ 0,26	149,43	6786	— 4	— 569	— 1007	+ 15	— 49	5172
29 id.	106	15 29	692,3	14,6	21,36	11,6	+ 0,26	154,89	6193	— 4	— 557	— 1023	+ 15	— 43	4581
29 id.	107	16 49	692,0	13,8	21,36	12,0	+ 0,26	147,99	6950	— 4	— 560	— 1010	+ 15	— 49	5342
29 id.	104	20 33	693,2	12,8	21,16	11,8	+ 0,26	156,21	6055	— 4	— 567	— 1018	+ 15	— 43	4438
29 id.	105	21 53	693,1	13,6	21,06	11,6	+ 0,26	149,33	6798	— 4	— 570	— 998	+ 15	— 49	5192
30 id.	106	8 57	694,0	13,5	20,51	11,5	+ 0,26	155,12	6169	— 4	— 560	— 983	+ 15	— 43	4594
30 id.	104	12 56	694,3	13,8	20,76	12,0	+ 0,26	156,43	6033	— 4	— 568	— 999	+ 15	— 43	4434
30 id.	105	14 16	694,6	13,7	20,86	11,7	+ 0,26	149,47	6782	— 4	— 572	— 988	+ 15	— 49	5184
30 id.	106	15 37	695,0	13,7	20,91	11,6	+ 0,26	155,13	6168	— 4	— 560	— 1002	+ 15	— 43	4574
30 id.	107	16 58	695,6	13,7	20,96	11,7	+ 0,26	148,14	6933	— 4	— 564	— 991	+ 15	— 49	5340
31 id.	104	7 59	696,8	12,2	20,20	11,9	+ 0,06	156,46	6030	— 4	— 572	— 972	+ 3	— 43	4442
31 id.	105	9 21	696,6	13,0	20,15	11,8	+ 0,06	149,50	6779	— 4	— 575	— 955	+ 3	— 49	5199
31 id.	106	12 59	695,7	13,3	20,25	11,9	+ 0,06	155,07	6174	— 4	— 562	— 970	+ 3	— 43	4598
31 id.	107	14 19	695,2	13,3	20,30	12,0	+ 0,06	148,26	6919	— 4	— 565	— 960	+ 3	— 49	5344
31 id.	105	17 01	694,3	13,3	20,30	11,9	+ 0,06	149,53	6775	— 4	— 573	— 962	+ 3	— 49	5190
1 Septiembre.	106	8 10	694,2	11,4	19,70	11,6	— 0,15	155,17	6163	— 4	— 563	— 944	— 9	— 43	4600
1 id. .	107	9 34	694,2	12,5	19,70	11,9	— 0,15	148,32	6912	— 4	— 565	— 932	— 9	— 49	5353
1 id. .	104	15 44	693,9	12,5	19,70	11,8	— 0,15	156,48	6028	— 4	— 571	— 948	— 9	— 43	4453
1 id. .	107	17 07	694,0	12,9	19,70	12,0	— 0,15	148,41	6902	— 4	— 565	— 932	— 9	— 49	5343

Balance del sostén.

Se determinó por el método ya explicado, dando los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
43×10^{-7}	49×10^{-7}
43×10^{-7}	48×10^{-7}
43×10^{-7}	48×10^{-7}
42×10^{-7}	49×10^{-7}
43×10^{-7}	49×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}3$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}4$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}2 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

JACA

104	105	106	107
0,5014427	0,5015188	0,5014588	0,5015340
25	72	581	42
38	92	594	40
34	84	574	44
42	99	598	53
53	90	600	43
0,5014437	0,5015138	0,5014589	0,5015344

ESTACIÓN DE MADRID (cierre).

Local de observación.

El local donde se hicieron las observaciones fué el mismo que se utilizó para la Estación de salida.

Las coordenadas geográficas son, por tanto, las que se indican anteriormente.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Se hicieron comparaciones, como anteriormente hemos dicho, con el magistral del Observatorio de Madarid.

Los estados y movimientos se indican en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
15 Marzo de 1909.....	20 42	+ 3.39 ± 0,04			
16 id. id.	20 44	+ 5,40 ± 0,03	24 02	+ 2,01	+ 2,01 ± 0,05
17 id. id.	20 37	+ 7,49 ± 0,04	23 53	+ 2,09	+ 2,10 ± 0,05
18 id. id.	5 08	+ 10,33 ± 0,04	32 31	+ 2,84	+ 2,10 ± 0,06
19 id. id.	0 51	+ 12,04 ± 0,04	19 43	+ 1,71	+ 2,08 ± 0,06
20 id. id.	5 38	+ 14,44 ± 0,04	28 47	+ 2,40	+ 2,00 ± 0,06

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,06.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *H* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado H.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° C.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sosten.	
		h m	mm	mm	°	r	s	s	s						s
15 Marzo.....	104	21 53	695,4	6,2	8,01	11,9	+ 2,01	158,635	0,5015809	— 4	— 598	— 385	+ 117	— 44	0,5014895
15 id.	105	23 17	695,5	6,4	8,11	11,9	+ 2,01	151,340	6574	— 4	— 601	— 384	+ 117	— 49	5053
15 id.	106	2 40	694,8	6,2	8,46	11,6	+ 2,01	156,790	5996	— 4	— 588	— 405	+ 117	— 44	5072
15 id.	107	4 04	694,8	6,1	8,56	12,2	+ 2,01	149,860	6738	— 4	— 590	— 405	+ 117	— 49	5807
15 id.	104	5 27	694,8	6,3	8,66	11,9	+ 2,01	158,275	5845	— 4	— 596	— 417	+ 117	— 44	4901
16 id.	105	21 34	696,9	6,2	8,36	12,0	+ 2,10	151,325	6576	— 4	— 602	— 396	+ 122	— 49	5647
16 id.	106	22 56	697,0	6,2	8,41	11,4	+ 2,10	156,830	5992	— 3	— 589	— 403	+ 122	— 44	5075
16 id.	107	2 39	696,7	6,1	8,56	12,2	+ 2,10	149,775	6748	— 4	— 592	— 405	+ 122	— 49	5820
16 id.	104	3 59	696,9	6,3	8,66	12,0	+ 2,10	158,260	5847	— 4	— 598	— 417	+ 122	— 44	4906
17 id.	105	21 21	702,1	6,3	8,21	12,2	+ 2,10	151,335	6574	— 4	— 607	— 389	+ 122	— 49	5647
17 id.	106	22 43	702,4	6,2	8,31	11,9	+ 2,10	156,880	5987	— 4	— 594	— 398	+ 122	— 44	5069
17 id.	107	2 55	701,6	5,9	8,56	12,0	+ 2,10	149,920	6731	— 4	— 596	— 405	+ 122	— 49	5799
17 id.	104	4 16	701,4	6,0	8,66	11,8	+ 2,10	158,370	5836	— 4	— 602	— 417	+ 122	— 44	4891
18 id	105	22 03	696,6	6,9	8,56	11,8	+ 2,10	151,215	6588	— 4	— 601	— 406	+ 122	— 49	5650
18 id.	106	23 25	696,4	7,1	8,66	11,9	+ 2,10	156,760	5999	— 4	— 588	— 415	+ 122	— 44	5070
18 id.	107	2 09	695,2	7,5	9,01	12,1	+ 2,10	149,715	6754	— 4	— 589	— 426	+ 122	— 49	5808
18 id.	104	4 00	695,5	7,7	9,11	11,9	+ 2,10	158,110	5862	— 4	— 595	— 438	+ 122	— 44	4903
19 id.	105	21 24	696,3	6,9	9,01	12,0	+ 2,08	151,040	6607	— 4	— 600	— 427	+ 121	— 49	5648
19 id.	106	22 44	696,1	7,1	9,11	11,3	+ 2,08	156,550	6021	— 3	— 587	— 436	+ 121	— 44	5072
19 id.	107	24 07	695,4	7,3	9,21	12,2	+ 2,08	149,650	6762	— 4	— 589	— 436	+ 121	— 49	5805
20 id.	104	21 08	701,9	6,8	9,16	12,1	+ 2,00	158,175	5855	— 4	— 601	— 441	+ 116	— 44	4881
20 id.	105	22 29	702,4	6,8	9,21	11,8	+ 2,00	150,915	6621	— 4	— 605	— 436	+ 116	— 49	5643
20 id.	106	3 11	703,6	6,7	9,41	11,3	+ 2,00	156,405	6036	— 4	— 593	— 451	+ 116	— 44	5060
20 id.	107	4 32	704,1	6,5	9,51	12,2	+ 2,00	149,450	6784	— 4	— 596	— 459	+ 116	— 49	5801

Balance del sostén.

Se determinó por el método ya explicado, dando los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
45×10^{-7}	49×10^{-7}
45×10^{-7}	51×10^{-7}
43×10^{-7}	47×10^{-7}
44×10^{-7}	48×10^{-7}
44×10^{-7}	49×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{3}{3}} = 0{,}5$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{9}{3}} = 0{,}8$$

El error medio de las dos determinaciones resulta dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}5 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

MADRID (cierre 1908 y salida 1909).

104	105	106	107
0,5014895	0,5015653	0,5015072	0,5015807
901	47	75	820
906	47	69	799
891	50	70	808
903	48	72	805
881	43	60	801
0,5014896	0,5015648	0,5015070	0,5015807

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LA CAMPAÑA DE 1909

ESTACIÓN DE TUDELA (1)

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en un gran almacén deshabitado situado en las afueras de la población. La barraca de observación, con el anteojo de pasos, se instaló en un patio adyacente al almacén.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 37' W.
Latitud N.....	42° 03'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	252 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por medio de la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold. Los resultados son los siguientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente a este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
7 Junio de 1909.....	12 57	+ 8,85 ± 0,01			
8 id. id.	13 29	+ 6,04 ± 0,02	24 32	— 2,81	— 2,75 ± 0,02
9 id. id.	15 21	+ 1,89 ± 0,04	25 52	— 4,15	— 3,85 ± 0,04
10 id. id.	17 33	— 2,24 ± 0,04	26 12	— 4,13	— 3,79 ± 0,06

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,04.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *I* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

(1) La Estación de Madrid (salida), para la campaña de 1909, es la misma que la de Madrid (cierre) de 1908, cuyos resultados se incluyen en el primer capítulo y, por tanto, nos creemos dispensados de repetirlos en éste.

Estado I.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del segón.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
8 Junio.....	104	23 57	739,5	11,4	16,02	12,0	— 2,75	158,230	0,5015850	— 4	— 617	— 771	— 160	— 37	0,5014261
8 id.	105	1 19	739,5	11,4	16,07	11,9	— 2,75	150,875	6625	— 4	— 620	— 761	— 160	— 37	5043
8 id.	106	2 41	739,4	11,4	16,12	12,0	— 2,75	156,725	6003	— 4	— 607	— 772	— 160	— 37	4423
8 id.	107	4 05	739,9	11,4	16,17	12,2	— 2,75	149,760	6749	— 4	— 610	— 765	— 160	— 37	5173
8 id.	104	7 11	738,4	11,4	16,32	12,2	— 2,75	158,190	5854	— 4	— 615	— 785	— 160	— 37	4253
8 id.	105	8 33	738,8	12,1	16,32	12,2	— 2,75	150,875	6625	— 4	— 619	— 773	— 160	— 37	5032
8 id.	106	9 51	739,0	12,1	16,32	11,9	— 2,75	156,700	6005	— 4	— 606	— 782	— 160	— 37	4416
8 id.	107	11 17	739,1	12,1	16,32	11,9	— 2,75	149,710	6755	— 4	— 609	— 772	— 160	— 37	5173
9 id.	104	22 58	740,7	12,1	16,12	11,6	— 3,85	158,305	5842	— 4	— 618	— 776	— 224	— 37	4183
9 id.	105	0 23	740,7	12,1	16,12	12,5	— 3,85	151,000	6611	— 4	— 621	— 764	— 224	— 37	4961
9 id.	106	1 42	740,7	12,1	16,12	11,9	— 3,85	156,790	5996	— 4	— 608	— 772	— 224	— 37	4351
9 id.	107	3 04	740,7	12,1	16,12	12,2	— 3,85	149,820	6743	— 4	— 611	— 762	— 224	— 37	5105
9 id.	104	4 17	740,5	11,4	16,17	12,1	— 3,85	158,240	5849	— 4	— 617	— 778	— 224	— 37	4189
9 id.	105	7 16	740,0	11,4	16,32	12,1	— 3,85	150,955	6616	— 4	— 620	— 773	— 224	— 37	4958
9 id.	106	8 35	739,9	12,1	16,32	12,1	— 3,85	156,720	6003	— 4	— 607	— 782	— 224	— 37	4349
9 id.	107	9 56	740,2	12,1	16,32	11,8	— 3,85	149,740	6752	— 4	— 610	— 772	— 224	— 37	5105
9 id.	104	11 16	740,4	12,1	16,32	11,6	— 3,85	158,135	5859	— 4	— 617	— 785	— 224	— 37	4192
9 id.	105	12 38	740,3	12,1	16,32	11,9	— 3,85	150,845	6628	— 4	— 620	— 773	— 224	— 37	4970
10 id.	106	0 16	738,6	11,6	15,92	11,6	— 3,79	156,875	5987	— 4	— 607	— 763	— 220	— 37	4356
10 id.	107	1 38	738,5	11,4	15,87	12,2	— 3,79	149,930	6730	— 4	— 610	— 751	— 220	— 37	5108
10 id.	104	2 57	738,2	11,4	15,82	11,7	— 3,79	158,450	5828	— 4	— 616	— 761	— 220	— 37	4190
10 id.	105	4 23	737,7	11,4	15,87	12,2	— 3,79	151,125	6597	— 4	— 619	— 752	— 220	— 37	4965
10 id.	106	7 20	737,4	11,4	15,92	11,8	— 3,79	156,955	5979	— 4	— 606	— 763	— 220	— 37	4349
10 id.	107	8 40	737,4	11,4	15,92	11,8	— 3,79	150,000	6722	— 4	— 609	— 753	— 220	— 37	5099

Balance del sostén.

Se determinó por el conocido método de Borrass, y dió los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
38×10^{-7}	38×10^{-7}
37×10^{-7}	36×10^{-7}
36×10^{-7}	36×10^{-7}
36×10^{-7}	36×10^{-7}
37×10^{-7}	37×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{3}{3}} = 0{,}5$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{4}{3}} = 0{,}6$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

TUDELA

104	105	106	107
0,5014261	0,5015043	0,5014423	0,5015173
253	5032	416	173
183	4961	351	105
189	4958	349	105
192	4970	356	108
190	4965	349	099
0,5014211	0,5014988	0,5014374	0,5015127

ESTACIÓN DE LOGROÑO

Local de observación.

Las observaciones se hicieron en unos locales de un antiguo Convento á la sazón deshabitado.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	2° 26' W.
Latitud N.....	42° 28'
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	384 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Los estados y movimientos del reloj se determinaron por la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold y constan en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
19 Junio de 1900.....	15 41	— 11,87 ± 0,02			
20 id. id.	15 41	— 18,29 ± 0,05	24 00	— 6,42	— 6,42 ± 0,05
21 id. id.	15 41	— 21,79 ± 0,05	24 00	— 3,50	— 3,50 ± 0,07
22 id. id.	15 21	— 28,40 ± 0,05	23 40	— 6,61	— 6,70 ± 0,07

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,06.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *J* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado J.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 $^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
20 Junio.....	104	0 52	737,0	12,1	16,12	11,7	— 6,42	156,905	0,5015984	— 4	— 614	— 776	— 373	— 31	0,5014186
20 íd.	105	2 16	736,6	12,0	16,12	12,5	— 6,42	149,775	6748	— 4	— 618	— 764	— 373	— 36	4953
20 íd.	106	3 37	736,0	12,0	16,22	11,5	— 6,42	155,395	6140	— 4	— 604	— 777	— 373	— 31	4351
20 íd.	107	4 59	734,9	12,2	16,37	12,2	— 6,42	148,580	6883	— 4	— 605	— 774	— 373	— 36	5091
20 íd.	104	7 45	732,5	11,9	16,52	12,1	— 6,42	156,775	5997	— 4	— 610	— 795	— 373	— 31	4184
20 íd.	105	9 05	731,7	12,2	16,57	12,4	— 6,42	149,630	6764	— 4	— 612	— 785	— 373	— 36	4954
20 íd.	106	10 22	731,2	12,1	16,67	11,4	— 6,42	155,235	6157	— 4	— 599	— 799	— 373	— 31	4351
20 íd.	107	11 43	730,9	11,9	16,82	11,9	— 6,42	148,290	6916	— 4	— 601	— 796	— 373	— 36	5106
21 íd.	104	0 29	728,6	11,9	16,72	11,5	— 3,50	158,755	5797	— 4	— 606	— 804	— 203	— 31	4149
21 íd.	105	1 55	728,1	12,1	16,77	12,1	— 3,50	151,495	6557	— 4	— 609	— 795	— 203	— 36	4916
21 íd.	106	3 15	727,4	11,8	16,87	11,6	— 3,50	157,220	5952	— 4	— 596	— 808	— 203	— 31	4310
21 íd.	107	4 36	726,4	11,7	17,02	11,9	— 3,50	150,170	6703	— 4	— 597	— 805	— 203	— 36	5058
21 íd.	104	7 38	723,9	12,3	17,22	11,8	— 3,50	158,435	5829	— 4	— 601	— 828	— 203	— 31	4162
21 íd.	105	9 01	723,7	12,4	17,27	12,1	— 3,50	151,250	6584	— 4	— 604	— 818	— 203	— 36	4919
21 íd.	106	10 21	724,0	12,4	17,32	11,4	— 3,50	156,960	5979	— 4	— 592	— 830	— 203	— 31	4319
21 íd.	107	11 43	723,7	12,4	17,37	11,9	— 3,50	149,980	6725	— 4	— 594	— 822	— 203	— 36	5066
22 íd.	104	0 08	726,3	12,2	17,12	11,9	— 6,70	156,655	6010	— 4	— 603	— 824	— 389	— 31	4159
22 íd.	105	1 28	726,3	12,2	17,12	12,5	— 6,70	149,625	6764	— 4	— 607	— 811	— 389	— 36	4917
22 íd.	106	2 45	726,3	12,1	17,17	11,6	— 6,70	155,205	6160	— 4	— 594	— 823	— 389	— 31	4319
22 íd.	107	4 05	726,5	12,0	17,22	12,0	— 6,70	148,455	6897	— 4	— 597	— 815	— 389	— 36	5056
22 íd.	104	5 23	726,6	12,0	17,27	12,5	— 6,70	156,630	6012	— 4	— 603	— 831	— 389	— 31	4154
22 íd.	105	8 00	726,6	12,1	17,32	12,2	— 6,70	149,525	6776	— 4	— 607	— 821	— 389	— 36	4919
22 íd.	106	9 16	726,9	12,0	17,32	11,8	— 6,70	155,220	6158	— 4	— 594	— 830	— 389	— 31	4310
22 íd.	107	10 37	727,4	11,8	17,32	12,1	— 6,70	148,440	6899	— 4	— 598	— 819	— 389	— 36	5053

Balance del sostén.

Se determinó por el método ya aplicado anteriormente, y dió los siguientes resultados:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
32×10^{-7}	35×10^{-7}
30×10^{-7}	35×10^{-7}
32×10^{-7}	35×10^{-7}
31×10^{-7}	37×10^{-7}
31×10^{-7}	36×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{3}{3}} = 0{,}5$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{4}{3}} = 0{,}6$$

El error medio de las dos determinaciones viene dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

LOGROÑO

104	105	106	107
0,5014186	0,5014953	0,5014351	0,5015091
84	54	51	106
49	10	10	058
62	19	19	066
59	17	19	056
54	19	10	053
0,5014166	0,5014929	0,5014327	0,5015072

ESTACIÓN DE PAMPLONA

Local de observación.

Se utilizó para local de observación uno del Instituto general y técnico, en donde anteriormente se hizo la determinación absoluta de la gravedad por los Sres. Los Arcos y Cebrián, siendo el mismo el pilar donde se colocaron los péndulos.

La barraca de observación se colocó en un patio colindante con el local citado.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 38' W.
Latitud N.....	42° 49'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	450 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo, como todas, por el método de Borrass, efectuando la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold.

Los resultados son los siguientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
30 Junio de 1909.....	15 06	— 28,94 ± 0,03	h m	s	s s
1 Julio id.	15 02	— 34,09 ± 0,04	23 56	— 5,15	— 5,17 ± 0,05
2 id. id.	15 02	— 39,12 ± 0,05	24 00	— 5,03	— 5,03 ± 0,06
3 id. id.	15 41	— 44,85 ± 0,05	24 39	— 5,73	— 5,58 ± 0,07

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,06.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *L* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado L.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidéreа.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°		s	s	s						s
1 Julio	104	0 31	728,2	10,7	16,12	15,0	— 5,17	158,065	0,5015866	— 6	— 607	— 776	— 300	— 38	0,5014139
1 id.	105	1 56	728,7	10,7	16,12	12,6	— 5,17	150,895	6623	— 4	— 611	— 764	— 300	— 46	4898
1 id.	106	3 15	729,0	10,7	16,12	12,3	— 5,17	156,660	6009	— 4	— 599	— 772	— 300	— 38	4296
1 id.	107	4 36	729,1	10,7	16,12	12,0	— 5,17	149,770	6748	— 4	— 602	— 762	— 300	— 46	5034
1 id.	104	5 54	729,1	10,7	16,12	14,9	— 5,17	158,120	5861	— 6	— 608	— 776	— 300	— 38	4133
1 id.	105	8 38	729,0	10,7	16,22	12,3	— 5,17	150,910	6621	— 4	— 611	— 769	— 300	— 46	4891
1 id.	106	9 57	729,1	10,6	16,27	11,9	— 5,17	156,575	6018	— 4	— 599	— 779	— 300	— 38	4298
1 id.	107	11 17	729,4	10,4	16,37	11,9	— 5,17	149,635	6763	— 4	— 601	— 774	— 300	— 46	5038
1 id.	104	12 35	729,7	10,4	16,42	12,3	— 5,17	157,970	5876	— 4	— 608	— 790	— 300	— 38	4136
2 id.	105	1 21	729,9	10,7	15,87	11,9	— 5,03	150,980	6614	— 4	— 613	— 752	— 292	— 46	4907
2 id.	106	2 39	729,9	10,7	15,82	12,0	— 5,03	156,715	6004	— 4	— 600	— 758	— 292	— 38	4312
2 id.	107	3 59	729,8	10,7	15,82	12,0	— 5,03	149,825	6742	— 4	— 603	— 748	— 292	— 46	5049
2 id.	104	5 17	729,6	10,7	15,87	12,1	— 5,03	158,225	5850	— 4	— 609	— 764	— 292	— 38	4143
2 id.	105	6 37	729,4	10,7	15,92	12,6	— 5,03	150,995	6612	— 4	— 612	— 754	— 292	— 46	4904
2 id.	106	8 50	729,1	10,7	16,07	11,8	— 5,03	156,670	6008	— 4	— 599	— 770	— 292	— 38	4305
2 id.	107	10 12	728,8	10,7	16,12	11,9	— 5,03	149,745	6751	— 4	— 602	— 762	— 292	— 46	5045
2 id.	104	11 33	728,9	10,4	16,17	11,5	— 5,03	158,050	5868	— 4	— 608	— 778	— 292	— 38	4148
2 id.	105	12 55	729,3	10,6	16,22	12,6	— 5,03	150,850	6628	— 4	— 612	— 769	— 292	— 46	4905
3 id.	106	1 00	729,1	10,2	15,72	11,5	— 5,58	156,495	6026	— 4	— 600	— 753	— 324	— 38	4307
3 id.	107	2 26	729,1	10,1	15,72	12,0	— 5,58	149,675	6759	— 4	— 603	— 744	— 324	— 46	5038
3 id.	104	3 46	729,1	10,1	15,72	11,6	— 5,58	157,740	5899	— 4	— 609	— 756	— 324	— 38	4168
3 id.	105	5 06	729,1	10,1	15,72	12,0	— 5,58	150,575	6658	— 4	— 613	— 745	— 324	— 46	4926
3 id.	106	6 23	729,0	10,1	15,77	11,6	— 5,58	156,265	6050	— 4	— 600	— 756	— 324	— 38	4328
3 id.	107	9 30	728,8	10,4	15,92	11,7	— 5,58	149,370	6793	— 4	— 602	— 753	— 324	— 46	5064

Balance del sostén.

Se determinó por el método corriente y dió los siguientes resultados:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
38×10^{-7}	46×10^{-7}
38×10^{-7}	45×10^{-7}
37×10^{-7}	46×10^{-7}
37×10^{-7}	48×10^{-7}
38×10^{-7}	46×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}4$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{5}{3}} = 0{,}6$$

El error medio de las dos determinaciones resulta dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

PAMPLONA

104	105	106	107
0,5014139	0,5014898	0,5014296	0,5015034
33	891	298	38
36	907	312	49
43	904	305	45
48	905	307	38
68	926	328	64
0,5014145	0,5014905	0,5014307	0,5015045

ESTACIÓN DE RONCESVALLES

Local de observación.

Se utilizó para local de observación una ermita abandonada próxima á la Colegiata de Roncesvalles.

La barraca de observación, con el anteojo, se situó en el campo á pocos metros de dicha ermita.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 19' W.
Latitud N.....	43° 00'
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	959 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por el método de Borrass, practicando la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold.

Los resultados son los siguientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj	Intervalo de tiempo	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
17 Julio de 1909.....	17 47	+ 5,27 ± 0,04			
18 id. id.	15 41	+ 7,73 ± 0,04	21 54	+ 2,46	+ 2,70 ± 0,06
21 id. id. ...(1.ª)	22 29	+ 14,17 ± 0,02	54 48	+ 6,44	+ 2,82 ± 0,04
21 id. id. ...(2.ª)	16 23	+ 16,06 ± 0,03	17 54	+ 1,89	+ 2,54 ± 0,03

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,04.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *M* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado M.

FECHAS — 1909	Péndolos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
18 Julio.....	104	4 18	689,4	10,5	11,75	12,0	+ 2,70	163,330	0,5015353	— 4	— 584	— 565	+ 157	— 50	0,5014307
18 id.	105	5 43	689,4	10,3	11,85	12,5	+ 2,70	155,770	6101	— 4	— 587	— 561	+ 157	— 51	5055
18 id.	106	7 03	689,3	10,0	12,00	11,9	+ 2,70	161,670	5512	— 4	— 575	— 575	+ 157	— 50	4465
18 id.	107	10 11	688,9	10,2	12,30	11,8	+ 2,70	154,335	6251	— 4	— 576	— 582	+ 157	— 51	5195
18 id.	104	11 43	688,8	10,8	12,44	12,4	+ 2,70	163,180	5368	— 4	— 582	— 598	+ 157	— 50	4291
18 id.	105	13 08	688,7	11,2	12,64	12,5	+ 2,70	155,500	6129	— 4	— 585	— 599	+ 157	— 51	5047
19 id.	106	4 02	688,9	11,3	12,79	11,7	+ 2,82	161,395	5547	— 4	— 572	— 613	+ 164	— 50	4472
19 id.	107	5 24	688,9	11,5	12,89	11,9	+ 2,82	154,150	6271	— 4	— 575	— 610	+ 164	— 51	5195
19 id.	104	9 28	688,9	12,3	13,49	11,6	+ 2,82	162,795	5404	— 4	— 579	— 649	+ 164	— 50	4286
19 id.	105	10 52	688,9	12,1	13,74	11,9	+ 2,82	155,025	6179	— 4	— 582	— 651	+ 164	— 51	5055
19 id.	106	12 15	688,0	12,3	13,89	12,2	+ 2,82	160,835	5592	— 4	— 570	— 665	+ 164	— 50	4467
19 id.	107	13 38	689,0	12,3	13,94	12,3	+ 2,82	153,710	6317	— 4	— 572	— 659	+ 164	— 51	5195
19 id.	104	14 57	689,4	12,3	13,94	11,9	+ 2,82	162,545	5428	— 4	— 579	— 671	+ 164	— 50	4288
20 id.	105	4 03	689,4	11,6	13,79	11,9	+ 2,82	155,000	6181	— 4	— 583	— 653	+ 164	— 51	5054
20 id.	106	5 25	689,4	11,6	13,89	11,6	+ 2,82	160,895	5587	— 4	— 570	— 665	+ 164	— 50	4462
20 id.	107	6 48	689,3	11,9	13,99	12,6	+ 2,82	153,705	6312	— 4	— 573	— 662	+ 164	— 51	5186
20 id.	104	9 48	688,4	12,0	14,14	11,9	+ 2,82	162,530	5429	— 4	— 578	— 680	+ 164	— 50	4281
20 id.	105	11 11	688,1	12,0	14,19	12,0	+ 2,82	154,800	6202	— 4	— 580	— 672	+ 164	— 51	5059
20 id.	106	12 30	687,8	12,0	14,29	11,6	+ 2,82	160,650	5610	— 4	— 568	— 685	+ 164	— 50	4467
20 id.	107	13 54	687,6	12,0	14,34	12,1	+ 2,82	153,535	6336	— 4	— 570	— 678	+ 164	— 51	5197
21 id.	104	3 56	685,4	11,8	14,14	12,3	+ 2,54	162,360	5445	— 4	— 575	— 680	+ 147	— 50	4283
21 id.	105	5 18	685,4	12,3	14,24	11,9	+ 2,54	154,820	6200	— 4	— 578	— 675	+ 147	— 51	5039
21 id.	106	6 38	685,4	12,7	14,39	12,1	+ 2,54	160,650	5610	— 4	— 566	— 689	+ 147	— 50	4448
21 id.	107	7 59	685,4	12,7	14,48	12,1	+ 2,54	153,510	6339	— 4	— 568	— 685	+ 147	— 51	5178

Balance del sostén.

Se determinó por el método ordinario ya citado y dió los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
51×10^{-7}	50×10^{-7}
50×10^{-7}	51×10^{-7}
49×10^{-7}	51×10^{-7}
48×10^{-7}	52×10^{-7}
50×10^{-7}	51×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{6}{3}} = 0{,}7$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}4$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

RONCESVALLES

104	105	106	107
0,5014307	0,5015055	0,5014465	0,5015195
291	47	72	95
286	55	67	95
288	54	62	86
281	59	67	97
283	39	48	78
0,5014289	0,5015052	0,5014464	0,5015191

ESTACIÓN DE REINOSA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en locales pertenecientes á un antiguo colegio de segunda enseñanza. En un patio del mismo se colocó la barraca de observación con el anteojo de pasos.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	4ª 08' W.
Latitud N.....	43° 00'.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	847 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por el método de Borrass, y la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold.

Los resultados son los siguientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos. (1)

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. a.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas
	h m	s s	h m	s	s s
11 Agosto de 1909.....	19 29	— 11,29 ± 0,04			
12 id. id.	18 39	— 7,57 ± 0,04	23 10	+ 3,72	+ 3,85 ± 0,06
12 id. id.	20 25	— 7,84 ± 0,04			
13 id. id.	19 42	— 8,25 ± 0,05	23 17	— 0,41	— 0,42 ± 0,06
14 id. id.	22 03	— 9,00 ± 0,05	26 21	— 0,75	— 0,68 ± 0,07

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,06.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *N* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

(1) Entre las determinaciones 2.ª y 3.ª, correspondientes ambas al día 12 de Agosto, se corrigió el movimiento del reloj.

Estado N.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
12 Agosto.....	104	5 10	695,9	12,6	16,57	11,6	+ 3,85	162,900	0,5015394	— 4	— 579	— 797	+ 224	— 37	0,5014201
12 íd.	105	6 34	695,8	12,4	16,62	12,4	+ 3,85	155,360	6144	— 4	— 582	— 787	+ 224	— 45	4950
12 íd.	106	7 55	695,6	12,6	16,67	11,5	+ 3,85	161,400	5538	— 4	— 570	— 799	+ 224	— 37	4352
12 íd.	107	11 18	695,2	13,0	16,87	12,2	+ 3,85	154,040	6282	— 4	— 571	— 798	+ 224	— 45	5088
12 íd.	104	12 38	695,1	13,0	16,97	11,6	+ 3,85	162.795	5404	— 4	— 577	— 816	+ 224	— 37	4194
12 íd.	105	16 01	695,1	13,0	17,02	12,1	+ 3,85	155,150	6166	— 4	— 580	— 806	+ 224	— 45	4955
13 íd.	106	5 19	696,2	13,0	17,12	11,7	— 0,42	158,590	5814	— 4	— 569	— 820	— 24	— 37	4360
13 íd.	107	6 49	696,4	13,3	17,17	11,9	— 0,42	151,505	6556	— 4	— 572	— 812	— 24	— 45	5099
13 íd.	104	8 00	696,5	13,6	17,22	11,8	— 0,42	159,965	5677	— 4	— 578	— 828	— 24	— 37	4206
13 íd.	105	11 10	696,3	13,4	17,32	11,8	— 0,42	152,605	6436	— 4	— 581	— 821	— 24	— 45	4961
13 íd.	106	12 27	696,3	13,4	17,32	11,6	— 0,42	158,420	5831	— 4	— 569	— 830	— 24	— 37	4367
13 íd.	107	13 48	696,3	13,4	17,37	11,8	— 0,42	151,360	6572	— 4	— 571	— 822	— 24	— 45	5106
13 íd.	104	15 11	696,7	13,6	17,46	12,5	— 0,42	159.815	5692	— 4	— 577	— 840	— 24	— 37	4210
13 íd.	105	16 32	697,6	13,9	17,56	11,8	— 0,42	152,445	6453	— 4	— 581	— 832	— 24	— 45	4967
14 íd.	106	5 15	697,9	13,5	17,66	11,8	— 0,68	158,200	5853	— 4	— 569	— 846	— 39	— 37	4358
14 íd.	107	6 34	697,9	13,9	17,71	11,9	— 0,68	151,100	6600	— 4	— 572	— 838	— 39	— 45	5102
14 íd.	104	7 54	697,9	13,9	17,76	12,6	— 0,68	159,455	5728	— 4	— 577	— 854	— 39	— 37	4217
14 íd.	105	10 53	697,7	13,9	17,96	11,7	— 0,68	152,105	6484	— 4	— 580	— 851	— 39	— 45	4965
14 íd.	106	12 11	697,7	13,9	18,01	11,6	— 0,68	157,945	5879	— 4	— 568	— 863	— 39	— 37	4368
14 íd.	107	13 31	697,6	14,1	18,06	11,9	— 0,68	150,900	6622	— 4	— 571	— 854	— 39	— 45	5109
14 íd.	104	14 48	697,5	14,3	18,16	11,6	— 0,68	159,325	5741	— 4	— 576	— 874	— 39	— 37	4211
14 íd.	105	16 10	697,5	14,3	18,26	11,7	— 0,68	151,950	6507	— 4	— 579	— 865	— 39	— 45	4975
14 íd.	106	18 27	697,7	13,9	18,36	11,6	— 0,68	157,745	5899	— 4	— 568	— 880	— 39	— 37	4371
14 íd.	107	19 46	697,6	14,3	18,46	11,8	— 0,68	150,675	6647	— 4	— 570	— 873	— 39	— 45	5116

Balance del sostén.

Se determinó como siempre, arrojando los siguientes resultados:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
37×10^{-7}	43×10^{-7}
38×10^{-7}	45×10^{-7}
36×10^{-7}	46×10^{-7}
36×10^{-7}	44×10^{-7}
37×10^{-7}	45×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{3}{3}} = 0{,}5$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{6}{3}} = 0{,}7$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

REINOSA

104	105	106	107
0,5014201	0,5014950	0,5014352	0,5015088
194	55	60	099
206	61	67	106
210.	67	58	102
217	65	68	109
211	75	71	116
0,5014207	0,5014962	0,5014363	0,5015103

ESTACIÓN DE BURGOS

Local de observación.

Se determinó la intensidad de la gravedad en una habitación del Instituto general y técnico de segunda enseñanza, instalándose la barraca, con el anteojo de pasos, en un patio adyacente.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 42' W.
Latitud N.....	42° 20'
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	855 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por el método de Borrass, y la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold.

Los resultados son los siguientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo	Movimiento correspondiente á este intervalo	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
7 Septiembre de 1909.	18 52	+ 18,44 ± 0,03			
11 id. id.	18 16	+ 24,49 ± 0,11	95 24	+ 6,05	+ 1,52 ± 0,03
12 id. id.	23 43	+ 25,85 ± 0,02	29 27	+ 1,36	+ 1,11 ± 0,11

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0',07.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *O* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado O.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 $^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°C.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						
8 Septiembre.....	104	7 14	684,2	10,1	16,52	12,5	+ 1,52	159 180	0,5015753	— 4	— 570	— 795	+ 88	— 55	0,5014419
8 id.	105	8 37	684,6	10,4	16,52	12,5	+ 1,52	154,980	6507	— 4	— 573	— 783	+ 88	— 52	5283
8 id.	106	9 54	685,0	10,6	16,57	12,0	+ 1,52	157,685	5905	— 4	— 562	— 794	+ 88	— 55	4578
8 id.	107	13 11	685,2	10,4	16,62	12,5	+ 1,52	150,735	6638	— 4	— 564	— 788	+ 88	— 52	5320
8 id.	104	14 30	685,2	10,3	16,62	12,7	+ 1,52	159,055	5767	— 4	— 571	— 800	+ 88	— 55	4496
8 id.	105	15 53	685,1	10,3	16,62	12,6	+ 1,52	154,835	6527	— 4	— 574	— 787	+ 88	— 52	5188
8 id.	106	17 10	685,4	10,3	16,62	12,2	+ 1,52	157,660	5907	— 4	— 562	— 796	+ 88	— 55	4578
8 id.	107	20 26	685,7	10,1	16,62	12,5	+ 1,52	150,735	6641	— 4	— 565	— 786	+ 88	— 52	5322
8 id.	104	21 46	685,6	10,3	16,62	11,9	+ 1,52	159,065	5766	— 4	— 571	— 800	+ 88	— 55	4424
9 id.	105	8 03	685,4	10,4	16,32	11,9	+ 1,52	154,910	6511	— 4	— 574	— 773	+ 88	— 52	5196
9 id.	106	9 21	685,4	10,3	16,37	11,6	+ 1,52	157,630	5910	— 4	— 562	— 784	+ 88	— 55	4593
9 id.	107	13 16	685,4	10,4	16,32	11,9	+ 1,52	150,690	6646	— 4	— 565	— 781	+ 88	— 52	5332
9 id.	104	14 38	685,8	10,3	16,57	12,1	+ 1,52	158,935	5779	— 4	— 571	— 797	+ 88	— 55	4440
9 id.	105	15 59	686,6	10,3	16,62	11,9	+ 1,52	154,735	6548	— 4	— 575	— 787	+ 88	— 52	5198
9 id.	106	17 17	687,3	10,3	16,67	11,4	+ 1,52	157,475	5926	— 4	— 563	— 799	+ 88	— 55	4593
9 id.	107	20 09	688,2	10,2	16,67	12,3	+ 1,52	150,590	6657	— 4	— 567	— 788	+ 88	— 52	5334
9 id.	104	21 30	688,5	10,2	16,57	11,9	+ 1,52	158,920	5781	— 4	— 573	— 797	+ 88	— 55	4440
10 id.	105	7 18	689,9	10,1	16,32	12,0	+ 1,52	154,825	6571	— 4	— 578	— 773	+ 88	— 52	5202
10 id.	106	8 36	690,2	10,2	16,32	11,9	+ 1,52	157,580	5915	— 4	— 567	— 782	+ 88	— 55	4595
10 id.	107	9 58	690,2	10,2	16,32	12,7	+ 1,52	150,630	6652	— 4	— 569	— 772	+ 88	— 52	5343
10 id.	104	13 00	690,2	10,1	16,42	11,9	+ 1,52	158,935	5779	— 4	— 575	— 797	+ 88	— 55	4443
10 id.	105	14 02	690,2	10,2	16,42	12,0	+ 1,52	154,720	6532	— 4	— 578	— 778	+ 88	— 52	5208
10 id.	106	15 40	690,2	10,2	16,47	11,4	+ 1,52	157,445	5929	— 4	— 566	— 789	+ 88	— 53	4603
10 id.	107	17 02	690,3	10,2	16,52	12,5	+ 1,52	150,545	6662	— 4	— 569	— 781	+ 88	— 52	5348
11 id.	104	20 28	687,7	10,3	16,07	12,1	+ 1,21	159,015	5771	— 4	— 573	— 773	+ 64	— 55	4439
11 id.	105	21 49	687,8	10,5	16,12	12,3	+ 1,21	154,835	6520	— 4	— 577	— 764	+ 64	— 52	5187
11 id.	106	5 14	687,6	10,1	16,02	12,0	+ 1,21	157,555	5918	— 4	— 565	— 768	+ 64	— 55	4590
11 id.	107	6 38	687,6	10,0	16,07	12,6	+ 1,21	150,645	6651	— 4	— 568	— 760	+ 64	— 52	5331
11 id.	104	7 56	687,8	10,2	16,12	11,6	+ 1,11	158,965	5776	— 4	— 574	— 776	+ 64	— 55	4431
11 id.	105	9 17	687,8	10,5	16,12	12,2	+ 1,11	154,780	6526	— 4	— 577	— 764	+ 64	— 52	5193
11 id.	106	10 36	687,6	10,5	16,17	11,9	+ 1,11	157,475	5926	— 4	— 565	— 775	+ 64	— 55	4591
11 id.	107	13 09	687,6	10,2	16,32	12,7	+ 1,11	150,550	6661	— 4	— 567	— 772	+ 64	— 52	5330
12 id.	104	14 29	687,6	10,5	16,32	11,7	+ 1,11	158,880	5785	— 4	— 573	— 785	+ 64	— 55	4432
12 id.	105	15 50	687,9	10,5	16,32	11,9	+ 1,11	154,695	6535	— 4	— 577	— 773	+ 64	— 52	5193
12 id.	106	17 08	688,6	10,2	16,32	11,5	+ 1,11	157,335	5940	— 4	— 565	— 782	+ 64	— 53	4598
12 id.	107	18 34	689,0	10,5	16,32	11,6	+ 1,11	150,475	6669	— 4	— 568	— 772	+ 64	— 52	5337

Balance del sostén.

Se determinó por el método ya explicado en *Memorias* anteriores.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
55×10^{-7}	52×10^{-7}
57×10^{-7}	49×10^{-7}
53×10^{-7}	52×10^{-7}
56×10^{-7}	54×10^{-7}
55×10^{-7}	52×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{9}{3}} = 0{,}9$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{13}{3}} = 1{,}0$$

El error medio de las dos determinaciones resulta dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}7 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

BURGOS

104	105	106	107
0,5014419	0,5015183	0,5014578	0,5015320
26	188	578	22
24	196	593	32
40	198	593	34
40	202	595	43
43	208	603	44
30	187	590	31
31	193	591	30
32	193	598	37
0,5014432	0,5015194	0,5014591	0,5015333

ESTACIÓN DE PALENCIA

Local de observación.

Se determinó la intensidad de la gravedad en el local del Instituto general y técnico de segunda enseñanza, y se estableció la barraca, con el anteojo de pasos, en uno de los patios del mismo edificio.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	4° 32′ W.
Latitud N.....	42° 01′.
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	717 metros.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Esta determinación se hizo por el método de Borrass, y la observación de estrellas con el anteojo de pasos Repsold.

Los resultados son los siguientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
19 Septiembre de 1909.	19 20	— 5,21 ± 0,02			
20 id. id.	19 20	— 1,42 ± 0,02	24 00	+ 3,79	+ 3,79 ± 0,03
22 id. id.	20 02	+ 5,71 ± 0,04	48 42	+ 7,13	+ 3,51 ± 0,02

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0ˢ,03.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *P* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado P.

FECHAS — 1909	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua	Temperatura del péndulo	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sosten.	
		h m	mm	mm	°		s	s	s						s
20 Septiembre..	104	7 24	702,1	10,4	17,12	12,6	+ 3,79	159,860	0,5015688	— 4	— 583	— 824	+ 220	— 44	0,5014453
20 íd.	105	8 48	701,8	10,5	17,12	11,9	+ 3,79	152,480	6450	— 4	— 587	— 811	+ 220	— 45	5223
20 íd.	106	10 07	701,6	10,7	17,22	11,3	+ 3,79	158,345	5838	— 3	— 574	— 825	+ 220	— 44	4612
20 íd.	107	11 27	701,5	11,0	17,37	12,6	+ 3,79	151,230	6586	— 4	— 576	— 822	+ 220	— 45	5359
20 íd.	104	14 16	701,1	10,8	17,46	12,1	+ 3,79	159,600	5713	— 4	— 582	— 840	+ 220	— 44	4463
20 íd.	105	15 38	701,0	11,0	17,56	12,2	+ 3,79	152,225	6477	— 4	— 585	— 832	+ 220	— 45	5231
20 íd.	106	16 58	700,9	11,0	17,66	11,5	+ 3,79	158,090	5864	— 4	— 572	— 846	+ 220	— 44	4618
20 íd.	107	21 26	700,9	11,0	17,71	12,6	+ 3,51	150,975	6614	— 4	— 575	— 838	+ 204	— 45	5356
20 íd.	104	22 44	700,0	11,4	17,71	12,5	+ 3,51	159,460	5727	— 4	— 581	— 852	+ 204	— 44	4450
21 íd.	105	7 31	699,4	10,9	17,51	12,2	+ 3,51	152,220	6478	— 4	— 584	— 830	+ 204	— 45	5219
21 íd.	106	8 49	699,3	11,1	17,51	11,5	+ 3,51	158,125	5860	— 4	— 572	— 839	+ 204	— 44	4605
21 íd.	107	10 12	698,9	11,0	17,51	12,7	+ 3,51	151,080	6602	— 4	— 574	— 828	+ 204	— 45	5355
21 íd.	104	13 25	697,7	11,0	17,66	11,9	+ 3,51	159,490	5724	— 4	— 578	— 850	+ 204	— 44	4452
21 íd.	105	14 45	697,7	11,0	17,71	12,0	+ 3,51	152,140	6486	— 4	— 582	— 839	+ 204	— 45	5220
21 íd.	106	16 02	697,7	11,4	17,71	11,8	+ 3,51	157,955	5878	— 4	— 570	— 848	+ 204	— 44	4616
21 íd.	107	17 24	697,7	11,7	17,76	12,6	+ 3,51	150,955	6616	— 4	— 572	— 840	+ 204	— 45	5359
21 íd.	104	18 45	697,7	11,7	17,81	12,5	+ 3,51	159,410	5732	— 4	— 578	— 857	+ 204	— 44	4453
21 íd.	105	21 48	697,5	11,0	17,86	12,1	+ 3,51	152,035	6498	— 4	— 581	— 846	+ 204	— 45	5226
22 íd.	106	7 51	698,4	11,1	17,32	11,6	+ 3,51	158,015	5872	— 4	— 571	— 830	+ 204	— 44	4627
22 íd.	107	9 11	699,0	11,1	17,37	11,9	+ 3,51	151,025	6609	— 4	— 574	— 822	+ 204	— 45	5368
22 íd.	104	10 30	700,0	11,0	17,46	12,4	+ 3,51	159,590	5723	— 4	— 581	— 840	+ 204	— 44	4458
22 íd.	105	13 36	700,2	11,4	17,51	11,9	+ 3,51	152,075	6493	— 4	— 584	— 830	+ 204	— 45	5234
22 íd.	106	14 55	700,6	11,7	17,56	11,5	+ 3,51	157,890	5884	— 4	— 572	— 841	+ 204	— 44	4627
22 íd.	107	16 18	701,4	11,7	17,66	12,6	+ 3,51	150,855	6627	— 4	— 575	— 835	+ 204	— 45	5372

Balance del sostén.

Se determinó por el método corriente, con los resultados que se acompañan.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
45×10^{-7}	44×10^{-7}
42×10^{-7}	46×10^{-7}
41×10^{-7}	45×10^{-7}
46×10^{-7}	46×10^{-7}
44×10^{-7}	45×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{18}{3}} = 1,$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{3}{3}} = 0,5$$

El error medio de las dos determinaciones viene dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0,6 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

PALENCIA

104	105	106	107
0,5014453	0,5015223	0,5014612	0,5015350
63	31	18	56
50	19	05	55
52	20	10	59
53	26	27	68
58	34	27	72
0,5014455	0,5015226	0,5014618	0,5015362

ESTACIÓN DE MADRID (cierre).

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el mismo local ya citado y en análogas condiciones que sus similares.

Las coordenadas geográficas son, por tanto, las que se indican anteriormente.

Determinación del movimiento del reloj Strasser, núm. 278.

Se hicieron comparaciones, como antes hemos dicho, con el magistral del Observatorio de Madrid.

Los estados y movimientos se indican en el adjunto cuadro.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de la observación (t. s.)	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimiento correspondiente á este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s s	h m	s	s s
16 Noviembre de 1909..	12 44	— 0,98 ± 0,03			
17 íd. íd. ..	12 29	— 1,53 ± 0,03	23 45	— 0,55	— 0,56 ± 0,04
18 íd. íd. ..	12 51	— 2,29 ± 0,03	24 22	— 0,76	— 0,75 ± 0,04
19 íd. íd. ..	12 26	— 3,11 ± 0,03	23 35	— 0,82	— 0,83 ± 0,04
20 íd. íd. ..	12 54	— 3,99 ± 0,03	24 28	— 0,88	— 0,86 ± 0,04
21 íd. íd. ..	14 23	— 4,94 ± 0,05	25 29	— 0,95	— 0,89 ± 0,06
22 íd. íd. ..	12 47	— 5,98 ± 0,03	22 24	— 1,04	— 1,11 ± 0,06
23 íd. íd. ..	13 27	— 7,14 ± 0,03	24 40	— 1,16	— 1,13 ± 0,04

El error medio del movimiento para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores = 0s,05.

Duración de la oscilación.

En el estado señalado con la letra *Q* pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Estado Q.

FECHAS — 1909	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
16 Noviembre..	104	13 11	698,6	7,3	12,74	12,2	— 0,56	155,155	0,5016165	— 4	— 591	— 613	— 33	— 41	0,5014883
16 íd.	105	14 32	698,4	7,5	12,79	12,5	— 0,56	148,190	6927	— 4	— 594	— 606	— 33	— 46	5644
16 íd.	106	18 26	696,5	7,5	12,94	11,6	— 0,56	153,670	6322	— 4	— 580	— 620	— 33	— 41	5044
16 íd.	107	19 46	695,8	7,8	12,94	12,5	— 0,56	147,020	7063	— 4	— 581	— 612	— 33	— 46	5787
17 íd.	104	12 43	692,0	8,4	12,74	12,6	— 0,75	155.055	6175	— 4	— 585	— 613	— 44	— 41	4888
17 íd.	105	14 04	692,1	8,8	12,84	12,2	— 0,75	148,160	6931	— 4	— 588	— 608	— 44	— 46	5641
17 íd.	106	17 47	691,6	8,9	13,14	11,9	— 0,75	153,495	6340	— 4	— 575	— 630	— 44	— 41	5046
17 íd.	107	19 99	691,7	8,7	13,24	12,8	— 0,75	146,855	7082	— 4	— 577	— 626	— 44	— 46	5785
18 íd.	104	13 01	694,4	8,8	13,14	11,6	— 0,83	154,800	6202	— 4	— 586	— 632	— 48	— 41	4891
18 íd.	105	14 22	694,7	9,2	13,24	12,5	— 0,83	147,840	6968	— 4	— 589	— 627	— 48	— 46	5654
18 íd.	106	18 02	695,4	9,3	13,49	11,5	— 0,83	153,220	6370	— 4	— 577	— 646	— 48	— 41	5054
18 íd.	107	19 20	696,1	9,3	13,59	12,2	— 0,83	146,620	7109	— 4	— 580	— 643	— 48	— 46	5788
19 íd.	104	12 36	704,1	8,6	13,39	12,7	— 0,86	154,680	6215	— 4	— 593	— 644	— 50	— 41	4883
19 íd.	105	13 57	704,5	9,0	13,44	12,7	— 0,86	147,745	6978	— 4	— 597	— 637	— 50	— 46	5644
19 íd.	106	17 31	704,2	9,6	13,79	11,7	— 0,86	153,085	6384	— 4	— 583	— 661	— 50	— 41	5045
19 íd.	107	18 50	704,4	9,8	13,89	11,9	— 0,86	146,495	7124	— 4	— 586	— 657	— 50	— 46	5781
20 íd.	104	13 03	706,0	8,5	13,54	11,9	— 0,89	154,495	6234	— 4	— 595	— 651	— 52	— 41	4891
20 íd.	105	14 21	705,9	9,0	13,54	12,3	— 0,89	147,665	6988	— 4	— 598	— 642	— 52	— 46	5646
20 íd.	106	17 58	704,2	9,5	13,79	12,2	— 0,89	153,025	6391	— 4	— 584	— 661	— 52	— 41	5049
20 íd.	107	19 17	704,1	9,7	13,89	11,9	— 0,89	146,465	7127	— 4	— 586	— 657	— 52	— 46	5782
22 íd.	104	12 58	699,3	8,6	13,54	12,7	— 1,13	154,495	6234	— 4	— 589	— 651	— 66	— 41	4883
22 íd.	105	14 17	699,5	8,7	13,54	11,9	— 1,13	147,565	7000	— 4	— 593	— 642	— 66	— 46	5649
22 íd.	106	17 56	699,4	8,4	13,69	11,8	— 1,13	152,990	6394	— 4	— 580	— 656	— 66	— 41	5047
22 íd.	107	19 14	699,9	8,7	13,74	11,9	— 1,13	146,390	7136	— 4	— 583	— 650	— 66	— 46	5787

Balance del sostén.

Se determinó por el conocido método ya mencionado y dió los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
NE.-SW.	NW.-SE.
41×10^{-7}	46×10^{-7}
41×10^{-7}	46×10^{-7}
43×10^{-7}	45×10^{-7}
40×10^{-7}	45×10^{-7}
41×10^{-7}	46×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{5}{3}} = 0{,}6$$

y para los 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}} \times \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}4$$

El error medio de las dos determinaciones será dado por la fórmula

$$M = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = 0{,}4 \times 10^{-7}$$

Valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas.

Los valores obtenidos para las duraciones de oscilación son los siguientes:

MADRID (cierre).

104	105	106	107
0,5014883	0,5015644	0,5015044	0,5015787
88	41	46	5
91	54	54	8
83	44	45	1
91	46	49	2
83	49	47	7
0,5014887	0,5015646	0,5015048	0,5015785

CAPÍTULO III

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1908

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El estado núm. 1 nos pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidas, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (1908).....	0,5014923	0,5015031	0,5015123	0,5015783
Huelva.....	0,5014948	0,5015058	0,5015067	0,5015814
Tarifa.....	0,5015517	0,5016235	0,5015648	0,5016386
San Fernando.....	0,5015276	0,5015986	0,5015407	0,5016145
Llansá.....	0,5013761	0,5014486	0,5013896	0,5014644
Ripoll.....	0,5014387	0,5015143	0,5014545	0,5015285
Jaca.....	0,5014437	0,5015188	0,5014589	0,5015344
Madrid (1909).....	0,5014896	0,5015648	0,5015070	0,5015807

Desde luego se ve que los péndulos 104, 105 y 107 no sufrieron cambios importantes en su longitud, del principio al fin de la campaña, como se demuestra por el adjunto estado, siendo el péndulo 106 el que más discrepa, pero de éste trataremos más adelante.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (1908)..... / Madrid (1909)..... Diferencias....	$+27 \times 10^{-7}$	-17×10^{-7}	$+55 \times 10^{-7}$	-24×10^{-7}

Las diferencias entre el promedio de la duración de un péndulo con los de cada uno de los otros en una estación cualquiera, comparadas con iguales dife-

rencias obtenidas con las duraciones de los mismos péndulos en las otras, muestran también si hubo ó no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes periodos de la campaña.

La pequeña diferencia entre la latitud de Madrid y la de las estaciones observadas hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlos comparables entre sí; por tanto, del estado núm. 1 deduciremos el siguiente:

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	104-106	104-107	105-106	105-107	106-107
Madrid (1908)	708	200	860	508	152	660
Huelva	710	119	866	591	156	747
Tarifa	718	131	869	587	151	738
San Fernando	710	131	869	579	159	738
Llansá	725	135	883	590	158	748
Ripoll	756	158	898	598	142	740
Jaca	751	152	907	599	156	755
Madrid (1909)	752	174	911	578	159	737
Diferencias máximas	48	81	51	91	17	95

Patente la diferencia acusada por el péndulo 106 entre Madrid (1908) y Madrid (1909), y además á la vista los resultados del resumen precedente, por el que se nota con claridad que el citado péndulo sufrió una variación importante durante la campaña, prescindiremos de este péndulo para los valores finales.

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Podemos formarnos idea de la precisión que puede esperarse de las observaciones hechas calculando, por separado, los errores medios cometidos en las diversas operaciones de que se compone una determinación de esta clase, y englobando luego estos errores medios parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de g en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.º Los errores M cometidos en la observación de la duración de oscilación observada se calculan por la fórmula

$$M = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

en la cual $[vv]$ representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores; $[n]$ el número total de observaciones, y m el de péndulos observados.

Para obtener los valores de $[vv]$ tendremos que empezar por obtener los de vv, que son los cuadrados de las diferencias, las cuales se encuentran ordenadas en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv
Madrid (salida) 1908	4	16	5	25	1	1
	3	9	6	36	2	4
	11	121	9	81	11	121
	3	9	0	0	0	0
	8	64	3	9	7	49
	1	1	2	4	7	49
Huelva	1	1	2	4	8	64
	22	484	16	256	16	256
	5	25	0	0	3	9
	21	441	21	441	19	361
	19	361	8	64	15	225
	11	121	13	169	9	81
Tarifa	6	36	9	81	0	0
	18	324	5	25	8	64
	13	169	8	64	4	16
	7	49	5	25	1	1
	6	36	5	25	4	16
	0	0	4	16	0	0
San Fernando	17	289	25	625	2	4
	3	9	5	25	13	169
	2	4	2	4	8	64
	7	49	6	36	4	16
	6	36	8	64	4	16
	5	25	6	36	9	81
Llansá	27	729	9	81	17	289
	10	100	15	225	11	121
	36	(1 296)	15	225	23	529
	22	484	2	4	2	4
	12	144	11	121	18	324
	7	49	2	4	1	1
Ripoll	3	9	4	16	4	16
	0	0	2	4	5	25
	0	0	2	4	1	1
	1	1	4	16	4	16
	1	1	0	0	4	16
	4	16	6	36	3	9

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv
	10	100	0	0	4	16
	12	144	16	256	2	4
Jaca	1	1	4	16	4	16
	3	9	4	16	0	0
	5	25	11	121	9	81
	16	256	2	4	1	1
	1	1	5	25	0	0
	5	25	1	1	13	169
Madrid (cierre) 1909	10	100	1	1	8	64
	5	25	2	4	1	1
	7	49	0	0	2	4
	15	225	5	25	6	36

Suprimiendo la tercera observación del péndulo 104 en la estación de Llansá, por ser excesivo el valor que resulta para vv, lo que indica que dicha observación ofrece poca garantía, debido á errores accidentales, del cuadro anterior obtendremos el siguiente, haciendo la suma de los términos vv para cada estación y cada péndulo, y luego las sumas totales por estaciones y por péndulos.

ESTACIONES	Péndulo 104.	n	Péndulo 105.	n	Péndulo 107.	n	$[vv]$	$[n]$
Madrid (1908)	220	6	155	6	224	6	599	18
Huelva	1 433	6	934	6	996	6	3 363	18
Tarifa	614	6	236	6	97	6	947	18
San Fernando	412	6	790	6	350	6	1 552	18
Llansá	1 506	5	660	6	1 268	6	3 434	17
Ripoll	27	6	76	6	83	6	186	18
Jaca	535	6	413	6	118	6	1 066	18
Madrid (1909)	425	6	56	6	274	6	755	18
$[vv]$	5 172		3 320		3 410		11 902	
$[n]$		47		48		48		143

Aplicando la fórmula

$$M = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

para cada estación, poniendo en vez de $[vv]$ los valores de la penúltima columna, sustituyendo $[n]$ por los de la última y m por 3, que son los péndulos observados, tendremos:

Madrid (1908)	$M = \pm\ 6{,}3 \times 10^{-7}$
Huelva	$M = \pm\ 15{,}0 \times 10^{-7}$
Tarifa	$M = \pm\ 7{,}9 \times 10^{-7}$
San Fernando	$M = \pm\ 10{,}2 \times 10^{-7}$
Llansá	$M = \pm\ 15{,}7 \times 10^{-7}$
Ripoll	$M = \pm\ 3{,}5 \times 10^{-7}$
Jaca	$M = \pm\ 8{,}4 \times 10^{-7}$
Madrid (1909)	$M = \pm\ 7{,}1 \times 10^{-7}$

y los valores del error del resultado medio se obtendrán por la fórmula

$$M_s = \frac{1}{\sqrt{[n]}} \times M$$

que da para las estaciones de

Madrid (1908)	$M_s = \pm\ 1{,}5 \times 10^{-7}$
Huelva	$M_s = \pm\ 3{,}5 \times 10^{-7}$
Tarifa	$M_s = \pm\ 1{,}9 \times 10^{-7}$
San Fernando	$M_s = \pm\ 2{,}4 \times 10^{-7}$
Llansá	$M_s = \pm\ 3{,}8 \times 10^{-7}$
Ripoll	$M_s = \pm\ 0{,}8 \times 10^{-7}$
Jaca	$M_s = \pm\ 2{,}0 \times 10^{-7}$
Madrid (1909)	$M_s = \pm\ 1{,}7 \times 10^{-7}$

Los valores de M y M_s en Madrid promedio, serán:

$$M = \sqrt{\frac{599 + 755}{18 + 18 - 6}} \times 10^{-7} = \sqrt{\frac{1354}{30}} = \sqrt{45{,}1333} = \pm 6{,}7$$

$$M_s = \frac{1}{\sqrt{36}} \times M = \frac{1}{\sqrt{36}} \times 6{,}72 = \frac{6{,}72}{6} = \pm 1{,}1$$

Para obtener los errores de cada péndulo en el conjunto de la campaña nos valdremos de la misma fórmula, poniendo en vez de $[vv]$ y $[n]$ los valores contenidos en el cuadro anterior en las dos últimas líneas, y en lugar de m el número de estaciones, que son ocho, y, por tanto,

Péndulo 104... $M_{P.\,104} = 10^{-7}\sqrt{\frac{5172}{47-8}} = 10^{-7}\sqrt{\frac{5172}{39}} = \pm\ 11{,}5 \times 10^{-7}$

Id. 105... $M_{P.\,105} = 10^{-7}\sqrt{\frac{3320}{48-8}} = 10^{-7}\sqrt{\frac{3320}{40}} = \pm\ 9{,}1 \times 10^{-7}$

Id. 107... $M_{P.\,107} = 10^{-7}\sqrt{\frac{3410}{48-8}} = 10^{-7}\sqrt{\frac{3410}{40}} = \pm\ 9{,}2 \times 10^{-7}$

y el error medio general á todos los péndulos será:

$$M_P = 10^{-7}\sqrt{\frac{11902}{143-24}} = 10^{-7}\sqrt{\frac{11902}{119}} = \pm 10 \times 10^{-7}$$

2.º La inspección de los estados *A* al *H* nos enseña la pequeñez de la corrección por amplitud y, por tanto, los errores que de aquí puedan provenir son tan insignificantes que no hay para qué tenerlos en cuenta. Por tanto, admitiremos que los errores cometidos por esta observación son nulos.

3.º Para determinar los que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío, tendremos que tener en cuenta los que proceden de esta determinación previa, y son los siguientes:

CONSTANTES DE REDUCCIÓN AL VACÍO

Péndulo 104..... $0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id. 105..... $0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id. 107..... $0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

El promedio de los tres valores es 0,0000674.

El valor del error medio de la media de las constantes por reducción al vacío es:

$$\sqrt{\frac{11^2+9^2+11^2}{3}} = \sqrt{\frac{121+81+121}{3}} = \sqrt{\frac{323}{3}} = \sqrt{107{,}67} = \pm 10$$

y el error será: $\pm \frac{10}{674} = 0{,}0148$ de la constante.

El cuadro siguiente nos da los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diversas estaciones y los valores [Δ] entre los de Madrid promedio y las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO				
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 107.	Promedio.	[Δ]
Madrid (1908).....	605	609	600	605	
Huelva.....	634	637	628	633	31
Tarifa.....	635	639	629	634	32
San Fernando.....	625	628	618	624	22
Llansá.....	622	624	615	620	18
Ripoll.....	578	582	573	578	24
Jaca.....	569	572	564	568	34
Madrid (1909).....	598	603	592	598	
Madrid (promedio).....	602	606	596	602	

De los valores [Δ] y del error de la constante 0,0148 deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío.

Huelva..... $M\,p = 31 \times 0{,}0148 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Tarifa..... $M\,p = 32 \times 0{,}0148 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
San Fernando..... $M\,p = 22 \times 0{,}0148 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Llansá..... $M\,p = 18 \times 0{,}0148 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Ripoll..... $M\,p = 24 \times 0{,}0148 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Jaca..... $M\,p = 34 \times 0{,}0148 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

4.º Análogamente se deducen los que proceden por la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura determinadas por el profesor Haasseman, cuyos valores son los siguientes:

CONSTANTES DE REDUCCIÓN DE TEMPERATURA

Péndulo 104..... $48{,}11 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
Id. 105..... $47{,}38 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id. 107..... $47{,}30 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

El promedio de los tres valores es 47,597.

El valor del error medio de la media de las constantes de temperatura es:

$$\sqrt{\frac{0{,}14^2 + 0{,}12^2 + 0{,}07^2}{3}} = \pm 0{,}11$$

y la relación entre este error y la constante media será

$$\pm \frac{0{,}11}{47{,}597} = \pm 0{,}0023$$

Un estado análogo al del párrafo anterior nos dará para los valores de [Δ]:

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA				
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 107.	Promedio.	[Δ]
Madrid (1908).....	506	499	504	503	
Huelva.....	790	788	770	783	323
Tarifa.....	714	709	709	711	251
San Fernando.....	981	971	968	973	513
Llansá.....	1 082	1 078	1 067	1 076	616
Ripoll.....	971	950	954	958	498
Jaca.....	992	982	969	981	521
Madrid (1909).....	420	406	421	416	
Madrid (promedio).....	463	453	463	460	

y para M_T

Huelva.....	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 323 \times 10^{-7} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$
Tarifa.....	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 251 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
San Fernando.....	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 513 \times 10^{-7} = \pm 1{,}2 \times 10^{-7}$
Llansá.....	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 616 \times 10^{-7} = \pm 1{,}4 \times 10^{-7}$
Ripoll.....	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 498 \times 10^{-7} = \pm 1{,}2 \times 10^{-7}$
Jaca.....	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 521 \times 10^{-7} = \pm 1{,}2 \times 10^{-7}$

5.º Los errores M_m producidos en los valores de la duración de oscilación por efecto de los ε_m cometidos en las determinaciones de la hora, serán calculados por la fórmula

$$M_m = as(U \pm \varepsilon_m) - as\,U = \pm as\varepsilon_m$$

en la cual

$a = \frac{10+7}{86400}$. U = movimiento del reloj en 24 horas.
s = promedio de las duraciones de oscilación de cada estación.
ε_m = errores medios del conjunto de las determinaciones de hora en cada estación.

En el cuadro adjunto vemos los valores de a, s y ε_m y los que resultan para M_m.

ESTACIONES	a	s	ε_m	$M_m = \pm as\varepsilon_m$
Madrid (1908).....		0,5015446	0,04	$\pm 2{,}3 \times 10^{-7}$
Huelva.....		0,5015473	0,10	$\pm 5{,}8 \times 10^{-7}$
Tarifa.....		0,5016046	0,07	$\pm 4{,}1 \times 10^{-7}$
San Fernando.....	$\frac{10+7}{86400}$	0,5015802	0,05	$\pm 2{,}9 \times 10^{-7}$
Llansá.....		0,5014297	0,11	$\pm 6{,}4 \times 10^{-7}$
Ripoll.....		0,5014938	0,04	$\pm 2{,}3 \times 10^{-7}$
Jaca.....		0,5014990	0,08	$\pm 4{,}6 \times 10^{-7}$
Madrid (1909).....		0,5015450	0,06	$\pm 3{,}5 \times 10^{-7}$

6.º Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén fueron determinados aisladamente en cada estación, y dieron los resultados siguientes:

Madrid (salida).....	$M_b = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Huelva.....	$M_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Tarifa.....	$M_b = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
San Fernando.....	$M_b = \pm 0{,}1 \times 10^{-7}$
Llansá.....	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Ripoll.....	$M_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Jaca.....	$M_b = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre).....	$M_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

Englobando los diversos errores parciales cometidos en las varias operaciones realizadas para estas determinaciones, obtenemos el siguiente cuadro, del cual podemos deducir los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

ERRORES	Huelva.		Tarifa.		San Fernando.		Llansá.		Ripoll.		Jaca.	
M_ε^2 (Madrid).....	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21
M_ε^2 (estación observada).....	$3,5^2$	12,25	$1,9^2$	3,61	$2,4^2$	5,76	$3,8^2$	14,44	$0,8^2$	0,64	$2,0^2$	4,00
M_a^2.....	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00
M_D^2.....	$0,5^2$	0,25	$0,5^2$	0,25	$0,3^2$	0,09	$0,3^2$	0,09	$0,4^2$	0,16	$0,5^2$	0,25
M_T^2.....	$0,7^2$	0,49	$0,6^2$	0,36	$1,2^2$	1,44	$1,4^2$	1,96	$1,2^2$	1,44	$1,2^2$	1,44
M_m^2.....	$5,8^2$	33,64	$4,1^2$	16,81	$2,9^2$	8,41	$6,4^2$	40,96	$2,3^2$	5,29	$4,6^2$	21,16
M_b^2.....	$0,3^2$	0,09	$0,2^2$	0,04	$0,1^2$	0,01	$0,4^2$	0,16	$0,3^2$	0,09	$0,2^2$	0,04
Suma de los cuadrados de los errores.		47,93		22,28		16,92		58,82		8,83		28,10

El error medio de cada estación, con relación á Madrid, será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los errores de estación, más el de duración correspondiente á la estación de Madrid, lo cual se expresa por la siguiente fórmula:

$$\mu_E = \sqrt{M_\varepsilon^2\,(\text{Madrid}) + M_\varepsilon^2\,(\text{estación observada}) + M_a^2 + M_D^2 + M_T^2 + M_m^2 + M_b^2}$$

Siendo respectivamente:

M_ε (Madrid)..... = error de la duración de oscilación del promedio de las observaciones en Madrid (salida) y (cierre).
M_ε (estación observada)... = error de la duración de oscilación en la estación observada.
M_a..... = error en la corrección por amplitud.
M_D..... = id. id. vacío.
M_T..... = id. id. temperatura.
M_m..... = id. id. movimiento del reloj.
M_b..... = id. id. balance del sostén.

Fórmula que, aplicada á las diversas estaciones observadas, nos da:

Huelva..... $\mu_E = \sqrt{47,93} \times 10^{-7} = \pm 6,9 \times 10^{-7}$
Tarifa..... $\mu_E = \sqrt{22,28} \times 10^{-7} = \pm 4,7 \times 10^{-7}$
San Fernando..... $\mu_E = \sqrt{16,92} \times 10^{-7} = \pm 4,1 \times 10^{-7}$
Llansá..... $\mu_E = \sqrt{58,82} \times 10^{-7} = \pm 7,7 \times 10^{-7}$
Ripoll..... $\mu_E = \sqrt{8,83} \times 10^{-7} = \pm 3,0 \times 10^{-7}$
Jaca..... $\mu_E = \sqrt{28,10} \times 10^{-7} = \pm 5,3 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores correspondientes á los valores de g.

La fórmula que nos da el valor de g en una estación cualquiera en función de la duración de oscilación s y de los valores g_m y s_m de la gravedad y de la duración de oscilación en la estación de partida, es

$$g = \frac{g_m \times s_m^2}{s^2}$$

Su desarrollo, por la serie de Taylor, la transforma en

$$g = g_m - 2g_m\left(\frac{s - s_m}{s_m}\right) + 3g_m\left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

que, dada la aproximación que necesitamos, puede reducirse á los dos primeros términos, quedando bajo la forma

$$g = g_m - 2g_m\left(\frac{s - s_m}{s_m}\right) \quad (1)$$

Como los valores de s pueden variar entre s y $s \pm \mu_s$ según hemos calculado, resulta que los valores de g podran variar entre los deducidos por la fórmula (1) y los dados por la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{(s \pm \mu_s) - s_m}{s_m} \quad (2)$$

y, por tanto, el error correspondiente á g será la diferencia entre las fórmulas (2) y (1) que, representándolo por μ_g, tendremos:

$$\mu_g = g_m - 2g_m \frac{(s \pm \mu_s) - s_m}{s_m} - \left(g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m}\right) = \pm \frac{2g_m}{s_m} \mu_s$$

La aplicación de esta fórmula nos da para los valores de μ_g, en las diversas estaciones, los resultados siguientes:

Huelva.....	$\mu_g = \pm 2{,}7 \times 10^{-5}$
Tarifa.....	$\mu_g = \pm 1{,}8 \times 10^{-5}$
San Fernando.....	$\mu_g = \pm 1{,}6 \times 10^{-5}$
Llansá.....	$\mu_g = \pm 3{,}0 \times 10^{-5}$
Ripoll.....	$\mu_g = \pm 1{,}2 \times 10^{-5}$
Jaca.....	$\mu_g = \pm 2{,}1 \times 10^{-5}$

CAPÍTULO IV

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1909

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El estado núm. 2 nos pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidas, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid 1909 (salida)	0,5014896	0,5015648	0,5015070	0,5015807
Tudela	0,5014211	0,5014988	0,5014374	0'5015127
Logroño	0,5014166	0,5014929	0,5014327	0,5015072
Pamplona	0,5914145	0,5014905	0,5014307	0,5015045
Roncesvalles	0,5014289	0,5015052	0,5014464	0,5015191
Reinosa	0,5014207	0,5014962	0,5014363	0,5015103
Burgos	0,5014432	0,5015194	0,5014591	0,5015333
Palencia	0,5014455	0,5015226	0,5014618	0,5015362
Madrid 1909 (cierre)	0,5014887	0,5015646	0,5015048	0,5015785

Desde luego se ve que los péndulos 104, 105, 106 y 107 no sufrieron cambios importantes en su longitud, del principio al fin de la campaña, como se demuestra por el adjunto estado.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid 1909 (salida).. } Diferencias.. Madrid 1909 (cierre).. }	$+9\times10^{-7}$	$+2\times10^{-7}$	$+22\times10^{-7}$	$+22\times10^{-7}$

Las diferencias entre el promedio de las duraciones de oscilación de un péndulo y los de cada uno de los otros en una estación cualquiera, comparadas con las obtenidas en las duraciones de oscilación de los mismos péndulos en las otras estaciones, muestran si hubo ó no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes periodos de la campaña.

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	104-106	104-107	105-106	105-107	106-107
Madrid 1909 (salida)	752	174	911	578	159	737
Tudela	777	163	916	614	139	753
Logroño	763	161	906	602	143	745
Pamplona	760	162	900	598	140	738
Roncesvalles	763	175	902	588	139	727
Reinosa	755	156	896	599	141	740
Burgos	762	159	901	603	139	742
Palencia	771	163	907	608	136	744
Madrid 1909 (cierre)	759	161	898	598	139	737
Diferencias máximas	25	19	20	36	23	26

Por estas diferencias y por las resultantes entre las estaciones de Madrid salida y cierre, se ve que los péndulos no han variado de longitud.

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para formarse idea de la precisión de las observaciones hay que calcular por separado los errores medios cometidos en las diversas operaciones de que se compone una determinación de esta clase, y englobar luego estos errores medios parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de g en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.º Los errores medios cometidos en la observación de la duración de oscilación se calculan por la fórmula

$$M = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

Para obtener los valores de $[vv]$ tendremos que empezar por obtener los de vv, que son los cuadrados de las diferencias, las cuales se encuentran reunidas en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	*vv*	*v*	*vv*	*v*	*vv*	*v*	*vv*
	1	1	5	25	2	4	0	0
	5	25	1	1	5	25	13	169
Madrid 1909 (salida)	10	100	1	1	1	1	8	64
	5	25	2	4	0	0	1	1
	7	49	0	0	2	4	2	4
	15	225	5	25	10	100	6	36
	(50)	(2 500)	(55)	(3 025)	(49)	(2 401)	(46)	(2 116)
	(42)	(1 764)	(44)	(1 936)	(42)	(1 764)	(46)	(2 116)
Tudela	28	784	27	729	23	529	22	484
	22	484	30	900	25	625	22	484
	19	361	18	324	18	324	19	361
	21	441	23	529	25	625	28	784
	20	400	24	576	24	576	19	361
	18	324	25	625	24	576	34	1 156
Logroño	17	289	19	361	17	289	14	196
	4	16	10	100	8	64	6	36
	7	49	12	144	8	64	16	256
	12	144	10	100	17	289	19	361
	6	36	7	49	11	121	11	121
	12	144	14	196	9	81	7	49
Pamplona	9	81	2	4	5	25	4	16
	2	4	1	1	2	4	0	0
	3	9	0	0	0	0	7	49
	23	529	21	441	21	441	19	361
	18	324	3	9	1	1	4	16
	2	4	5	25	8	64	4	16
Roncesvalles	3	9	3	9	3	9	4	16
	1	1	2	4	2	4	5	25
	8	64	7	49	3	9	6	36
	6	36	13	169	16	256	13	169
	6	36	12	144	11	121	15	225
	13	169	7	49	3	9	4	16
Reinosa	1	1	1	1	4	16	3	9
	3	9	5	25	5	25	1	1
	10	100	3	9	5	25	6	36
	4	16	13	169	8	64	13	169
	13	169	11	121	13	169	13	169
	6	36	6	36	13	169	11	121
	8	64	2	4	2	4	1	1
	8	64	4	16	2	4	1	1
Burgos	8	64	8	64	4	16	10	100
	11	121	14	196	12	144	11	121
	2	4	7	49	1	1	2	4
	1	1	1	1	0	0	3	9
	0	0	1	1	7	49	4	16

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	*vv*	*v*	*vv*	*v*	*vv*	*v*	*vv*
Palencia	2	4	3	9	6	36	3	9
	8	64	5	25	0	0	6	36
	5	25	7	49	13	169	7	49
	3	9	6	36	2	4	3	9
	2	4	0	0	9	81	6	36
	3	9	8	64	9	81	10	100
Madrid 1909 (cierre)	4	16	2	4	4	16	2	4
	1	1	5	25	2	4	0	0
	4	16	8	64	6	36	3	9
	4	16	2	4	3	9	4	16
	4	16	0	0	1	1	3	9
	4	16	3	9	1	1	2	4

El cuadro precedente nos enseña que en la estación de Tudela los errores que encontramos para las dos primeras observaciones de cada péndulo son muy superiores á las restantes, pareciéndonos, por tanto, preferible prescindir de estos valores que corresponden á las observaciones hechas el dia 8 de Junio de 1909, como puede verse en el capítulo II, en la parte del mismo, referente á la estación que nos ocupa.

Prescindiendo de estos valores, los que obtenemos para los promedios de las duraciones de oscilación en Tudela serán:

Péndulo 104.	**Péndulo 105.**	**Péndulo 106.**	**Péndulo 107.**
0,5014189	0,5014964	0,5014351	0,5015104

y el cuadro anterior puede modificarse parcialmente en la forma siguiente:

ESTACIÓN	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	*vv*	*v*	*vv*	*v*	*vv*	*v*	*vv*
Tudela	6	36	3	9	0	0	1	1
	0	0	6	36	2	4	1	1
	3	9	6	36	5	25	4	16
	1	1	1	1	2	4	5	25

Estas observaciones nos permiten formar el cuadro que sigue, haciendo las sumas de los términos *vv* para cada estación y cada péndulo y las sumas totales de unas y otros.

ESTACIONES	Péndulo 104.	n	Péndulo 105.	n	Péndulo 106.	n	Péndulo 107.	n	$[vv]$	$[n]$
Madrid 1909 (salida)	425	6	56	6	134	6	274	6	889	24
Tudela	46	4	82	4	33	4	43	4	204	16
Logroño	1 222	6	1 906	6	1 858	6	2 366	6	7 352	24
Pamplona	803	6	691	6	672	6	596	6	2 762	24
Roncesvalles	438	6	265	6	343	6	278	6	1 324	24
Reinosa	331	6	397	6	260	6	456	6	1 444	24
Burgos	523	9	488	9	556	9	542	9	2 109	36
Palencia	115	6	183	6	371	6	239	6	908	24
Madrid 1909 (cierre)	81	6	106	6	67	6	42	6	296	24
$[vv]$	3 984		4 174		4 294		4 836		17 288	
$[n]$		55		55		55		55		220

Aplicando la fórmula

$$M = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

para cada estación, poniendo en vez de $[vv]$ los valores de la penúltima columna, sustituyendo $[n]$ por los de la última y m por 4, que son los péndulos observados, tendremos:

Madrid 1909 (salida) ..... $M = \pm\ 6{,}7 \times 10^{-7}$
Tudela ..... $M = \pm\ 4{,}1 \times 10^{-7}$
Logroño ..... $M = \pm\ 19{,}2 \times 10^{-7}$
Pamplona ..... $M = \pm\ 11{,}7 \times 10^{-7}$
Roncesvalles ..... $M = \pm\ 8{,}1 \times 10^{-7}$
Reinosa ..... $M = \pm\ 8{,}5 \times 10^{-7}$
Burgos ..... $M = \pm\ 8{,}1 \times 10^{-7}$
Palencia ..... $M = \pm\ 6{,}8 \times 10^{-7}$
Madrid 1909 (cierre) ..... $M = \pm\ 3{,}8 \times 10^{-7}$

y los valores del error del resultado medio se obtendrán por la fórmula

$$M_1 = \frac{1}{\sqrt{[n]}} \times M$$

que da para las estaciones de

Madrid 1909 (salida) ..... $M_1 = \pm\ 1{,}4 \times 10^{-7}$
Tudela ..... $M_1 = \pm\ 1{,}0 \times 10^{-7}$
Logroño ..... $M_1 = \pm\ 3{,}9 \times 10^{-7}$
Pamplona ..... $M_1 = \pm\ 2{,}4 \times 10^{-7}$
Roncesvalles ..... $M_1 = \pm\ 1{,}7 \times 10^{-7}$
Reinosa ..... $M_1 = \pm\ 1{,}7 \times 10^{-7}$
Burgos ..... $M_1 = \pm\ 1{,}4 \times 10^{-7}$
Palencia ..... $M_1 = \pm\ 1{,}4 \times 10^{-7}$
Madrid 1909 (cierre) ..... $M_1 = \pm\ 0{,}8 \times 10^{-7}$

Los valores de M y M_t en Madrid promedio, serán:

$$M = \sqrt{\frac{889 + 296}{24 + 24 - 8}} \times 10^{-7} = \sqrt{\frac{1185}{40}} \times 10^{-7} = 5{,}5 \times 10^{-7}$$

$$M_t = \frac{1}{\sqrt{48}} \times 5{,}5 \times 10^{-7} = \frac{5{,}5}{7} \times 10^{-7} = 0{,}8 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores individuales de cada péndulo en el conjunto de las observaciones, nos valdremos de la misma fórmula substituyendo $[vv]$ y $[n]$ por los valores contenidos en el cuadro anterior en las dos últimas líneas, y por m el número de estaciones que son nueve, así tendremos:

Péndulo 104.....	$M_{P.\,104} = \pm\ 9{,}3 \times 10^{-7}$
Id. 105.....	$M_{P.\,105} = \pm\ 9{,}5 \times 10^{-7}$
Id. 106.....	$M_{P.\,106} = \pm\ 9{,}7 \times 10^{-7}$
Id. 107.....	$M_{P.\,107} = \pm\ 10{,}3 \times 10^{-7}$

y el error medio general de todos los péndulos será:

$$M'_P = \sqrt{\frac{17288}{220 - 36}} \times 10^{-7} \sqrt{\frac{17288}{184}} \times 10^{-7} = 9{,}7 \times 10^{-7}$$

2.º La inspección de los estados H al Q nos muestra la parvedad de la corrección por esta causa, y, por tanto, los errores que de aquí puedan provenir son tan insignificantes que no hay para qué tenerlos en cuenta.

Por tanto, admitiremos que los errores cometidos en esta observación son nulos.

3.º Para determinar los que provienen de la inseguridad de las constantes de reducción al vacío, tendremos que tener en cuenta los que provienen de esta determinación previa, y son los siguientes:

CONSTANTES DE REDUCCIÓN AL VACÍO

Péndulo 104.....	$0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id. 105.....	$0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id. 106.....	$0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id. 107.....	$0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

El promedio de los cuatro valores es 0,0000672...

El valor del error medio de la media de las constantes por reducción al vacio es:

$$\sqrt{\frac{11^2+9^2+8^2+11^2}{4}} = \sqrt{\frac{121+81+64+121}{4}} = \pm 10 \times 10^{-7}$$

y el supradicho error será: $\pm \frac{10}{672} = 0{,}0149$ de la constante.

El cuadro siguiente nos da los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diversas estaciones y los valores [Δ] entre los de Madrid promedio y las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedio.	[Δ]
Madrid 1909 (salida).....	598	603	590	592	596	
Tudela.....	617	620	607	610	614	23
Logroño.....	606	609	597	599	603	12
Pamplona.....	608	612	599	602	605	14
Roncesvalles.....	579	582	570	572	576	15
Reinosa.....	577	580	569	571	574	17
Burgos.....	572	576	564	567	570	21
Palencia.....	581	584	572	574	578	13
Madrid 1909 (cierre).....	590	593	580	582	586	
Madrid (promedio).....	594	598	585	587	591	

De los valores [Δ] y del error de la constante 0,0149 deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío.

Tudela..... $M_D = 23 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Logroño..... $M_D = 12 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Pamplona..... $M_D = 14 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Roncesvalles..... $M_D = 15 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Reinosa..... $M_D = 17 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Burgos..... $M_D = 21 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Palencia..... $M_D = 13 \times 0{,}0149 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$

4.º Análogamente se deducen los que proceden por la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura, cuyos valores son:

CONSTANTES DE REDUCCIÓN DE TEMPERATURA

Péndulo 104	$48{,}11 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
Id. 105	$47{,}38 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id. 106	$47{,}91 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
Id. 107	$47{,}30 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

El promedio de los cuatro valores es 47,675.

El valor del error medio de la media de las constantes de temperatura es:

$$\sqrt{\frac{0{,}14^2 + 0{,}12^2 + 0{,}10^2 + 0{,}07^2}{4}} = \pm 0{,}11 \times 10^{-7}$$

y el error será: $\pm \frac{0{,}11}{47{,}657} = \pm 0{,}0023$.

Un estado análogo al del párrafo anterior nos dará los valores de [Δ]:

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedio.	[Δ]
Madrid 1909 (salida)	419	406	418	421	416	
Tudela	775	766	770	760	768	242
Logroño	810	799	811	805	806	280
Pamplona	774	759	765	757	764	238
Roncesvalles	641	635	649	646	643	117
Reinosa	835	827	840	833	834	308
Burgos	791	776	786	778	783	257
Palencia	844	831	838	831	836	310
Madrid 1909 (cierre)	634	627	646	641	637	
Madrid (promedio)	526	516	532	531	526	

De los valores [Δ] y del error de la constante 0,0023, deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante por reducción de temperatura.

Tudela	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 242 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Logroño	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 280 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Pamplona	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 238 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Roncesvalles	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 117 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Reinosa	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 308 \times 10^{-7} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$
Burgos	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 257 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Palencia	$M_T = \pm 0{,}0023 \times 310 \times 10^{-7} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

5.º Los errores M_m producidos en los valores de la duración de oscilación por consecuencia de los ε_m cometidos en las determinaciones de hora, serán calculados por la fórmula $M_m = a\, s\, \varepsilon_m$ ya explicada en el capítulo anterior.

En el cuadro adjunto nos da estos valores.

ESTACIONES	a	s	ε_m	$M_m = \pm a s \varepsilon_m$
Madrid 1909 (salida)		0,5015355	0,06	$\pm 3{,}5 \times 10^{-7}$
Tudela		0,5014652	0,04	$\pm 2{,}3 \times 10^{-7}$
Logroño		0,5014624	0,06	$\pm 3{,}5 \times 10^{-7}$
Pamplona	$10+7$	0,5014601	0,06	$\pm 3{,}5 \times 10^{-7}$
Roncesvalles	86400	0,5014749	0,04	$\pm 2{,}3 \times 10^{-7}$
Reinosa		0,5014659	0,06	$\pm 3{,}5 \times 10^{-7}$
Burgos		0,5014888	0,07	$\pm 4{,}1 \times 10^{-7}$
Palencia		0,5014915	0,03	$\pm 1{,}7 \times 10^{-7}$
Madrid 1909 (cierre)		0,5015342	0,05	$\pm 2{,}9 \times 10^{-7}$

6.º Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén fueron determinados aisladamente en cada estación, y dieron los resultados siguientes:

Madrid 1909 (salida)	$M_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Tudela	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Logroño	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Pamplona	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Roncesvalles	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Reinosa	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Burgos	$M_b = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$
Palencia	$M_b = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Madrid 1909 (cierre)	$M_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

Englobando los diversos errores parciales cometidos en las varias operaciones realizadas para estas determinaciones, obtenemos el siguiente cuadro, del cual podemos deducir los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

ERRORES	Tudela.		Logroño.		Pamplona.		Roncesvalles.		Reinosa.		Burgos.		Palencia.	
M_s^2 (Madrid)	$0{,}8^2$	0,64	$0{,}8^2$	0,64	$0{,}8^2$	0,64	$0{,}8^2$	0,64	$0{,}8^2$	0,64	$0{,}8^2$	0,64	$0{,}8^2$	0,64
M_s^2 (estación observada)	$1{,}0^2$	1,00	$3{,}9^2$	15,21	$2{,}4^2$	5,76	$1{,}7^2$	2,89	$1{,}7^2$	2,89	$1{,}4^2$	1,96	$1{,}4^2$	1,96
M_a^2	$0{,}0^2$	0,00	$0{,}0^2$	0,00	$0{,}0^2$	0,00	$0{,}0^2$	0,00	$0{,}0^2$	0,00	$0{,}0^2$	0,00	$0{,}0^2$	0,00
M_D^2	$0{,}3^2$	0,09	$0{,}2^2$	0,04	$0{,}2^2$	0,04	$0{,}2^2$	0,04	$0{,}3^2$	0,09	$0{,}3^2$	0,09	$0{,}2^2$	0,04
M_7^2	$0{,}6^2$	0,36	$0{,}6^2$	0,36	$0{,}5^2$	0,25	$0{,}3^2$	0,09	$0{,}7^2$	0,49	$0{,}6^2$	0,36	$0{,}7^2$	0,49
M_m^2	$2{,}3^2$	5,29	$3{,}5^2$	12,25	$3{,}5^2$	12,25	$2{,}3^2$	5,29	$3{,}5^2$	12,25	$4{,}1^2$	16,81	$1{,}7^2$	2,89
M_b^2	$0{,}4^2$	0,16	$0{,}4^2$	0,16	$0{,}4^2$	0,16	$0{,}4^2$	0,16	$0{,}4^2$	0,16	$0{,}7^2$	0,49	$0{,}6^2$	0,36
Suma de los cuadrados de los errores		7,54		28,66		19,10		9,11		16,52		20,35		6,38

Ahora bien, el error medio de cada estación, con relación á Madrid, será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los errores de estación, más el de duración correspondiente á la estación de Madrid, lo que se expresa por la fórmula siguiente:

$$\mu_E = \sqrt{M_s{}^2_{(\text{Madrid})} + M_s{}^2_{(\text{estación observada})} + M_a{}^2 + M_D{}^2 + M_T{}^2 + M_m{}^2 + M_b{}^2}$$

la cual, aplicada á las diversas estaciones observadas, nos da:

Tudela	$\mu_E = \pm 2{,}7 \times 10^{-7}$
Logroño	$\mu_E = \pm 5{,}4 \times 10^{-7}$
Pamplona	$\mu_E = \pm 4{,}4 \times 10^{-7}$
Roncesvalles	$\mu_E = \pm 3{,}0 \times 10^{-7}$
Reinosa	$\mu_E = \pm 4{,}1 \times 10^{-7}$
Burgos	$\mu_E = \pm 4{,}5 \times 10^{-7}$
Palencia	$\mu_E = \pm 2{,}5 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores correspondientes á los valores de g.

La aplicación de la fórmula explicada en el capítulo anterior nos da para los diversos valores de μ_g, en las diversas estaciones, los resultados siguientes:

Tudela	$\mu_g = \pm 1{,}1 \times 10^{-5}$
Logroño	$\mu_g = \pm 2{,}1 \times 10^{-5}$
Pamplona	$\mu_g = \pm 1{,}7 \times 10^{-5}$
Roncesvalles	$\mu_g = \pm 1{,}2 \times 10^{-5}$
Reinosa	$\mu_g = \pm 1{,}6 \times 10^{-5}$
Burgos	$\mu_g = \pm 1{,}8 \times 10^{-5}$
Palencia	$\mu_g = \pm 1{,}0 \times 10^{-5}$

CAPÍTULO V

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Los valores de g en las diversas estaciones observadas han sido calculadas por medio de la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m} + 3g_m \left(\frac{s - s_m}{g_m} \right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la cual se toma para valor de la gravedad en Madrid

$$g_m = 979{,}981 \text{ cm.}$$

y para s_m los valores promedios de las estaciones de Madrid (salida) y (cierre) correspondientes á los años 1908 y 1909. *(Véanse las páginas 61 y 71.)*

Los resultados obtenidos por la aplicación de la citada fórmula se exponen en el adjunto cuadro.

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1908	Huelva	104	979,966	979,971
		105	974	
		107	974	
	Tarifa	104	979,744	979,748
		105	749	
		107	750	
	San Fernando	104	979,838	979,843
		105	846	
		107	844	
	Llansá	104	980,430	980,431
		105	432	
		107	431	
	Ripoll	104	980,185	980,180
		105	175	
		107	180	
	Jaca	104	980,166	980,160
		105	157	
		107	157	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1909	Tudela	104	980,256	980,253
		105	248	
		106	258	
		107	251	
	Logroño	104	980,265	980,265
		105	262	
		106	267	
		107	264	
	Pamplona	104	980,273	980,273
		105	271	
		106	275	
		107	274	
	Roncesvalles	104	980,217	980,216
		105	214	
		106	214	
		107	217	
	Reinosa	104	980,249	980,251
		105	249	
		106	253	
		107	252	
	Burgos	104	980,161	980,161
		105	158	
		106	164	
		107	162	
	Palencia	104	980,152	980,151
		105	146	
		106	153	
		107	151	

Y aplicando los errores anteriormente calculados, tendremos:

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Huelva	$g = 979{,}971 \pm 0{,}0027$
Tarifa	$g = 979{,}748 \pm 0{,}0018$
San Fernando	$g = 979{,}843 \pm 0{,}0016$
Llansá	$g = 980{,}431 \pm 0{,}0030$
Ripoll	$g = 980{,}180 \pm 0{,}0012$
Jaca	$g = 980{,}160 \pm 0{,}0021$
Tudela	$g = 980{,}253 \pm 0{,}0011$
Logroño	$g = 980{,}265 \pm 0{,}0021$
Pamplona	$g = 980{,}273 \pm 0{,}0017$
Roncesvalles	$g = 980{,}216 \pm 0{,}0012$
Reinosa	$g = 980{,}251 \pm 0{,}0016$
Burgos	$g = 980{,}161 \pm 0{,}0018$
Palencia	$g = 980{,}151 \pm 0{,}0010$

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por medio de la fórmula

$$g_o'' = g + \delta g + \delta g'$$

siendo $\delta g = 0{,}0003086\ H$ y $\delta g' = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_o)$; en las cuales representan:

H, altitud sobre el nivel del mar del centro de la lenteja de los péndulos:

θ_m, densidad media de la tierra igual á 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

El cuadro siguiente nos representa el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos.

ESTACIONES	g	H	δ	δg	$\delta g'$
Huelva	979,971	46	2,6	+ 0,014	— 0,005
Tarifa	979,748	29	2,6	+ 0,009	— 0,003
San Fernando	979,843	44	2,6	+ 0,014	— 0,005
Llansá	980,431	6	2,6	+ 0,002	— 0,001
Ripoll	980,180	692	2,6	+ 0,214	— 0,076
Jaca	980,160	819	2,6	+ 0,253	— 0,089
Tudela	980,253	252	2 6	+ 0,078	— 0,028
Logroño	980,265	384	2,6	+ 0,119	— 0,042
Pamplona	980,273	450	2,6	+ 0,139	— 0,049
Roncesvalles	980,216	959	2,6	+ 0,296	— 0,105
Reinosa	980,251	847	2,6	+ 0,261	— 0,092
Burgos	980,161	855	2,6	+ 0,264	— 0,093
Palencia	980,151	717	2,6	+ 0,221	— 0,078

De los cuales deduciremos los valores g_o y g_o'', que serán respectivamente:

ESTACIONES	g_o	g_o''
Huelva	979,985	979,980
Tarifa	979,757	979,754
San Fernando	979,857	979,852
Llansá	980,433	980,432
Ripoll	980,394	980,318
Jaca	980,413	980,324
Tudela	980,331	980,303
Logroño	980,384	980,342
Pamplona	980,412	980,363
Roncesvalles	980,512	989,407
Reinosa	980,512	980,420
Burgos	980,425	980,332
Palencia	980,372	980,294

El cálculo teórico de los valores de g que representamos por γ_o, lo haremos por la siguiente fórmula de Helmert, de 1909:

$$\gamma_o = 978{,}030\ (1 + 0{,}005302\ \text{sen}^2\varphi - 0{,}000007\ \text{sen}^2 2\varphi).$$

Los valores de φ y los deducidos para γ_o se manifiestan en el cuadro que sigue.

ESTACIONES	φ	γ_o
	° '	
Huelva	37 — 16	979,925
Tarifa	36 — 00	979,816
San Fernando	36 — 28	979,855
Llansá	42 — 22	980,378
Ripoll	42 — 10	980,360
Jaca	42 — 36	980,399
Tudela	42 — 03	980,349
Logroño	42 — 28	980,387
Pamplona	42 — 49	980,419
Roncesvalles	43 — 00	980,435
Reinosa	43 — 00	980,435
Burgos	42 — 20	980,375
Palencia	42 — 01	980,346

Finalmente, en el siguiente, se resumen todos estos diversos valores y se expresan las diferencias $(g_o'' - \gamma_o)$ y $(g_o - \gamma_o)$.

Resumen de las observaciones de los años 1908 y 1909.

NOMBBE DE LA ESTACIÓN	Latitud.	Longitud.	Altitud.	Densidad del terreno.	Gravedad observada.	g_o	g_o''	γ_o	$(g_o'' - \gamma_o)$	$(g_o - \gamma_o)$
	° '	° '	m		cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Huelva	37 — 16	6 — 57 W.	46	2,6	979,971	979,985	979,980	979,925	+ 0,055	+ 0,060
Tarifa	36 — 00	5 — 37 W.	29	2,6	979,748	979,757	979,754	979,816	— 0,062	— 0,059
San Fernando	36 — 28	6 — 12 W.	44	2,6	979,843	979,857	979,852	979,855	— 0,003	+ 0,002
Llansá	42 — 22	3 — 09 E.	6	2,6	980,431	980,433	980,432	980,378	+ 0,054	+ 0,055
Ripoll	42 — 19	2 — 12 E.	692	2,6	980,180	980,394	980,318	980,360	— 0,042	+ 0,034
Jaca	42 — 36	0 — 33 W.	819	2,6	980,160	980,413	980,324	980,399	— 0,075	+ 0,014
Tudela	42 — 03	1 — 37 W.	252	2,6	980,253	980,331	980,303	980,349	— 0,046	— 0,018
Logroño	42 — 28	2 — 26 W.	384	2,6	980,265	980,384	980,342	980,387	— 0,045	— 0,003
Pamplona	42 — 49	1 — 38 W.	450	2,6	980,273	980,412	980,363	980,419	— 0,056	— 0,007
Roncesvalles	43 — 00	1 — 19 W.	959	2,6	980,216	980,512	980,407	980,435	— 0,028	+ 0,077
Reinosa	43 — 00	4 — 08 W.	847	2,6	980,251	980,512	980,420	980,435	— 0,015	+ 0,077
Burgos	42 — 20	3 — 42 W.	855	2,6	980,161	980,425	980,332	980,375	— 0,043	+ 0,050
Palencia	42 — 01	4 — 32 W.	717	2,6	980,151	980,372	980,294	980,346	— 0,052	+ 0,026

El cuadro precedente pone de manifiesto los valores hallados para *g* en las diversas estaciones, los reducidos al nivel medio del mar, los corregidos de la atracción del terreno en la meseta de observación y, por último, las diferencias entre estos valores y los teóricos de *g* deducidos en función de la latitud geográfica

Figura entre ellos el correspondiente á la estación de San Fernando, la cual pareció conveniente repetir en vista del desacuerdo existente entre las dos mediciones anteriores efectuadas por el procedimiento de absolutas, la primera, y por el de relativas, la segunda.

Les Comptes rendus de la décimasexta conferencia general de la *Asociación Geodésica Internacional* de 1911 nos dieron á conocer los resultados obtenidos por el observador Reiterd en la susodicha estación, los cuales coinciden y concuerdan con los obtenidos por el segundo de los procedimientos citados.

Haciendo un ligero resumen del conjunto de las anomalías encontradas, obsérvase que, por punto general, se hallan valores positivos para las estaciones costeñas y negativos para las del interior de la Península.

Sin embargo, existen excepciones y casos curiosos que conviene patentizar. Así, en Tarifa se halla un déficit considerable en el valor de la gravedad, explicándose, ciertamente, por su avanzada posición en el Mediterráneo y proximidad al gran continente africano.

Notable es también el contraste que ofrecen los valores de las sendas anomalías en San Fernando y Duque (estación observada en 1904), ya que situados ambos lugares en paralelos muy próximos, es negativa en el primero y positiva en el segundo. La de San Fernando puede acusar, como la de Tarifa, la presencia del África; pero en idéntico caso, al parecer, se encuentra Duque, si bien esta estación debe sufrir con mucha intensidad la influencia de la cercana é inmensa fosa que desde el estrecho de Gibraltar se extiende hacia la isla de Alborán, alcanzando una profundidad superior á 1 500 metros.

Las restantes estaciones observadas en el interior de la Península presentan, repetimos, anomalías negativas, alcanzando un importante máximo la de Jaca, explicable por su especial situación en la vertiente meridional del Pirineo y bajo la influencia del imponente macizo coronado por el elevado pico del Mediodía de Ossau.

Á medida que se vaya espesando nuestra red de valores de la gravedad se

podrán deducir consecuencias y quizás rastrear leyes que tal vez pudieran dictarse en su día, en las cuales se concreten y puntualicen los importantes trabajos de péndulo.

No he de terminar esta *Memoria* sin antes dar las más expresivas gracias, por la valiosa ayuda que nos prestaron, á los ilustres Jefes de los Observatorios astronómicos de Madrid y San Fernando Excmos. Sres. D. Francisco Iñiguez y D. Tomás de Azcárate é inteligente personal á sus órdenes, á los Directores y Profesores de los Institutos generales y técnicos de Pamplona, Burgos y Palencia, á los RR. PP. Rector y Profesores del Colegio de Escolapios de Jaca, al muy ilustre señor Prior de la Real Colegiata de Roncesvalles, así como á cuantas personas cooperaron á la labor que nos fué encomendada en las dos campañas cuyos resultados quedan consignados.

ÍNDICE

Páginas.

Introducción..... 7

Capítulo primero.—Resultados de las observaciones de la campaña de 1908..... 13

Capítulo segundo.—Resultados de las observaciones de la campaña de 1909..... 37

Capítulo tercero.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1908..... 61

Capítulo cuarto.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1909..... 71

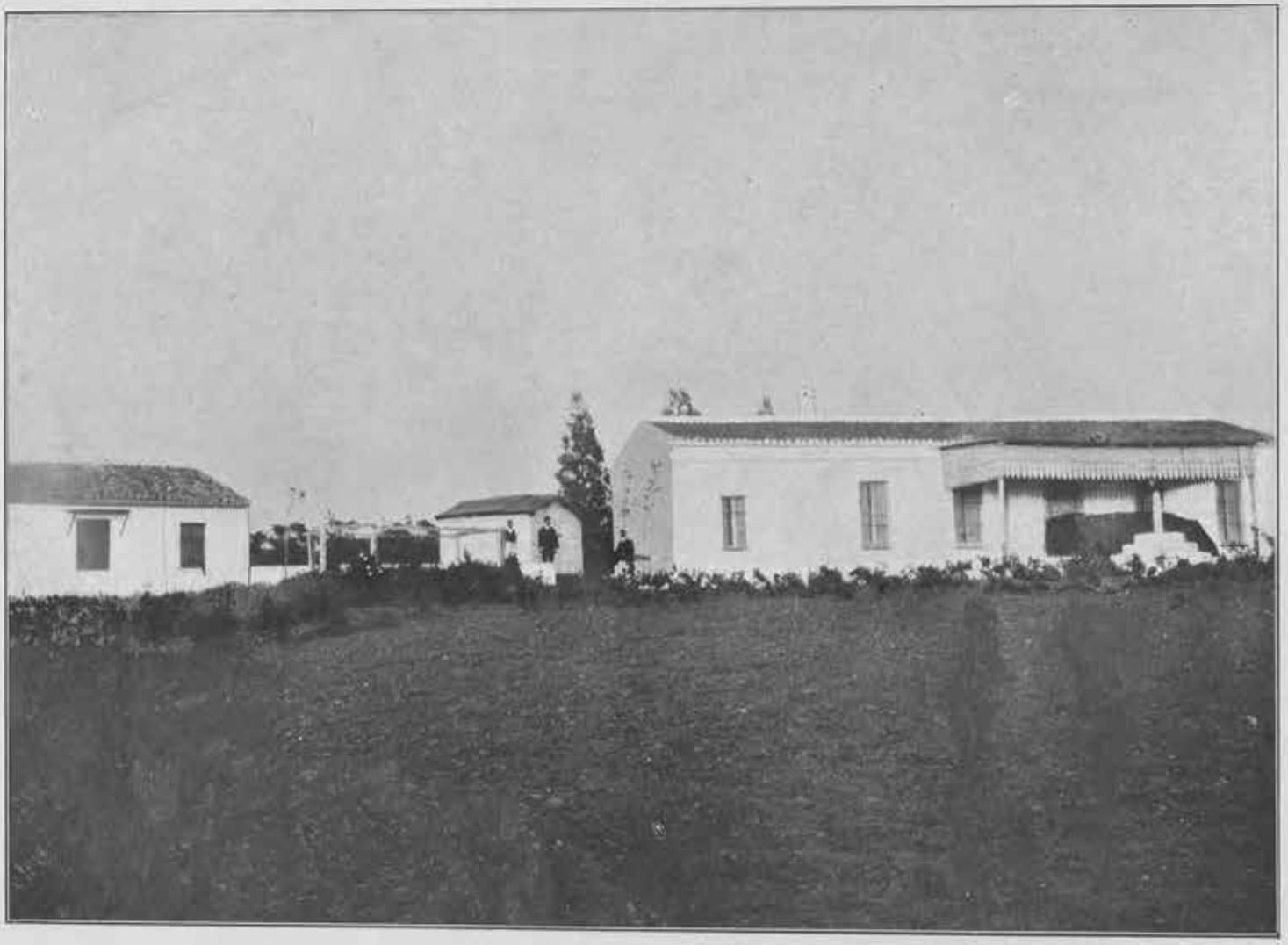
Capítulo quinto.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad..... 81



HUELVA



CASA DEL CONQUERO EN HUELVA



LA BARRACA ASTRONÓMICA EN HUELVA



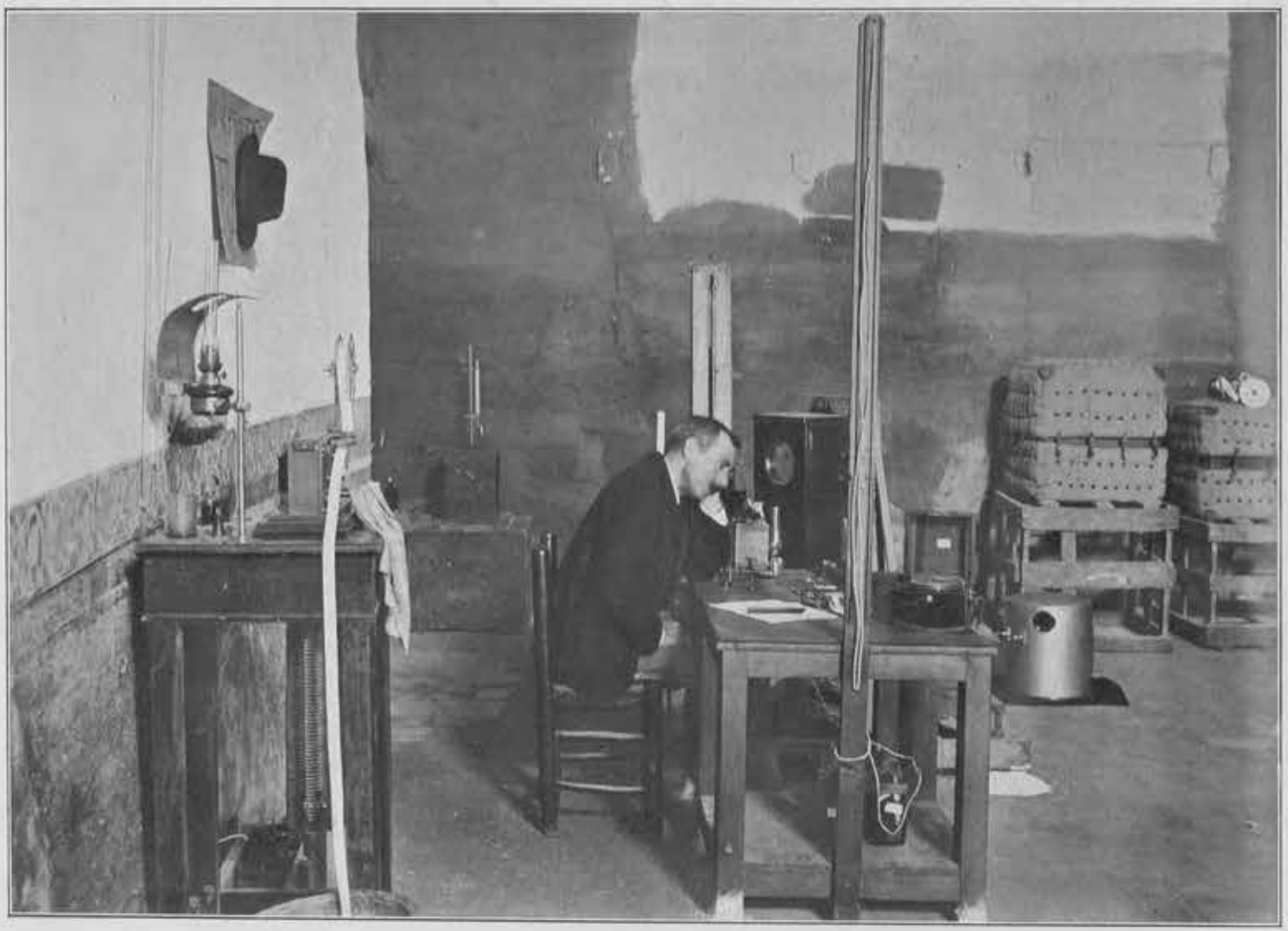
TARIFA



TARIFA



OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE SAN FERNANDO



INSTALACIÓN EN LLANSÁ



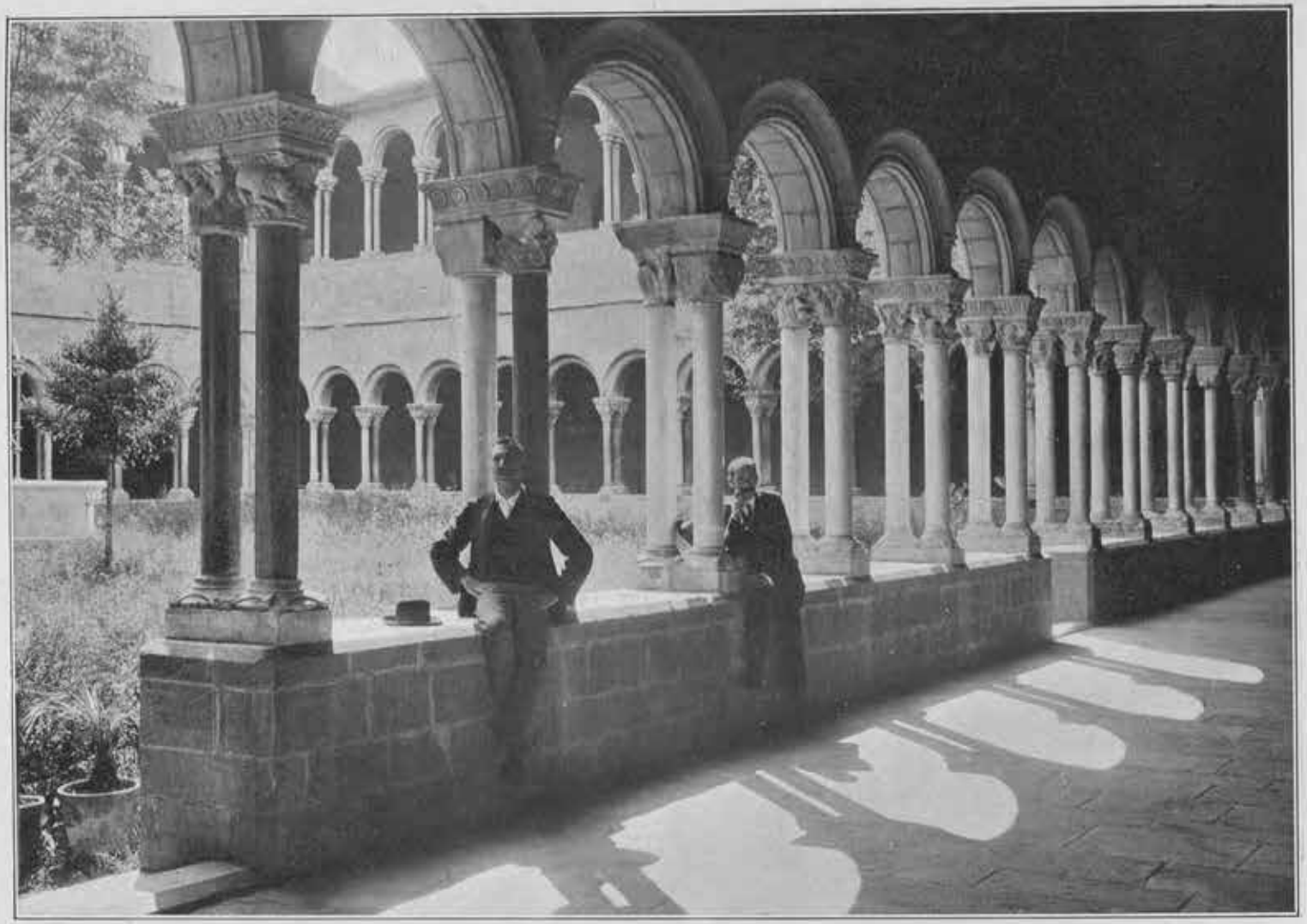
INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN LLANSÁ



INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN LA PLAZA DE RIPOLL



CLAUSTRO DEL MONASTERIO DE RIPOLL



CLAUSTRO DEL MONASTERIO DE RIPOLL



MONASTERIO DE SAN JUAN DE LA PEÑA EN JACA



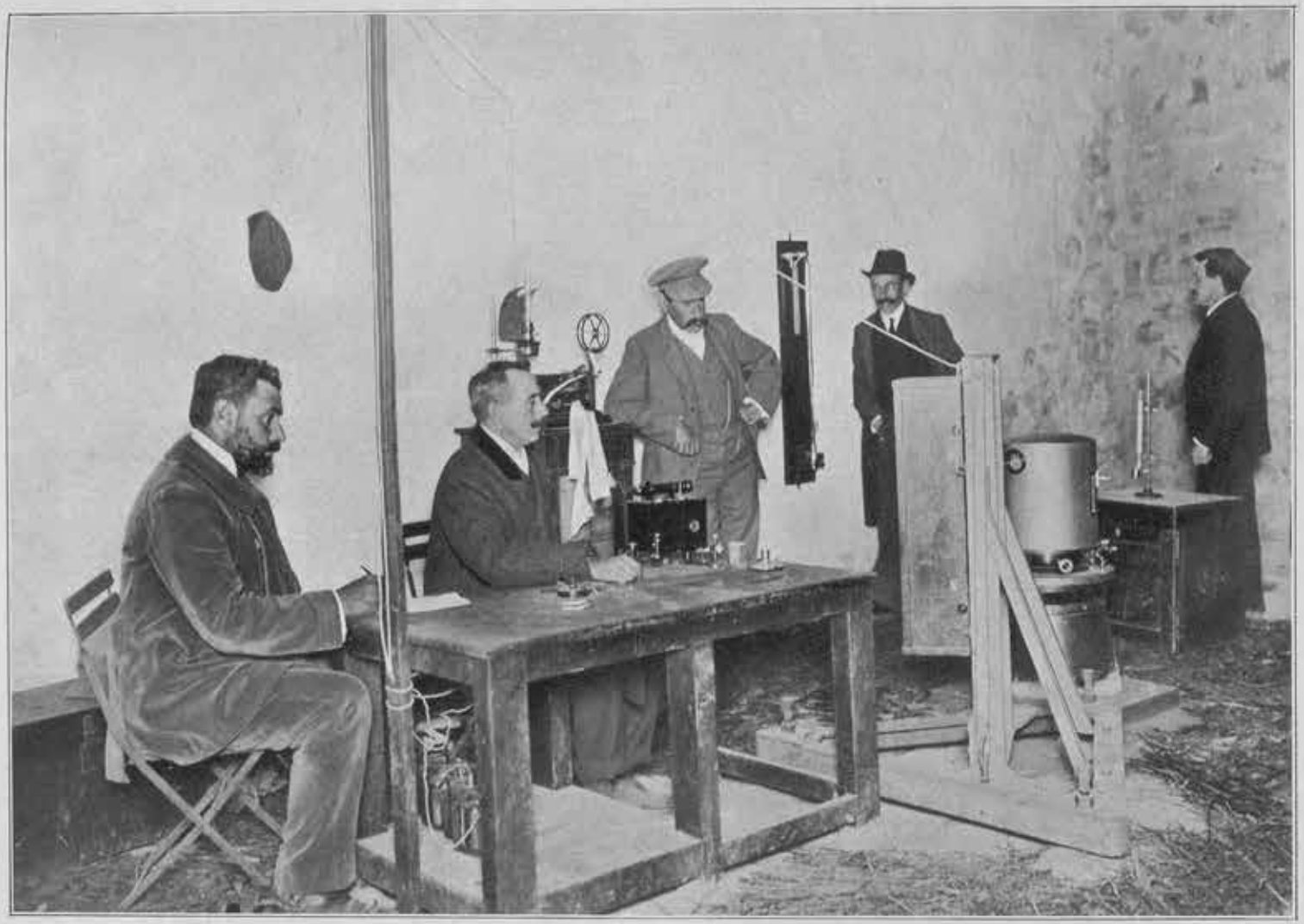
INSTALACIÓN DEL PÉNDULO EN JACA



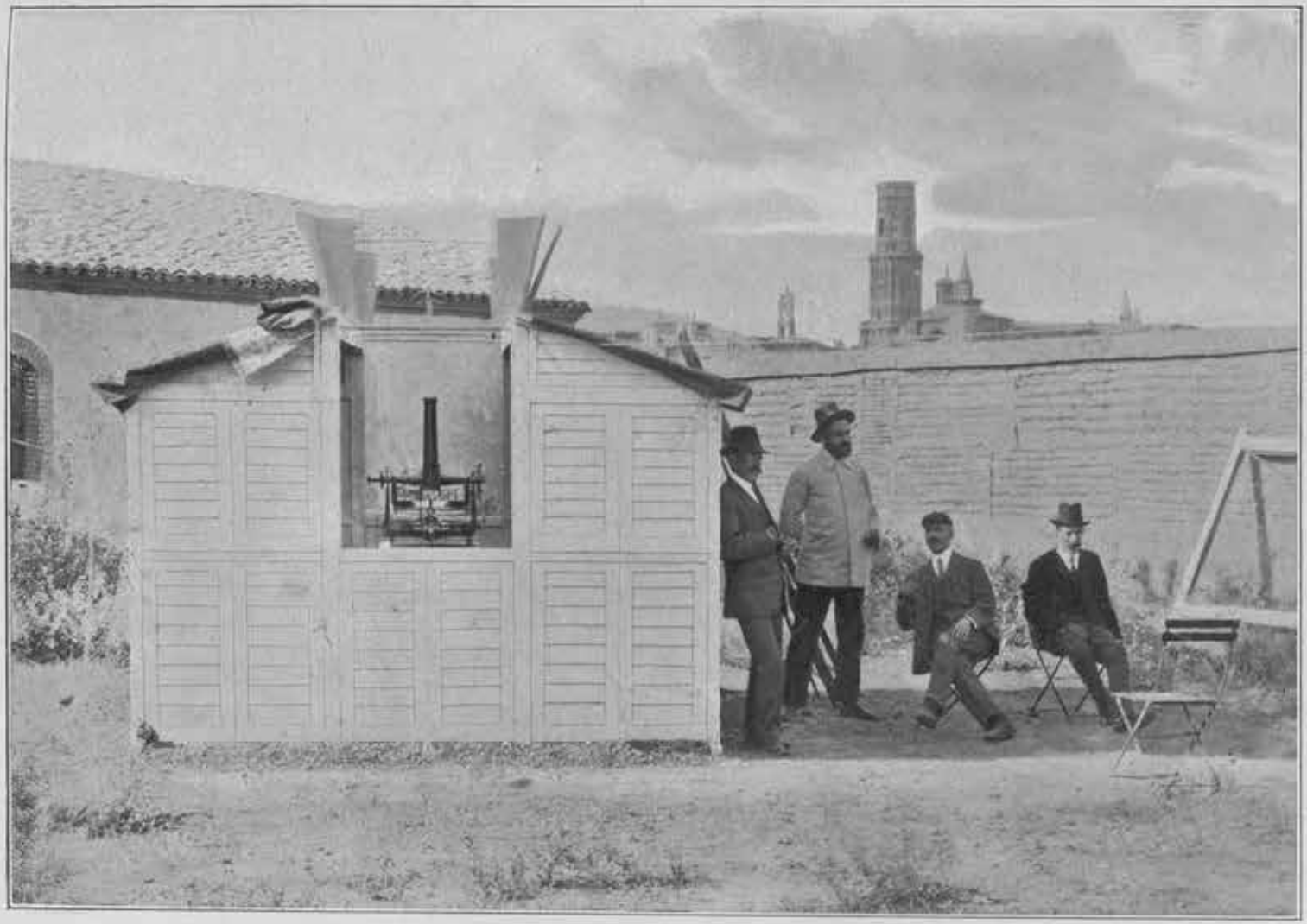
PATIO DEL COLEGIO DE PP. ESCOLAPIOS EN JACA



VISTA GENERAL DE TUDELA



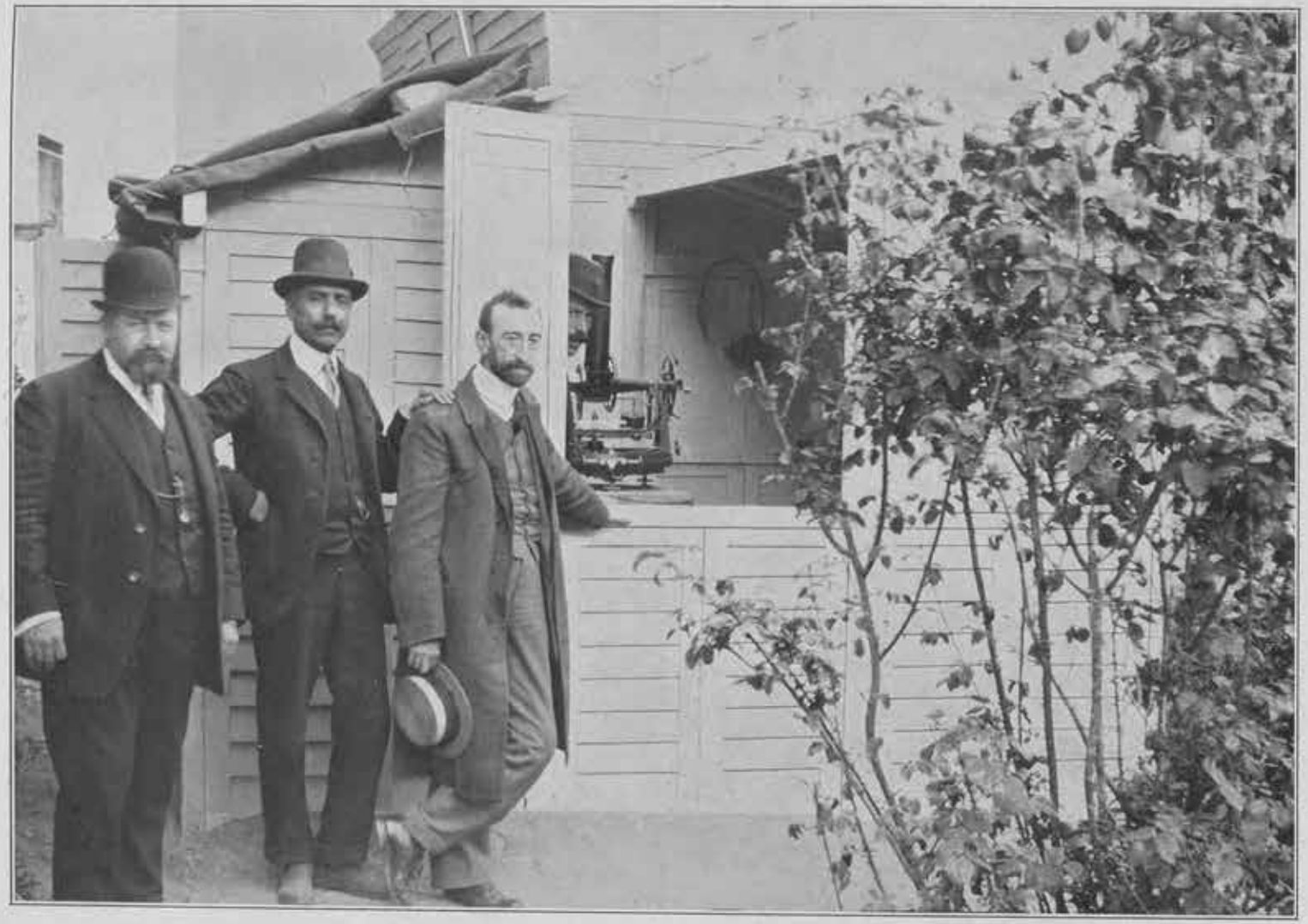
ESTACIÓN EN TUDELA



TUDELA



INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN LOGROÑO



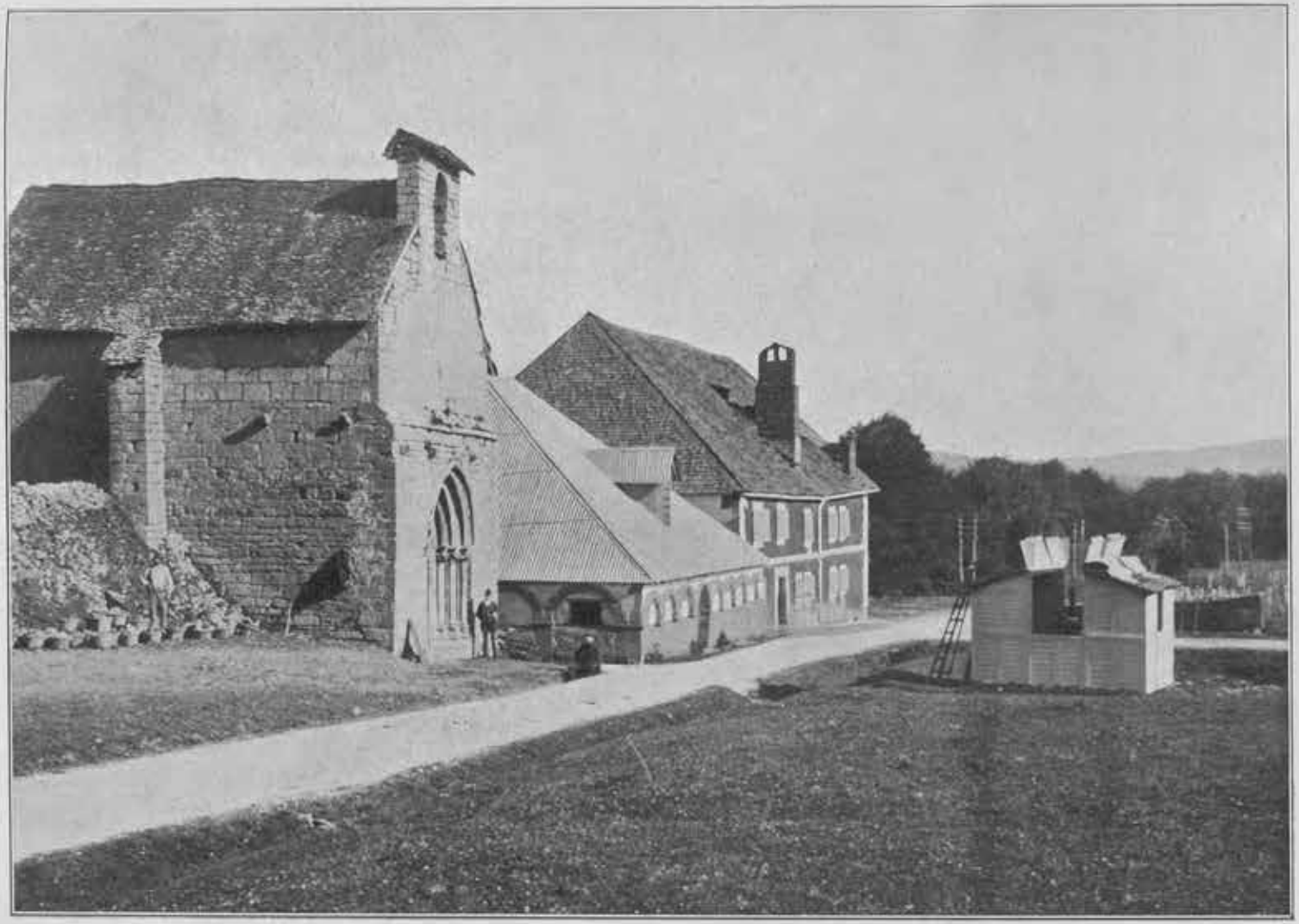
PATIO DEL ANTIGUO CONVENTO DE LA ASUNCIÓN EN LOGROÑO



LA BARRACA ASTRONÓMICA EN PAMPLONA



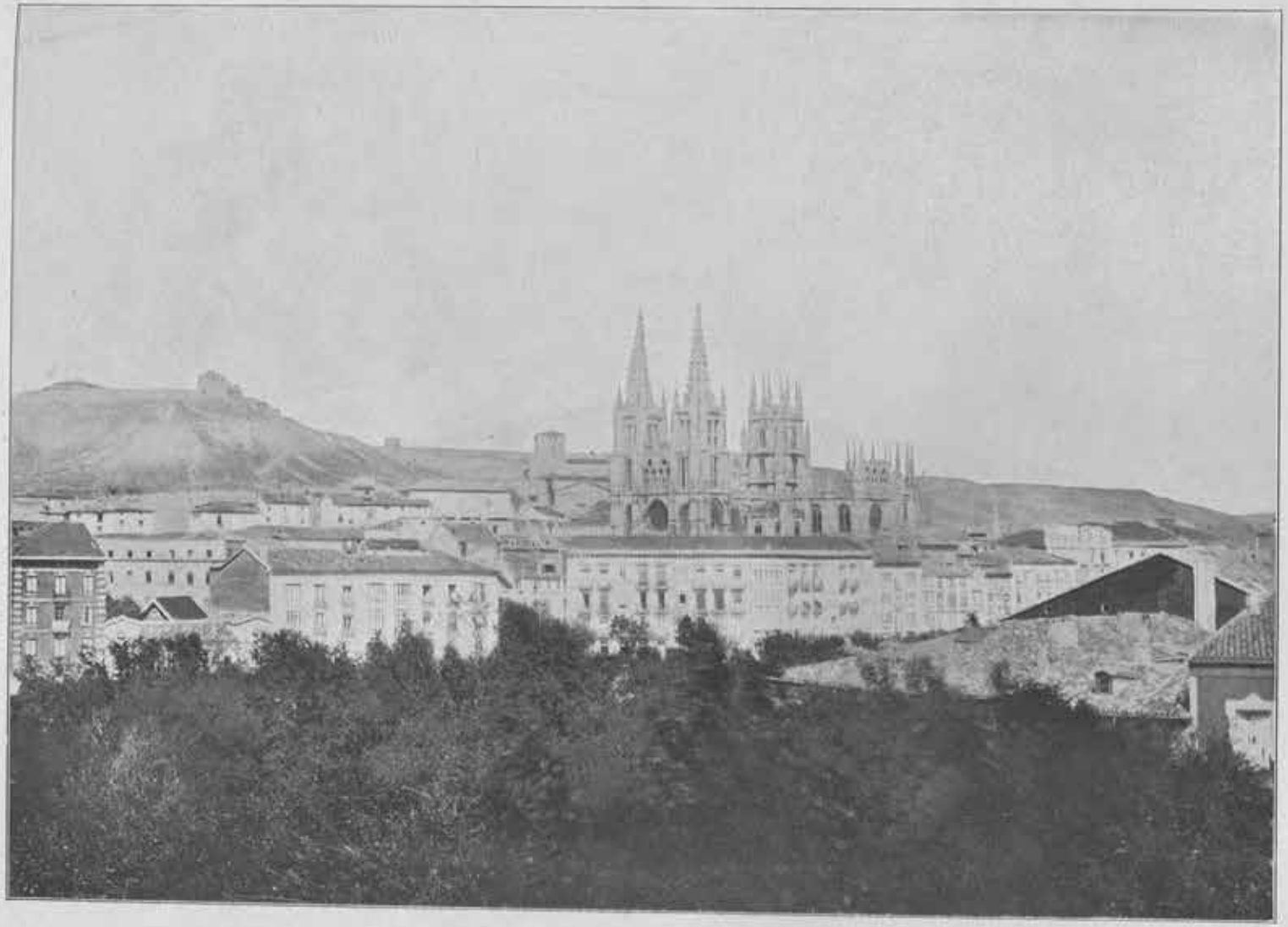
RONCESVALLES



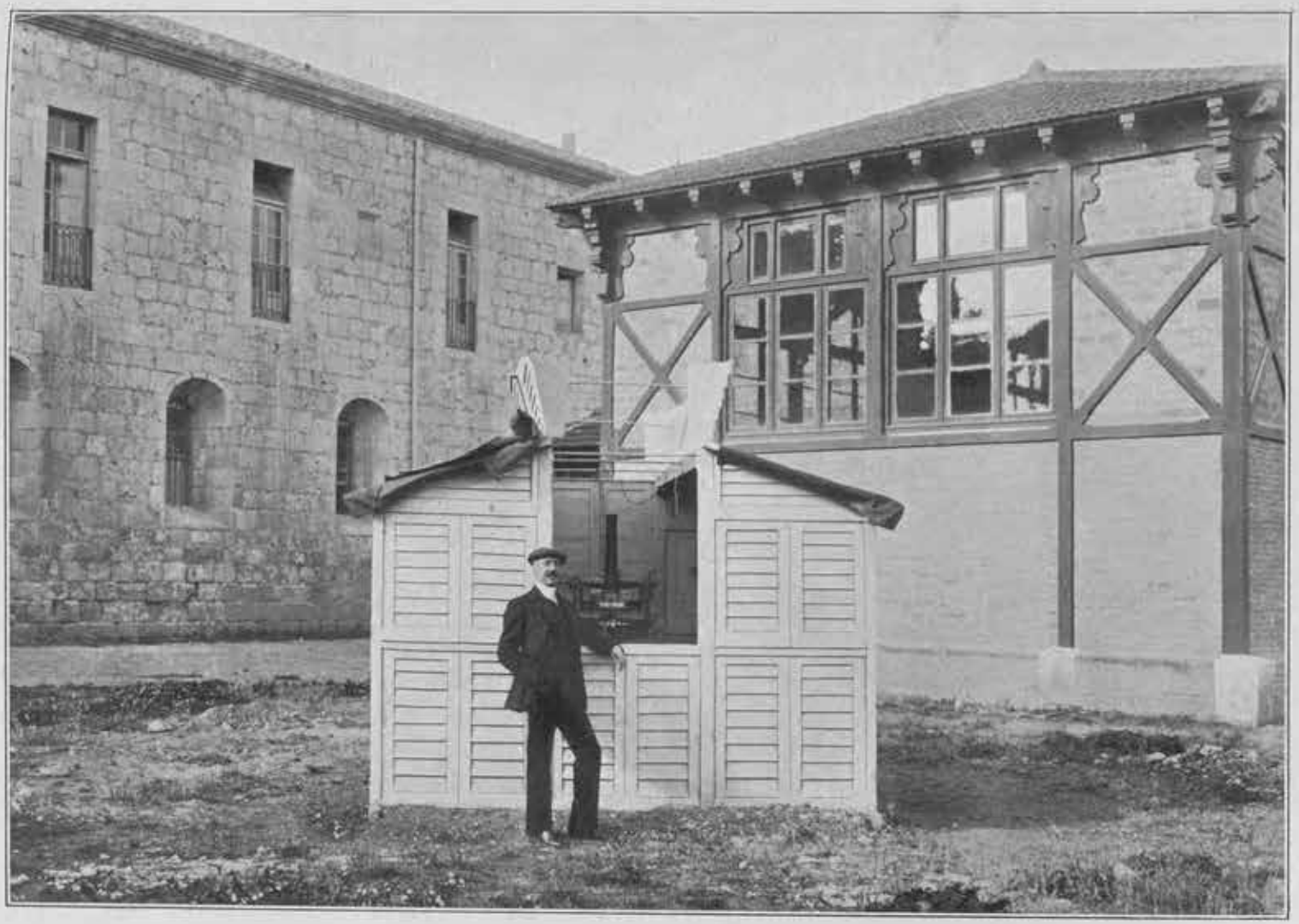
ERMITA DE SAN ROQUE EN RONCESVALLES



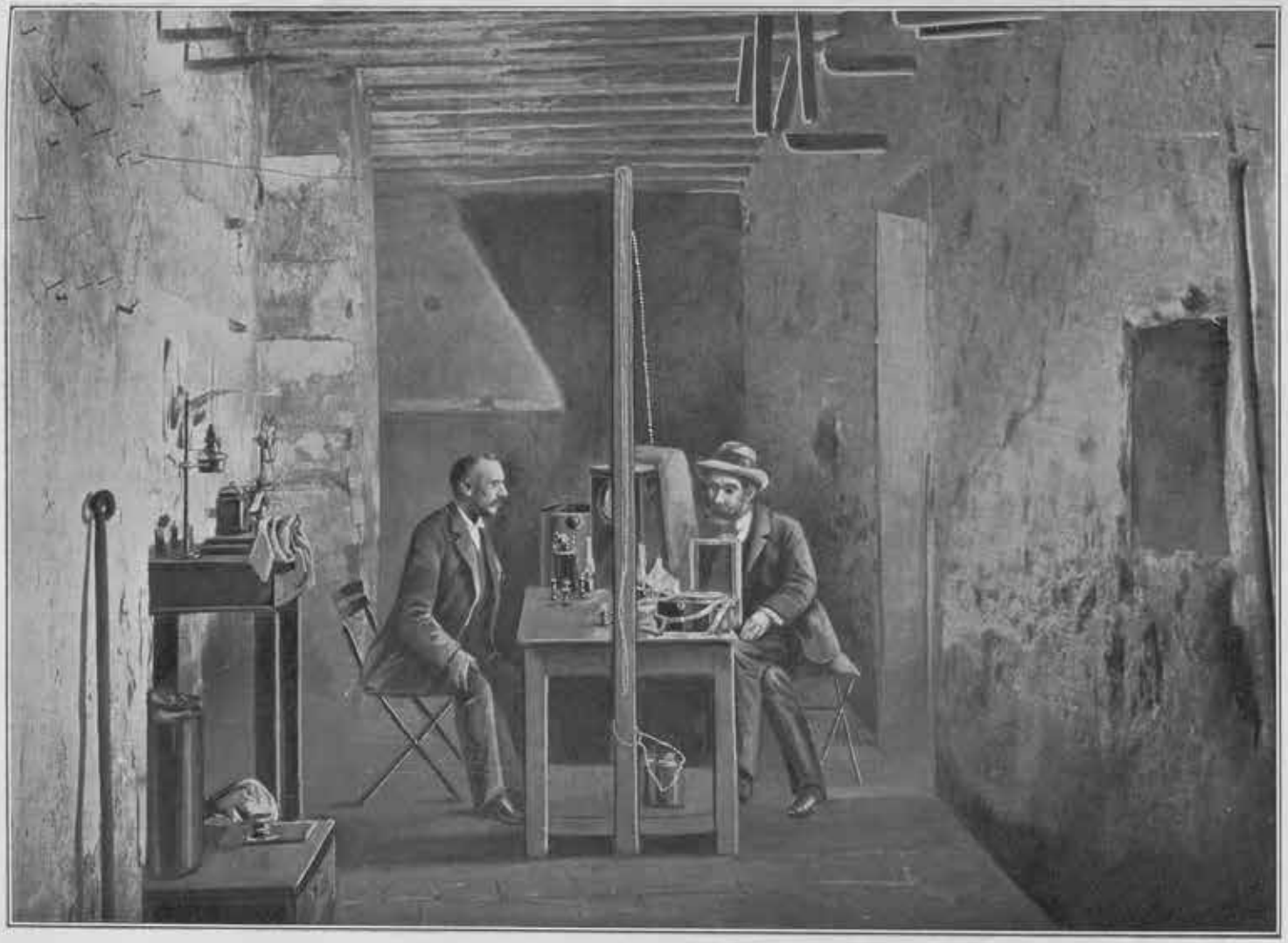
REINOSA



VISTA GENERAL DE BURGOS



PATIO DEL INSTITUTO DE BURGOS



INSTALACIÓN EN EL ANTIGUO INSTITUTO DE PALENCIA

DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

MEMORIAS

DEL

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

IV

DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR

D. GUILLERMO SANS Y HUÉLIN

CAPITÁN DE ARTILLERÍA É INGENIERO GEÓGRAFO



MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

1914

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

INTRODUCCIÓN

Destinado en Diciembre de 1911 á prestar mis servicios en la Brigada de Péndulo, dí desde luego principio á las prácticas y estudios indispensables para imponerme en el método de determinaciones relativas de la fuerza de la gravedad, bajo la inmediata dirección de mi querido compañero D. Manuel de Barandica. Hasta Abril del siguiente año duraron las observaciones de ensayo, y ya en dicho mes me comisionaron para determinar el valor de **g** en siete puntos de la costa de Levante. Efectuada en el Observatorio Astronómico, como de costumbre, la estación de salida, recorrí sucesivamente las estaciones siguientes: Alicante, Denia, Valencia, Desierto de las Palmas, Roquetas (Observatorio del Ebro), Salou y Barcelona (Observatorio de Fabra). Regresado á Madrid á fines de Septiembre, y después de observar la estación de cierre en el Observatorio, procedí, auxiliado por el inteligente Topógrafo D. Santiago Espuñes, que me prestó también su eficaz ayuda durante la campaña, al cálculo de los valores de **g** y á la determinación de la precisión de los mismos por medio del cálculo de errores, cuyos resultados son el objeto de la presente *Memoria*.

Aparatos y constantes de los mismos.

1.º Los aparatos por nosotros empleados en esta campaña fueron:

Aparato de péndulos modelo Sterneck.
Péndulos números 104, 105, 106 y 107.
Aparato de coincidencias.
Reloj Strasser de medio segundo, núm. 278.
Anteojo de pasos Repsold, núm. 2.
Termómetro péndulo, núm. 19640.
Barómetro Tonnelot, núm. 964.
Psicrómetro.

2.° Las constantes de presión correspondientes á los citados péndulos son:

Péndulo 104.....	$\lambda = 0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id. 105.....	$\lambda = 0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id. 106.....	$\lambda = 0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id. 107.....	$\lambda = 0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

3.° Y las de temperatura

Péndulo 104.....	$\tau = 0{,}000004811 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
Id. 105.....	$\tau = 0{,}000004738 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id. 106.....	$\tau = 0{,}000004791 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
Id. 107.....	$\tau = 0{,}000004730 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

4.° El anteojo de pasos estaba provisto del nivel núm. 115624, siendo 1″,9 el valor de una división del mismo.

5.° El termómetro péndulo empleado fué el señalado con el número 19640, cuyas correcciones son:

+ 0.....	— 0,06
+ 10.....	— 0,04
+ 20.....	— 0,10
+ 30.....	— 0,04
+ 40.....	— 0,06

6.° La corrección que debe aplicarse á las observaciones hechas con el barómetro Tonnelot núm. 964, deducidas por comparación con el normal del Observatorio de Madrid, es + 0,40.

7.° Finalmente, los valores de **g**, correspondientes á cada estación, han sido calculados partiendo del valor de la gravedad en Madrid, **g = 979,981**.

CAPÍTULO PRIMERO

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

ESTACIÓN DE MADRID (salida)

Local de observación.

El local en donde se hicieron las observaciones fué, como en las últimas campañas, una habitación del Observatorio Astronómico de Madrid, situada en el cuerpo central del edificio y orientada al Norte. La barraca de observación fué la que se utilizó en ocasiones anteriores.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	— 3° 41',3
Latitud N.....	40° 24',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	656m

Determinación de la hora.

El método seguido para determinar los estados del reloj y, por consiguiente, los movimientos en los diferentes días de observación fué el de Borrass, según puede verse en el siguiente cuadro, donde constan las estrellas observadas con sus datos astronómicos, las horas del paso en el reloj registradas cronográficamente, los estados parciales del mismo para cada grupo de estrellas y, por último, el estado resultante de toda la observación después de aplicado el cálculo de errores.

FECHAS 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	$N\nu$	$\alpha - H - (R\rho + N\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	μ Aurigæ....	W.	+38 23	5 07 24,70	5 07 56,90		
	β Orionis.....	W.	— 8 18	5 10 18,93	5 10 47,24	+0,06	—32,49
23 de Febrero.	ε Geminorum.	W.	+25 13	6 38 32,16	6 39 03,09		
	α Canis maj...	W.	—16 36	6 41 16,94	6 41 44,66	+0,04	—32,54
	18 Monocerot..	E.	+ 2 31	6 43 17,27	6 43 45,30	+0,15	—31,04
	15 Lyncis.....	E.	+58 33	6 49 41,57	6 50 15,21		
	ν Orionis.....	E.	+14 47	6 02 33,55	6 03 07,70	+0,12	—34,71
	22 H Camelop..	E.	+69 21	6 09 11,10	6 09 46,99		
	10 Monocerot..	W.	— 4 42	6 23 37,61	6 24 12,02	+0,04	—36,24
	8 Lyncis.....	W.	+61 34	6 29 40,85	6 30 18,99		
	ε Geminorum.	E.	+25 13	6 38 32,13	6 39 06,37		
25 de Febrero.	α Canis maj...	E.	—16 36	6 41 16,91	6 41 49,82	+0,08	—34,97
	18 Monocerot..	E.	+ 2 31	6 43 17,25	6 43 50,88	+0,12	—34,63
	15 Lyncis.....	E.	+58 33	6 49 41,52	6 50 17,07		
	ε Canis maj...	W.	—28 51	6 55 10,93	6 55 44,53		
	ζ Geminorum.	W.	+20 42	6 58 54,50	6 59 29,81	+0,02	—36,20
	δ Canis maj...	W.	—26 15	7 04 49,71	7 05 23,55		
	δ Geminorum.	W.	+22 09	7 14 53,30	7 15 28,60	+0,02	—35,74
	η Aurigæ.....	E.	+41 07	5 00 20,79	5 00 56,66		
	β Eridani.....	E.	— 5 12	5 03 31,73	5 04 05,88	+0,04	—35,88
	μ Aurigæ.....	W.	+38 23	5 07 24,64	5 08 00,97		
26 de Febrero.	β Orionis.....	W.	— 8 18	5 10 18,88	5 10 53,12	+0,06	—36,54
	17 Camelop....	W.	+63 00	5 21 52,04	5 22 30,82		
	δ Orionis.....	W.	— 0 22	5 27 31,08	5 28 05,73	—0,02	—36,45
	ι Orionis.....	E.	— 5 58	5 31 08,18	5 31 42,29	+0,02	—35,83
	ο Aurigæ.....	E.	+49 48	5 39 05,69	5 39 42,10		
	ν Eridani.....	E.	— 3 32	4 31 55,44	4 32 32,53	+0,12	—38,17
	4 Camelop....	E.	+56 36	4 40 40,10	4 41 18,80		
	9 Camelop....	W.	+66 12	4 45 17,67	4 45 57,47		
	π^3 Orionis.....	W.	+ 2 18	4 49 40,24	4 50 17,75	+0,08	—38,41
	η Aurigæ.....	E.	+41 07	5 00 20,77	5 00 58,63		
27 de Febrero.	β Eridani.....	E.	— 5 12	5 03 31,72	5 04 08,57	+0,19	—38,03
	μ Aurigæ.....	E.	+38 23	5 07 24,62	5 08 02,52		
	β Orionis.....	E.	— 8 18	5 10 18,87	5 10 55,79	+0,21	—38,17
	17 Camelop....	W	+63 00	5 21 52,00	5 22 31,56		
	δ Orionis.....	W.	— 0 22	5 27 31,06	5 28 08,38	+0,12	—38,41
	ι Orionis.....	W.	— 5 58	5 31 08,17	5 31 45,48	+0,14	—38,73
	ο Aurigæ.....	W.	+49 48	5 39 05,67	5 39 44,71		

En el cuadro siguiente figuran los estados y movimientos del reloj Strasser núm. 278 en cada uno de los días de observación, siendo por tanto dicho cuadro un resumen del conjunto de las determinaciones de hora.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas
	h m	s	
23 de Febrero de 1912.....	5 59	— 31,82 ± 0,02	
25 id. id.....	6 39	— 35,45 ± 0,08	— 1,79 ± 0,04
26 id. id.....	5 20	— 36,17 ± 0,04	— 0,76 ± 0,09
27 id. id.....	5 06	— 38,32 ± 0,06	— 2,17 ± 0,07

Los errores correspondientes á la marcha diaria del reloj se determinaron por la fórmula

$$\varepsilon'_m = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{t_2 - t_1}$$

resultando para error medio del conjunto de las observaciones el promedio de estos errores, ó sea:

$$\varepsilon_m = 0{,}07$$

Duraciones de oscilación.

Los diversos valores calculados para llegar á obtener los valores reducidos de las duraciones de oscilación pueden verse en el Estado A.

Los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección NW.-SE. y los 105 y 107 en la de NE.-SW., siendo los valores obtenidos por el estudio del balance los siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
32×10^{-7}	34×10^{-7}
33×10^{-7}	34×10^{-7}
36×10^{-7}	39×10^{-7}
33×10^{-7}	33×10^{-7}
33×10^{-7}	35×10^{-7}

Los errores correspondientes se calcularon por la fórmula

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

resultando para los péndulos 104 y 106

$$m_1 = \frac{1}{\sqrt{4}}\sqrt{\frac{10}{3}} = 0{,}9$$

y para los péndulos 105 y 107

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{4}}\sqrt{\frac{22}{3}} = 1{,}3$$

El error medio de las dos determinaciones se obtendrá por la fórmula

$$e_s = \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2 \times 2}} = \sqrt{\frac{0{,}9^2 + 1{,}3^2}{2 \times 2}} = 0{,}8$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidos y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014886	(0,5015632)	0,5015077	0,5015800
909	667	083	771
921	668	(053)	805
(950)	692	(148)	(858)
895	(740)	(160)	762
893	656	078	(758)
0,5014909	0,5015676	0,5015100	0,5015792

Estado A. ESTACIÓN DE MADRID (salida)

FECHAS — 1912	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del aneróm.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
24 de Febrero.	105	19 09	713,05	7,3	10,60	12,1	— 1,79	148,530	0,5016888	— 4	— 611	— 502	— 104	— 35	0,5015632
24 id. ..	106	20 28	713,05	7,6	10,70	11,3	— 1,79	153,615	6328	— 3	— 598	— 513	— 104	— 33	5077
24 id. ..	107	21 49	712,75	7,7	10,85	11,9	— 1,79	147,085	7055	— 3	— 600	— 513	— 104	— 35	5800
24 id. ..	104	0 39	711,55	7,9	11,15	12,2	— 1,79	155,130	6168	— 4	— 605	— 536	— 104	— 33	4886
24 id. ..	105	2 32	711,20	8,0	11,25	12,2	— 1,79	147,980	6951	— 4	— 608	— 533	— 104	— 35	5667
24 id. ..	106	3 17	711,10	8,2	11,45	11,6	— 1,79	153,235	6368	— 4	— 595	— 549	— 104	— 33	5083
25 id. ..	107	19 18	707,20	8,2	11,30	13,2	— 1,79	147.190	7043	— 5	— 594	— 534	— 104	— 35	5771
25 id. ..	104	20 35	707,40	8,5	11,35	11,8	— 1,79	154,850	6197	— 4	— 601	— 546	— 104	— 33	4909
25 id. ..	105	21 57	707,55	8,6	11,45	12,1	— 1,79	147,925	6958	— 4	— 604	— 543	— 104	— 35	5668
25 id. .	106	1 20	707,90	8,5	11,75	11,6	— 1,79	153,425	6348	— 4	— 591	— 563	— 104	— 33	5053
25 id. .	107	2 40	708,60	8,6	11,85	11,8	— 1,79	146,675	7103	— 4	— 594	— 561	— 104	— 35	5805
25 id. ..	104	3 57	709,50	8,6	11,95	11,6	— 1,79	154,460	6238	— 4	— 601	— 575	— 104	— 33	4921
26 id. ..	105	19 26	714,15	8,1	11,45	10,7	— 0,76	148,190	6927	— 3	— 610	— 543	— 44	— 35	5692
26 id. ..	106	20 47	714,45	8,4	11,45	11,8	— 0,76	153,170	6375	— 4	— 597	— 549	— 44	— 33	5148
26 id. ..	107	22 08	714,55	8,6	11,65	11,6	— 0,76	146,770	7092	— 4	— 600	— 551	— 44	— 35	5858
26 id. ..	104	1 12	714,15	8,8	11,95	11,5	— 0,76	154,715	6211	— 4	— 605	— 575	— 44	— 33	4950
26 id. ..	105	2 34	714,35	8,9	12,05	11,5	— 0,76	147,545	7002	— 4	— 608	— 571	— 44	— 35	5740
26 id. ..	106	3 52	714,90	8,9	12,20	11,8	— 0,76	152,735	6422	— 4	— 596	— 585	— 44	— 33	5160
27 id. ..	107	18 42	717,70	7,4	11,55	12,1	— 2,17	146,910	7076	— 4	— 603	— 546	— 126	— 35	5762
27 id. ..	104	19 58	717,25	7,7	11,60	11,3	— 2,17	154,590	6224	— 3	— 609	— 558	— 126	— 33	4895
27 id. ..	105	21 21	717,30	8,0	11,70	11,8	— 2,17	147,675	6987	— 4	— 612	— 554	— 126	— 35	5656
27 id. ..	106	22 38	717,00	8,0	11,75	12,1	— 2,17	152,910	6403	— 4	— 599	— 563	— 126	— 33	5078
27 id. ..	107	1 28	716,30	8,2	12,10	11,8	— 2,17	146,745	7095	— 4	— 600	— 572	— 126	— 35	5758
27 id. ..	104	2 45	716,30	8,3	12,15	11,6	— 2,17	154,375	6247	— 4	— 606	— 585	— 126	— 33	4893

ESTACIÓN DE ALICANTE

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en la habitación de una casa situada en las afueras de la población, llamada Torre Sofía, propiedad de don Juan Genestar y de D.ª Sofía Capellin. En el jardín que rodea á la casa se colocó la barraca con el anteojo de pasos Repsold.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	— 0° 29',0
Latitud N.....	38° 20',7
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	40m

Determinación de la hora.

En el cuadro siguiente, análogo al de la estación anterior, pueden seguirse con detalle las observaciones realizadas para estas determinaciones.

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
30 de Abril...	Gr. 1586.....	W.	+ 73 18	9 50 36,27	9 50 47,19		
	π Leonis.....	W.	+ 8 28	9 55 34,92	9 55 48,81	+ 0,06	— 13,36
	λ Hydræ.....	E.	— 11 55	10 06 18,76	10 06 33,60	+ 0,10	— 14,34
	λ Ursæ maj...	E.	+ 43 21	10 11 49,49	10 12 03,64		
	μ Hydræ.....	W.	— 16 23	10 21 50,96	10 22 05,20	+ 0,08	— 13,62
	36 Ursæ maj...	W.	+ 56 26	10 25 02,69	10 25 15,76		
1.º de Mayo..	λ Hydræ.....	E.	— 11 55	10 06 18,75	10 06 37,15	0,00	— 17,81
	λ Ursæ maj...	E.	+ 43 21	10 11 49,47	10 12 07,19		
	μ Ursæ maj...	W.	+ 41 57	10 17 07,27	10 17 24,32		
	μ Hydræ.....	W.	— 16 23	10 21 50,95	10 22 08,64	0,00	— 17,11
	36 Ursæ maj...	W.	+ 56 26	10 25 02,66	10 25 19,30		
	ρ Leonis.....	W.	+ 9 46	10 28 11,98	10 28 29,47	— 0,04	— 17,06

FECHAS 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	ν − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
1.º de Mayo.	37 Leon min.	E.	+ 32 26	10 33 47,92	10 34 05,68		
	ν Hydræ	E.	— 15 44	10 45 17,94	10 45 36,39	0,00	— 17,64
	54 Leonis	E.	+ 25 13	10 50 52,64	10 51 10,61		
	α Coupe	E.	— 17 50	10 55 30,20	10 55 48,72	+ 0,02	— 17,77
	α Ursæ maj.	W.	+ 62 14	10 58 21,63	10 58 37,70		
	θ Leonis	W.	+ 15 55	11 09 38,94	11 09 56,54	+ 0,02	— 17,15
	Gr. 1586	W.	+ 73 18	9 50 36,15	9 50 54,45		
	π Leonis	W.	+ 8 28	9 55 34,90	9 55 56,22	— 0,15	— 20,57
	λ Hydræ	E.	— 11 55	10 06 18,74	10 06 40,81	— 0,08	— 21,43
	λ Ursæ maj.	E.	+ 43 21	10 11 49,45	10 12 10,88		
	μ Ursæ maj.	W.	+ 41 57	10 17 07,26	10 17 28,23		
2 de Mayo.	μ Hydræ	W.	— 16 23	10 21 50,94	10 22 12,57	— 0,22	— 20,81
	36 Ursæ maj.	W.	+ 56 26	10 25 02,64	10 25 22,93		
	ρ Leonis	W.	+ 9 46	10 28 11,97	10 28 33,31	0,00	— 20,86
	37 Leon min.	E.	+ 32 26	10 33 47,91	10 34 09,20		
	ν Hydræ	E.	— 15 44	10 45 17,93	10 45 39,97	+ 0,04	— 21,20
	54 Leonis	E.	+ 25 13	10 50 52,62	10 51 14,16		
	α Coupe	E.	— 17 50	10 55 30,19	10 55 52,26	— 0,11	— 21,22
	37 Leon min.	E.	+ 32 26	10 33 47,89	10 34 12,90		
	ν Hydræ	E.	— 15 44	10 45 17,92	10 45 43,57	— 0,12	— 24,78
	54 Leonis	W.	+ 25 13	10 50 52,61	10 51 17,41		
	α Coupe	W.	— 17 50	10 55 30,18	10 55 55,27	— 0,14	— 24,54
3 de Mayo.	α Ursæ maj.	W.	+ 62 14	10 58 21,57	10 58 45,09		
	θ Leonis	W.	+ 15 55	11 09 38,92	11 10 03,87	— 0,24	— 24,27
	ν Leonis	E.	— 0 20	11 32 27,98	11 32 53,54	— 0,18	— 24,97
	γ Ursæ maj.	E.	+ 48 16	11 41 27,03	11 41 52,01		

El cuadro siguiente es el resumen de todos los anteriores, ó sea de las determinaciones de hora en esta estación, figurando en él los movimientos del reloj en 24 horas con los errores correspondientes y el error para el conjunto de las observaciones.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
30 de Abril de 1912	10 08	— 13,94 ± 0,08	
1 de Mayo de id.	10 38	— 17,45 ± 0,03	— 3,44 ± 0,09
2 id. id.	10 23	— 21,03 ± 0,06	— 3,62 ± 0,07
3 id. id.	11 08	— 24,65 ± 0,06	— 3,51 ± 0,08

Resultando para error medio del conjunto de las observaciones el valor

$$\varepsilon_m = 0{,}08 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra B pueden verse los cálculos y correcciones que se han hecho para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección SW.-NE., y los 105 y 107 en la normal á la misma; los valores encontrados para valor de la corrección por balance del sostén son los siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
20×10^{-7}	39×10^{-7}
15×10^{-7}	34×10^{-7}
16×10^{-7}	32×10^{-7}
16×10^{-7}	30×10^{-7}
$(17 \pm 1{,}1) \times 10^{-7}$	$(34 \pm 1{,}9) \times 10^{-7}$

y el error medio de las dos determinaciones:

$$\varepsilon_b = 1{,}1 \times 10^{-7}$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014734	0,5014281	0,5014908	0,5015612
747	268	879	626
729	(233)	909	603
749	286	889	(666)
0,5014740	0,5014267	0,5014896	0,5015627

FECHAS — 1912	Péndulos.	Hora sidéreа.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	′	s	s	s						s
1 de Mayo.....	104	23 44	761,80	8,7	16,52	11,4	−3,44	153,090	0,5016384	−3	−635	−795	−200	−17	0,5014734
1 id.	105	1 06	762,00	9,2	16,52	11,4	−3,44	157,340	5940	−3	−639	−783	−200	−34	4281
1 id.	106	2 28	762,10	9,4	16,62	11,7	−3,44	151,550	6551	−4	−626	−796	−200	−17	4908
1 id.	107	5 59	762,20	9,2	16,72	11,0	−3,44	145,275	7268	−3	−628	−791	−200	−34	5612
1 id.	104	7 13	762,40	9,4	16,82	11,6	−3,44	152,825	6412	−4	−635	−809	−200	−17	4747
1 id.	105	8 32	762,80	9,6	16,92	11,1	−3,44	157,275	5946	−3	−639	−802	−200	−34	4268
1 id.	106	12 33	763,90	9,5	16,92	11,6	−3,62	151,560	6550	−4	−629	−811	−210	−17	4879
1 id.	107	13 52	763,85	10,1	16,92	11,7	−3,62	144,980	7303	−4	−629	−800	−210	−34	5626
2 id.	104	23 52	763,35	8,8	15,92	12,2	−3,62	153,265	6365	−4	−639	−766	−210	−17	4729
2 id.	105	1 11	763,40	9,2	16,02	10,4	−3,62	157,930	5880	−3	−641	−759	−210	−34	4233
2 id.	106	2 33	763,35	9,4	16,22	11,0	−3,62	151,610	6544	−3	−628	−777	−210	−17	4909
2 id.	107	5 51	763,15	9,9	16,52	11,3	−3,62	145,340	7260	−3	−629	−781	−210	−34	5603
2 id.	104	7 04	763,35	10,2	16,62	11,6	−3,62	152,795	6416	−4	−636	−800	−210	−17	4749
2 id.	105	8 22	763,35	10,6	16,82	11,3	−3,62	157,050	5969	−3	−639	−797	−210	−34	4286
2 id.	106	12 35	763,90	10,4	16,97	11,2	−3,51	151,535	6552	−3	−626	−813	−204	−17	4889
2 id.	107	13 53	763,65	10,6	17,07	11,8	−3,51	144,650	7343	−4	−628	−807	−204	−34	5666

ESTACIÓN DE DENIA

Local de observación.

Se eligió para lugar de observación un aula de las Escuelas públicas establecidas en el antiguo Convento de San Francisco, instalándose la barraca con el anteojo de pasos Repsold en un terreno cercado adyacente al edificio de las Escuelas.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	+ 0° 06',0
Latitud N.....	38° 51',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	5m

Determinación de la hora.

Se hizo en la forma conocida y detallada en el siguiente Estado:

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	$\varkappa$ Virginis...	E.	— 9 52	14 08 13,85	14 08 27,01	— 0,52	— 12,62
	λ Bootis.....	E.	+ 46 29	14 13 05,14	14 13 18,28		
	θ Bootis.....	W.	+ 52 15	14 22 15,16	14 22 27,82		
	μ Virginis...	W.	— 5 17	14 38 27,22	14 38 39,86	— 0,59	— 12,06
	109 Virginis...	E.	+ 2 16	14 41 49,92	14 42 03,08	— 0,65	— 12,57
	Gr. 2164.....	E.	+ 59 39	14 49 15,87	14 49 29,17		
16 de Mayo...	212 Piazzi.....	E.	— 21 01	14 52 21,51	14 52 34,60	— 0,53	— 12,47
	β Bootis.....	E.	+ 40 44	14 58 40,46	14 58 53,46		
	β Librae.....	W.	— 9 04	15 12 18,20	15 12 30,89	— 0,60	— 12,28
	γ Coron. bor..	W.	+ 30 36	15 19 36,46	15 19 49,30		
	β Coron. bor..	W.	+ 29 24	15 24 14,33	15 24 27,12		
	γ Librae.....	W.	— 14 30	15 30 38,14	15 30 50,75	— 0,73	— 12,11

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	3 Leonis.....	W.	+ 6 31	11 16 37,25	11 16 48,58	— 0,19	— 10,84
	λ Draconis...	W.	+ 69 49	11 26 15,45	11 26 25,66		
	ν Leonis.....	E.	— 0 20	11 32 27,86	11 32 39,49	— 0,19	— 11,25
	χ Ursæ maj..	E.	+ 48 16	11 41 26,79	11 41 38,16		
	γ Ursæ maj..	W.	+ 54 11	11 49 15,13	11 49 25,90		
17 de Mayo...	π Virginis...	W.	+ 7 06	11 56 23,29	11 56 34,51	— 0,10	— 10,88
	ε Corvi.....	W.	— 22 08	12 05 37,07	12 05 48,20	— 0,06	— 10,81
	δ Ursæ maj..	W.	+ 57 31	12 11 07,58	12 11 18,28		
	12 Chevelure.	E.	+ 26 20	12 18 06,92	12 18 18,23		
	δ Corbeau...	E.	— 16 02	12 25 19,98	12 25 31,50	— 0,17	— 11,06
	8 Canum. ven...	E.	+ 41 50	12 29 36,30	12 29 47,47		
	f Virginis...	E.	— 5 21	12 32 16,87	12 32 28,39	— 0,10	— 11,10
	α Ursæ maj..	W.	+ 62 14	10 58 21,09	10 58 30,35		
	θ Leonis.....	W.	+ 15 55	11 09 38,77	11 09 48,86	— 0,06	— 9,76
	3 Leonis....	E.	+ 6 31	11 16 37,24	11 16 47,66	— 0,01	— 10,29
18 de Mayo...	λ Draconis...	E.	+ 69 49	11 26 15,40	11 26 25,36		
	ν Leonis.....	E.	— 0 20	11 32 27,86	11 32 38,26	— 0,03	— 10,14
	χ Ursæ maj..	E.	+ 48 16	11 41 26,78	11 41 36,86		
	ε Corvi.....	W.	— 22 08	12 05 37,07	12 05 47,06	— 0,04	— 9,64
	δ Ursæ maj..	W.	+ 57 31	12 11 07,55	12 11 17,04		
	α Ursæ maj.	W.	+ 62 14	10 58 21,06	10 58 29,26		
	θ Leonis.....	W.	+ 15 55	11 09 38,76	11 09 47,92	+ 0,12	— 8,97
	3 Leonis.....	E.	+ 6 31	11 16 37,23	11 16 46,86	— 0,01	— 9,37
	λ Draconis...	E.	+ 69 49	11 26 15,36	11 26 24,06		
	ν Leonis.....	E.	— 0 20	11 32 27,85	11 32 37,51	0,00	— 9,27
19 de Mayo...	χ Ursæ maj..	E.	+ 48 16	11 41 26,76	11 41 35,88		
	γ Ursæ maj..	W.	+ 54 11	11 49 15,09	11 49 23,84		
	π Virginis...	W	+ 7 06	11 56 23,28	11 56 32,65	0,00	— 9,04
	ε Corvi.....	W.	— 22 08	12 05 37,06	11 05 46,49	— 0,09	— 8,85
	δ Ursæ maj..	W.	+ 57 31	12 11 07,53	11 11 16,16		
	12 Chevelure.	E.	+ 26 20	12 18 06,90	11 18 16,25		
	δ Corbeau...	E.	— 16 02	12 25 19,97	11 25 29,76	+ 0,01	— 9,18

En el cuadro siguiente figuran, además de los estados del reloj, los movimientos con sus errores correspondientes y el error medio para el conjunto de las observaciones.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
16 de Mayo de 1912.....	14 49	— 12,35 ± 0,07	
17 id. id.	11 54	— 11,01 ± 0,02	+ 1,53 ± 0,07
18 id. id.	11 35	— 9 96 ± 0,03	+ 1,06 ± 0,04
19 id. id.	11 42	— 9,12 ± 0,03	+ 0,84 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon = 0{,}05 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra C pueden verse los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

El estudio del balance del sostén dió los resultados siguientes, teniendo presente que los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección N.-S. y los 105 y 107 en la E.-W.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
31×10^{-7}	35×10^{-7}
31×10^{-7}	33×10^{-7}
32×10^{-7}	37×10^{-7}
31×10^{-7}	35×10^{-7}
$(31 \pm 0{,}3) \times 10^{-7}$	$(35 \pm 0{,}8) \times 10^{-7}$

El error medio de ambas determinaciones es:

$$e_s = 0{,}5 \times 10^{-7}$$

Finalmente, en el segundo cuadro figuran los valores corregidos de la duración de oscilación y los valores medios correspondientes.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014561	0,5014366	0,5014768	0,5015464
592	(438)	782	446
(547)	(349)	753	467
608	382	773	464
556	384	786	460
(625)	394	779	498
0,5014582	0,5014386	0,5014774	0,5015467

Estado C. ESTACION DE DENIA

FECHAS — 1912	Pén-dulos.	Hora sidéreo.	Presión atmosférica reducida	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	"	"	"						
17 de Mayo....	104	0 30	769,20	13,3	21,71	12,1	+ 1,53	155,015	0,5016180	— 4	— 629	— 1044	+ 89	— 31	0,5014561
17 id.	105	1 52	769,40	14,5	21,71	11,1	+ 1,53	156,985	5976	— 3	— 632	— 1029	+ 89	— 35	4366
17 id.	106	3 15	769,45	14,9	21,71	11,6	+ 1,53	153,185	6373	— 4	— 619	— 1040	+ 89	— 31	4768
17 id.	107	5 58	768,40	14,9	21,86	12,4	+ 1,53	146,960	7069	— 4	— 621	— 1034	+ 89	— 35	5464
17 id.	104	7 14	768,15	15,3	21,91	11,6	+ 1,53	154,640	6219	— 4	— 627	— 1054	+ 89	— 31	4592
17 id.	105	8 34	768,00	15,3	21,91	11,3	+ 1,53	156,210	6055	— 3	— 630	— 1038	+ 89	— 35	4438
17 id.	106	9 55	767,95	15,3	21,91	11,6	+ 1,53	152,980	6395	— 4	— 617	— 1050	+ 89	— 31	4782
17 id.	107	14 02	768,35	14,8	21,86	11,9	+ 1,06	146,890	7078	— 4	— 621	— 1034	+ 62	— 35	5446
18 id.	104	0 17	766,90	14,8	21,51	11,5	+ 1,06	154,995	6182	— 4	— 627	— 1035	+ 62	— 31	4547
18 id.	105	1 36	766,90	15,0	21,51	10,5	+ 1,06	157,000	5974	— 3	— 630	— 1019	+ 62	— 35	4349
18 id.	106	2 56	766,90	15,3	21,51	11,1	+ 1,06	153,190	6373	— 3	— 617	— 1031	+ 62	— 31	4753
18 id.	107	5 33	765,65	14,9	21,71	11,7	+ 1,06	146,785	7090	— 4	— 619	— 1027	+ 62	— 35	5467
18 id.	104	6 49	765,50	15,0	21,71	11,9	+ 1,06	154,345	6250	— 4	— 625	— 1044	+ 62	— 31	4608
18 id.	105	8 08	765,30	14,6	21,66	11,4	+ 1,06	156,625	6013	— 3	— 629	— 1026	+ 62	— 35	4382
18 id.	106	9 29	765,10	14,7	21,56	11,8	+ 1,06	152,985	6395	— 4	— 616	— 1033	+ 62	— 31	4773
18 id.	107	13 47	765,40	14,3	21,51	12,0	+ 0,84	146,785	7090	— 4	— 619	— 1017	+ 49	— 35	5464
19 id.	104	0 22	765,55	14,8	21,26	12,1	+ 0,84	154,910	6191	— 4	— 626	— 1023	+ 49	— 31	4556
19 id.	105	1 43	765,35	15,0	21,36	11,3	+ 0,84	156,615	6014	— 3	— 629	— 1012	+ 49	— 35	4384
19 id.	106	3 04	765,05	15,3	21,46	11,6	+ 0,84	152,790	6416	— 4	— 616	— 1028	+ 49	— 31	4786
19 id.	107	5 37	764,70	14,9	21,71	11,6	+ 0,84	146,745	7095	— 4	— 618	— 1027	+ 49	— 35	5460
19 id.	104	6 51	764,25	15,3	21,71	11,7	+ 0,84	154,070	6279	— 4	— 624	— 1044	+ 49	— 31	4625
19 id.	105	8 11	764,00	15,3	21,86	11,6	+ 0,84	156,295	6047	— 4	— 627	— 1036	+ 49	— 35	4394
19 id.	106	9 34	763,95	15,3	21,91	11,6	+ 0,84	152,665	6429	— 4	— 614	— 1050	+ 49	— 31	4779
19 id.	107	13 53	766,10	15,3	21,91	11,7	+ 0,84	146,330	7143	— 4	— 619	— 1036	+ 49	— 35	5498

ESTACIÓN DE VALENCIA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el Colegio de San José, de la Compañía de Jesús, instalándose el aparato de péndulos en el Laboratorio micrográfico, dirigido por el P. Vicent, en el mismo sitio en donde se determinó la gravedad por el método de absolutas.

Se instaló la barraca, con el anteojo de pasos Repsold, en el parque del Colegio.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	— 0° 22',6
Latitud N.....	39° 29',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	6m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados de hora en la forma conocida y detallada en el siguiente Estado:

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — (Rφ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
1 de Junio....	α Virginis....	W.	— 10 42	13 20 34,97	13 21 05,68	— 0,08	— 33,19
	69 H Ursæ maj.	W.	+ 60 24	13 25 16,69	13 25 52,32		
	ζ Virginis....	E.	— 0 09	13 30 14,22	13 30 45,67	— 0,01	— 33,51
	25 Can. ven....	E.	+ 36 45	13 33 35,37	13 34 08,70		
	m Virginis....	E.	— 8 16	13 37 1,24	13 37 32,39	— 0,05	— 33,41
	η Ursæ maj....	E.	+ 49 45	13 44 7,21	13 44 41,52		
3 de Junio....	η Bootis.....	W.	+ 18 50	13 50 31,69	13 51 03,50	+ 0,08	— 33,11
	48 Hydræ.....	W.	— 24 35	13 55 06,03	13 55 35,81		
	ε Ursæ maj...	W.	+ 56 26	12 50 12,45	12 50 43,37		
	ε Virginis....	W.	+ 11 26	12 57 49,48	12 58 22,92	+ 0,06	— 32,29

FECHAS 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — —(Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	43 Comæ	E.	+ 28 19	13 07 48,03	13 08 21,10		
	γ Hydræ.....	E.	— 22 43	13 14 09,67	13 14 44,52	— 0,03	— 32,51
3 de Junio....	α Virginis....	E.	— 10 42	13 20 34,96	13 21 09,37	+ 0,15	— 32,88
	69 H Ursæ maj.	E.	+ 60 24	13 25 16,64	13 25 47,82		
	ζ Virginis....	W.	— 0 09	13 30 14,22	13 30 47,82	+ 0,29	— 32,47
	25 Can. ven....	W.	+ 36 45	13 33 35,35	13 34 07,66		
	α Corvi.....	W.	— 22 08	12 05 36,91	12 06 10,37	— 0,08	— 32,61
	δ Ursæ maj...	W.	+ 57 31	12 11 07,13	12 11 39,35		
	12 Chevelure..	E.	+ 26 20	12 18 06,74	12 18 39,96		
	δ Corvi.....	E.	— 16 02	12 25 19,85	12 25 53,53	— 0,01	— 33,02
4 de Junio....							
	8 Canum. ven.	E.	+ 41 50	12 29 36,04	12 30 09,01		
	f Virginis....	E.	— 5 21	12 32 16,75	12 32 50,35	— 0,03	— 32,98
	ε Ursæ maj...	W.	+ 56 26	12 50 12,43	12 50 44,75		
	ε Virginis. ..	W.	+ 11 26	12 57 49,47	12 58 22,50	0,00	— 32,69
	ε Ursæ maj...	W.	+ 56 26	12 50 12,41	12 50 46,00		
	ε Virginis....	W.	+ 11 26	12 57 49,46	12 58 22,47	— 0,08	— 33,21
	43 Comæ.....	E.	+ 28 19	13 07 48,01	13 08 21,41		
	γ Hydræ.....	E.	— 22 43	13 14 9,65	13 14 42,64	— 0,03	— 33,49
	α Virginis....	E.	— 10 42	13 20 34,94	13 21 07,99	— 0,06	— 33,48
	69 H Ursæ maj.	E.	+ 60 24	13 25 16,58	13 25 50,58		
5 de Junio....							
	ζ Vierge.....	W.	— 0 09	13 30 14,20	13 30 47,15	+ 0,02	— 33,31
	25 Can. ven....	W.	+ 36 45	13 33 35,33	13 34 08,57		
	m Virginis....	W.	— 8 16	13 37 1,22	13 37 33,99	0,00	— 33,24
	η Ursæ maj...	W.	+ 49 45	13 44 7,15	13 44 40,57		
	η Bootis.....	E.	+ 18 50	13 50 31,57	13 51 04,76	+ 0,02	— 33,16
	48 Hydræ.....	E.	— 24 35	13 55 6,02	13 55 39,02		
	43 Comæ.....	E.	+ 28 19	13 07 47,99	13 08 23,07		
	γ Hydræ.....	E.	— 22 43	13 14 9,64	13 14 44,19	— 0,17	— 35,07
	α Virginis....	W.	— 10 42	13 20 34,93	13 21 09,31	0,00	— 34,88
	69 H Ursæ maj.	W.	+ 60 24	13 25 16,53	13 25 51,87		
7 de Junio....							
	ζ Vierge.....	E.	— 0 09	13 30 14,20	13 30 48,74	+ 0,06	— 35,18
	25 Can. ven....	E.	+ 36 45	13 33 35,31	13 34 10,37		
	η Bootis.....	W.	+ 18 50	13 50 31,67	13 51 06,49	— 0,02	— 34,88
	48 Hydræ.....	W.	— 24 35	13 55 6,01	13 55 40,70		

El cuadro siguiente es el resumen de los estados en los diferentes días de observación y de los movimientos deducidos de aquéllos.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
1 de Junio de 1912	13 38	— 33,30 ± 0,04	
3 id. id.	13 12	— 32,54 ± 0,09	s + 0,38 ± 0,05
4 id. id.	12 32	— 32,84 ± 0,02	— 0,31 ± 0,09
5 id. id.	13 23	— 33,32 ± 0,05	— 0,46 ± 0,05
7 id. id.	13 31	— 35,01 ± 0,02	— 0,84 ± 0,03

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon = 0{,}06 \times 10^{-7}$$

Duraciones de la oscilación.

Todos los cálculos y correcciones hechos para obtener los valores de las oscilaciones reducidas pueden verse en el Estado señalado con la letra D.

El balance del sostén se determinó por el método ya dicho, dando los resultados siguientes, advirtiendo que los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección NW.-SE. y los 105 y 107 en la normal á la misma.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
29×10^{-7}	34×10^{-7}
28×10^{-7}	34×10^{-7}
26×10^{-7}	31×10^{-7}
28×10^{-7}	32×10^{-7}
$(28 \pm 0{,}6) \times 10^{-7}$	$(33 \pm 0{,}8) \times 10^{-7}$

Siendo el error medio de ambas determinaciones

$$e_0 = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$$

Los valores de las duraciones de oscilación corregidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
(0,5014458)	(0,5015260)	0,5014672	(0,5015372)
496	297	676	417
(537)	320	668	405
486	281	660	414
482	292	677	425
524	308	653	426
0,5014497	0,5015293	0,5014668	0,5015410

Estado D. ESTACIÓN DE VALENCIA

FECHAS — 1912	Péndulos	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES ×10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sonén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
2 de Junio.....	104	2 07	760,00	9,1	19,65	11,0	+0,38	156,370	0,5016039	—3	—627	— 945	+22	—28	0,5014458
2 id.	105	3 35	760,00	9,0	20,05	11,7	+0,38	148,820	6855	—4	—630	— 950	+22	—33	5260
2 id.	106	5 23	759,90	9,4	20,30	11,6	+0,38	154,150	6271	—4	—616	— 973	+22	—28	4672
2 id.	107	8 21	759,50	9,5	20,35	11,8	+0,38	147,835	6968	—4	—618	— 963	+22	—33	5372
2 id.	104	9 39	759,80	10,1	20,45	11,2	+0,38	155,640	6114	—3	—625	— 984	+22	—28	4496
2 id.	105	10 59	760,00	10,8	20,56	11,6	+0,38	148,310	6914	—4	—628	— 974	+22	—33	5297
3 id.	106	4 01	760,05	10,1	20,40	11,4	+0,38	154,085	6278	—3	—616	— 977	+22	—28	4676
3 id.	107	7 40	759,95	10,3	20,66	11,3	+0,38	147,330	7026	—3	—618	— 977	+22	—33	5417
3 id.	104	8 59	760,25	10,5	20,81	11,6	+0,38	155,085	6172	—4	—624	—1001	+22	—28	4537
3 id.	105	10 19	760,70	11,3	20,91	11,6	+0,38	147,955	6954	—4	—628	— 991	+22	—33	5320
4 id.	106	2 59	762,45	10,4	20,10	11,4	—0,31	153,890	6298	—3	—618	— 963	—18	—28	4668
4 id.	107	3 19	762,15	10,5	20,20	11,3	—0,31	147,265	7034	—3	—620	— 955	—18	—33	5405
4 id.	104	4 36	761,65	10,3	20,40	11,5	—0,31	155,360	6143	—4	—626	— 981	—18	—28	4486
4 id.	105	8 04	760,50	11,9	20,81	12,0	—0,31	147,995	6950	—4	—628	— 986	—18	—33	5281
4 id.	106	9 23	760,05	12,1	21,01	11,5	—0,31	153,580	6331	—4	—614	—1007	—18	—28	4660
4 id.	107	10 44	760,00	12,1	21,21	11,1	—0,31	146,805	7087	—3	—616	—1003	—18	—33	5414
5 id.	104	2 23	761,15	12,6	20,76	11,5	—0,46	155,160	6164	—4	—624	— 999	—27	—28	4482
5 id.	105	3 45	761,05	13,4	20,86	11,4	—0,46	147,815	6970	—3	—627	— 988	—27	—33	5292
5 id.	106	5 04	760,90	14,1	21,01	11,3	—0,46	153,345	6356	—3	—614	—1007	—27	—28	4677
5 id.	107	8 28	760,50	14,9	21,46	11,0	—0,46	146,545	7118	—3	—615	—1015	—27	—33	5425
5 id.	104	9 44	760,40	15,3	21,56	11,5	—0,46	154,430	6241	—4	—621	—1037	—27	—28	4524
5 id.	105	11 05	760,50	15,3	21,66	11,3	—0,46	147,370	7022	—3	—625	—1026	—27	—33	5308
7 id.	106	2 22	761,90	12,6	20,91	11,5	—0,84	153,395	6351	—4	—615	—1002	—49	—28	4653
7 id.	107	3 41	761,95	12,3	21,01	11,6	—0,84	146,490	7124	—4	—618	— 994	—49	—33	5426

ESTACIÓN DE DESIERTO

Local de observación.

El vértice geodésico de primer orden *Desierto,* está en la provincia de Castellón, Ayuntamiento de Benicasim. Á pocos pasos de la señal del vértice hay una ermita llamada del P. Bartolo, en donde se hicieron las observaciones.

La barraca de astronomía, con el anteojo de pasos Repsold, se colocó alrededor de la señal del vértice.

Las coordenadas geográficas del vértice son:

Longitud E. con relación al meridiano de Greenwich.....	+ 0° 1',8
Latitud N.....	40° 5',1
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	728m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el mismo procedimiento que en estaciones anteriores, según puede verse en los cuadros siguientes:

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
6 de Julio. . .	θ Bootis.....	W.	+ 52 15	14 22 14,38	14 21 17,63		
	μ Virginis....	W.	— 5 17	14 38 27,14	14 37 27,88	+ 0,01	+ 57,57
	109 Virginis....	E.	+ 2 16	14 41 49,84	14 40 50,21	+ 0,05	+ 58,46
	Gr. 2164.....	E.	+ 59 39	14 49 14,92	14 48 17,63		
	β Libræ.....	W.	— 9 04	15 12 18,26	15 11 18,93	+ 0,06	+ 57,38
	γ Coron. bor.	W.	+ 30 36	15 19 36,33	15 18 38,42		
	β Coron. bor.	E.	+ 29 24	15 24 14,24	15 23 15,28		
	γ Libræ.....	E.	— 14 30	15 30 38,30	15 29 38,21	+ 0,03	+ 58,55
	212 Piazzi.....	E.	— 21 01	14 52 21,52	14 51 21,18	— 0,02	+ 58,39
7 de Julio. . . .	β Bootis.....	E.	+ 40 44	14 58 40,10	14 57 41,77		
	β Libræ. ...	W.	— 9 04	15 12 18,26	15 11 18,76	+ 0,01	+ 57,20
	γ Coron. bor.	W.	+ 30 36	15 19 36,32	15 18 38,54		

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
7 de Julio. . . .	β Coron. bor.	W.	+ 29 24	15 24 14,23	15 23 16,29		
	γ Libræ.	W.	— 14 30	15 30 38,29	15 29 38,69	+ 0,04	+ 57,34
	212 Piazzi.	E.	— 21 01	14 52 21,51	14 51 21,39	— 0,04	+ 58,55
	β Bootis.	E.	+ 40 44	14 58 40,08	14 57 41,60		
8 de Julio. . . .	β Libræ.	W.	— 9 04	15 12 18,25	15 11 19,17	— 0,03	+ 56,70
	η Coron. bor.	W.	+ 30 36	15 19 36,31	15 18 39,04		
	β Coron. bor.	W.	+ 29 24	15 24 14,22	15 23 16,75		
	γ Libræ.	W.	— 14 30	15 30 38,29	15 29 38,96	— 0,04	+ 56,88
	212 Piazzi.	E.	— 21 01	14 52 21,50	14 51 21,74	+ 0,04	+ 57,78
	β Bootis.	E.	+ 40 44	14 58 40,06	14 57 42,28		
	β Libræ.	W.	— 9 04	15 12 18,24	15 11 19,47	+ 0,05	+ 56,65
	η Coron. bor.	W.	+ 30 36	15 19 36,30	15 18 39,09		
9 de Julio. . . .	β Coron. bor.	W.	+ 29 24	15 24 14,21	15 23 16,82		
	γ Libræ.	W.	— 14 30	15 30 38,28	15 29 39,36	+ 0,01	+ 56,85
	x Libræ.	E.	— 19 24	15 36 54,68	15 35 55,13	+ 0,04	+ 57,77
	β Serpentis. . .	E.	+ 15 42	15 42 09,73	15 41 11,10		

El siguiente cuadro es un resumen de las observaciones de hora en esta estación, donde constan los estados y movimientos con los errores respectivos y el error medio para el conjunto de las observaciones.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas
	h m	s	s
6 de Julio de 1912.	14 56	+ 57,99 ± 0,08	
7 id. id.	15 11	+ 57,81 ± 0,06	— 0,18 ± 0,10
8 id. id.	15 11	+ 57,63 ± 0,06	— 0,18 ± 0,08
9 id. id.	15 17	+ 57,27 ± 0,06	— 0,36 ± 0,08

El error medio para el conjunto de las observaciones será el promedio de los errores

$$\varepsilon_m = 0{,}09 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra E constan los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección SE.-NW. y los 105 y 107 en la NE.-SW., dando el estado del balance los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
26×10^{-7}	23×10^{-7}
40×10^{-7}	50×10^{-7}
38×10^{-7}	41×10^{-7}
37×10^{-7}	34×10^{-7}
$(35 \pm 3{,}2) \times 10^{-7}$	$(37 \pm 5{,}7) \times 10^{-7}$

Siendo el error medio de ambas determinaciones

$$e_m = \pm 3{,}3 \times 10^{-7}$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014768	0,5015532	0,5014933	0,5015656
40	09	23	57
84	34	36	54
59	22	48	56
82	32	14	85
(25)	03	50	51
0,5014760	0,5015522	0,5014934	0,5015660

FECHAS — 1912	Péndulos.	Hora sidéreo.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sosten.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
7 de Julio.....	104	2 37	705,30	10,9	18,46	11,7	— 0,18	154,000	0,5016287	— 4	— 583	— 888	— 10	— 34	0,5014768
7 id.	105	3 57	705,75	11.5	18,51	11,9	— 0,18	147,155	7047	— 4	— 587	— 877	— 10	— 37	5532
7 id.	106	5 14	706,00	11,8	18,61	11,3	— 0,18	152,505	6447	— 3	— 575	— 892	— 10	— 34	4933
7 id.	107	6 33	706,00	11,8	18,71	11,1	— 0,18	146,120	7168	— 3	— 577	— 885	— 10	— 37	5656
7 id.	104	9 36	705,60	10,8	18,81	12,1	— 0,18	154,100	6276	— 4	— 583	— 905	— 10	— 34	4740
7 id.	105	10 55	705,45	12,0	18,86	11,5	— 0,18	147,215	7040	— 4	— 586	— 894	— 10	— 37	5509
7 id.	106	12 12	705,35	12,8	18,86	11,6	— 0,18	152,490	6448	— 4	— 573	— 904	— 10	— 34	4923
7 id.	107	13 31	705,35	12,8	18,76	12,4	— 0,18	146,095	7171	— 4	— 576	— 887	— 10	— 37	5657
8 id.	104	1 48	705,55	12,6	18,66	12,2	— 0,18	153,760	6312	— 4	— 582	— 898	— 10	— 34	4784
8 id.	105	3 11	705,65	13,2	18,61	11,8	— 0,18	147,100	7053	— 4	— 586	— 882	— 10	— 37	5534
8 id.	106	4 27	705,65	13,8	18,66	11,0	— 0,18	152,470	6451	— 3	— 574	— 894	— 10	— 34	4936
8 id.	107	5 45	705,55	14,0	18,76	11,3	— 0,18	146,125	7167	— 3	— 576	— 887	— 10	— 37	5654
8 id.	104	7 00	705,40	14,0	18,86	12,3	— 0,18	153,920	6295	— 4	— 581	— 907	— 10	— 34	4759
8 id.	105	9 39	704,80	14,0	19,01	11,3	— 0,18	147,070	7057	— 3	— 584	— 901	— 10	— 37	5522
8 id.	106	10 55	704,55	14,0	19,01	10,9	— 0,18	152,220	6478	— 3	— 572	— 911	— 10	— 34	4948
8 id.	107	12 14	704,40	13,8	19,01	11,9	— 0,18	146,020	7180	— 4	— 574	— 899	— 10	— 37	5656
8 id.	104	13 31	704,45	12,8	18,96	11,4	— 0,18	153,665	6322	— 3	— 581	— 912	— 10	— 34	4782
9 id.	105	1 39	705,05	12,8	18,71	11,6	— 0,36	147,000	7065	— 4	— 585	— 886	— 21	— 37	5532
9 id.	106	2 56	705,15	13,1	18,71	10,9	— 0,36	152,560	6441	— 3	— 573	— 896	— 21	— 34	4914
9 id.	107	4 15	705,00	13,6	18,76	11,9	— 0,36	145,775	7209	— 4	— 575	— 887	— 21	— 37	5685
9 id.	104	5 32	704,85	14,0	18,86	12,0	— 0,36	154,135	6272	— 4	— 581	— 907	— 21	— 34	4725
9 id.	105	6 51	704,65	14,0	19,01	12,2	— 0,36	147,130	7050	— 4	— 584	— 901	— 21	— 37	5503
9 id.	106	9 21	704,35	13,3	19,11	11,6	— 0,36	152,045	6497	— 4	— 572	— 916	— 21	— 34	4950
9 id.	107	10 41	704,20	13,3	19,11	11,9	— 0,36	145,920	7191	— 4	— 574	— 904	— 21	— 37	5651

ESTACIÓN DE ROQUETAS

Local de observación.

Se instalaron los aparatos y se hicieron las observaciones en la biblioteca del Observatorio del Ebro, regido por los PP. de la Compañía de Jesús. Se colocó la barraca, con el anteojo de pasos Repsold, en un terreno perteneciente al Observatorio y muy cerca del local en donde está situada la biblioteca.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud E. con relación al meridiano de Greenwich	+ 0° 29',7
Latitud N.....	40° 49',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	43m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos, con sus errores respectivos, por el método de Borrass, según puede verse en el siguiente cuadro:

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
23 de Julio...	φ Herculis...	E.	+ 45 10	16 06 02,03	16 06 11,26	»	»
	δ Ophiuchi...	E.	— 3 28	16 09 46,20	16 09 55,36	— 0,03	— 9,19
	ε Ophiuchi...	W.	— 4 29	16 13 42,10	16 13 51,64	— 0,06	— 9,77
	ζ Herculis...	W.	+ 46 31	16 17 07,96	16 17 17,85		
	η Draconis...	W.	+ 61 43	16 22 50,38	16 23 0,50		
	λ Ophiuchi...	W.	+ 2 10	16 26 30,74	16 26 40,37	— 0,08	— 9,77
	ε Herculis...	E.	+ 31 03	16 56 57,66	16 57 06,74		
	η Ophiuchi...	E.	— 15 37	17 05 22,44	17 05 31,66	+ 0,01	— 9,05
25 de Julio...	η Dragón....	E.	+ 61 43	16 22 50,31	16 23 02,61		
	λ Ophiuchi...	E.	+ 2 10	16 26 30,72	16 26 43,34	— 0,06	— 12,42
	ζ Ophiuchi...	W.	— 10 24	16 32 21,11	16 32 33,98	— 0,02	— 13,17
	η Herculis...	W.	+ 39 05	16 39 54,98	16 40 08,15		
	Gr. 2377.....	W.	+ 56 56	16 43 40,01	16 43 53,29		
	κ Ophiuchi...	W.	+ 9 31	16 53 32,47	16 53 45,47	— 0,04	— 13,10
	ε Herculis...	E.	+ 31 03	16 56 57,63	16 57 10,06		
	η Ophiuchi...	E.	— 15 37	17 05 22,43	17 05 35,09	— 0,04	— 12,32

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ε Coron. bor..	W.	+ 27 08	15 53 58,64	15 54 22,75		
	β Scorpii.....	W.	— 19 34	16 00 21,32	16 00 45,36	+ 0,09	— 24,23
	φ Herculis....	E.	+ 45 10	16 06 01,92	16 06 25,25		
	δ Ophiuchi...	E.	— 3 28	16 09 46,15	16 10 09,80	+ 0,18	— 23,55
29 de Julio....	ε Ophiuchi...	E.	— 4 29	16 13 42,05	16 14 05,75	+ 0,19	— 23,61
	τ Herculis....	E.	+ 46 31	16 17 07,84	16 17 31,20		
	η Draconis...	W.	+ 61 43	16 22 50,17	16 23 14,23		
	λ Ophiuchi...	W.	+ 2 10	16 26 30,69	16 26 54,80	+ 0,33	— 24,42
	ε Coron. bor..	E.	+ 27 08	15 53 58,62	15 54 25,53		
	β Scorpii.....	E.	— 19 34	16 00 21,31	16 00 48,50	— 0,05	— 26,75
	φ Herculis....	W.	+ 45 10	16 06 01,89	16 06 29,59		
	δ Ophiuchi...	W.	— 3 28	16 09 46,14	16 10 13,62	+ 0,09	— 27,76
30 de Julio....	ε Ophiuchi...	W.	— 4 29	16 13 42,04	16 14 09,52	— 0,04	— 27,55
	τ Herculis....	W.	+ 46 31	16 17 07,82	16 17 35,43		
	η Draconis...	E.	+ 61 43	16 22 50,13	16 23 16,45		
	λ Ophiuchi...	E.	+ 2 10	16 26 30,68	16 26 57,80	+ 0,09	— 26,85
	ε Coron. bor..	E.	+ 27 08	15 53 58,61	15 54 29,35		
	β Scorpii.....	E.	— 19 34	16 00 21,30	16 00 52,22	— 0,09	— 30,58
	φ Herculis....	W.	+ 45 10	16 06 01,87	16 06 33,14		
	δ Ophiuchi...	W.	— 3 28	16 09 46,13	16 10 17,31	+ 0,08	— 31,34
31 de Julio....	ε Ophiuchi...	W.	— 4 29	16 13 42,03	16 14 13,24	+ 0,05	— 31,34
	τ Herculis....	W.	+ 46 31	16 17 07,79	16 17 39,10		
	η Draconis...	E.	+ 61 43	16 22 50,09	16 23 20,01		
	λ Ophiuchi...	E.	+ 2 10	16 26 30,67	16 27 01,39	+ 0,02	— 30,38

El siguiente cuadro es el resumen de los estados del reloj, deducidos en los diferentes días de observación, y en él figuran además los movimientos obtenidos de dichos estados con sus errores correspondientes y el error medio para el conjunto de las observaciones.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas
	h m	s	s
23 de Julio de 1912.....	16 36	— 9,45 ± 0,08	
25 id. id.	16 44	— 12,75 ± 0,07	— 1,65 ± 0,06
29 id. id.	16 10	— 23,96 ± 0,08	— 2,82 ± 0,03
30 id. id.	16 10	— 27,23 ± 0,07	— 3,27 ± 0,11
31 id. id.	16 10	— 30,91 ± 0,05	— 3,68 ± 0,09

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones:

$$\varepsilon = 0{,}07 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra F pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Debido al deterioro de uno de los espejitos del soporte de los péndulos y careciendo de otro con que sustituirlo, se varió en esta estación el orden de observación de los péndulos, estudiando primero en serie los 104, 106 y 107 y á continuación los 105, 106 y 107, para lo cual, una vez observada la primera serie, se varió de posición el único espejito del soporte de que se disponía, con lo que se consiguió estudiar los cuatro péndulos en direcciones perpendiculares como siempre.

Esto explica el mayor número de observaciones para los 106 y 107.

El mismo sistema se siguió para la observación del balance.

El balance del sostén se determinó de la manera conocida, dando los resultados siguientes, teniendo presente que los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección SW.-NE. y los 105 y 107 en la normal á la misma.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
25×10^{-7}	26×10^{-7}
25×10^{-7}	23×10^{-7}
28×10^{-7}	24×10^{-7}
25×10^{-7}	»
$(26 \pm 0{,}8) \times 10^{-7}$	$(24 \pm 0{,}9) \times 10^{-7}$

Siendo el error medio de ambas determinaciones:

$$\varepsilon_h = 0{,}6 \times 10^{-7}$$

Finalmente, en el siguiente cuadro figuran los valores corregidos de la duración de oscilación y los valores medios correspondientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014228	0,5015049	0,5014397	0,5015164
50	79	406	176
60	68	425	189
71	77	440	200
»	»	448	212
»	»	433	185
»	»	452	156
»	»	423	188
0,5014252	0,5015068	0,5014428	0,5015184

FECHAS — 1912	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	c		s	s	s						s
24 de Julio.....	106	4 31	759,75	17,2	24,22	12,7	— 1,65	153,985	0,5016288	— 4	— 605	— 1160	— 96	— 26	0,5014397
24 id.	107	5 49	759,65	17,2	24,27	11,4	— 1,65	147,190	7043	— 3	— 608	— 1148	— 96	— 24	5164
24 id.	104	7 04	759,45	17,5	24,32	11,8	— 1,65	155,415	6138	— 4	— 614	— 1170	— 96	— 26	4228
24 id.	106	10 55	759,20	17,1	24,42	11,9	— 1,65	153,805	6307	— 4	— 605	— 1170	— 96	— 26	4406
24 id.	107	12 14	758,95	17,3	24,48	11,7	— 1,65	146,995	7065	— 4	— 607	— 1158	— 96	— 24	5176
24 id.	104	13 31	758,75	17,8	24,53	11,8	— 1,65	155,120	6169	— 4	— 613	— 1180	— 96	— 26	4250
24 id.	106	14 51	759,00	17,9	24,53	11,3	— 1,65	153,605	6329	— 3	— 604	— 1175	— 96	— 26	4425
25 id.	107	4 33	760,65	13,1	24,12	11,6	— 1,65	147,010	7064	— 4	— 610	— 1141	— 96	— 24	5189
25 id.	104	5 48	760,70	12,5	24,12	11,6	— 1,65	155,170	6163	— 4	— 617	— 1160	— 96	— 26	4260
25 id.	106	7 08	760,55	12,1	24,12	11,4	— 1,65	153,605	6329	— 3	— 608	— 1156	— 96	— 26	4440
25 id.	107	11 05	760,10	13,9	24,22	11,3	— 1,65	146,890	7078	— 3	— 609	— 1146	— 96	— 24	5200
25 id.	104	12 20	760,10	14,3	24,32	11,5	— 1,65	154,990	6182	— 4	— 615	— 1170	— 96	— 26	4271
25 id.	106	13 42	760,10	13,9	24,32	12,2	— 1,65	153,455	6345	— 4	— 606	— 1165	— 96	— 26	4448
25 id.	107	15 02	760,35	14,0	24,32	11,9	— 1,65	146,745	7095	— 4	— 609	— 1150	— 96	— 24	5212
30 id.	105	5 55	761,20	13,5	23,52	11,0	— 3,27	147,545	7002	— 3	— 622	— 1114	— 190	— 24	5049
30 id.	106	7 11	761,05	11,5	23,67	11,5	— 3,27	152,975	6396	— 4	— 609	— 1134	— 190	— 26	4433
30 id.	107	11 29	760,95	11,0	24,07	11,5	— 3,27	146,245	7153	— 4	— 611	— 1139	— 190	— 24	5185
30 id.	105	12 46	760,95	10,7	24,22	12,2	— 3,27	146,990	7066	— 4	— 621	— 1148	— 190	— 24	5079
30 id.	106	14 02	761,15	10,9	24,48	11,9	— 3,27	152,450	6453	— 4	— 608	— 1173	— 190	— 26	4452
31 id.	107	6 01	763,40	16,6	23,62	12,0	— 3,68	146,465	7127	— 4	— 612	— 1117	— 214	— 24	5156
31 id.	105	7 23	763,20	17,2	23,92	11,1	— 3,68	147,005	7064	— 3	— 622	— 1133	— 214	— 24	5068
31 id.	106	11 18	761,35	15,6	24,83	11,6	— 3,68	152,355	6463	— 4	— 606	— 1190	— 214	— 26	4423
31 id.	107	12 36	760,70	14,1	25,03	11,6	— 3,68	145,665	7222	— 4	— 608	— 1184	— 214	— 24	5188
31 id.	105	13 50	760,25	14,7	25,28	11,3	— 3,68	146,420	7133	— 3	— 617	— 1198	— 214	— 24	5077

ESTACIÓN DE SALOU

Local de observación.

Se hicieron las observaciones para la determinación de la gravedad en un local destinado para almacén de efectos del balneario de la playa. La barraca, con el anteojo de pasos Repsold, se situó en un terreno cercado perteneciente al balneario.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son las siguientes:

Longitud E. con relación al meridiano de Greenwich.....	+ 1° 09',0
Latitud N.....	41° 04',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	2m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos de la misma manera que se hizo en las estaciones anteriores, según puede verse en el cuadro siguiente:

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s		
11 de Agosto.	θ Cephei.....	W.	+ 62 42	20 28 09,07	20 28 24,26	*	*
	γ Capricorni.	W.	— 18 27	20 35 05,87	20 35 21,85	+ 0,34	— 15,90
	α Cygni.....	E.	+ 44 58	20 38 28,45	20 38 42,69		
	ε Aquarii.....	E.	— 9 49	20 42 57,95	20 43 13,21	+ 0,25	— 14,60
	μ Verseau....	E.	— 9 19	20 47 57,66	20 48 12,87	+ 0,12	— 14,40
	γ Cygni.....	E.	+ 40 50	20 53 56,09	20 54 10,38		
	61 Cygni pr....	W.	+ 38 19	21 02 59,89	21 03 15,57		
	ν Aquarii.....	W.	— 11 44	21 04 51,33	21 05 06,91	+ 0,08	— 15,77
	α Equulei.....	W.	+ 4 53	21 11 28,42	21 11 44,12	+ 0,19	— 15,64
	α Cephei.....	W.	+ 62 13	21 16 31,51	21 16 46,64		
	β Aquarii.....	E.	— 5 57	21 26 58,71	21 27 13,85	+ 0,17	— 14,42
	74 Cygni.....	E.	+ 40 01	21 33 27,82	21 33 42,10		

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
12 de Agosto.	ε Herculis....	E.	+31 03	16 56 57,37	16 57 10,56		
	η Ophiuchi...	E.	−15 37	17 05 22,28	17 05 36,10	+0,04	−13,03
	π Herculis....	W.	+36 55	17 12 00,96	17 12 15,30		
	θ Ophiuchi...	W.	−24 55	17 16 38,92	17 16 53,43	+0,07	−14,39
	β Draconis....	W.	+52 22	17 28 28,69	17 28 42,94		
	ξ Serpentis...	W.	−15 21	17 32 35,45	17 32 49,87	−0,02	−14,28
	ι Herculis....	E.	+46 03	17 37 00,92	17 37 13,70		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 39 09,90	17 39 23,47	0,00	−12,91
13 de Agosto.	ε Herculis....	W.	+31 03	16 56 57,35	16 57 10,18		
	η Ophiuchi...	W.	−15 37	17 05 22,27	17 05 35,31	+0,06	−12,82
	π Herculis....	E.	+36 55	17 12 00,94	17 12 12,88		
	θ Ophiuchi...	E.	−24 55	17 16 38,91	17 16 51,86	−0,17	−11,67
	ι Herculis....	E.	+46 03	17 37 00,90	17 37 12,61		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 39 09,89	17 39 22,21	−0,02	−11,79
	ξ Draconis....	W.	+56 53	17 52 02,53	17 52 15,07		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 16,74	17 56 29,53	−0,03	−12,62
15 de Agosto.	β Draconis....	W.	+52 22	17 28 28,60	17 28 39,32		
	ξ Serpentis. .	W.	−15 21	17 32 35,42	17 32 46,36	−0,02	−10,76
	ι Herculis....	E.	+46 03	17 37 00,86	17 37 10,15		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 39 09,87	17 39 19,83	0,00	− 9,40
	ξ Draconis....	E.	+56 53	17 52 02,47	17 52 11,49		
	67 Ophiuchi...	E.	+ 2 56	17 56 16,72	17 56 26,67	−0,02	− 9,42
	ν Herculis....	W.	+28 45	18 04 08,83	18 04 19,44		
	μ Sagittarii....	W.	−21 05	18 08 32,94	18 08 43,64	0,00	−10,58

El siguiente cuadro es un resumen de los estados del reloj en los diferentes días de observación, y además figuran en él los movimientos deducidos de aquellos estados con los errores correspondientes.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas
	h m	s	s
11 de Agosto de 1912.....	21 01	−15,09 ± 0,04	
12 id. id.....	17 18	−13,64 ± 0,05	+1,72 ± 0,06
13 id. id.....	17 27	−12,22 ± 0,07	+1,41 ± 0,09
15 id. id.....	17 49	−10,06 ± 0,02	+1,07 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones:

$$\varepsilon_m = 0{,}06 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

Todos los cálculos y correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas pueden verse en el Estado señalado con la letra G.

Con objeto de igualar el número de observaciones de cada péndulo, dado que durante el resto de la campaña no se dispuso más que de un espejito en el soporte, se siguió en esta estación y las sucesivas el sistema de observar tres péndulos en serie y luego cambiar de posición el espejito útil, haciendo seguidas las observaciones del cuarto péndulo. Conviene observar que con este procedimiento no se altera la perpendicularidad de los planos de oscilación.

El balance del sostén se determinó por el método de Borrass, dando los resultados siguientes, y teniendo presente que los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección NE.-SW. y los 105 y 107 en la normal á la misma.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
35×10^{-7}	41×10^{-7}
41×10^{-7}	33×10^{-7}
37×10^{-7}	29×10^{-7}
36×10^{-7}	36×10^{-7}
$(37 \pm 1{,}3) \times 10^{-7}$	$(35 \pm 2{,}5) \times 10^{-7}$

Siendo el error medio de ambas determinaciones:

$$e_s = 1{,}4 \times 10^{-7}$$

Los valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas y sus promedios correspondientes figuran en el siguiente cuadro:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014107	0,5014925	0,5014294	0,5015053
16	48	307	52
46	32	328	58
22	38	309	62
33	51	299	77
19	44	320	85
0,5014124	0,5014940	0,5014310	0,5015065

FECHAS — 1912	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
12 de Agosto ..	106	4 34	768,75	15,5	22,52	11,8	+ 1,72	157,425	0,5015931	— 4	— 617	— 1079	+ 100	— 37	0,5014294
12 id. ...	104	6 01	768,45	14,7	22,57	11,5	+ 1,72	159,130	5760	— 4	— 626	— 1086	+ 100	— 37	4107
12 id. ...	105	7 24	768,10	15,8	22,67	11,3	+ 1,72	151,410	6566	— 3	— 629	— 1074	+ 100	— 35	4925
12 id. ...	106	8 41	767,55	16,8	22,87	11,3	+ 1,72	157,170	5957	— 3	— 614	— 1096	+ 100	— 37	4307
12 id. ...	104	11 22	766,20	18,2	23,42	11,6	+ 1,72	158,680	5805	— 4	— 621	— 1127	+ 100	— 37	4116
12 id. ...	105	12 47	765,55	18,6	23,67	11,7	+ 1,72	150,820	6631	— 4	— 623	— 1121	+ 100	— 35	4948
12 id. ...	106	14 03	765,15	19,2	23,87	11,6	+ 1,72	156,530	6023	— 4	— 610	— 1144	+ 100	— 37	4328
12 id. ...	104	15 23	764,85	18,9	23,97	11,4	+ 1,72	158,155	5857	— 3	— 618	— 1153	+ 100	— 37	4146
13 id. ...	105	4 28	760,55	18,0	23,72	11,6	+ 1,41	150,805	6633	— 4	— 620	— 1124	+ 82	— 35	4932
13 id. ...	106	5 47	760,85	16,4	23,72	11,5	+ 1,41	156,645	6011	— 4	— 607	— 1136	+ 82	— 37	4309
13 id. ...	104	7 11	761,20	15,2	23,72	11,3	+ 1,41	158,345	5838	— 3	— 617	— 1141	+ 82	— 37	4122
13 id. ...	105	8 33	761,75	15,6	23,72	11,0	+ 1,41	150,750	6639	— 3	— 621	— 1124	+ 82	— 35	4938
13 id. ...	106	11 31	761,95	16,2	23,72	11,6	+ 1,41	156,655	6010	— 4	— 616	— 1136	+ 82	— 37	4299
13 id. ...	104	12 51	761,95	16,6	23,72	11,1	+ 1,41	158,235	5849	— 3	— 617	— 1141	+ 82	— 37	4133
13 id. ...	105	14 13	762,25	15,8	23,77	11,3	+ 1,41	150,610	6654	— 3	— 621	— 1126	+ 82	— 35	4951
13 id. ...	106	15 31	762,70	14,0	23,77	11,5	+ 1,41	156,485	6027	— 4	— 609	— 1139	+ 82	— 37	4320
14 id. ...	104	4 36	766,70	12,6	21,11	11,9	+ 1,07	159,310	5742	— 4	— 628	— 1016	+ 62	— 37	4119
14 id. ...	105	6 01	767,05	12,7	20,91	11,8	+ 1,07	151,615	6544	— 4	— 632	— 991	+ 62	— 35	4944
14 id. ...	107	7 42	766,95	12,8	21,11	11,5	+ 1,07	150,650	6650	— 4	— 622	— 998	+ 62	— 35	5053
14 id. ..	107	9 21	766,75	13,3	21,37	11,4	+ 1,07	150,555	6660	— 3	— 621	— 1011	+ 62	— 35	5052
14 id. ...	107	12 53	765,70	12,9	21,91	11,8	+ 1,07	150,290	6690	— 4	— 619	— 1036	+ 62	— 35	5058
14 id. ...	107	14 11	765,95	13,7	21,91	11,3	+ 1,07	150,265	6693	— 3	— 619	— 1036	+ 62	— 35	5062
14 id. ...	107	15 27	766,10	12,9	21,91	11,8	+ 1,07	150,120	6709	— 4	— 619	— 1036	+ 62	— 35	5077
14 id. ...	107	16 45	766,15	13,0	21,91	11,4	+ 1,07	150,060	6716	— 3	— 619	— 1036	+ 62	— 35	5085

ESTACIÓN DE BARCELONA

Local de observación.

La determinación de la gravedad se hizo en una habitación del Observatorio Fabra, situado en el Tibidabo. En un sitio del terreno que rodea al Observatorio, y muy cerca de éste, se colocó la barraca con el anteojo de pasos Repsold.

Las coordenadas geográficas de este lugar de observación son las siguientes:

Longitud E con relación al meridiano de Greenwich.....	+ 2° 07',0
Latitud N.....	41° 25',3
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	407m

Determinación de la hora.

Los estados y movimientos se determinaron por el mismo procedimiento que en estaciones anteriores, como puede verse en el siguiente cuadro:

FECHAS 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — —(Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
9 de Sept.bre	ξ Draconis....	W.	+ 56 53	17 52 01,58	17 52 35,77		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 16,39	17 56 51,34	— 0,02	— 34,50
	ο Herculis....	E.	+ 28 45	18 04 08,39	18 04 42,63		
	μ Sagittarii...	E.	— 21 05	18 08 32,63	18 09 07,82	— 0,04	— 33,86
	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 16 47,69	18 17 22,55	— 0,08	— 33,92
	ζ Draconis....	E.	+ 58 45	18 22 38,81	18 23 12,10		
	β Lyræ.....	W.	+ 33 16	18 46 51,80	18 47 26,60		
	σ Sagittarii...	W.	— 26 25	18 49 51,55	18 50 26,82	0,00	— 34,71
10 de Sept.bre	ο Herculis....	W.	+ 28 45	18 04 08,87	18 04 43,29		
	μ Sagittarii...	W.	— 21 05	18 08 32,61	18 09 06,48	— 0,15	— 35,15
	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 16 47,67	18 17 21,64	+ 0,02	— 34,36
	ζ Draconis....	E.	+ 58 45	18 22 38,77	18 23 13,42		
	α Lyræ.....	E.	+ 38 42	18 33 59,33	18 34 33,52		
	φ Sagittarii...	E.	— 27 05	18 40 12,47	18 40 46,43	— 0,03	— 34,17

FECHAS — 1912	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ξ Draconis....	W.	+ 56 53	17 52 01,50	17 52 37,56		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 16,36	17 56 51,39	— 0,05	— 35,56
11 de Sept.bre.	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 16 47,66	18 17 22,53	— 0,02	— 35,10
	δ Draconis....	E.	+ 58 45	18 22 38,73	18 23 14,06		
	R Lyræ.....	E.	+ 43 50	18 52 41,20	18 53 16,28		
	λ Aquilæ.....	E.	— 5 01	19 01 37,33	19 02 12,14	+ 0,07	— 35,13
	β Lyræ.....	W.	+ 33 16	18 46 51,69	18 47 30,58		
	σ Sagittarii....	W.	— 26 25	18 49 51,48	18 50 28,89	+ 0,03	— 39,22
	R Lyræ.....	E.	+ 43 50	18 52 41,13	18 53 19,26		
14 de Sept.bre.	λ Aquilæ.....	E.	— 5 01	19 01 37,29	19 02 14,71	— 0,02	— 38,06
	π Sagittarii....	E.	— 21 10	19 04 34,75	19 05 11,93	— 0,04	— 38,07
	θ Lyræ.....	E.	+ 37 59	19 13 20,68	19 13 58,71		
	δ Aquilæ.....	W.	+ 2 56	19 21 06,20	19 21 44,37	+ 0,02	— 39,18
	ι Cygni.....	W.	+ 51 33	19 27 30,95	19 28 10,56		

El siguiente cuadro es un resumen de los estados del reloj en los diferentes días de observación, y además figuran en él los movimientos deducidos de aquellos estados con los errores correspondientes.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
9 de Septiembre de 1912.....	18 21	— 34,25 ± 0,08	
10 id. id.	18 22	— 34,75 ± 0,12	— 0,50 ± 0,14
11 id. id.	18 27	— 35,34 ± 0,00	— 0,59 ± 0,12
14 id. id.	19 07	— 38,64 ± 0,04	— 1,09 ± 0,01

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones:

$$\varepsilon_m = 0{,}09 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra H figuran los cálculos y correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método ya conocido, dan-

do los resultados siguientes y teniendo presente que los péndulos 104 y 106 oscilaron en la dirección SW.-NE. y los 105 y 107 en la normal á la misma.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
25×10^{-7}	40×10^{-7}
45×10^{-7}	37×10^{-7}
29×10^{-7}	39×10^{-7}
34×10^{-7}	36×10^{-7}
$(33 \pm 4{,}3) \times 10^{-7}$	$(38 \pm 0{,}9) \times 10^{-7}$

Siendo el error medio de ambas determinaciones:

$$e_u = \pm 2{,}2 \times 10^{-7}$$

Los valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas figuran en el siguiente cuadro, así como sus promedios correspondientes.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014186	0,5014979	0,5014395	0,5015129
210	5000	401	34
207	5006	404	47
214	5010	400	34
191	4977	383	12
217	4987	382	05
0,5014204	0,5014993	0,5014394	0,5015127

FECHAS — 1912	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del pendulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
10 de Septbre..	105	8 22	729,80	14,4	20,10	11,6	— 0,50	151,060	0,5016605	— 4	— 603	— 952	— 29	— 38	0,5014979
10 id. ..	106	9 43	729,60	14,5	20,20	12,0	— 0,50	156,565	6019	— 4	— 590	— 968	— 29	— 33	4395
10 id. ..	107	11 04	729,25	14,7	20,40	11,2	— 0,50	149,715	6756	— 3	— 592	— 965	— 29	— 38	5129
10 id. ..	105	13 43	727,95	15,0	20,56	11,7	— 0,50	150,695	6645	— 4	— 600	— 974	— 29	— 38	5000
10 id. ..	106	15 01	727,75	15,3	20,61	11,8	— 0,50	156,350	6041	— 4	— 587	— 987	— 29	— 33	4401
10 id. ..	107	16 22	727,70	15,1	20,66	11,9	— 0,50	149,560	6772	— 4	— 590	— 977	— 29	— 38	5134
11 id. ..	105	8 21	729,15	12,7	19,90	12,2	— 0,59	150,845	6628	— 4	— 603	— 943	— 34	— 38	5006
11 id. ..	106	9 39	729,35	12,9	19,80	11,8	— 0,59	156,605	6015	— 4	— 591	— 949	— 34	— 33	4404
11 id. ..	107	10 59	729,35	13,2	19,85	11,9	— 0,59	149,700	6756	— 4	— 594	— 939	— 34	— 38	5147
11 id. ..	105	13 43	729,35	13,0	19,90	11,5	— 0,59	150,815	6632	— 4	— 603	— 943	— 34	— 38	5010
11 id. ..	106	14 59	729,50	13,4	19,95	11,9	— 0,59	156,575	6018	— 4	— 591	— 956	— 34	— 33	4400
11 id. ..	107	16 20	729,60	13,0	20,05	11,1	— 0,59	149,750	6750	— 3	— 593	— 948	— 34	— 38	5134
12 id. ..	105	8 28	731,00	12,3	19,34	11,6	— 1,09	151,065	6604	— 4	— 606	— 916	— 63	— 38	4977
12 id. ..	106	9 46	731,00	12,9	19,31	11,8	— 1,09	156,735	6091	— 4	— 593	— 925	— 63	— 33	4383
12 id. ..	107	11 08	730,90	12,9	19,31	12,0	— 1,09	149,965	6726	— 4	— 596	— 913	— 63	— 38	5112
12 id. ..	105	13 45	730,80	12,5	19,31	11,6	— 1,09	150,985	6613	— 4	— 606	— 915	— 63	— 38	4987
12 id. ..	106	15 03	730,80	13,2	19,31	11,5	— 1,09	156,750	6000	— 4	— 593	— 925	— 63	— 33	4382
12 id. ..	107	16 24	730,80	12,9	19,34	11,9	— 1,09	150,015	6721	— 4	— 596	— 915	— 63	— 38	5105
13 id. .	104	8 28	732,45	11,3	18,56	11,3	— 1,09	158,900	5783	— 3	— 605	— 893	— 63	— 33	4186
13 id. ..	104	9 49	732,50	12,1	18,51	11,5	— 1,09	158,665	5806	— 4	— 605	— 891	— 63	— 33	4210
13 id. ..	104	11 09	732,35	11,9	18,61	11,1	— 1,09	158,670	5806	— 3	— 605	— 895	— 63	— 33	4207
13 id. ..	104	13 41	732,20	11,9	18,76	11,3	— 1,09	158,515	5821	— 3	— 605	— 903	— 63	— 33	4214
13 id. ..	104	15 02	732,35	11,8	18,86	11,3	— 1,09	158,715	5801	— 3	— 604	— 907	— 63	— 33	4191
13 id. ..	104	18 50	732,90	10,8	18,56	11,6	— 1,09	158,570	5816	— 4	— 606	— 893	— 63	— 33	4217

ESTACIÓN DE MADRID (cierre)

Local de observación.

El local en donde se efectuaron los trabajos para esta última estación fué el mismo que se utilizó en ocasiones anteriores, en el Observatorio Astronómico.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	— 3° 41',3
Latitud N.....	40° 24',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	656m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados del reloj por medio de comparaciones cronográficas con el reloj Magistral del Observatorio.

Obtenidos los estados se dedujeron los movimientos, y después de calculados los errores correspondientes se llegó á los resultados que figuran en el siguiente cuadro:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
14 de Octubre de 1912.....	10 20	+ 1,80 ± 0,02	
15 id. id.	10 29	+ 2,35 ± 0,03	+ 0,55 ± 0,04
16 id. id.	10 35	+ 2,89 ± 0,04	+ 0,54 ± 0,05
17 id. id.	10 41	+ 3,10 ± 0,03	+ 0,21 ± 0,05
18 id. id.	11 04	+ 3,33 ± 0,03	+ 0,23 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones:

$$\varepsilon_m = 0{,}05 \times 10^{-7}$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra I figuran todos los cálculos y correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes y debiendo advertir que los péndulos 104 y 106 oscilaron en dirección NW.-SE. y los 105 y 107 en la normal á la misma.

Péndulos 104 y 106.	**Péndulos 105 y 107.**
30×10^{-7}	39×10^{-7}
30×10^{-7}	40×10^{-7}
36×10^{-7}	39×10^{-7}
32×10^{-7}	37×10^{-7}
$(32 \pm 1{,}4) \times 10^{-7}$	$(39 \pm 0{,}6) \times 10^{-7}$

Siendo el error medio de ambas determinaciones:

$$e_0 = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014866	0,5015642	0,5015022	0,5015762
76	54	44	63
82	54	37	80
66	54	35	71
69	35	17	57
83	49	33	52
0,5014874	0,5015648	0,5015031	0,5015764

FECHAS — 1912	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
14 de Octubre..	107	10 37	716,25	8,3	15,13	11,4	+ 0,55	146,850	0,5017082	— 3	— 594	— 716	+ 32	— 39	0,5015762
14 id. ..	105	11 53	716,15	8,7	15,18	11,4	+ 0,55	147,785	6974	— 3	— 603	— 719	+ 32	— 39	5642
14 id. ..	106	13 10	715,70	9,1	15,33	11,7	+ 0,55	153,405	6350	— 4	— 590	— 734	+ 32	— 32	5022
14 id. ..	107	17 23	714,85	8,4	15,57	12,1	+ 0,55	146,680	7102	— 4	— 592	— 736	+ 32	— 39	5763
14 id. ..	105	18 50	714,90	8,6	15,67	11,6	+ 0,55	147,490	7008	— 4	— 601	— 742	+ 32	— 39	5654
14 id. ..	106	20 04	715,05	8,5	15,77	11,2	+ 0,55	153,005	6392	— 3	— 589	— 756	+ 32	— 32	5044
15 id. ..	107	10 41	715,05	7,9	15,13	11,4	+ 0,54	146,700	7100	— 3	— 593	— 716	+ 31	— 39	5780
15 id. ..	105	11 57	714,75	8,3	15,18	11,4	+ 0,54	147,680	6986	— 3	— 602	— 719	+ 31	— 39	5654
15 id. ..	106	13 13	714,30	8,4	15,28	11,6	+ 0,54	153,280	6363	— 4	— 589	— 732	+ 31	— 32	5037
15 id. ..	107	16 53	713,30	8,0	15,57	11,8	+ 0,54	146,615	7110	— 4	— 591	— 736	+ 31	— 39	5771
15 id. ..	105	18 09	713,30	8,2	15,67	11,2	+ 0,54	147,500	7007	— 3	— 600	— 742	+ 31	— 39	5654
15 id. ..	106	19 26	713,30	8,2	15,77	11,1	+ 0,54	153,110	6382	— 3	— 587	— 756	+ 31	— 32	5035
16 id. ..	107	10 42	713,25	7,6	15,13	11,8	+ 0,21	146,745	7095	— 4	— 591	— 716	+ 12	— 39	5757
16 id. ..	105	12 00	713,10	8,3	15,13	11,9	+ 0,21	147,700	6984	— 4	— 601	— 717	+ 12	— 39	5635
16 id. ..	106	13 17	712,70	8,4	15,23	11,5	+ 0,21	153,330	6358	— 3	— 588	— 730	+ 12	— 32	5017
16 id. ..	107	17 00	711,55	8,1	15,52	11,9	+ 0,21	146,650	7106	— 4	— 589	— 734	+ 12	— 39	5752
16 id. ..	105	18 15	711,55	8,3	15,57	11,7	+ 0,21	147,410	7017	— 4	— 599	— 738	+ 12	— 39	5649
16 id. ..	106	19 32	711,65	8,0	15,67	11,6	+ 0,21	152,995	6394	— 4	— 586	— 751	+ 12	— 32	5033
17 id. ..	104	10 54	712,30	7,5	14,98	11,5	+ 0,23	154,760	6206	— 3	— 597	— 721	+ 13	— 32	4866
17 id. ..	104	12 13	712,20	8,0	15,08	11,8	+ 0,23	154,615	6221	— 4	— 597	— 725	+ 13	— 32	4876
17 id. ..	104	13 34	711,90	8,1	15,23	11,5	+ 0,23	154,505	6233	— 3	— 596	— 733	+ 13	— 32	4882
17 id. ..	104	17 07	711,15	7,2	15,87	11,8	+ 0,23	154,360	6248	— 4	— 595	— 764	+ 13	— 32	4866
17 id. ..	104	18 26	711,30	7,6	15,92	11,7	+ 0,23	154,315	6253	— 4	— 595	— 766	+ 13	— 32	4869
17 id. ..	104	19 44	711,60	7,6	15,97	11,6	+ 0,23	154,165	6269	— 4	— 595	— 768	+ 13	— 32	4883

CAPÍTULO II

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1912

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

Empezaremos este estudio por comparar los diversos valores encontrados para las duraciones de oscilación en cada estación, con sus promedios correspondientes, y obtener de este modo sus diferencias respectivas y los cuadrados de las mismas. Este examen previo nos servirá para descartar, desde luego, todas aquellas observaciones que, debido á causas diversas, den valores muy distanciados de los medios obtenidos.

El cuadro siguiente pone de manifiesto estas diferencias y sus cuadrados, debiendo advertir que, para lo sucesivo, hemos convenido en prescindir de aquellas observaciones en las que los cuadrados de las diferencias excedan de mil, las que se señalan encerrándolas entre paréntesis.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
Madrid (salida)	23	529	44	(1936)	23	529	8	64
	0	0	9	81	17	289	21	441
	12	144	8	64	47	(2209)	13	169
	41	(1681)	16	256	48	(2304)	66	(4356)
	14	196	64	(4096)	60	(3600)	30	900
	16	256	20	400	22	484	34	(1156)
Alicante	6	36	14	196	12	144	15	225
	7	49	1	1	17	289	1	1
	11	121	34	(1156)	13	169	24	576
	9	81	19	361	7	49	39	(1521)

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
	21	441	20	400	6	36	3	9
	10	100	52	(2704)	8	64	21	441
Denia	35	(1225)	37	(1369)	21	441	0	0
	26	676	4	16	1	1	3	9
	26	676	2	4	12	144	7	49
	43	(1849)	8	64	5	25	31	961
	39	(1521)	33	(1089)	4	16	38	(1444)
	1	1	4	16	8	64	7	49
Valencia	40	(1600)	27	729	0	0	5	25
	11	121	12	144	8	64	4	16
	15	225	1	1	9	81	15	225
	27	729	15	225	15	225	16	256
	8	64	10	100	1	1	4	16
	20	400	13	169	11	121	3	9
Desierto	24	576	12	144	2	4	6	36
	1	1	0	0	14	196	4	16
	22	484	10	100	20	400	25	625
	35	(1225)	19	361	16	256	9	81
	24	576	19	361	31	961	20	400
	2	4	11	121	22	484	8	64
	8	64	0	0	3	9	5	25
Roquetas	19	361	9	81	12	144	16	256
	»	»	»	»	20	400	28	784
	»	»	»	»	5	25	1	1
	»	»	»	»	24	576	28	784
	»	»	»	»	5	25	4	16
	17	289	15	225	16	256	12	144
	8	64	8	64	3	9	13	169
Salou	22	484	8	64	18	324	7	49
	2	4	2	4	1	1	3	9
	9	81	11	121	11	121	12	144
	5	25	4	16	10	100	20	400
	18	324	14	196	1	1	2	4
	6	36	7	49	7	49	7	49
Barcelona	3	9	13	169	10	100	20	400
	10	100	17	289	6	36	7	49
	13	169	16	256	11	121	15	225
	13	169	6	36	12	144	22	484
	8	64	6	36	9	81	2	4
	2	4	6	36	13	169	1	1
Madrid (cierre)	8	64	6	36	6	36	16	256
	8	64	6	36	4	16	7	49
	5	25	13	169	14	196	7	49
	9	81	1	1	2	4	12	144

Hecha esta selección de valores y volviendo á obtener los promedios de los valores restantes, resultarán para las duraciones de oscilación en las estaciones observadas las que figuran en el siguiente

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida)	0,5014901	0,5015671	0,5015079	0,5015785
Alicante	4740	(4278)	4896	5614
Denia	4579	(4381)	4774	5467
Valencia	4497	5300	4668	5417
Desierto	4767	5522	4934	5660
Roquetas	4252	5068	4428	5184
Salou	4124	4940	4319	5065
Barcelona	4204	4993	4394	5127
Madrid (cierre)	4874	5648	5031	5764

Desde luego se ve que los péndulos 104, 105 y 106 no sufrieron grandes cambios en su longitud desde el principio al fin de la campaña, como se demuestra á continuación:

Estado núm. 3.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida) — Madrid (cierre) — Diferencias	$+27 \times 10^{-7}$	$+23 \times 10^{-7}$	-48×10^{-7}	$+21 \times 10^{-7}$

Siendo el 106 el que más discrepa, pero de éste nos ocuparemos más adelante.

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con las duraciones de oscilación de los otros en una estación cualquiera, comparadas con las correspondientes diferencias en las otras estaciones, mostrarán si hubo ó no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña diferencia entre la latitud de Madrid y la de las estaciones observadas hace que no sea preciso introducir corrección alguna

de latitud para hacerlas comparables entre sí; por lo tanto, del Estado número 2 deduciremos el siguiente

Estado núm. 4.

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	104-106	104-107	105-106	105-107	106-107
Madrid (salida)	— 770	— 178	— 884	+ 592	— 114	— 706
Alicante	(+ 462)	— 156	— 874	(— 618)	(— 1336)	— 718
Denia	(+ 198)	— 195	— 888	(— 393)	(— 1086)	— 693
Valencia	— 803	— 171	— 920	+ 632	— 117	— 749
Desierto	— 755	— 167	— 893	+ 588	— 138	— 726
Roquetas	— 816	— 176	— 932	+ 640	— 116	— 756
Salou	— 816	— 186	— 941	+ 630	— 125	— 755
Barcelona	— 789	— 190	— 923	+ 599	— 134	— 733
Madrid (cierre)	— 774	— 157	— 890	+ 617	— 116	— 733
Diferencias máximas	61	39	67	52	24	63

En este Estado se ve que el péndulo 105, en las estaciones de Alicante y Denia, ha dado duraciones de oscilación cuyas diferencias con las duraciones de oscilación de los otros péndulos discrepan mucho de las diferencias correspondientes en las demás estaciones, de lo que se deduce que las observaciones hechas con el péndulo 105 en las estaciones de Alicante y Denia son malas; por lo tanto, para los cálculos sucesivos quedan desechadas dichas observaciones.

Respecto al péndulo 106, que, como vimos al hacer la comparación entre los valores hallados para las diferencias de las duraciones de oscilación entre Madrid (salida) y Madrid (cierre), era el que mayor discrepancia presentaba, no vemos que la ofrezca en el Estado anterior, puesto que siendo la suma de las diferencias máximas para aquellas comparaciones en las que entra el citado péndulo igual á $39+52+63=154$, es de $61+67+24=152$ para las independientes del mismo.

Vemos, por tanto, que si por el Estado núm. 3 parece conveniente suprimir el péndulo 106 el Estado núm. 4 nos demuestra lo contrario, y en esta incertidumbre, y atendiendo á que la diferencia de cierre entre ambas estaciones de Madrid no es excesiva, nos decidiremos por conservarlo y tenerlo en cuenta en los cálculos posteriores.

Suprimiendo, por tanto, las observaciones del péndulo 105 en las estaciones de Alicante y Denia, el Estado núm. 2 (en el cual se encuentran los promedios de aquellas observaciones encerrados entre paréntesis) nos servirá para proseguir nuestro estudio.

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para saber la precisión obtenida en las observaciones habrán de calcularse por separado los errores medios cometidos en las diferentes operaciones de que se compone una determinación de esta clase y se englobarán estos errores parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de **g** en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.° Los errores cometidos en la observación de la duración de oscilación se obtendrán por la fórmula

$$e = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

en la cual [**vv**] representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores, [**n**] el número total de observaciones y **m** el número de péndulos observados.

Para obtener los valores de [**vv**] tendremos que obtener los de **vv**, que son los cuadrados de las diferencias. Teniendo en cuenta las supresiones hechas y procediendo análogamente á cuando obtuvimos el Estado núm. 1 obtendremos el siguiente, que resume estas operaciones:

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.		[vv]	[n]
	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n		
Madrid (salida)	789	5	691	4	21	3	1350	4	2851	16
Alicante	287	4	»	»	651	4	269	3	1207	11
Denia	1863	4	»	»	711	6	1469	6	4043	16
Valencia	1076	4	898	5	450	6	298	5	2722	20
Desierto	1308	5	874	6	978	6	783	6	3943	23
Roquetas	1005	4	563	4	2624	8	2330	8	6522	24
Salou	947	6	494	6	811	6	915	6	3167	24
Barcelona	807	6	995	6	451	6	1211	6	3464	24
Madrid (cierre)	302	6	314	6	502	6	503	6	1621	24
[vv]	8384		4829		7199		9128		29540	
[n]		44		37		51		50		182

Aplicando la fórmula

$$e = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

para cada estación, poniendo en vez de [vv] los valores de la última columna, sustituyendo [n] por los de la última y m por 4, que son los péndulos observados, menos en las estaciones de Alicante y Denia, en las cuales m es igual á 3, tendremos:

Madrid (salida)	$e = \pm 15{,}4 \times 10^{-7}$
Alicante	$e = \pm 12{,}3 \times 10^{-7}$
Denia	$e = \pm 17{,}6 \times 10^{-7}$
Valencia	$e = \pm 13{,}0 \times 10^{-7}$
Desierto	$e = \pm 14{,}4 \times 10^{-7}$
Roquetas	$e = \pm 18{,}1 \times 10^{-7}$
Salou	$e = \pm 12{,}6 \times 10^{-7}$
Barcelona	$e = \pm 13{,}2 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e = \pm 9{,}0 \times 10^{-7}$

Los valores de los errores del resultado medio en cada estación se obtendrán por la fórmula

$$e_r = \frac{1}{\sqrt{[n]}} \times e$$

dando los resultados siguientes:

Madrid (salida)	$e_r = \pm 3{,}9 \times 10^{-7}$
Alicante	$e_r = \pm 3{,}7 \times 10^{-7}$
Denia	$e_r = \pm 4{,}4 \times 10^{-7}$
Valencia	$e_r = \pm 2{,}9 \times 10^{-7}$
Desierto	$e_r = \pm 3{,}0 \times 10^{-7}$
Roquetas	$e_r = \pm 3{,}7 \times 10^{-7}$
Salou	$e_r = \pm 2{,}6 \times 10^{-7}$
Barcelona	$e_r = \pm 2{,}7 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_r = \pm 1{,}8 \times 10^{-7}$

Los valores de e y e_r para el promedio de las dos estaciones de Madrid serán:

$$e = \sqrt{\frac{2851 + 1621}{16 + 24 - 8}} = \pm 11{,}8 \times 10^{-7}$$

$$e_r = \frac{1}{\sqrt{40}} \times 11{,}8 = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores que da la duración de oscilación de cada uno de los péndulos en el conjunto de la campaña, nos valdremos de la

misma fórmula, poniendo en vez de [vv] y de [n] los valores contenidos en las dos últimas líneas del cuadro anterior y por m el número de estaciones, que son nueve, menos las observadas con el péndulo 105, que son siete.

Péndulo 104..... $e_{P.\,104} = \sqrt{\frac{8384}{44-9}} \times 10^{-7} = \pm 15{,}5 \times 10^{-7}$

Péndulo 105..... $e_{P.\,105} = \sqrt{\frac{4829}{37-7}} \times 10^{-7} = \pm 12{,}7 \times 10^{-7}$

Péndulo 106..... $e_{P.\,106} = \sqrt{\frac{7199}{51-9}} \times 10^{-7} = \pm 13{,}1 \times 10^{-7}$

Péndulo 107..... $e_{P.\,107} = \sqrt{\frac{9128}{50-9}} \times 10^{-7} = \pm 14{,}9 \times 10^{-7}$

El error medio general á todos los péndulos será:

$$e'_{P} = \sqrt{\frac{29540}{182-34}} = \pm 14{,}1 \times 10^{-7}$$

2.° Siendo las correcciones por reducción á la amplitud muy pequeñas, los errores que de ellas puedan provenir son insignificantes, y, por lo tanto, admitiremos que estos errores son nulos.

3.° Los errores que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío se deducen de los obtenidos al hacer el estudio de las constantes, cuyos valores son:

Péndulo 104.....	$0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id. 105.....	$0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id. 106.....	$0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id. 107.....	$0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

y un promedio 0,0000672 con un error de

$$\sqrt{\frac{11^2 + 9^2 + 8^2 + 11^2}{4}} = \pm 10 \times 10^{-7}$$

Siendo la relación entre este error y la constante media

$$\pm \frac{10}{672} = \pm 0{,}0149$$

En el cuadro siguiente se han reunido los valores de los promedios

de las correcciones por reducción al vacío en las diferentes estaciones. También figuran en él las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida).....	604,4	608,5	597,3	597,7	602	»
Alicante.....	636,2	»	627,2	628,7	631	33
Denia.....	626,8	»	616,5	619,5	621	23
Valencia.....	626,0	627,2	615,5	617,4	622	24
Desierto.....	582,0	585,3	573,2	575,3	579	19
Roquetas.....	614,7	620,5	606,4	609,3	613	15
Salou.....	621,2	624,3	612,2	619,8	619	21
Barcelona.....	605,0	603,5	590,8	593,5	598	00
Madrid (cierre).....	595,8	601,0	588,2	591,7	594	»
Madrid (promedio).....	600,1	604,7	592,7	594,7	598	»

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm 0{,}0149$ deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío:

Alicante..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 33 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Denia..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 23 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Valencia..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 24 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Desierto..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 19 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Roquetas..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 15 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Salou..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 21 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Barcelona..... $e_a = \pm 0{,}0149 \times 00 \times 10^{-7} = \pm 0{,}0 \times 10^{-7}$

4.º Análogamente se deducen los que proceden por la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura, cuyos valores son:

Péndulo 104..... $48{,}11 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
Id. 105..... $47{,}38 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id. 106..... $47{,}91 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
Id. 107..... $47{,}30 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

Su promedio es 47,675 y el valor del error medio de las constantes de temperatura será

$$\sqrt{\frac{0{,}14^2 + 0{,}12^2 + 0{,}10^2 + 0{,}07^2}{4}} = \pm 0{,}11 \times 10^{-7}$$

y la relación entre este error y la constante media será

$$\frac{\pm 0{,}11}{47{,}675} = \pm 0{,}0023$$

En el cuadro siguiente figuran los valores de los promedios de las correcciones por reducción de temperatura en las diferentes estaciones y las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones:

ESTACIONES	PROMEDIOS DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	|Δ|
Madrid (salida).....	560,0	543,2	541,7	538,5	546	»
Alicante.....	792,5	»	799,2	790,7	794	153
Denia.....	1041,3	»	1038,7	1029,2	1036	395
Valencia.....	1000,2	993,0	988,2	988,8	993	352
Desierto.....	902,0	890,2	902,2	891,5	897	256
Roquetas.....	1170,0	1148,3	1165,4	1147,9	1158	517
Salou.....	1110,7	1093,3	1121,7	1025,5	1088	447
Barcelona.....	897,0	940,5	951,7	942,8	933	292
Madrid (cierre).....	746,2	729,5	743,2	725,7	736	»
Madrid (promedio).....	653,1	636,3	642,4	632,1	641	»

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm 0{,}0023$ obtendremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante por reducción de temperatura:

Alicante..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 153 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Denia..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 395 \times 10^{-7} = \pm 0{,}9 \times 10^{-7}$
Valencia..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 352 \times 10^{-7} = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$
Desierto..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 256 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Roquetas..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 517 \times 10^{-7} = \pm 1{,}2 \times 10^{-7}$
Salou..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 447 \times 10^{-7} = \pm 1{,}0 \times 10^{-7}$
Barcelona..... $e_1 = \pm 0{,}0023 \times 292 \times 10^{-7} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación á consecuencia de los ε_m cometidos en las determinaciones de hora se calculan por la fórmula

$$e_m = \pm a s \varepsilon_m ,$$

siendo

$a = \frac{10^{+7}}{86400}$,

s = promedio de las duraciones de oscilación en cada estación, y

ε_m = los errores medios de conjunto de las determinaciones de hora en

cada estación, obteniéndose los valores que figuran en el cuadro adjunto:

ESTACIONES	a	s	ε_m	e_m
Madrid (salida)		0,5015359	0,07	$4,1 \times 10^{-7}$
Alicante		0,5015083	0,08	$4,6 \times 10^{-7}$
Denia		0,5014940	0,05	$2,9 \times 10^{-7}$
Valencia	10^{+7}	0,5014970	0,06	$3,5 \times 10^{-7}$
Desierto	86400	0,5015221	0,09	$5,2 \times 10^{-7}$
Roquetas		0,5014733	0,07	$4,1 \times 10^{-7}$
Salou		0,5014610	0,06	$3,5 \times 10^{-7}$
Barcelona		0,5014679	0,09	$5,2 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)		0,5015329	0,05	$2,9 \times 10^{-7}$

6.° Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén, y que se han obtenido anteriormente en cada estación, son los siguientes:

Madrid (salida) ..... $e_b = \pm 0,8 \times 10^{-7}$
Alicante ..... $e_b = \pm 1,1 \times 10^{-7}$
Denia ..... $e_b = \pm 0,5 \times 10^{-7}$
Valencia ..... $e_b = \pm 0,5 \times 10^{-7}$
Desierto ..... $e_b = \pm 3,3 \times 10^{-7}$
Roquetas ..... $e_b = \pm 0,6 \times 10^{-7}$
Salou ..... $e_b = \pm 1,4 \times 10^{-7}$
Barcelona ..... $e_b = \pm 2,2 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre) ..... $e_b = \pm 0,8 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

Obtenidos los diversos errores cometidos en las varias operaciones realizadas para las determinaciones de la gravedad, se tendrá el error medio total en cada una de las estaciones empleando la fórmula siguiente:

$$E = \sqrt{e_s^2\,(\text{Madrid}) + e_s^2\,(\text{estación observada}) + e_b^2 + e_a^2 + e_t^2 + e_m^2 + e_b^2}$$

En el cuadro siguiente figuran los cuadrados de estos errores y la suma de los mismos para cada una de las estaciones:

ESTACIONES	e_1^2 (Madrid)	e_2^2 (Est.)	e_3^2	e_4^2	e_5^2	e_6^2	e_7^2	E^2
Alicante	$1{,}9^2$	$3{,}7^2$	$0{,}0^2$	$0{,}5^2$	$0{,}4^2$	$4{,}6^2$	$1{,}1^2$	40,08
Denia	$1{,}9^2$	$4{,}4^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$0{,}9^2$	$2{,}9^2$	$0{,}5^2$	32,53
Valencia	$1{,}9^2$	$2{,}9^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$0{,}8^2$	$3{,}5^2$	$0{,}5^2$	25,25
Desierto	$1{,}9^2$	$3{,}0^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$0{,}6^2$	$5{,}2^2$	$3{,}3^2$	50,99
Roquetas	$1{,}9^2$	$3{,}7^2$	$0{,}0^2$	$0{,}2^2$	$1{,}2^2$	$4{,}1^2$	$0{,}6^2$	35,95
Salou	$1{,}9^2$	$2{,}6^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$1{,}0^2$	$3{,}5^2$	$1{,}4^2$	25,67
Barcelona	$1{,}9^2$	$2{,}7^2$	$0{,}0^2$	$0{,}0^2$	$0{,}7^2$	$5{,}2^2$	$2{,}2^2$	43,27

Extrayendo las raíces cuadradas de los valores contenidos en la última columna tendremos los errores **E** para la duración de oscilación en cada una de las estaciones:

Alicante ..... $E = \pm 6{,}3 \times 10^{-7}$

Denia ..... $E = \pm 5{,}7 \times 10^{-7}$

Valencia ..... $E = \pm 5{,}0 \times 10^{-7}$

Desierto ..... $E = \pm 7{,}2 \times 10^{-7}$

Roquetas ..... $E = \pm 6{,}0 \times 10^{-7}$

Salou ..... $E = \pm 5{,}1 \times 10^{-7}$

Barcelona ..... $E = \pm 6{,}6 \times 10^{-7}$

CAPÍTULO III

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Para determinar los valores de **g**, ó sean los valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en cualquiera estación, aplicaremos la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m} + 3g_m \left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la cual **g** es el valor de la gravedad que se quiere determinar en una estación cualquiera, g_m el valor de la gravedad en Madrid, que es 979,981, **s** el valor de la duración de oscilación en la estación de que se trata, obtenido con un péndulo determinado, y s_m el valor de la duración de oscilación en Madrid, obtenido con el mismo péndulo.

Los valores de s_m, para cada uno de los péndulos 104, 105, 106 y 107, son:

Péndulo	104.....	$s_m = 0{,}5014887$
Id.	105.....	$s_m = 0{,}5015659$
Id.	106.....	$s_m = 0{,}5015055$
Id.	107.....	$s_m = 0{,}5015774$

Aplicando, pues, la fórmula anterior llegaremos á los resultados que figuran en el siguiente cuadro:

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. PROMEDIOS
1912	Alicante.....	104	980,038	980,042
		106	043	
		107	044	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1912	Denia	104	980,101	980,098
		106	091	
		107	101	
	Valencia	104	980,133	980,127
		105	121	
		106	132	
		107	121	
	Desierto	104	980,028	980,029
		105	035	
		106	028	
		107	026	
	Roquetas	104	980,229	980,220
		105	212	
		106	226	
		107	212	
	Salou	104	980,279	980,268
		105	262	
		106	272	
		107	258	
	Barcelona	104	980,248	980,240
		105	241	
		106	239	
		107	234	

Los errores correspondientes á estos valores de **g**, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2 g_m}{s_m} E$$

en la cual por g_m se representa el valor de la gravedad en Madrid, por s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de oscilación, ó sea 0,5015344, y por E todos los valores deducidos en el capítulo anterior.

Su aplicación nos conduce á los valores siguientes:

Alicante..... $E_g = \pm 2{,}5 \times 10^{-5}$
Denia..... $E_g = \pm 2{,}2 \times 10^{-5}$
Valencia..... $E_g = \pm 2{,}0 \times 10^{-5}$
Desierto..... $E_g = \pm 2{,}8 \times 10^{-5}$
Roquetas..... $E_g = \pm 2{,}3 \times 10^{-5}$
Salou..... $E_g = \pm 2{,}0 \times 10^{-5}$
Barcelona..... $E_g = \pm 2{,}6 \times 10^{-5}$

En resumen, tendremos finalmente para

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Alicante	$g = 980{,}042$
Denia	$g = 980{,}098$
Valencia	$g = 980{,}127$
Desierto	$g = 980{,}029$
Roquetas	$g = 980{,}220$
Salou	$g = 980{,}268$
Barcelona	$g = 980{,}240$

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por medio de la fórmula

$$g'' = g + \delta g + \delta' g$$

siendo

$$\delta g = 0{,}0003086\ H \quad \text{y} \quad \delta' g = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_n)$$

en las cuales representan:

H, altitud sobre el nivel del mar del plano determinado por los centros de las lentejas de los péndulos.

θ_m, densidad media de la tierra igual á 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

El cuadro siguiente nos pone de manifiesto el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos:

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta' g$
Alicante	980,042	40	2,0	+ 0,012	— 0,003
Denia	980,098	5	2,2	+ 0,002	— 0,001
Valencia	980,127	6	2,0	+ 0,002	— 0,001
Desierto	980,029	728	2,2	+ 0,225	— 0,067
Roquetas	980,220	43	2,3	+ 0,013	— 0,004
Salou	980,268	2	2,0	+ 0,001	— 0,000
Barcelona	980,240	407	2,6	+ 0,126	— 0,045

De los cuales deduciremos los valores de

$$g_0 = g + \delta g \qquad \text{y} \qquad g''_0 = g_0 + \delta' g$$

que serán, respectivamente:

ESTACIONES	g_0	g''_0
Alicante	980,054	980,051
Denia	980,100	980,099
Valencia	980,129	980,128
Desierto	980,254	980,187
Roquetas	980,233	980,229
Salou	980,269	980,269
Barcelona	980,366	980,321

El cálculo teórico de los valores de g, que representamos por γ_0, lo haremos por la fórmula de Helmert (1909):

$$\gamma_0 = 978{,}030\,(1 + 0{,}005302\,\text{sen}^2\varphi - 0{,}000007\,\text{sen}^2 2\varphi)$$

En el cuadro siguiente se expresan los valores de γ_0 correspondientes á los diversos de φ, que representan la latitud del lugar de observación:

ESTACIONES	φ	γ_0
Alicante	38° 20',7	980,019
Denia	38 51,0	980,063
Valencia	39 29,5	980,120
Desierto	40 05,1	980,174
Roquetas	40 49,0	980,239
Salou	41 04,0	980,261
Barcelona	41 25,3	980,293

Finalmente, el conjunto de los valores encontrados se ve reunido en el siguiente estado:

Resumen de los valores de g obtenidos en la campaña de 1912.

ESTACIONES	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	θ	g	g_0	g_0''	γ_0	$g_0'' - \gamma_0$ 10^{-3} cm.	$g_0 - \gamma_0$ 10^{-3} cm.
	° ′	° ′	m		cm.	cm.	cm.	cm.		
Alicante.....	−0 29,0	38 20,7	40,00	2,0	980,042	980,054	980,051	980,019	+0,032	+0,035
Denia.....	+0 06,0	38 51,0	5,00	2,2	980,098	980,100	980,099	980,063	+0,036	+0,037
Valencia.....	−0 22,6	39 29,5	6,00	2,0	980,127	980,129	980,128	980,120	+0,008	+0,009
Desierto.....	+0 01,8	40 05,1	728,00	2,2	980,029	980,254	980,187	980,174	+0,013	+0,080
Roquetas.....	+0 29,7	40 49,0	43,00	2,3	980,220	980,233	980,229	980,239	−0,010	−0,006
Salou.....	+1 09,0	41 04,0	2,00	2,0	980,268	980,269	980,269	980,261	+0,008	+0,008
Barcelona.....	+2 07,0	41 25,3	407,00	2,6	980,240	980,366	980,321	980,293	+0,028	+0,073

ÍNDICE

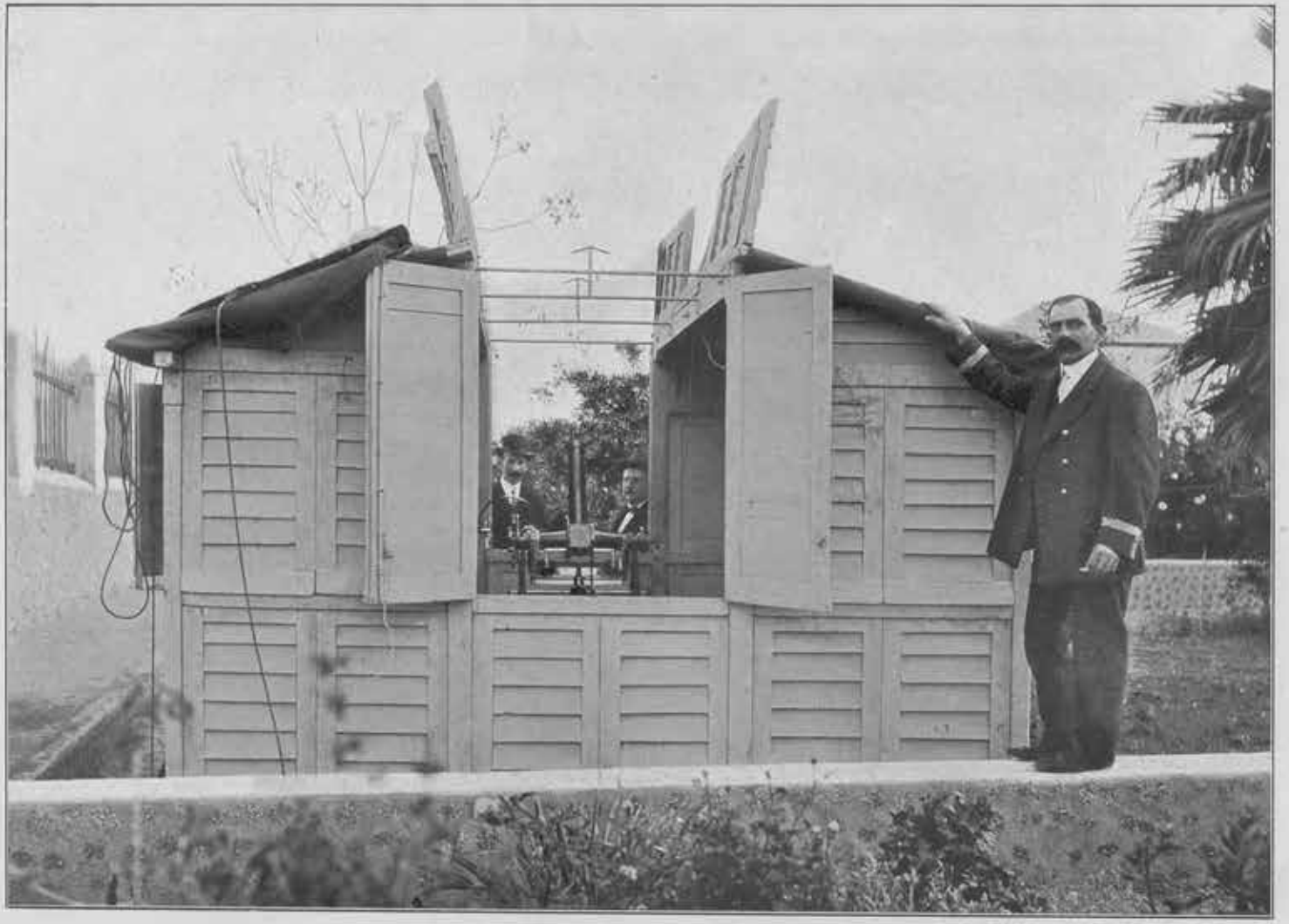
Páginas.

INTRODUCCIÓN 7

CAPÍTULO PRIMERO.—Resultados inmediatos y deducidos 9

CAPÍTULO SEGUNDO.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1912 49

CAPÍTULO TERCERO.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en la campaña de 1912 61



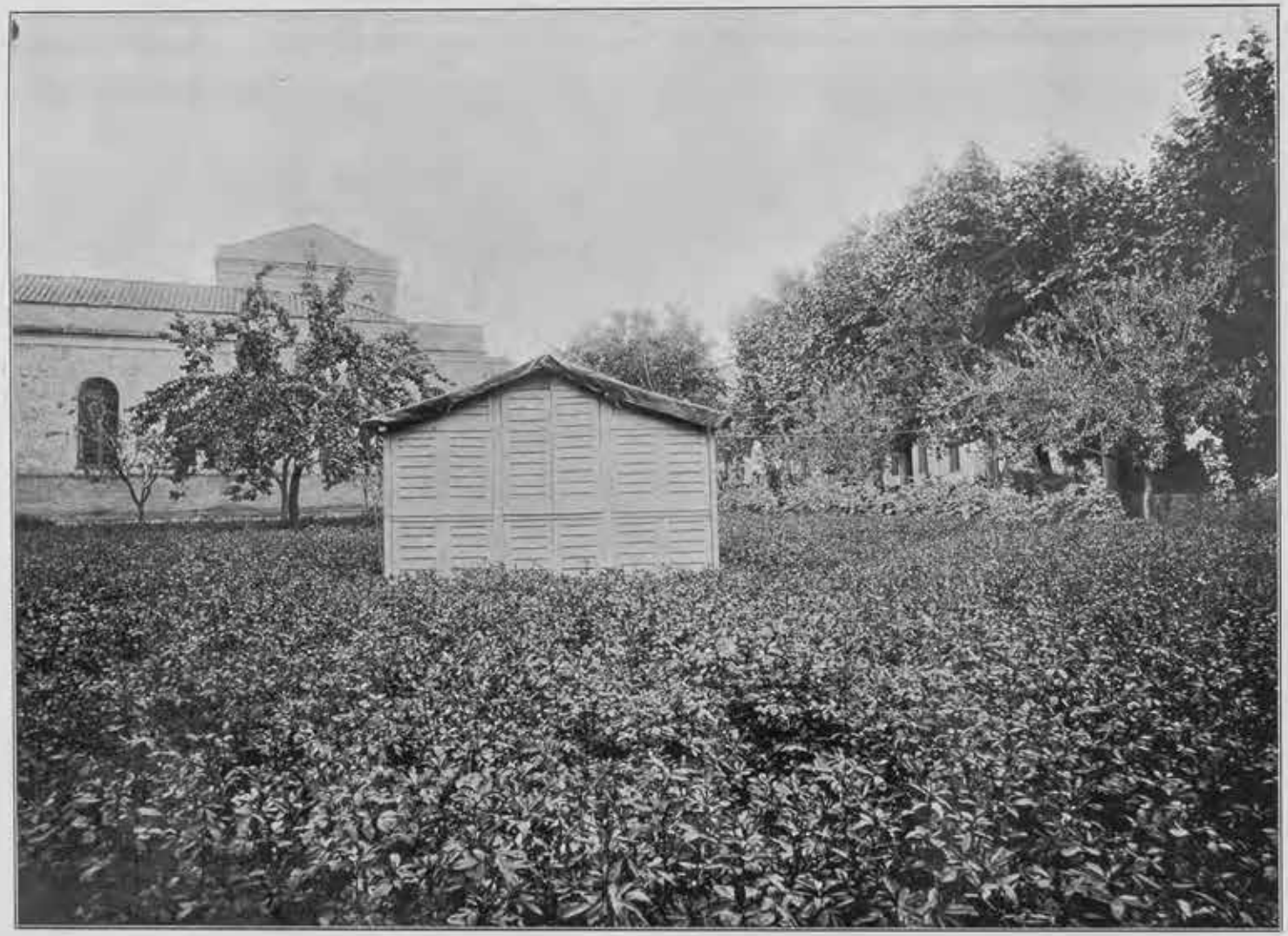
INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN „TORRE SOFÍA" ALICANTE.



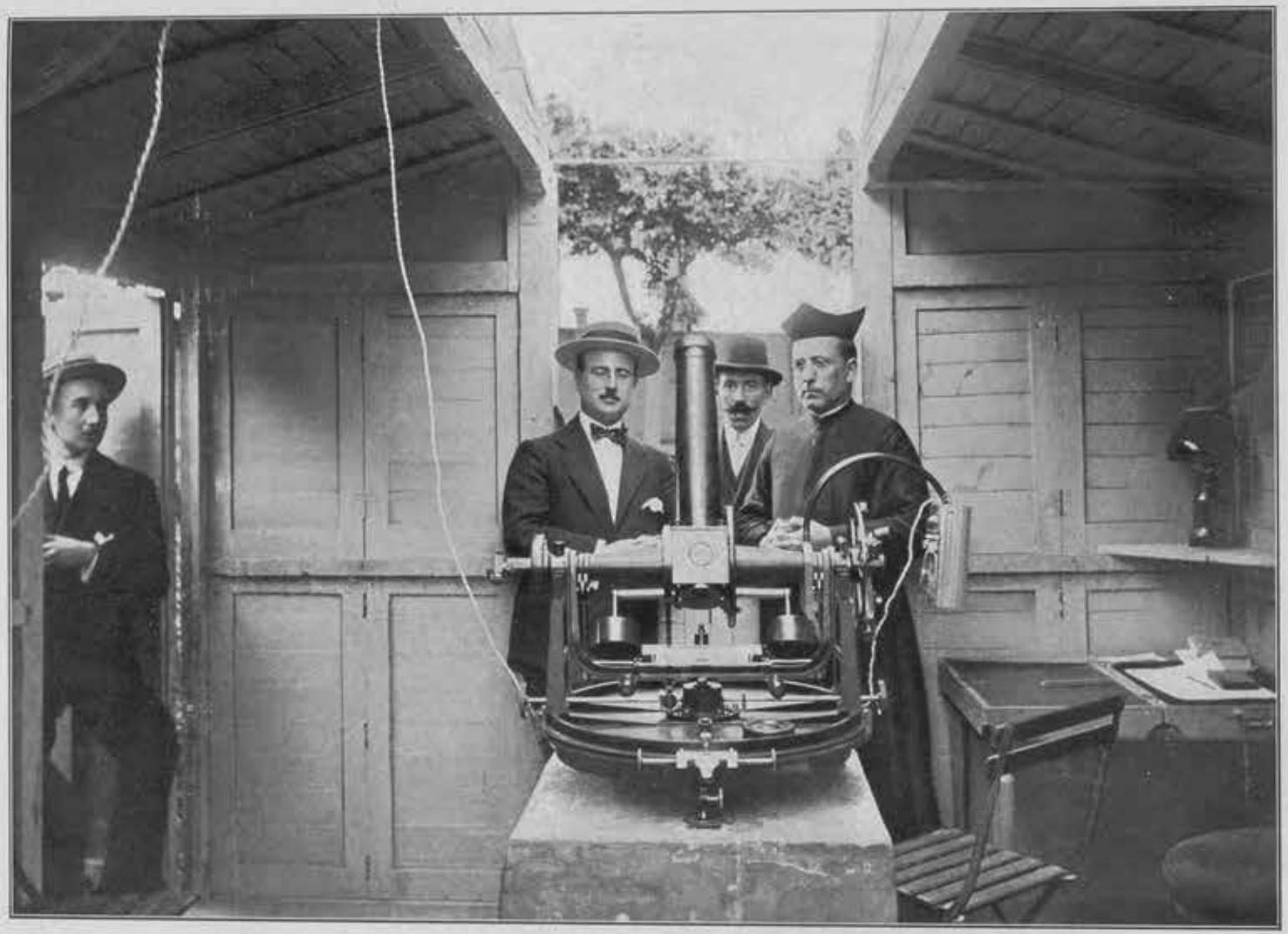
LOCAL DE OBSERVACIÓN EN LAS ESCUELAS PÚBLICAS DE DENIA.



INSTALACIÓN DEL PÉNDULO EN EL COLEGIO DE JESUITAS DE VALENCIA.



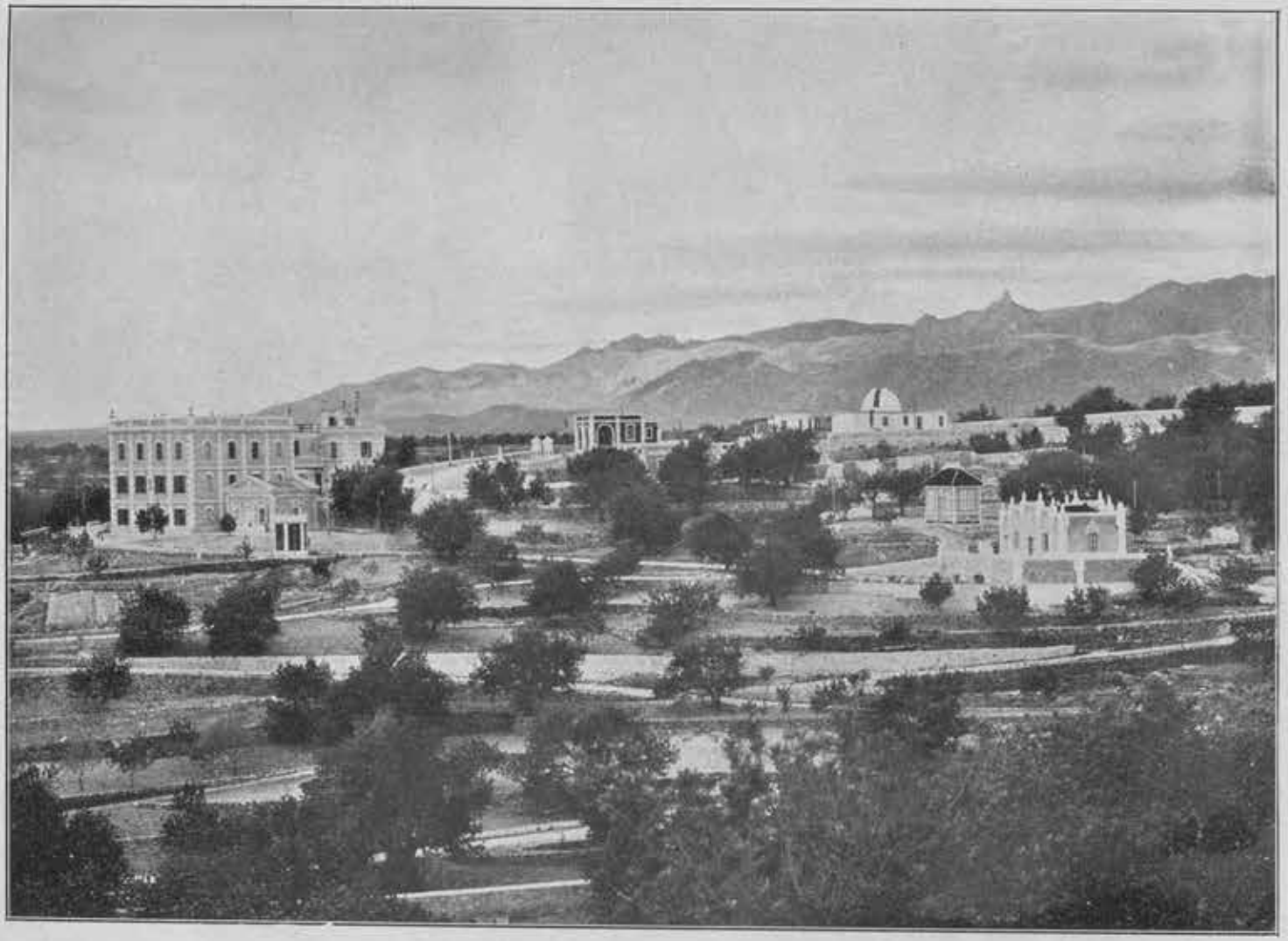
INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN VALENCIA. — VISTA EXTERIOR.



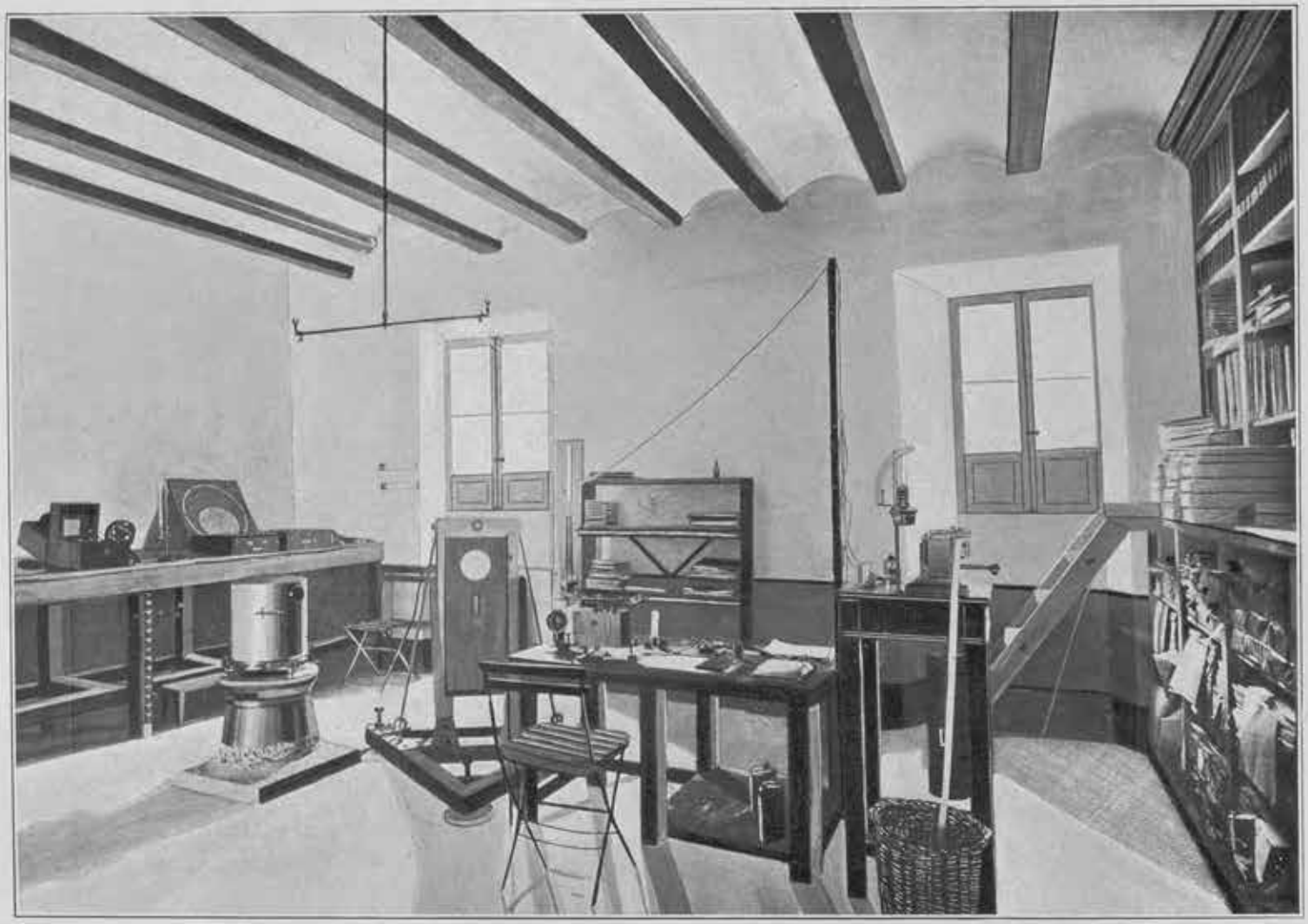
INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN VALENCIA. — VISTA INTERIOR.



VÉRTICE GEODÉSICO DE PRIMER ORDEN „DESIERTO" (CASTELLÓN)



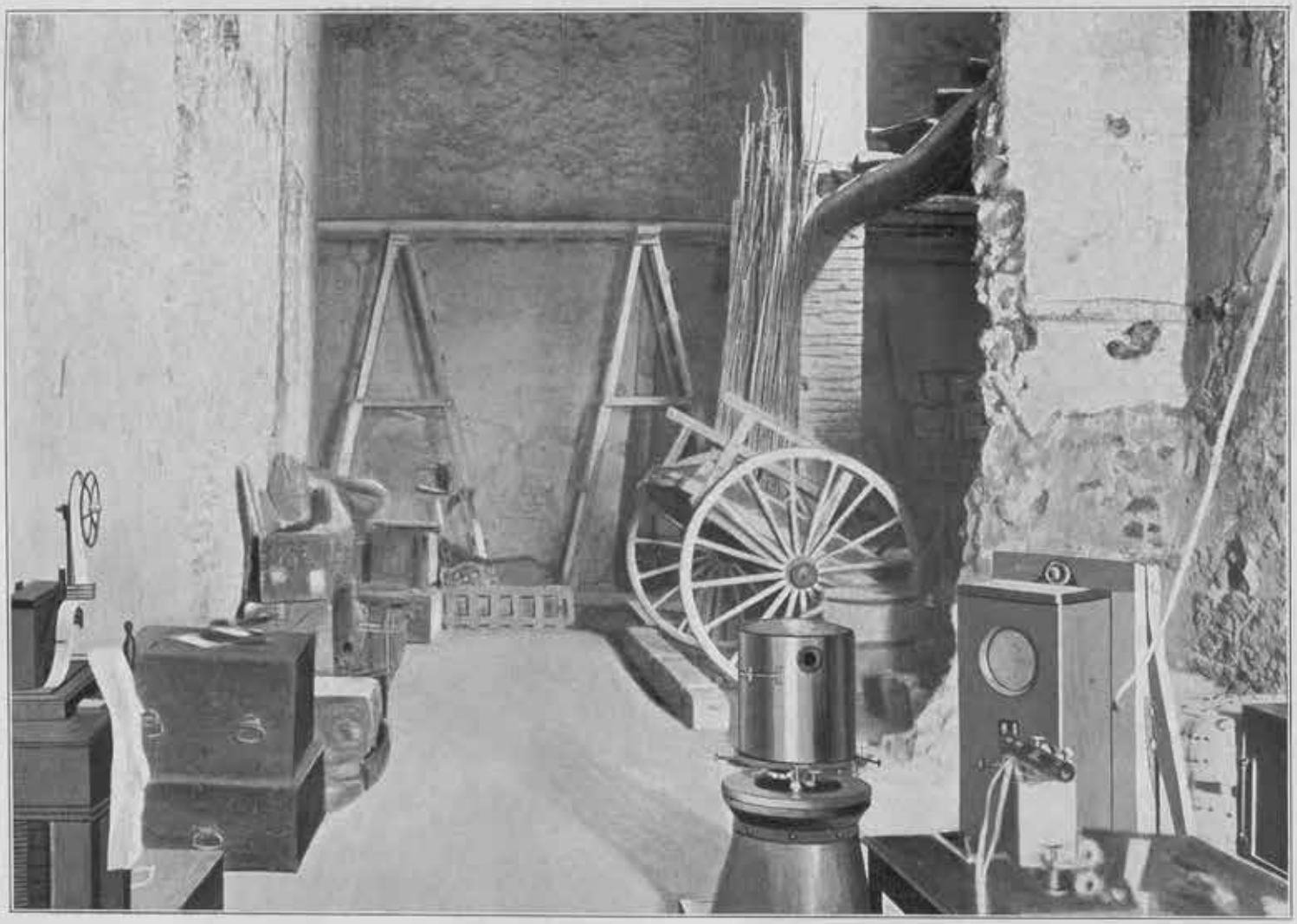
VISTA PANORÁMICA DEL OBSERVATORIO DEL EBRO



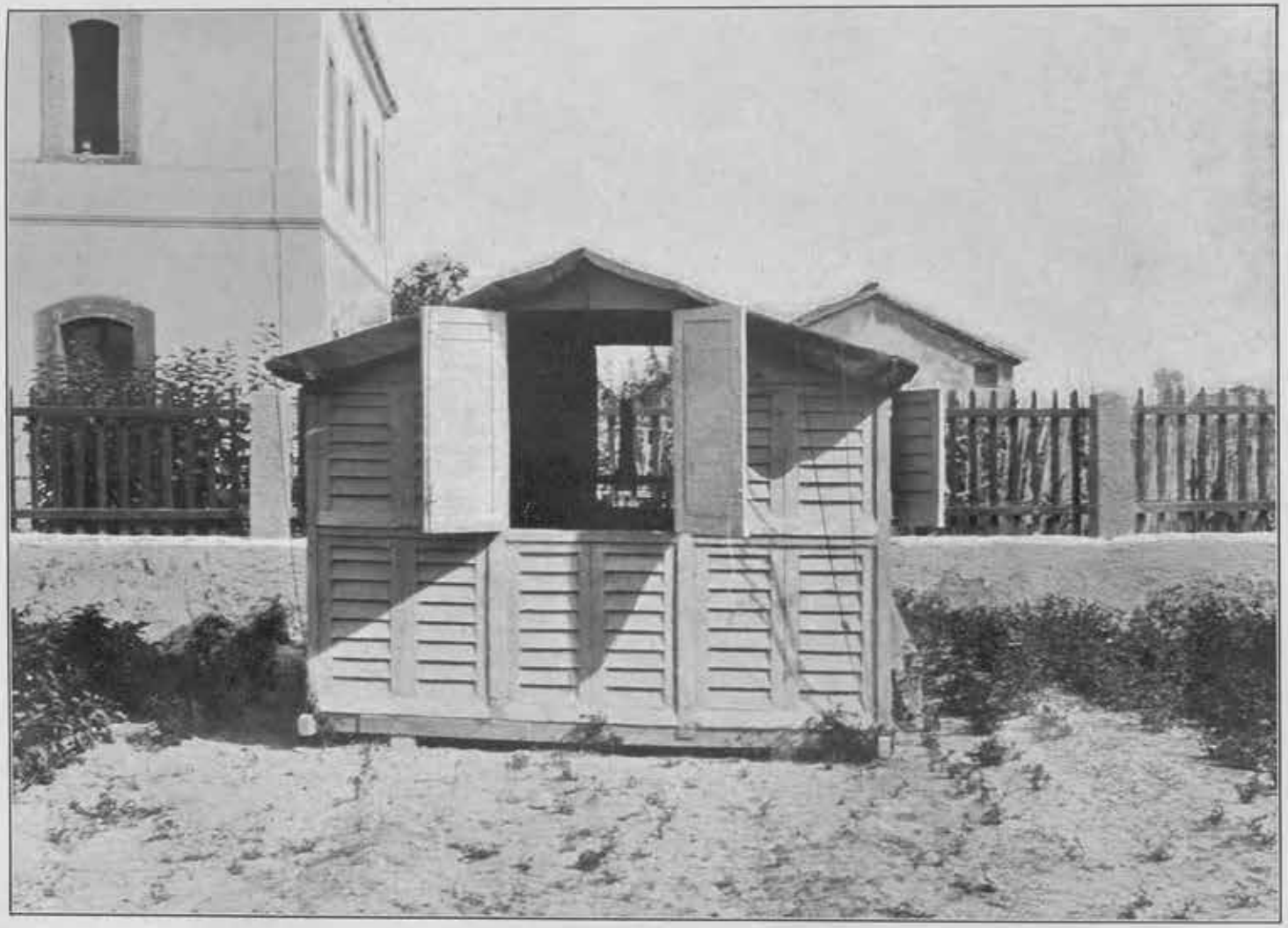
LOCAL DE INSTALACIÓN DEL PÉNDULO EN EL OBSERVATORIO DEL EBRO



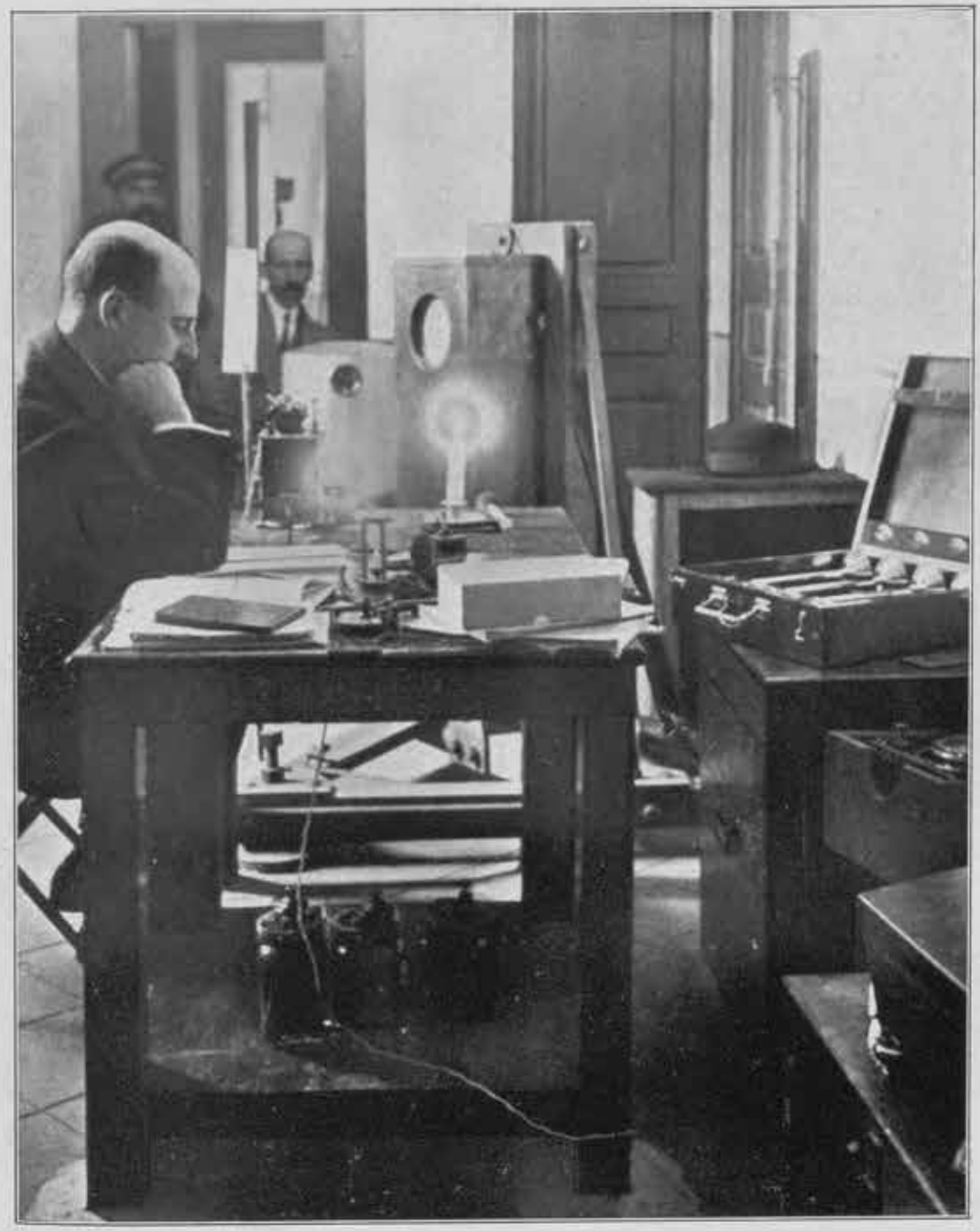
BARRACA ASTRONÓMICA EN EL OBSERVATORIO DEL EBRO



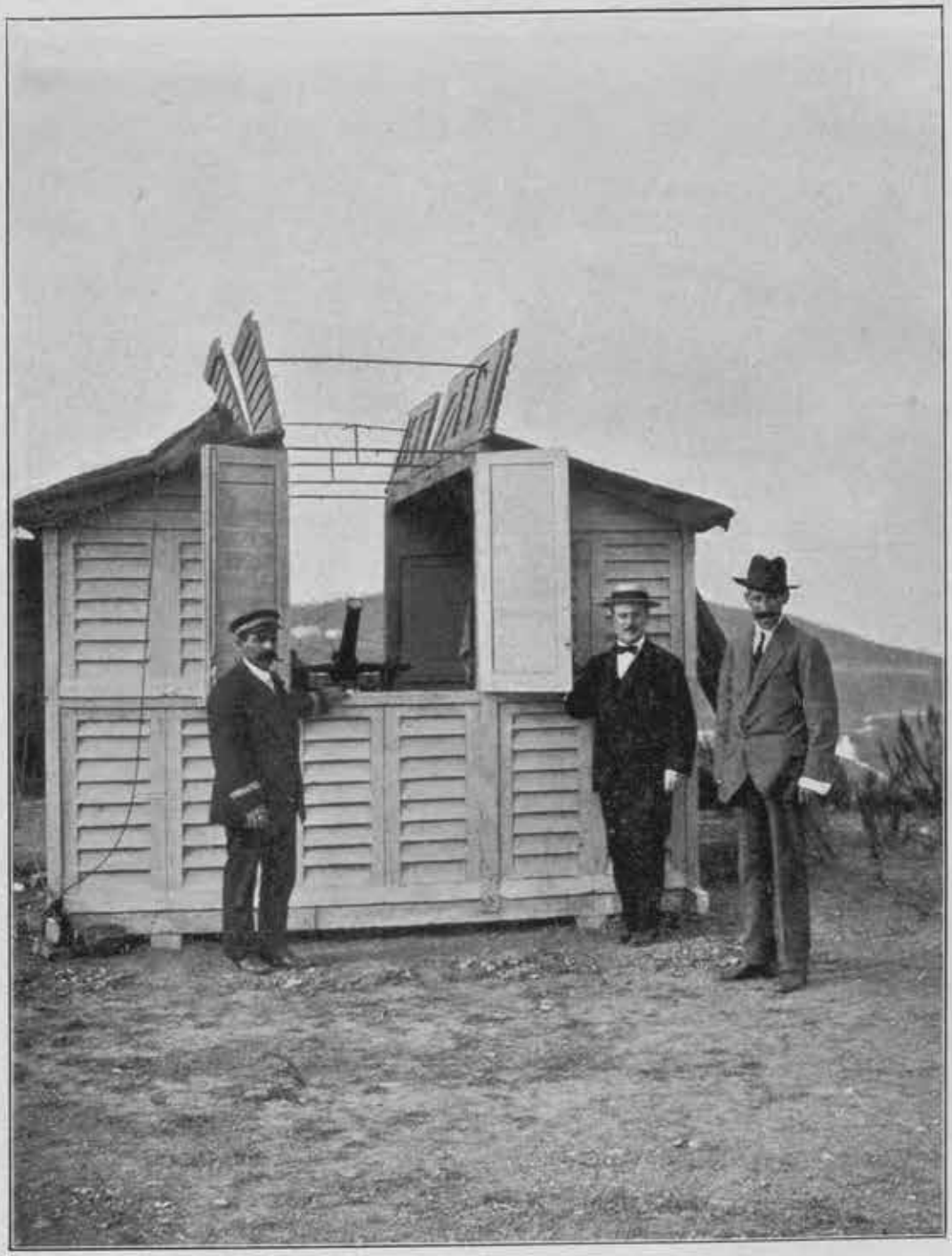
INSTALACIÓN DEL PÈNDULO EN SALOU (TARRAGONA)



BARRACA ASTRONÓMICA EN SALOU (TARRAGONA)



INSTALACIÓN DEL PÉNDULO EN EL OBSERVATORIO DE FABRA



VISTA DE LA INSTALACIÓN ASTRONÓMICA EN EL OBSERVATORIO DE FABRA

DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

V

DETERMINACIONES RELATIVAS
DE LA
INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR

D. GUILLERMO SANS Y HUELIN

CAPITÁN DE ARTILLERIA É INGENIERO GEÓGRAFO



MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

1918

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

INTRODUCCIÓN

Durante el año 1914, y en los meses del mismo comprendidos entre Junio y Octubre, estuve encargado de realizar las observaciones conducentes á la determinación relativa de la fuerza de la gravedad en las estaciones siguientes: Coca (Segovia), Valladolid, Lugo, Ponferrada (León), Benavente (Zamora) y Salamanca. A las anteriores observaciones hay que agregar las efectuadas en el Observatorio Astronómico, tanto al principio como al fin de la campaña, como la aplicación del método de relativas exige. Obtenidos y reunidos todos los datos necesarios, efectué en los meses sucesivos el cálculo de las reducciones y el de los valores de g, averiguando la precisión alcanzada en éstos por medio del cálculo de errores, siendo el fin de la presente *Memoria* la exposición de todos los resultados.

Tanto en la recopilación de los datos de campo como en el posterior trabajo de gabinete, me prestó su valiosa cooperación el culto Topógrafo D. Santiago Espuñes, Auxiliar de esta Brigada de Péndulo.

Aparatos y constantes de los mismos.

1.° Los aparatos empleados por nosotros en esta campaña fueron:

Aparato de péndulos modelo Sterneck.
Péndulos números 104, 105, 106 y 107: 47, 66, 46 y 65.
Aparato de coincidencias.
Reloj Strasser de medio segundo, núm. 278.
Cronógrafo Hipp.
Anteojo de pasos Repsold, núm. 2.
Termómetro péndulo, núm. 19640.
Barómetro Tonnelot, núm. 964.
Psicrómetro.

2.° Las constantes de presión correspondientes á los citados péndulos son:

Péndulo 104	$\lambda = 0{,}0000675$
Id. 105	$\lambda = 0{,}0000679$
Id. 106	$\lambda = 0{,}0000665$
Id. 107	$\lambda = 0{,}0000668$
Id. 47	$\lambda = 0{,}0000654$
Id. 66	$\lambda = 0{,}0000679$
Id. 46	$\lambda = 0{,}0000653$
Id. 65	$\lambda = 0{,}0000688$

3.° Las constantes de los mismos péndulos para la corrección de temperatura son:

Péndulo 104	$\tau = 0{,}000004811$
Id. 105	$\tau = 0{,}000004738$
Id. 106	$\tau = 0{,}000004791$
Id. 107	$\tau = 0{,}000004730$
Id. 47	$\tau = 0{,}000004861$
Id. 66	$\tau = 0{,}000004799$
Id. 46	$\tau = 0{,}000004790$
Id. 65	$\tau = 0{,}000004348$

4.° El anteojo de pasos estaba provisto del nivel núm. 115624, siendo 1″,9 el valor de una división del mismo.

5.° El termómetro péndulo empleado fué el señalado con el número 19640, cuyas correcciones son:

+ 0	— 0,06
+ 10	— 0,04
+ 20	— 0,10
+ 30	— 0,04
+ 40	— 0,06

6.° La corrección que debe aplicarse á las observaciones hechas con el barómetro Tonnelot núm. 964, deducidas por comparación con el normal del Observatorio de Madrid, es + 0,40.

7.° Finalmente, los valores de g, correspondientes á cada estación, se han calculado partiendo del valor de la gravedad en Madrid, $g = 979{,}981$.

CAPÍTULO PRIMERO

RESULTADOS INMEDIATOS Y DEDUCIDOS

ESTACIÓN DE MADRID (salida)

Local de observación.

El local en donde se hicieron las observaciones fué, como de costumbre, una habitación del Observatorio Astronómico de Madrid, situada en el cuerpo central del edificio y orientada al Norte.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 41',3 W.
Latitud N.....	40° 24',5
Altitud sobre el nivel medio del mar de Alicante.....	656m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados del reloj Strasser por medio de comparaciones cronográficas con el reloj Magistral del Observatorio.

Obtenidos los estados, se dedujeron los movimientos, y después de calculados los errores correspondientes se llegó á los resultados que figuran en el siguiente cuadro, resumen del conjunto de determinaciones de hora.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
5 de Mayo de 1914.....	1 57	— 1,13 ± 0,04	
6 íd. íd.	1 33	— 2,12 ± 0,04	— 1,01 ± 0,06
7 íd. íd.	0 37	— 3,01 ± 0,04	— 0,93 ± 0,06
8 íd. íd.	1 00	— 3,88 ± 0,04	— 0,86 ± 0,06
10 íd. íd.	1 16	— 4,99 ± 0,05	
11 íd. íd.	1 53	— 5,76 ± 0,05	— 0,75 ± 0,07
12 íd. íd.	0 40	— 6,71 ± 0,04	— 1,00 ± 0,06
13 íd. íd.	0 47	— 7,79 ± 0,04	— 1,07 ± 0,06
14 íd. íd.	0 45	— 8,57 ± 0,04	— 0,78 ± 0,06
15 íd. íd.	2 00	— 9,34 ± 0,04	— 0,73 ± 0,06
16 íd. íd.	4 27	— 10,10 ± 0,02	— 0,69 ± 0,04

Los errores relativos á la marcha diaria del reloj se calcularon por la fórmula

$$\varepsilon'_m = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{t_2 - t_1}$$

en la que m_1 y m_2 representan los errores correspondientes á dos estados consecutivos del reloj, y $t_2 - t_1$, el tiempo expresado en días, entre las dos determinaciones de las que se dedujeron dichos estados, resultando para error medio del conjunto de las observaciones el promedio de estos errores diarios, que en este caso es

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,06.$$

Duraciones de oscilación.

En los estados señalados con las letras A_1 y A_2 pueden verse los cálculos y correcciones que se han hecho para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 y los 46-47 oscilaron en dirección NE. y SW., así como los 105-107 y 65-66, en la NW.-SE., siendo los valores obtenidos por el estudio del balance, según el método de Borrass, los siguientes:

Péndulos 104 y 106.

30×10^{-7}
30×10^{-7}
31×10^{-7}
34×10^{-7}

31×10^{-7}

Péndulos 105 y 107.

34×10^{-7}
35×10^{-7}
36×10^{-7}
30×10^{-7}

34×10^{-7}

Péndulos 46 y 47.	Péndulos 65 y 66.
31×10^{-7}	34×10^{-7}
37×10^{-7}	32×10^{-7}
27×10^{-7}	35×10^{-7}
26×10^{-7}	34×10^{-7}
30×10^{-7}	34×10^{-7}

Los errores correspondientes se han calculado por la fórmula

$$\frac{1}{n}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}} = \varepsilon_b$$

aplicada á cada pareja de péndulos, en la que Σv^2 representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las diversas determinaciones del balance y cada una de ellas, y **n**, el número de determinaciones. La aplicación de la fórmula da los siguientes resultados:

Péndulos 104 y 106: $\varepsilon_{b_1} = \pm 0{,}9 \times 10^{-7}$
Id. 105 y 107: $\varepsilon_{b_2} = \pm 1{,}3 \times 10^{-7}$
Id. 46 y 47: $\varepsilon_{b_3} = \pm 2{,}5 \times 10^{-7}$
Id. 65 y 66: $\varepsilon_{b_4} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes son los que siguen:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014871	0,5015665	0,5015047	0,5015740
883	669	4992	854
817	620	4980	806
825	642	4991	828
976	595	5022	821
858	635	5032	809
0,5014872	0,5015638	0,5015011	0,5015810

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068297	0,5065796	0,5066482	0,5065959
298	86	514	74
353	26	490	60
330	59	462	74
321	74	492	67
298	71	464	37
0,5068316	0,5065769	0,5066484	0,5065962

Estado A. **ESTACIÓN DE MADRID (salida)**

FECHAS — 1914	Péndulos	Hora sidérea	Presión atmosférica reducida	Tensión del vapor de agua	Temperatura del péndulo	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj	Período de las coincidencias	Duración de la oscilación observada	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida
										Por la amplitud	Al vacío	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
5 de Mayo....	104	2 18	712,70	9,5	15,82	11,8	— 1,01	153,680	0,5016321	— 4	— 595	— 761	— 59	— 31	0,5014871
5 íd.	105	6 31	711,65	10,3	16,27	11,6	— 1,01	146,445	7130	— 4	— 597	— 771	— 59	— 34	5665
5 íd.	106	7 45	711,60	10,3	16,37	11,9	— 1,01	151,935	6509	— 4	— 584	— 784	— 59	— 31	5047
6 íd.	107	0 17	711,65	9,6	16,02	12,0	— 1,01	145,995	7183	— 4	— 588	— 758	— 59	— 34	5740
6 íd.	104	1 39	711,55	9,3	16,17	12,1	— 0,93	153,460	0,5016344	— 4	— 594	— 778	— 54	— 31	0,5014883
6 íd.	105	3 00	711,20	9,8	16,32	11,6	— 0,93	146,440	7130	— 4	— 596	— 773	— 54	— 34	5689
6 íd.	106	6 30	710,25	10,5	16,72	11,7	— 0,93	152,345	6464	— 4	— 582	— 801	— 54	— 31	4992
6 íd.	107	7 53	710,30	11,1	16,82	11,8	— 0,93	144,785	7327	— 4	— 585	— 796	— 54	— 34	5854
7 íd.	104	0 44	709,95	10,5	16,57	11,9	— 0,86	153,965	0,5016290	— 4	— 591	— 797	— 50	— 31	0,5014817
7 íd.	105	2 03	709,55	10,9	16,67	11,8	— 0,86	146,765	7092	— 4	— 594	— 790	— 50	— 34	5620
7 íd.	106	6 39	707,95	11,1	17,02	11,9	— 0,86	152,380	6460	— 4	— 580	— 815	— 50	— 31	4980
7 íd.	107	7 57	707,90	11,1	17,17	11,8	— 0,86	145,105	7288	— 4	— 582	— 812	— 50	— 34	5806
10 íd.	104	1 35	714,65	8,8	15,03	12,2	— 0,75	154,570	0,5016226	— 4	— 599	— 723	— 44	— 31	0,5014825
10 íd.	105	2 53	714,50	8,8	15,23	12,1	— 0,75	147,145	7048	— 4	— 602	— 722	— 44	— 34	5642
10 íd.	106	6 41	713,70	8,9	15,67	12,2	— 0,75	152,855	6409	— 4	— 588	— 751	— 44	— 31	4991
10 íd.	107	7 59	713,65	9,3	15,77	12,0	— 0,75	145,465	7246	— 4	— 590	— 746	— 44	— 34	5828
10 íd.	104	8 13	713,65	9,1	15,92	11,8	— 0,75	152,785	0,5016417	— 4	— 596	— 766	— 44	— 31	0,5014976
11 íd.	105	0 39	712,35	8,6	15,28	11,9	— 0,75	147,550	7001	— 4	— 600	— 724	— 44	— 34	5595
11 íd.	106	1 59	712,00	9,3	15,38	11,9	— 1,00	152,580	6439	— 4	— 587	— 737	— 58	— 31	5022
11 íd.	107	3 18	711,30	9,4	15,52	12,2	— 1,00	145,510	7240	— 4	— 589	— 734	— 58	— 34	5821
11 íd.	104	6 48	709,65	9,0	15,87	12,1	— 1,00	153,800	0,5016308	— 4	— 593	— 764	— 58	— 31	0,5014858
11 íd.	105	8 07	709,40	9,5	16,02	12,0	— 1,00	146,815	7086	— 4	— 596	— 759	— 58	— 34	5635
12 íd.	106	0 50	708,10	9,8	15,67	11,7	— 1,07	152,355	6463	— 4	— 583	— 751	— 62	— 31	5032
12 íd.	107	2 09	708,05	9,8	15,82	11,9	— 1,07	145,495	7242	— 4	— 585	— 748	— 62	— 34	5809

Estado A.

ESTACIÓN DE MADRID (salida)

FECHAS — 1914	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
12 de Mayo....	47	8 24	707,05	10,2	16,97	13,5	— 1,07	36,3216	0,5069790	— 5	— 570	— 825	— 63	— 30	0,5068297
13 id.	66	6 57	708,90	10,0	16,42	13,4	— 0,78	37,6676	7263	— 5	— 594	— 788	— 46	— 34	5796
13 id.	46	7 41	708,85	10,2	16,47	13,2	— 0,78	37,3066	7923	— 5	— 571	— 789	— 46	— 30	6482
13 id.	65	8 21	708,80	10,2	16,52	13,1	— 0,78	37,6118	7364	— 5	— 602	— 718	— 46	— 34	5959
14 id.	47	0 56	709,50	10,1	16,17	13,2	— 0,73	36,3500	0,5069735	— 5	— 573	— 786	— 43	— 30	0,5068298
14 id.	66	1 35	709,40	10,3	16,27	13,2	— 0,73	37,6782	7244	— 5	— 595	— 781	— 43	— 34	5786
14 id.	46	2 14	709,20	10,2	16,32	13,2	— 0,73	37,2940	7946	— 5	— 572	— 782	— 43	— 30	6514
14 id.	65	2 54	708,95	10,2	16,37	13,1	— 0,73	37,6080	7371	— 5	— 603	— 712	— 43	— 34	5974
14 id.	47	3 34	708,70	10,2	16,47	13,3	— 0,73	36,3148	0,5069804	— 5	— 572	— 801	— 43	— 30	0,5068353
14 id.	66	7 00	707,35	10,3	16,72	13,7	— 0,73	37,7010	7202	— 5	— 592	— 802	— 43	— 34	5726
14 id.	46	7 41	707,40	10,5	16,72	13,2	— 0,73	37,2982	7938	— 5	— 569	— 801	— 43	— 30	6490
14 id.	65	8 21	707,35	10,9	16,77	13,2	— 0,73	37,6058	7371	— 5	— 600	— 729	— 43	— 34	5960
14 id.	47	9 00	707,30	10,9	16,87	13,4	— 0,73	36,3178	0,5069798	— 5	— 570	— 820	— 43	— 30	0,5068330
15 id.	66	1 13	706,95	9,6	16,42	13,4	— 0,73	37,6902	7222	— 5	— 593	— 788	— 43	— 34	5759
15 id.	46	7 43	704,25	10,3	16,62	13,4	— 0,69	37,3186	7900	— 5	— 567	— 796	— 40	— 30	6462
15 id.	65	8 24	704,05	10,2	16,67	13,2	— 0,69	37,6050	7376	— 5	— 598	— 725	— 40	— 34	5974
15 id.	47	9 04	704,05	10,2	16,72	13,5	— 0,69	36,3286	0,5069777	— 5	— 568	— 813	— 40	— 30	0,5068321
15 id.	66	9 44	704,15	10,2	16,77	13,2	— 0,69	37,6764	7247	— 5	— 589	— 805	— 40	— 34	5774
15 id.	46	10 24	704,30	10,2	16,87	13,3	— 0,69	37,2960	7942	— 5	— 567	— 808	— 40	— 30	6492
15 id.	65	11 06	704,50	10,2	16,92	13,8	— 0,69	37,6032	7380	— 5	— 598	— 736	— 40	— 34	5967
16 id.	47	1 10	705,45	10,3	16,42	13,1	— 0,69	36,3468	0,5069741	— 5	— 570	— 798	— 40	— 30	0,5068298
16 id.	66	1 49	705,65	10,5	16,47	13,2	— 0,69	37,6850	7231	— 5	— 591	— 790	— 40	— 34	5771
16 id.	46	2 39	705,65	10,3	16,52	13,5	— 0,69	37,3200	7898	— 5	— 568	— 791	— 40	— 30	6464
16 id.	65	3 28	705,60	10,5	16,57	13,6	— 0,69	37,6280	7335	— 5	— 599	— 720	— 40	— 34	5937

ESTACION DE COCA

Local de observación.

Se eligió para lugar de observación una sala del Hospital de Nuestra Señora de la Merced. La barraca astronómica con el anteojo de pasos fué colocada en un pequeño patio próximo del mismo edificio

Las coordenadas geográficas del punto de observación son las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	4° 32',3 W
Latitud N.....	41° 12',7
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	797m

Determinación de la hora.

El método seguido para determinar los estados del reloj, y, como consecuencia, los movimientos en los diferentes días de observación, fué el de Borrass, según puede verse en el siguiente cuadro, donde figuran las estrellas observadas con sus datos astronómicos, las horas del paso en el reloj registradas cronográficamente y los estados parciales del mismo para cada grupo de estrellas:

FECHAS 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	$\alpha - H - (R\varphi + Nv)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
6 de Junio....	212 Piazzi.....	E.	−21 2	14 52 29,36	14 52 30,06	−0,02	−0,92
	β Bouvier....	E.	+40 44	14 58 45,46	14 58 46,40		
	β Coron. bor.	W.	+29 24	15 24 19,90	15 24 22,27		
	γ Libræ.....	W.	−14 30	15 30 45,75	15 30 47,45	−0,04	−2,58
	μ Serpentis..	W.	− 3 10	15 45 10,74	15 45 12,57	−0,08	−2,65
	x Hercule....	W.	+42 41	15 49 45,24	15 49 48,02		
7 de Junio....	ε Coron. bor.	E.	+27 7	15 54 4,49	15 54 5,44		
	β Scorpii....	E.	−19 35	16 00 29,15	16 00 29,81	−0,08	−0,99
	ε Ursæ maj..	E.	+56 26	12 50 18,25	12 50 18,45		
	ε Virginis...	E.	+11 25	12 57 56,09	12 57 56,36	0,00	−0,23

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	43 Comæ.....	W.	+ 28 19	13 7 54,24	13 7 56,07		
	γ Hydræ.....	W.	— 22 43	13 14 16,88	13 14 17,96	0,00	— 2,09
	α Virginis....	W.	— 10 43	13 20 41,95	13 20 43,25	— 0,02	— 2,21
7 de Junio...	69 H Urs. maj.	W.	+ 60 23	13 25 21,44	13 25 24,43		
	ζ Vierge.....	E.	— 0 10	13 30 20,99	13 30 21,26	— 0,06	— 0,54
	25 Ch. de chasse..	E.	+ 36 44	13 33 41,24	13 33 41,79		
	212 Piazzi.....	E.	— 21 02	14 52 29,37	14 52 29,34	+ 0,11	— 0,13
	β Bouvier.....	E.	+ 40 44	14 58 45,45	14 58 45,47		
	β Balance.....	W.	— 9 04	15 12 25,49	15 12 26,51	+ 0,03	— 1,96
	γ Couronne..	W.	+ 30 36	15 19 42,01	15 19 43,69		
8 de Junio...	β Coron. bor.	W.	+ 29 24	15 24 19,90	15 24 21,48		
	γ Libræ.....	W.	— 14 30	15 30 45,76	15 30 46,79	+ 0,02	— 1,81
	μ Serpentis..	E.	— 3 10	15 45 10,75	15 45 10,63	— 0,04	— 0,01
	κ Hercule....	E.	+ 42 41	15 49 45,24	15 49 45,30		
	ε Ursæ maj..	E.	+ 56 26	12 50 18,20	12 50 17,98		
	ε Virginis....	E.	+ 11 25	12 57 56,08	12 57 55,49	+ 0,04	+ 0,36
	43 Comæ.....	W.	+ 28 19	13 7 54,22	13 7 55,58		
	γ Hydræ.....	W.	— 22 43	13 14 16,87	13 14 17,53	+ 0,06	— 1,67
9 de Junio...	α Virginis...	W.	— 10 43	13 20 41,94	13 20 42,74	0,00	— 1,91
	69 H Urs. maj.	W.	+ 60 23	13 25 21,39	13 25 24,20		
	ζ Vierge.....	E.	— 0 10	13 30 20,98	13 30 20,33	— 0,02	+ 0,31
	25 Ch. de chasse..	E.	+ 36 44	13 33 41,22	13 33 40,33		
	ε Ursæ maj..	E.	+ 56 26	12 50 18,07	12 50 14,33		
	ε Virginis....	E.	+ 11 25	12 57 56,04	12 57 51,87	— 0,04	+ 3,99
	43 Comæ.....	W.	+ 28 19	13 7 54,16	13 7 51,81		
	γ Hydræ.....	W.	— 22 43	13 14 16,83	13 14 13,49	— 0,06	+ 2,06
14 de Junio...	α Virginis....	W.	— 10 43	13 20 41,91	13 20 38,76	0,00	+ 1,71
	69 H Urs. maj.	W.	+ 60 23	13 25 21,25	13 25 20,71		
	ζ Vierge.....	E.	— 0 10	13 30 20,95	13 30 16,50	0,00	+ 3,96
	25 Ch. de chasse..	E.	+ 36 44	13 33 41,16	13 33 37,13		
	ε Ursæ maj..	E.	+ 56 26	12 50 18,04	12 50 12,44		
	ε Virginis....	E.	+ 11 25	12 57 56,03	12 57 50,43	+ 0,02	+ 5,58
	α Virginis...	W.	— 10 43	13 20 41,90	13 20 38,09	— 0,04	+ 2,50
	69 H Urs. maj.	W.	+ 60 23	13 25 21,22	13 25 19,87		
15 de Junio..	ζ Vierge.....	W.	— 0 10	13 30 20,94	13 30 17,33	— 0,02	+ 2,60
	25 Ch. de Chasse.	W.	+ 36 44	13 33 41,14	13 33 38,41		
	τ Virginis...	E.	+ 1 57	13 57 18,64	13 57 13,80	0,00	+ 5,88
	α Draconis...	E.	+ 64 47	14 2 7,38	14 2 1,44		

En el cuadro siguiente figuran para cada día de observación el estado resultante para el reloj Strasser, núm. 278, así como su movimiento después de aplicado el cálculo de errores:

*** Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.**

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
6 de Junio de 1914.....	15 26	— 1,78 ± 0,01	
7 id. id.....	13 12	— 1,27 ± 0,07	s + 0,56 ± 0,07
8 id. id.....	15 21	— 1,02 ± 0,04	+ 0,23 ± 0,08
9 id. id.....	13 12	— 0,73 ± 0,03	+ 0,32 ± 0,05
14 id. id.....	13 12	+ 2,93 ± 0,02	
15 id. id.....	13 26	+ 4,11 ± 0,06	+ 1,17 ± 0,06

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,06.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra B constan los cálculos y correcciones hechas para encontrar los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 y los 46-47 oscilaron en dirección NW.-SE., y los 105-107 y 65-66 en la NE.-SW., deduciéndose los siguientes resultados del estudio del balance:

Péndulos 104 y 106.

28×10^{-7}
26×10^{-7}
27×10^{-7}
21×10^{-7}

25×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_1} = 1,6 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

26×10^{-7}
30×10^{-7}
31×10^{-7}
31×10^{-7}

29×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = 1,2 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

33×10^{-7}
27×10^{-7}
31×10^{-7}
35×10^{-7}

31×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_2} = 1,8 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

42×10^{-7}
36×10^{-7}
33×10^{-7}
34×10^{-7}

36×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = 2,0 \times 10^{-7}$

En los dos cuadros adjuntos se resumen los valores de las duraciones de oscilación reducidas:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014715	0,5015573	0,5014949	0,5015650
50	549	887	712
72	518	896	663
29	498	902	652
0,5014744	0,5015534	0,5014909	0,5015669

Péndulo 47.	Péndulo 67.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068198	0,5065641	0,5066380	0,5065865
215	51	74	31
0,5068207	0,5065646	0,5066377	0,5065848

Estado B. **ESTACION DE COCA**

FECHAS — 1914	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° C	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
7 de Junio...	104	1 49	699,10	11,9	18,06	11,9	+ 0,56	155,200	0,5016160	— 4	— 579	— 869	+ 33	— 26	0,5014715
7 id. ...	105	3 08	698,90	12,0	18,21	11,9	+ 0,56	147,405	7018	— 4	— 582	— 863	+ 33	— 29	5573
7 id. ...	106	4 28	698,70	12,1	18,41	11,6	+ 0,56	152,970	6397	— 4	— 569	— 882	+ 33	— 26	4949
7 id. ...	107	8 04	697,20	12,7	18,96	11,6	+ 0,56	146,560	7116	— 4	— 569	— 897	+ 33	— 29	5650
7 id. ...	104	9 33	696,70	12,6	19,16	12,0	+ 0,56	154,320	0,5016253	— 4	— 574	— 922	+ 33	— 26	0,5014760
7 id. ...	105	10 54	696,25	12,8	19,45	11,8	+ 0,56	147,145	7048	— 4	— 577	— 922	+ 33	— 29	5549
8 id. ...	106	2 22	692,10	9,3	18,71	11,7	+ 0,23	153,270	6364	— 4	— 564	— 896	+ 13	— 26	4887
8 id. ...	107	3 42	691,65	11,2	18,76	12,1	+ 0,23	145,980	7184	— 4	— 565	— 887	+ 13	— 29	5712
8 id. ...	104	4 58	691,15	11,2	18,86	12,1	+ 0,23	154,190	0,5016267	— 4	— 571	— 907	+ 13	— 26	0,5014772
8 id. ...	105	7 45	690,80	10,7	18,96	11,8	+ 0,23	147,470	7010	— 4	— 574	— 898	+ 13	— 29	5518
8 id. ...	106	9 02	690,70	11,0	19,06	11,7	+ 0,23	153,055	6387	— 4	— 561	— 913	+ 13	— 26	4896
8 id. ...	107	10 21	690,85	11,0	19,11	12,2	+ 0,23	146,260	7151	— 4	— 564	— 904	+ 13	— 29	5663
9 id. ...	104	2 21	691,55	8,8	17,71	11,9	+ 0,32	155,145	0,5016166	— 4	— 574	— 852	+ 19	— 26	0,5014729
9 id. ...	105	3 42	691,40	9,2	17,71	12,0	+ 0,32	148,180	6928	— 4	— 577	— 839	+ 19	— 29	5498
9 id. ...	106	4 59	691,10	9,4	17,76	11,6	+ 0,32	153,600	6329	— 4	— 565	— 851	+ 19	— 26	4902
9 id. ...	107	8 19	690,60	9,2	17,81	11,9	+ 0,32	146,910	7075	— 4	— 567	— 842	+ 19	— 29	5652
9 id. ...	47	11 27	690,75	8,2	18,31	13,0	+ 0,32	36,3884	0,5069660	— 5	— 555	— 890	+ 19	— 31	0,5068198
9 id. ...	66	12 08	690,75	8,4	18,31	13,5	+ 0,32	37,7484	7117	— 5	— 575	— 879	+ 19	— 36	5641
15 id. ...	47	3 59	695,60	10,2	14,88	13,1	+ 1,17	36,4872	9469	— 5	— 564	— 723	+ 69	— 31	8215
15 id. ...	66	4 39	695,65	10,2	14,98	13,1	+ 1,17	37,8534	6928	— 5	— 586	— 719	+ 69	— 36	5651
15 id. ...	46	5 23	695,65	10,4	15,08	13,0	+ 1,17	37,4648	0,5067632	— 5	— 563	— 722	+ 69	— 31	0,5066380
15 id. ...	65	8 25	695,90	10,1	15,43	13,2	+ 1,17	37,7574	7101	— 5	— 593	— 671	+ 69	— 36	5865
15 id. ...	46	9 10	695,85	10,4	15,48	12,9	+ 1,17	37,4588	7643	— 4	— 562	— 741	+ 69	— 31	6374
15 id. ...	65	9 52	695,85	10,6	15,52	12,9	+ 1,17	37,7746	7070	— 4	— 593	— 675	+ 69	— 36	5831

ESTACIÓN DE VALLADOLID

Local de observación.

Se realizó la instalación de los aparatos en una de las clases del Colegio de Jesuítas, cedida amablemente para este fin por el Reverendo Padre Rector, á quien reitero con este motivo mi más sincera gratitud.

La barraca, con el anteojo de pasos, se montó en un gran patio de recreo próximo.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	4° 43',3 W
Latitud N.....	41° 39',2
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	695m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados de hora en la forma conocida y detallada en el siguiente estado:

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — (Rp + Nv)
			° '	h m s	h m s	s	s
23 de Junio...	109 Virginis...	W.	+ 2 15	14 41 56,66	14 42 4,64	0,00	— 7,79
	Gr. 2164.....	W.	+ 59 39	14 49 18,67	14 49 26,28		
	212 Piazzi.....	E.	— 21 2	14 52 29,34	14 52 37,08	— 0,21	— 6,52
	β Bouvier...	E.	+ 40 44	14 58 45,31	14 58 52,06		
	β Coron. bor.	E.	+ 29 24	15 24 19,84	15 24 26,93		
	γ Libræ.....	E.	— 14 30	15 30 45,79	15 30 53,46	+ 0,01	— 6,87
	η Hercule...	W.	+ 45 10	16 6 6,65	16 6 14,59		
	δ Ophiuchus.	W.	— 3 29	16 9 53,28	16 10 1,51	— 0,05	— 7,92
24 de Junio...	ζ Vierge....	W.	— 0 10	13 30 20,88	13 30 29,92	— 0,04	— 8,85
	25 Ch. de chasse..	W.	+ 36 44	13 33 41,02	13 33 49,93		

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	m Vierge.....	E.	— 8 16	13 37 8,10	13 37 17,21	— 0,03	— 8,51
	η Grande Ourse...	E.	+ 49 45	13 44 12,08	13 44 20,38		
24 de Junio...	τ Virginis....	E.	+ 1 57	13 57 18,58	13 57 27,57	0,00	— 8,53
	α Draconis...	E.	+ 64 47	14 2 7,06	14 2 14,92		
	α Virginis....	W.	— 9 53	14 8 20,88	14 8 30,17	+ 0,02	— 9,19
	λ Bootis.....	W.	+ 46 29	14 13 9,78	14 13 18,93		
	α Cigni.....	W.	+ 44 58	20 38 32,47	20 38 46,07		
	ε Aquarii...	W.	— 9 49	20 43 4,48	20 43 18,38	— 0,21	— 13,42
	μ Verseau....	E.	— 9 18	20 48 4,14	20 48 17,20	— 0,06	— 12,02
	ν Cigni.....	E.	+ 40 50	20 54 00,44	20 54 12,54		
27 de Junio...	61 Cigni pr....	W.	+ 38 20	21 3 5,08	21 3 18,76		
	ν Aquarii.....	W.	— 11 43	21 4 57,80	21 5 11,69	— 0,01	— 13,65
	α Equnlei.....	E.	+ 4 54	21 11 34,33	21 11 47,16	— 0,02	— 12,03
	α Cephei.....	E.	+ 62 13	21 16 33,87	21 16 44,93		
	η Dragon.....	E.	+ 61 42	16 22 52,86	16 23 7,57		
	λ Ophiuchus.	E.	+ 2 10	16 26 37,54	16 26 53,92	— 0,01	— 15,59
	ζ Ophiuchi...	W.	— 10 24	16 32 28,52	16 32 45,74	— 0,02	— 17,10
	η Herculis....	W.	+ 39 5	16 39 59,82	16 40 16,95		
28 de Junio...	ε Herculis....	E.	+ 31 3	16 57 02,90	16 57 18,76		
	η Ophiuchi..	E.	— 15 37	17 5 30,07	17 5 46,56	0,00	— 15,65
	π Herculis....	W.	+ 36 54	17 12 6,06	17 12 23,28		
	θ Ophiuchi...	W.	— 24 55	17 16 47,22	17 17 4,76	+ 0,02	— 17,20

El cuadro siguiente resume los estados en los diferentes días de observación y los movimientos deducidos de aquéllos.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
23 de Junio de 1914.....	15 26	— 7,24 ± 0,07	
24 id. id.	13 52	— 8,78 ± 0,05	s — 1,65 ± 0,09
27 id. id.	20 58	— 12,80 ± 0,06	— 1,75 ± 0,04
28 id. id.	16 50	— 16,41 ± 0,04	— 1,97 ± 0,04

Error medio para el conjunto de observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}06$$

Duraciones de oscilación.

Los cálculos y correcciones hechos para obtener los valores de las oscilaciones reducidas, constan en el Estado designado con la letra C.

El balance del sostén, determinado por el método de Borrass, dió los resultados adjuntos, oscilando los péndulos 104 y 106, 66 y 65 en la dirección N-S y los 105 y 107, 47 y 66 en la E-W.

Péndulos 104 y 106.

38×10^{-7}
37×10^{-7}
37×10^{-7}
38×10^{-7}

37×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_1} = 0{,}4 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

44×10^{-7}
44×10^{-7}
42×10^{-7}
44×10^{-7}

43×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_2} = 0{,}6 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

46×10^{-7}
41×10^{-7}
44×10^{-7}
42×10^{-7}

43×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = 1{,}1 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

36×10^{-7}
37×10^{-7}
38×10^{-7}
36×10^{-7}

37×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = 0{,}5 \times 10^{-7}$

En los dos cuadros siguientes, se resumen los valores de las duraciones de oscilación corregidas y sus promedios correspondientes.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014526	0,5015303	0,5014702	0,5015438
51	319	663	63
45	284	688	34
20	312	692	42
0,5014536	0,5015305	0,5014686	0,5015444

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068022	0,5065451	0,5066182	0,5065599
7987	54	82	639
0,5068005	0,5065453	0,5066182	0,5065619

FECHAS — 1914	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7 Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° C.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
24 de Junio...	104	3 18	709,90	11,40	18,21	12,1	— 1,65	155,515	0,5016127	— 4	— 587	— 876	— 96	— 38	0,5014526
24 id. ...	105	4 36	709,75	11,61	18,41	11,9	— 1,65	148,350	6909	— 4	— 590	— 872	— 96	— 44	5303
24 id. ...	106	5 54	709,50	11,82	18,56	11,7	— 1,65	153,805	6307	— 4	— 578	— 889	— 96	— 38	4702
24 id. ...	107	9 07	708,70	11,82	18,31	11,8	— 1,65	147,130	7050	— 4	— 578	— 890	— 96	— 44	5438
24 id. ...	104	10 23	708,05	12,04	18,96	11,7	— 1,65	154,965	0,5016185	— 4	— 584	— 912	— 96	— 38	0,5014551
24 id. ...	105	11 41	707,65	12,26	19,06	11,7	— 1,65	147,965	6953	— 4	— 587	— 903	— 96	— 44	5319
25 id. ...	106	3 20	709,05	12,26	19,31	11,8	— 1,75	153,795	6308	— 4	— 576	— 925	— 102	— 38	4663
25 id. ...	107	4 38	708,80	12,62	19,36	12,1	— 1,75	146,635	7107	— 4	— 578	— 916	— 102	— 44	5463
25 id. ...	104	5 54	708,40	12,84	19,45	11,8	— 1,75	154,745	0,5016208	— 4	— 583	— 936	— 102	— 38	0,5014545
25 id. ...	105	9 04	707,30	12,34	19,65	11,6	— 1,75	147,990	6950	— 4	— 585	— 931	— 102	— 44	5284
25 id. ...	106	10 29	707,20	12,71	19,75	11,6	— 1,75	153,400	6351	— 4	— 573	— 946	— 102	— 38	4688
25 id. ...	107	11 39	707,30	12,71	19,85	11,9	— 1,75	146,720	7098	— 4	— 575	— 939	— 102	— 44	5434
26 id. ...	104	3 25	706,75	12,99	19,45	11,9	— 1,75	154,990	0,5016182	— 4	— 582	— 936	— 102	— 38	0,5014520
26 id. ...	105	4 44	706,40	12,85	19,55	11,9	— 1,75	147,795	6973	— 4	— 585	— 926	— 102	— 44	5312
26 id. ...	106	5 59	706,05	12,71	19,65	11,5	— 1,75	153,410	6349	— 4	— 572	— 941	— 102	— 38	4692
26 id. ...	107	9 11	704,85	13,08	19,85	11,9	— 1,75	146,665	7104	— 4	— 573	— 939	— 102	— 44	5442
26 id. ...	47	11 11	704,90	13,31	20,15	13,1	— 1,75	36,3612	0,5069713	— 5	— 561	— 979	— 103	— 43	0,5068022
26 id. ...	66	11 51	705,25	13,45	20,25	12,9	— 1,75	37,7298	7150	— 5	— 582	— 972	— 103	— 37	5451
26 id. ...	46	12 31	705,50	13,45	20,30	13,0	— 1,75	37,3376	7865	— 5	— 560	— 972	— 103	— 43	6182
27 id. ...	65	9 11	707,00	13,36	19,85	12,8	— 1,97	37,6960	7212	— 4	— 593	— 863	— 116	— 37	5599
27 id. ...	47	9 52	707,00	13,45	19,90	13,1	— 1,97	36,3776	0,5069681	— 5	— 563	— 967	— 116	— 43	0,5067987
27 id. ...	66	10 31	706,80	13,45	19,90	13,3	— 1,97	37,7294	7151	— 5	— 584	— 955	— 116	— 37	5454
27 id. ...	46	11 12	706,60	13,45	19,90	13,2	— 1,97	37,3402	7861	— 5	— 562	— 953	— 116	— 43	6182
27 id. ...	65	11 51	706,75	13,45	19,90	13,1	— 1,97	37,6724	7254	— 5	— 592	— 865	— 116	— 37	5639

ESTACIÓN DE LUGO

Local de observación.

Se efectuó la instalación de los aparatos en la clase de Geografía del Instituto de 2.ª enseñanza. La barraca se montó en un espacio despejado, delante de la puerta de entrada al edificio.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	7° 33',3 W.
Latitud N.....	43° 01',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	465m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el mismo procedimiento que en estaciones anteriores, según puede verse en los cuadros siguientes:

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − −(Rν + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	109 Virginis...	E.	+ 2 15	14 41 56,53	14 41 53,35	+ 0,03	+ 2,36
	Gr. 2164.....	E.	+ 59 39	14 49 18,11	14 49 16,40		
	β Balance....	W.	− 9 4	15 12 25,40	15 12 23,14	0,00	+ 1,01
	η Couronne..	W.	+ 30 36	15 19 41,76	15 19 40,36		
12 de Julio...	β Coron bor.	W.	+ 29 24	15 24 19,67	15 24 18,17		
	γ Libræ.....	W.	− 14 30	15 30 45,72	15 30 43,40	+ 0,02	+ 1,11
	μ Serpentis..	E.	− 3 10	15 45 10,73	15 45 7,62	+ 0,02	+ 2,69
	χ Hercule...	E.	+ 42 41	15 49 44,93	15 49 42,22		
13 de Julio...	β Balance....	W.	− 9 4	15 12 25,39	15 12 18,08	+ 0,04	+ 6,05
	η Couronne..	W.	+ 30 36	15 19 41,75	15 19 35,28		

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — —(Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	β Coron. bor.	E.	+ 29 24	15 24 19,66	15 24 12,28		
	γ Libræ.....	E.	— 14 30	15 30 45,71	15 30 37,83	+ 0,02	+ 7,13
13 de Julio...	μ Serpentis..	E.	— 3 10	15 45 10,72	15 45 2,98	+ 0,03	+ 7,13
	ζ Hercule...	E.	+ 42 41	15 49 44,92	15 49 37,75		
	ε Coron. bor.	W.	+ 27 8	15 54 4,35	15 53 57,87		
	β Scorpii....	W.	— 19 35	16 00 29,19	16 00 21,75	+ 0,03	+ 5,99
	β Balance....	W.	— 9 4	15 12 25,37	15 12 13,97	+ 0,07	+ 9,92
	η Couronne..	W.	+ 30 36	15 19 41,72	15 19 31,29		
	β Coron. bor.	E.	+ 29 24	15 24 19,64	15 24 7,87		
	γ Libræ.....	E.	— 14 30	15 30 45,69	15 30 33,37	+ 0,04	+ 11,48
15 de Julio...	μ Serpentii..	E.	— 3 10	15 45 10,71	15 44 58,53	0,00	+ 11,57
	ζ Hercule...	E.	+ 42 41	15 49 44,88	15 49 33,30		
	ε Coron. bor.	W.	+ 27 8	15 54 4,33	15 53 53,84		
	β Scorpii....	W.	+ 19 35	16 00 29,18	16 00 17,69	+ 0,04	+ 9,97
	ε Coron. bor.	W.	+ 27 8	15 54 4,30	15 53 46,02		
	β Scorpii....	W.	— 19 35	16 00 29,17	16 00 9,21	+ 0,02	+ 17,45
	φ Hercule...	E.	+ 45 10	16 6 6,33	16 5 47,88		
18 de Julio...	δ Oppiuchus.	E.	— 3 29	16 9 53,23	16 9 33,17	+ 0,17	+ 18,39
	ε Ophiuchi..	E.	— 4 29	16 13 49,19	16 13 29,14	+ 0,17	+ 18,42
	τ Herculis...	E.	+ 46 31	16 17 12,07	16 16 53,66		
	η Dragon....	W.	+ 61 43	16 22 52,34	16 22 36,87		
	ζ Ophiuchus.	W.	+ 2 10	16 26 37,49	16 26 18,40	+ 0,13	+ 17,19

El siguiente cuadro es el resumen de los estados del reloj, en los diferentes días de observación, figurando en él además los movimientos deducidos de dichos estados con sus errores correspondientes.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
12 de Julio de 1914.....	15 16	+ 1,72 ± 0,05	
13 id. id.....	15 36	+ 6,55 ± 0,06	+ 4,76 ± 0,08
15 id. id.....	15 36	+ 10,70 ± 0,02	+ 2,08 ± 0,03
18 id. id.....	16 10	+ 17,85 ± 0,04	+ 2,36 ± 0,01

Error medio para el conjunto de observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}04$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra D, figuran todos los cálculos y correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido y dió los resultados adjuntos. Los péndulos 104-106 y los 46-47 oscilaron en dirección N.-S. y los 105-107 y 65-66 en la E.-W.

Péndulos 104 y 106.

49×10^{-7}
48×10^{-7}
47×10^{-7}
44×10^{-7}

47×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_1} = 1{,}1 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

46×10^{-7}
47×10^{-7}
44×10^{-7}
45×10^{-7}

46×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_2} = 0{,}7 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

46×10^{-7}
45×10^{-7}
43×10^{-7}
36×10^{-7}

43×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = 2{,}2 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

52×10^{-7}
52×10^{-7}
50×10^{-7}
51×10^{-7}

51×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = 0{,}5 \times 10^{-7}$

Los valores corregidos en las duraciones de oscilación observadas y sus promedios correspondientes, figuran en el siguiente cuadro:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5013905	0,5014723	0,5014056	0,5014861
954	653	016	842
912	725	101	837
887	712	065	828
0,5013914	0,5014703	0,5014059	0,5014842

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5067320	0,5064824	0,5065514	0,5065008
46	04	13	4998
0,5067333	0,5064814	0,5065513	0,5065003

FECHAS — 1914	Péndulo	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del soste.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
13 de Julio.....	104	5 05	728,10	13,24	19,06	11,3	+ 4,76	165,030	0,5015195	— 3	— 600	— 917	+ 277	— 47	0,5013905
13 id.	105	6 31	727,90	13,24	19,11	12,2	+ 4,76	156,705	6005	— 4	— 604	— 905	+ 277	— 46	4723
13 id.	106	10 12	727,35	13,85	19,31	11,1	+ 4,76	163,425	5344	— 3	— 590	— 925	+ 277	— 47	4056
13 id.	107	11 36	727,35	14,08	19,40	11,6	+ 4,76	155,355	6144	— 4	— 592	— 918	+ 277	— 46	4861
13 id.	104	12 55	727,50	14,32	19,60	11,3	+ 4,76	164,245	0,5015268	— 3	— 598	— 943	+ 277	— 47	0,5013954
14 id.	105	4 16	727,55	13,24	19,40	11,4	+ 2,08	155,750	6103	— 3	— 603	— 919	+ 121	— 46	4653
14 id.	106	5 35	727,50	13,84	19,45	11,5	+ 2,08	162,120	5468	— 4	— 590	— 932	+ 121	— 47	4016
14 id.	107	7 01	727,40	14,08	19,50	11,6	+ 2,08	154,015	6285	— 4	— 592	— 922	+ 121	— 46	4842
14 id.	104	10 09	727,00	13,94	19,70	11,2	+ 2,08	162,980	0,5015387	— 3	— 598	— 948	+ 121	— 47	0,5013912
14 id.	105	11 33	727,10	14,18	19,80	11,6	+ 2,08	154,885	6193	— 4	— 601	— 938	+ 121	— 46	4725
14 id.	106	12 52	727,30	14,18	20,00	11,6	+ 2,08	160,980	5578	— 4	— 589	— 958	+ 121	— 47	4101
14 id.	107	17 19	728,20	12,94	19,90	11,6	+ 2,08	153,875	6300	— 4	— 593	— 941	+ 121	— 46	4837
15 id.	104	4 20	729,55	11,70	18,96	11,6	+ 2,08	163,570	0,5015331	— 4	— 602	— 912	+ 121	— 47	0,5013887
15 id.	105	5 45	729,70	12,28	18,91	11,6	+ 2,08	155,365	6143	— 4	— 606	— 896	+ 121	— 46	4712
15 id.	106	7 04	729,65	12,36	19,01	11,6	+ 2,08	161,805	5499	— 4	— 593	— 911	+ 121	— 47	4065
15 id.	107	10 16	729,70	12,86	19,11	11,6	+ 2,08	154,295	6256	— 4	— 595	— 904	+ 121	— 46	4828
15 id.	46	12 05	729,70	12,35	19,31	13,1	+ 2,08	37,8428	0,5066947	— 5	— 582	— 925	+ 122	— 43	0,5065514
15 id.	65	12 47	729,75	12,86	19,31	13,0	+ 2.08	38,1532	6395	— 5	— 613	— 840	+ 122	— 51	5008
15 id.	66	14 11	730,25	12,72	19,40	13,1	+ 2,08	38,2110	6294	— 5	— 605	— 931	+ 122	— 51	4824
16 id.	47	4 30	731,30	11,28	18,51	13,2	+ 2,36	36,8814	8716	— 5	— 586	— 900	+ 138	— 43	7320
16 id.	46	5 11	731,30	11,99	18,51	12,8	+ 2,36	37,8726	0,5066894	— 4	— 585	— 887	+ 138	— 43	0,5065513
16 id.	65	5 51	731,30	12,20	18,51	13,8	+ 2,36	38,1870	6336	— 4	— 616	— 805	+ 138	— 51	4998
16 id.	47	6 55	731,15	12,06	18,51	13,3	+ 2,36	36,8680	8742	— 5	— 586	— 900	+ 138	— 43	7346
16 id.	66	7 34	731,10	12,06	18,51	13,0	+ 2,36	38,2540	6218	— 5	— 608	— 888	+ 138	— 51	4804

ESTACIÓN DE PONFERRADA

Local de observación.

Se efectuaron los trabajos en una de las clases de las Escuelas municipales situadas en el antiguo convento de San Agustín, en la plaza de la Constitución.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	6° 35',3 W
Latitud N.....	42° 33',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	544m

Determinación de la hora.

Por el mismo procedimiento que en las estaciones anteriores se determinaron los estados y movimientos del reloj Strasser Rhode número 278, como puede verse en el siguiente estado:

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — (R? + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
30 de Julio...	ε Coron. bor.	E.	+ 27 8	15 54 4,14	15 54 35,83		
	β Scorpii....	E.	— 19 35	16 0 29,06	16 1 1,42	+ 0,04	— 31,42
	φ Hercule...	W.	+ 45 10	16 6 6,09	16 6 37,15		
	δ Ophiuchus.	W.	— 3 29	16 9 53,13	16 10 24,95	+ 0,02	— 31,14
	η Dragón....	W.	+ 61 43	16 22 51,93	16 23 22,45		
	λ Ophiuchus.	W.	+ 2 10	16 26 37,40	16 27 9,21	— 0,09	— 31,10
	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 24	16 32 28,41	16 33 0,46	0,00	— 31,11
	η Herculis...	E.	+ 39 5	16 39 59,47	16 40 30,67		
31 de Julio...	ε Coron. bor.	W.	+ 27 8	15 54 4,13	15 54 34,08		
	β Scorpii....	W.	— 19 35	16 0 29,05	16 0 59,32	— 0,11	— 29,69

FECHAS 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	φ Hercule....	E.	+ 45 10	16 6 6,07	16 6 35,92		
	δ Ophiuchus.	E.	— 3 29	16 9 53,12	16 10 23,65	— 0,05	— 29,85
31 de Julio. ...	ε Ophiuchi.	E.	— 4 29	16 13 49,08	16 14 19,64	— 0,09	— 29,88
	τ Herculis...	E.	+ 46 31	16 17 11,79	16 17 41,68		
	γ Dragón....	W.	+ 61 43	16 22 51,89	16 23 21,07		
	λ Ophiuchus.	W.	+ 2 10	16 26 37,39	16 27 7,63	— 0,03	— 29,70
	ε Ophiuchi..	W.	— 4 29	16 13 49,07	16 14 17,64	— 0,02	— 28,26
	τ Herculis...	W.	+ 46 31	16 17 11,77	16 17 40,01		
	γ Dragón....	E.	+ 61 43	16 22 51,85	16 23 19,73		
1.° de Agosto.	λ Ophiuchus.	E.	+ 2 10	16 26 37,38	16 27 6,17	— 0,11	— 28,24
	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 24	16 32 28,39	16 32 57,20	— 0,05	— 27,96
	η Herculis ..	E.	+ 39 5	16 39 59,44	16 40 27,53		
	τ Herculis...	W.	+ 36 54	17 12 5,79	17 12 33,96		
	θ Ophiuchi..	W.	— 24 55	17 16 47,22	17 17 15,64	— 0,04	— 28,09
	ζ Ophiuchi..	W.	— 10 24	16 32 28,38	16 32 55,15	+ 0,03	— 26,39
	η Herculis...	W.	+ 39 5	16 39 59,42	16 40 25,82		
	Gr. 2377.....	E.	+ 56 56	16 43 42,31	16 44 8,38		
2 de Agosto..	χ Ophiuchi..	E.	+ 9 30	16 53 38,71	16 54 5,58	— 0,03	— 26,40
	ε Herculis...	E.	+ 31 3	16 57 2,63	16 57 29,22		
	η Ophiuchi..	E.	— 15 37	17 5 30,02	17 5 57,03	— 0,17	— 26,27
	ε Ophiuchi..	W.	— 4 29	16 13 49,05	16 14 13,85	+ 0,02	— 24,47
	τ Herculis...	W.	+ 46 31	16 17 11,72	16 17 36,12		
	η Dragón....	E.	+ 61 43	16 22 51,77	16 23 15,69		
3 de Agosto..	λ Ophiuchus.	E.	+ 2 10	16 26 37,36	16 27 2,24	— 0,02	— 24,40
	ζ Ophiuchi..	E.	— 10 24	16 32 28,37	16 32 53,33	— 0,00	— 24,28
	η Herculis...	E.	+ 39 5	16 39 59,40	16 40 23,75		
	Gr. 2377.....	W.	+ 56 56	16 43 42,27	16 44 6,53		
	χ Herculis...	W.	+ 9 30	16 53 38,70	16 54 3,59	+ 0,04	— 24,58

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del reloj Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
30 de Julio de 1914.....	16 17	— 31,20 ± 0,07	
31 id. id.	16 10	— 29,78 ± 0,02	+ 1,43 ± 0,07
1 Agosto id.	16 45	— 28,13 ± 0,07	+ 1,61 ± 0,07
2 id. id.	16 49	— 26,35 ± 0,05	+ 1,78 ± 0,09
3 id. id.	16 34	— 24,43 ± 0,04	+ 1,94 ± 0,06

Error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}07$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra E figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, oscilando los péndulos 104-106 y los 46-47 en la dirección N.-S., y los 105-107 y los 65-66 en la E.-W. Se obtuvieron los resultados siguientes:

Péndulos 104 y 106.

39×10^{-7}
37×10^{-7}
31×10^{-7}
30×10^{-7}

34×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_1} = \pm 2{,}2 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

42×10^{-7}
42×10^{-7}
39×10^{-7}
37×10^{-7}

40×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_2} = \pm 1{,}2 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

30×10^{-7}
29×10^{-7}
35×10^{-7}
30×10^{-7}

31×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = \pm 1{,}3 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

36×10^{-7}
35×10^{-7}
37×10^{-7}
35×10^{-7}

36×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$

En los siguientes cuadros figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014218	0,5015002	0,5014371	0,5015088
4210	5036	4333	5144
4239	4957	4382	5186
4157	4957	4382	5159
0,5014206	0,5014988	0,5014367	0,5015144

Péndulo 46.	Péndulo 65.	Péndulo 47.	Péndulo 66.
0,5065793	0,5065314	0,5067679	0,5065125
5855	4952	7670	5109
0,5065824	0,5065133	0,5067674	0,5065117

FECHAS — 1914	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
31 de Julio.....	104	5 27	719,00	10,6	18,31	11,7	+ 1,43	160,250	0,5015649	— 4	— 595	— 881	+ 83	— 34	0,5014218
31 íd.	105	6 50	718,45	10,6	18,36	11,8	+ 1,43	152,650	6431	— 4	— 598	— 870	+ 83	— 40	5002
31 íd.	106	8 11	717,65	10,6	18,46	11,4	+ 1,43	158,790	5794	— 3	— 585	— 884	+ 83	— 34	4371
31 íd.	107	11 21	716,10	11,0	18,51	11,6	+ 1,43	151,915	6511	— 4	— 586	— 876	+ 83	— 40	5088
31 íd.	104	12 41	715,85	11,4	18,51	11,6	+ 1,43	160,260	0,5015648	— 4	— 592	— 891	+ 83	— 34	0,5014210
31 íd.	105	14 03	715,75	11,4	18,56	11,6	+ 1,43	152,280	6471	— 4	— 595	— 879	+ 83	— 40	5036
1.° de Agosto...	106	5 38	713,00	11,4	18,56	11,3	+ 1,61	159,275	5746	— 3	— 581	— 889	+ 94	— 34	4333
1.° íd. ...	107	6 59	713,65	11,6	18,66	11,6	+ 1,61	151,465	6560	— 4	— 583	— 883	+ 94	— 40	5144
1.° íd. ...	104	8 18	713,40	11,8	18,71	11,4	+ 1,61	160,020	0,5015672	— 4	— 589	— 900	+ 94	— 34	0,5014239
1.° íd. ...	105	11 24	713,40	11,1	18,86	12,0	+ 1,61	152,995	6394	— 4	— 593	— 894	+ 94	— 40	4957
1.° íd. ...	106	12 44	713,65	11,4	18,91	11,5	+ 1,61	158,605	5812	— 4	— 580	— 906	+ 94	— 34	4382
1.° íd. ...	107	14 07	714,00	11,8	18,91	11,8	+ 1,61	150,980	6613	— 4	— 583	— 894	+ 94	— 40	5186
2 íd. . .	104	8 31	717,55	11,8	18,86	11,6	+ 1,78	160,845	0,5015591	— 4	— 592	— 907	+ 103	— 34	0,5014157
2 íd. ...	105	11 26	716,75	11,8	18,91	11,6	+ 1,78	153,040	6389	— 4	— 595	— 896	+ 103	— 40	4957
2 íd. ...	106	12 45	716,50	11,8	18,96	11,4	+ 1,78	158,660	5807	— 4	— 582	— 908	+ 103	— 34	4382
2 íd. ...	107	14 07	716,40	11,8	19,01	11,6	+ 1,78	151,245	6584	— 4	— 585	— 899	+ 103	— 40	5159
3 íd. ...	46	6 11	716,30	11,8	18,86	13,4	+ 1,94	37,7080	0,5067190	— 5	— 572	— 903	+ 114	— 31	0,5065793
3 íd. ...	65	6 52	716,25	11,8	18,91	13,0	+ 1,94	38,0002	6666	— 5	— 603	— 822	+ 114	— 36	5314
3 íd. ...	47	7 33	716,15	11,8	18,91	13,1	+ 1,94	36,6830	9093	— 5	— 573	— 919	+ 114	— 31	7679
3 íd. ...	66	8 13	716,10	11,8	18,91	13,2	+ 1,94	38,0640	6553	— 5	— 594	— 907	+ 114	— 36	5125
3 íd. ...	46	8 53	716,10	11,8	18,96	13,1	+ 1,94	37,6706	0,5067257	— 5	— 572	— 908	+ 114	— 31	0,5065855
3 íd. ...	65	11 36	716,00	11,8	19,01	13,2	+ 1,94	38,2020	6309	— 5	— 603	— 827	+ 114	— 36	4952
3 íd. ...	47	12 17	716,05	11,8	19,01	13,0	+ 1,94	36,6852	9089	— 5	— 573	— 924	+ 114	— 31	7670
3 íd. ...	66	12 56	716,20	11,8	19,01	13,2	+ 1,94	38,0700	6542	— 5	— 594	— 912	+ 114	— 36	5109

ESTACIÓN DE BENAVENTE

Local de observación.

Se llevaron a cabo los trabajos de esta estación en una sala del Hospital de Nuestra Señora de la Piedad.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	5° 41',3 W.
Latitud N.....	42° 9'
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	722m

Determinación de la hora.

Por el método de Borrass se determinaron los estados y movimientos del reloj Strasser núm. 278, según puede verse en el siguiente estado:

FECHAS 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N$_v$	α − H − (R$_\varphi$ + N$_v$)
			° ′	h m s	h m s	s	s
5 Septiembre.	β Draconis..	W.	+ 52 22	17 28 30,97	17 28 18,60		
	ζ Serpentis..	W.	− 15 21	17 32 42,78	17 32 29,80	+ 0,03	+ 12,49
	ι Herculis...	E.	+ 46 3	17 34 4,08	17 36 51,17		
	β Ophiuchi..	E.	+ 4 36	17 39 16,18	17 39 3,16	+ 0,05	+ 12,88
	ζ Draconis..	E.	+ 56 53	17 52 4,06	17 51 51,09		
	67 Ophiuchi..	E.	+ 2 56	17 56 23,14	17 56 10,16	+ 0,05	+ 12,92
	ι Herculis...	W.	+ 28 45	18 4 13,68	18 4 1,16		
	μ Sagittarii..	W.	− 21 5	18 8 40,67	18 8 27,84	+ 0,04	+ 12,36
6 Septiembre.	ζ Draconis..	W.	+ 56 53	17 52 4,03	17 51 51,29		
	67 Ophiuchi..	W.	+ 2 56	17 56 23,12	17 56 9,59	− 0,03	+ 13,11

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — —(Rφ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
6 Septiembre.	o Herculis..	E.	+ 28 45	18 4 13,66	18 4 0,35		
	μ Sagittarii..	E.	— 21 5	18 8 40,65	18 8 26,97	— 0,01	+ 13,18
	η Serpentis..	E.	— 2 55	18 16 54,64	18 16 41,09	— 0,04	+ 13,18
	ß Draconis..	E.	+ 58 45	18 22 40,91	18 22 28,10		
	β Lyræ.....	W.	+ 33 16	18 46 56,80	18 46 43,75		
	σ Sagittarii..	W.	— 26 24	18 49 59,86	18 49 46,11	+ 0,01	+ 12,89
7 Septiembre.	ι Herculis...	W.	+ 46 3	17 37 4,02	17 36 50,70		
	β Ophiuchi..	W.	+ 4 36	17 39 16,15	17 38 2,33	0,00	+ 13,39
	ζ Draconis..	E.	+ 56 53	17 52 3,99	17 51 49,32		
	67 Ophiuchi..	E.	+ 2 56	17 56 23,11	17 56 8,64	0,00	+ 14,58
	o Herculis...	E.	+ 28 45	18 4 13,64	18 3 59,11		
	μ Sagittarii..	E.	— 21 5	18 8 40,64	18 8 26,02	+ 0,02	+ 14,48
	η Serpentis..	W.	— 2 55	18 16 54,63	18 16 40,82	— 0,08	+ 13,32
	ß Draconis..	W.	+ 58 45	18 22 40,87	18 22 28,08		
	β Lyræ.....	W.	+ 33 16	18 46 56,76	18 46 43,19		
	σ Sagittarii...	W.	— 26 24	18 49 59,83	18 49 45,72	+ 0,02	+ 13,44
8 Septiembre.	R Lyræ.....	E.	+ 43 50	18 52 45,35	18 52 30,43		
	λ Aquilæ	E.	— 5 1	19 1 44,45	19 1 29,56	+ 0,09	+ 14,83
	δ Aquilæ....	E.	+ 2 57	19 21 13,01	19 20 58,18	+ 0,01	+ 14,96
	ι Cygni.....	E.	+ 51 33	19 27 34,52	19 27 19,49		
	x Aigle.....	W.	— 7 13	19 32 19,48	19 32 5,50	0,00	+ 13,48
	ϑ Cygne.....	W.	+ 44 55	19 42 19,77	19 42 6,34		
	o Herculis...	W.	+ 28 45	18 4 13,60	18 3 59,31		
	μ Sagittarii..	W.	— 21 5	18 8 40,61	18 8 25,77	— 0,04	+ 14,12
9 Septiembre.	α Lyræ.....	E.	+ 38 42	18 34 3,87	18 33 48,68		
	φ Sagittaire..	E.	— 27 5	18 40 20,81	18 40 5,47	+ 0,01	+ 15,57
	β Lyræ.....	E.	+ 33 16	18 46 56,74	18 46 41,66		
	σ Sagittarii..	E.	— 26 24	18 49 59,82	18 49 44,61	+ 0,02	+ 15,03
	R Lyræ.....	W.	+ 43 50	18 52 45,33	18 52 31,51		
	λ Aquilæ....	W.	— 5 1	19 1 44,43	19 1 29,98	0,00	+ 13,86

A continuación figura un cuadro con el resumen de los estados y movimientos del reloj Strasser durante los días de observación con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
5 de Septiembre de 1914.....	17 49	+ 12,66 ± 0,05	
6 id. id.	18 21	+ 13,09 ± 0,06	+ 0,42 ± 0,08
7 id. id.	18 00	+ 13,97 ± 0,01	+ 0,89 ± 0,06
8 id. id.	19 15	+ 14,15 ± 0,04	+ 0,17 ± 0,04
9 id. id.	18 33	+ 14,55 ± 0,05	+ 0,41 ± 0,06

Error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}06$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra F figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y los 46-47 oscilaron en la dirección NE-SN, y los 105-107 y los 65-66 en la N-W. S-E.:

Péndulos 104 y 106.

45×10^{-7}
43×10^{-7}
45×10^{-7}
45×10^{-7}

45×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

51×10^{-7}
54×10^{-7}
51×10^{-7}
51×10^{-7}

52×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

48×10^{-7}
48×10^{-7}
47×10^{-7}
45×10^{-7}

47×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

60×10^{-7}
60×10^{-7}
54×10^{-7}
52×10^{-7}

56×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = \pm 2{,}1 \times 10^{-7}$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014362	0,5015113	0,5014523	0,5015190
4363	5121	4463	5279
4405	5121	4493	5285
4322	5160	4524	5256
0,5014363	0,5015129	0,5014501	0,5015253

Péndulo 46.	Péndulo 65.	Péndulo 47.	Péndulo 66.
0,5065975	0,5065515	0,5067848	0,5065283
5894	5469	7828	5242
0,5065935	0,5065492	0,5067838	0,5065263

FECHAS — 1914	Péndulos	Hora sidéreo.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7} Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida
		h m	mm	mm	°		s	s	s						s
6 Septiembre ..	104	7 54	706,35	16,55	20,71	11,9	+ 0,42	157,135	0,5015961	— 4	— 578	— 996	+ 24	— 45	0,5014362
6 íd. ..	105	9 14	706,10	16,00	20,81	11,8	+ 0,42	150,095	6712	— 4	— 531	— 986	+ 24	— 52	5113
6 íd. ..	106	10 32	705,60	16,00	20,96	11,4	+ 0,42	155,595	6119	— 3	— 568	— 1004	+ 24	— 45	4523
6 íd. ..	107	13 36	704,05	16,00	21,11	12,1	+ 0,42	149,395	6790	— 4	— 569	— 999	+ 24	— 52	5190
6 íd. ..	104	14 52	703,60	16,00	21,16	11,6	+ 0,42	156,940	5981	— 4	— 575	— 1018	+ 24	— 45	4363
6 íd. ..	105	16 16	703,30	16,00	21,21	12,1	+ 0,42	149,885	6735	— 3	— 578	— 1005	+ 24	— 52	5121
7 íd. ..	106	7 57	702,45	15,75	20,86	11,4	+ 0,89	156,510	6025	— 4	— 566	— 999	+ 52	— 45	4463
7 íd. ..	107	9 18	702,80	16,00	20,91	11,9	+ 0,89	148,950	6841	— 4	— 569	— 989	+ 52	— 52	5279
7 íd. ..	104	10 35	703,70	16,00	20,96	11,6	+ 0,89	156,895	5985	— 4	— 575	— 1008	+ 52	— 45	4405
7 íd. ..	105	13 39	703,25	15,48	20,96	11,9	+ 0,89	150,225	6697	— 4	— 579	— 993	+ 52	— 52	5121
7 íd. ..	106	14 55	703,00	15,48	20,91	11,4	+ 0,89	156,190	6058	— 3	— 567	— 1002	+ 52	— 45	4493
7 íd. ..	107	16 16	702,50	15,48	20,91	11,9	+ 0,89	148,890	6847	— 4	— 569	— 989	+ 52	— 52	5285
8 íd. ..	104	7 56	703,20	14,73	20,15	11,6	+ 0,17	157,660	5907	— 4	— 577	— 969	+ 10	— 45	4322
8 íd. ..	105	9 17	703,10	14,98	20,25	11,5	+ 0,17	149,800	6745	— 4	— 580	— 959	+ 10	— 52	5160
8 íd. ..	106	10 34	703,05	14,98	20,25	11,6	+ 0,17	155,765	6101	— 4	— 568	— 970	+ 10	— 45	4524
8 íd. ..	107	13 41	703,05	14,21	20,30	12,1	+ 0,17	149,015	6833	— 4	— 571	— 960	+ 10	— 52	5256
8 íd. ..	46	15 42	703,20	14,98	20,35	13,1	+ 0.17	37,5096	0,5067550	— 5	— 558	— 975	+ 10	— 47	0,5065975
8 íd. ..	65	16 22	703,25	14,98	20,40	13,1	+ 0.17	37,7904	7041	— 5	— 588	— 887	+ 10	— 56	5515
8 íd. ..	47	17 03	703,20	14,98	20,40	12,8	+ 0,17	36,5024	9440	— 4	— 559	— 992	+ 10	— 47	7848
8 íd. ..	66	17 42	703,30	14,98	20,40	13,1	+ 0,17	37,8732	6893	— 5	— 580	— 979	+ 10	— 56	5283
9 íd. ..	46	14 45	703,60	14,64	19,71	13,3	+ 0,41	37,5780	7425	— 5	— 559	— 944	+ 24	— 47	5894
9 íd. ..	65	15 26	703,65	14,50	19,71	13,1	+ 0,41	37,8396	6953	— 5	— 590	— 857	+ 24	— 56	5469
9 íd. ..	47	16 06	703,75	14,50	19,71	13,2	+ 0,41	36,5364	9374	— 5	— 560	— 958	+ 24	— 47	7828
9 íd. ..	66	16 45	703,85	14,50	19,71	11,7	+ 0,41	37,9218	6806	— 4	— 582	— 946	+ 24	— 56	5242

ESTACIÓN DE SALAMANCA

Local de observación.

Se hicieron los trabajos en una clase del Instituto general y técnico (Escuelas menores).

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	5° 39',3 W
Latitud N.....	40° 58',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	805m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el método de Borras como puede verse en el estado siguiente:

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
18 Septiembre	δ Aquilæ....	E.	+ 2 57	19 21 12,87	19 21 4,27	— 0,03	+ 8,90
	ι Cygni.....	E.	+ 51 33	19 27 34,24	19 27 25,24		
	κ Aigle.....	W.	— 7 13	19 32 19,36	19 32 10,71	+ 0,01	+ 8,71
	δ Cygne.....	W.	+ 44 56	19 42 19,53	19 42 10,80		
	α Aquilæ....	W.	+ 8 39	19 46 38,36	19 46 29,67	+ 0,02	+ 8,64
	ψ Cygni.....	W.	+ 52 13	19 53 26,51	19 53 17,86		
	δ Aquilæ....	E.	— 1 4	20 6 55,51	20 6 46,71	0,00	+ 9,21
	α^1seq. Cygni...	E.	+ 46 29	20 10 57,82	20 10 48,53		
19 Septiembre	α Lyre.....	E.	+ 38 42	18 34 3,64	18 33 53,18		
	φ Sagittaire..	E.	— 27 5	18 40 20,65	18 40 11,06	0,00	+ 10,50

FECHAS — 1914	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
19 Septiembre	δ Lyræ.....	W.	+ 33 16	18 46 56,52	18 46 46,45		
	σ Sagittarii..	W.	— 26 24	18 49 59,66	18 49 49,86	0,00	+ 10,12
	R Lyræ.....	W.	+ 43 50	18 52 45,08	18 52 34,92		
	λ Aquilæ....	W.	— 5 1	19 1 44,29	19 1 34,34	— 0,02	+ 10,16
	π Sagittarii..	E.	— 21 10	19 4 42,61	19 4 32,74	0,00	+ 10,54
	θ Lyræ.....	E.	+ 37 59	19 13 25,21	19 13 14,71		
	κ Aigle.....	E.	— 7 13	19 32 19,33	19 32 8,01	+ 0,01	+ 11,91
	δ Cygne.....	E.	+ 44 56	19 42 19,48	19 42 7,48		
20 Septiembre	θ Aquilæ....	W.	— 1 4	20 6 55,48	20 6 44,31	0,00	+ 11,34
	o^1 seq. Cygni...	W.	+ 46 29	20 10 57,77	20 10 46,39		
	β² Capricorne	W.	— 15 3	20 16 14,66	20 16 3,51	— 0,02	+ 11,40
	γ Cygne.....	W.	+ 39 59	20 19 11,07	20 18 59,70		
	θ Cephei....	E.	+ 62 43	20 28 10,40	20 27 57,81		
	ν Capricorni.	E.	— 18 26	20 35 13,31	20 35 1,96	— 0,04	+ 12,05
21 Septiembre	*R* Lyræ.....	E.	+ 43 50	18 52 45,02	18 52 32,13		
	λ Aquilæ....	E.	— 5 1	19 1 44,26	19 1 31,93	+ 0,02	+ 12,82
	π Sagittarii..	W.	— 21 10	19 4 42,58	19 4 30,69	— 0,04	+ 11,95
	θ Lyræ.....	W.	+ 37 59	19 13 25,17	19 13 13,26		
	δ Aquilæ....	W.	+ 2 57	19 21 12,83	19 21 0,96	— 0,04	+ 11,95
	ι Cygni.....	W.	+ 51 33	19 27 34,15	19 27 22,22		
22 Septiembre	α Lyræ.....	W.	+ 38 42	18 34 3,57	18 33 50,29		
	ψ Sagittaire..	W.	— 27 5	18 40 20,60	18 40 6,57	— 0,06	+ 13,30
	β Lyræ.....	E.	+ 33 16	18 46 56,46	18 46 42,69		
	σ Sagittarii...	E.	— 26 24	18 49 59,60	18 45 45,46	— 0,04	+ 13,74
	R Lyræ.....	E.	+ 43 50	18 52 45,00	18 52 31,32		
	λ Aquilæ....	E.	— 5 1	19 1 44,24	19 1 30,23	— 0,11	+ 13,82
	π Sagittarii..	W.	— 21 10	19 4 42,56	19 4 28,52	— 0,06	+ 13,19
	θ Lyræ.....	W.	+ 37 59	19 13 25,15	19 13 11,96		

En el siguiente cuadro figuran los estados y movimientos del reloj Strasser durante los días de observación con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
18 de Septiembre de 1914.....	19 46	+ 8,87 ± 0,07	
19 id. id.	18 54	+ 10,33 ± 0,01	+ 1,51 ± 0,07
20 id. id.	20 4	+ 11,66 ± 0,01	+ 1,24 ± 0,01
21 id. id.	19 10	+ 12,39 ± 0,02	+ 0,76 ± 0,02
22 id. id.	18 54	+ 13,51 ± 0,03	+ 1,15 ± 0,03

Error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0{,}04$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra G figuran las correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se obtuvo como en las estaciones anteriores, oscilando los péndulos 104-106 y 46-47 en la dirección E.-W. y los 105-107 y 65-66 en la N.-S. A continuación se consignan los resultados obtenidos:

Péndulos 104 y 106.

48×10^{-7}
47×10^{-7}
39×10^{-7}
42×10^{-7}

44×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_1} = \pm 2{,}1 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

54×10^{-7}
49×10^{-7}
45×10^{-7}
41×10^{-7}

47×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_2} = \pm 2{,}8 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

46×10^{-7}
41×10^{-7}
39×10^{-7}
42×10^{-7}

42×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = \pm 1{,}4 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

50×10^{-7}
42×10^{-7}
50×10^{-7}
47×10^{-7}

47×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014652	0,5015456	0,5014793	0,5015551
4654	5515	4785	5563
4585	5370	4878	5632
4626	5451	4825	5531
0,5014629	0,5015448	0,5014820	0,5015569

Péndulo 46.	Péndulo 65.	Péndulo 47.	Péndulo 66.
0,5066278	0,5065805	0,5068168	0,5065585
6331	5792	8154	5580
0,5066304	0,5065798	0,5068161	0,5065582

FECHAS — 1914	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0° c	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s		s						s
17 Septiembre.	104	8 57	699,55	10,92	20,40	11,9	+ 1,51	155,13	0,5016168	— 4	— 575	— 981	+ 88	— 44	0,5014652
17 id.	105	10 17	699,40	10,78	20,40	12,1	+ 1,51	147,875	6964	— 4	— 578	— 967	+ 88	— 47	5456
17 id.	106	11 33	699,25	10,99	20,46	11,6	+ 1,51	153,885	6299	— 4	— 566	— 980	+ 88	— 44	4793
17 id.	107	14 33	698,75	11,07	20,66	11,8	+ 1,51	147,06	7058	— 4	— 567	— 977	+ 88	— 47	5551
17 id.	104	15 50	698,65	11,43	20,76	11,8	+ 1,51	154,95	6186	— 4	— 573	— 999	+ 88	— 44	4654
17 id.	105	17 11	698,7	11,43	20,86	12,1	+ 1,51	147,20	7042	— 4	— 578	— 988	+ 88	— 47	5515
20 id.	106	9 00	700,00	10,36	20,05	11,9	+ 1,24	153,975	6289	— 4	— 567	— 961	+ 72	— 44	4785
20 id.	107	10 18	699,85	10,57	20,05	11,9	+ 1,24	147,04	7060	— 4	— 570	— 948	+ 72	— 47	5563
20 id.	104	11 34	699,6	10,92	20,10	11,8	+ 1,24	155,755	6103	— 4	— 575	— 967	+ 72	— 44	4585
20 id.	105	14 28	698,85	10,99	20,30	11,8	+ 1,24	148,525	6889	— 4	— 578	— 962	+ 72	— 47	5370
20 id.	106	15 45	698,65	11,21	20,40	11,6	+ 1,24	152,98	6396	— 4	— 565	— 977	+ 72	— 44	4878
20 id.	107	17 2	698,45	11,43	20,56	11,9	+ 1,24	146,27	7150	— 4	— 567	— 972	+ 72	— 47	5632
21 id.	104	8 58	699,9	10,15	19,95	11,5	+ 0,76	155,15	6166	— 4	— 576	— 960	+ 44	— 44	4626
21 id.	105	10 18	699,85	10,15	19,85	11,8	+ 0,76	147,75	6978	— 4	— 580	— 940	+ 44	— 47	5451
21 id.	106	11 34	699,7	10,01	19,80	11,9	+ 0,76	153,445	6346	— 4	— 568	— 949	+ 44	— 44	4825
21 id.	107	14 35	699,1	9,87	19,90	12,1	+ 0,76	147,14	7049	— 4	— 570	— 941	+ 44	— 47	5531
22 id.	46	9 25	699,3	8,35	18,11	13,2	+ 1,15	37,4352	0,5067686	— 5	— 561	— 867	+ 67	— 42	0,5066278
22 id.	65	10 08	699,25	8,67	18,11	13,1	+ 1,15	37,7202	7168	— 5	— 591	— 787	+ 67	— 47	5805
22 id.	47	10 49	699,1	8,99	18,11	13,2	+ 1,15	36,4252	9589	— 5	— 561	— 880	+ 67	— 42	8168
22 id.	66	11 28	698,85	8,85	18,16	13,1	+ 1,15	37,8008	7023	— 5	— 582	— 871	+ 67	— 47	5585
22 id.	46	12 09	698,65	8,71	18,21	13,2	+ 1,15	37,4042	7743	— 5	— 560	— 872	+ 67	— 42	6331
22 id.	65	15 32	697,85	8,40	18,56	13,9	+ 1,15	37,7180	7172	— 4	— 589	— 807	+ 67	— 47	5792
22 id.	47	16 14	697,8	8,40	18,66	13,1	+ 1,15	36,4196	9600	— 5	— 559	— 907	+ 67	— 42	8154
22 id.	66	16 54	697,8	8,74	18,76	13,4	+ 1,15	37,7884	7045	— 5	— 580	— 900	+ 67	— 47	5580

ESTACIÓN DE MADRID (cierre).

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el mismo local ya citado y en análogas condiciones que sus similares.

Las coordenadas geográficas son, por tanto, las indicadas anteriormente.

Determinación de la hora.

Se efectuaron las comparaciones necesarias del reloj Strasser con el magistral del Observatorio Astronómico.

Los estados y movimientos se indican en el adjunto cuadro:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	ESTADO DEL RELOJ	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
15 de Octubre de 1914	12 39	+ 0,44 ± 0,04	
16 id. id.	14 11	+ 1,74 ± 0,03	+ 1,22 ± 0,05
17 id. id.	14 49	+ 2,93 ± 0,04	+ 1,16 ± 0,05
18 id. id.	14 31	+ 4,19 ± 0,05	+ 1,28 ± 0,06
19 id. id.	14 40	+ 5,72 ± 0,04	+ 1,52 ± 0,06
20 id. id.	14 34	+ 7,20 ± 0,04	+ 1,49 ± 0,06
21 id. id.	14 36	+ 8,40 ± 0,04	+ 1,20 ± 0,06
22 id. id.	15 15	+ 9,91 ± 0,04	+ 1,48 ± 0,06
23 id. id.	15 01	+ 11,92 ± 0,04	+ 2,02 ± 0,06
24 id. id.	15 03	+ 13,88 ± 0,03	+ 1,96 ± 0,05

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones:

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,06$$

Duraciones de oscilación.

En los estados señalados con las letras H_1 y H_2 figuran todos los cálculos y correcciones hechos para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén dió los siguientes resultados, oscilando los péndulos 104-106 y los 46-47 en la dirección NE.-SW. y los 105-107 y 65-66 en la normal á la misma.

Péndulos 104 y 106.

36×10^{-7}
33×10^{-7}
34×10^{-7}
34×10^{-7}

34×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_1} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

Péndulos 105 y 107.

39×10^{-7}
39×10^{-7}
38×10^{-7}
36×10^{-7}

38×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_2} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

Péndulos 46 y 47.

34×10^{-7}
27×10^{-7}
34×10^{-7}
36×10^{-7}

33×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_3} = \pm 2{,}0 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

43×10^{-7}
41×10^{-7}
35×10^{-7}
40×10^{-7}

40×10^{-7} $\quad \varepsilon_{b_4} = \pm 1{,}7 \times 10^{-7}$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes es el que sigue:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014805	0,5015669	0,5015016	0,5015787
746	62	14	782
767	79	07	783
790	72	13	800
783	56	00	779
791	51	05	770
0,5014780	0,5015665	0,5015009	0,5015783

Péndulo 46.	Péndulo 65.	Péndulo 47.	Péndulo 66.
0,5066475	0,5065973	0,5068355	0,5065781
459	30	44	762
513	83	66	791
489	69	47	785
490	83	58	805
497	66	45	782
0,5066487	0,5065967	0,5068352	0,5065784

FECHAS — 1914	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
15 Octubre	104	17 48	705,55	7,48	17,32	11,3	+ 1,22	154,905	0,5016191	— 3	— 587	— 833	+ 71	— 34	0,5014805
15 id.	105	19 5	705,80	7,03	17,37	11,8	+ 1,22	147,095	7054	— 4	— 591	— 823	+ 71	— 38	5669
16 id.	106	11 34	707,00	8,08	16,92	11,6	— 1,22	153,18	6374	— 4	— 580	— 811	+ 71	— 34	5016
16 id.	107	12 52	706,75	8,11	17,02	11,9	+ 1,22	146,315	7145	— 4	— 582	— 805	+ 71	— 38	5787
16 id.	104	17 39	706,25	7,00	17,32	11,6	+ 1,16	155,41	6138	— 4	— 588	— 833	+ 67	— 34	4746
16 id.	105	18 59	706,65	6,72	17,32	11,8	+ 1,16	147,125	7050	— 4	— 592	— 821	+ 67	— 38	5662
17 id.	106	12 9	708,15	7,58	16,52	11,6	+ 1,16	153,33	6358	— 4	— 582	— 791	+ 67	— 34	5014
17 id.	107	13 31	708,00	7,92	16,62	11,6	+ 1,16	146,465	7127	— 4	— 584	— 786	+ 67	— 38	5782
17 id.	104	17 59	707,9	7,61	17,07	11,4	+ 1,28	155,375	6142	— 3	— 591	— 821	+ 74	— 34	4767
17 id.	105	19 17	708,15	7,61	17,17	11,9	+ 1,28	147,095	7054	— 4	— 593	— 814	+ 74	— 38	5679
18 id.	106	11 54	708,55	7,11	16,32	11,6	+ 1,28	153,535	6336	— 4	— 583	— 782	+ 74	— 34	5007
18 id.	107	13 13	708,35	7,27	16,37	11,6	+ 1,28	146,61	7110	— 4	— 585	— 774	+ 74	— 38	5783
18 id.	104	17 49	708,15	7,44	16,72	11,7	+ 1,52	155,455	6134	— 4	— 590	— 804	+ 88	— 34	4790
18 id.	105	19 8	708,4	7,61	16,77	11,6	+ 1,52	147,425	7015	— 4	— 594	— 795	+ 88	— 38	5672
19 id.	106	12 2	709,7	6,64	16,12	11,6	+ 1,52	153,70	6319	— 4	— 584	— 772	+ 88	— 34	5013
19 id.	107	13 21	709,25	7,11	16,22	11,6	+ 1,52	146,64	7107	— 4	— 586	— 767	+ 88	— 38	5800
19 id.	104	17 59	708,00	7,27	16,52	11,5	+ 1,49	155,59	6120	— 4	— 591	— 795	+ 87	— 34	4783
19 id.	105	19 18	708,2	7,27	16,62	11,9	+ 1,49	147,625	6992	— 4	— 594	— 787	+ 87	— 38	5656
20 id.	106	11 57	708,5	6,79	15,72	11,6	+ 1,49	153,985	6288	— 4	— 584	— 753	+ 87	— 34	5000
20 id.	107	13 16	708,2	7,25	15,82	11,8	+ 1,49	146,97	7068	— 4	— 586	— 748	+ 87	— 38	5779
20 id.	104	17 54	707,3	6,97	16,17	11,5	+ 1,20	155,51	6128	— 4	— 591	— 778	+ 70	— 34	4791
20 id.	105	19 13	707,4	6,97	16,27	11,8	+ 1,20	147,665	6988	— 4	— 594	— 771	+ 70	— 38	5651
21 id.	106	12 00	707,15	6,79	15,52	11,4	+ 1,20	153,88	6299	— 3	— 583	— 744	+ 70	— 34	5005
21 id.	107	13 19	706,65	7,41	15,62	11,5	+ 1,20	146,99	7066	— 4	— 585	— 739	+ 70	— 38	5770

Estado H₁ **ESTACIÓN DE MADRID (cierre)**

FECHAS — 1914	Péndulos.	Hora sidéreа.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷ Por la amplitud	Al vacío.	Á la temperatura de 0°c.	Á tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°		s	s	s						s
21 Octubre....	46	18 00	705,35	7,57	16,27	13,1	+ 1,48	37,3872	0,5067774	— 5	— 569	— 779	+ 87	— 33	0,5066475
21 id.	65	18 40	705,55	7,57	16,32	13,0	+ 1,48	37,6792	7242	— 5	— 601	— 710	+ 87	— 40	5973
21 id.	47	19 20	705,75	7,57	16,32	13,1	+ 1,48	36,3832	9670	— 5	— 571	— 793	+ 87	— 33	8355
21 id.	66	20 00	705,8	7,57	16,32	13,2	+ 1,48	37,7502	7114	— 5	— 592	— 783	+ 87	— 40	5781
22 id.	46	12 27	704,05	8,78	15,72	13,1	+ 1,48	37,4104	7732	— 5	— 569	— 753	+ 87	— 33	6459
22 id.	65	13 08	703,9	8,95	15,77	13,1	+ 1,48	37,0717	7174	— 5	— 600	— 686	+ 87	— 40	5930
22 id.	47	13 52	703,7	9,13	15,87	13,1	+ 1,48	36,4016	9635	— 5	— 569	— 771	+ 87	— 33	8344
22 id.	66	14 32	703,5	9,46	15,92	13,1	+ 1,48	37,7718	7075	— 5	— 591	— 764	+ 87	— 40	5762
22 id.	46	18 17	703,15	9,60	16,12	13,3	+ 2,02	37,3892	7771	— 5	— 567	— 772	+ 119	— 33	6513
22 id.	65	18 57	703,3	9,46	16,12	12,9	+ 2,02	37,6976	7209	— 5	— 599	— 701	+ 119	— 40	5983
22 id.	47	19 37	703,5	9,46	16,12	13,1	+ 2,02	36,3998	9638	— 5	— 569	— 784	+ 119	— 33	8366
22 id.	66	20 23	703,75	9,46	16,12	13,3	+ 2,02	37,7676	7082	— 5	— 591	— 774	+ 119	— 40	5791
23 id.	46	12 18	706,95	9,60	15,97	13,1	+ 2,02	37,4034	7744	— 5	— 571	— 765	+ 119	— 33	6489
23 id.	65	12 58	707,05	9,46	16,15	13,1	+ 2,02	37,7028	7199	— 5	— 602	— 702	+ 119	— 40	5969
23 id.	47	13 38	707,1	9,78	16,12	13,1	+ 2,02	36,4084	9622	— 5	— 572	— 784	+ 119	— 33	8347
23 id.	66	14 17	707,09	10,10	16,12	13,1	+ 2,02	37,7700	7078	— 5	— 593	— 774	+ 119	— 40	5785
23 id.	46	18 10	706,7	9,46	16,32	13,1	+ 1,96	37,3920	7765	— 5	— 570	— 782	+ 115	— 33	6490
23 id.	65	18 51	706,7	9,46	16,37	13,0	+ 1,96	37,6878	7226	— 5	— 601	— 712	+ 115	— 40	5983
23 id.	47	19 31	706,7	9,46	16,42	13,1	+ 1,96	36 3940	9650	— 5	— 571	— 798	+ 115	— 33	8358
23 id.	66	20 09	706,8	9,31	16,47	13,1	+ 1,96	37,7482	7117	— 5	— 592	— 790	+ 115	— 40	5805
24 id.	46	12 13	706,9	9,27	16,12	13,1	+ 1,96	37,3942	7763	— 5	— 571	— 772	+ 115	— 33	6497
24 id.	65	12 52	707,1	8,81	16,12	13,1	+ 1,96	37,7032	7199	— 5	— 602	— 701	+ 115	— 40	5966
24 id.	47	13 33	707,1	9,13	16,17	13,1	+ 1,96	36,4062	9626	— 5	— 572	— 786	+ 115	— 33	8345
24 id.	66	14 13	706,95	9,31	16,27	13,1	+ 1,96	37,7654	7086	— 5	— 593	— 781	+ 115	— 40	5782

CAPÍTULO II

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1914

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

Empezaremos este estudio por comparar los diversos valores encontrados para las duraciones de oscilación en cada estación, con sus promedios correspondientes, y obtener de este modo sus diferencias respectivas y los cuadrados de las mismas. Este examen previo nos servirá para descartar, desde luego, todas aquellas observaciones que, debido á causas diversas, den valores muy distanciados de los medios obtenidos.

Los dos estados siguientes ponen de manifiesto estas diferencias y sus cuadrados, debiendo advertir que para lo sucesivo hemos convenido en prescindir de aquellas observaciones en las que los cuadrados de las diferencias excedan de mil, las que se señalan encerrándolas entre paréntesis.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
	1	1	27	729	36	(1296)	70	(4900)
	11	121	31	961	19	361	44	(1936)
Madrid (salida)	55	(3025)	18	324	31	961	4	16
	47	(2209)	4	16	20	400	18	324
	104	(10816)	43	(1849)	11	121	11	121
	14	196	3	9	21	441	1	1
	29	841	39	(1521)	40	(1600)	19	361
Coca	16	256	15	225	22	484	43	1849
	28	784	16	256	13	169	6	36
	15	225	36	(1296)	7	49	17	289
	10	100	2	4	16	256	6	36
Valladolid	15	225	14	196	23	529	19	361
	9	81	21	441	2	4	10	100
	16	256	7	49	6	36	2	4
	9	81	20	400	3	9	19	361
Lugo	40	(1600)	50	(2500)	43	(1849)	00	00
	2	4	22	484	42	(1764)	5	25
	27	729	9	81	6	36	14	196

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	v v	v	v v	v	v v	v	v v
	12	144	14	196	4	16	56	(3136)
	4	16	48	(2304)	34	(1156)	0	0
Ponferrada	33	(1089)	31	961	15	225	42	(1764)
	49	(2401)	31	961	15	225	15	225
	1	1	16	256	22	484	63	(3969)
	0	0	8	64	38	(1444)	26	676
Benavente	42	(1764)	8	64	8	64	32	(1024)
	41	(1681)	31	961	23	529	3	9
	23	529	8	64	27	729	18	324
	25	625	67	(4489)	35	(1225)	6	36
Salamanca	44	(1936)	78	(6084)	58	(3364)	63	(3969)
	4	16	3	9	5	25	38	(1444)
	25	625	4	16	7	49	4	16
	34	(1156)	3	9	5	25	1	1
Madrid (cierre)	13	169	14	196	2	4	0	0
	10	100	7	49	4	16	17	289
	3	9	9	81	9	81	4	16
	11	121	14	196	4	16	13	169

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 47.		Péndulo 66.		Péndulo 46.		Péndulo 65.	
	v	v v	v	v v	v	v v	v	v v
	19	361	27	729	2	4	3	9
	18	324	17	289	30	900	12	144
Madrid (salida)	37	(9369)	43	(1849)	6	36	2	4
	14	196	10	100	22	434	12	144
	5	25	5	25	8	64	5	25
	18	324	2	4	20	400	25	625
Coca	9	81	5	25	3	9	17	289
	8	64	5	25	3	9	17	289
Valladolid	17	289	2	4	0	0	20	400
	18	324	1	1	0	0	20	400
Lugo	13	169	10	100	1	1	5	25
	13	169	10	100	0	0	5	25
Ponferrada	5	25	8	64	31	961	181	(32761)
	4	16	8	64	31	961	181	(32761)
Benavente	10	100	20	400	40	(1600)	23	529
	10	100	21	441	41	(1600)	23	529
Salamanca	7	49	3	9	26	676	7	49
	7	49	2	4	27	729	6	36
	3	9	3	9	12	144	6	36
	8	64	22	484	28	784	37	(1369)
Madrid (cierre)	14	196	7	49	26	676	16	256
	5	25	1	1	2	4	2	4
	6	36	21	441	3	9	16	256
	7	49	2	4	10	100	1	1

Hecha esta selección de valores y volviendo á obtener los promedios de los valores restantes, resultarán para las duraciones de oscilación en las estaciones observadas las que figuran en los estados siguientes:

Estado núm. 3.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida)	0,5014871	0,5015646	0,5015003	0,5015816
Coca	4744	5534	4895	5655
Valladolid	4536	5305	4686	5444
Lugo	3901	4720	4060	4842
Ponferrada	4214	4972	4378	5151
Benavente	4362	5129	4513	5267
Salamanca	4644	5453	4809	5557
Madrid (cierre)	4787	5665	5009	5783

Estado núm. 4.

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Madrid (salida)	0,5068309	0,5065777	0,5066484	0,5065962
Coca	8207	5646	6377	848
Valladolid	8005	5453	6182	619
Lugo	7333	4814	5513	003
Ponferrada	7674	5117	5824	—
Benavente	7838	5263	—	492
Salamanca	8161	5582	6304	798
Madrid (cierre)	8352	5784	6487	975

Como promedios de las observaciones en Madrid se obtienen los siguientes:

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida) / Madrid (cierre)	0,5014829	0,5015655	0,5015006	0,5015799
Diferencias	84	19	6	33

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Madrid (salida) / Madrid (cierre)	0,5068330	0,5065780	0,5066486	0,5065968
Diferencias	43	7	3	13

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con las duraciones de oscilación de los otros en una estación cualquiera, comparadas con las correspondientes diferencias en las otras estaciones, mostrarán si hubo ó no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña diferencia entre la latitud de Madrid y la de las estaciones observadas, hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlas comparables entre sí.

En los dos estados adjuntos aparecen las diferencias en cuestión.

Estado núm. 5.

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	104-106	104-107	105-106	105-107	106-107
Madrid (salida).....	— 775	— 132	— 945	+ 643	— 170	— 813
Coca.....	— 790	— 151	— 911	+ 639	— 121	— 760
Valladolid.....	— 769	— 150	— 908	+ 619	— 139	— 758
Lugo.....	— 819	— 159	— 941	+ 660	— 122	— 782
Ponferrada.....	— 758	— 164	— 937	+ 594	— 179	— 773
Benavente.....	— 767	— 151	— 905	+ 616	— 138	— 754
Salamanca.....	— 809	— 165	— 913	+ 644	— 104	— 748
Madrid (cierre).....	— 878	— 222	— 996	+ 656	— 118	— 774
Diferencias máximas.	120	90	91	66	75	65

Estado núm. 6.

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	47-66	47-46	47-65	66-46	66-65	46-65
Madrid (salida).....	+ 2532	+ 1825	+ 2347	— 707	— 185	+ 522
Coca.....	+ 2561	+ 1830	+ 2359	— 731	— 202	+ 529
Valladolid.....	+ 2552	+ 1823	+ 2386	— 729	— 166	+ 563
Lugo.....	+ 2519	+ 1820	+ 2330	— 699	— 189	+ 510
Ponferrada.....	+ 2557	+ 1850	»	— 707	»	»
Benavente.....	+ 2575	»	+ 2346	»	— 229	»
Salamanca.....	+ 2579	+ 1857	+ 2363	— 722	— 216	506
Madrid (cierre).....	+ 2568	+ 1865	+ 2377	— 703	— 191	512
Diferencias máximas.	60	45	56	32	63	57

Teniendo presente la diferencia señalada por el péndulo 104 entre Madrid (salida) y Madrid (cierre), y los resultados del estado núm. 5, de cuyo examen se deduce que el citado péndulo sufrió una variación notable durante la campaña, prescindiremos de dicho péndulo para los valores finales.

Comparando las diferencias de oscilación entre las estaciones Madrid (salida) y Madrid (cierre) con la otra serie de péndulos, la mayor discrepancia (43) resulta para el péndulo 47, sin que la ofrezca, por otro lado, en el estado núm. 6, pues la suma de las diferencias máximas para aquellas comparaciones en las que entra el citado péndulo es de $60 + 45 + 56 = 161$ y para las independientes del mismo es de $32 + 63 + 57 = 152$. En vista de ello, no se prescindirá de dicho péndulo en los cálculos posteriores.

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para saber la precisión obtenida en las observaciones, habrán de calcularse por separado los errores medios cometidos en las diferentes operaciones de que se compone una determinación de esta clase y se englobarán estos errores parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de **g** en cada estación.

Cálculos de los errores parciales.

1.° Los errores cometidos en la observación de la duración de oscilación se obtendrán por la fórmula

$$e = 10^{-7}\sqrt{\frac{[v\,v]}{[n]-m}}$$

en la cual representa [v v] la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores, [n] el número total de observaciones, y m el número de péndulos observados.

Para obtener los valores de [v v] tendremos que obtener los de v v, que son los cuadrados de las diferencias. Teniendo en cuenta las supresiones hechas y procediendo análogamente á cuando obtuvimos los estados números 1 y 2 obtendremos el cuadro que sigue:

ESTACIONES	Péndulo 105		Péndulo 106		Péndulo 107		Péndulo 47		Péndulo 66		Péndulo 46		Péndulo 65		[vv]	[n]
	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n		
Madrid (salida)	1703	5	1996	5	318	4	971	5	811	5	1888	6	951	6	8638	36
Coca	481	2	114	3	98	3	145	2	50	2	18	2	578	2	1484	16
Valladolid	690	4	825	4	501	4	613	2	5	2	00	2	800	2	3434	20
Lugo	98	3	41	2	582	4	338	2	200	2	1	2	50	2	1310	17
Ponferrada	1350	3	81	3	113	2	41	2	128	2	1922	2	»	»	3635	14
Benavente	1345	4	621	3	265	2	200	2	841	2	»	»	1058	2	4330	15
Salamanca	13	2	512	2	72	2	98	2	13	2	1405	2	85	2	2198	14
Madrid (cierre)	547	6	191	6	491	6	379	6	988	6	1717	6	249	5	4562	41
[vv]	6227		4381		2440		2785		3036		6951		3771		29591	
[n]		29		28		27		23		23		22		21		173

Aplicando la fórmula antes citada para cada estación, poniendo en vez de [v v] los valores de la penúltima columna, sustituyendo [n] por los de la última y m por 7 que son los péndulos observados, menos en las estaciones de Ponferrada y Benavente, en las cuales m es igual á 6, tendremos:

Madrid (salida)	$e = \pm 17{,}3 \times 10^{-7}$
Coca	$e = \pm 12{,}8 \times 10^{-7}$
Valladolid	$e = \pm 16{,}3 \times 10^{-7}$
Lugo	$e = \pm 11{,}5 \times 10^{-7}$
Ponferrada	$e = \pm 21{,}3 \times 10^{-7}$
Benavente	$e = \pm 21{,}9 \times 10^{-7}$
Salamanca	$e = \pm 17{,}7 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e = \pm 11{,}8 \times 10^{-7}$

Los valores de los errores del resultado medio en cada estación se obtendrán por la fórmula

$$e_s = \frac{1}{\sqrt{[n]}} \times e$$

dando los resultados siguientes:

Madrid (salida)	$e_s = \pm 2{,}9 \times 10^{-7}$
Coca	$e_s = \pm 3{,}2 \times 10^{-7}$
Valladolid	$e_s = \pm 3{,}6 \times 10^{-7}$
Lugo	$e_s = \pm 2{,}8 \times 10^{-7}$
Ponferrada	$e_s = \pm 5{,}8 \times 10^{-7}$
Benavente	$e_s = \pm 5{,}6 \times 10^{-7}$
Salamanca	$e_s = \pm 4{,}8 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_s = \pm 1{,}8 \times 10^{-7}$

Los valores de e y e_s para el promedio de las dos estaciones de Madrid, serán:

$$e = \sqrt{\frac{8638 + 4562}{36 + 41 - 14}} = \pm 14{,}5 \times 10^{-7}$$

$$e_s = \frac{1}{\sqrt{77}} \times 14{,}5 = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores que da la duración de oscilación de cada uno de los péndulos en el conjunto de la campaña, nos valdremos de la misma fórmula, poniendo en vez de [v v] y de [n] los valores contenidos en las dos últimas líneas del cuadro anterior y por m el número de estaciones, que son ocho, menos las observadas con los péndulos 46 y 65, que son siete:

$$\text{Péndulo 105.....} \quad e_{P.\,105} = \sqrt{\frac{6227}{29-8}} \times 10^{-7} = \pm 17{,}2 \times 10^{-7}$$

$$\text{Péndulo 106.....} \quad e_{P.\,106} = \sqrt{\frac{4381}{28-8}} \times 10^{-7} = \pm 14{,}8 \times 10^{-7}$$

$$\text{Péndulo 107.....} \quad e_{P.\,107} = \sqrt{\frac{2440}{27-8}} \times 10^{-7} = \pm 11{,}3 \times 10^{-7}$$

$$\text{Péndulo 47..... ..} \quad e_{P.\,47} = \sqrt{\frac{2785}{23-8}} \times 10^{-7} = \pm 13{,}6 \times 10^{-7}$$

$$\text{Péndulo 66.....} \quad e_{P.\,66} = \sqrt{\frac{3036}{23-8}} \times 10^{-7} = \pm 14{,}2 \times 10^{-7}$$

$$\text{Péndulo 46.....} \quad e_{P.\,46} = \sqrt{\frac{6951}{22-7}} \times 10^{-7} = \pm 21{,}5 \times 10^{-7}$$

$$\text{Péndulo 65.....} \quad e_{P.\,65} = \sqrt{\frac{3771}{21-7}} \times 10^{-7} = \pm 16{,}4 \times 10^{-7}$$

El error medio general á todos los péndulos será:

$$e_{P.} = \sqrt{\frac{29591}{173-54}} = \pm 15{,}8 \times 10^{-7}$$

2.° Siendo las correcciones por reducción á la amplitud muy pequeñas, los errores que de ellas pueden provenir son insignificantes, y, por lo tanto, admitiremos que estos errores son nulos.

3.° Los errores que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío se deducen de los obtenidos al hacer el estudio de las constantes, cuyos valores son:

Péndulo	105	$0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id.	106	$0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id.	107	$0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id.	47	$0{,}0000654 \pm 17 \times 10^{-7}$
Id.	66	$0{,}0000679 \pm 18 \times 10^{-7}$
Id.	46	$0{,}0000653 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id.	65	$0{,}0000689 \pm 13 \times 10^{-7}$

y su promedio 0,0000670 con un error de

$$\sqrt{\frac{9^2+8^2+11^2+17^2+18^2+8^2+13^2}{7}} = \pm 12{,}6 \times 10^{-7}$$

Siendo la relación entre este error y la constante media

$$\pm \frac{12{,}6}{670} = \pm 0{,}0188.$$

En el cuadro siguiente se han reunido los valores de los promedios.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO								
	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida)....	597,5	584,0	586,5	570,5	592,3	569,0	600,3	586	—
Coca.....	577,5	564,7	566,2	559,5	580,5	562,5	593,0	572	13
Valladolid.....	586,7	574,7	576,0	562,0	583,0	561,0	592,5	577	8
Lugo.....	603,5	590,5	593,0	586,0	606,5	583,5	614,5	597	12
Ponferrada.....	595,2	581,0	584,2	573,0	594,0	572,0	—	583	2
Benavente.....	579,5	567,2	569,5	559,5	581,0	—	589,0	574	11
Salamanca.....	578,0	566,5	568,5	560,0	581,0	560,5	590,0	572	13
Madrid (cierre)....	593,0	582,7	584,7	570,7	592,0	569,5	600,8	585	—
Madrid (promedio)	595,2	583,3	585,6	570,6	592,2	569,2	600,6	585	—

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor 0,0188, deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío:

Coca.....	$e_d = \pm 0{,}0188 \times 13 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Valladolid.....	$e_d = \pm 0{,}0188 \times 8 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Lugo.....	$e_d = \pm 0{,}0188 \times 12 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Ponferrada.....	$e_d = \pm 0{,}0188 \times 2 \times 10^{-7} = \pm 0{,}0 \times 10^{-7}$
Benavente.....	$e_d = \pm 0{,}0188 \times 11 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Salamanca.....	$e_d = \pm 0{,}0188 \times 13 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$

4.º Análogamente se deducen los que proceden por la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura, cuyos valores son:

Péndulo 105	$47{,}38 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id. 106	$47{,}91 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
Id. 107	$47{,}30 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$
Id. 47	$48{,}61 \pm 0{,}13 \times 10^{-7}$
Id. 66	$47{,}99 \pm 0{,}13 \times 10^{-7}$
Id. 46	$47{,}90 \pm 0{,}25 \times 10^{-7}$
Id. 65	$43{,}48 \pm 0{,}40 \times 10^{-7}$

Su promedio es 47.224 y el valor del error medio de las constantes de temperatura será:

$$\sqrt{\frac{0{,}12^2 + 0{,}10^2 + 0{,}07^2 + 0{,}13^2 + 0{,}13^2 + 0{,}25^2 + 0{,}40^2}{7}} = \pm 0{,}20 \times 10^{-7}$$

y la relación entre este error y la constante media será:

$$\pm \frac{0{,}20}{47{,}224} = \pm 0{,}0042.$$

En el cuadro siguiente figuran los valores de los promedios de las correcciones por reducción de temperatura en las diferentes estaciones y las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA								
	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida)	756,5	773,2	765,7	807,2	792,3	794,5	723,3	773	—
Coca	880,5	885,5	882,5	806,5	799,0	731,5	673,0	808	37
Valladolid	908,0	925,2	921,0	973,0	963,5	962,5	864,0	931	160
Lugo	914,5	931,5	921,2	900,0	959,5	906,0	822,5	908	137
Ponferrada	884,7	896,7	888,0	921,5	909,5	905,5	—	901	130
Benavente	985,7	993,7	984,7	975,0	962,5	—	872,0	962	191
Salamanca	964,2	966,7	959,5	893,5	885,5	869,5	797,0	905	134
Madrid (cierre)	801,8	775,5	769,8	786,0	777,7	770,5	702,0	769	—
Madrid (promedio)	779,1	774,3	767,7	796,6	785,0	782,5	712,6	771	—

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm$ 0,0042, obtendremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante por reducción de temperatura:

Coca	$e_t = \pm 0{,}0042 \times 37 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Valladolid	$e_t = \pm 0{,}0042 \times 160 \times 10^{-7} = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$
Lugo	$e_t = \pm 0.0042 \times 137 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Ponferrada	$e_t = \pm 0{,}0042 \times 130 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Benavente	$e_t = \pm 0{,}0042 \times 191 \times 10^{-7} = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$
Salamanca	$e_t = \pm 0{,}0042 \times 134 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación á consecuencia de los ε_m cometidos en las determinaciones de hora, se calculan por la fórmula:

$$e_m = \pm a\, s\, \varepsilon_m,$$

siendo

$a = \dfrac{10 + 7}{86400}$

s = promedio de las duraciones de oscilación en cada estación, y

ε_m = los errores medios de conjunto de las determinaciones de hora en cada estación, obteniendo los valores que figuran en el cuadro adjunto:

ESTACIONES	a	s	ε_m	e_m
Madrid (salida)		0,5044714	0,06	$3{,}5 \times 10^{-7}$
Coca		4595	0,06	$3{,}5 \times 10^{-7}$
Valladolid		4385	0,06	$3{,}5 \times 10^{-7}$
Lugo	$\dfrac{10+7}{86400}$	3755	0,04	$2{,}3 \times 10^{-7}$
Ponferrada		0519	0,07	$4{,}1 \times 10^{-7}$
Benavente		0584	0,06	$3{,}5 \times 10^{-7}$
Salamanca		4523	0,04	$2{,}3 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)		4722	0,06	$3{,}5 \times 10^{-7}$

6.° Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén, que parcialmente se han obtenido ya en cada estación para cada par de péndulos, son los siguientes:

Madrid (salida)	$e_b = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$
Coca	$e_b = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$
Valladolid	$e_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Lugo	$e_b = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Ponferrada	$e_b = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$
Benavente	$e_b = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Salamanca	$e_b = \pm 1{,}1 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_b = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan á las duraciones de oscilación reducidas.

Obtenidos los diversos errores cometidos en las varias operaciones realizadas para las determinaciones de la gravedad, se tendrá el error medio total en cada una de las estaciones empleando la fórmula siguiente:

$$E = \sqrt{e_s^{2\,(\text{Madrid})} + e_s^{2\,(\text{estación observada})} + e_a^2 + e_d^2 + e_t^2 + e_m^2 + e_b^2}$$

En el cuadro siguiente figuran los cuadrados de estos errores y la suma de los mismos para cada una de las estaciones.

ESTACIONES	e_s^2 (Madrid).	e_s^2 (Est.).	e_a^2	e_d^2	e_t^2	e_m^2	e_b^2	E^2
Coca	$1{,}6^2$	$3{,}2^2$	—	$0{,}2^2$	$0{,}2^2$	$3{,}5^2$	$0{,}8^2$	25,77
Valladolid	$1{,}6^2$	$3{,}6^2$	—	$0{,}2^2$	$0{,}7^2$	$3{,}5^2$	$0{,}3^2$	28,39
Lugo	$1{,}6^2$	$2{,}8^2$	—	$0{,}2^2$	$0{,}6^2$	$2{,}3^2$	$0{,}6^2$	16,45
Ponferrada	$1{,}6^2$	$5{,}8^2$	—	$0{,}0^2$	$0{,}5^2$	$4{,}1^2$	$0{,}7^2$	53,75
Benavente	$1{,}6^2$	$5{,}6^2$	—	$0{,}2^2$	$0{,}8^2$	$3{,}5^2$	$0{,}6^2$	47,21
Salamanca	$1{,}6^2$	$4{,}8^2$	—	$0{,}4^2$	$0{,}6^2$	$2{,}3^2$	$1{,}1^2$	32,62

Extrayendo las rafces cuadradas de los valores contenidos en la última columna, tendremos los errores E para la duración de oscilación en cada una de las estaciones:

Coca	$E = \pm 5{,}1 \times 10^{-7}$
Valladolid	$E = \pm 5{,}3 \times 10^{-7}$
Lugo	$E = \pm 4{,}1 \times 10^{-7}$
Ponferrada	$E = \pm 7{,}3 \times 10^{-7}$
Benavente	$E = \pm 6{,}9 \times 10^{-7}$
Salamanca	$E = \pm 5{,}7 \times 10^{-7}$

CAPÍTULO III

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

Para determinar los valores de **g**, ó sean los valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en cualquiera estación, aplicaremos la fórmula

$$g = g_m - 2g_m\frac{s - s_m}{s_m} + 3g^m\left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la cual **g** es el valor de la gravedad que se quiere determinar en una estación cualquiera; g_m el valor de la gravedad en Madrid, que es 979,981; **s** el valor de la duración de oscilación en la estación de que se trata, obtenido con un péndulo determinado, y s_m el valor de la duración de oscilación en Madrid, obtenido con el mismo péndulo.

Los valores de s_m para cada uno de los péndulos 105, 106, 107, 47, 66, 46 y 65 son:

Péndulo	105	$s_m = 0{,}5015655$
Id.	106	$s_m = 0{,}5015006$
Id.	107	$s_m = 0{,}5015799$
Id.	47	$s_m = 0{,}5068330$
Id.	66	$s_m = 0{,}5065780$
Id.	46	$s_m = 0{,}5066486$
Id.	65	$s_m = 0{,}5065968$

Aplicando, pues, la fórmula anterior llegaremos á los resultados que figuran en el siguiente cuadro:

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1914	Coca	105	980,028	980,029
		106	24	
		107	37	
		47	29	
		66	33	
		46	23	
		65	27	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
		105	980,118	
		106	106	
		107	120	
	Valladolid	47	107	980,111
		66	108	
		46	099	
		65	116	
		105	980,346	
		106	51	
		107	55	
	Lugo	47	67	980,355
		66	55	
		46	57	
		65	54	
		105	980,248	
		106	26	
1914	Ponferrada	107	34	980,236
		47	35	
		66	37	
		46	37	
		105	980,187	
		106	174	
	Benavente	107	189	980,178
		47	171	
		66	181	
		65	165	
		105	980,060	
		106	58	
		107	76	
	Salamanca	47	46	980,057
		66	58	
		46	51	
		65	47	

Los errores correspondientes á estos valores de **g**, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2 g_m}{s_m} E$$

en la cual g_m representa el valor de la gravedad en Madrid, s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de oscilación, ó sea 0,5044718, y por E todos los valores deducidos en el capítulo anterior.

Su aplicación nos conduce á los valores siguientes:

Coca	$E_g = \pm 2{,}0 \times 10^{-5}$
Valladolid	$E_g = \pm 2{,}1 \times 10^{-5}$
Lugo	$E_g = \pm 1{,}6 \times 10^{-5}$
Ponferrada	$E_g = \pm 2{,}8 \times 10^{-5}$
Benavente	$E_g = \pm 2{,}7 \times 10^{-5}$
Salamanca	$E_g = \pm 2{,}2 \times 10^{-5}$

En resumen, tendremos finalmente para valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad:

Coca	980,029
Valladolid	980,111
Lugo	980,355
Ponferrada	980,236
Benavente	980,178
Salamanca	980,057

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por medio de la fórmula

$$g_o'' = g + \delta g + \delta' g$$

siendo

$$\delta g = 0{,}0003086\ H \qquad \text{y} \qquad \delta' g = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_o)$$

en las cuales representan:

H, altitud en metros sobre el nivel del mar del plano determinado por los centros de las lentejas de los péndulos.

θ_m, densidad media de la tierra igual á 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

El cuadro siguiente nos pone de manifiesto el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos:

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta' g$
Coca	980,029	797	2,0	+ 0,246	— 0,067
Valladolid	980,111	695	2,0	+ 0,214	— 0,058
Lugo	980,355	465	2,6	+ 0,143	— 0,051
Ponferrada	980,236	544	2,3	+ 0,168	— 0,053
Benavente	980,178	722	2,2	+ 0,223	— 0,067
Salamanca	980,057	805	2,2	+ 0,248	— 0,074

De los cuales deduciremos los valores de

$$g_o = g + \delta g \quad \text{y} \quad g''_o = g_o + \delta' g$$

que serán respectivamente:

ESTACIONES	g_o	g''_o
Coca	980,275	980,208
Valladolid	980,325	980,267
Lugo	980,498	980,447
Ponferrada	980,404	980,351
Benavente	980,401	980,334
Salamanca	980,305	980,231

El cálculo teórico de los valores de g que representamos por γ_0, lo haremos por la fórmula de Helmert (1909):

$$\gamma_o = 978{,}030\,(1 + 0{,}005302\,\text{sen}^2\varphi - 0{,}000007\,\text{sen}^2 2\varphi).$$

En el cuadro siguiente se expresan los valores de γ_0 correspondientes a los diversos de φ, que representan la latitud del lugar de observación.

ESTACIONES	φ	γ_o
Coca	41° 13′	980,275
Valladolid	41 39	980,314
Lugo	43 01	980,437
Ponferrada	42 34	980,396
Benavente	42 01	980,347
Salamanca	40 58	980,252

Finalmente, el conjunto de valores encontrados se ve reunido en el siguiente cuadro:

Resumen de los valores de g obtenidos en la campaña de 1914.

ESTACIONES	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	θ	g	g_o	g_o''	γ_o	$\frac{g_o'' - \gamma_o}{10^{-3}\text{ cm.}}$	$\frac{g_o - \gamma_o}{10^{-3}\text{ cm.}}$
			m		cm.	cm.	cm.	cm.		
Coca	4° 32',3 W	41° 12',7	797,00	2,0	980,029	980,275	980,208	980,275	— 0,067	0,000
Valladolid	4 43,3 W	41 39,2	695,00	2,0	980,111	980,325	980,267	980,314	— 0,047	+ 0,011
Lugo	7 33,3 W	43 01,0	465,00	2,6	980,356	980,498	980,447	980,437	+ 0,010	+ 0,061
Ponferrada	6 35,3 W	42 33,5	544,00	2,3	980,236	980,404	980,351	980,396	— 0,045	+ 0,008
Benavente	5 41,3 W	42 0,9	722,00	2,2	980,178	980,401	980,334	980,347	— 0,013	+ 0,054
Salamanca	5 39,3 W	40 58,0	805,00	2,2	980,057	980,305	980,231	980,252	— 0,021	+ 0,053

ÍNDICE

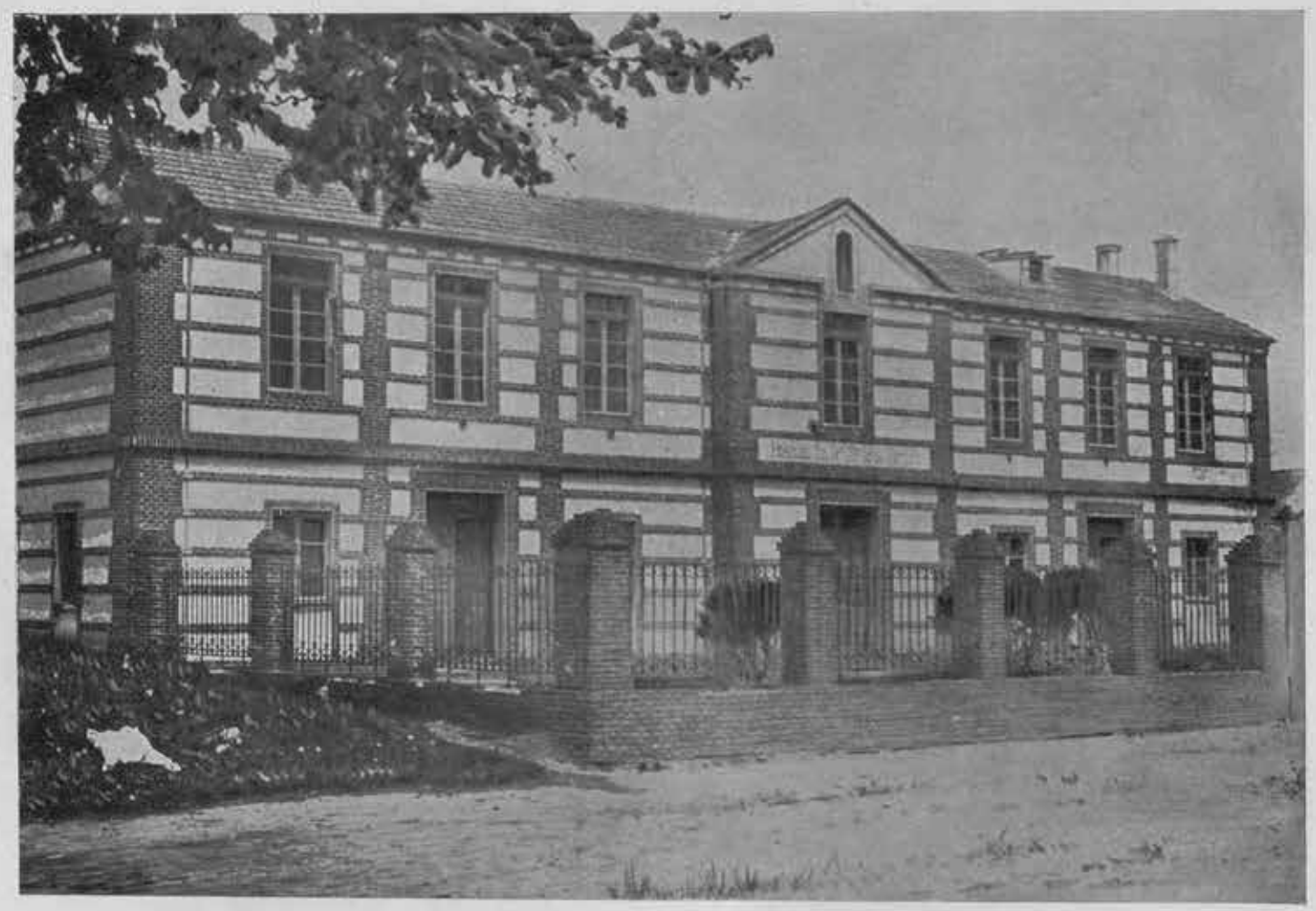
Páginas.

INTRODUCCIÓN 5

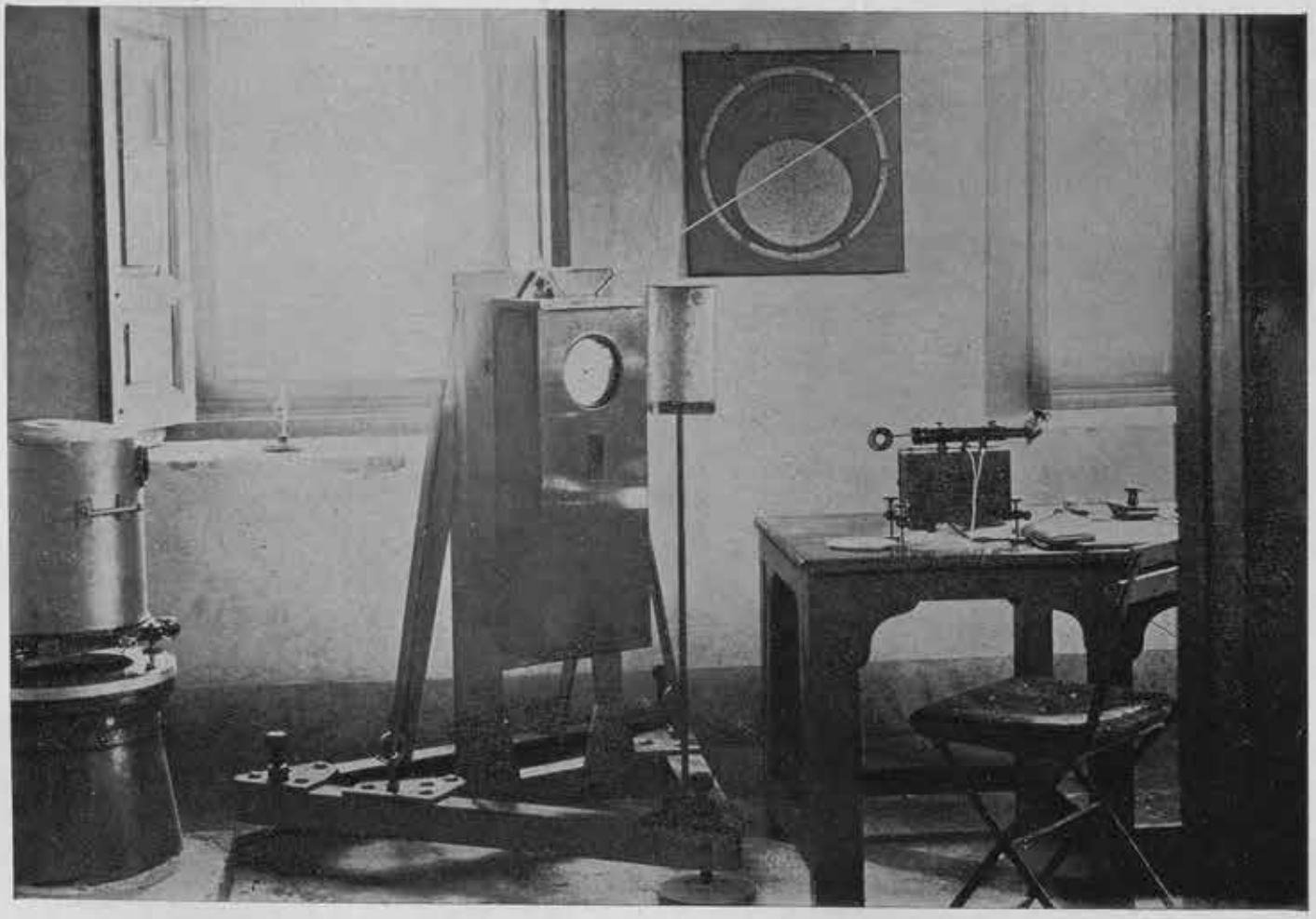
CAPÍTULO PRIMERO.—Resultados inmediatos y deducidos 7

CAPÍTULO SEGUNDO.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1914 41

CAPÍTULO TERCERO.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en la campaña de 1914 55



COCA.--HOSPITAL DE NUESTRA SEÑORA DE LA MERCED



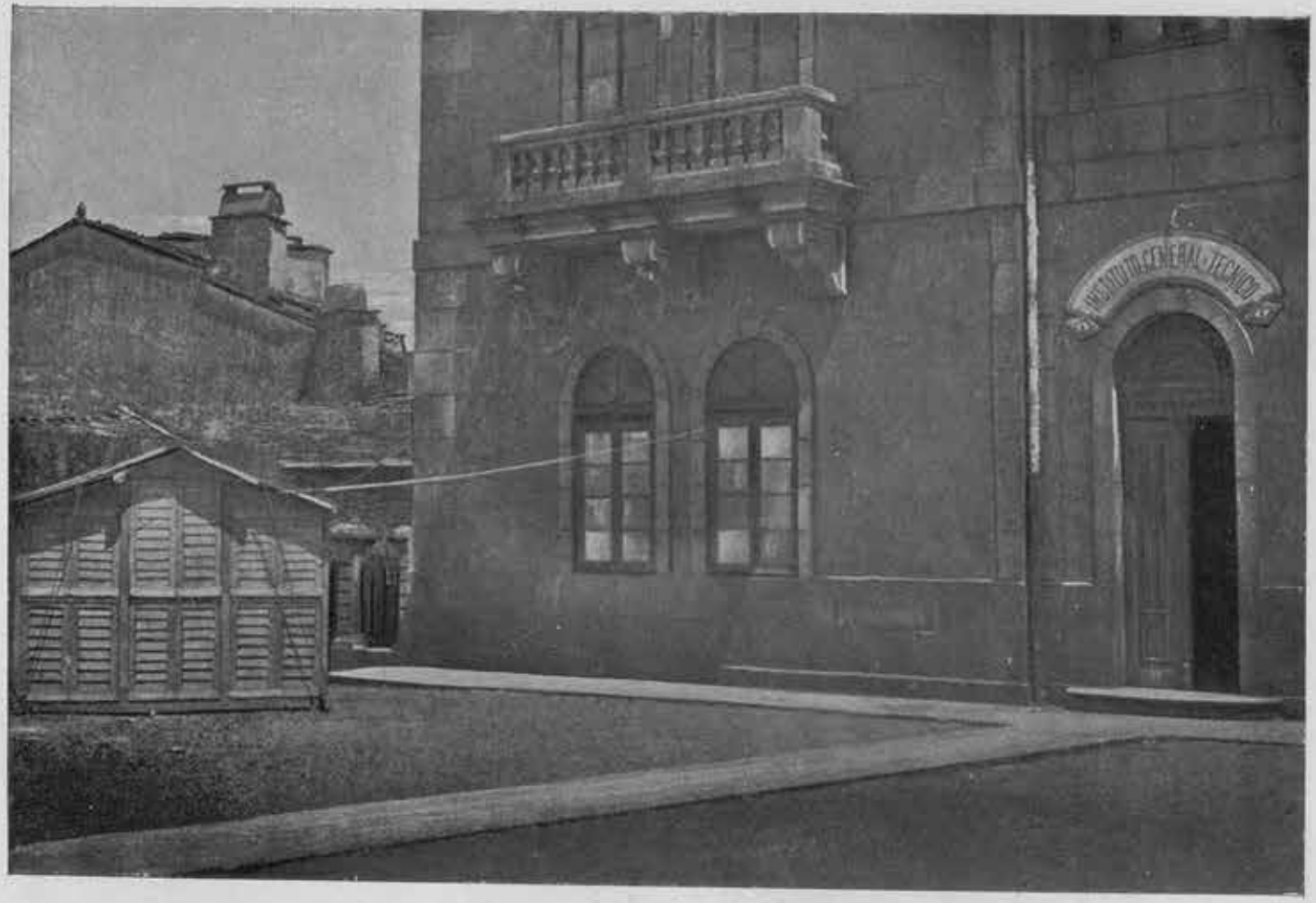
COCA.--LOCAL DE INSTALACIÓN DEL PÉNDULO EN EL HOSPITAL



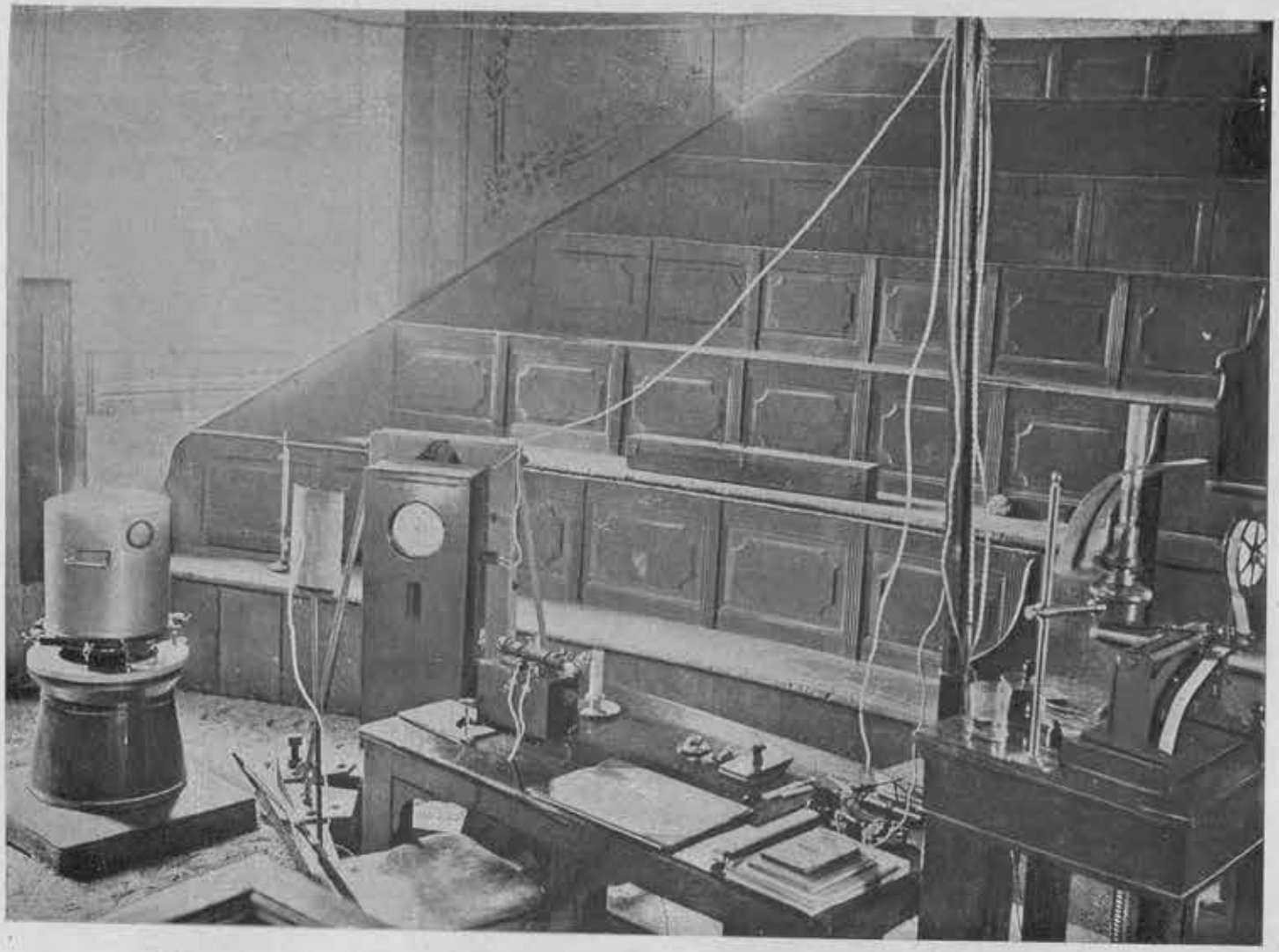
VALLADOLID.--VISTA PANORÁMICA DEL COLEGIO DE SAN JOSÉ



VALLADOLID.--INSTALACIÓN DEL PÉNDULO EN LA CLASE DE GEOGRAFÍA DEL COLEGIO



LUGO.--INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO



LUGO.--AULA DE GEOGRAFÍA DEL INSTITUTO CON LA INSTALACIÓN DEL PÉNDULO



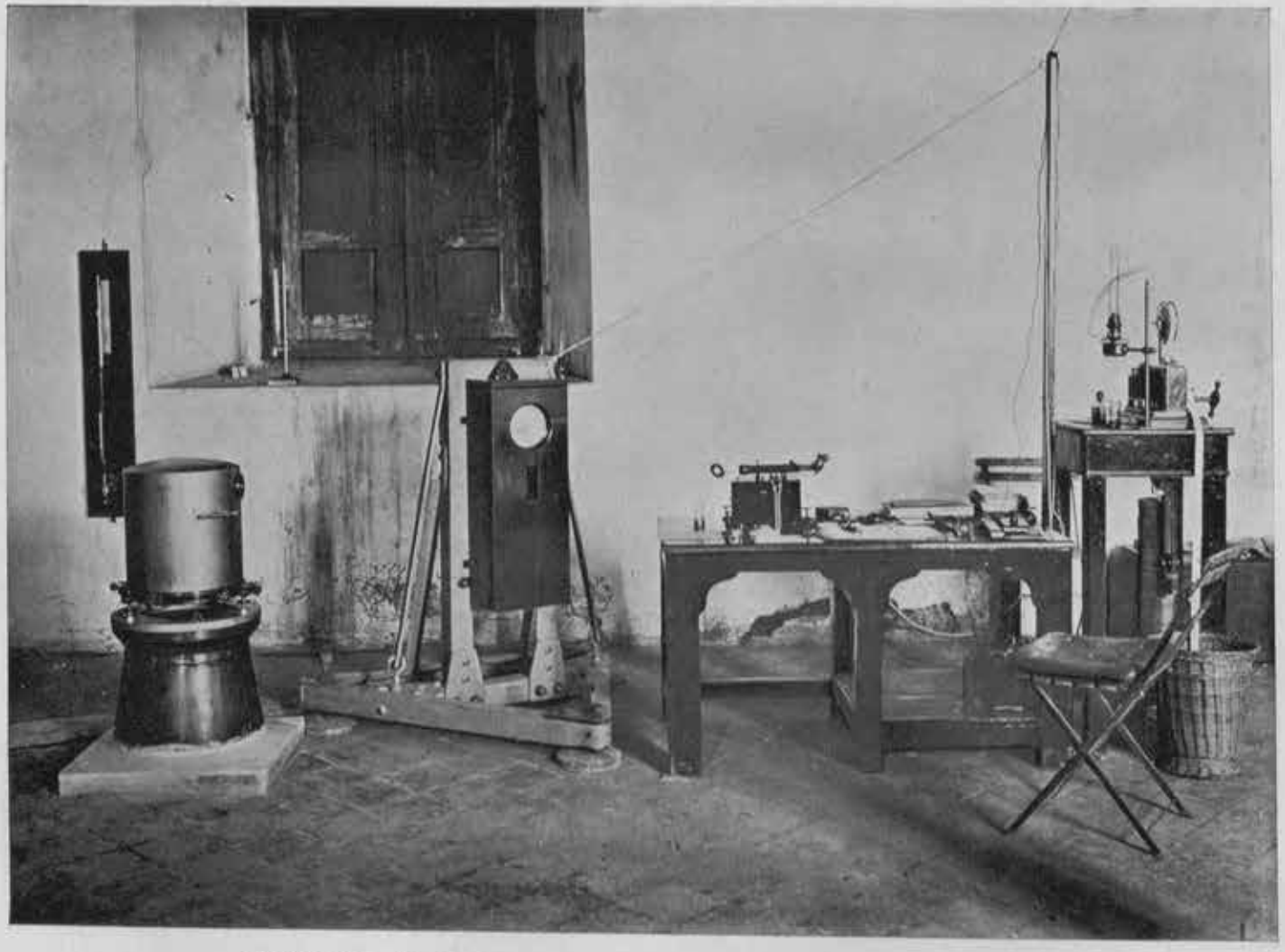
PONFERRADA.--BARRACA ASTRONÓMICA EN LAS ESCUELAS MUNICIPALES



PONFERRADA.—INSTALACIÓN EN UNA DE LAS CLASES DE LAS ESCUELAS



BENAVENTE.--HOSPITAL DE LA PIEDAD



BENAVENTE.--SALA DEL HOSPITAL CON LA INSTALACION DEL PÉNDULO



SALAMANCA.--INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO (ESCUELAS MENORES)



SALAMANCA.—INSTALACIÓN EN UNA DE LAS AULAS

DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO

TOMO XIV

VI

DETERMINACIONES RELATIVAS
DE LA
INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR

DON MANUEL DE BARANDICA Y AMPUERO

INGENIERO DE MINAS Y GEÓGRAFO



MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO
—
1924

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO

TOMO XIV

VI

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR

DON MANUEL DE ESPINOSA Y ARROYO

MADRID
IMPRENTA DEL MINISTERIO DE FOMENTO
1905

INTRODUCCIÓN

La presente Memoria resume las observaciones de péndulo hechas por el procedimiento de relativas durante las campañas de los años 1915 y 1917.

Las fórmulas, métodos de observación y aparatos empleados fueron los mismos que en las anteriores Memorias se describen y exponen, y, por tanto, para evitar inútiles repeticiones, a ellas remitimos a las personas interesadas en estos trabajos.

Me creo obligado a consignar el celo e interés con que fuí secundado en estos trabajos, tanto durante el curso de las observaciones como en el cálculo de las mismas, por el Auxiliar de Geografía don Santiago Espuñes.

Asimismo no he de terminar esta introducción sin dar las más expresivas gracias al Director del Observatorio Astronómico de Madrid, y al muy inteligente personal a sus órdenes por la valiosa ayuda que me prestaron durante mi permanencia en el citado Centro, así como a cuantas personas se interesaron o nos facilitaron la labor que nos fué encomendada y cuyos resultados se consignan a continuación.

CAPÍTULO PRIMERO

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LA CAMPAÑA DE 1915

ESTACION DE MADRID (salida)

Local de observación.

El local en donde se hicieron las observaciones fué, como en los últimos años, una habitación del Observatorio Astronómico de Madrid, situada en el cuerpo central del edificio y orientada al Norte.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 41',3 W.
Longitud Norte.....	40° 24',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	656m

Determinación de la hora.

El método seguido para determinar los estados del reloj y, como consecuencia, los movimientos en los diferentes días de observación, fué el de Borrass, observando con el anteojo el paso por el meridiano de las estrellas previamente elegidas.

En el cuadro siguiente figuran para cada día de observación el estado resultante para el Strasser núm. 278, así como el movimiento deducido, después de haber sido aplicado el cálculo de errores.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
12 de Mayo de 1915.....	10 59	+ 14,10 ± 0,06	
13 id. id.	11 58	+ 14,21 ± 0,02	+ 0,11 ± 0,06
14 id. id.	11 16	+ 14,16 ± 0,08	− 0,05 ± 0,08
16 id. id.	11 16	+ 13,98 ± 0,09	− 0,09 ± 0,12
17 id. id.	11 16	+ 13,94 ± 0,05	− 0,04 ± 0,10
18 id. id.	11 38	+ 13,88 ± 0,09	− 0,06 ± 0,10
19 id. id.	11 22	+ 13,82 ± 0,03	− 0,06 ± 0,09
20 id. id.	11 22	+ 13,44 ± 0,06	− 0,38 ± 0,07
23 id. id.	12 16	+ 11,83 ± 0,03	− 0,53 ± 0,07

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,09.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra A figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y 65-66 oscilaron en la dirección NE.-SW. y los 105-107 y 46-47 en la NW.-SE.

Péndulos 104 y 106.

$45 \times 10-7$
$46 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$44 \times 10-7$

$42 \times 10-7$ $\quad \varepsilon_{b_1} = 1,5 \times 10-7$

Péndulos 105 y 107.

$47 \times 10-7$
$43 \times 10-7$
$50 \times 10-7$
$44 \times 10-7$
$45 \times 10-7$
$40 \times 10-7$

$45 \times 10-7$ $\quad \varepsilon_{b_2} = 1,4 \times 10-7$

Péndulos 46 y 47.

$46 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$41 \times 10-7$

$41 \times 10-7$ $\quad \varepsilon_{b_3} = 1,7 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$42 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$45 \times 10-7$
$40 \times 10-7$

$42 \times 10-7$ $\quad \varepsilon_{b_4} = 1,2 \times 10-7$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014877	0,5015621	0,5015038	0,5015799
93	62	33	69
83	52	77	61
68	32	51	71
98	38	30	67
59	25	41	76
0,5014880	0,5015638	0,5015045	0,5015774

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068310	0,5065770	0,5066451	0,5065963
314	89	71	71
322	65	83	91
317	73	68	81
356	76	86	73
309	76	86	84
324	75	68	53
298	79	82	69
299	76	95	64
0,5068317	0,5065775	0,5066477	0,5065972

ESTADO A₃. **ESTACION DE MADRID (salida)**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
13 Mayo.....	104	10 30	706,10	10,5	16,02	12,5	+ 0,11	154,090	0,5016277	— 4	— 589	— 771	+ 6	— 42	0,5014877
13 id.	105	11 57	706,10	10,5	16,22	11,6	+ 0,11	147,345	7025	— 4	— 592	— 769	+ 6	— 45	5621
13 id.	106	13 37	705,90	10,0	16,32	11,5	+ 0,11	152,565	6440	— 4	— 580	— 782	+ 6	— 42	5038
13 id.	107	14 57	705,75	10,2	16,32	12,5	+ 0,11	145,880	7196	— 4	— 582	— 772	+ 6	— 45	5799
13 id.	104	16 40	705,75	10,2	16,42	12,2	+ 0,11	153,775	6311	— 4	— 588	— 790	+ 6	— 42	4893
13 id.	105	18 00	705,90	10,2	16,52	11,7	+ 0,11	146,880	7079	— 4	— 591	— 783	+ 6	— 45	5662
14 id.	106	8 22	709,10	10,3	16,32	11,6	— 0,05	152,510	6446	— 4	— 582	— 782	— 3	— 42	5033
14 id.	107	9 45	709,30	10,3	16,32	11,3	— 0,05	146,045	7177	— 3	— 585	— 772	— 3	— 45	5769
14 id.	104	13 54	708,90	10,2	16,52	11,9	— 0,05	153,715	6317	— 4	— 590	— 795	— 3	— 42	4883
14 id.	105	15 12	708,70	10,2	16,62	12,2	— 0,05	146,830	7085	— 4	— 594	— 787	— 3	— 45	5652
14 id.	106	16 32	708,60	10,2	16,82	11,7	— 0,05	151,900	6513	— 4	— 581	— 806	— 3	— 42	5077
14 id.	107	17 52	708,65	10,4	17,02	12,2	— 0,05	145,840	7201	— 4	— 583	— 805	— 3	— 45	5761
17 id.	104	10 00	705,10	10,3	16,32	11,8	— 0,04	153,980	6289	— 4	— 588	— 785	— 2	— 42	4868
17 id.	105	11 22	705,05	10,3	16,42	12,0	— 0,04	147,110	7052	— 4	— 591	— 778	— 2	— 45	5632
17 id.	106	15 25	703,60	11,1	17,02	13,1	— 0,04	152,100	6491	— 5	— 576	— 815	— 2	— 42	5051
17 id.	107	16 20	703,30	11,1	17,12	13,1	— 0,04	145,760	7211	— 5	— 578	— 810	— 2	— 45	5771
17 id.	104	17 15	703,25	10,6	17,22	12,2	— 0,04	153,330	6358	— 4	— 584	— 828	— 2	— 42	4898
17 id.	105	18 15	703,35	10,3	17,32	12,9	— 0,04	146,720	7098	— 4	— 588	— 821	— 2	— 45	5638
18 id.	106	10 15	707,25	8,7	16,72	11,6	— 0,06	152,380	6460	— 4	— 580	— 801	— 3	— 42	5030
18 id.	107	11 35	707,25	8,9	16,72	12,5	— 0,06	145,905	7193	— 4	— 583	— 791	— 3	— 45	5767
18 id.	104	13 47	707,35	8,9	16,92	11,7	— 0,06	153,770	6311	— 4	— 589	— 814	— 3	— 42	4859
18 id.	105	15 7	707,30	8,9	17,02	12,5	— 0,06	146,915	7075	— 4	— 592	— 806	— 3	— 45	5625
18 id.	106	16 27	707,35	8,9	17,12	11,6	— 0,06	152,110	6490	— 4	— 580	— 820	— 3	— 42	5041
18 id.	107	17 45	707,55	8,9	17,12	13,4	— 0,06	145,670	7221	— 5	— 582	— 810	— 3	— 45	5776

ESTADO A₂. **ESTACIÓN DE MADRID (salida)**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
20 Mayo.....	47	10 12	709,4	10,2	16,92	12,9	— 0,38	36,3312	0,5069772	— 5	— 572	— 822	— 22	— 41	0,5068310
20 id.	66	11 00	709,4	10,4	17,02	13,1	— 0,38	37,6754	7249	— 5	— 593	— 817	— 22	— 42	5770
20 id.	46	11 42	709,1	10,6	17,12	12,5	— 0,38	37,3142	7908	— 4	— 570	— 820	— 22	— 41	6451
20 id.	65	12 25	708,9	10,6	17,12	12,7	— 0,38	37,6052	7376	— 4	— 601	— 744	— 22	— 42	5963
20 id.	47	13 20	708,7	10,6	17,12	12,9	— 0,38	36,3244	9785	— 5	— 571	— 832	— 22	— 41	8314
20 id.	66	14 2	708,4	10,4	17,22	13,1	— 0,38	37,6602	7276	— 5	— 592	— 826	— 22	— 42	5789
20 id.	46	14 42	708,1	10,3	17,32	13,1	— 0,38	37,2984	7938	— 5	— 569	— 830	— 22	— 41	6471
20 id.	65	15 25	707,8	10,3	17,32	13,1	— 0,38	37,5960	7393	— 5	— 600	— 753	— 22	— 42	5971
20 id.	47	16 5	707,6	10,3	17,42	12,8	— 0,38	36,3142	9805	— 4	— 569	— 847	— 22	— 41	8322
20 id.	66	16 45	707,4	10,3	17,52	13,1	— 0,38	37,6662	7265	— 5	— 590	— 841	— 22	— 42	5765
20 id.	46	17 30	707,3	10,3	17,51	13,1	— 0,38	37,2874	7958	— 5	— 568	— 839	— 22	— 41	6483
20 id.	65	18 15	707,2	10,3	17,61	12,9	— 0,38	37,5782	7425	— 5	— 599	— 766	— 22	— 42	5991
21 id.	47	10 20	705,1	10,2	17,32	13,2	— 0,53	36,3144	9804	— 5	— 568	— 842	— 31	— 41	8317
21 id.	66	11 2	705,1	10,6	17,32	13,1	— 0,53	37,6630	7271	— 5	— 589	— 831	— 31	— 42	5773
21 id.	46	11 42	704,9	10,4	17,42	13,8	— 0,53	37,2946	7945	— 5	— 566	— 834	— 31	— 41	6468
21 id.	65	12 25	704,7	10,3	17,51	13,1	— 0,53	37,5826	7417	— 5	— 597	— 761	— 31	— 42	5981

21	id.	47	13 30	704,6	10,3	17,51	13,2	— 0,53	36,2904	9851	— 5	— 567	— 851	— 31	— 41	8356
21	id.	66	14 12	704,4	10,3	17,51	13,2	— 0,53	37,6570	7282	— 5	— 588	— 840	— 31	— 42	5776
21	id.	46	14 55	704,3	10,3	17,61	13,8	— 0,53	37,2796	7972	— 5	— 565	— 844	— 31	— 41	6486
21	id.	65	15 37	704,2	10,3	17,71	13,1	— 0,53	37,5826	7417	— 5	— 596	— 770	— 31	— 42	5973
21	id.	47	16 20	704,2	10,1	17,71	12,8	— 0,53	36,3104	9812	— 4	— 566	— 861	— 31	— 41	8309
21	id.	66	17 2	704,5	9,9	17,71	13,1	— 0,53	37,6514	7292	— 5	— 588	— 850	— 31	— 42	5776
21	id.	46	17 42	704,9	9,6	17,71	14,0	— 0,53	37,2770	7977	— 5	— 566	— 848	— 31	— 41	6486
21	id.	65	18 25	705,3	9,4	17,71	13,1	— 0,53	37,5762	7429	— 5	— 597	— 770	— 31	— 42	5984
22	id.	47	10 20	708,0	8,9	16,92	12,8	— 0,53	36,3200	9793	— 4	— 571	— 822	— 31	— 41	8324
22	id.	66	11 17	708,0	8,9	16,92	12,6	— 0,53	37,6710	7257	— 4	— 593	— 812	— 31	— 42	5775
22	id.	46	12 15	707,9	9,2	17,02	14,0	— 0,53	37,3026	7930	— 5	— 570	— 815	— 31	— 41	6468
22	id.	65	12 57	707,7	9,8	17,12	13,1	— 0,53	37,6060	7375	— 5	— 600	— 744	— 31	— 42	5953
22	id.	47	16 35	707,3	9,9	17,32	12,8	— 0,53	36,3244	9785	— 4	— 569	— 842	— 31	— 41	8298
22	id.	66	17 20	707,3	10,1	17,37	13,1	— 0,53	37,6572	7282	— 5	— 591	— 834	— 31	— 42	5779
22	id.	46	18 2	707,3	9,9	17,46	13,8	— 0,53	37,2848	7963	— 5	— 568	— 836	— 31	— 41	6482
22	id.	65	18 45	707,5	9,9	17,51	13,1	— 0,53	37,5880	7407	— 5	— 599	— 761	— 31	— 42	5969
23	id.	47	10 20	706,3	9,9	16,82	13,1	— 0,53	36,3352	9764	— 5	— 570	— 818	— 31	— 41	8299
23	id.	66	11 12	706,2	10,2	16,92	13,1	— 0,53	37,6708	7257	— 5	— 591	— 812	— 31	— 42	5776
23	id.	46	11 55	705,8	10,2	16,92	14,0	— 0,53	37,2918	7950	— 5	— 568	— 810	— 31	— 41	6495
23	id.	65	12 40	705,3	10,2	17,12	13,1	— 0,53	37,6008	7384	— 5	— 598	— 744	— 31	— 42	5964

ESTACION DE TOLEDO

Local de observación.

Las observaciones se hicieron en el edificio perteneciente a la Diputación provincial y en la parte del mismo dedicada a estación sismológica, a cuyo Jefe, D. Vicente Inglada, quedamos muy reconocidos por las atenciones que nos dispensó durante nuestra permanencia en dicho local.

Las coordenadas geográficas son:

Latitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 1',5 W.
Latitud Norte.....	39° 51',4
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	520m

Determinación de la hora.

Con el anteojo de pasos Repsold se observó el paso por el meridiano de las estrellas necesarias para la determinación de los estados y movimientos que se hallan en el adjunto cuadro.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
17 de Junio de 1915.....	13 49	— 18,07 ± 0,02	
18 id. id.	13 49	— 18,80 ± 0,03	— 0,73 ± 0,04
19 id. id.	13 49	— 19,70 ± 0,06	— 0,90 ± 0,07
20 id. id.	14 11	— 20,73 ± 0,02	— 1,01 ± 0,06
21 id. id.	14 17	— 22,24 ± 0,02	— 1,50 ± 0,03
22 id. id.	14 26	— 23,75 ± 0,03	— 1,50 ± 0,04
23 id. id.	14 11	— 25,20 ± 0,02	— 1,47 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,05.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra B figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y 65-66 oscilaron en la dirección NW.-SE., y los 105-107 y 46-47 en la NE.-SW.

Péndulos 104 y 106.

$$\begin{array}{l} 41 \times 10-7 \\ 41 \times 10-7 \\ 41 \times 10-7 \\ 43 \times 10-7 \\ \hline 41 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_1} = 0{,}6 \times 10^{-7}$$

Péndulos 105 y 107.

$$\begin{array}{l} 43 \times 10-7 \\ 40 \times 10-7 \\ 40 \times 10-7 \\ 42 \times 10-7 \\ \hline 41 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_2} = 0{,}8 \times 10^{-7}$$

Péndulos 46 y 47.

$$\begin{array}{l} 40 \times 10-7 \\ 40 \times 10-7 \\ 42 \times 10-7 \\ 42 \times 10-7 \\ \hline 41 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_3} = 0{,}6 \times 10^{-7}$$

Péndulos 65 y 66.

$$\begin{array}{l} 42 \times 10-7 \\ 43 \times 10-7 \\ 40 \times 10-7 \\ 41 \times 10-7 \\ \hline 42 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_4} = 0{,}8 \times 10^{-7}$$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014741	0,5015580	0,5014931	0,5015690
721	571	912	85
689	535	913	63
705	552	917	95
685	490	895	83
655	525	885	91
0,5014699	0,5015542	0,5014909	0,5015684

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068247	0,5065652	0,5066414	0,5065901
42	81	17	889
37	80	05	909
34	93	24	892
71	70	29	903
57	84	36	918
0,5068248	0,5065677	0,5066421	0,5065902

ESTADO B$_1$. **ESTACION DE TOLEDO**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud.	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
18 Junio.....	104	9 5	721,75	14,19	20,10	11,8	— 0,73	153,050	0,5016388	— 4	— 593	— 967	— 42	— 41	0,5014741
18 id.	105	10 10	721,75	14,19	20,20	12,8	— 0,73	145,680	7220	— 4	— 593	— 957	— 42	— 41	5580
18 id.	107	12 30	721,45	13,89	20,30	12,5	— 0,73	144,820	7323	— 4	— 586	— 960	— 42	— 41	5690
18 id.	104	14 20	721,05	13,89	20,30	12,5	— 0,73	153,150	6377	— 4	— 592	— 977	— 42	— 41	4721
18 id.	105	15 15	720,80	13,89	20,30	12,3	— 0,73	145,720	7215	— 4	— 595	— 962	— 42	— 41	5571
18 id.	106	16 15	720,65	13,74	20,40	12,5	— 0,73	151,280	6580	— 4	— 582	— 977	— 42	— 41	4934
18 id.	107	17 15	720,60	13,60	20,50	12,3	— 0,73	144,780	7327	— 4	— 585	— 970	— 42	— 41	5685
18 id.	106	18 10	720,60	13,60	20,51	12,3	— 0,73	151,430	6564	— 4	— 582	— 983	— 42	— 41	4912
19 id.	104	9 55	722,15	13,65	20,30	11,9	— 0,90	153,350	6356	— 4	— 593	— 977	— 52	— 41	4689
19 id.	105	10 50	722,10	13,89	20,30	12,9	— 0,90	145,930	7190	— 4	— 596	— 962	— 52	— 41	5535
19 id.	106	11 45	722,00	13,89	20,30	12,3	— 0,90	151,400	6567	— 4	— 584	— 973	— 52	— 41	4913
19 id.	107	12 45	721,85	13,89	20,30	13,1	— 0,90	144,950	7307	— 5	— 586	— 960	— 52	— 41	5663
19 id	104	14 40	719,20	13,89	20,35	12,3	— 0,90	153,210	6371	— 4	— 590	— 979	— 52	— 41	4705
19 id.	105	15 40	718,85	13,74	20,46	12,8	— 0,90	145,760	7211	— 4	— 593	— 969	— 52	— 41	5552
19 id.	106	16 35	718,50	13,60	20,51	12,6	— 0,90	151,300	6578	— 4	— 581	— 983	— 52	— 41	4917
19 id.	107	17 25	718,35	13,60	20,51	12,5	— 0,90	144,630	7345	— 4	— 583	— 970	— 52	— 41	5695
21 id.	104	9 25	718,55	13,60	20,71	12,3	— 1,50	152,920	6402	— 4	— 589	— 996	— 87	— 41	4685
21 id.	105	10 45	718,50	13,98	20,71	12,3	— 1,50	145,890	7195	— 4	— 592	— 981	— 87	— 41	5490
21 id.	106	11 50	718,40	14,38	20,71	12,2	— 1,50	151,110	6599	— 4	— 580	— 992	— 87	— 41	4895
21 id.	107	13 45	718,40	14,38	20,71	12,6	— 1,50	144,370	7377	— 4	— 582	— 980	— 87	— 41	5683
21 id.	104	14 15	717,60	13,98	20,71	12,2	— 1,50	153,210	6371	— 4	— 588	— 996	— 87	— 41	4655
21 id.	105	15 10	717,90	14,38	20,81	12,8	— 1,50	145,560	7234	— 4	— 591	— 986	— 87	— 41	5525
21 id.	106	16 5	718,20	14,38	20,91	12,8	— 1,50	151,120	6598	— 4	— 579	— 1002	— 87	— 41	4885
21 id.	107	18 20	718,50	14,38	20,91	12,3	— 1,50	144,230	7394	— 4	— 582	— 989	— 87	— 41	5691

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tension del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7 Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
22 Junio.....	47	12 00	720,35	14,4	21,11	13,0	— 1,50	36,2254	0,5069978	— 5	— 571	— 1026	— 88	— 41	0,5068247
22 id.	66	12 45	720,30	14,4	21,11	13,1	— 1,50	37,5960	7393	— 5	— 593	— 1013	— 88	— 42	5652
22 id.	46	13 30	720,15	14,4	21,11	13,5	— 1,50	37,1950	8129	— 5	— 570	— 1011	— 88	— 41	6414
22 id.	65	14 10	719,85	14,4	21,11	11,9	— 1,50	37,5074	7554	— 4	— 601	— 918	— 88	— 42	5901
22 id.	47	15 00	719,70	14,4	21,11	13,6	— 1,50	36,2289	9973	— 5	— 571	— 1026	— 88	— 41	8242
22 id.	66	15 45	719,70	14,4	21,11	13,4	— 1,50	37,5806	7421	— 5	— 592	— 1013	— 88	— 42	5681
22 id.	46	16 25	719,65	14,4	21,11	13,7	— 1,50	37,1938	8131	— 5	— 569	— 1011	— 88	— 41	6417
22 id.	65	17 10	719,60	14,4	21,11	13,2	— 1,50	37,5138	7542	— 5	— 600	— 918	— 88	— 42	5889
22 id.	47	17 50	719,65	14,4	21,16	13,7	— 1,50	36,2298	9970	— 5	— 570	— 1029	— 88	— 41	8237
22 id.	66	18 30	719,70	14,4	21,26	13,5	— 1,50	37,5772	7427	— 5	— 592	— 1020	— 88	— 42	5680
22 id.	46	19 10	719,70	14,4	21,31	14,0	— 1,50	37,1950	8129	— 5	— 569	— 1021	— 88	— 41	6405
22 id.	65	19 50	719,70	14,4	21,31	13,1	— 1,50	37,4982	7571	— 5	— 600	— 927	— 88	— 42	5909
23 id.	47	10 5	719,95	13,6	20,91	13,4	— 1,47	36,2382	9953	— 5	— 571	— 1016	— 86	— 41	8234
23 id.	66	10 45	719,80	14,4	20,91	13,5	— 1,47	37,5800	7422	— 5	— 593	— 1003	— 86	— 42	5693
23 id.	46	11 25	719,55	14,4	20,91	14,2	— 1,47	37,1954	8128	— 5	— 570	— 1002	— 86	— 41	6424
23 id.	65	12 5	719,30	14,4	20,91	12,8	— 1,47	37,5186	7534	— 4	— 601	— 909	— 86	— 42	5892
23 id.	47	12 45	719,10	14,4	20,91	13,8	— 1,47	36,2196	9930	— 5	— 571	— 1016	— 86	— 41	8271
23 id.	66	13 25	718,80	14,4	20,91	13,7	— 1,47	37,5932	7398	— 5	— 592	— 1003	— 86	— 42	5670
23 id.	46	14 5	718,55	14,4	20,91	14,0	— 1,47	37,1936	8132	— 5	— 569	— 1002	— 86	— 41	6429
23 id.	65	14 45	718,40	14,4	21,11	12,2	— 1,47	37,5088	7552	— 4	— 599	— 918	— 86	— 42	5903
23 id.	47	15 25	718,25	14,4	21,11	13,7	— 1,47	36,2224	9984	— 5	— 569	— 1026	— 86	— 41	8257
23 id.	66	16 5	718,10	14,4	21,11	13,2	— 1,47	37,5806	7421	— 5	— 591	— 1013	— 86	— 42	5684
23 id.	46	16 45	717,90	14,4	21,11	13,9	— 1,47	37,1852	8147	— 5	— 568	— 1011	— 86	— 41	6436
23 id.	65	17 25	717,80	14,4	21,11	13,0	— 1,47	37,4998	7568	— 5	— 599	— 918	— 86	— 42	5918

ESTACION DE CUENCA

Local de observación.

Amablemente acogidos por D. Santos Lázaro Cava, Presidente de la Diputación provincial de Cuenca, nos instalamos en este edificio, que reunía excelentes condiciones para nuestro trabajo.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	2° 7',9 W.
Latitud Norte.....	40° 4',6
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	919m

Determinación de la hora.

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación de estrellas con el anteojo de pasos, con los errores correspondientes.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. a.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
9 de Julio de 1915.....	16 21	— 18,71 ± 0,09	
10 id. id.	15 15	— 16,81 ± 0,09	+ 1,99 ± 0,13
11 id. id.	15 15	— 14,12 ± 0,07	+ 2,69 ± 0,11
12 id. id.	16 13	— 11,07 ± 0,10	+ 2,93 ± 0,12
13 id. id.	15 15	— 8,06 ± 0,09	+ 3,14 ± 0,13
14 id. id.	15 30	— 5,66 ± 0,07	+ 2,38 ± 0,11

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,12.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra C figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y 65-66 oscilaron en la dirección NW.-SE., y los 105-107 y 46-47 en la NE.-SW.

Péndulos 104 y 106.

$36 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$40 \times 10-7$

$38 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}9 \times 10-7$

Péndulos 105 y 107.

$36 \times 10-7$
$36 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$38 \times 10-7$

$37 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}6 \times 10-7$

Péndulos 45 y 46.

$44 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$42 \times 10-7$
$42 \times 10-7$

$42 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_3} = 0{,}7 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$35 \times 10-7$
$34 \times 10-7$
$35 \times 10-7$
$35 \times 10-7$

$35 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_4} = 0{,}3 \times 10-7$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5015079	0,5015808	0,5015125	0,5015954
77	29	200	73
62	15	200	85
0,5015073	0,5015817	0,5015175	0,5015971

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068522	0,5065959	0,5066708	0,5066202
550	5967	704	161
514	5969	708	198
526	5976	707	197
564	6009	711	194
525	5981	724	191
475	5930	652	174
534	6022	693	231
588	6115	786	275
0,5068533	0,5065992	0,5066710	0,5066203

ESTADO C. ESTACION DE CUENCA

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c	A tiempo sidéreo.	Por balance del soetén.	
		h m	mm.	mm.	c.	'	s	s	s						
10 Julio.....	105	11 45	688,05	13 3	18,51	13,5	+ 1,99	146,000	0,5017182	5	571	877	+ 116	37	0,5015808
10 id.	106	12 40	688,00	13,3	18,51	13,2	+ 1,99	152,020	6499	5	560	887	+ 116	38	125
10 id.	107	15 40	687,80	12,9	18,71	12,9	+ 1,99	144,790	7326	4	562	885	+ 116	37	954
10 id.	104	16 40	687,75	13,1	18,81	13,5	+ 1,99	152,220	6478	5	567	905	+ 116	38	079
10 id.	105	17 30	687,70	13,4	18,91	14,0	+ 1,99	145,670	7221	5	570	896	+ 116	37	829
11 id.	106	10 30	688,35	12,9	18,71	13,4	+ 2,69	151,620	6543	5	560	896	+ 156	38	200
11 id.	107	11 25	688,25	13,3	18,71	13,7	+ 2,69	144,960	7306	5	562	885	+ 156	37	973
11 id.	104	12 15	688,16	13,1	18,71	13,4	+ 2,69	152,640	6432	5	568	900	+ 156	38	077
11 id.	105	13 5	687,95	13,0	18,81	13,6	+ 2,69	146,160	7163	5	571	891	+ 156	37	815
11 id.	106	15 55	687,40	12,8	18,91	13,2	+ 2,69	151,540	6552	5	559	906	+ 156	38	200
11 id.	107	16 45	687,10	13,0	19,01	13,4	+ 2,69	144,750	7331	5	561	899	+ 156	37	985
11 id.	104	17 45	686,80	13,3	19,11	13,2	+ 2,69	152,620	6434	5	566	919	+ 156	38	062

ESTADO C₂. **ESTACIÓN DE CUENCA**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						
12 Julio.....	47	8 00	687,00	12,94	18,91	13,8	+ 2,93	36,2834	0,5069865	— 5	— 549	— 919	+ 172	— 42	0,5068522
12 id.	66	8 40	686,80	13.54	18,91	12,8	+ 2,93	37,6460	7302	— 4	— 569	— 907	+ 172	— 35	5959
12 id.	46	9 20	686,80	13,77	18,91	13,1	+ 2,93	37,2446	8037	— 5	— 548	— 906	+ 172	— 42	6708
12 id.	65	10 55	686,95	13,49	19,40	13,4	+ 2,93	37,5422	7491	— 5	— 577	— 844	+ 172	— 35	6202
12 id.	47	11 35	686,30	13,49	19,50	13,1	+ 2,93	36,2554	9920	— 5	— 547	— 948	+ 172	— 42	8550
12 id.	66	12 15	686,10	13,49	19,50	13,5	+ 2,93	37,6258	7339	— 5	— 568	— 936	+ 172	— 35	5967
12 id.	46	12 55	686,15	13,49	19,50	14,0	+ 2,93	37,2330	8059	— 5	— 546	— 934	+ 172	— 42	6704
12 id.	65	15 20	685,75	13,49	19,50	13,4	+ 2,93	37,5636	7452	— 5	— 575	— 848	+ 172	— 35	6161
12 id.	47	16 00	685,50	13,49	19,50	13,4	+ 2,93	36,2736	9884	— 5	— 547	— 948	+ 172	— 42	8514
12 id.	66	16 40	685,40	13,85	19,50	13,8	+ 2,93	37,6250	7340	— 5	— 567	— 936	+ 172	— 35	5969
12 id.	46	17 20	685,40	14,24	19,50	14,0	+ 2,93	37,2312	8062	— 5	— 545	— 934	+ 172	— 42	6708
12 id.	65	18 00	685,40	14,24	19,50	13,8	+ 2,93	37,5432	7489	— 5	— 575	— 848	+ 172	— 35	6198
13 id.	47	8 20	685,45	13,16	19,11	13,2	+ 3,14	36,2834	9865	— 5	— 547	— 929	+ 184	— 42	8526
13 id.	66	9 00	685,65	14,00	19,16	13,7	+ 3,14	37,6364	7319	— 5	— 568	— 919	+ 184	— 35	5976
13 id.	46	9 40	685,80	13.49	19,26	14,1	+ 3,14	37,2436	8039	— 5	— 546	— 923	+ 184	— 42	6707
13 id.	65	10 20	685,90	13.13	19,31	13,5	+ 3,14	37,5538	7469	— 5	— 576	— 840	+ 184	— 35	6197

13	*id.*	*47*	*11 00*	*686,00*	*12,76*	*19,31*	*13,2*	*+ 3,14*	*36,2582*	*9914*	*— 5*	*— 548*	*— 939*	*+ 184*	*— 42*	*8564*
13	*id.*	*66*	*11 40*	*685,90*	*12,76*	*19,36*	*13,8*	*+ 3,14*	*37,6128*	*7362*	*— 5*	*— 568*	*— 929*	*+ 184*	*— 35*	*6009*
13	*id.*	*46*	*12 20*	*685,90*	*12,76*	*19,45*	*13,8*	*+ 3,14*	*37,2366*	*8052*	*— 5*	*— 546*	*— 932*	*+ 184*	*— 42*	*6711*
13	id.	65	13 00	685,80	12,76	19,50	13,8	+ 3,14	37,5514	7474	— 5	— 576	— 848	+ 184	— 35	6194
13	id.	47	15 50	685,70	12,54	19,45	13,7	+ 3,14	36,2756	9880	— 5	— 547	— 945	+ 184	— 42	8525
13	id.	66	16 30	685,70	12,76	19,50	14,0	+ 3,14	37,6244	7341	— 5	— 568	— 936	+ 184	— 35	5981
13	id.	46	17 10	685,70	12,76	19,50	14,0	+ 3,14	37,2284	8067	— 5	— 546	— 934	+ 184	— 42	6724
13	id.	65	17 50	685,90	12,76	19,55	13,1	+ 3,14	37,5518	7473	— 5	— 576	— 850	+ 184	— 35	6191
14	id.	47	8 40	688,65	12,80	19,11	13,1	+ 2,38	36,2852	9861	— 5	— 550	— 929	+ 140	— 42	8475
14	id.	66	9 20	688,60	13,02	19,11	13,8	+ 2,38	37,6374	7318	— 5	— 571	— 917	+ 140	— 35	5930
14	id.	46	10 15	688,50	13,25	19,21	13,2	+ 2,38	37,2495	8028	— 5	— 549	— 920	+ 140	— 42	6652
14	id.	65	11 20	688,45	13,48	19,31	13,4	+ 2,38	37,5416	7492	— 5	— 578	— 840	+ 140	— 35	6174
14	id.	47	12 00	688,25	13,48	19,31	13,1	+ 2,38	36,2508	9929	— 5	— 549	— 939	+ 140	— 42	8534
14	id.	66	12 40	688,10	13,48	19,31	13,8	+ 2,38	37,5818	7419	— 5	— 570	— 927	+ 140	— 35	6022
14	id.	46	14 35	687,80	12,38	19,50	14,0	+ 2,38	37,2302	8082	— 5	— 548	— 934	+ 140	— 42	6693
14	id.	65	15 15	687,65	12,75	19,50	13,1	+ 2,38	37,5062	7556	— 5	— 577	— 848	+ 140	— 35	6231
14	id.	47	15 55	687,35	13,13	19,50	13,2	+ 2,38	36,2188	9991	— 5	— 548	— 948	+ 140	— 42	8588
14	id.	66	16 50	687,15	13,49	19,50	14,0	+ 2,38	37,5260	7520	— 5	— 569	— 936	+ 140	— 35	6115
14	id.	46	17 30	687,00	13,49	19,50	14,0	+ 2,38	37,1708	8174	— 5	— 547	— 934	+ 140	— 42	6786
14	id.	65	18 10	687,05	13,49	19,50	13,7	+ 2,38	37,4824	7600	— 5	— 577	— 848	+ 140	— 35	6275

ESTACION DE TERUEL

Local de observación.

Con la debida autorización del ilustrísimo señor Obispo de Teruel, D. Juan Antón de la Fuente, nos instalamos en el Seminario de Santo Toribio de Mogrovejo, cuyo Rector, D. Felipe Ripoll, nos dió todas las facilidades necesarias para la instalación de los aparatos de observación.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 6',6 W.
Latitud Norte.....	40° 20',6
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante..... .	908m

Determinación de la hora.

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación de estrellas con el anteojo de pasos y los errores correspondientes.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
1 de Agosto de 1915.....	17 41	+ 24,51 ± 0,05	
2 id. id.	16 38	+ 24,02 ± 0,07	− 0,47 ± 0,09
3 id. id.	16 38	+ 23,80 ± 0,08	− 0,22 ± 0,11
10 id. id.	17 41	+ 23,31 ± 0,20	
11 id. id.	16 42	+ 23,41 ± 0,09	+ 0,10 ± 0,22
12 id. id.	16 42	+ 23,25 ± 0,02	− 0,16 ± 0,09
13 id. id.	16 45	+ 23,07 ± 0,02	− 0,18 ± 0,03
14 id. id.	16 42	+ 22,80 ± 0,10	− 0,27 ± 0,10

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,11.$$

Duraciones de oscilación.

En el Estado señalado con la letra D figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y 65-66 oscilaron aproximadamente de N. a S. y los 105-107 y 46-47 en la E.-W.

Péndulos 104 y 106.

$41 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$39 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 1{,}0 \times 10-7$

Péndulos 105 y 107.

$39 \times 10-7$
$37 \times 10-8$
$41 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$39 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}8 \times 10-7$

Péndulos 46 y 47.

$43 \times 10-7$
$42 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$41 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_3} = 0{,}9 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$33 \times 10-7$
$32 \times 10-7$
$34 \times 10-7$
$33 \times 10-7$
$33 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_4} = 0{,}4 \times 10-7$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5015006	0,5015781	0,5015160	0,5015920
5016	91	32	13
4972	61	15	01
0,5014998	0,5015778	0,5015136	0,5615911

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068474	0,5065927	0,5066642	0,5066133
96	929	43	44
92	954	69	49
59	894	45	09
74	922	27	08
71	907	31	13
68	911	39	14
87	914	29	29
87	939	55	33
0,5068479	0,5065922	0,5066642	0,5066126

ESTADO D$_1$. **ESTACION DE TERUEL**

FECHAS — 1915	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Tem-peratura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Mo-vimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la tempera-tura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
2 Agosto.....	104	8 55	687,30	12,99	20,30	13,0	— 0,47	150,95	0,5016617	— 4	— 564	— 977	— 27	— 39	0,5015006
2 íd.	105	9 50	687,25	13,22	20,30	12,8	— 0,47	144,34	7380	— 4	— 567	— 962	— 27	— 39	5781
2 íd.	106	10 40	687,15	13,22	20,30	12,5	— 0,47	149,67	6759	— 4	— 556	— 973	— 27	— 39	5160
2 íd.	107	16 10	687,30	10,77	20,35	12,5	— 0,47	143,26	7512	— 4	— 559	— 963	— 27	— 39	5920
2 íd.	104	17 5	687,55	10,75	20,46	12,6	— 0,47	150,79	6635	— 4	— 565	— 984	— 27	— 39	5016
2 íd.	105	18 00	687,65	10,75	20,51	13,4	— 0,47	144,16	7402	— 5	— 568	— 972	— 27	— 39	5791
3 íd.	106	9 5	691,10	10,61	19,70	12,4	— 0,22	150,26	6693	— 4	— 561	— 944	— 13	— 39	5132
3 íd.	107	10 00	691,10	10,61	19,70	13,7	— 0,22	143 64	7465	— 5	— 563	— 932	— 13	— 39	5913
3 íd.	104	11 00	691,05	10,61	19,70	12,9	— 0,22	151,60	6545	— 4	— 569	— 948	— 13	— 39	4972
3 íd.	105	11 55	690,95	10,82	19,75	12,5	— 0,22	144,80	7325	— 4	— 572	— 936	— 13	— 39	5761
3 íd.	106	15 20	689,95	10,33	20,00	12,5	— 0,22	150,31	6688	— 4	— 559	— 958	— 13	— 39	5115
3 íd.	107	16 30	689,90	10,33	20,10	12,6	— 0,22	143,60	7470	— 4	— 562	— 951	— 13	— 39	5901

ESTADO D₁. **ESTACIÓN DE TERUEL**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
11 Agosto.....	47	9 10	690,30	12,2	20,91	13,7	+ 0,10	36,1746	0,5070078	− 5	− 548	− 1016	+ 6	− 41	0,5068474
11 íd.	66	9 50	690,15	12,2	20,91	13,1	+ 0,10	37,5202	67531	− 5	− 569	− 1003	+ 6	− 33	5927
11 íd.	46	10 30	690,00	12,2	20 91	13,7	+ 0,10	37,1404	68231	− 5	− 547	− 1002	+ 6	− 41	6642
11 íd.	65	11 10	689,90	11,8	20,91	13,1	+ 0,10	37,4544	67651	− 5	− 577	− 909	+ 6	− 33	6133
11 íd.	47	11 50	689,70	11,5	20,91	14,1	+ 0,10	36,1632	70100	− 5	− 548	− 1016	+ 6	− 41	8496
11 íd.	66	12 30	689,50	11,5	21,01	13,2	+ 0,10	37,5170	67537	− 5	− 568	− 1008	+ 6	− 33	5929
11 íd.	46	15 5	688,70	9,1	21,26	13,4	+ 0,10	37,1316	68247	− 5	− 546	− 1018	+ 6	− 41	6643
11 íd.	65	15 45	688,75	8,9	21,41	13,2	+ 0,10	37,4370	67683	− 5	− 576	− 931	+ 6	− 33	6144
11 íd.	47	16 25	688,75	8,9	21,51	13,2	+ 0,10	36,1504	70125	− 5	− 547	− 1046	+ 6	− 41	8492
11 íd.	66	17 5	688,70	8,9	21,51	13,1	+ 0,10	37,4904	67585	− 5	− 567	− 1032	+ 6	− 33	5954
11 íd.	46	17 45	688,70	8,9	21,71	13,8	+ 0,10	37,1066	68294	− 5	− 545	− 1040	+ 6	− 41	6669
11 íd.	65	18 25	688,60	8,9	21,71	13,2	+ 0,10	37,4276	67700	− 5	− 575	− 944	+ 6	− 33	6149
13 íd.	47	9 ,8	688,45	13,5	21,31	12,8	− 0,18	36,1647	70097	− 4	− 546	− 1036	− 11	− 41	8459
13 íd.	66	10 00	688,45	13,4	21,31	12,9	− 0,18	37,5202	67531	− 4	− 566	− 1023	− 11	− 33	5894
13 íd.	46	10 45	688,45	14,4	21,31	13,5	− 0,18	37,1208	68267	− 5	− 544	− 1021	− 11	− 41	6645
13 íd.	65	11 25	688,45	13,3	21,31	12,9	− 0,18	37,4504	67658	− 4	− 574	− 927	− 11	− 33	6109

13	fd.	.....	47	12 5	688,35	13,1	21,36	13,2	— 0,18	36,1562	70114	— 5	— 545	— 1038	— 11	— 41	8474
13	fd.	.....	66	12 45	688,30	13,1	21,41	13,1	— 0,18	37,5022	67564	— 5	— 566	— 1027	— 11	— 33	5922
13	fd.	.....	46	14 50	687,50	13,1	21,51	13,2	— 0,18	37,1260	68258	— 5	— 544	— 1030	— 11	— 41	6627
13	fd.	.....	65	15 30	687,25	13,1	21,51	13,1	— 0,18	37,4466	67665	— 5	— 573	— 935	— 11	— 33	6108
13	fd.	.....	47	16 10	687,25	13,1	21,61	14,6	— 0,18	36,1514	70123	— 6	— 544	— 1050	— 11	— 41	8471
13	fd.	.....	66	16 50	687,25	13,1	21,71	13,1	— 0,18	37,5030	67562	— 5	— 564	— 1042	— 11	— 33	5907
13	fd.	.....	46	17 30	687,25	13,1	21,71	14,0	— 0,18	37,1188	68271	— 5	— 543	— 1040	— 11	— 41	6631
13	fd.	.....	65	18 10	687,40	13,1	21,71	13,1	— 0,18	37,4392	67679	— 5	— 573	— 944	— 11	— 33	6113
14	fd.	.....	47	9 00	688,90	13,2	21,31	12,6	— 0,27	36,1576	70111	— 4	— 546	— 1036	— 16	— 41	8468
14	fd.	.....	66	9 50	688,95	13,4	21,31	13,2	— 0,27	37,5070	67555	— 5	— 567	— 1023	— 16	— 33	5911
14	fd.	.....	46	10 30	689,00	13,4	21,31	13,7	— 0,27	37,1208	68267	— 5	— 545	— 1021	— 16	— 41	6639
14	fd.	.....	65	11 10	689,00	13,4	21,31	13,1	— 0,27	37,4442	67670	— 5	— 575	— 927	— 16	— 33	6114
14	fd.	.....	47	11 50	688,90	13,3	21,31	13,2	— 0,27	36,1476	70131	— 5	— 546	— 1036	— 16	— 41	8487
14	fd.	.....	66	12 30	688,40	13,1	21,46	13,1	— 0,27	37,5020	67564	— 5	— 566	— 1030	— 16	— 33	5914
14	fd.	.....	46	14 40	688,05	13,9	21,42	13,8	— 0,27	37,1244	68261	— 5	— 544	— 1026	— 16	— 41	6629
14	fd.	.....	65	15 20	687,80	13,9	21,61	13,2	— 0,27	37,4300	67696	— 5	— 573	— 940	— 16	— 33	6129
14	fd.	.....	47	16 5	687,80	13,9	21,71	13,2	— 0,27	36,1390	70148	— 5	— 544	— 1055	— 16	— 41	8487
14	fd.	.....	66	16 45	687,85	14,3	21,71	13,1	— 0,27	37,4822	67600	— 5	— 565	— 1042	— 16	— 33	5939
14	fd.	.....	46	17 25	688,10	14,3	21,71	13,5	— 0,27	37,1034	68300	— 5	— 543	— 1040	— 16	— 41	6655
14	fd.	.....	65	18 5	688,30	13,9	21,71	13,2	— 0,27	37,4254	67704	— 5	— 573	— 944	— 16	— 33	6133

ESTACION DE DAROCA

Local de observación.

Fué elegido el edificio de las Escuelas Pías de esta ciudad. A todos los Padres Escolapios, y muy en especial a su Rector D. Pedro Capalvo y al Padre Santiago Español, encargado de la Estación meteorológica, hacemos presente nuestra gratitud por la favorable acogida que nos dispensaron.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con arreglo al meridiano de Greenwich.....	1° 25′ W.
Latitud Norte.....	41° 6′,9
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	770m

Determinación de la hora.

Se hizo hora por observaciones de estrellas en el meridiano.

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
28 de Agosto de 1915.....	17 41	— 4,13 ± 0,03	
29 id. id.	17 54	— 4,54 ± 0,08	— 0,41 ± 0,09
30 id. id.	17 54	— 5,08 ± 0,09	— 0,54 ± 0,12
31 id. id.	20 47	— 5,61 ± 0,05	
1 de Septiembre id.	18 48	— 6,05 ± 0,07	— 0,48 ± 0,09
2 id. id.	17 54	— 6,60 ± 0,07	— 0,57 ± 0,10
4 id. id.	17 54	— 7,95 ± 0,08	— 0,67 ± 0,11

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,10.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra E figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y 65-66 oscilaron en la dirección NW.-SE. y los 105-107 y 46-47 en la NE.-SW.

Péndulos 104 y 106.

$47 \times 10-7$
$50 \times 10-7$
$51 \times 10-7$
$51 \times 10-7$

$50 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 1{,}0 \times 10-7$

Péndulos 105 y 107.

$46 \times 10-7$
$47 \times 10-7$
$48 \times 10-7$
$46 \times 10-7$

$46 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}5 \times 10-7$

Péndulos 46 y 47.

$44 \times 10-7$
$43 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$42 \times 10-7$

$42 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_3} = 0{,}7 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$35 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$37 \times 10-7$

$37 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_4} = 0{,}6 \times 10-7$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014695	0,5015485	0,5014861	0,5015633
717	513	57	34
712	480	64	44
0,5014708	0,5015493	0,5014861	0,5015637

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068170	0,5065603	0,5066353	0,5065818
208	611	48	21
204	614	57	20
166	593	47	27
189	613	28	08
182	605	43	23
197	631	70	43
220	642	66	49
210	631	78	44
176	610	51	17
0,5068192	0,5065615	0,5066354	0,5065827

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación observada.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 6° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
29 Agosto.....	104	9 40	697,85	15,91	22,52	12,6	— 0,41	152,720	0,5016424	— 4	— 568	— 1083	— 24	— 50	0,5014695
29 id.	105	10 35	697,85	15,53	22,57	12,4	— 0,41	145,850	7200	— 4	— 571	— 1069	— 24	— 47	5485
29 id.	106	11 45	697,80	15,66	22,67	13,8	— 0,41	151,240	6585	— 5	— 559	— 1086	— 24	— 50	4861
29 id.	107	15 35	697,40	15,54	22,92	13,3	— 0,41	144,560	7354	— 5	— 561	— 1084	— 24	— 47	5633
29 id.	104	16 50	697,25	15,13	23,07	13,1	— 0,41	152,270	6472	— 5	— 566	— 1110	— 24	— 50	4717
29 id.	105	17 50	697,25	15,54	23,12	12,2	— 0,41	145,410	7252	— 4	— 569	— 1095	— 24	— 47	5513
30 id.	106	9 50	699,70	15,27	22,72	14,2	— 0,54	151,170	6593	— 5	— 561	— 1089	— 31	— 50	4857
30 id.	107	10 45	699,70	15,39	22,72	13,4	— 0,54	144,550	7355	— 5	— 563	— 1075	— 31	— 47	5634
30 id.	104	11 40	699,75	15,53	22,82	12,5	— 0,54	152,350	6464	— 4	— 569	— 1098	— 31	— 50	4712
30 id.	105	15 45	699,30	15,26	23,12	11,2	— 0,54	145,620	7227	— 3	— 571	— 1095	— 31	— 47	5480
30 id.	106	16 35	699,20	15,93	23,12	12,0	— 0,54	150,960	6616	— 4	— 559	— 1108	— 31	— 50	4864
30 id.	107	17 30	699,20	15,93	23,22	11,8	— 0,54	144,290	7386	— 4	— 562	— 1098	— 31	— 47	5644

ESTADO E₂. ESTACION DE DAROCA

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
1 Septiembre..	47	8 35	700,65	11,96	22,11	13,1	— 0,48	36,2786	0,5069874	— 5	— 554	— 1075	— 28	— 42	0,5068170
1 id. ..	66	9 15	700,70	11,96	22,11	13,3	— 0,48	37,6422	7309	— 5	— 575	— 1061	— 28	— 37	5603
1 id. ..	46	10 10	700,55	13,33	22,11	13,5	— 0,48	37,2432	8040	— 5	— 553	— 1059	— 28	— 42	6353
1 id. ..	65	10 55	700,20	13,82	22,11	13,8	— 0,48	37,5752	7431	— 5	— 582	— 961	— 28	— 37	5818
1 id. ..	47	11 35	699,85	14,07	22,11	13,4	— 0,48	36,2596	9911	— 5	— 553	— 1075	— 28	— 42	8208
1 id. ..	66	12 15	699,70	14,07	22,16	13,1	— 0,48	37,6372	7318	— 5	— 574	— 1063	— 28	— 37	5611
1 id. ..	46	14 25	699,25	12,52	22,31	13,3	— 0,48	37,2408	8044	— 5	— 552	— 1069	— 28	— 42	6348
1 id. ..	65	15 10	698,80	12,52	22,31	13,4	— 0,48	37,5690	7442	— 5	— 581	— 970	— 28	— 37	5821
1 id. ..	47	15 50	698,45	12,52	22,31	13,6	— 0,48	36,2576	9915	— 5	— 552	— 1084	— 28	— 42	8204
1 id. ..	66	16 30	698,40	12,13	22,31	12,9	— 0,48	37,6314	7328	— 5	— 573	— 1071	— 28	— 37	5614
1 id. ..	46	17 30	698,40	12,05	22,47	13,5	— 0,48	37,2326	8059	— 5	— 551	— 1076	— 28	— 42	6357
1 id. ..	65	18 10	698,40	12,05	22,52	13,4	— 0,48	37,5642	7450	— 5	— 581	— 979	— 28	— 37	5820
2 id. ..	47	8 30	698,00	10,64	21,51	13,2	— 0,57	36,2930	9846	— 5	— 554	— 1046	— 33	— 42	8166
2 id. ..	66	9 15	697,90	10,64	21,41	13,1	— 0,57	37,6636	7270	— 5	— 575	— 1027	— 33	— 37	5593
2 id. ..	46	9 55	697,80	11,43	21,31	13,5	— 0,57	37,2642	8001	— 5	— 553	— 1021	— 33	— 42	6347
2 id. ..	65	10 35	697,70	12,01	21,21	13,8	— 0,57	37,5880	7407	— 5	— 583	— 922	— 33	— 37	5827
2 id. ..	47	11 15	697,40	11,75	21,11	13,5	— 0,57	36,2906	9851	— 5	— 554	— 1026	— 33	— 42	8189
2 id. ..	66	11 55	697,20	11,61	21,16	13,1	— 0,57	37,6600	7277	— 5	— 574	— 1015	— 33	— 37	5613
2 id. ..	46	14 25	696,20	12,12	21,35	13,2	— 0,57	37,2744	7982	— 5	— 551	— 1023	— 33	— 42	6328
2 id. ..	65	15 5	695,90	12,71	21,46	13,8	— 0,57	37,5944	7396	— 5	— 580	— 933	— 33	— 37	5808

2	id.	..	47	15 45	695,85	13,34	21,51	13,8	— 0.57	36,2864	0,5069859	— 5	— 551	— 1046	— 33	— 42	8182
2	id.	..	66	16 25	695,80	13,58	21,61	13,1	— 0,57	37,6530	7289	— 5	— 572	— 1037	— 33	— 37	5605
2	id.	..	46	17 8	695,70	13,58	21,71	13,6	— 0,57	37,2578	8013	— 5	— 550	— 1040	— 33	— 42	6343
2	id.	..	65	17 52	695,60	13,58	21,71	13,5	— 0,57	37,5804	7421	— 5	— 579	— 944	— 33	— 37	5823
3	id.	..	47	8 43	695,40	9,95	21,06	13,6	— 0,67	36,2857	9860	— 5	— 553	— 1024	— 39	— 42	8197
3	id.	..	66	9 30	695,35	10,10	20,96	12,8	— 0,67	37,6528	7290	— 4	— 573	— 1006	— 39	— 37	5631
3	id.	..	46	10 15	695,00	10,52	20,91	13,7	— 0,67	37,2600	8009	— 5	— 551	— 1002	— 39	— 42	6370
3	id.	..	65	10 55	694,70	10,73	20,86	13,3	— 0,67	37,5856	7412	— 5	— 581	— 907	— 39	— 37	5843
3	id.	..	47	11 35	694,55	10,37	20,76	13,8	— 0,67	36,2824	9867	— 5	— 552	— 1009	— 39	— 42	8220
3	id.	..	66	13 15	694,40	10,02	20,71	12,9	— 0,67	37,6526	7290	— 5	— 573	— 994	— 39	— 37	5642
3	id.	..	46	14 20	693,50	11,31	20,86	13,7	— 0,67	37,2642	8001	— 5	— 550	— 999	— 39	— 42	6366
3	id.	..	65	15 00	693,40	11,89	20,91	13,7	— 0,67	37,5818	7419	— 5	— 580	— 909	— 39	— 37	5849
3	id.	..	47	15 40	693,35	11,89	21,01	13,8	— 0,67	36,2824	9867	— 5	— 550	— 1021	— 39	— 42	8210
3	id.	..	66	16 20	693,30	11,75	21,11	13,2	— 0,67	37,6492	7296	— 5	— 571	— 1013	— 39	— 37	5631
3	id.	..	46	17 00	693,55	11,61	21,16	13,8	— 0,67	37,2500	8027	— 5	— 549	— 1014	— 39	— 42	6378
3	id.	..	65	17 40	693,90	11,39	21,26	13,7	— 0,67	37,5768	7428	— 5	— 579	— 924	— 39	— 37	5844
4	id.	..	47	10 15	699,50	11,07	20,51	13,2	— 0,67	36,3084	9816	— 5	— 557	— 997	— 39	— 42	8176
4	id.	..	66	10 55	699,60	11,50	20,46	13,0	— 0,67	37,6742	7251	— 5	— 578	— 982	— 39	— 37	5610
4	id.	..	46	11 35	699,70	11,94	20,41	13,2	— 0,67	37,2806	7971	— 5	— 556	— 978	— 39	— 42	6351
4	id.	..	65	12 20	699,80	12,16	20,46	13,2	— 0,67	37,6064	7374	— 5	— 586	— 890	— 39	— 37	5817

ESTACION DE SORIA

Local de observación.

Se eligió una casa particular de la plaza de Teatinos, que a la sazón estaba desocupada y reunía excelentes condiciones. Por pertenecer a la familia del Ingeniero Geógrafo D. Francisco Bellosillo, al que hacemos presente nuestra gratitud, nos fué posible obtener la necesaria autorización.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	2° 28',0 W.
Latitud Norte.....	41° 46',1
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	1.061m

Determinación de la hora.

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes.

Como en las estaciones anteriores se observaron estrellas a su paso por el Meridiano.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
18 de Septiembre de 1915.....	19 4	+ 0,80 ± 0,03	
19 id. id.	19 4	— 1,87 ± 0,09	— 2,67 ± 0,10
20 id. id.	18 35	— 4,69 ± 0,08	— 2,88 ± 0,12
21 id. id.	22 10	— 8,56 ± 0,03	— 3,37 ± 0,09
22 id. id.	20 13	— 11,40 ± 0,07	— 3,09 ± 0,08
23 id. id.	22 59	— 14,89 ± 0,02	— 3,13 ± 0,08

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,10.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra F figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y los 65-66 oscilaron, aproximadamente, en la dirección N.-S., y los 105-107 y 46-47 en la E.-W.

Péndulos 104 y 106.

$$\begin{array}{l} 33 \times 10-7 \\ 34 \times 10-7 \\ 35 \times 10-7 \\ 35 \times 10-7 \\ \hline 34 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_1} = 0{,}5 \times 10-7$$

Péndulos 105 y 107.

$$\begin{array}{l} 37 \times 10-7 \\ 37 \times 10-7 \\ 38 \times 10-7 \\ 37 \times 10-7 \\ \hline 37 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_2} = 0{,}8 \times 10-7$$

Péndulos 46 y 47.

$$\begin{array}{l} 38 \times 10-7 \\ 39 \times 10-7 \\ 38 \times 10-7 \\ 39 \times 10-7 \\ \hline 38 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_3} = 0{,}4 \times 10-7$$

Péndulos 65 y 66.

$$\begin{array}{l} 36 \times 10-7 \\ 36 \times 10-7 \\ 36 \times 10-7 \\ 37 \times 10-7 \\ \hline 36 \times 10-7 \end{array} \qquad \Sigma_{b_4} = 0{,}3 \times 10-7$$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014708	0,5015498	0,5014866	0,5015647
38	516	60	39
02	480	70	41
0,5014716	0,5015498	0,5014865	0,5015642

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068162	0,5065606	0,5066343	0,5065814
173	561	35	22
201	624	37	00
159	595	34	05
161	614	31	16
186	618	59	33
174	607	51	14
188	610	40	22
197	612	47	29
0,5068178	0,5065605	0,5066342	0,5065817

ESTADO F.

ESTACION DE SORIA

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
19 Septiembre.	104	10 00	677,40	12,61	18,51	12,8	— 2,67	153,400	0,5016351	— 4	— 559	— 891	— 155	— 34	0,5014708
19 id. .	105	10 55	677,25	12,92	18,56	12,3	— 2,67	146,400	7135	— 4	— 562	— 879	— 155	— 37	5498
19 id. .	106	11 50	677,15	12,78	18,66	12,8	— 2,67	151,980	6504	— 4	— 551	— 894	— 155	— 34	4866
19 id. .	107	16 20	675,50	13,61	19,21	14,9	— 2,67	144,978	7304	— 6	— 550	— 909	— 155	— 37	5647
19 id. .	104	17 15	675,60	13,32	19,40	13,0	— 2,67	152,750	6420	— 4	— 556	— 933	— 155	— 34	4738
19 id .	105	18 10	675,60	13,32	19 60	12,5	— 2,67	145,850	7200	— 4	— 559	— 929	— 155	— 37	5516
20 id .	106	10 00	676 90	13 05	19,11	13,0	— 2,88	151,740	6530	— 4	— 549	— 916	— 167	— 34	4860
20 id. .	107	10 55	676 45	13,51	19,11	13,4	— 2,88	144,980	7303	— 5	— 551	— 904	— 167	— 37	5639
20 id. .	104	11 55	676,30	13,74	19 21	12 5	— 2,88	153,050	6388	— 4	— 557	— 924	— 167	— 34	4702
20 id .	105	15 25	676,70	13 74	19,55	12,5	— 2,88	146,070	7174	— 4	— 560	— 926	— 167	— 37	5480
20 id. .	106	16 25	676,65	14,22	19,65	13,5	— 2,88	151,420	6565	— 5	— 548	— 941	— 167	— 34	4870
20 id. .	107	17 25	676,90	14,47	19,70	12 8	— 2,88	144,750	7331	— 4	— 550	— 932	— 167	— 37	5641

ESTADO F₂. **ESTACIÓN DE SORIA**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
21 Septiembre.	47	10 5	677,60	13,40	19,31	13,7	—3,37	36,2740	0,5069883	— 5	—541	—939	—198	— 38	0,5068162
21 id.	66	10 45	678,05	13,86	19,31	13,0	—3,37	37,6290	7333	— 5	—561	—927	—198	— 36	5606
21 id.	46	11 25	678,50	14,25	19,31	13,2	—3,37	37,2380	8049	— 5	—540	—925	—198	— 38	6343
21 id.	65	12 5	678,45	14,10	19 36	13,2	—3,37	37,5566	7464	— 5	—569	—842	—198	— 36	5814
21 id.	47	12 31	678,35	13,84	19,45	15,0	—3,37	36,2650	9901	— 6	—541	—945	—198	— 38	8173
21 id.	66	12 56	678,30	13,70	19,50	14,2	—3,37	37,6490	7297	— 5	—561	—936	—198	— 36	5561
21 id.	46	15 45	677,95	13,08	19,75	13,5	—3,37	37,2316	8061	— 5	—539	—946	—198	— 38	6335
21 id.	65	15 25	678,00	13,31	19,85	13,4	—3,37	37,5412	7492	— 5	—568	—863	—198	— 36	5822
21 id.	47	16 5	678,00	13,70	19,95	13,8	—3,37	36,2390	9952	— 5	—540	—970	—198	— 38	8201
21 id.	66	16 45	678,00	13,70	20,05	13,2	—3,37	37,6004	7385	— 5	—560	—962	—198	— 36	5624
21 id.	46	17 25	678,10	13,70	20,10	14,0	—3,37	37,2220	8079	— 5	—538	—963	—198	— 38	6337
21 id.	65	20 00	679,50	14,21	20,51	13,1	—3,37	37,5378	7499	— 5	—568	—892	—198	— 36	5800
22 id.	47	9 57	680,80	13,63	19,31	13,5	—3,09	36,2833	9865	— 5	—543	—939	—181	— 38	8159
22 id.	66	10 23	680,80	14,25	19,36	13,1	—3,09	37,6423	7309	— 5	—563	—929	—181	— 36	5595
22 id.	46	10 53	680,75	14,49	19.45	13,7	—3,09	37,2480	8031	— 5	—541	—932	—181	— 38	6334
22 id.	65	11 20	680,70	14.59	19,50	13,4	—3,09	37,5666	7446	— 5	—571	—848	—181	— 36	5805

22	id.	. 47	11 55	680,60	14,46	19,55	13,4	— 3,09	36,2770	9877	— 5	— 542	— 950	— 181	— 38	8161
22	id.	. 66	12 35	680,45	14,46	19,65	12,8	— 3,09	37,6252	7340	— 4	— 562	— 943	— 181	— 36	5614
22	id.	. 46	14 40	680,10	13,79	20,05	13,3	— 3,09	37,2350	8055	— 5	— 540	— 960	— 181	— 38	6331
22	id.	. 65	15 20	680,10	13,91	20,20	13,1	— 3,09	37,5452	7485	— 5	— 569	— 878	— 181	— 36	5816
22	id.	. 47	16 5	680,10	13,91	20,40	12,9	— 3,09	36,2438	9942	— 5	— 540	— 992	— 181	— 38	8186
22	id.	. 66	16 45	680,15	13,91	20,56	12,8	— 3,09	37,5996	7386	— 4	— 560	— 987	— 181	— 36	5618
22	id.	. 46	17 25	680,25	13,91	20,66	13,8	— 3,09	37,2044	8112	— 5	— 539	— 990	— 181	— 38	6359
22	id.	. 65	18 5	680,35	13,91	20,76	13,4	— 3,09	37,5226	7526	— 5	— 568	— 903	— 181	— 36	5833
23	id.	. 47	9 20	680,10	13,50	19,60	12,9	— 3,13	36,2672	9896	— 5	— 542	— 953	— 184	— 38	8174
23	id.	. 66	10 00	680,00	13,73	19,60	13,0	— 3,13	37,6280	7335	— 5	— 562	— 941	— 184	— 36	5607
23	id.	. 46	10 40	679,85	14,21	19,65	13,4	— 3,13	37,2330	8059	— 5	— 540	— 941	— 184	— 38	6351
23	id.	. 65	11 20	679,65	14,46	19,75	13,2	— 3,13	37,5554	7467	— 5	— 569	— 859	— 184	— 36	5814
23	id.	. 47	12 00	679,35	14,46	19,80	12,9	— 3,13	36,2562	9918	— 5	— 541	— 962	— 184	— 38	8188
23	id.	. 66	12 40	679,05	14,33	19,95	13,1	— 3,13	37,6180	7353	— 5	— 561	— 957	— 184	— 36	5610
23	id.	. 46	14 45	678,90	13,70	20,30	13,7	— 3,13	37,2226	8078	— 5	— 539	— 972	— 184	— 38	6340
23	id.	. 65	15 30	678,70	13,70	20,30	13,4	— 3,13	37,5382	7498	— 5	— 568	— 883	— 184	— 36	5822
23	id.	. 47	16 10	678,45	13,84	20,30	12,9	— 3,13	36,2400	9950	— 5	— 539	— 987	— 184	— 38	8197
23	id.	. 66	16 50	678,30	14,10	20,30	13,2	— 3,13	37,6084	7370	— 5	— 559	— 974	— 184	— 36	5612
23	id.	. 46	17 30	678,30	13,86	20,25	13,7	— 3,13	37,2204	8082	— 5	— 538	— 970	— 184	— 38	6347
23	id.	. 65	18 10	678,20	14,25	20,20	13,1	— 3,13	37,5374	7499	— 5	— 567	— 878	— 184	— 36	5829

ESTACION DE MADRID (cierre)

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el mismo local ya citado y en análogas condiciones que sus similares.

Las coordenadas geográficas son, por tanto, las indicadas anteriormente.

Determinación de la hora.

Se hizo observación de estrellas con el anteojo de pasos en el meridiano.

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
17 de Octubre de 1915.....	20 47	+ 0,89 ± 0,08	
18 id. id.	20 47	+ 0,50 ± 0,04	— 0,39 ± 0,09
19 id. id.	20 47	— 0,50 ± 0,09	— 1,00 ± 0,10
20 id. id.	20 47	— 1,10 ± 0,06	— 0,60 ± 0,11
22 id. id.	20 47	— 2,79 ± 0,06	— 0,84 ± 0,09
23 id. id.	20 31	— 3,85 ± 0,06	— 1,07 ± 0,09
24 id. id.	20 56	— 4,84 ± 0,06	— 0,97 ± 0,09
25 id. id.	19 54	— 5,63 ± 0,16	— 0,83 ± 0,17

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,11.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra G figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 104-106 y 65-66 oscilaron en la dirección NE.-SW., y los 105-107 y 46-47 en la NW.-SE.

Péndulos 104 y 106.

$32 \times 10-7$
$33 \times 10-7$
$33 \times 10-7$
$33 \times 10-7$

$33 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}3 \times 10-7$

Péndulos 105 y 107.

$33 \times 10-7$
$34 \times 10-7$
$34 \times 10-7$
$33 \times 10-7$

$33 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}4 \times 10-7$

Péndulos 46 y 47.

$39 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$36 \times 10-7$
$39 \times 10-7$

$38 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_3} = 0{,}8 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$35 \times 10-7$
$34 \times 10-7$
$35 \times 10-7$
$35 \times 10-7$

$35 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_4} = 0{,}3 \times 10-7$

En los cuadros siguientes figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Pendulo 107.
0,5014873	0,5015657	0,5015016	0,5015781
66	41	29	88
38	67	00	62
30	30	10	79
50	31	14	83
52	44	19	74
0,5014851	0,5015635	0,5015015	0,5015778

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068330	0,5065743	0,5066485	0,5065944
37	45	504	54
25	37	484	53
13	36	491	60
39	67	502	70
44	57	510	66
53	71	495	60
75	86	508	74
80	85	523	66
0,5068344	0,5065759	0,5066500	0,5065961

ESTADO G_1. ESTACION DE MADRID (Colerre)

FECHAS — 1915	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
18 Octubre....	104	9 55	712,70	9,46	16,42	12,2	— 0,39	153,710	0,5016317	— 4	— 594	— 790	— 23	— 33	0,5014873
18 id.	105	11 00	712,60	9,70	16,47	11,7	— 0,39	146,750	7094	— 4	— 597	— 780	— 23	— 33	5657
18 id.	106	11 50	712,25	9,90	16,57	12,3	— 0,39	152,440	6454	— 4	— 584	— 794	— 23	— 33	5016
18 id.	107	12 40	712,00	9,76	16,67	12,9	— 0,39	145,750	7216	— 4	— 587	— 788	— 23	— 33	5781
18 id.	104	14 25	711,30	9,43	17,02	12,5	— 0,39	153,530	6337	— 4	— 592	— 819	— 23	— 33	4866
18 id.	105	15 15	711,15	9,62	17,07	12,9	— 0,39	146,660	7105	— 4	— 595	— 809	— 23	— 33	5641
18 id.	106	16 25	711,10	9,95	17,22	12,8	— 0,39	152,050	6496	— 4	— 582	— 825	— 23	— 33	5029
18 id.	107	17 45	711,10	9,76	17,46	12,9	— 0,39	145,360	7258	— 4	— 584	— 826	— 23	— 33	5788
19 id.	104	9 45	709,30	8,51	16,47	12,8	— 1,00	153,720	6316	— 4	— 59'	— 792	— 58	— 33	4838
19 id.	105	10 40	709,10	9,19	16,42	12,9	— 1,00	146,910	7075	— 4	— 595	— 778	— 58	— 33	5607
19 id.	106	11 30	708,75	9,71	16,47	12,8	— 1,00	152,330	6466	— 4	— 582	— 789	— 58	— 33	5000
19 id.	107	12 25	708,15	9,76	16,62	12,9	— 1,00	145,620	7227	— 4	— 584	— 786	— 58	— 33	5762
19 id.	104	14 25	706,60	9,59	16,97	12,8	— 1,00	153,600	6329	— 4	— 588	— 816	— 58	— 33	4830
19 id.	105	15 25	706,30	9,64	17,07	13,1	— 1,00	146,480	7126	— 5	— 591	— 809	— 58	— 33	5630
19 id.	106	16 15	706,20	9,64	17,22	12,8	— 1,00	151,940	6508	— 4	— 578	— 825	— 58	— 33	5010
19 id.	107	17 10	706,20	9,64	17,37	13,2	— 1,00	145,200	7277	— 5	— 580	— 822	— 58	— 33	5779
20 id.	104	9 55	707,45	8,53	16,47	13,0	— 0,60	153,840	6304	— 4	— 590	— 792	— 35	— 33	4850
20 id.	105	10 50	707,60	8,87	16,52	13,0	— 0,60	146,880	7079	— 4	— 593	— 783	— 35	— 33	5631
20 id.	106	11 40	707,60	9,05	16,52	13,1	— 0,60	152,390	6459	— 5	— 581	— 791	— 35	— 33	5014
20 id.	107	12 35	707,45	9,26	16,62	13,1	— 0,60	145,640	7225	— 5	— 583	— 786	— 35	— 33	5783
20 id.	104	14 40	707,00	9,07	16,97	12,8	— 0,60	153,610	6328	— 4	— 588	— 816	— 35	— 33	4852
20 id.	105	15 35	706,95	9,45	17,07	13,7	— 0,60	146,550	7117	— 5	— 591	— 809	— 35	— 33	5644
20 id.	106	16 25	707,00	9,64	17,17	13,4	— 0,60	152,070	6494	— 5	— 579	— 823	— 35	— 33	5019
20 id.	107	17 20	707,20	9,64	17,27	13,4	— 0,60	145,460	7246	— 5	— 582	— 817	— 35	— 33	5774

ESTADO G_1. **ESTACIÓN DE MADRID (cierre)**

FECHAS — 1915	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
23 Octubre....	47	9 45	707,85	9,63	16,12	13,1	— 1,07	36,3208	0,5069792	— 5	— 572	— 784	— 63	— 38	0,5068330
23 íd.	66	10 25	707,90	10,00	16,22	12,9	— 1,07	37,6926	7218	— 5	— 594	— 778	— 63	— 35	5743
23 íd.	46	11 10	707,80	10,19	16,32	13,6	— 1,07	37,2950	7944	— 5	— 571	— 782	— 63	— 38	6485
23 íd.	65	11 50	707,55	10,19	16,42	13,0	— 1,07	37,6130	7362	— 5	— 601	— 714	— 63	— 35	5944
23 íd.	47	12 30	707,40	10,20	16,52	13,8	— 1,07	36,3078	9817	— 5	— 571	— 803	— 63	— 38	8337
23 íd.	66	13 10	707,25	10,39	16,62	13,1	— 1,07	37,6814	7238	— 5	— 592	— 798	— 63	— 35	5745
23 íd.	46	13 50	707,00	10,59	16,77	14,0	— 1,07	37,2742	7982	— 5	— 569	— 803	— 63	— 38	6504
23 íd.	65	14 30	706,85	10,59	16,87	13,2	— 1,07	37,5972	7391	— 5	— 600	— 734	— 63	— 35	5954
23 íd.	47	15 10	706,75	10,44	17,02	14,0	— 1,07	36,3028	9827	— 5	— 569	— 827	— 63	— 38	8325
23 íd.	66	16 10	706,70	10,30	17,12	13,0	— 1,07	37,6730	7253	— 5	— 591	— 822	— 63	— 35	5737
23 íd.	46	16 50	706,70	10,30	17,22	14,0	— 1,07	37,2740	7983	— 5	— 568	— 825	— 63	— 38	6484
23 íd.	65	17 30	706,80	10,30	17,32	12,8	— 1,07	37,5884	7407	— 4	— 599	— 753	— 63	— 35	5953
24 íd.	47	9 20	708,40	9,47	16,72	13,8	— 0,97	36,3174	9798	— 5	— 572	— 813	— 57	— 38	8313
24 íd.	66	10 00	708,50	9,85	16,72	13,3	— 0,97	37,6868	7228	— 5	— 593	— 802	— 57	— 35	5736
24 íd.	46	10 40	708,60	10,19	16,72	13,5	— 0,97	37,2854	7962	— 5	— 570	— 801	— 57	— 38	6491
24 íd.	65	11 20	708,45	10,04	16,77	13,2	— 0,97	37,5990	7387	— 5	— 601	— 729	— 57	— 35	5960

24	*fd.*	....	*47*	*12 00*	*708,30*	*10,58*	*16,87*	*14,0*	*— 0,97*	*36,3014*	*9830*	*— 5*	*— 571*	*— 820*	*— 57*	*— 38*	*8339*
24	*fd.*	....	*66*	*12 40*	*708,20*	*10,58*	*17,02*	*13,2*	*— 0,97*	*37,6618*	*7273*	*— 5*	*— 592*	*— 817*	*— 57*	*— 35*	*5767*
24	fd.	....	46	13 50	707,85	10,09	17,12	13,5	— 0,97	37,2698	7991	— 5	— 569	— 820	— 57	— 38	6502
24	fd.	....	65	14 30	707,70	10,28	17,17	13,1	— 0,97	37,5842	7414	— 5	— 600	— 747	— 57	— 35	5970
24	fd.	....	47	15 10	707,70	10,28	17,27	14,1	— 0,97	36,2896	9853	— 5	— 570	— 839	— 57	— 38	8344
24	fd.	....	66	15 50	707,80	10,28	17,32	13,2	— 0,97	37,6604	7276	— 5	— 591	— 831	— 57	— 35	5757
24	fd.	....	46	16 30	707,95	10,28	17,42	14,0	— 0,97	37,2578	8013	— 5	— 569	— 834	— 57	— 38	6510
24	fd.	....	65	17 10	708,10	9,95	17,51	13,2	— 0,97	37,5790	7424	— 5	— 600	— 761	— 57	— 35	5966
25	fd.	....	47	9 10	705,30	8,02	16,42	14,0	— 0,83	36,3100	9813	— 5	— 570	— 798	— 49	— 38	8353
25	fd.	....	66	9 55	705,15	8,67	16,32	13,4	— 0,83	37,6830	7235	— 5	— 592	— 783	— 49	— 35	5771
25	fd.	....	46	10 35	704,90	9,03	16,32	13,9	— 0,83	37,2980	7938	— 5	— 569	— 782	— 49	— 38	6495
25	fd.	....	65	11 15	704,45	9,21	16,37	13,2	— 0,83	37,6142	7360	— 5	— 599	— 712	— 49	— 35	5960
25	fd.	....	47	11 55	704,00	9,54	16,47	13,8	— 0,83	36,2984	9836	— 5	— 568	— 801	— 49	— 38	8375
25	fd.	....	66	12 35	703,65	9,21	16,57	13,4	— 0,83	37,6700	7259	— 5	— 589	— 795	— 49	— 35	5786
25	fd.	....	46	13 50	702,95	9,21	16,72	14,0	— 0,83	37,2824	7967	— 5	— 566	— 801	— 49	— 38	6508
25	fd.	....	65	14 30	702,80	9,21	16,72	12,8	— 0,83	37,5996	7386	— 4	— 597	— 727	— 49	— 35	5974
25	fd.	....	47	15 10	702,70	8,89	16,77	14,1	— 0,83	36,2888	9854	— 5	— 567	— 815	— 49	— 38	8380
25	fd.	....	66	15 50	702,70	8,89	16,82	13,2	— 0,83	37,6642	7269	— 5	— 588	— 807	— 49	— 35	5785
25	fd.	....	46	16 30	702,60	8,57	16,82	14,4	— 0,83	37,2712	7988	— 6	— 566	— 806	— 49	— 38	6523
25	fd.	....	65	17 10	702,45	8,10	16,82	13,2	— 0,83	37,6016	7383	— 5	— 597	— 731	— 49	— 35	5966

CAPÍTULO II

INVARIABILIDAD DE LOS PÈNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1915

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El estado núm. 1 nos pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidos, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 104 — 0,501	Péndulo 105 — 0,501	Péndulo 106 — 0,501	Péndulo 107 — 0,501	Pèndulo 47 — 0,506	Péndulo 66 — 0,506	Péndulo 46 — 0,506	Péndulo 65 — 0,506
Madrid (salida).	4880	5638	5045	5774	8317	5775	6477	5972
Toledo.....	4699	5542	4909	5684	8248	5677	6421	5902
Cuenca.....	5073	5817	5175	5971	8533	5992	6710	6203
Teruel.....	4998	5778	5136	5911	8479	5922	6642	6126
Daroca.....	4708	5493	4861	5637	8192	5615	6354	5827
Soria.....	4716	5498	4865	5642	8178	5605	6342	5817
Madrid (cierre).	4851	5635	5015	5778	8344	5759	6500	5961

Estos valores conviene seleccionarlos, y para ello empezaremos por obtener los valores promedios de Madrid (salida) y Madrid (cierre).

AÑO 1915	Péndulo 104 — 0,501	Péndulo 105 — 0,501	Péndulo 106 — 0,501	Péndulo 107 — 0,501	Péndulo 47 — 0,506	Péndulo 66 — 0,506	Péndulo 46 — 0,506	Péndulo 65 — 0,506
Madrid (promedio).	4866	5637	5030	5776	8330	5767	6488	5966

Comparando en seguida estos promedios con cada uno de los valores aislados obtenidos, para desechar todos aquellos cuyas diferencias con sus promedios correspondientes exceden de 25×10^{-7}.

Los estados siguientes ponen de manifiesto estas diferencias que representaremos por v y los promedios correspondientes a los valores seleccionados.

Estación de Madrid (salida).

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
11	4877	16	5621	8	5038	23	5799
27		25		3	33	7	69
17	83	15	52	47		15	61
2	68	5	32	21	51	5	71
32		1	38	0	30	9	67
7	59	12	25	11	41	0	76
Péndulo 104 = 4872		Péndulo 105 = 5634		Péndulo 106 = 5039		Péndulo 107 = 5774	

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
20	8310	3	5770	37		3	5963
16	314	22	89	17	6471	5	71
8	322	2	65	5	83	25	
3	317	6	73	20	68	15	81
36		9	76	2	86	7	73
11	309	9	76	2	86	18	84
4	324	8	75	20	68	13	53
22	298	12	79	6	82	3	69
21	299	9	76	7	95	2	64
Péndulo 47 = 8312		Péndulo 66 = 5775		Péndulo 46 = 6480		Péndulo 65 = 5970	

Estación de Madrid (cierre).

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
7	4873	20	5657	14	5016	5	5781
0	66	4	41	1	29	12	88
28		30		30		14	62
36		7	30	20	10	3	79
16	50	6	31	16	14	7	83
14	52	7	44	11	19	2	74
Péndulo 104 = 4860		Péndulo 105 = 5641		Péndulo 106 = 5018		Péndulo 107 = 5778	

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
0	8330	24	5743	3	6485	22	5944
7	37	22	45	16	504	12	54
5	25	30		4	484	13	53
17	13	31		3	491	6	60
9	39	0	67	14	502	4	70
14	44	10	57	22	510	0	66
23	53	4	71	7	495	6	60
45		19	86	20	508	8	74
50		18	85	35		6	66
Péndulo 47 = 8334		Péndulo 66 = 5765		Péndulo 46 = 6497		Péndulo 65 = 5961	

El cuadro siguiente resume los dos anteriores, y del mismo se deducen los valores definitivos que debemos tomar para las duraciones de oscilación de los péndulos en Madrid.

ESTACIONES	Péndulo 104 — 0,501	Péndulo 105 — 0,501	Péndulo 106 — 0,501	Péndulo 107 — 0,501	Péndulo 47 — 0,506	Péndulo 66 — 0,506	Péndulo 46 — 0,506	Péndulo 65 — 0,506
Madrid (salida).	4872	5634	5039	5774	8312	5775	6480	5970
Idem (cierre)...	4860	5641	5018	5778	8334	5765	6497	5961
Idem (promedio)..	4866	5637	5029	5776	8323	5770	6488	5966

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con los de cada uno de los otros en una estación cualquiera, comparadas con iguales diferencias obtenidas con las duraciones de oscilación de los mismos péndulos en las otras, muestran también si hubo o no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña diferencia entre las latitudes de Madrid y las estaciones observadas, hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlos comparables entre sí, por tanto, del estado número 1, en el cual se reemplazan los valores consignados para Madrid (salida) y Madrid (cierre) por los promedios definitivos obtenidos anteriormente, deduciremos el siguiente:

Diferencias entre las duraciones de oscilación de los péndulos.

Resumen.

PÉNDULOS	MADRID	TOLEDO	CUENCA	TERUEL	DAROCA	SORIA
104-105	771	843	744	780	785	782
104-106	163	210	102	138	153	149
104 107	910	985	898	913	929	926
104-47	53457	53549	53460	53481	53484	53462
104 66	50904	50978	50919	50924	50907	50889
104-46	51622	51722	51637	51644	51646	51626
104-65	51100	51203	51130	51128	51119	51101
105 106	608	633	642	642	632	633
105-107	139	142	154	133	144	144
105-47	52686	52706	52716	52701	52699	52680
105 66	50133	50135	50175	50144	50122	50170
105-46	50851	50879	50893	50864	50861	50844
105-65	50329	50360	50386	50348	50334	50319
106-107	747	775	796	775	776	777
106-47	53294	53339	53358	53343	53331	53313
106 66	50741	50768	50817	50786	50754	50740
106-46	51459	51512	51535	51506	51493	51477
106-65	50937	50993	51028	50990	50966	50952
107-47	52547	52564	52562	52568	52555	52536
107 66	49994	49993	50021	50011	49978	49963
107-46	50712	50737	50739	50731	50717	50700
107 65	50190	50218	50232	50215	50190	50175
47 66	2553	2571	2541	2557	2577	2573
47-46	1835	1827	1823	1837	1838	1836
47-65	2357	2346	2330	2353	2365	2361
66-46	718	744	718	720	739	737
66-65	196	225	211	204	212	212
46-65	522	519	507	516	527	525

El examen detenido del precedente cuadro nos conduce a un resultado bastante satisfactorio, puesto que las diferencias de las duraciones de oscilación entre cada dos péndulos no presenta ningún salto de importancia.

Sin embargo, fijándonos en la estación de Toledo vemos que en todas las combinaciones en las que interviene el péndulo 104, las diferencias alcanzan, sin excepción, valores máximos, por lo cual parece ser conveniente prescindir de este péndulo en la citada estación para llegar al cálculo del valor de **g**.

Análoga observación puede hacerse con los péndulos 105 y 106 en la estación de Cuenca, y la misma, aunque en sentido inverso (por acusar diferencias mínimas) con el péndulo 107 en la de Soria.

Si procedemos ahora con las estaciones observadas, análogamente a como hicimos al pricipio de este capítulo con Madrid (salida) y Madrid (cierre) para seleccionar los valores de las duraciones de oscilación obtenidas, descartando aquellas cuyas diferencias con sus promedios correspondientes excedan de 25×10^{-7}, obtendremos el estado siguiente:

Estación de Toledo.

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
—	—	38	—	25	4934	6	5690
—	—	29	—	3	4912	1	5685
—	—	7	5535	4	4913	21	5663
—	—	10	5552	8	4917	11	5695
—	—	48	—	14	4895	1	5683
—	—	17	5525	24	4885	7	5691
Péndulo 104 = —		Péndulo 105 = 5537		Péndulo 106 = 4909		Péndulo 107 = 5684	

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
1	8247	25	5652	7	6414	1	5901
6	8242	4	5681	4	6417	13	5889
11	8237	3	5680	16	6405	7	5909
14	8234	16	5693	3	6424	10	5892
23	8271	7	5670	8	6429	1	5903
9	8257	7	5684	15	6436	16	5918
Péndulo 47 = 8248		Péndulo 66 = 5677		Péndulo 46 = 6421		Péndulo 65 = 5902	

Estación de Cuenca.

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
6	5079	—	—	—	—	17	5954
4	5077	—	—	—	—	2	5973
11	5062	—	—	—	—	14	5985
Péndulo 104 = 5073		Péndulo 105 = —		Péndulo 106 = —		Péndulo 107 = 5971	

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
11	8522	33	—	2	6708	1	6202
17	8550	25	5967	6	6704	42	—
19	8514	23	5969	2	6708	5	6198
7	8526	16	5976	3	6707	6	6197
31	—	17	6009	1	6711	9	6194
8	8525	11	5981	14	6724	12	6191
58	—	62	—	58	—	29	—
1	8534	30	—	17	6693	28	—
55	—	123	—	76	—	72	—
Péndulo 47 = 8528		Péndulo 66 = 5980		Péndulo 46 = 6708		Péndulo 65 = 6196	

Estación de Teruel.

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
8	5006	3	5781	24	5160	9	5920
18	5016	13	5791	4	5132	2	5913
26	—	17	5761	21	5115	10	5901
Péndulo 104 = 5011		Péndulo 105 = 5778		Péndulo 106 = 5136		Péndulo 107 = 5911	

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
5	8474	5	5927	0	6642	7	6133
17	8496	7	5929	1	6643	18	6144
13	8492	32	—	27	—	23	6149
20	8459	28	—	3	6645	17	6109
5	8474	0	5922	15	6627	18	6108
8	8471	15	5907	11	6631	13	6113
11	8468	11	5911	3	6639	12	6114
8	8487	8	5914	13	6629	3	6129
8	8487	17	5939	13	6655	7	6133
Péndulo 47 = 8479		Péndulo 66 = 5921		Péndulo 46 = 6639		Péndulo 65 = 6126	

Estación de Daroca.

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
13	4695	8	5485	0	4861	4	5633
9	4717	20	5513	4	4857	3	5634
4	4712	13	5480	3	4864	7	5644
Péndulo 104 = 4708		Péndulo 105 = 5493		Péndulo 106 = 4861		Péndulo 107 = 5637	

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
22	8170	12	5603	1	6353	9	5818
16	8208	4	5611	6	6348	6	5821
12	8204	1	5614	3	6357	7	5820
26	—	22	5593	7	6347	0	5827
3	8189	2	5613	26	—	19	5808
10	8182	10	5605	11	6343	4	5823
5	8197	16	5631	16	6370	16	5843
28	—	27	—	12	6366	22	5849
18	8210	16	5631	24	6378	17	5844
16	8176	5	5610	3	6351	10	5817
Péndulo 47 = 8192		Péndulo 66 = 5612		Péndulo 46 = 6357		Péndulo 65 = 5827	

Estación de Soria.

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,501
8	4708	0	5498	1	4866	—	—
22	4738	18	5516	5	4860	—	—
14	4702	18	5480	5	4870	—	—
Péndulo 104 = 4716		Péndulo 105 = 5498		Péndulo 106 = 4865		Péndulo 107 = —	

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
16	8162	1	5606	1	6345	3	5814
5	8173	44	—	7	6335	5	5822
23	8201	19	5624	5	6337	17	5800

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
19	8159	10	5595	8	6334	12	5805
17	8161	9	5614	11	6331	1	5816
8	8186	13	5618	17	6359	16	5833
4	8174	2	5607	9	6351	3	5814
10	8188	5	5610	2	6340	5	5822
19	8197	7	5612	5	6347	12	5829
Péndulo 47 = 8178		Péndulo 66 = 5611		Péndulo 46 = 6342		Péndulo 65 = 5817	

El resumen de todo lo dicho se compendia en el estado núm. 2, que en lo sucesivo reemplazará al señalado con el núm. 1.

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 104 — 0,501	Péndulo 105 — 0,501	Péndulo 106 — 0,501	Péndulo 107 — 0,501	Péndulo 47 — 0,506	Péndulo 66 — 0,506	Péndulo 46 — 0,506	Péndulo 65 — 0,506
Toledo.....	—	5537	4909	5684	8248	5677	6421	5902
Cuenca.....	5073	—	—	5971	8528	5980	6708	6196
Teruel.....	5011	5778	5136	5911	8479	5921	6639	6126
Daroca.....	4708	5493	4861	5637	8192	5612	6357	5827
Soria.....	4716	5498	4865	—	8178	5611	6342	5817
Madrid (promedio)	4866	5637	5029	5776	8323	5770	6488	5966

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Podemos formarnos idea de la precisión que puede esperarse de las observaciones hechas, calculando por separado los errores medios cometidos en las diversas operaciones de que se compone una determinación de esta clase, y englobando luego estos errores medios parciales para obtener el valor medio correspondiente al valor de **g** en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.° Estos errores medios se calculan por la fórmula

$$e = 10 - 7 \sqrt{\frac{[v\,v]}{[n] - m}}$$

en la cual [**vv**] representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores; [**n**] el número total de observaciones, y **m** el de péndulos observados.

Para obtener los valores [**vv**] tendremos que empezar por obtener los **vv** y Σ**vv**, que son respectivamente los cuadrados de las diferencias entre los valores seleccionados y su promedio y sumas correspondientes.

Para la estación de Toledo, por ejemplo, se calcularán de este modo:

PÉNDULOS	DURACIONES DE OSCILACIÓN		v	vv	Σ v v
	SELECCIONADOS	PROMEDIOS			
105	0,5015535	0,5015537	2	4	373
	52		15	225	
	25		12	144	
106	0,5014934	0,5014909	25	625	1 486
	912		3	9	
	913		4	16	
	917		8	64	
	895		14	196	
	885		24	576	

PÉNDULOS	DURACIONES DE OSCILACIÓN		v	vv	Σvv
	SELECCIONADOS	PROMEDIOS			
107	0,5015690	0,5015684	6	36	649
	85		1	1	
	63		21	441	
	95		11	121	
	83		1	1	
	91		7	49	
47	0,5068247	0,5068248	1	1	964
	42		6	36	
	37		11	121	
	34		14	196	
	71		23	529	
	57		9	81	
66	0,5065652	0,5065677	25	625	1 004
	81		4	16	
	80		3	9	
	93		16	256	
	70		7	49	
	84		7	49	
46	0,5066414	0,5066421	7	49	619
	17		4	16	
	05		16	256	
	24		3	9	
	29		8	64	
	36		15	225	
65	0,5065901	0,5065902	1	1	576
	889		13	169	
	909		7	49	
	892		10	100	
	903		1	1	
	918		16	256	

Procediendo análogamente con las restantes estaciones observadas, llegaremos a obtener las sumas de los cuadrados de sus errores correspondientes, los que agrupados por estaciones y por péndulos, se expresan en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 104		Péndulo 105		Péndulo 106		Péndulo 107		Péndulo 47		Péndulo 66		Péndulo 46		Péndulo 65		[vv]	[n]
	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n		
Madrid (salida)..	331	4	594	5	266	5	881	6	651	8	344	9	679	8	702	8	4 448	53
Toledo.....	—	—	373	3	1 486	6	649	6	964	6	1 004	6	619	6	576	6	5 671	39
Cuenca.....	173	3	—	—	—	—	489	3	765	6	1 148	5	507	7	70	5	3 152	29
Teruel.....	50	2	467	3	1 033	3	185	3	1 221	9	770	7	625	8	1 886	9	6 237	44
Daroca.....	266	3	633	3	25	3	74	3	1 598	8	1 223	9	1 120	9	1 672	10	6 611	48
Soria.....	744	3	648	3	51	3	—	—	2 001	9	526	8	659	9	902	9	5 531	44
Madrid (cierre)..	369	4	486	5	206	5	407	6	1 033	7	1 829	7	717	8	704	9	5 751	51
[vv].....	1 933		3 201		3 067		2 685		8 233		6 844		4 926		6 512		37 401	
[n].....		19		22		25		27		53		51		55		56		308

Como **m** es igual a 8 en las estaciones de Madrid, Teruel y Daroca; igual a 7 en las de Toledo y Soria, e igual a 6 en Cuenca, y por otra parte los valores de [**vv**] y [**n**] son los consignados en las columnas verticales del cuadro anterior, la aplicación de la fórmula indicada nos da:

Madrid (salida)..... $e = \pm\ 9{,}9 \times 10^{-7}$
Toledo..... $e = \pm 13{,}3 \times 10^{-7}$
Cuenca..... $e = \pm 11{,}7 \times 10^{-7}$
Teruel..... $e = \pm 13{,}2 \times 10^{-7}$
Daroca..... $e = \pm 12{,}9 \times 10^{-7}$
Soria..... $e = \pm 12{,}2 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)..... $e = \pm 11{,}6 \times 10^{-7}$

y los valores del error del resultado medio

$$e_s = \pm \frac{1}{\sqrt{[n]}}\, e,$$

o sean

Madrid (salida)..... $e_s = \pm 1{,}4 \times 10^{-7}$
Toledo..... $e_s = \pm 2{,}1 \times 10^{-7}$
Cuenca..... $e_s = \pm 2{,}2 \times 10^{-7}$
Teruel..... $e_s = \pm 2{,}0 \times 10^{-7}$
Daroca..... $e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Soria..... $e_s = \pm 1{,}8 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)..... $e_s = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$

Los valores de **e** y e_s en Madrid (promedio) serán:

$$e = \sqrt{\frac{4448 + 5751}{53 + 51 - 16}} = \sqrt{\frac{10'99}{88.}} = 10{,}8$$

$$e_s = \pm \frac{1}{\sqrt{53 + 51}}\, 10{,}8 \times 10^{-7} = \pm 1{,}1 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores de cada péndulo en el conjunto de la campaña nos valdremos de la misma fórmula; pero entonces **m** será el número de estaciones observadas y los valores de [**vv**] y de [**n**], los que pueden verse en las líneas horizontales del cuadro precedente.

Su aplicación da los valores siguientes:

Péndulo 104..... $e_{p.\,104} = 10-7\sqrt{\frac{1933}{19-6}} = 12{,}2 \times 10-7$

Péndulo 105..... $e_{p.\,105} = 10-7\sqrt{\frac{3201}{22-6}} = 14{,}1 \times 10-7$

Péndulo 106..... $e_{p.\,106} = 10-7\sqrt{\frac{3067}{25-6}} = 12{,}7 \times 10-7$

Péudulo 107..... $e_{p.\,107} = 10-7\sqrt{\frac{2685}{27-6}} = 11{,}3 \times 10-7$

Péndulo 47..... $e_{p.\,47} = 10-7\sqrt{\frac{8233}{53-7}} = 13{,}4 \times 10-7$

Péndulo 66..... $e_{p.\,66} = 10-7\sqrt{\frac{6844}{51-7}} = 12{,}5 \times 10-7$

Péndulo 46..... $e_{p.\,46} = 10-7\sqrt{\frac{4926}{55-7}} = 10{,}1 \times 10-7$

Péndulo 65..... $e_{p.\,65} = 10-7\sqrt{\frac{6512}{56-7}} = 11{,}5 \times 10-7$

y el error medio general a todos los péndulos

$$e'_{p.} = 10-7\sqrt{\frac{37401}{308-52}} = 12{,}1 \times 10-7$$

2.° La inspección de los estados A, B, C, D, E, F, y G nos demuestra la pequeñez de la corrección por esta causa y, por tanto, los errores que de aquí pueden provenir son tan insignificantes, que no hay para qué tenerlos en cuenta. Por tanto, admitiremos que los errores cometidos por esta observación son nulos.

3.° Para determinar los que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío, tendremos que tener en cuenta los que proceden de esta determinación previa, y son los siguientes:

Péndulo 104..... $(675{,}0 \pm 11) \times 10^{-7}$
Péndulo 105..... $(679{,}0 \pm 9) \times 10^{-7}$
Péndulo 106..... $(665{,}0 \pm 8) \times 10^{-7}$
Péndulo 107..... $(668{,}0 \pm 11) \times 10^{-7}$
Péndulo 47..... $(654{,}1 \pm 17) \times 10^{-7}$
Péndulo 66..... $(678{,}8 \pm 18) \times 10^{-7}$
Péndulo 46..... $(652{,}9 \pm 8) \times 10^{-7}$
Péndulo 65..... $(688{,}5 \pm 13) \times 10^{-7}$

Su promedio es 670,2 y el valor del error medio de la media de las constantes por reducción al vacío será:

$$\sqrt{\frac{11^2 + 9^2 + 8^2 + 11^2 + 17^2 + 18^2 + 8^2 + 13^2}{8}} = 12{,}4 \times 10^{-7}$$

y el error que buscamos será por tanto $\pm \frac{12{,}4}{670{,}2} = \pm 0{,}0185$ de la constante.

El estado siguiente nos da los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diversas estaciones y los valores [Δ] entre los de Madrid (promedio) y las restantes estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO									
	Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107	Péndulo 47	Péndulo 66	Péndulo 46	Péndulo 65	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida).	589	591	579	582	569	591	567	598	583	—
Toledo.....	—	593	581	588	570	592	569	600	585	1
Cuenca.....	567	—	—	562	548	568	546	576	561	23
Teruel.....	564	569	559	561	546	566	544	574	560	24
Daroca.....	568	570	560	562	553	574	552	581	565	19
Soria.....	557	560	549	—	541	561	539	569	554	30
Madrid (cierre).	591	593	581	583	571	591	569	599	585	—
Madrid (promedio)	590	592	580	582	570	591	568	598	584	—

De los valores [Δ] y del $\pm 0{,}0185$, obtenido anteriormente, deduciremos los errores correspondientes a la reducción al vacío:

Toledo..... $e_4 = 1 \times 0{,}0185 \times 10^{-7} = \pm 0{,}0 \times 10^{-7}$
Cuenca..... $e_4 = 23 \times 0{,}0185 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Teruel..... $e_4 = 24 \times 0{,}0185 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Daroca..... $e_4 = 19 \times 0{,}0185 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Soria..... $e_4 = 30 \times 0{,}0185 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$

4.° Análogamente se deducen los correspondientes a la reducción de temperatura, empezando por obtener los que proceden de la inseguridad en la determinación de las constantes:

Péndulo 104	$(48{,}11 \pm 0{,}14) \times 10^{-7}$
Péndulo 105	$(47{,}38 \pm 0{,}12) \times 10^{-7}$
Péndulo 106	$(47{,}91 \pm 0{,}10) \times 10^{-7}$
Péndulo 107	$(47{,}30 \pm 0{,}07) \times 10^{-7}$
Péndulo 47	$(48{,}61 \pm 0{,}13) \times 10^{-7}$
Péndulo 66	$(47{,}99 \pm 0{,}13) \times 10^{-7}$
Péndulo 46	$(47{,}90 \pm 0{,}25) \times 10^{-7}$
Péndulo 65	$(43{,}48 \pm 0{,}40) \times 10^{-7}$

Su promedio es 47,33 y el valor del error medio de la media de la constante por reducción de temperatura es

$$10^{-7} \times \sqrt{\frac{0{,}14^2 + 0{,}12^2 + 0{,}10^2 + 0{,}07^2 + 0{,}13^2 + 0{,}13^2 + 0{,}25^2 + 0{,}40^2}{8}} = 0{,}20 \times 10^{-7}$$

y la relación entre este error y la constante media $\pm \frac{0{,}20}{47{,}33} = \pm 0{,}0042$.

Un estado análogo al del párrafo anterior nos dará los valores de [Δ].

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS POR REDUCCIÓN DE TEMPERATURA									
	Péndulo 104	Péndulo 105	Péndulo 106	Péndulo 107	Péndulo 47	Péndulo 66	Péndulo 46	Péndulo 65	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida)	791	792	800	793	836	829	832	756	804	—
Toledo	—	973	980	976	1 023	1 011	1 010	918	984	184
Cuenca	908	—	—	890	938	931	928	846	907	107
Teruel	980	957	958	949	1 037	1 025	1 025	933	983	183
Daroca	1 097	1 086	1 094	1 086	1 043	1 031	1 029	934	1 050	250
Soria	916	911	917	—	960	952	955	872	926	126
Madrid (cierre)	804	798	812	804	812	801	806	734	796	—
Madrid (promedio)	797	795	806	799	824	815	819	745	800	—

y para los e_t

Toledo	$e_t = 184 \times 0{,}0042 \times 10^{-7} = 0{,}8 \times 10^{-7}$
Cuenca	$e_t = 107 \times 0{,}0042 \times 10^{-7} = 0{,}4 \times 10^{-7}$
Teruel	$e_t = 183 \times 0{,}0042 \times 10^{-7} = 0{,}8 \times 10^{-7}$
Daroca	$e_t = 250 \times 0{,}0042 \times 10^{-7} = 1{,}0 \times 10^{-7}$
Soria	$e_t = 126 \times 0{,}0042 \times 10^{-7} = 0{,}5 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación a consecuencia de los Σ_m cometidos en las determinaciones de la hora, se calcularán por la fórmula

$$e_m = \pm a\, s\, \Sigma_m,$$

en la cual

$a = \frac{10^{+7}}{86400}$,

s = promedio de las duraciones de oscilación de todos los péndulos observados en cada estación,

Σ_m = a los errores medios del conjunto de las determinaciones de hora de cada estación y que anteriormente calculamos.

El estado siguiente muestra los valores de **a**, **s**, Σ_m y los que resultan para e_m.

ESTACIONES	a	s	Σ_m	e_m
Madrid (salida)	$\frac{10+7}{86400}$	0,5040982	0,09	$\pm 5,2 \times 10^{-7}$
Toledo		0969	0,05	$\pm 3,1 \times 10^{-7}$
Cuenca		1187	0,12	$\pm 7,0 \times 10^{-7}$
Teruel		1125	0,11	$\pm 6,4 \times 10^{-7}$
Daroca		0836	0,10	$\pm 5,8 \times 10^{-7}$
Soria		0756	0,10	$\pm 5,8 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)		0982	0,11	$\pm 6,4 \times 10^{-7}$

6.° Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén fueron calculados aisladamente en cada una de las estaciones.

Reuniendo los resultados obtenidos tendremos:

ESTACIONES	Péndulos 104 y 106	Péndulos 105 y 107	Péndulos 46 y 47	Péndulos 65 y 66	Promedios.
Madrid (salida)	1,5	1,4	1,7	1,2	$\pm 1,4 \times 10^{-7}$
Toledo	0,6	0,8	0,6	0,8	$\pm 0,7 \times 10^{-7}$
Cuenca	0,9	0,6	0,7	0,3	$\pm 0,6 \times 10^{-7}$
Teruel	1,0	0,8	0,9	0,4	$\pm 0,8 \times 10^{-7}$
Daroca	1,0	0,5	0,7	0,6	$\pm 0,7 \times 10^{-7}$
Soria	0,5	0,3	0,4	0,3	$\pm 0,4 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	0,3	0,4	0,8	0,3	$\pm 0,4 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan a las duraciones de oscilación reducidas.

Reuniendo los diversos errores parciales cometidos en las distintas determinaciones, obtenemos el siguiente estado:

ERRORES	Toledo.		Cuenca.		Teruel.		Daroca.		Soria.	
e_s^2 Madrid	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21	$1,1^2$	1,21
e_s^2 Estación observada	$2,1^2$	4,41	$2,2^2$	4,84	$2,0^2$	4,00	$1,9^2$	3,61	$1,8^2$	3,24
e_a^2	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00
e_d^2	$0,0^2$	0,00	$0,4^2$	0,16	$0,4^2$	0,16	$0,4^2$	0,16	$0,6^2$	0,36
e_t^2	$0,8^2$	0,64	$0,4^2$	0,16	$0,8^2$	0,64	$1,0^2$	1,00	$0,5^2$	0,25
e_m^2	$3,1^2$	9,61	$7,0^2$	49,00	$6,4^2$	40,96	$5,8^2$	33,64	$5,8^2$	33,64
e_b^2	$0,7^2$	0,49	$0,6^2$	0,36	$0,8^2$	0,64	$0,7^2$	0,49	$0,4^2$	0,16
Sumas totales	»	16,36	»	55,73	»	47,61	»	40,11	»	38,86

Ahora bien; el error medio total de cada estación, con relación a Madrid, será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los errores de estación más el de la duración correspondiente a la estación de Madrid, lo que se expresa por la siguiente fórmula:

$$E = \sqrt{e_s^2\,(\text{Madrid}) + e_s^2\,(\text{estación observada}) + e_a^2 + e_d^2 + e_t^2 + e_m^2 + e_b^2}$$

la cual, aplicada a las diversas estaciones observadas nos da:

Toledo..... $E = \sqrt{16{,}36} = 4{,}1 \times 10^{-7}$

Cuenca..... $E = \sqrt{55{,}73} = 7{,}5 \times 10^{-7}$

Teruel..... $E = \sqrt{47{,}61} = 6{,}9 \times 10^{-7}$

Daroca..... $E = \sqrt{40{,}11} = 6{,}3 \times 10^{-7}$

Soria..... $E = \sqrt{38{,}86} = 6{,}2 \times 10^{-7}$

Los errores correspondientes a los valores de **g**, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2g_m}{s_m} E = \pm \frac{2 \times 9{,}79981}{0{,}5040982} = \pm 38{,}881,$$

en la cual, por g_m se representa el valor de la gravedad en Madrid $= 9{,}79981$, por s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de la oscilación en las estaciones de Madrid (salida) y Madrid (cierre) y por **E** los valores deducidos anteriormente.

Su aplicación nos conduce a los valores siguientes:

Toledo..... $E_g = \pm 38{,}881 \times 4{,}1 \times 10^{-7} = \pm 1{,}6 \times 10^{-5}$

Cuenca..... $E_g = \pm 38{,}881 \times 7{,}5 \times 10^{-7} = \pm 2{,}9 \times 10^{-5}$

Teruel..... $E_g = \pm 38{,}881 \times 6{,}9 \times 10^{-7} = \pm 2{,}7 \times 10^{-5}$

Daroca..... $E_g = \pm 38{,}881 \times 6{,}3 \times 10^{-7} = \pm 2{,}4 \times 10^{-5}$

Soria..... $E_g = \pm 38{,}881 \times 6{,}2 \times 10^{-7} = \pm 2{,}4 \times 10^{-5}$

CAPÍTULO III

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LA CAMPAÑA DE 1917

ESTACION DE MADRID (salida)

Local de observación.

El local donde se hicieron las observaciones fué el mismo que se utilizó en la campaña del año 1915.

Sus coordenadas geográficas son, por tanto, las consignadas anteriormente.

Determinación de la hora.

El péndulo Strasser empleado en las observaciones fué comparado con el magistral del Observatorio de Madrid, siendo el resultado de las comparaciones hechas durante el mes de Marzo de aquel año, como puede verse en el siguiente estado:

DÍAS CIVILES	Hora media de observación.	Estado del reloj.	Intervalo de tiempo.	Movimientos correspondientes a este intervalo.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	h m	s	s
27 de Marzo de 1917.....	5 6	+ 7,01 ± 0,03			
28 id. id.	3 14	+ 8,14 ± 0,00	22 8	+ 1,13	+ 1,23 ± 0.03
29 id. id.	0 15	+ 9,23 ± 0,04	21 1	+ 1,09	+ 1,24 ± 0,04
30 id. id.	0 16	+ 9,92 ± 0,02	24 1	+ 0,69	+ 0,69 ± 0,05
31 id. id.	0 7	+ 10,46 ± 0,06	23 51	+ 0,54	+ 0,54 ± 0,07

Los errores correspondientes a la marcha diaria se determinaron por la fórmula $E_m = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, siendo el error medio, para el conjunto de las observaciones, el promedio de los mismos, o sea

$$\Sigma_m = \pm 0^s,05.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra H figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 46 y 47 oscilaron en dirección NW.-SE. y los 65 y 66 en la NE.-SW.

Péndulos 46 y 47.		**Péndulos 65 y 66.**	
$40 \times 10-7$		$37 \times 10-7$	
$42 \times 10-7$		$38 \times 10-7$	
$40 \times 10-7$		$36 \times 10-7$	
$40 \times 10-7$		$38 \times 10-7$	
$40 \times 10-7$	$\Sigma_{b_1} = 0{,}6 \times 10-7$	$37 \times 10-7$	$\Sigma_{b_2} = 0{,}5 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068378	0,5065800	0,5066510	0,5065979
39	741	518	5974
65	751	540	6000
81	735	532	5983
50	715	510	5975
25	711	479	5966
39	724	503	5974
32	730	493	5966
19	708	496	5956
52	735	498	5974
60	728	516	5984
53	722	551	5942
0,5068349	0,5065733	0,5066512	0,5065973

FECHAS — 1917	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
28 Marzo.....	47	9 00	706,05	4,61	7,96	14,0	+1,23	36,5610	0,5069327	— 5	— 589	— 387	+ 72	— 40	0,5068378
28 íd.	66	9 45	706,10	4,86	7,99	14,1	+1,23	37,9454	6764	— 5	— 611	— 383	+ 72	— 37	5800
28 íd.	46	10 30	706,30	4,86	8,01	14,0	+1,23	37,5614	7455	— 5	— 588	— 384	+ 72	— 40	6510
28 íd.	65	11 30	706,45	4,94	8,29	13,8	+1,23	37,8540	6928	— 5	— 619	— 360	+ 72	— 37	5979
28 íd.	47	12 20	706,65	5,32	8,41	15,0	+1,23	36,5700	9310	— 6	— 588	— 409	+ 72	— 40	8339
28 íd.	66	13 10	706,50	5,32	8,51	14,0	+1,23	37,9652	6729	— 5	— 610	— 408	+ 72	— 37	5741
28 íd.	46	13 55	706,45	5,32	8,61	13,2	+1,23	37,5426	7490	— 5	— 587	— 412	+ 72	— 40	6518
28 íd.	65	14 35	706,55	5,58	8,71	14,0	+1,23	37,8462	6941	— 5	— 618	— 379	+ 72	— 37	5974
28 íd.	47	15 20	706,65	5,70	8,76	14,9	+1,24	36,5482	9351	— 6	— 587	— 426	+ 73	— 40	8365
28 íd.	66	16 00	706,75	5,56	8,96	14,0	+1,24	37,9482	6759	— 5	— 609	— 430	+ 73	— 37	5751
28 íd.	46	16 40	706,80	5,56	8,96	13,2	+1,24	37,5222	7527	— 5	— 586	— 429	+ 73	— 40	6540
28 íd.	65	17 20	707,05	5,56	9,06	14,0	+1,24	37,8240	6981	— 5	— 618	— 394	+ 73	— 37	6000
28 íd.	47	18 00	707,35	5,56	9,16	16,5	+1,24	36,5310	9385	— 5	— 587	— 445	+ 73	— 40	8381
28 íd.	66	19 30	708,45	5,04	9,16	14,3	+1,24	37,9510	6754	— 5	— 610	— 440	+ 73	— 37	5735
28 íd.	46	20 15	708,75	5,04	9,16	13,2	+1,24	37,5206	7530	— 5	— 587	— 439	+ 73	— 40	6532
28 íd.	65	20 55	709,15	4,90	9,16	13,8	+1,24	37,8302	6970	— 5	— 620	— 398	+ 73	— 37	5983
29 íd.	47	9 30	711,10	5,10	8,16	13,7	+1,24	36,5692	9312	— 5	— 593	— 397	+ 73	— 40	8350
29 íd.	66	10 10	711,15	5,47	8,16	13,8	+1,24	37,9862	6691	— 5	— 615	— 392	+ 73	— 37	5715
29 íd.	46	10 50	711,20	5,45	8,16	13,2	+1,24	37,5568	7464	— 5	— 591	— 391	+ 73	— 40	6510
29 íd.	65	11 30	711,25	5,31	8,21	14,0	+1,24	37,8556	6925	— 5	— 624	— 357	+ 73	— 37	5975
29 íd.	47	12 25	711,00	5,83	8,41	14,2	+0,69	36,5590	9331	— 5	— 592	— 409	+ 40	— 40	8325
29 íd.	66	13 5	710,65	5,55	8,56	14,0	+0,69	37,9604	6737	— 5	— 613	— 411	+ 40	— 37	5711
29 íd.	46	13 45	710,40	5,81	8,66	13,2	+0,69	37,5432	7489	— 5	— 590	— 415	+ 40	— 40	6479
29 íd.	65	14 25	710,30	6,08	8,76	13,7	+0,69	37,8302	6970	— 5	— 621	— 381	+ 40	— 37	5966

ESTADO H. *(Conclusión)*

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
29 Marzo.....	47	15 5	710,15	5,94	8,86	14,0	+ 0,69	36,5412	0,5069365	— 5	— 590	— 431	+ 40	— 40	0,5068339
29 íd.	66	15 45	709,90	5,80	9,01	13,8	+ 0,69	37,9422	6770	— 5	— 612	— 432	+ 40	— 37	5724
29 íd.	46	16 25	709,75	5,80	9,11	13,2	+ 0,69	37,5194	7532	— 5	— 588	— 436	+ 40	— 40	6503
29 íd.	65	17 5	709,80	5,80	9,16	14,0	+ 0,69	37,8166	6994	— 5	— 620	— 398	+ 40	— 37	5974
29 íd.	47	17 45	709,90	5,80	9,26	14,0	+ 0,69	36,5354	9376	— 5	— 589	— 450	+ 40	— 40	8332
29 íd.	66	18 25	709,95	5,80	9,36	14,0	+ 0,69	37,9294	6792	— 5	— 611	— 449	+ 40	— 37	5730
29 íd.	46	19 5	710,00	5,80	9,41	13,2	+ 0,69	37,5166	7537	— 5	— 588	— 451	+ 40	— 40	6493
29 íd.	65	19 45	710,10	5,80	9,51	14,0	+ 0,69	37,8126	7001	— 5	— 620	— 413	+ 40	— 37	5966
30 íd.	47	9 25	710,20	5,83	9,06	14,0	+ 0,69	36,5466	9354	— 5	— 590	— 440	+ 40	— 40	8319
30 íd.	66	10 5	710,20	6,09	9,06	14,0	+ 0,69	37,9492	6757	— 5	— 612	— 435	+ 40	— 37	5708
30 íd.	46	10 45	710,20	6,22	9,11	14,4	+ 0,69	37,5230	7576	— 6	— 588	— 436	+ 40	— 40	6496
30 íd.	65	11 25	710,05	5,94	9,16	14,0	+ 0,69	37,8264	6976	— 5	— 620	— 398	+ 40	— 37	5956
30 íd.	47	12 10	709,70	6,07	9,26	13,8	+ 0,54	36,5210	9404	— 5	— 589	— 450	+ 32	— 40	8352
30 íd.	66	12 50	709,50	6,34	9,36	13,2	+ 0,54	37,9224	6805	— 5	— 611	— 449	+ 32	— 37	5735
30 íd.	46	13 30	709,25	6,34	9,41	13,1	+ 0,54	37,5098	7549	— 5	— 587	— 451	+ 32	— 40	6498
30 íd.	65	14 10	708,80	6,34	9,51	14,0	+ 0,54	37,8048	7015	— 5	— 618	— 413	+ 32	— 37	5974
30 íd.	47	14 50	708,50	6,20	9,61	14,0	+ 0,54	36,5088	9427	— 5	— 587	— 467	+ 32	— 40	8360
30 íd.	66	15 30	708,25	6,06	9,71	13,1	+ 0,54	37,9180	6813	— 5	— 609	— 466	+ 32	— 37	5728
30 íd.	46	16 10	708,05	6,06	9,76	13,1	+ 0,54	37,4924	7582	— 5	— 585	— 468	+ 32	— 40	6516
30 íd.	65	16 50	708,00	6,33	9,86	14,0	+ 0,54	37,7910	7040	— 5	— 617	— 429	+ 32	— 37	5984
30 íd.	47	17 30	708,05	6,60	9,96	14,4	+ 0,54	36,5038	9437	— 6	— 586	— 484	+ 32	— 40	8353
30 íd.	66	18 10	708,05	6,60	10,01	13,1	+ 0,54	37,9140	6820	— 5	— 608	— 480	+ 32	— 37	5722
30 íd.	46	18 50	708,15	6,60	10,11	13,2	+ 0,54	37,4670	7633	— 5	— 585	— 484	+ 32	— 40	6551
30 íd.	65	19 30	708,35	6,60	10,16	14,0	+ 0,54	37,8080	7010	— 5	— 616	— 442	+ 32	— 37	5942

ESTACION DE CIUDAD REAL

Local de observación.

Las observaciones se hicieron en el Instituto general y técnico de aquella población, a cuyo Director, D. Clemente Retamero, hacemos presente nuestro agradecimiento por las muchas atenciones que nos dispensó durante nuestra estancia en la citada dependencia de su digno cargo.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 55',9 W.
Latitud Norte.....	38° 59',2
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	628m

Determinación de la hora.

Se hizo por observaciones de pasos de estrellas en el meridiano.

En el cuadro siguiente figuran para cada día de observación el estado resultante para el Strasser núm. 278, así como el movimiento deducido, después de haber sido aplicado el cálculo de errores.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
19 de Abril de 1917.....	9 59	— 6,35 ± 0,07	
20 íd. íd.	9 59	— 7,19 ± 0,09	— 0,84 ± 0,12
21 íd. íd.	9 59	— 8,86 ± 0,02	— 1,67 ± 0,10
22 íd. íd.	9 59	— 10,27 ± 0,08	— 1,41 ± 0,09
23 íd. íd.	9 54	— 11,83 ± 0,05	— 1,57 ± 0,10

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,10$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra I figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 46 y 47 oscilaron en direccción NE.-SW. y los 65 y 66 en la NW.-SE.

Péndulos 46 y 47.

$40 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$39 \times 10-7$

$40 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}4 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$38 \times 10-7$
$37 \times 10-8$
$37 \times 10-7$
$34 \times 10-7$

$37 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}9 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068476	0,5065877	0,5066641	0,5066110
488	72	36	102
515	86	60	134
468	56	36	096
477	64	24	072
482	55	54	105
467	61	41	101
487	57	36	079
486	72	67	109
483	58	48	121
488	67	33	100
0,5068483	0,5065866	0,5066643	0,5066103

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 6° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del escapo.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
20 Abril.....	47	9 00	711,15	8,40	13,94	13,0	— 0,84	36,3002	0,5069828	— 5	— 580	— 678	— 49	— 40	0,5068476
20 íd.	66	9 40	711,20	8,56	13,94	13,9	— 0,84	37,6812	7239	— 5	— 602	— 669	— 49	— 37	5847
20 íd.	46	10 20	711,20	8,73	13,99	13,8	— 0,84	37,2738	7983	— 5	— 578	— 670	— 49	— 40	6641
20 íd.	65	11 00	711,15	9,03	14,04	13,5	— 0,84	37,5806	7421	— 5	— 610	— 610	— 49	— 37	6110
20 íd.	47	11 40	711,05	8,89	14,09	13,5	— 0,84	36,2930	9846	— 5	— 579	— 685	— 49	— 40	8488
20 íd.	66	12 20	710,85	8,75	14,24	13,2	— 0,84	37,6766	7247	— 5	— 601	— 683	— 49	— 37	5872
20 íd.	46	15 00	709,80	9,03	14,48	13,7	— 0,84	37,2648	8000	— 5	— 576	— 694	— 49	— 40	6636
20 íd.	65	15 40	709,60	9,19	14,53	13,5	— 0,84	37,5744	7432	— 5	— 607	— 632	— 49	— 37	6102
20 íd.	47	16 20	709,40	9,22	14,58	13,7	— 0,84	36,2680	9895	— 5	— 577	— 709	— 49	— 40	8515
20 íd.	66	17 10	709,25	9,08	14,68	14,4	— 0,84	37,6582	7280	— 6	— 598	— 704	— 49	— 37	5886
20 íd.	46	17 55	709,20	9,08	14,73	13,8	— 0,84	37,2458	8035	— 5	— 575	— 706	— 49	— 40	6660
20 íd.	65	18 40	709,20	8,75	14,78	13,1	— 0,84	37,5508	7475	— 5	— 607	— 643	— 49	— 37	6134
21 íd.	47	9 00	710,60	9,03	14,53	13,7	— 1,67	36,2642	9895	— 5	— 578	— 706	— 98	— 40	8468
21 íd.	66	9 40	710,65	8,75	14,53	13,4	— 1,67	37,6510	7293	— 5	— 600	— 697	— 98	— 37	5856
21 íd.	46	10 20	710,70	8,75	14,53	13,7	— 1,67	37,2368	8052	— 5	— 577	— 694	— 98	— 40	6636
21 íd.	65	11 00	710,65	9,05	14,58	13,2	— 1,67	37,5492	7478	— 5	— 608	— 634	— 98	— 37	6096
21 íd.	47	11 40	710,50	9,36	14,68	13,8	— 1,67	36,2600	9911	— 5	— 577	— 714	— 98	— 40	8477
21 íd.	66	12 00	710,25	9,08	14,73	13,8	— 1,67	37,6415	7310	— 5	— 599	— 707	— 98	— 37	5864
21 íd.	46	15 00	709,35	8,76	14,93	13,8	— 1,67	37,2340	8057	— 5	— 575	— 715	— 98	— 40	6624
21 íd.	65	15 20	709,20	9,40	14,98	13,8	— 1,67	37,5540	7469	— 5	— 606	— 651	— 98	— 37	6072
21 íd.	47	15 45	709,20	9,73	15,03	13,5	— 1,67	36,2492	9932	— 5	— 576	— 731	— 98	— 40	8482
21 íd.	66	16 25	709,35	9,59	15,08	13,2	— 1,67	37,6382	7316	— 5	— 597	— 724	— 98	— 37	5855
21 íd.	46	17 5	709,35	9,45	15,13	13,7	— 1,67	37,2126	8096	— 5	— 574	— 725	— 98	— 40	6654
21 íd.	65	17 45	709,30	9,45	15,13	13,2	— 1,67	37,5322	7509	— 5	— 606	— 658	— 98	— 37	6105

ESTADO I. *(Conclusión.)*

FECHAS — 1917	Pén-dulos.	Hora sidéreo.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación observada.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
22 Abril.....	47	9 00	709,90	9,36	14,98	13,1	— 1,41	36,2660	0,5069899	— 5	— 576	— 728	— 83	— 40	0,5068467
22 íd.	66	9 40	709,90	9,22	15,03	14,2	— 1,41	37,6442	7305	— 5	— 598	— 721	— 83	— 37	5861
22 íd.	46	10 20	709,95	9,40	15,03	13,4	— 1,41	37,2302	8064	— 5	— 575	— 720	— 83	— 40	6641
22 íd.	65	11 00	709,95	9,73	15,08	13,1	— 1,41	37,5436	7488	— 5	— 606	— 656	— 83	— 37	6101
22 íd.	47	11 40	709,85	9,59	15,13	13,4	— 1,41	36,2520	9926	— 5	— 576	— 735	— 83	— 40	8487
22 íd.	66	12 20	709,70	9,45	15,18	13,1	— 1,41	37,6432	7307	— 5	— 597	— 728	— 83	— 37	5857
22 íd.	46	15 00	708,55	9,45	15,38	13,2	— 1,41	37,2246	8074	— 5	— 573	— 737	— 83	— 40	6636
22 íd.	65	15 45	708,35	9,45	15,43	13,2	— 1,41	37,5486	7479	— 5	— 604	— 671	— 83	— 37	6079
22 íd.	47	16 25	708,30	9,77	15,43	13,2	— 1,41	36,2458	9938	— 5	— 574	— 750	— 83	— 40	8486
22 íd.	66	17 10	708,25	9,77	15,48	13,1	— 1,41	37,6280	7335	— 5	— 595	— 743	— 83	— 37	5872
22 íd.	46	17 50	708,25	9,45	15,52	13,6	— 1,41	37,2046	8111	— 5	— 573	— 743	— 83	— 40	6667
22 íd.	65	18 30	708,30	9,45	15,52	13,1	— 1,41	37,5302	7513	— 5	— 604	— 675	— 83	— 37	6109
23 íd.	47	8 25	709,50	9,22	15,33	13,4	— 1,57	36,2456	9939	— 5	— 574	— 745	— 92	— 40	8483
23 íd.	66	9 5	709,50	9,40	15,33	13,2	— 1,57	37,6334	7325	— 5	— 597	— 736	— 92	— 37	5858
23 íd.	46	9 45	709,50	9,59	15,33	13,2	— 1,57	37,2144	8093	— 5	— 574	— 734	— 92	— 40	6648
23 íd.	65	10 25	709,45	9,45	15,33	13,3	— 1,57	37,5228	7526	— 5	— 605	— 666	— 92	— 37	6121
23 íd.	47	11 5	709,30	9,45	15,38	13,1	— 1,57	36,2410	9948	— 5	— 575	— 748	— 92	— 40	8488
23 íd.	66	11 45	709,15	9,45	15,47	13,2	— 1,57	37,6258	7339	— 5	— 596	— 742	— 92	— 37	5867
23 íd.	46	14 25	708,65	9,11	15,72	13,2	— 1,57	37,2130	8096	— 5	— 573	— 753	— 92	— 40	6633
23 íd.	65	15 5	708,50	9,45	15,72	13,3	— 1,57	37,5252	7522	— 5	— 604	— 684	— 92	— 37	6100

ESTACION DE BADAJOZ

Local de observación.

Las observaciones se hicieron en la Escuela municipal de Artes y Oficios situada en la calle de San Pedro Alcántara, de la citada ciudad.

Tanto a D. Octavio Martín Gallo, Jefe a la sazón de la Sección provincial de Estadística, y al que de antiguo conocíamos por la participación que como calculador había tomado en trabajos anteriores de esta clase, y al personal a sus órdenes, hacemos presente nuestro agradecimiento por haber conseguido, merced a sus relaciones particulares, se nos facilitara este local que tan excelentes condiciones reunía para la realización de nuestro trabajo.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con arreglo al meridiano de Greenwich.....	6° 58',3 W.
Latitud Norte.....	38° 52',7
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	188m

Determinación de la hora.

Con el anteojo de pasos Repsold se observaron estrellas.

Los estados y movimientos deducidos para el Strasser, así como el error medio para el conjunto de las observaciones, se indican a continuación.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
21 de Mayo de 1917.....	11 30	+ 12,61 ± 0,05	
22 íd. íd.	11 41	+ 12,55 ± 0,08	s — 0,06 ± 0,10
23 íd. íd.	12 37	+ 11,67 ± 0,05	— 0,85 ± 0,10
24 íd. íd.	12 30	+ 10,96 ± 0,05	— 0,72 ± 0,08
25 íd. íd.	12 11	+ 10,01 ± 0,04	— 0,97 ± 0,07

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,09.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra J figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 46-47 oscilaron en la dirección aproximada de EW. y los 65-66 en la NS.

Péndulos 46 y 47.

$41 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$41 \times 10-7$

$41 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}3 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$39 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$38 \times 10-7$

$38 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}4 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068182	0,5065527	0,5066333	0,5065794
181	52	348	809
212	90	326	827
149	30	296	771
162	32	315	827
159	44	321	778
133	14	288	760
151	23	285	762
154	30	320	771
129	27	323	795
196		327	808
169		309	804
0,5068165	0,5065537	0,5066316	0,5065792

FECHAS — 1917	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
22 Mayo.....	47	9 00	750,00	11,49	17,42	13,1	—0,06	36,3776	0,5069682	—5	—603	—847	— 4	—41	0,5068182
22 íd.	66	9 40	750,10	11,70	17,42	13,8	—0,06	37,7936	7036	—5	—626	—836	— 4	—38	5527
22 íd.	46	10 20	750,30	11,75	17,42	13,1	—0,06	37,3630	7819	—5	—602	—834	— 4	—41	6333
22 íd.	65	11 00	750,40	11,60	17,42	12,9	—0,06	37,6840	7233	—5	—635	—757	— 4	—38	5794
22 íd.	47	11 40	750,30	11,60	17,46	13,2	—0,06	36,3768	9683	—5	—603	—849	— 4	—41	8181
22 íd.	66	12 20	750,20	11,60	17,51	14,0	—0,06	37,7772	7065	—5	—626	—840	— 4	—38	5552
22 íd.	46	15 00	749,60	11,60	17,71	13,2	—0,06	37,3478	7847	—5	—601	—848	— 4	—41	6348
22 íd.	65	15 40	749,45	11,60	17,71	12,9	—0,06	37,6692	7260	—5	—634	—770	— 4	—38	5809
22 íd.	47	16 20	749,55	11,30	17,76	13,1	—0,06	36,3542	9727	—5	—602	—863	— 4	—41	8212
22 íd.	66	17 00	749,40	11,30	17,86	14,0	—0,06	37,7472	7119	—5	—625	—857	— 4	—38	5590
22 íd.	46	17 40	749,35	11,30	17,91	13,3	—0,06	37,3542	7835	—5	—601	—858	— 4	—41	6326
22 íd.	65	18 20	749,40	11,30	18,01	13,1	—0,06	37,6526	7290	—5	—633	—783	— 4	—38	5827
23 íd.	47	9 00	751,70	11,75	17,71	13,4	—0,85	36,3630	9710	—5	—604	—861	—50	—41	8149
23 íd.	66	9 40	751,65	11,96	17,71	14,0	—0,85	37,7578	7100	—5	—627	—850	—50	—38	5530
23 íd.	46	10 20	751,45	12,33	17,71	13,2	—0,85	37,3506	7842	—5	—602	—848	—50	—41	6296
23 íd.	65	11 00	751,50	12,33	17,76	13,1	—0,85	37,6632	7271	—5	—635	—772	—50	—38	5771
23 íd.	47	11 40	751,45	12,33	17,86	13,2	—0,85	36,3534	9729	—5	—603	—868	—50	—41	8162
23 íd.	66	12 20	751,40	12,33	17,91	14,0	—0,85	37,7522	7110	—5	—626	—859	—50	—38	5532
23 íd.	46	15 00	751,20	12,17	18,11	13,6	—0,85	37,3298	7879	—5	—601	—867	—50	—41	6315
23 íd.	65	15 40	751,20	12,39	18,11	12,9	—0,85	37,6242	7341	—5	—634	—787	—50	—38	5827
23 íd.	47	16 20	751,25	12,61	18,11	13,1	—0,85	36,3488	9737	—5	—602	—880	—50	—41	8159
23 íd.	66	17 00	751,30	12,46	18,11	13,8	—0,85	37,7408	7131	—5	—625	—869	—50	—38	5544
23 íd.	46	17 40	751,35	12,46	18,21	13,3	—0,85	37,3248	7890	—5	—601	—872	—50	—41	6321
23 íd.	65	18 20	751,35	12,46	18,31	13,1	—0,85	37,6468	7301	—5	—634	—796	—50	—38	5778

ESTADO J. *(Conclusión).*

FECHAS — 1915	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10⁻⁷					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
24 Mayo.....	47	9 00	753,00	13,06	18,11	13,4	— 0,72	36,3656	0,5069705	— 5	— 604	— 880	— 42	— 41	0,5068133
24 id.	66	9 40	753,00	12,91	18,11	14,0	— 0,72	37,7604	7095	— 5	— 627	— 869	— 42	— 38	5514
24 id.	46	10 20	752,90	12,76	18,11	13,4	— 0,72	37,3482	7846	— 5	— 603	— 867	— 42	— 41	6288
24 id.	65	11 00	752,65	13,50	18,16	12,6	— 0,72	37,6642	7269	— 4	— 635	— 790	— 42	— 38	5760
24 id.	47	11 40	752,40	13,35	18,26	13,4	— 0,72	36,3528	9730	— 5	— 603	— 888	— 42	— 41	8151
24 id.	66	12 20	752,25	13,21	18,31	14,0	— 0,72	37,7510	7112	— 5	— 625	— 879	— 42	— 38	5523
24 id.	46	15 00	751,40	13,21	18,51	13,2	— 0,72	37,3406	7860	— 5	— 600	— 887	— 42	— 41	6285
24 id.	65	15 40	751,35	13,21	18,51	12,9	— 0,72	37,6554	7285	— 5	— 633	— 805	— 42	— 38	5762
24 id.	47	16 20	751,20	13,21	18,51	13,4	— 0,72	36,3460	9743	— 5	— 601	— 900	— 42	— 41	8154
24 id.	66	17 00	751,00	13,21	18,51	14,0	— 0,72	37,7426	7127	— 5	— 624	— 888	— 42	— 38	5530
24 id.	46	17 40	750,90	13,21	18,61	13,2	— 0,72	37,3194	7899	— 5	— 600	— 891	— 42	— 41	6320
24 id.	65	18 20	750,95	13,21	18,71	12,9	— 0,72	37,6454	7303	— 5	— 633	— 814	— 42	— 38	5771
25 id.	47	9 00	751,80	12,46	18,51	13,4	— 0,97	36,3506	9734	— 5	— 602	— 900	— 57	— 41	8129
25 id.	66	11 10	751,40	11,85	19,11	13,4	— 0,97	37,7206	7167	— 5	— 623	— 917	— 57	— 38	5527
25 id.	46	11 50	751,35	12,00	19,16	12,5	— 0,97	37,2960	7942	— 4	— 599	— 918	— 57	— 41	6323
25 id.	65	12 30	751,10	12,16	19,26	12,6	— 0,97	37,6122	7363	— 4	— 632	— 837	— 57	— 38	5795
25 id.	47	15 00	750,35	13,21	19,11	13,4	— 0,97	36,3025	9828	— 5	— 600	— 929	— 57	— 41	8196
25 id.	46	15 50	750,10	13,21	19,21	13,4	— 0,97	37,2930	7948	— 5	— 598	— 920	— 57	— 41	6327
25 id.	65	16 10	749,95	13,21	19,21	13,0	— 0,97	37,6065	7373	— 5	— 630	— 835	— 57	— 38	5808
25 id.	47	16 40	749,85	13,21	19,26	13,1	— 0,97	36,3128	9807	— 5	— 599	— 936	— 57	— 41	8169
25 id.	46	18 00	749,70	12,90	19,31	13,1	— 0,97	37,2998	7935	— 5	— 598	— 925	— 57	— 41	6309
25 id.	65	18 40	749,65	12,75	19,31	12,5	— 0,97	37,6064	7373	— 4	— 630	— 840	— 57	— 38	5804

ESTACION DE DON BENITO

Local de observación.

Merced a las gestiones hechas en nuestro favor por D. Joaquín Gallego, Alcalde de Don Benito, y al Secretario del mismo Ayuntamiento, conseguimos instalarnos en el almacén de materiales de D. José Caballero Casado, situado en el núm. 24 de la calle de Corte. A todos los citados señores nos complacemos en hacerles presente nuestro agradecimiento.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	5° 51',3 W.
Latitud Norte.....	38° 55',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	283m

Determinación de la hora.

Se hizo en la forma conocida.

Los estados y movimientos deducidos para el Strasser, así como el error medio para el conjunto de las observaciones se indica a continuación.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
3 de Junio de 1917.....	12 45	— 37,66 ± 0,08	
4 id. id.	13 17	— 37,73 ± 0,02	— 0,07 ± 0,09
5 id. id.	12 45	— 37,95 ± 0,04	— 0,22 ± 0,05
7 id. id.	15 03	— 38,99 ± 0,03	— 0,50 ± 0,05

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,07.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra K figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 46-47 oscilaron en la dirección NE.-SW. y los 65-66 en la NW.-SE.

Péndulos 46 y 47.

$40 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$40 \times 10-7$

$39 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}6 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$40 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$40 \times 10-7$

$39 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}6 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068293	0,5065664	0,5066443	0,5065922
282	680	06	851
291	715	27	913
272	665	43	916
299	664	48	906
287	600	80	894
417	737	45	912
271	648	19	893
305	673	34	932
227	748	38	921
287	677	75	917
290	669	38	914
0,5068293	0,5065678	0,5066441	0,5065908

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						
4 Junio.....	47	9 00	741,80	12,03	20,51	13,1	— 0,07	36,2508	0,5069928	— 5	— 590	— 997	— 4	— 39	0,5068293
4 íd.	66	9 40	741,50	12,03	20,61	12,9	— 0,07	37,6398	7313	— 5	— 612	— 989	— 4	— 39	5664
4 íd.	46	10 20	741,25	11,72	20,71	12,5	— 0,07	37,2268	8070	— 4	— 588	— 992	— 4	— 39	6443
4 íd.	65	11 00	740,90	11,57	20,71	13,1	— 0,07	37,5424	7490	— 5	— 620	— 900	— 4	— 39	5922
4 íd.	47	11 40	740,50	11,43	20,81	13,4	— 0,07	36,2496	9931	— 5	— 589	— 1012	— 4	— 39	8282
4 íd.	66	12 20	740,35	11,43	20,91	13,1	— 0,07	37,6184	7342	— 5	— 611	— 1003	— 4	— 39	5680
4 íd.	46	15 00	739,20	11,57	21,11	12,9	— 0,07	37,2374	8051	— 5	— 586	— 1011	— 4	— 39	6406
4 íd.	65	15 40	739,10	11,43	21,11	13,1	— 0,07	37,5726	7435	— 5	— 618	— 918	— 4	— 39	5851
4 íd.	47	16 20	738,95	11,05	21,11	13,3	— 0,07	36,2392	9952	— 5	— 587	— 1026	— 4	— 39	8291
4 íd.	66	17 00	738,80	10,53	21,11	13,1	— 0,07	37,5998	7385	— 5	— 609	— 1013	— 4	— 39	5715
4 íd.	46	17 40	738,75	10,39	21,16	13,1	— 0,07	37,2244	8075	— 5	— 586	— 1014	— 4	— 39	6427
4 íd.	65	18 20	738,70	10,39	21,26	14,4	— 0,07	37,5354	7503	— 6	— 617	— 924	— 4	— 39	5913
5 íd.	47	9 00	739,95	12,63	20,91	13,1	— 0,22	36,2484	9933	— 5	— 588	— 1016	— 13	— 39	8272
5 íd.	66	9 40	739,90	12,72	20,91	12,9	— 0,22	37,6276	7335	— 5	— 610	— 1003	— 13	— 39	5665
5 íd.	46	10 20	739,85	12,96	20,91	12,8	— 0,22	37,2176	8087	— 4	— 586	— 1002	— 13	— 39	6443
5 íd.	65	11 00	739,75	12,96	20,96	13,1	— 0,22	37,5360	7502	— 5	— 618	— 911	— 13	— 39	5916
5 íd.	47	11 40	739,70	12,96	21,06	12,6	— 0,22	36,2316	9966	— 4	— 587	— 1024	— 13	— 39	8299
5 íd.	66	12 20	739,65	12,96	21,16	13,1	— 0,22	37,6220	7343	— 5	— 609	— 1015	— 13	— 39	5664
5 íd.	46	15 00	739,10	12,56	21,31	12,6	— 0,22	37,2054	8110	— 4	— 585	— 1021	— 13	— 39	6448
5 íd.	65	15 40	739,05	12,56	21,36	13,1	— 0,22	37,5322	7509	— 5	— 617	— 929	— 13	— 39	5906
5 íd.	47	16 20	739,05	12,80	21,46	13,2	— 0,22	36,2282	9973	— 5	— 586	— 1043	— 13	— 39	8287
5 íd.	66	17 00	739,10	12,65	21,51	13,3	— 0,22	37,6488	7297	— 5	— 608	— 1032	— 13	— 39	5600
5 íd.	46	17 40	739,15	12,65	21,56	12,8	— 0,22	37,1818	8154	— 4	— 585	— 1033	— 13	— 39	6480
5 íd.	65	18 26	739,10	12,65	21,66	13,7	— 0,22	37,5320	7509	— 5	— 616	— 942	— 13	— 39	5894

ESTADO K. *(Conclusión.)*

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
6 Junio.....	47	10 30	741,75	13,74	21,11	13,4	— 0,50	36,1614	0,5070104	— 5	— 588	— 1026	— 29	— 39	0,5068417
6 id.	66	11 10	741,70	13,74	21,16	13,2	— 0,50	37,5730	0,5067435	— 5	— 610	— 1015	— 29	— 39	5737
6 id.	46	11 50	741,55	13,74	21,26	13,2	— 0,50	37,1982	8123	— 5	— 587	— 1018	— 29	— 39	6445
6 id.	65	12 30	741,40	13,74	21,31	13,2	— 0,50	37,5198	7531	— 5	— 619	— 927	— 29	— 39	5912
6 id.	47	14 10	740,55	12,96	21,46	13,2	— 0,50	36,2274	9974	— 5	— 587	— 1043	— 29	— 39	8271
6 id.	66	14 50	740,35	13,34	21,51	13,1	— 0,50	37,6126	7362	— 5	— 609	— 1032	— 29	— 39	5648
6 id.	46	15 30	740,25	13,20	21,51	12,9	— 0,50	37,2068	8107	— 5	— 585	— 1030	— 29	— 39	6419
6 id.	65	16 10	740,20	12,65	21,56	13,0	— 0,50	37,5260	7520	— 5	— 617	— 937	— 29	— 39	5893
6 id.	47	16 50	740,20	12,65	21,66	13,4	— 0,50	36,2056	0,5070017	— 5	— 586	— 1053	— 29	— 39	8305
6 id.	66	17 30	740,15	13,20	21,71	13,2	— 0,50	37,5944	0,5067396	— 5	— 608	— 1042	— 29	— 39	5673
6 id.	46	18 10	740,35	13,74	21,71	13,2	— 0,50	37,1932	8132	— 5	— 585	— 1040	— 29	— 39	6434
6 id.	65	18 50	740,70	13,74	21,76	13,2	— 0,50	37,5000	7568	— 5	— 617	— 946	— 29	— 39	5932
7 id.	47	9 00	742,60	14,05	21,11	13,2	— 0,50	36,2580	9915	— 5	— 589	— 1026	— 29	— 39	8227
7 id.	66	9 40	742,60	13,89	21,11	13,1	— 0,50	37,5674	7445	— 5	— 611	— 1013	— 29	— 39	5748
7 id.	46	10 20	742,50	13,74	21,16	12,8	— 0,50	37,2040	811z	— 4	— 588	— 1014	— 29	— 39	6438
7 id.	65	11 00	742,40	13,74	21,26	13,1	— 0,50	37,5168	7537	— 5	— 619	— 924	— 29	— 39	5921
7 id.	47	11 40	742,30	13,74	21,36	13,2	— 0,50	36,2214	9986	— 5	— 588	— 1038	— 29	— 39	8287
7 id.	66	12 20	742,05	13,74	21,41	13,4	— 0,50	37,5988	7387	— 5	— 610	— 1027	— 29	— 39	5677
7 id.	46	15 00	740,65	12,96	21,51	12,7	— 0,50	37,1766	8163	— 4	— 586	— 1030	— 29	— 39	6475
7 id.	65	15 40	740,45	12,96	21,56	13,1	— 0,50	37,5130	7544	— 5	— 617	— 937	— 29	— 39	5917
7 id.	47	16 20	740,60	12,96	21,61	13,1	— 0,50	36,2144	0,5070000	— 5	— 587	— 1050	— 29	— 39	8290
7 id.	66	17 00	740,90	12,96	21,66	13,2	— 0,50	37,5976	0,5067390	— 5	— 609	— 1039	— 29	— 39	5669
7 id.	46	17 40	741,50	13,34	21,71	13,2	— 0,50	37,1908	8137	— 5	— 586	— 1040	— 29	— 39	6438
7 id.	65	18 20	742,00	14,14	21,71	13,1	— 0,50	37 5100	7549	— 5	— 618	— 944	— 29	— 39	5914

ESTACION DE FUENTEOVEJUNA

Local de observación.

Amablemente acogidos por D. Antonio Aguilar, inquilino de la casa de la calle de la Corredera, propiedad de D. Antonio Montenegro, nos instalamos en la misma, cuyas coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	5° 27',3 W.
Latitud Norte.....	38° 16',1
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	616m

Determinación de la hora.

Se hizo en la forma conocida.

Los estados y movimientos deducidos para el Strasser, consecuencia de la observación de pasos meridianos de estrellas, así como el error medio para el conjunto de las observaciones, se indican a continuación.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
18 de Junio de 1917.....	13 54	— 16,03 ± 0,04	
19 id. id.	13 54	— 16,42 ± 0,06	— 0,39 ± 0,08
20 id. id.	14 17	— 16,37 ± 0,04	+ 0,05 ± 0,08
21 id. id.	13 54	— 16,28 ± 0,08	+ 0,09 ± 0,09
22 id. id.	13 54	— 16,49 ± 0,06	— 0,21 ± 0,10

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,09.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra L figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando

los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 46-47 oscilaron, en la dirección NW.-SE., y los 65-66 en la NE.-SW.

Péndulos 46 y 47.

$40 \times 10-7$
$41 \times 10-7$
$42 \times 10-7$
$43 \times 10-7$

$41 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}7 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$38 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$38 \times 10-7$

$38 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}3 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068550	0,5065918	0,5066715	0,5066156
566	5936	691	162
550	5962	734	202
541	5934	695	165
549	5937	660	153
557	5913	726	184
536	5896	705	173
496	5929	725	186
556	5928	712	181
540	5908	692	150
545	5902	677	138
506	5935	708	160
0,5068541	0,5065925	0,5066703	0,5066171

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 6° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						
19 Junio.....	47	8 30	710,10	11,83	21,96	13,1	— 0,39	36,0882	0,5070248	— 5	— 562	— 1067	— 23	— 41	0,5068550
19 íd.	66	9 10	709,80	11,90	21,81	13,0	— 0,39	37,4746	0,5067614	— 5	— 583	— 1047	— 23	— 38	5918
19 íd.	46	9 50	709,45	12,40	21,61	13,5	— 0,39	37,0606	8380	— 5	— 561	— 1035	— 23	— 41	6715
19 íd.	65	10 30	709,25	13,00	21,41	12,8	— 0,39	37,3824	7784	— 4	— 592	— 931	— 23	— 38	6196
19 íd.	47	11 10	709,30	13,63	21,26	12,9	— 0,39	36,0976	0,5070230	— 5	— 562	— 1033	— 23	— 41	8566
19 íd.	66	11 50	709,20	13,63	21,16	13,1	— 0,39	37,4822	0,5067600	— 5	— 583	— 1015	— 23	— 38	5936
19 íd.	46	17 30	709,25	12,40	20,61	13,1	— 0,39	37,0978	8310	— 5	— 563	— 987	— 23	— 41	6691
19 íd.	65	18 10	709,25	12,18	20,46	13,0	— 0,39	37,4212	7712	— 5	— 594	— 890	— 23	— 38	6162
19 íd.	47	18 50	709,40	11,96	20,35	13,1	— 0,39	36,1266	0,5070172	— 5	— 564	— 989	— 23	— 41	8550
19 íd.	66	21 50	710,25	11,96	19,85	13,1	+ 0,05	37,5138	0,5067542	— 5	— 587	— 953	+ 3	— 38	5962
19 íd.	46	22 30	710,30	12,32	19,80	13,4	+ 0,05	37,1086	8290	— 5	— 565	— 948	+ 3	— 41	6794
19 íd.	65	23 10	710,40	12,32	19,75	12,8	+ 0,05	37,4298	7696	— 4	— 596	— 859	+ 3	— 38	6202
20 íd.	47	8 55	712,10	11,66	19,50	13,1	+ 0,05	36,1636	0,5070100	— 5	— 568	— 948	+ 3	— 41	8541
20 íd.	66	9 35	712,15	12,04	19,40	13,1	+ 0,05	37,5402	0,5067495	— 5	— 590	— 931	+ 3	— 38	5934
20 íd.	46	10 15	712,25	12,10	19,31	13,7	+ 0,05	37,1404	8231	— 5	— 568	— 925	+ 3	— 41	6695
20 íd.	65	10 55	712,35	11,96	19,26	13,1	+ 0,05	37,4600	7641	— 5	— 599	— 837	+ 3	— 38	6165
20 íd.	47	11 35	712,35	12,32	19,26	13,1	+ 0,05	36,1648	0,5070097	— 5	— 569	— 936	+ 3	— 41	8549
20 íd.	66	12 15	712,20	12,70	19,31	13,1	+ 0,05	37,5430	0,5067494	— 5	— 590	— 927	+ 3	— 38	5937
20 íd.	46	14 50	711,70	12,70	19,36	13,8	+ 0,05	37,1584	8197	— 5	— 567	— 927	+ 3	— 41	6660
20 íd.	65	15 30	711,85	12,54	19,45	12,9	+ 0,05	37,4620	7637	— 5	— 598	— 846	+ 3	— 38	6153
20 íd.	47	16 10	711,85	12,26	19,50	13,2	+ 0,05	36,1550	0,5070116	— 5	— 568	— 948	+ 3	— 41	8557
20 íd.	66	16 50	711,85	12,12	19,55	12,8	+ 0,05	37,5484	0,5067479	— 4	— 589	— 938	+ 3	— 38	5913
20 íd.	46	17 30	711,95	12,26	19,65	14,0	+ 0,05	37,1154	8277	— 5	— 567	— 941	+ 3	— 41	6726
20 íd.	65	18 10	712,10	12,63	19,75	13,1	+ 0,05	37,4382	7680	— 5	— 597	— 859	+ 3	— 38	6184

ESTADO L. *(Conclusión.)*

FECHAS — 1917	Péndulos	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 −7					Duración de la oscilación observada.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						
21 Junio.....	47	8 15	715,30	11,87	19,45	13,4	+ 0,09	36,1672	0,5070093	— 5	— 571	— 945	+ 5	— 41	0,5068536
21 id.	66	8 55	715,55	12,47	19,40	13,1	+ 0,09	37,5598	0,5067458	— 5	— 593	— 931	+ 5	— 38	5896
21 id.	46	9 35	715,80	12,69	19,36	14,0	+ 0,09	37,1338	8243	— 5	— 570	— 927	+ 5	— 41	6705
21 id.	65	10 15	715,90	12,69	19,36	13,1	+ 0,09	37,4528	7654	— 5	— 601	— 842	+ 5	— 38	6173
21 id.	47	10 55	715,90	12,69	19,40	13,4	+ 0,09	36,1886	0,5070051	— 5	— 571	— 943	+ 5	— 41	8496
21 id.	66	11 35	715,95	12,69	19,45	12,9	+ 0,09	37,5408	0,5067493	— 5	— 593	— 933	+ 5	— 38	5929
21 id.	46	12 15	716,00	12,69	19,50	14,0	+ 0,09	37,1196	8270	— 5	— 570	— 934	+ 5	— 41	6725
21 id.	65	14 35	715,95	12,69	19,65	13,0	+ 0,09	37,4392	7679	— 5	— 601	— 854	+ 5	— 38	6186
21 id.	47	15 15	716,00	12,69	19,60	13,4	+ 0,09	36,1528	0,5070121	— 5	— 571	— 953	+ 5	— 41	8556
21 id.	66	15 55	715,90	12,69	19,60	12,6	+ 0,09	37,5380	0,5067499	— 4	— 593	— 941	+ 5	— 38	5928
21 id.	46	16 55	715,80	12,31	19,65	14,0	+ 0,09	37,1224	8264	— 5	— 570	— 941	+ 5	— 41	6712
21 id.	65	17 40	715,90	12,69	19,70	13,2	+ 0,09	37,4402	7677	— 5	— 601	— 857	+ 5	— 38	6181
22 id.	47	8 40	716,30	11,81	18,91	13,2	— 0,21	36,1684	0,5070090	— 5	— 573	— 919	— 12	— 41	8540
22 id.	66	9 20	716,30	12,25	18,91	12,8	— 0,21	37,5570	0,5067463	— 4	— 594	— 907	— 12	— 38	5908
22 id.	46	10 00	716,25	12,25	18,91	14,0	— 0,21	37,1422	8228	— 5	— 572	— 906	— 12	— 41	6692
22 id.	65	10 40	716,15	12,09	18,91	13,0	— 0,21	37,4658	7630	— 5	— 603	— 822	— 12	— 38	6150
22 id.	47	11 20	716,00	11,95	18,91	13,4	— 0,21	36,1660	0,5070095	— 5	— 573	— 919	— 12	— 41	8545
22 id.	66	12 00	715,70	11,95	19,01	13,1	— 0,21	37,5570	0,5067463	— 5	— 594	— 912	— 12	— 38	5902
22 id.	46	12 40	715,45	11,95	19,01	14,0	— 0,21	37,1480	8217	— 5	— 571	— 911	— 12	— 41	6677
22 id.	65	14 20	714,95	11,59	19,16	12,6	— 0,21	37,4680	7626	— 4	— 601	— 833	— 12	— 38	6138
22 id.	47	15 00	714,80	11,95	19,21	13,2	— 0,21	36,1792	0,5070069	— 5	— 571	— 934	— 12	— 41	8506
22 id.	66	15 45	714,60	11,95	19,26	12,8	— 0,21	37,5344	0,5067505	— 4	— 592	— 924	— 12	— 38	5935
22 id.	46	16 25	714,50	11,95	19,31	13,5	— 0,21	37,1243	8261	— 5	— 570	— 925	— 12	— 41	6708
22 id.	65	17 20	714,45	11,95	19,36	13,0	— 0,21	37,4510	7657	— 5	— 600	— 842	— 12	— 38	6160

ESTACION DE CORTEGANA

Local de observación.

Las observaciones se hicieron en la escuela pública situada en la calle de Peñas. Hacemos presente nuestro agradecimiento a D. Emilio Sánchez Fernández, Abogado y Notario de Cortegana, a cuya mediación debimos la autorización necesaria para instalarnos en el citado local.

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	6° 47',3 W.
Latitud Norte.....	37° 54',5
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	765m

Determinación de la hora.

Se observaron pasos de estrellas por el meridiano con el anteojo Repsold.

Los estados y movimientos deducidos para el Strasser, así como el error medio para el conjunto de las observaciones, se indican a continuación.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. a.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
7 de Julio de 1917.....	14 51	— 55,09 ± 0,11	
8 id. id.	15 03	— 55,84 ± 0,05	— 0,74 ± 0,13
9 id. id.	15 03	— 56,45 ± 0,08	— 0,61 ± 0,10
10 id. id.	15 03	— 57,45 ± 0,10	— 1,00 ± 0,13

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\Sigma_m = \pm 0^s,12.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra M figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, debiendo advertir que los péndulos 46-47 oscilaron en la dirección aproximada de E. a W. y los 65-66 en la de N. a S.

Péndulos 46 y 47.

$39 \times 10-7$
$40 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$37 \times 10-7$

$39 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}6 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$38 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$38 \times 10-7$

$38 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}3 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068574	0,5065936	0,5066713	0,5066185
64	920	712	178
70	933	741	205
88	969	745	214
75	956	733	195
84	930	714	172
67	923	711	184
79	935	728	213
36	898	700	169
53	900	679	160
43	896	690	171
49	934	719	200
0,5068565	0,5065927	0,5066715	0,5066187

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						
8 Julio.....	47	8 15	709,10	11,24	20,20	13,1	−0,74	36,1084	0,5070208	−5	−565	−982	−43	−39	0,5068574
8 íd.	66	10 00	709,40	11,87	20,25	13,1	−0,74	37,4934	0,5067580	−5	−586	−972	−43	−38	5936
8 íd.	46	11 00	709,40	12,06	20,40	13,4	−0,74	37,0816	8340	−5	−563	−977	−43	−39	6713
8 íd.	65	11 40	709,45	12,29	20,61	12,9	−0,74	37,3946	7761	−5	−594	−896	−43	−38	6185
8 íd.	47	12 20	709,45	12,38	20,81	13,2	−0,74	36,0988	0,5070227	−5	−564	−1012	−43	−39	8564
8 íd.	66	14 50	709,20	12,05	21,91	13,2	−0,74	37,4604	0,5067640	−5	−583	−1051	−43	−38	5920
8 íd.	46	15 30	709,20	11,91	22,26	13,1	−0,74	37,0362	8425	−5	−560	−1066	−43	−39	6712
8 íd.	65	16 10	709,10	11,51	22,57	13,1	−0,74	37,3542	7835	−5	−590	−981	−43	−38	6178
8 íd.	47	16 50	709,00	10,76	22,82	13,4	−0,74	36,0490	0,5070326	−5	−560	−1109	−43	−39	8570
8 íd.	66	17 30	709,00	10,76	23,02	13,4	−0,74	37,4252	0,5067705	−5	−581	−1105	−43	−38	5933
8 íd.	46	18 10	709,00	10,76	23,22	12,9	−0,74	36,9974	8498	−5	−558	−1112	−43	−39	6741
8 íd.	65	18 50	709,00	10,53	23,37	13,1	−0,74	37,3218	7895	−5	−588	−1016	−43	−38	6205
8 íd.	47	19 30	709,00	10,31	23,42	13,1	−0,74	36,0254	0,5070372	−5	−559	−1138	−43	−39	8588
8 íd.	66	21 30	709,45	9,73	23,22	13,1	−0,61	37,4040	0,5067743	−5	−581	−1114	−36	−38	5969
8 íd.	46	22 10	709,50	9,38	23,02	12,6	−0,61	37,0038	8486	−4	−559	−1103	−36	−39	6745
8 íd.	65	22 50	709,40	9,17	22,82	13,2	−0,61	37,3322	7875	−5	−590	−992	−36	−38	6214
9 íd.	47	7 00	709,30	9,71	19,60	13,2	−0,61	36,1252	0,5070175	−5	−567	−953	−36	−39	8575
9 íd.	66	7 40	709,35	10,40	19,40	13,1	−0,61	37,5076	0,5067554	−5	−588	−931	−36	−38	5956
9 íd.	46	8 25	709,40	10,46	19,31	13,4	−0,61	37,1010	8304	−5	−566	−925	−36	−39	6733
9 íd.	65	9 5	709,45	10,60	19,31	13,1	−0,61	37,4214	7711	−5	−597	−840	−36	−38	6195
9 íd.	47	9 45	709,55	11,03	19,40	13,2	−0,61	36,1260	0,5070174	−5	−567	−943	−36	−39	8584
9 íd.	66	10 25	709,70	11,25	19,60	13,1	−0,61	37,5162	0,5067538	−5	−588	−941	−36	−38	5930
9 íd.	46	11 5	709,75	10,96	19,90	13,4	−0,61	37,0966	8312	−5	−565	−953	−36	−39	6714
9 íd.	65	11 45	709,60	10,82	20,30	12,9	−0,61	37,4114	7729	−5	−595	−883	−36	−38	6172

ESTADO M. *(Conclusión.)*

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo	Por balance del escén.	
		h. m.	mm.	mm	°	'	s	s	s						s
9 Julio.....	47	12 25	709,50	9,88	20,61	13,1	— 0,61	36,1054	0,5070214	— 5	— 565	— 1002	— 36	— 39	0,5068567
9 id.	66	13 55	709,40	9,81	21,56	13,0	— 0,61	37,4706	0,5067621	— 5	— 584	— 1035	— 36	— 38	5923
9 id.	46	14 35	709,40	9,70	21,91	13,1	— 0,61	37,0494	8401	— 5	— 561	— 1049	— 36	— 39	6711
9 id.	65	15 15	709,35	9,75	22,31	13,1	— 0,61	37,3600	7824	— 5	— 591	— 970	— 36	— 38	6184
9 id.	47	15 55	709,25	10,20	22,72	13,2	— 0,61	36,0540	0,5070323	— 5	— 560	— 1104	— 36	— 39	8579
9 id.	66	16 35	709,15	9,82	23,07	13,2	— 0,61	37,4264	0,5067702	— 5	— 581	— 1107	— 36	— 38	5995
9 id.	46	17 15	709,20	9,08	23,37	12,9	— 0,61	37,0042	8485	— 5	— 558	— 1119	— 36	— 39	6728
9 id.	65	17 55	709,25	8,72	23,62	12,9	— 0,61	37,3144	7908	— 5	— 589	— 1027	— 36	— 38	6213
10 id.	47	7 00	709,55	9,47	21,26	13,3	— 1,00	36,0944	0,5070236	— 5	— 564	— 1033	— 59	— 39	8536
10 id.	66	7 40	709,50	9,52	21,26	13,2	— 1,00	37,4796	0,5067605	— 5	— 585	— 1020	— 59	— 38	5898
10 id.	46	8 20	709,55	9,73	21,36	13,2	— 1,00	37,0566	8387	— 5	— 561	— 1023	— 59	— 39	6700
10 id.	65	9 00	709,55	9,52	21,51	13,1	— 1,00	37,3738	7799	— 5	— 593	— 935	— 59	— 38	6169
10 id.	47	9 40	709,55	10,39	21,76	13,4	— 1,00	36,0738	0,5070276	— 5	— 562	— 1058	— 59	— 39	8553
10 id.	66	10 20	709,65	10,39	22,11	13,1	— 1,00	37,4570	0,5067646	— 5	— 283	— 1061	— 59	— 38	5900
10 id.	46	11 00	709,70	10,19	22,41	13,3	— 1,00	37,0416	8415	— 5	— 560	— 1073	— 59	— 39	6679
10 id.	65	11 40	709,75	10,28	22,72	13,1	— 1,00	37,3518	7840	— 5	— 590	— 988	— 59	— 38	6160
10 id.	47	12 20	709,60	10,05	23,02	13,4	— 1,00	36,0494	0,5070325	— 5	— 560	— 1119	— 59	— 39	8543
10 id.	66	13 50	709,25	10,87	23,82	12,6	— 1,00	37,4174	0,5067719	— 4	— 579	— 1143	— 59	— 38	5896
10 id.	46	14 30	709,00	11,13	24,17	13,2	— 1,00	36,9924	8507	— 5	— 556	— 1158	— 59	— 39	6620
10 id.	65	15 10	708,85	11,13	24,42	13,2	— 1,00	37,3076	7921	— 5	— 586	— 1062	— 59	— 38	6171
10 id.	47	15 50	708,80	11,37	24,63	13,4	— 1,00	36,0092	0,5070405	— 5	— 556	— 1197	— 59	— 39	8549
10 id.	66	16 30	708,70	10,46	24,93	13,2	— 1,00	37,3682	0,5067809	— 5	— 577	— 1196	— 59	— 38	5934
10 id.	46	17 10	708,55	9,56	25,23	13,2	— 1,00	36,9510	8585	— 5	— 554	— 1209	— 59	— 39	6719
10 id.	65	17 50	708,45	9,19	25,38	12,9	— 1,00	37,2702	7990	— 5	— 584	— 1104	— 59	— 38	6200

ESTACION DE PLASENCIA

Local de observación.

Las observaciones se hicieron en el suntuoso edificio dedicado a Hospicio y Casa-cuna de la ciudad de Plasencia.

Tanto a D. Mariano Moreno, persona con cuya amistad nos honramos, como a D. Godofredo Monge, Administrador del citado Establecimiento, y a la señora Superiora y Hermanas de la Caridad del mismo, hacemos presente nuestro sincero agradecimiento.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	6° 03',3 W.
Latitud Norte.....	40° 02',0
Altitud sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	369m

Determinación de la hora.

Se hizo en la forma conocida.

Los estados y movimientos deducidos para el Strasser, así como el error medio para el conjunto de las observaciones, se indican a continuación.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
2 de Agosto de 1917.....	16 16	— 18,21 ± 0,07	
3 id. id.	16 10	— 18,80 ± 0,01	— 0,59 ± 0,08
4 id. id.	16 10	— 18,61 ± 0,02	+ 0,19 ± 0,03
5 id. id.	16 10	— 18,68 ± 0,06	— 0,07 ± 0,07
6 id. id.	16 10	— 18,65 ± 0,08	+ 0,03 ± 0,10

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones.

$$\Sigma_m = \pm 0^s,07$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra N figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, debiendo advertir que a causa de haberse inutizado en el viaje de Cortegana a Plasencia el espejo del soporte correspondiente al péndulo 66 fué preciso observar los péndulos 65 y 66 a continuación de los 46 y 47, colocándolos sobre los mismos planos de oscilación. El de oscilación para los cuatro péndulos observados en esta estación fué, por consiguiente, el mismo que estaba orientado en dirección NW.-SE.

Péndulos 46 y 47.

$39 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$38 \times 10-7$
$39 \times 10-7$
$39 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}3 \times 10-7$

Péndulos 65 y 66.

$37 \times 10-7$
$36 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$37 \times 10-7$
$37 \times 10-7$ $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}3 \times 10-7$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068065	0,5065495	0,5066207	0,5065739
069	496	28	710
079	498	13	731
071	502	21	724
087	380	33	734
099	524	32	868
130	514	44	724
115	506	49	739
115	498	45	735
123	488	23	717
129	491	70	724
135	493	64	721
0,5068101	0,5065490	0,5066236	0,5065739

FECHAS — 1917	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10 − 7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
3 Agosto.....	47	8 35	734,40	11,96	24,53	13,2	— 0,59	36,2594	0,5069912	— 5	— 576	— 1192	— 35	— 39	0,5068065
3 id.	46	9 20	734,40	12,77	24,53	13,1	— 0,59	37,2452	8036	— 5	— 575	— 1175	— 35	— 39	6207
3 id.	47	10 00	734,40	12,61	24,53	13,1	— 0,59	36,2570	9916	— 5	— 576	— 1192	— 35	— 39	8069
3 id.	46	10 40	734,25	11,92	24,58	12,6	— 0,59	37,2334	8058	— 4	— 575	— 1177	— 35	— 39	6228
3 id.	47	11 20	734,00	11,37	24,68	13,2	— 0,59	36,2482	9934	— 5	— 576	— 1200	— 35	— 39	8079
3 id.	46	12 00	733,75	11,37	24,78	12,9	— 0,59	37,2362	8053	— 5	— 574	— 1187	— 35	— 39	6213
3 id.	47	14 35	732,40	11,30	24,98	13,2	— 0,59	36,2462	9938	— 5	— 574	— 1214	— 35	— 39	8071
3 id.	46	15 20	732,15	11,15	25,03	12,4	— 0,59	37,2266	8071	— 4	— 573	— 1199	— 35	— 39	6221
3 id.	47	16 00	731,90	11,01	25,03	13,1	— 0,59	36,2364	9957	— 5	— 574	— 1217	— 35	— 39	8087
3 id.	46	16 40	731,70	10,62	25,08	13,1	— 0,59	37,2190	8085	— 5	— 572	— 1201	— 35	— 39	6233
3 id.	47	17 20	731,60	10,62	25,13	13,4	— 0,59	36,2280	9973	— 5	— 573	— 1222	— 35	— 39	8099
3 id.	46	18 00	731,60	10,62	25,18	12,6	— 0,59	37,2174	8088	— 4	— 572	— 1206	— 35	— 39	6232
4 id.	47	9 00	731,90	11,06	24,78	13,2	+ 0,19	36,2440	9942	— 5	— 574	— 1205	+ 11	— 39	8130
4 id.	46	9 40	731,90	10,77	24,95	13,1	+ 0,19	37,2404	8045	— 5	— 573	— 1195	+ 11	— 39	6244
4 id.	47	10 20	731,95	10,62	24,93	13,4	+ 0,19	36,2478	9934	— 5	— 574	— 1212	+ 11	— 39	8115
4 id.	46	11 00	731,90	10,62	24,98	13,2	+ 0,19	37,2364	8052	— 5	— 573	— 1197	+ 11	— 39	6249
4 id.	47	11 40	731,80	10,62	25,08	13,1	+ 0,19	36,2446	9941	— 5	— 574	— 1219	+ 11	— 39	8115
4 id.	46	12 20	731,60	10,62	25,18	13,1	+ 0,19	37,2346	8056	— 5	— 572	— 1206	+ 11	— 39	6245
4 id.	47	14 40	730,45	10,47	25,38	13,4	+ 0,19	36,2338	9962	— 5	— 572	— 1234	+ 11	— 39	8123
4 id.	46	15 20	730,25	10,18	25,49	13,2	+ 0,19	37,2386	8048	— 5	— 571	— 1221	+ 11	— 39	6223
4 id.	47	16 00	730,15	10,03	25,54	13,1	+ 0,19	36,2272	9975	— 5	— 572	— 1241	+ 11	— 39	8129
4 id.	46	16 40	730,00	10,03	25,66	13,2	+ 0,19	37,2094	8102	— 5	— 570	— 1229	+ 11	— 39	6270
4 id.	47	17 20	729,95	9,88	25,74	13,1	+ 0,19	36,2196	9990	— 5	— 571	— 1251	+ 11	— 39	8135
4 id.	46	18 00	730,10	8,97	25,84	13,3	+ 0,19	37,2082	8105	— 5	— 570	— 1238	+ 11	— 39	6264

ESTADO N. *(Conclusión.)*

FECHAS — 1917	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación reducida.	REDUCCIONES × 10−7					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						
5 Agosto.....	65	8 50	731,35	11,54	25,33	13,1	— 0,07	37,5506	0,5067475	— 5	— 589	— 1101	— 4	— 37	0,5065739
5 id.	66	9 40	731,40	11,01	25,33	13,2	— 0,07	37,6190	7351	— 5	— 594	— 1216	— 4	— 37	5495
5 id.	65	10 20	731,35	10,47	25,45	13,2	— 0,07	37,5558	7466	— 5	— 603	— 1107	— 4	— 37	5710
5 id.	66	11 00	731,25	10,09	25,43	13,4	— 0,07	37,6164	7356	— 5	— 594	— 1220	— 4	— 37	5496
5 id.	65	11 40	731,15	10,23	25,49	13,10	— 0,07	37,5438	7488	— 5	— 603	— 1108	— 4	— 37	5731
5 id.	66	12 20	731,00	10,62	25,54	13,70	— 0,07	37,6116	7364	— 5	— 594	— 1226	— 4	— 37	5498
5 id.	65	14 40	730,35	9,79	25,74	13,0	— 0,07	37,5422	7491	— 5	— 602	— 1119	— 4	— 37	5724
5 id.	66	15 20	730,25	8,89	25,74	13,2	— 0,07	37,6054	7376	— 5	— 593	— 1235	— 4	— 37	5502
5 id.	65	16 00	730,15	8,89	25,79	12,9	— 0,07	37,5358	7502	— 5	— 601	— 1121	— 4	— 37	5734
5 id.	66	16 40	730,05	8,89	25,89	14,0	— 0,07	37,6686	7261	— 5	— 593	— 1242	— 4	— 37	5380
5 id.	65	17 20	730,05	8,89	25,94	12,6	— 0,07	37,4594	7642	— 4	— 601	— 1128	— 4	— 37	5868
5 id.	66	18 00	730,05	8,89	26,04	14,0	— 0,07	37,5846	7413	— 5	— 593	— 1250	— 4	— 37	5524
6 id.	65	6 00	732,30	10,66	25,43	13,1	+ 0,03	37,5518	7473	— 5	— 603	— 1106	+ 2	— 37	5724
6 id.	66	6 40	732,00	11,41	25,13	13,4	+ 0,03	37,6168	7355	— 5	— 595	— 1206	+ 2	— 37	5514
6 id.	65	7 20	732,10	11,81	24,83	12,4	+ 0,03	37,5584	7461	— 4	— 603	— 1080	+ 2	— 37	5739
6 id.	66	8 00	732,25	11,75	24,68	14,0	+ 0,03	37,6326	7326	— 5	— 596	— 1184	+ 2	— 37	5506
6 id.	65	8 40	732,40	12,29	24,58	12,5	+ 0,03	37,5656	7448	— 4	— 605	— 1069	+ 2	— 37	5735
6 id.	66	9 20	732,40	12,13	24,57	14,0	+ 0,03	37,6402	7313	— 5	— 596	— 1179	+ 2	— 37	5498
6 id.	65	10 00	732,40	12,38	24,53	12,5	+ 0,03	37,5766	7428	— 4	— 605	— 1067	+ 2	— 37	5717
6 id.	66	10 40	732,40	12,63	24,53	14,0	+ 0,03	37,6464	7301	— 5	— 596	— 1177	+ 2	— 37	5488
6 id.	65	11 45	732,35	12,35	24,63	11,3	+ 0,03	37,5710	7438	— 3	— 605	— 1071	+ 2	— 37	5724
6 id.	66	12 25	732,30	12,20	24,78	13,7	+ 0,03	37,6384	7316	— 5	— 596	— 1189	+ 2	— 37	5491
6 id.	65	14 40	731,85	11,79	25,13	12,3	+ 0,03	37,5612	7456	— 4	— 603	— 1093	+ 2	— 37	5721
6 id.	66	15 20	731,65	11,40	25,18	14,0	+ 0,03	37 6274	7336	— 5	— 595	— 1208	+ 2	— 37	5493

ESTACION DE MADRID (cierre)

Local de observación.

Fué utilizado el mismo local en donde se hizo la observación de Madrid (salida), y sus coordenadas geográficas las consignadas anteriormente.

Determinación de la hora.

Se hizo como en la estación de salida, por comparación con el Magistral del Observatorio. El cuadro siguiente, análogo al de la citada estación, demuestra los resultados obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación.	Estado del reloj	Intervalo de tiempo.	Movimientos correspondientes a este intervalo	Movimiento en 24 horas.
	h m	s			
2 de Octubre de 1917.....	12 57	+ 3,62 ± 0,05			
			h m	s	s
3 id. id.	12 55	+ 2,63 ± 0,03	23 58	— 0,99	— 0,99 ± 0,06
4 id. id.	12 39	+ 1,60 ± 0,01	23 44	— 1,03	— 1,04 ± 0,04
5 id. id.	13 03	+ 0,76 ± 0,01	24 24	— 0,84	— 0,83 ± 0,02
6 id. id.	13 14	— 0,16 ± 0,01	24 11	— 0,92	— 0,91 ± 0,02
8 id. id.	13 22	— 1,23 ± 0,01	48 08	— 1,07	— 0,53 ± 0,02

Los errores correspondientes a la marcha diaria se determinaron por la fórmula $E_m = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, siendo el error medio, para el conjunto de las observaciones, el promedio de los mismos, o sea

$$\Sigma_m = \pm 0^s,04$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra P figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, debiendo advertir que fué preciso observar péndulos en la misma forma que se hizo en Plasencia, por no haber sido posible encontrar sustituto adecuado al espejo del soporte correspondiente al péndulo núm. 66.

Todos ellos, por tanto, oscilaron en la dirección NW.-SE.

Péndulos 46 y 47.

40×10^{-7}
38×10^{-7}
38×10^{-7}
37×10^{-7}

38×10^{-7} $\quad \Sigma_{b_1} = 0{,}6 \times 10^{-7}$

Péndulos 65 y 66.

37×10^{-7}
37×10^{-7}
37×10^{-7}
37×10^{-7}

37×10^{-7} $\quad \Sigma_{b_2} = 0{,}0$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación.

Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
0,5068321	0,5065732	0,5066468	0,5065947
34	708	78	68
29	698	76	55
40	693	77	65
21	705	81	69
23	744	77	94
33	707	67	72
32	716	68	79
30	712	76	67
42	703	83	59
34	707	65	71
41	723	71	77
0,5068332	0,5065712	0,5066474	0,5065969

FECHAS — 1917	Pén-dulos.	Hora sidéreas.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10−7 Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 6° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	Duración de la oscilación reducida.
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
2 Octubre.....	47	15 00	710,90	12,58	21,61	15.1	— 0,99	36,1962	0,5070036	— 6	— 563	— 1050	— 58	— 38	0,5068321
2 id.	46	15 40	710,80	12,43	21,66	13,4	— 0,99	37,1736	68169	— 5	— 562	— 1038	— 58	— 38	6468
2 id.	47	16 20	710,85	12,29	21,71	13.8	— 0,99	36,1876	70053	— 5	— 563	— 1055	— 58	— 38	8334
2 id.	46	17 00	710,95	12,29	21,71	13,2	— 0,99	37,1670	68181	— 5	— 562	— 1040	— 58	— 38	6478
2 id.	47	17 40	711,00	12,29	21,71	14,0	— 0,99	36,1898	70048	— 5	— 563	— 1055	— 58	— 38	8329
2 id.	46	18 20	711,11	12,29	21,71	13,2	— 0,99	37,1684	68179	— 5	— 562	— 1040	— 58	— 38	6476
2 id.	47	19 00	711,35	12,43	20,71	14,0	— 0,99	36,1840	70059	— 5	— 563	— 1055	— 58	— 38	8340
2 id.	46	19 40	711,45	12,72	21,76	13,1	— 0,99	37,1662	68182	— 5	— 562	— 1042	— 58	— 38	6477
3 id.	47	15 00	711,35	11,39	21,26	14,0	— 1,04	36,2032	70022	— 5	— 564	— 1033	— 61	— 38	8321
3 id.	46	15 40	711,40	11,39	21,26	13,3	— 1,04	37,1750	68166	— 5	— 563	— 1018	— 61	— 38	6481
3 id.	47	16 20	711,45	11,25	21,31	13.9	— 1.04	36,2002	70028	— 5	— 565	— 1036	— 61	— 38	8323
3 id.	46	17 00	711,45	11,11	21,31	13,7	— 1,04	37,1750	68166	— 5	— 564	— 1021	— 61	— 38	6477
3 id.	47	17 40	711,60	10,89	21,36	14,1	— 1,04	36,1940	70040	— 5	— 565	— 1038	— 61	— 38	8333
3 id.	46	18 20	711,75	10,52	21,41	13,4	— 1,04	37,1780	68161	— 5	— 564	— 1026	— 61	— 38	6467
3 id.	47	19 00	711,75	10,38	21,41	13,6	— 1,04	36,1928	70042	— 5	— 565	— 1041	— 61	— 38	8332
3 id.	46	19 40	711,50	10,38	21,46	13,2	— 1,04	37,1768	68163	— 5	— 563	— 1028	— 61	— 38	6468
4 id.	47	12 10	712,15	11,03	20,91	14,0	— 0,83	36,2120	70004	— 5	— 566	— 1016	— 49	— 38	8330
4 id.	46	12 50	711,95	11,39	20,91	13,2	— 0,83	37,1916	68135	— 5	— 565	— 1002	— 49	— 38	6476
4 id.	47	13 30	711,70	11,39	20,91	14,0	— 0,83	36,2064	70015	— 5	— 565	— 1016	— 49	— 38	8342
4 id.	46	14 10	711,50	11,39	20,91	13,2	— 0,83	37,1886	68141	— 5	— 564	— 1002	— 49	— 38	6483
4 id.	47	17 25	710,95	10,67	21,21	14,3	— 0,83	36,2026	70023	— 6	— 565	— 1031	— 49	— 38	8334
4 id.	46	18 5	711,00	10,67	21,21	13,1	— 0,83	37,1904	68137	— 5	— 564	— 1016	— 49	— 38	6365
4 id.	47	18 45	710,90	10,67	21,26	14,3	— 0,83	36,1984	70031	— 6	— 564	— 1033	— 49	— 38	8341
4 id.	46	19 25	710,90	10,67	21,31	13,7	— 0,83	37,1856	68147	— 5	— 563	— 1021	— 49	— 38	6471

ESTADO P. *(Conclusión.)*

FECHAS — 1917	Pén-dulos	Hora sidérea	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación observada.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sosten.	
		h m	mm	mm	c	′	s	s	s						s
5 Octubre.....	66	15 00	710,50	10,67	20,91	13,1	— 0,91	37,5834	0,5067416	— 5	— 586	— 1003	— 53	— 37	0,5065732
5 id.	65	15 40	710,50	10,67	20,91	13,1	— 0,91	37,5122	7545	— 5	— 594	— 909	— 53	— 37	5947
5 id.	66	16 20	710,50	10,67	20,96	12,8	— 0,91	37,5952	7394	— 4	— 586	— 1006	— 53	— 37	5708
5 id.	65	17 00	715,80	10,31	21,06	13,1	— 0,91	37,4974	7573	— 5	— 594	— 916	— 53	— 37	5968
5 id.	66	17 40	711,15	9,96	21,11	12,5	— 0,91	37,5970	7391	— 4	— 586	— 1013	— 53	— 37	5698
5 id.	65	18 20	711,30	9,27	21,11	13,1	— 0,91	37,5026	7563	— 5	— 595	— 918	— 53	— 37	5955
5 id.	66	19 00	711,60	9,27	21,11	12,5	— 0,91	37,5988	7387	— 4	— 587	— 1013	— 53	— 37	5693
5 id.	65	19 40	711,75	8,91	21,11	13,2	— 0,91	37,4964	7574	— 5	— 596	— 918	— 53	— 37	5965
6 id.	66	15 00	712,00	8,24	19,31	11,7	— 0,53	37,6500	7295	— 4	— 591	— 927	— 31	— 37	5705
6 id.	65	15 55	711,80	7,94	19,31	13,2	— 0,53	37,5466	7482	— 5	— 600	— 840	— 31	— 37	5969
6 id.	66	16 35	711,95	7,80	19,41	13,2	— 0,53	37,6258	7339	— 5	— 591	— 931	— 31	— 37	5744
6 id.	65	17 15	712,00	7,62	19,50	12,8	— 0,53	37,5296	7514	— 4	— 600	— 848	— 31	— 37	5994
6 id.	66	17 55	712,05	7,44	19,55	13,2	— 0,53	37,6424	7309	— 5	— 591	— 938	— 31	— 37	5707
6 id.	65	18 35	712,20	7,30	19,60	13,2	— 0,53	37,5388	7497	— 5	— 600	— 852	— 31	— 37	5972
6 id.	66	19 15	712,40	7,16	19,65	13,2	— 0,53	37,6346	7323	— 5	— 591	— 943	— 31	— 37	5716
6 id.	65	19 55	712,50	7,16	19,70	13,1	— 0,53	37,5322	7509	— 5	— 600	— 857	— 31	— 37	5979
7 id.	66	14 50	711,40	8,38	19,11	12,6	— 0,53	37,6516	7292	— 4	— 591	— 917	— 31	— 37	5712
7 id.	65	15 30	711,80	8,24	19,21	13,2	— 0,53	37,5508	7475	— 5	— 600	— 835	— 31	— 37	5967
7 id.	66	16 10	712,40	8,10	19,31	13,1	— 0,53	37,6502	7295	— 5	— 592	— 927	— 31	— 37	5703
7 id.	65	16 50	712,50	8,10	19,31	13,2	— 0,53	37,5520	7472	— 5	— 600	— 840	— 31	— 37	5959
7 id.	66	17 30	712,55	8,07	19,36	13,2	— 0,53	37,6464	7301	— 5	— 592	— 929	— 31	— 37	5707
7 id.	65	18 10	712,55	8,07	19,45	13,2	— 0,53	37,5428	7490	— 5	— 600	— 846	— 31	— 37	5971
7 id.	66	18 50	712,55	7,89	19,50	13,2	— 0,53	37,6346	7323	— 5	— 591	— 936	— 31	— 37	5723
7 id.	65	19 30	712,60	7,71	19,50	13,1	— 0,53	37,5384	7498	— 5	— 600	— 848	— 31	— 37	5977

CAPÍTULO IV

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1917

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El estado núm. 1 nos pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidos, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Madrid (salida).....	0,5068349	0,5065733	0,5066512	0,5065973
Ciudad Real..	483	866	643	6103
Badajoz.....	165	537	316	5792
Don Benito.....	293	678	441	5908
Fuenteovejuna.....	541	925	703	6171
Cortegana.....	565	927	715	6187
Plasencia.....	101	490	236	5739
Madrid (cierre).....	332	712	474	5969

Estos valores conviene seleccionarlos, y para ello empezaremos por obtener los valores promedios de Madrid (salida) y Madrid (cierre).

AÑO 1917	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Madrid (promedio).....	0,5068340	0,5065722	0,5066493	0,5065971

Comparando en seguida este promedio con cada uno de los valores aislados obtenidos para desechar todos aquellos cuyas diferencias con sus promedios correspondientes exceden de 25×10^{-7}.

Los estados siguientes ponen de manifiesto estas diferencias que representaremos por v y los promedios correspondientes a los valores seleccionados.

Estación de Madrid (salida).

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
38	—	78	—	17	6510	8	5979
1	8339	19	5741	25	—	3	74
25	—	29	—	47	—	29	—
41	—	13	35	39	—	12	83
10	50	7	15	17	6510	4	75
15	25	11	11	14	6479	5	66
1	39	2	24	10	6503	3	74
8	32	8	30	0	6493	5	66
21	19	14	08	3	6496	15	56
12	52	13	35	5	6498	3	74
20	60	6	28	23	6516	13	84
13	53	0	22	58	—	29	—
Péndulo 47 = 8341		Péndulo 66 = 5725		Péndulo 46 = 6501		Péndulo 65 = 5973	

Estación de Madrid (cierre).

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
19	8321	10	5732	25	—	24	5947
6	34	14	5708	15	6478	3	68
11	29	24	5698	17	76	16	55
0	40	29	—	16	77	6	65
19	21	17	5705	12	81	2	69
17	23	22	5744	16	77	23	94
7	33	15	5707	26	—	1	72
8	32	6	5716	25	—	8	79
10	30	10	5712	17	76	4	67
2	42	19	5703	10	83	12	59
6	34	15	5707	28	—	0	71
1	41	1	5723	22	71	6	77
Péndulo 47 = 8332		Péndulo 66 = 5714		Péndulo 46 = 6477		Péndulo 65 = 5969	

El cuadro siguiente resume los dos anteriores, y del mismo se deducen los valores definitivos que debemos tomar para las duraciones de oscilación de los péndulos en Madrid.

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 65.	Péndulo 46.
Madrid (salida).....	0,5068341	0,5065725	0,5066501	0,5065973
Idem (cierre).....	8332	5714	6477	5969
Idem (promedio).....	0,5068336	0,5065719	0,5066489	0,5065971

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con los de cada uno de los otros en una estación cualquiera, comparadas con iguales diferencias obtenidas con las duraciones de oscilación de los mismos péndulos en las otras, muestran también si hubo o no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña diferencia entre las latitudes de Madrid y las estaciones observadas, hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlos comparables entre sí, por tanto, del estado número 1, en el cual se reemplazan los valores consignados para Madrid (salida) y Madrid (cierre) por los promedios definitivos obtenidos anteriormente, deduciremos el siguiente:

Diferencias entre las duraciones de oscilación de los péndulos.

Resumen.

Péndulos.	Madrid.	Ciudad Real.	Badajoz.	Don Benito.	Fuenteovejuna.	Cortegana.	Plasencia.
47-66	2617	2617	2628	2615	2616	2638	2611
47-46	1847	1840	1849	1852	1838	1850	1865
47-65	2365	2380	2373	2385	2370	2378	2362
66-46	770	777	779	763	778	788	746
66-65	252	237	255	230	246	260	249
46-65	518	540	524	533	532	528	497

El examen detenido del cuadro precedente nos conduce a un resultado bastante satisfactorio, puesto que las diferencias de las duraciones de oscilación entre cada dos péndulos no presenta ningún salto de importancia.

Si procedemos ahora con las estaciones observadas, análogamente a como hicimos al principio de este capítulo con Madrid (salida) y Ma-

drid (cierre) para seleccionar los valores de las duraciones de oscilación obtenidas, descartando todas aquellas cuyas diferencias con sus promedios correspondientes excedan de 25×10^{-7}, obtendremos el estado siguiente:

Estación de Ciudad Real.

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
7	8476	11	5877	2	6641	7	6110
5	88	6	72	7	36	1	102
32	—	20	86	17	60	31	—
15	68	10	56	7	36	7	096
6	77	2	64	19	24	31	—
1	82	11	55	11	54	2	105
16	67	5	61	2	41	2	101
4	87	9	57	7	36	24	079
3	86	6	72	24	67	6	109
0	83	8	58	5	48	18	121
5	88	1	67	10	33	3	100
—	—	—	—	—	—	—	—
Péndulo 47 = 8480		Péndulo 66 = 5866		Péndulo 46 = 6643		Péndulo 65 = 6103	

Estación de Badajoz.

v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	v	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
17	8182	10	5527	17	6333	2	5794
16	81	15	52	32	—	17	809
47	—	53	—	10	326	35	—
16	49	7	30	20	296	21	771
3	62	5	32	1	315	35	—
6	59	7	44	5	321	14	778
32	—	23	14	28	—	32	—
14	51	14	23	31	—	30	—
11	54	7	30	4	320	21	771
36	—	10	27	7	323	3	795
31	—	—	—	11	327	16	808
4	69	—	—	7	309	12	804
Péndulo 47 = 8163		Péndulo 66 = 5531		Péndulo 46 = 6319		Péndulo 65 = 5791	

Estación de Don Benito.

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
0	8293	14	5664	2	6443	14	5922
11	282	2	80	35	—	43	—
2	291	37	—	14	27	5	913
21	272	13	65	2	43	8	916
6	299	14	64	7	48	2	906
6	287	78	—	39	—	14	894
124	—	59	—	4	45	4	912
22	271	30	—	22	19	15	893
12	305	5	73	7	34	24	932
66	—	30	—	3	38	13	921
6	287	1	77	34	—	9	917
3	290	9	69	3	38	6	914
Péndulo 47 = 8288		Péndulo 66 = 5670		Péndulo 46 = 6437		Péndulo 65 = 5913	

Estación de Fuenteovejuna.

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
9	8550	7	5918	12	6715	25	—
25	—	11	36	12	691	9	6162
9	50	37	—	31	—	31	—
0	41	9	34	08	695	6	65
8	49	12	37	43	—	18	53
16	57	12	13	23	726	13	84
5	36	29	—	2	705	2	73
55	—	4	29	22	725	15	86
15	56	3	28	9	712	10	81
1	40	17	08	11	692	21	50
4	45	23	02	26	—	33	—
35	—	10	35	5	708	11	60
Péndulo 47 = 8547		Péndulo 66 = 5924		Péndulo 46 = 6708		Péndulo 65 = 6168	

Estación de Cortegana.

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
9	8574	9	5936	2	6713	2	6185
1	64	7	20	3	12	9	178
5	70	6	33	26	—	18	205
23	88	42	—	30	—	27	—
10	75	29	—	18	33	8	195
19	84	3	30	1	14	15	172
2	67	4	23	4	11	3	184
14	79	8	35	13	28	26	—
29	—	71	—	15	00	18	169
12	53	27	—	36	—	27	—
22	43	69	—	25	—	16	171
16	49	7	34	4	19	13	200
Péndulo 47 = 8568		Péndulo 66 = 5930		Péndulo 46 = 6716		Péndulo 65 = 6184	

Estación de Plasencia.

V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506	V	VALORES SELECCIONADOS — 0,506
36	—	5	5495	29	—	0	5739
32	—	6	496	8	6228	29	—
22	8079	8	498	23	13	8	31
30	—	12	502	15	21	15	24
14	8087	110	—	3	33	5	34
2	8099	34	—	4	32	29	—
29	—	24	514	8	44	15	24
14	8115	16	506	13	49	0	39
14	8115	8	498	9	45	4	35
22	8123	2	488	13	23	22	17
28	—	1	491	34	—	15	24
34	—	3	493	28	—	18	21
Péndulo 47 = 8103		Péndulo 66 = 5498		Péndulo 46 = 6232		Péndulo 65 = 5729	

INSTITUTO GEOGRAFICO - BIBLIOTECA

El resumen de todo lo dicho se compendia en el estado núm. 2, que en lo sucesivo reemplazará al señalado con el núm. 1.

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.
Ciudad Real	0,5068480	0,5065866	0,5066643	0,5066103
Badajoz	163	531	319	5791
Don Benito	288	670	437	5913
Fuenteovejuna	547	924	708	6168
Cortegana	568	930	716	6184
Plasencia	103	498	232	5729
Madrid (promedio)	336	719	489	5971

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Podemos formarnos idea de la precisión que puede esperarse de las observaciones hechas, calculando por separado los errores medios cometidos en las diversas operaciones de que se compone una determinación de esta clase, y englobando luego estos errores medios parciales para obtener el valor medio correspondiente al valor de **g** en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.° Estos errores medios se calculan por la fórmula

$$e = 10 - 7\sqrt{\frac{[vv]}{[n] - m}}$$

en la cual [vv] representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores; [n] el número total de observaciones, y m el de péndulos observados.

Para obtener los valores [vv] tendremos que empezar por obtener los vv y Σvv, que son respectivamente los cuadrados de las diferencias entre los valores seleccionados y su promedio y sumas correspondientes.

Procediendo análogamente a como se hizo en el capítulo II para la estación de Toledo, y aplicando idéntico cálculo para las observadas en la campaña de 1917, llegaremos a obtener las sumas de los cuadrados de sus errores correspondientes, los que agrupados por estaciones y por péndulos, se expresan en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 47.		Péndulo 66.		Péndulo 46.		Péndulo 65.		[vv]	[n]
	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n		
Madrid (salida)	1 536	9	1 085	10	973	8	651	10	4 245	37
Ciudad Real	564	10	989	11	1 627	11	1 052	9	4 232	41
Badajoz	1 159	8	2 287	10	975	9	1 776	8	6 197	35
Don Benito	1 031	10	256	7	692	9	1 343	11	3 322	37
Fuenteovejuna	413	9	1 472	10	1 401	9	1 432	9	4 718	37
Cortegana	1 694	11	235	7	612	8	1 393	9	3 934	35
Plasencia	1 536	6	523	10	1 182	9	548	10	3 789	35
Madrid (cierre)	590	12	1 905	11	91	8	1 603	12	4 189	43
[vv]	8 523		8 752		7 553		9 798		34 626	
[n]		75		76		71		78		300

Como **m** es igual a 4 en todas las estaciones y los valores de [**vv**] y [**n**] son los consignados en las columnas verticales del cuadro anterior, la aplicación de la fórmula indicada nos da:

Madrid (salida)	$e = \pm 11{,}3 \times 10^{-7}$
Ciudad Real	$e = \pm 10{,}7 \times 10^{-7}$
Badajoz	$e = \pm 14{,}1 \times 10^{-7}$
Don Benito	$e = \pm 10{,}0 \times 10^{-7}$
Fuenteovejuna	$e = \pm 12{,}0 \times 10^{-7}$
Cortegana	$e = \pm 11{,}3 \times 10^{-7}$
Plasencia	$e = \pm 11{,}0 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e = \pm 10{,}4 \times 10^{-7}$

y los valores del error del resultado medio

$$e_s = \pm \frac{1}{\sqrt{[n]}} e,$$

o sean

Madrid (salida)	$e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Ciudad Real	$e_s = \pm 1{,}7 \times 10^{-7}$
Badajoz	$e_s = \pm 2{,}4 \times 10^{-7}$
Don Benito	$e_s = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$
Fuenteovejuna	$e_s = \pm 2{,}0 \times 10^{-7}$
Cortegana	$e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Plasencia	$e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_s = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$

Los valores de **e** y e_s en Madrid (promedio) serán:

$$e = \sqrt{\frac{4245 + 4189}{37 + 43 - 8}} = \sqrt{\frac{8434}{72}} = 10{,}8 \times 10^{-7}$$

$$e_s = \pm \frac{1}{\sqrt{80}} \times 10{,}8 = 1{,}2 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores de cada péndulo en el conjunto de la campaña nos valdremos de la misma fórmula; pero entonces **m** será el número de estaciones observadas y los valores de [**vv**] y de [**n**], los que pueden verse en las líneas horizontales del cuadro precedente.

Su aplicación da los valores siguientes:

Péndulo 47..... $e_{P.\ 47} = 10^{-7} \sqrt{\frac{8523}{75 - 8}} = 11{,}3 \times 10^{-7}$

Péndulo 66..... $e_{P.\ 66} = 10^{-7} \sqrt{\frac{8752}{76 - 8}} = 11{,}3 \times 10^{-7}$

Péndulo 46..... $e_{P.\ 46} = 10^{-7} \sqrt{\frac{7553}{71 - 8}} = 11{,}0 \times 10^{-7}$

Péndulo 65..... $e_{P.\ 65} = 10^{-7} \sqrt{\frac{9798}{78 - 8}} = 11{,}8 \times 10^{-7}$

y el error medio general a todos los péndulos

$$e'_{P.} = 10-7\sqrt{\frac{34626}{300-32}} = 11{,}4 \times 10-7$$

2.° La inspección de los estados H, I, J, K, L, M, N y P nos demuestra la pequeñez de la corrección por esta causa y, por tanto, los errores que de aquí pueden provenir son tan insignificantes, que no hay para qué tenerlos en cuenta. Por tanto, admitiremos que los errores cometidos por esta observación son nulos.

3.° Para determinar los que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío, tendremos que tener en cuenta los que proceden de esta determinación previa, y son los siguientes:

Péndulo 47..... $(654{,}1 \pm 17) \times 10-7$
Péndulo 66..... $(678{,}8 \pm 18) \times 10-7$
Péndulo 46..... $(652{,}9 \pm 8) \times 10-7$
Péndulo 65..... $(688{,}5 \pm 13) \times 10-7$

Su promedio es 668,575 y el valor del error medio de la media de las constantes por reducción al vacío será:

$$\sqrt{\frac{17^2 + 18^2 + 8^2 + 13^2}{4}} = 14{,}5$$

y el error que buscamos será por tanto $\pm \frac{14{,}5}{668{,}573} = 0{,}0217$ de la constante.

El estado siguiente nos da los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diversas estaciones y los valores [Δ] entre los de Madrid (promedio) y las restantes estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO					
	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida).....	589	611	588	620	602	—
Ciudad Real.....	577	598	575	606	589	1
Badajoz.....	602	625	600	633	615	25
Don Benito.....	588	610	586	618	600	10
Fuenteovejuna.....	569	590	568	598	581	9
Cortegana.....	562	583	561	591	574	16
Plasencia.....	574	595	573	602	586	4
Madrid (cierre).....	564	590	563	598	579	—
Madrid (promedio).....	576	600	575	603	590	—

De los valores [Δ] y del $\pm 0{,}0217$, obtenido anteriormente, deduciremos los errores correspondientes a la reducción al vacío:

Ciudad Real..... $e_d = 1 \times 0{,}0217 \times 10^{-7} = \pm 0{,}0 \times 10^{-7}$
Badajoz..... $e_d = 25 \times 0{,}0217 \times 10^{-7} = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Don Benito..... $e_d = 10 \times 0{,}0217 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Fuenteovejuna..... $e_d = 9 \times 0{,}0217 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Cortegana..... $e_d = 16 \times 0{,}0217 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Plasencia..... $e_d = 4 \times 0{,}0217 \times 10^{-7} = \pm 0{,}1 \times 10^{-7}$

4.° Análogamente se deducen los correspondientes a la reducción por temperatura, empezando por obtener los que proceden de la inseguridad en la determinación de las constantes:

Péndulo 47..... $(48{,}61 \pm 0{,}13) \times 10^{-7}$
Péndulo 66..... $(47{,}99 \pm 0{,}13) \times 10^{-7}$
Péndulo 46..... $(47{,}90 \pm 0{,}25) \times 10^{-7}$
Péndulo 65..... $(43{,}48 \pm 0{,}40) \times 10^{-7}$

Su promedio es 46,995 y el valor del error medio de la media de la constante por reducción de temperatura es

$$10^{-7} \times \sqrt{\frac{0{,}13^2 + 0{,}13^2 + 0{,}25^2 + 0{,}40^2}{4}} = 0{,}2532$$

y la relación entre este error y la constante media $\pm \frac{0{,}2532}{46{,}995} = \pm 0{,}0054$.

Un estado análogo al del párrafo anterior nos dará los valores de [Δ].

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS POR REDUCCIÓN DE TEMPERATURA					
	Péndulo 47.	Péndulo 66.	Péndulo 46.	Péndulo 65.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida).....	437	436	427	393	423	—
Ciudad Real.....	722	714	718	654	702	5
Badajoz.....	879	867	881	803	857	160
Don Benito.....	1 030	1 017	1 019	929	999	302
Fuenteovejuna.....	958	948	947	850	926	229
Cortegana.....	1 056	1 058	1 040	965	1 030	333
Plasencia.....	1 217	1 204	1 199	1 094	1 178	481
Madrid (cierre).....	1 038	952	1 023	869	970	—
Madrid (promedio).....	737	694	725	631	697	—

y para los e_t

Ciudad Real..... $e_t = 5 \times 0{,}0054 = 0{,}0 \times 10^{-7}$
Badajoz..... $e_t = 160 \times 0{,}0054 = 0{,}9 \times 10^{-7}$
Don Benito..... $e_t = 302 \times 0{,}0054 = 1{,}8 \times 10^{-7}$
Fuenteovejuna..... $e_t = 229 \times 0{,}0054 = 1{,}2 \times 10^{-7}$
Cortegana..... $e_t = 333 \times 0{,}0054 = 1{,}8 \times 10^{-7}$
Plasencia..... $e_t = 481 \times 0{,}0054 = 2{,}6 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación a consecuencia de los Σ_m cometidos en las determinaciones de la hora, se calcularán por la fórmula

$$e_m = \pm a\, s\, \Sigma_m,$$

en la cual

$a = \frac{10+7}{86400}$,

s = promedio de las duraciones de oscilación de todos los péndulos observados en cada estación,

Σ_m = a los errores medios del conjunto de las determinaciones de hora de cada estación y que anteriormente calculamos.

El estado siguiente muestra los valores de a, s, Σ_m y los que resultan para e_m.

ESTACIONES	a	s	Σ_m	e_m
Madrid (salida)	$\frac{10+7}{86400}$	0,5066635	0,05	$2,9 \times 10-7$
Ciudad Real		773	0,10	$5,9 \times 10-7$
Badajoz		451	0,09	$5,3 \times 10-7$
Don Benito		577	0,07	$4,1 \times 10-7$
Fuenteovejuna		837	0,09	$5,3 \times 10-7$
Cortegana		849	0,12	$7,0 \times 10-7$
Plasencia		390	0,07	$4,1 \times 10-7$
Madrid (cierre)		623	0,04	$2,3 \times 10-7$

6.° Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sostén fueron calculados aisladamente en cada una de las estaciones.

Resumiendo los resultados obtenidos tendremos:

ESTACIONES	Péndulos 46 y 47.	Péndulos 65 y 66.	Promedios.
Madrid (salida)	0,6	0,5	0,55
Ciudad Real	0,4	0,9	0,65
Badajoz	0,3	0,4	0,35
Don Benito	0,6	0,6	0,60
Fuenteovejuna	0,7	0,3	0,50
Cortegana	0,6	0,3	0,45
Plasencia	0,3	0,3	0,30
Madrid (cierre)	0,6	0,0	0,30

Cálculo de los errores que afectan a las duraciones de oscilación reducidas.

Resumiendo los diversos errores parciales cometidos en las distintas determinaciones, obtenemos el siguiente estado:

ERRORES	Ciudad Real.		Badajoz.		Don Benito.		Fuenteovejuna.		Cortegana.		Plasencia.	
e_s^2 Madrid.....	$1,2^2$	1,44	$1,2^2$	1,44	$1,2^2$	1,44	$1,2^2$	1,44	$1,2^2$	1,44	$1,2^2$	1,44
e_s^2 Estación observada .	$1,7^2$	2,89	$2,4^2$	5,76	$1,6^2$	2,56	$2,0^2$	4,00	$1,9^2$	3,61	$1,9^2$	3,61
e_a^2.....	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00	$0,0^2$	0,00
e_d^2.....	$0,0^2$	0,00	$0,5^2$	0,25	$0,2^2$	0,04	$0,2^2$	0,04	$0,3^2$	0,09	$0,1^2$	0,01
e_t^2.....	$0,0^2$	0,00	$0,9^2$	0,81	$1,8^2$	3,24	$1,2^2$	1,44	$1,8^2$	3,24	$2,6^2$	6,76
e_m^2.....	$5,9^2$	34,81	$5,3^2$	28,09	$4,1^2$	16,81	$5,3^2$	28,09	$7,0^2$	49,00	$4,1^2$	16,81
e_b^2.....	0,7	0,49	0,4	0,16	0,6	0,36	0,5	0,25	0,5	0,25	0,3	0,09
Sumas totales.....		39,63		36,51		24,45		35,26		57,63		28,72

Ahora bien; el error medio total de cada estación, con relación a Madrid, será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los errores de estación más el de la duración correspondiente a la estación de Madrid, lo que se expresa por la siguiente fórmula:

$$E = \sqrt{e_s^2\,(\text{Madrid}) + e_s^2\,(\text{estación observada}) + e_a^2 + e_d^2 + e_t^2 + e_m^2 + e_b^2}$$

la cual, aplicada a las diversas estaciones observadas nos da:

Ciudad Real..... $E = \sqrt{39,63} = 6,3 \times 10^{-7}$
Badajoz..... $E = \sqrt{36,51} = 6,0 \times 10^{-7}$
Don Benito..... $E = \sqrt{24,45} = 4,9 \times 10^{-7}$
Fuenteovejuna..... $E = \sqrt{35,26} = 5,9 \times 10^{-7}$
Cortegana..... $E = \sqrt{57,63} = 7,6 \times 10^{-7}$
Plasencia..... $E = \sqrt{28,72} = 5,4 \times 10^{-7}$

Los errores correspondientes a los valores de **g**, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2g_m}{s_m} E = \pm \frac{2 \times 9,79981}{0,5066629} = \pm 38,684,$$

en la cual, por g_m se representa el valor de la gravedad en Madrid $= 9,79981$; por s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de la oscilación en las estaciones de Madrid (salida) y Madrid (cierre), y por **E** los valores deducidos anteriormente.

Su aplicación nos conduce a los valores siguientes:

Ciudad Real..... $E_g = \pm 38,684 \times 6,3 = \pm 2,4 \times 10^{-5}$
Badajoz..... $E_g = \pm 38,684 \times 6,0 = \pm 2,3 \times 10^{-5}$
Don Benito..... $E_g = \pm 38,684 \times 4,9 = \pm 1,9 \times 10^{-5}$
Fuenteovejuna..... $E_g = \pm 38,684 \times 5,9 = \pm 2,3 \times 10^{-5}$
Cortegana..... $E_g = \pm 38,684 \times 7,6 = \pm 2,9 \times 10^{-5}$
Plasencia..... $E_g = \pm 38,684 \times 5,4 = \pm 2,1 \times 10^{-5}$

CAPÍTULO V

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

CAMPAÑAS DE 1915 Y 1917

Los valores de g en las diversas estaciones observadas han sido calculados por medio de la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m} + 3g_m \left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la cual se toma para valor de la gravedad en Madrid

$$g_m = 979{,}981 \text{ cm}$$

y para s_m los valores promedios de las estaciones de Madrid (salida) Madrid (cierre) correspondientes a los años 1915 y 1917 *(véanse* páginas).

Los resultados obtenidos por la aplicación de la citada fórmula se exponen en el siguiente cuadro:

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. PROMEDIOS
1915	Toledo	105	980,020	980,015
		106	028	
		107	017	
		47	010	
		66	017	
		46	007	
		65	006	
	Cuenca	104	979,900	979,899
		107	905	
		47	902	
		66	899	
		46	896	
		65	892	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
	Teruel	104	979,924	979,925
		105	926	
		106	939	
		107	929	
		47	921	
		66	922	
		46	923	
		65	919	
1915	Daroca	104	980,042	980,038
		105	038	
		106	047	
		107	035	
		47	032	
		66	042	
		46	032	
		65	035	
	Soria	104	980,040	980,040
		105	036	
		106	045	
		47	038	
		66	043	
		46	038	
		65	039	
	Ciudad Real	47	979,925	979,925
		66	924	
		46	921	
		65	929	
	Badajoz	47	980,048	980,050
		66	054	
		46	047	
		65	051	
1917	Don Benito	47	979,999	980,001
		66	980,003	
		46	001	
		65	003	
	Fuenteovejuna	47	979,899	979,900
		66	902	
		46	896	
		65	905	
	Cortegana	47	979,891	979,895
		66	899	
		46	893	
		65	899	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1917	Plasencia	47	980,071	980,073
		66	067	
		46	080	
		65	074	

Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad.

Toledo	$g = 980{,}015 \pm 0{,}0016$ cm.
Cuenca	$g = 979{,}899 \pm 0{,}0029$
Teruel	$g = 979{,}925 \pm 0{,}0027$
Daroca	$g = 980{,}038 \pm 0{,}0024$
Soria	$g = 980{,}040 \pm 0{,}0024$
Ciudad Real	$g = 979{,}925 \pm 0{,}0024$
Badajoz	$g = 980{,}050 \pm 0{,}0023$
Don Benito	$g = 980{,}001 \pm 0{,}0019$
Fuenteovejuna	$g = 979{,}900 \pm 0{,}0023$
Cortegana	$g = 979{,}895 \pm 0{,}0029$
Plasencia	$g = 980{,}073 \pm 0{,}0021$

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por la fórmula

$$g_o'' = g + \delta g + \delta' g,$$

siendo

$$\delta g = 0{,}0003086\,H \qquad \text{y} \qquad \delta' g = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} \times (g - g_o),$$

en las cuales representan:

$$g_o = g + \delta g.$$

H, altitud sobre el nivel del mar del centro de la lenteja de los pendulos.

θ_m, densidad media de la Tierra, igual a 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

El cuadro siguiente nos representa el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos.

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta' g$
Toledo	980,015	520	2,2	+ 0,160	— 0,048
Cuenca	979,899	919	2,1	+ 0,284	— 0,081
Teruel	979,925	908	2,1	+ 0,280	— 0,080
Daroca	980,038	770	2,3	+ 0,238	— 0,074
Soria	980,040	1 061	2,1	+ 0,327	— 0,093
Ciudad Real	979,925	628	2,1	+ 0,194	— 0,055
Badajoz	980,050	188	2,1	+ 0,058	— 0,017
Don Benito	980,001	283	2,0	+ 0,087	— 0,024
Fuenteovejuna	979,900	619	2,3	+ 0,190	— 0,059
Cortegana	979,895	765	2,3	+ 0,236	— 0,074
Plasencia	980,073	369	2,3	+ 0,114	— 0,036

De los cuales deduciremos los valores g_o y g''_o, que serán, respectivamente:

ESTACIONES	g_o	g''_o
Toledo	980,175	980,127
Cuenca	980,183	980,102
Teruel	980,205	980,125
Daroca	980,276	980,202
Soria	980,367	980,274
Ciudad Real	980,119	980,054
Badajoz	980,108	980,091
Don Benito	980,088	980,064
Fuenteovejuna	980,090	980,031
Cortegana	980,131	980,057
Plasencia	980,187	980,151

El cálculo de los valores teóricos de **g**, que representaremos por γ_o lo haremos por la fórmula de Helmert del año 1915:

$$\gamma_o = 978{,}052\,(1 + 0{,}005285\,\mathrm{sen}^2\varphi - 0{,}000007\,\mathrm{sen}^2 2\varphi).$$

Los valores de φ y los deducidos para γ_o se manifiestan en el cuadro siguiente:

ESTACIONES	φ	γ_o
Toledo	39° 51,4′	980,168
Cuenca	40 4,6	980,188
Teruel	40 20,6	980,221
Daroca	41 6,9	980,280
Soria	41 46,1	980,339
Ciudad Real	38 59,2	980,091
Badajoz	38 52,7	980,082
Don Benito	38 55,5	980,085
Fuenteovejuna	38 16,1	980,028
Cortegana	37 54,5	979,996
Plasencia	40 2,0	980,184

Finalmente, en el siguiente se resumen todos estos valores y se expresan las diferencias $(g''_o - \gamma_o)$ y $(g_o - \gamma_o)$.

Resumen de los valores obtenidos en las campañas de 1915 y 1917.

ESTACIONES	LONGITUD A PARTIR DE GREENWICH	LATITUD	ALTITUD	Densidad de terreno...	GRAVEDAD OBSERVADA — g	g_0	g_0''	γ_0	$g_0'' - \gamma_0$	$g_0 - \gamma_0$
	° ′	° ′	m.		cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Toledo	4 1,5 W.	39 51,4	520	2,2	980,015	980,175	980,127	980,168	— 0,041	+ 0,007
Cuenca	2 7,9 W.	40 4,6	919	2,1	979,899	980,183	980,102	980,188	— 0,086	— 0,005
Teruel	1 6,6 W.	40 26,6	908	2,1	979,925	980,205	980,125	980,221	— 0,096	— 0,016
Daroca	1 25,0 W.	41 6,9	770	2,3	980,038	980,276	980,202	980,280	— 0,078	— 0,004
Soria	2 28,0 W.	41 46,1	1 061	2,1	980,040	980,367	980,274	980,339	— 0,065	+ 0,028
Ciudad Real	3 55,9 W.	38 59,2	628	2,1	979,925	980,119	980,064	980,091	— 0,027	+ 0,028
Badajoz	6 58,3 W.	38 52,7	188	2,1	980,050	980,108	980,091	980,082	+ 0,009	+ 0,026
Don Benito	5 51,3 W.	38 55,5	283	2,0	980,001	980,088	980,064	980,085	— 0,021	+ 0,003
Fuenteovejuna	5 27,3 W.	38 16,1	616	2,3	979,900	980,090	980,031	980,028	+ 0,003	+ 0,062
Cortegana	6 47,3 W.	37 54,5	765	2,3	979,895	980,131	980,057	979,996	+ 0,061	+ 0,135
Plasencia	6 3,3 W.	40 2,2	369	2,3	980,073	980,187	980,151	980,184	— 0,033	+ 0,003

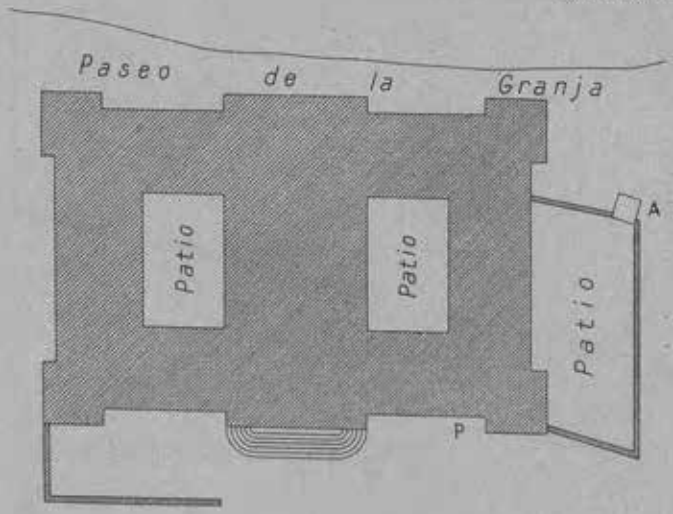
ÍNDICE

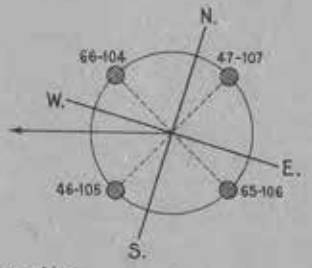
	Páginas
Introducción.....	
Capítulo primero.—Resultados de las observaciones de la campaña de 1915.....	4
Capítulo segundo.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1915.....	7
	47
Capítulo tercero.—Resultados de las observaciones de la campaña de 1917.....	63
Capítulo cuarto.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1917.....	95
Capítulo quinto.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad.....	109

TOLEDO

Instalación del Péndulo en la Diputación Provincial

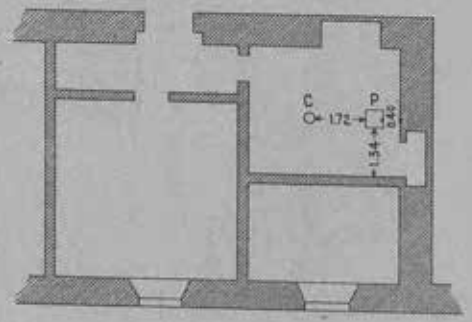
Escala de 1:1000

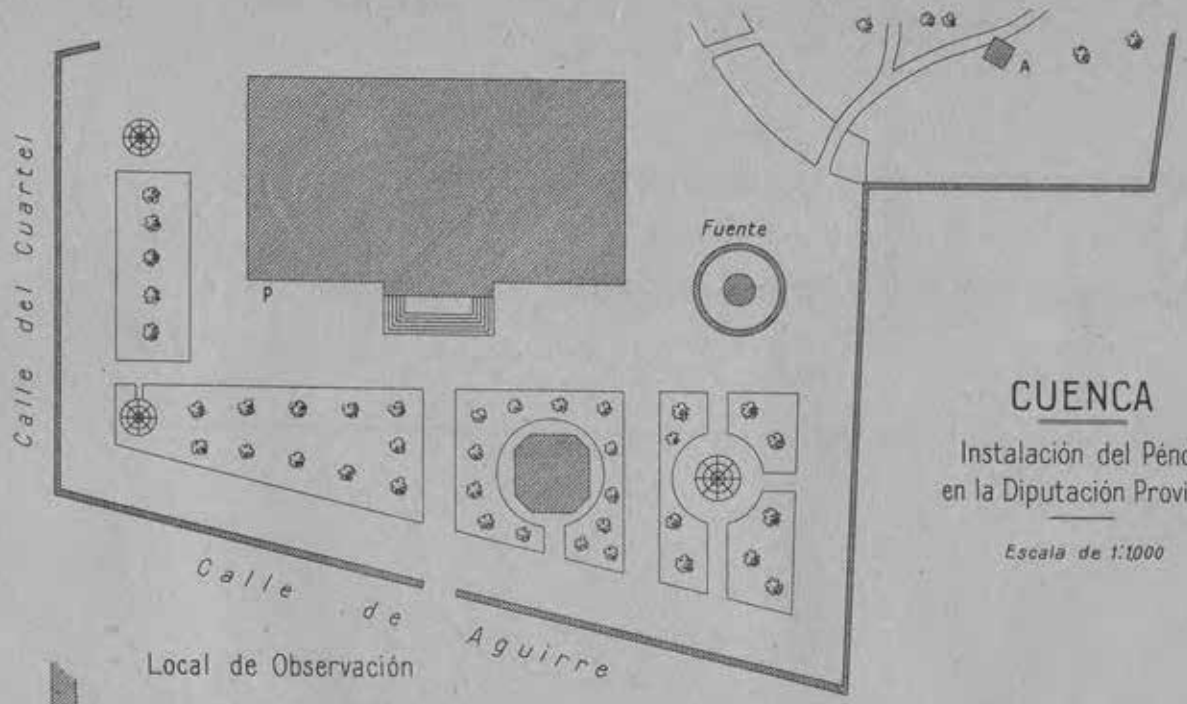




Detalle

Escala de 1:200



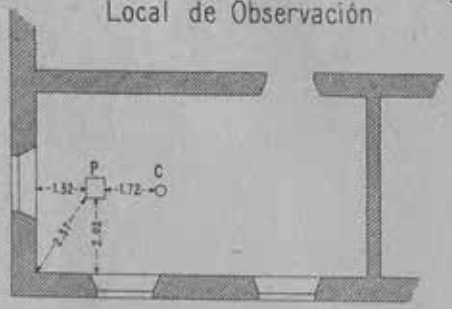


CUENCA

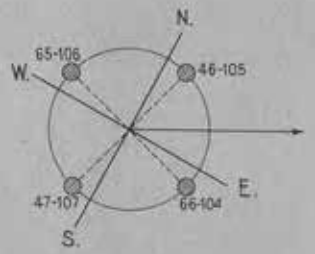
Instalación del Péndulo en la Diputación Provincial

Escala de 1:1000

Local de Observación



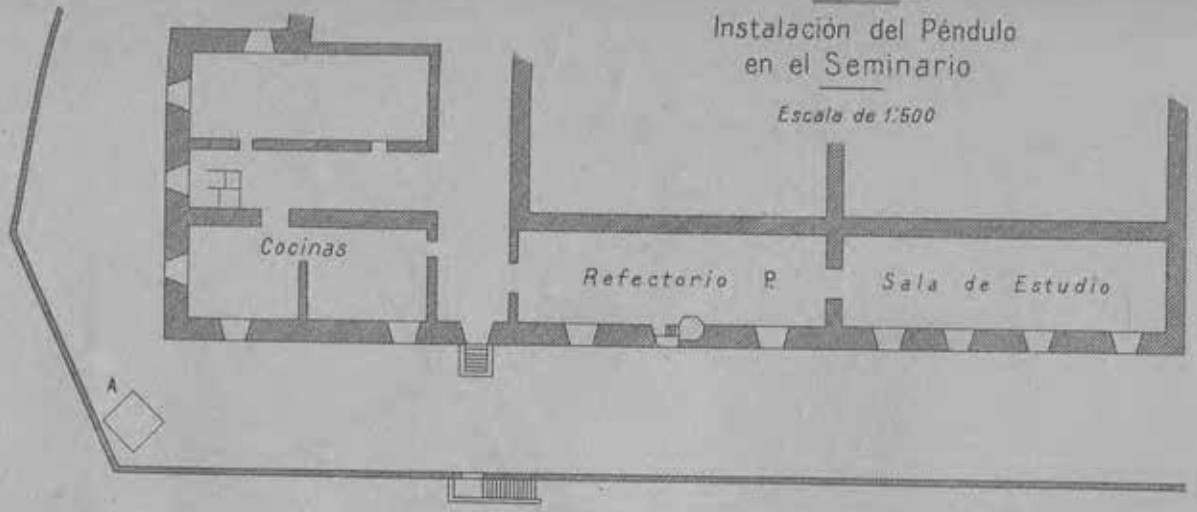
Escala de 1:200



TERUEL

Instalación del Péndulo en el Seminario

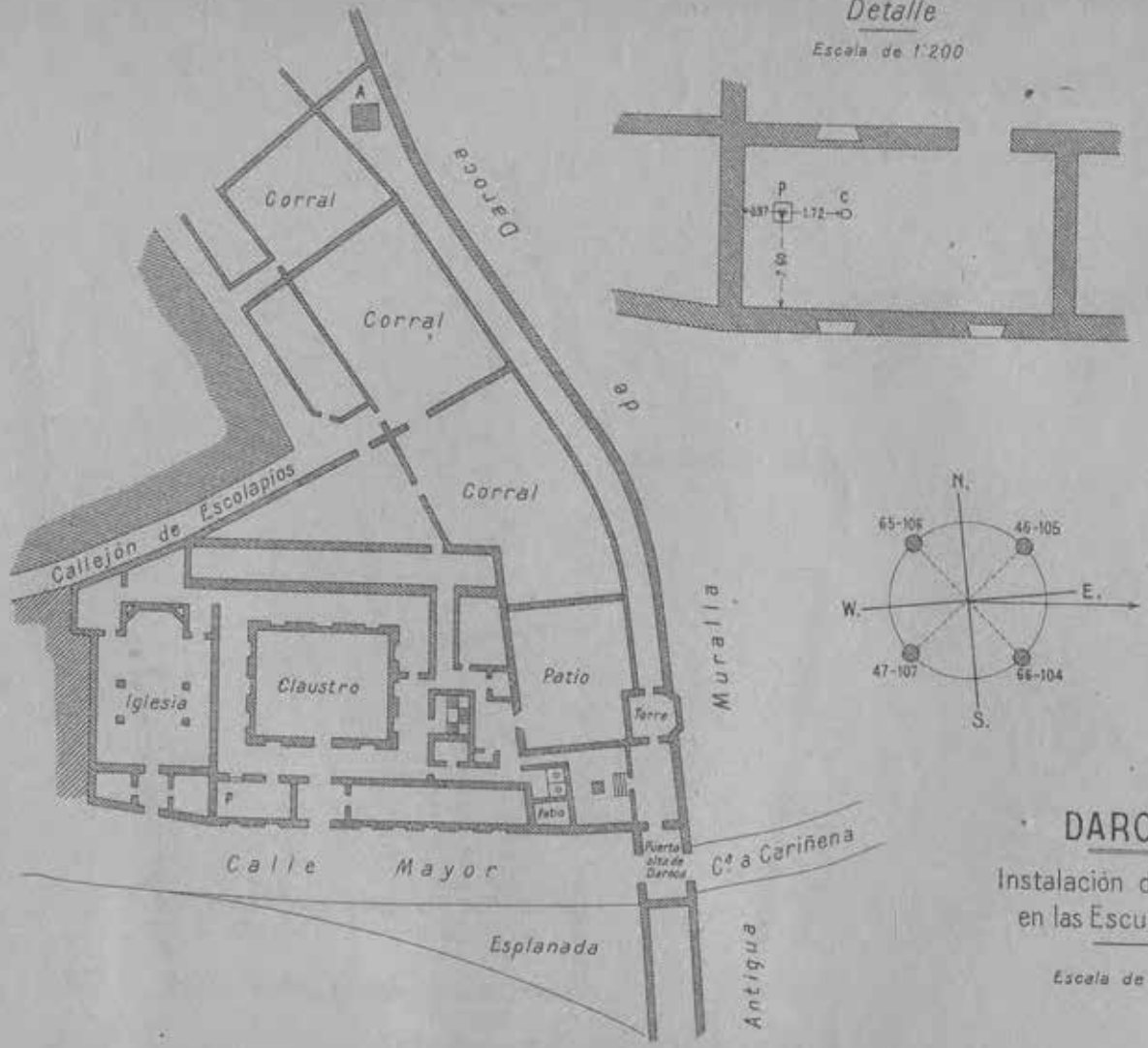
Escala de 1:500



Local de Observaciones

Escala de 1:200





DAROCA

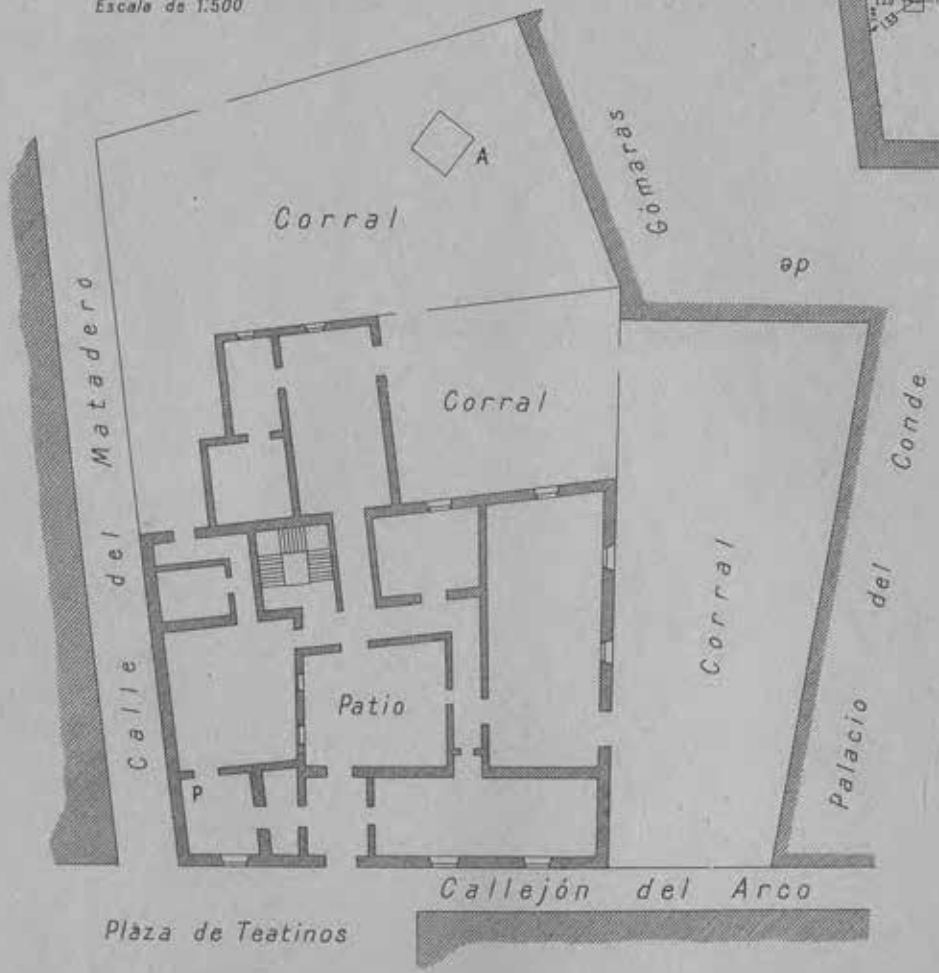
Instalación del Péndulo en las Escuelas Pias

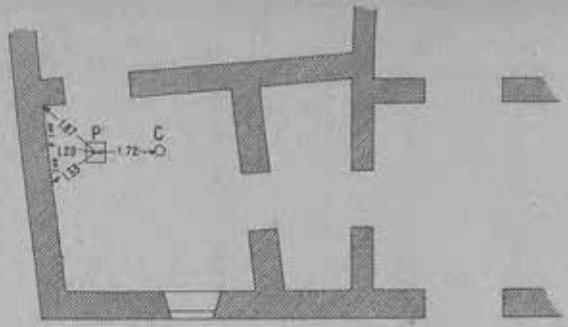
Escala de 1:800

SORIA

Instalación del Péndulo
en una casa de
la Plaza de Teatinos

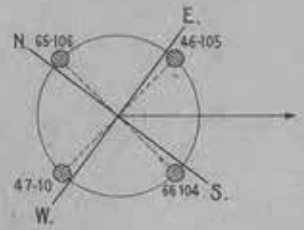
Escala de 1:500





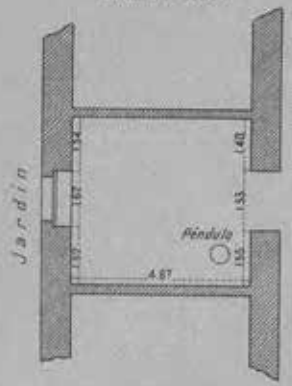
Detalle

Escala de 1:200

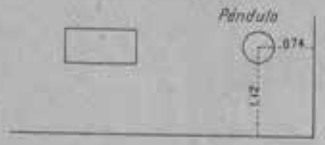


DETALLES

Escala de 1:200



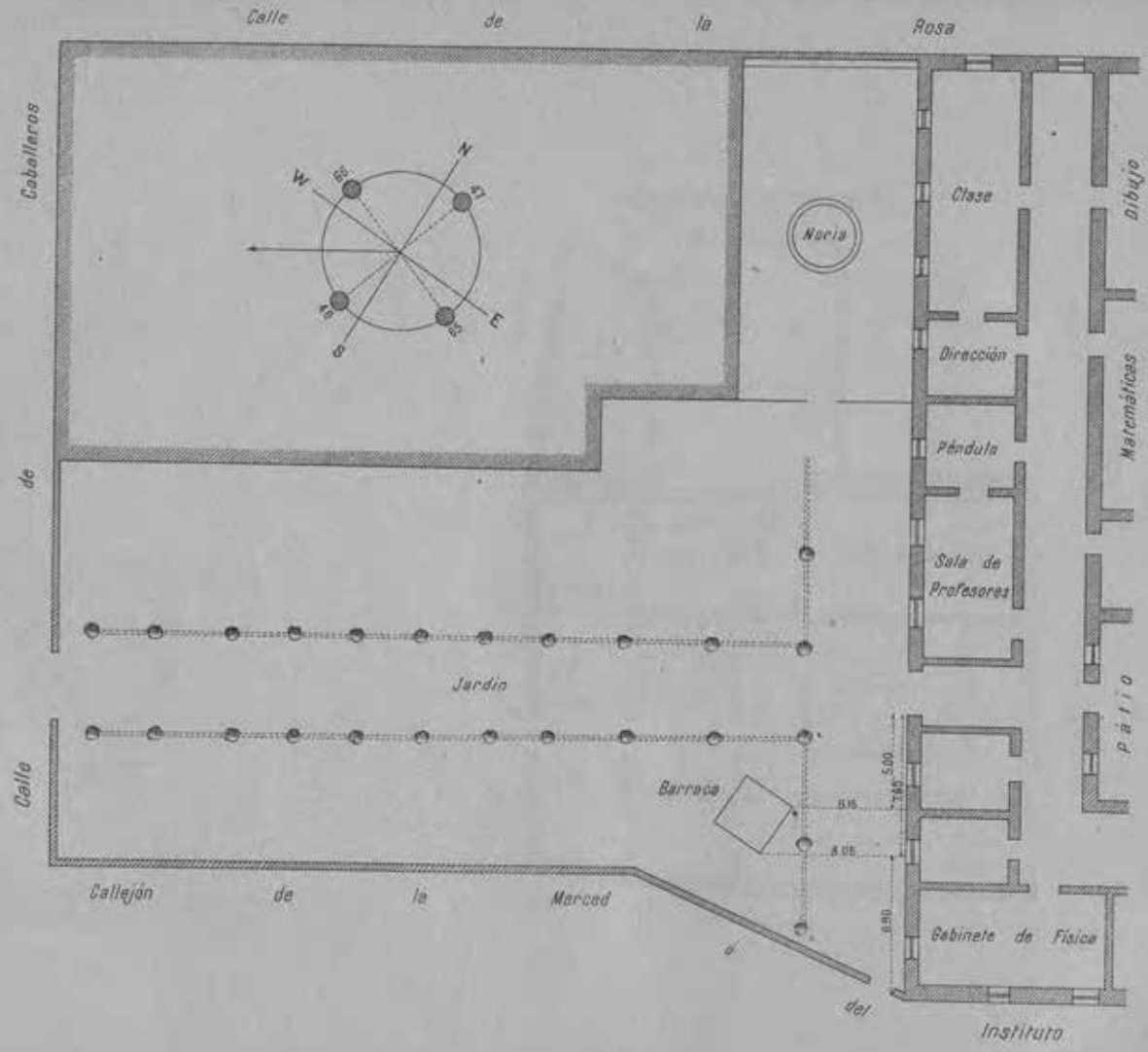
Escala de 1:100



CIUDAD REAL

Instalación del péndulo en el Instituto General y Técnico

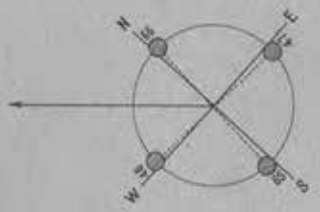
Escala de 1:400



BADAJÓZ

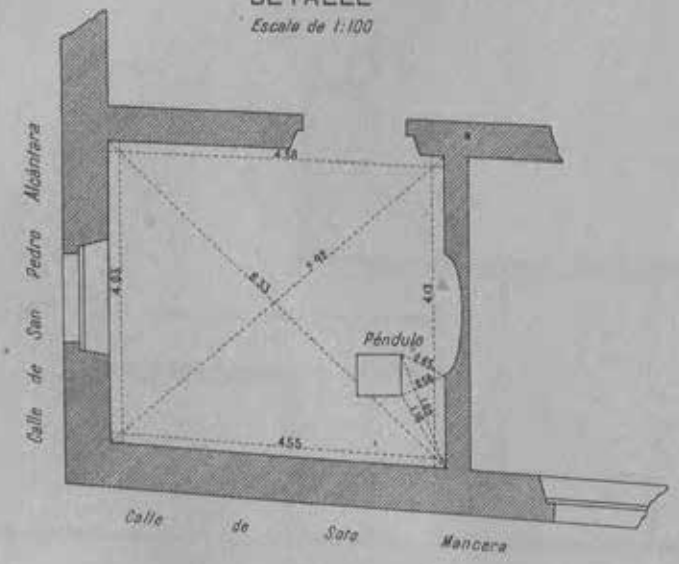
Instalación del péndulo en la Escuela municipal de Artes y Oficios

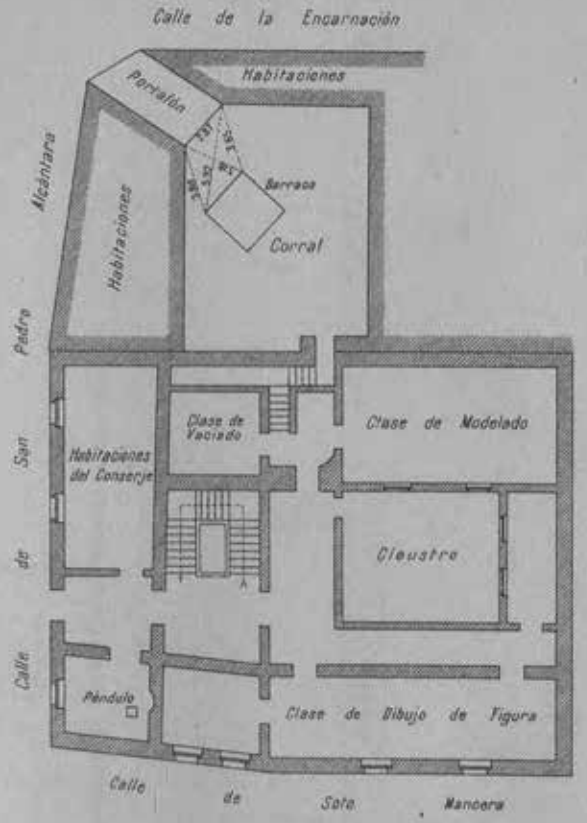
Escala de 1:400



DETALLE

Escala de 1:100



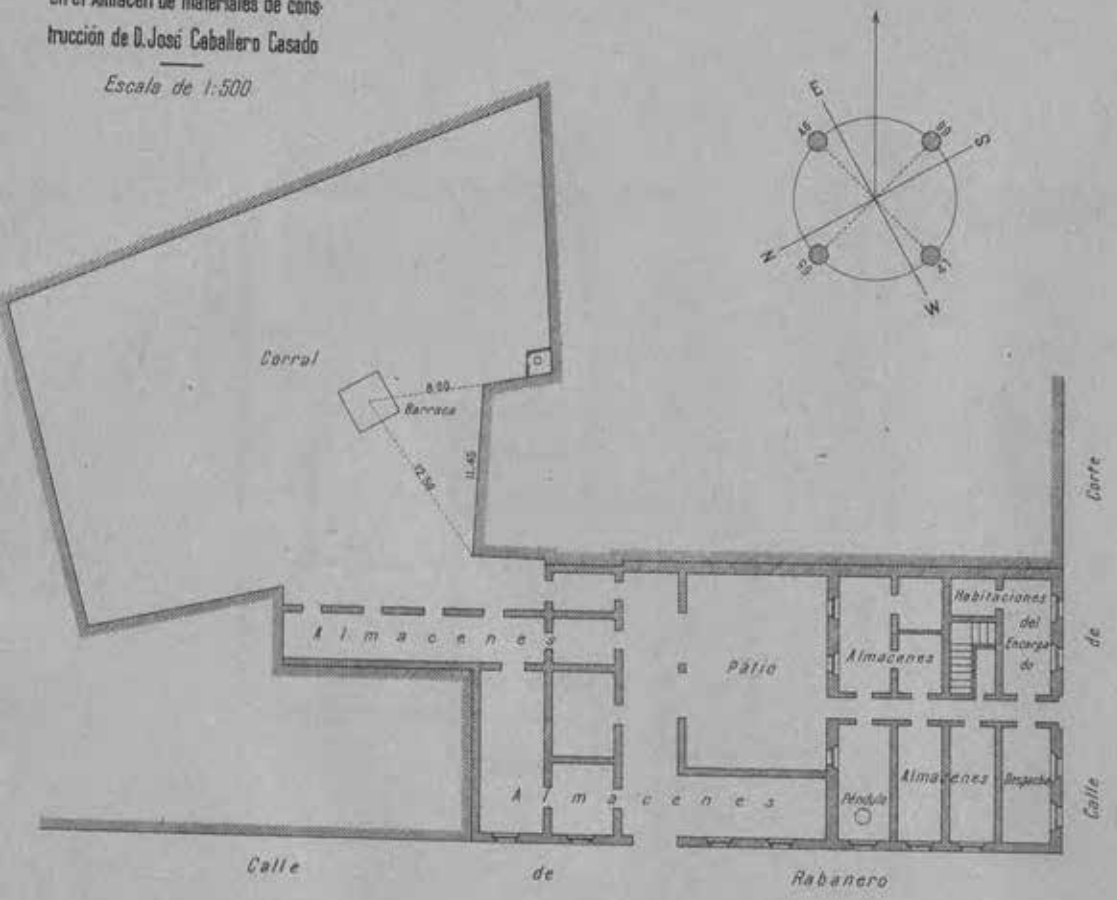


DON BENITO

Instalación del péndulo

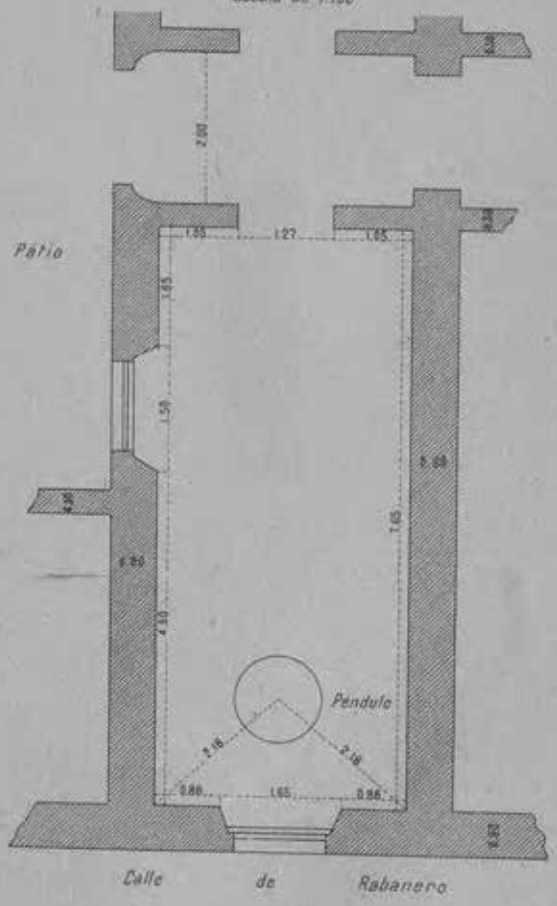
en el Almacén de materiales de construcción de D. José Caballero Casado

Escala de 1:500



DETALLE

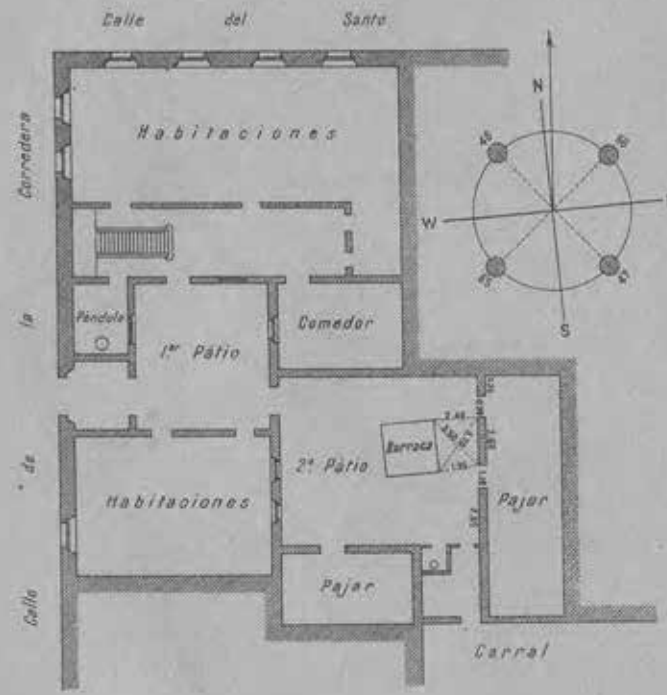
Escala de 1:100



FUENTE-OVEJUNA

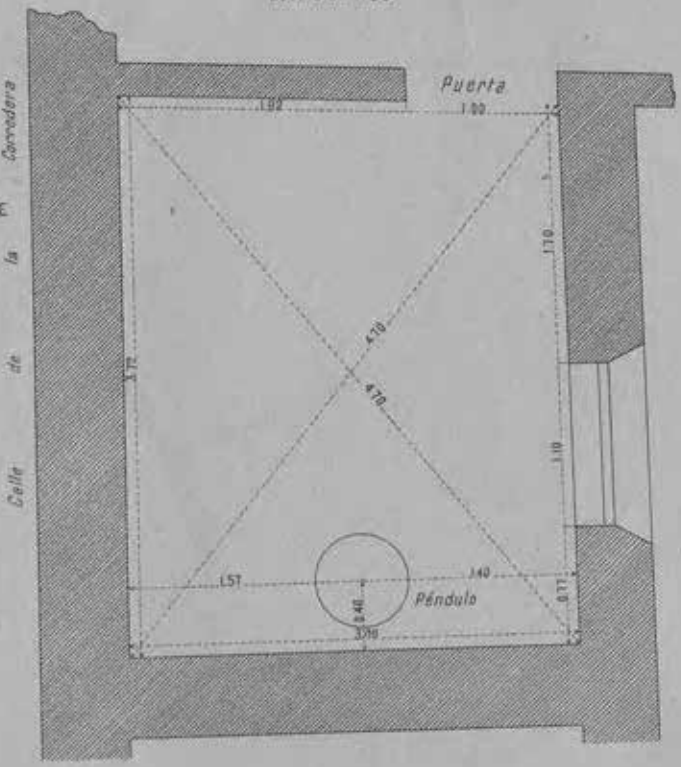
Instalación del péndulo en la casa de D. Antonio Montenegro

Escala de 1:400



DETALLE

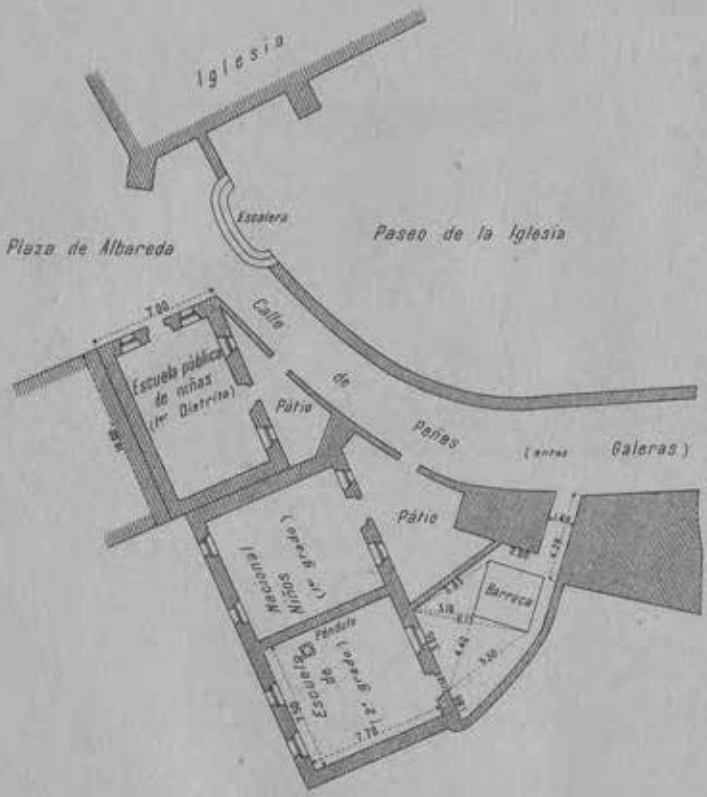
Escala de 1:50

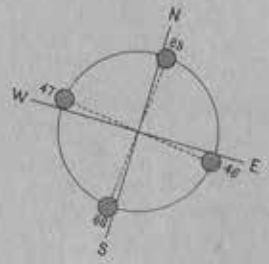


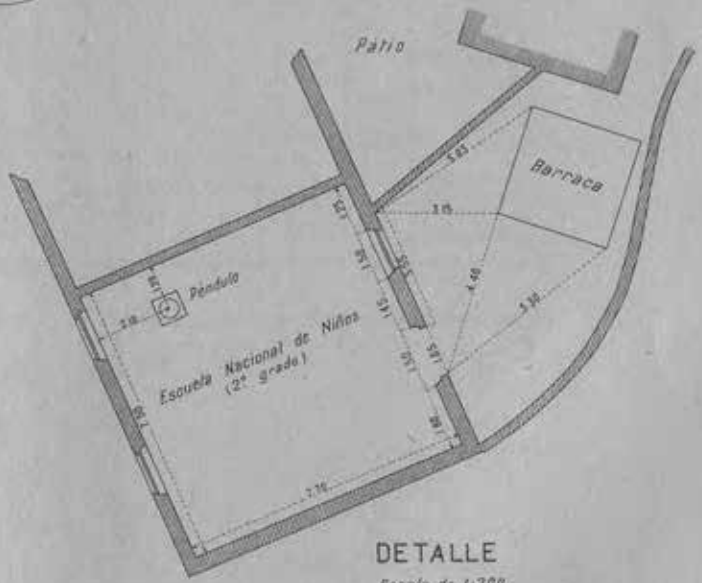
CORTEGANA

Instalación del péndulo en la Escuela Nacional de Niños

Escala de 1:400

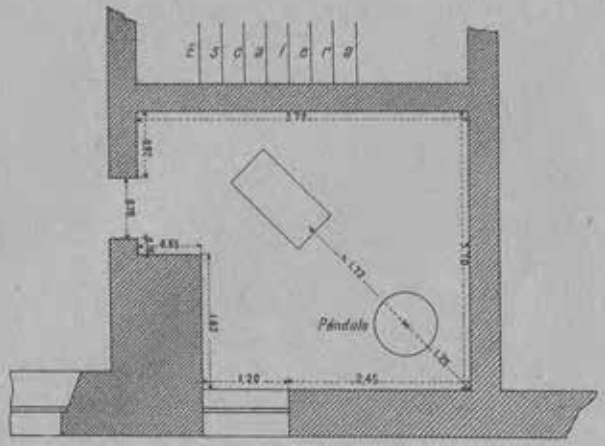






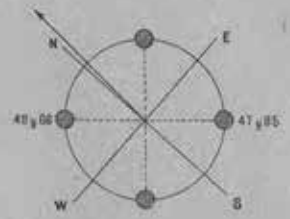
DETALLE

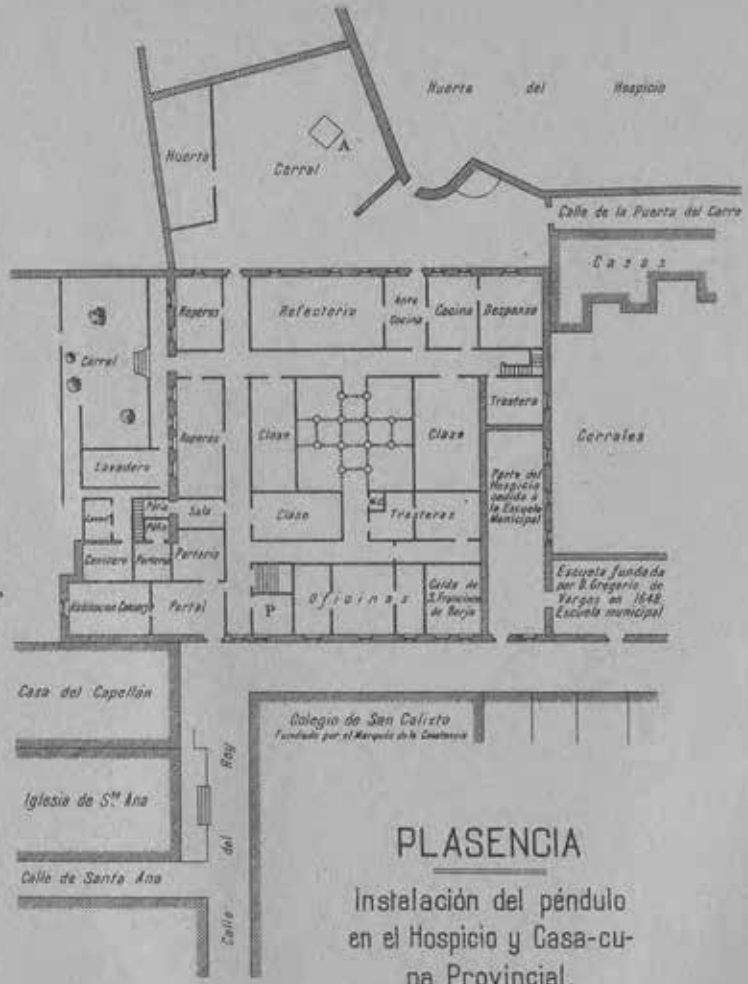
Escala de 1:200



DETALLE

Escala de 1:100





PLASENCIA

Instalación del péndulo en el Hospicio y Casa-cuna Provincial.

Escala de 1:1000

DETERMINACIONES RELATIVAS

DE LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

VII

DETERMINACIONES RELATIVAS
DE LA
INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

POR

DON GUILLERMO SANS Y HUELIN

CAPITÁN DE ARTILLERÍA E INGENIERO GEÓGRAFO



MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO
—
1921

MEMORIAS

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y ESTADÍSTICO

TOMO XIV

Y DE

DETERMINACIONES RELATIVAS

A LA

INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD

EN

DON GUILLERMO ZAHN Y NUÑEZ

MADRID

1904

INTRODUCCIÓN

Durante los años 1916 y 1918 estuve encargado de realizar las observaciones conducentes a la determinación relativa de la fuerza de la gravedad en catorce estaciones, repartidas en distintas zonas de la Península. En la campaña de 1916 estacioné en Sigüenza, Alcañiz, Lérida, Barbastro, Zaragoza y Aranda de Duero. Y en la de 1918, en Sevilla, Écija, Andújar, Baza, Lorca, Cieza, Albacete y Alcázar de San Juan. A las anteriores observaciones hay que agregar las efectuadas en el Observatorio Astronómico, al principio y al fin de cada una de las campañas, como la aplicación del método de relativas exige.

Obtenidos y reunidos todos los datos necesarios, se efectuó posteriormente el cálculo de las reducciones y el de los valores de g, averiguando la precisión alcanzada en éstos por medio del cálculo de errores, siendo el fin de la presente *Memoria* la exposición de todos los resultados.

Tanto en la recopilación de los datos de campo como en el ulterior trabajo de gabinete, me prestó su valiosa cooperación el culto Topógrafo D. Santiago Espuñes, en su calidad de Auxiliar de la Brigada.

Aparatos y constantes de los mismos.

1.º Los aparatos empleados por nosotros en esta campaña fueron:

Aparato de péndulos, modelo Sterneck.
Péndulos números 104, 105, 106 y 107.
Aparato de coincidencias.
Reloj Strasser 0,5 segundos, núm. 278.
Cronógrafo Hipp.
Anteojo de pasos Repsold, núm. 2.
Termómetro péndulo, núm. 19640.
Barómetro Tonnelot, núm. 964.
Psicrómetro.

2.° Las constantes de presión correspondientes a los citados péndulos son:

Péndulo	104	$\lambda = 0{,}0000675$
Id.	105	$\lambda = 0{,}0000679$
Id.	106	$\lambda = 0{,}0000665$
Id.	107	$\lambda = 0{,}0000668$

3.° Las constantes de los mismos péndulos para la corrección de temperatura son:

Péndulo	104	$\tau = 0{,}000004811$
Id.	105	$\tau = 0{,}000004738$
Id.	106	$\tau = 0{,}000004791$
Id.	107	$\tau = 0{,}000004730$

4.° El anteojo de pasos estaba provisto del nivel núm. 115 624, siendo 1″,9 el valor de una división del mismo.

5.° El termómetro péndulo empleado fué el señalado con el número 19 640, cuyas correcciones son:

+ 0	— 0,06
+ 10	— 0,04
+ 20	— 0,10
+ 30	— 0,04
+ 40	— 0,06

6.° La corrección que debe de aplicarse a las observaciones hechas con el barómetro Tonnelot, núm. 964, deducidas por comparación con el normal del Observatorio de Madrid, es + 0,40.

7.° Finalmente, los valores de **g**, correspondientes a cada estación, se han calculado partiendo del valor de la gravedad en Madrid, **g = 979,981.**

Doy las gracias por las facilidades que me dieron para la instalación de los instrumentos en las diferentes estaciones, al Director del Colegio de Infantes, de Sigüenza; a los Rectores de los Colegios de

Padres Escolapios, de Alcañiz, Barbastro y Sevilla; al del Seminario Nuevo, de Lérida; al Rector del Colegio de Jesuítas, de Zaragoza, y al del de Misioneros del Corazón de María, de Aranda de Duero; así como a los señores D. Miguel Osuna, de Écija; D. Manuel Alba, de Andújar, y a los actuales propietarios del antiguo palacio de los Duques de Abrantes, en Baza.

CAPÍTULO PRIMERO

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LA CAMPAÑA DE 1916

ESTACIÓN DE MADRID (salida)

Local de observación.

El local donde se hicieron las observaciones fué, como de costumbre, una habitación del Observatorio Astronómico de Madrid, situada en el cuerpo central del edificio y orientada al Norte.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 41',0 W.
Latitud N.....	40° 24',5
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	656m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados del reloj Strasser por medio de comparaciones cronográficas con el reloj magistral del Observatorio.

Obtenidos los estados, se dedujeron los movimientos, y después de calculados los errores correspondientes se llegó a los resultados que figuran en el siguiente cuadro, resumen del conjunto de determinaciones de hora.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
11 de Mayo de 1916.....	12 29	— 4,78 ± 0,04	
12 id. id.	11 14	— 5,16 ± 0,05	— 0,40 ± 0,06
13 id. id.	10 59	— 5,41 ± 0,04	— 0,25 ± 0,06
14 id. id.	11 7	— 5 01 ± 0,03	+ 0,40 ± 0,05
15 id. id.	11 7	— 4,40 ± 0,04	+ 0,61 ± 0,05
16 id. id.	11 9	— 3,76 ± 0,04	+ 0,64 ± 0,06

Los errores relativos a la marcha diaria del reloj se calcularon por la fórmula

$$e'_m = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{t_2 - t_1}$$

en la que m_1 y m_2 representan los errores correspondientes a dos estados consecutivos del reloj, y $t_2 - t_1$, el tiempo expresado en días, entre las dos determinaciones de las que se dedujeron dichos estados, resultando para error medio del conjunto de las observaciones el promedio de estos errores diarios, que en este caso es

$$e_m = \pm 0^s,06 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra A pueden verse los cálculos y correcciones que se han hecho para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 oscilaron en dirección NE. y SW., así como los 105-107 en la NW.-SE., siendo los valores obtenidos por el estudio del balance, según el método de Borrass, los siguientes:

Pèndulos 104-106.	**Pèndulos 105-107.**
31×10^{-7}	41×10^{-7}
31×10^{-7}	39×10^{-7}
35×10^{-7}	35×10^{-7}
35×10^{-7}	40×10^{-7}
33×10^{-7}	39×10^{-7}

Los errores correspondientes se han calculado por la fórmula

$$\frac{1}{n}\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}} = e_b$$

aplicada a cada pareja de péndulos, en la que Σv^2 representa la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las diversas determinaciones del balance y cada una de ellas, y **n**, el número de determinaciones.

La aplicación de la fórmula da los siguientes resultados:

Péndulos 104-106: $e_{b_1} = \pm 1{,}2 \times 10^{-7}$
Péndulos 105-107: $e_{b_2} = \pm 1{,}3 \times 10^{-7}$

El error medio de las dos determinaciones se obtendrá por la fórmula

$$e_b = \sqrt{\frac{e_{b_1}{}^2 + e_{b_2}{}^2}{2 \times 2}} = \sqrt{\frac{1{,}2^2 + 1{,}3^2}{2 \times 2}} = \pm 0{,}8 \times 10^{-7}$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014864	0,5015632	0,5015033	0,5015778
63	20	5004	764
61	15	4998	759
74	35	5026	773
77	45	5013	780
77	49	5042	801
0,5014869	0,5015633	0,5015019	0,5015776

FECHAS — 1916	Péndulos	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
12 Mayo.....	104	0 53	706,35	8,92	15,03	11,8	— 0,40	154,445	0,5016239	— 4	— 592	— 723	— 23	— 33	0,5014864
12 íd.	105	2 13	706,10	9,09	15,13	11,9	— 0,40	147,475	7010	— 4	— 595	— 717	— 23	— 39	5632
12 íd.	106	3 29	705,80	9,09	15,23	11,9	— 0,40	152,890	6405	— 4	— 582	— 730	— 23	— 33	5033
12 íd.	107	7 22	705,70	9,09	15,47	11,8	— 0,40	146,185	7160	— 4	— 584	— 732	— 23	— 39	5778
12 íd.	104	8 37	706,05	9,09	15,52	12,0	— 0,40	154,250	6260	— 4	— 590	— 747	— 23	— 33	4863
12 íd.	105	9 55	706,40	8,78	15,52	11,9	— 0,40	147,430	7015	— 4	— 594	— 735	— 23	— 39	5620
13 íd.	106	0 56	708,10	9,54	15,13	11,4	— 0,25	153,260	6365	— 4	— 584	— 725	— 15	— 33	5004
13 íd.	107	2 16	708,10	9,73	15,23	11,8	— 0,25	146,460	7128	— 4	— 586	— 720	— 15	— 39	5764
13 íd.	104	3 32	707,90	9,73	15,38	12,0	— 0,25	154,395	6245	— 4	— 592	— 740	— 15	— 33	4861
13 íd.	105	7 05	707,55	9,73	15,57	12,0	— 0,25	147,510	7006	— 4	— 595	— 738	— 15	— 39	5615
13 íd.	106	8 21	707,60	9,59	15,67	11,4	— 0,25	153,100	6383	— 4	— 582	— 751	— 15	— 33	4998
13 íd.	107	9 41	707,85	9,45	15,72	11,6	— 0,25	146,310	7146	— 4	— 585	— 744	— 15	— 39	5759
15 íd.	104	1 34	708,90	9,26	15,72	11,6	+ 0,61	154,590	6224	— 4	— 592	— 756	+ 35	— 33	4874
15 íd.	105	2 52	708,60	9,45	15,82	11,7	+ 0,61	147,665	6988	— 4	— 595	— 750	+ 35	— 39	5635
15 íd.	106	4 06	708,30	9,45	15,97	11,6	+ 0,61	153,175	6375	4	— 582	— 765	+ 35	— 33	5026
15 íd.	107	7 12	707,55	9,77	16,02	11,9	+ 0,61	146,500	7123	— 4	— 584	— 758	+ 35	— 39	5773
15 íd.	104	8 28	707,50	9,95	16,17	11,6	+ 0,61	154,370	6247	— 4	— 590	— 778	+ 35	— 33	4877
15 íd.	105	9 47	707,55	9,81	16,27	12,0	+ 0,61	147,415	7017	— 4	— 593	— 771	+ 35	— 39	5645
16 íd.	106	1 26	708,00	10,14	16,17	11,4	+ 0,64	153,220	6370	— 4	— 582	— 775	+ 37	— 33	5013
16 íd.	107	2 44	707,75	10,47	16,27	11,9	+ 0,64	146,355	7140	— 4	— 584	— 770	+ 37	— 39	5780
16 íd.	104	4 13	707,50	10,19	16,42	12,0	+ 0,64	154,285	6256	— 4	— 589	— 790	+ 37	— 33	4877
16 íd.	105	7 17	707,00	9,87	16,72	11,8	+ 0,64	147,225	7039	— 4	— 592	— 792	+ 37	— 39	5649
16 íd.	106	8 34	707,00	10,20	16,77	12,0	+ 0,64	152,710	6425	— 4	— 580	— 803	+ 37	— 33	5042
16 íd.	107	9 53	707,20	10,20	16,87	12,1	+ 0,64	145,960	7187	— 4	— 582	— 798	+ 37	— 39	5801

ESTACIÓN DE SIGÜENZA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en una habitación del Colegio de Infantes, instalándose la barraca astronómica con el anteojo de pasos en un patio contiguo.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	2° 38' W.
Latitud N.....	41° 4'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	999 m

Determinación de la hora.

El método seguido para determinar los estados del reloj, y, por consiguiente, los movimientos en los diferentes días de observación, fué el de Borrass, según puede verse en el siguiente cuadro, donde figuran las estrellas observadas con sus datos astronómicos, las horas del paso de las mismas registradas cronográficamente y los estados parciales del Strasser para cada grupo de estrellas:

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
9 de Junio....	43 Comæ.....	E.	+ 28 18	13 8 0,19	13 7 52,51	0,00	+ 8,02
	γ Hydræ.....	E.	− 22 44	13 14 24,05	13 14 17,33		
	α Virginis....	W.	− 10 44	13 20 48,85	13 20 43,67	− 0,08	+ 5,55
	69 H. Urs. maj..	W.	+ 60 23	13 25 25,76	13 25 20,05		
	ξ Vierge.....	W.	− 0 10	13 30 27,62	13 30 22,32	+ 0,04	+ 5,54
	25 Ch. de Chasse...	W.	+ 36 43	13 33 46,84	13 33 41,30		
	m Vierge.....	E.	+ 8 17	13 37 15,06	13 37 8,20	+ 0,04	+ 8,24
	η Gr. Ourse..	E.	+ 49 44	13 44 17,24	13 44 8,54		

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	η Couron. bor.	E.	+ 30 35	15 19 47,29	15 19 38,47		
	ξ Balance.....	E.	— 16 26	15 23 34,60	15 23 26,87	+ 0,11	+ 9,06
	θ Coron. bor..	W.	+ 31 38	15 29 35,78	15 29 29,77		
	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 31 59,13	15 31 54,06	— 0,02	+ 6,24
10 de Junio...	χ Balance.....	W.	— 19 25	15 37 9,93	15 37 4,71	0,00	+ 6,31
	τ Coron. bor..	W.	+ 26 31	15 39 16,18	15 39 10,20		
	μ Serpentis...	E.	— 3 11	15 45 17,57	15 45 9,60	+ 0,04	+ 9,63
	κ Hercule....	E.	+ 42 41	15 49 49,61	15 49 39,85		
	ε Urs. maj....	W.	+ 56 25	12 50 23,52	12 50 14,82		
	ε Virginis....	W.	+ 11 24	12 58 2,51	12 57 56,07	+ 0,13	+ 7,46
	43 Comæ.....	E.	+ 28 18	13 8 0,16	13 7 51,65		
	τ Hydræ.....	E.	— 22 44	13 14 24,03	13 14 17,64	+ 0,02	+ 9,23
11 de Junio...	α Virginis....	W.	— 10 44	13 20 48,84	13 20 41,98	+ 0,11	+ 9,39
	69 H. Urs. maj..	W.	+ 60 23	13 25 25,70	13 25 13,96		
	ξ Vierge.....	E.	— 0 10	13 30 27,61	13 30 21,67	+ 0,08	+ 7,37
	25 Ch. de Chasse...	E.	+ 36 43	13 33 46,81	13 33 39,58		
	ε Urs. maj....	E.	+ 56 25	12 50 23,49	12 50 12,12		
	ε Virginis....	E.	+ 11 24	12 58 2,50	12 57 53,43	+ 0,08	+ 10,16
	43 Comæ.....	W.	+ 28 18	13 8 0,15	13 7 51,63		
	τ Hydræ.....	W.	— 22 54	13 14 24,02	13 14 16,81	+ 0,23	+ 8,75
12 de Junio...	α Virginis....	W.	— 10 44	13 20 48,83	13 20 41,23	+ 0,02	+ 8,78
	69 H. Urs. maj..	W.	+ 60 23	13 25 25,67	13 25 15,84		
	ξ Vierge.....	E.	— 0 10	13 30 27,60	13 30 18,75	+ 0,13	+ 10,28
	25 Ch. de Chasse...	E.	+ 36 43	13 33 46,80	13 33 36,62		
	ε Urs. maj....	E.	+ 56 25	12 50 23,46	12 50 11,34		
	ε Virginis....	E.	+ 11 24	12 58 2,49	12 57 51,62	+ 0,44	+ 11,07
	43 Comæ.....	W.	+ 28 18	13 8 0,14	13 7 49,86		
	τ Hydræ.....	W.	— 22 44	13 14 24,02	13 14 14,26	+ 0,39	+ 10,07
13 de Junio...	α Virginis....	W.	— 10 44	13 20 48,82	13 20 39,00	+ 0,37	+ 9,99
	69 H. Urs. maj..	W.	+ 60 23	13 25 25,64	13 25 14,82		
	m Vierge.....	E.	— 8 17	13 37 15,04	13 37 4,57	+ 0,38	+ 11,45
	η Gr. Ourse..	E.	+ 49 44	13 44 17,16	13 44 4,93		
	α Virginis....	E.	— 10 44	13 20 48,82	13 20 37,32	— 0,17	+ 12,72
	69 H. Urs. maj..	E.	+ 60 23	13 25 25,61	13 25 12,16		
	ξ Vierge.....	W.	— 0 10	13 30 27,59	13 30 16,80	+ 0,08	+ 11,15
14 de Junio...	25 Ch. de Chasse...	W.	+ 36 43	13 33 46,77	13 33 35,60		
	m Vierge.....	W.	— 8 17	13 37 15,03	13 37 4,32	— 0,08	+ 11,37
	η Gr. Ourse..	W.	+ 49 44	13 44 17,14	13 44 5,68		
	Br. 1823.....	E.	+ 65 8	13 49 2,35	13 48 48,26		
	η Bootis.....	E.	+ 18 49	13 50 44,10	13 50 31,93	— 0,04	+ 12,77

En el cuadro siguiente figuran los estados y movimientos del reloj Strasser en cada uno de los días de observación, siendo, por lo tanto, dicho cuadro un resumen del conjunto de las determinaciones de hora.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.).	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
9 de Junio de 1916	13 26	+ 6,90 ± 0,07	
10 íd. íd.	15 35	+ 7,74 ± 0,09	+ 0,77 ± 0,11
11 íd. íd.	13 12	+ 8,36 ± 0,06	+ 0,69 ± 0,11
12 íd. íd.	13 12	+ 9,49 ± 0,07	+ 1,13 ± 0,09
13 íd. íd.	13 17	+ 10,63 ± 0,09	+ 1,14 ± 0,11
14 íd. íd.	13 36	+ 11,97 ± 0,07	+ 1,32 ± 0,11

Resultando para error medio del conjunto de las observaciones el valor

$$e_m = \pm\, 0^s,11 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra B figuran los cálculos y correcciones necesarios para averiguar los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 oscilaron en dirección N.-S. y los 105-107 en la normal a la misma; los valores encontrados para valor de la corrección por balance del sostén son los siguientes:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
38×10^{-7}	35×10^{-7}
37×10^{-7}	37×10^{-7}
37×10^{-7}	34×10^{-7}
38×10^{-7}	36×10^{-7}
37×10^{-7}	36×10^{-7}

y el error medio de las dos determinaciones:

$$e_b = \pm\, 0,4 \times 10^{-7} .$$

Finalmente, en el siguiente cuadro figuran los valores corregidos de las duraciones de oscilación y los valores medios correspondientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014782	0,5015565	0,5014947	0,5015687
(4844)	5563	(4874)	5687
4767	5561	4924	5712
4779	5591	4959	5696
4805	(5512)	4922	5693
(4742)	5540	4935	5700
4821	(5613)	4919	5707
0,5014791	0,5015564	0,5014934	0,5015697

Por discrepar bastante de los valores medios, se han desechado dos valores de los péndulos 104 y 105 y uno del 106 (que aparecen encerrados entre paréntesis), teniéndose presente dichas supresiones para el cálculo de los valores medios definitivos correspondientes, que figuran en el anterior estado.

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Periodo de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
10 Junio.....	104	3 3	685,25	9,41	14,73	11,6	+ 0,77	156,160	0,5016061	— 4	— 574	— 709	+ 45	— 37	0,5014782
10 id.	105	4 24	685,20	9,41	14,78	11,8	+ 0,77	148,970	6838	— 4	— 578	— 700	+ 45	— 36	5565
10 id.	106	5 39	685,00	9,11	14,88	11,5	+ 0,77	154,625	6221	— 4	— 565	— 713	+ 45	— 37	4947
10 id.	107	8 46	684,85	8,81	14,93	11,7	+ 0,77	147,940	6956	— 4	— 568	— 706	+ 45	— 36	5687
10 id.	104	11 25	685,00	8,81	14,93	11,8	+ 0,77	155,475	6132	— 4	— 574	— 718	+ 45	— 37	4844
10 id.	105	12 45	685,30	8,51	14,93	11,8	+ 0,77	148,930	6843	— 4	— 578	— 707	+ 45	— 36	5563
11 id.	106	2 45	685,70	9,37	14,48	11,5	+ 0,69	155,435	6136	— 4	— 567	— 694	+ 40	— 37	4874
11 id.	107	4 4	685,45	9,54	14,58	11,8	+ 0,69	148,025	6946	— 4	— 569	— 690	+ 40	— 36	5687
11 id.	104	5 22	685,10	9,41	14,68	11,9	+ 0,69	156,285	6048	— 4	— 574	— 706	+ 40	— 37	4767
11 id.	105	8 41	683,65	8,81	14,73	12,0	+ 0,69	148,995	6836	— 4	— 577	— 698	+ 40	— 36	5561
11 id.	106	9 57	683,30	9,11	14,73	11,4	+ 0,69	154,870	6195	— 4	— 564	— 706	+ 40	— 37	4924
11 id.	107	11 16	683,15	9,41	14,73	11,9	+ 0,69	147,765	6976	— 4	— 567	— 697	+ 40	— 36	5712
12 id.	104	2 50	681,45	9,69	14,53	11,8	+ 1,13	156,510	6025	— 4	— 572	— 699	+ 66	— 37	4779
12 id.	105	4 1	680,45	9,69	14,58	11,7	+ 1,13	149,045	6830	— 4	— 574	— 691	+ 66	— 36	5591
12 id.	106	5 27	679,95	9,55	14,68	11,4	+ 1,13	154,830	6199	4	— 562	— 703	+ 66	— 37	4959
12 id.	107	8 47	678,80	9,69	14,73	11,9	+ 1,13	148,170	6930	— 4	— 563	— 697	+ 66	— 36	5696
12 id.	104	9 3	678,60	9,55	14,73	11,7	+ 1,13	156,190	6058	— 4	— 569	— 709	+ 66	— 37	4805
12 id.	105	11 22	678,75	9,41	14,73	11,9	+ 1,13	149,700	6756	— 4	— 572	— 698	+ 66	— 36	5512
13 id.	106	2 50	677,35	9,39	14,48	11,5	+ 1,14	155,290	6151	— 4	— 560	— 694	+ 66	— 37	4922
13 id.	107	4 11	676,90	9,70	14,53	11,9	+ 1,14	148,290	6916	— 4	— 562	— 687	+ 66	— 36	5693
13 id.	104	5 25	676,45	9,70	14,63	11,9	+ 1,14	156,865	5988	— 4	— 567	— 704	+ 66	— 37	4742
13 id.	105	8 52	675,55	9,70	14,73	11,9	+ 1,14	149,470	6782	— 4	— 570	— 698	+ 66	— 36	5540
13 id.	106	10 1	675,45	9,70	14,73	11,7	+ 1,14	155,065	6174	— 4	— 558	— 706	+ 66	— 37	4935
13 id.	107	11 29	675,50	9,43	14,73	11,6	+ 1,14	148,155	6931	— 4	— 560	— 697	+ 66	— 36	5700
14 id.	104	4 8	676,30	9,56	14,58	11,6	+ 1,32	156,235	6053	— 4	— 567	— 701	+ 77	— 37	4821
14 id.	105	5 27	676,25	9,43	14,68	11,9	+ 1,32	148,935	6842	— 4	— 570	— 696	+ 77	— 36	5613
14 id.	106	9 1	675,90	9,43	14,78	11,6	+ 1,32	155,310	6149	— 4	— 558	— 708	+ 77	— 37	4919
14 id.	107	10 20	675,90	9,43	14,83	11,9	+ 1,32	148,150	6932	— 4	— 561	— 701	+ 77	— 36	5707

ESTACIÓN DE ALCAÑIZ

Local de observación.

Se instalaron los aparatos y se hicieron las observaciones en una de las clases de las Escuelas Pías. La barraca fué montada en un patio de recreo contiguo.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	0° 7' W.
Latitud N.....	41° 4'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	342 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el mismo procedimiento que en estaciones anteriores, según puede verse en los cuadros siguientes:

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
22 de Junio...	τ Virginis....	E.	+ 1 57	13 57 25,22	13 57 23,38	+ 0,02	+ 2,19
	α Draconis....	E.	+ 64 47	14 2 10,19	14 2 7,42		
	κ Virginis....	W.	− 9 53	14 8 27,87	14 8 26,55	+ 0,16	+ 1,14
	λ Bootis.....	W.	+ 46 28	14 13 14,55	14 13 13,42		
	θ Bootis.....	W.	+ 52 14	14 22 23,39	14 22 22,34		
	φ Virginis....	W.	− 1 51	14 23 55,51	14 23 54,19	+ 0,18	+ 1,08
	Pi 126.....	E.	+ 60 36	14 29 29,24	14 29 26,78		
	ξ Bootis.....	E.	+ 14 5	14 37 11,33	14 37 9,34	− 0,19	+ 2,12
23 de Junio...	τ Virginis....	E.	+ 1 57	13 57 25,21	13 57 23,37	0,00	+ 2,42
	α Draconis....	E.	+ 64 47	14 2 10,15	14 2 6,85		
	κ Virginis....	W.	− 9 53	14 8 27,86	14 8 26,64	− 0,02	+ 1,34
	λ Bootis.....	W.	+ 46 28	14 13 14,53	14 13 13,19		

FECHAS 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
23 de Junio...	θ Bootis.....	W.	+ 52 14	14 22 23,37	14 22 22,03		
	φ Virginis....	W.	— 1 52	14 23 55,50	14 23 54,30	— 0,01	+ 1,31
	Pi 126.....	E.	+ 60 36	14 29 29,21	14 29 26,24		
	ξ Bootis.....	E.	+ 14 5	14 37 11,33	14 37 9,27	— 0,08	+ 2,52
	κ Virginis....	E.	— 9 53	14 8 27,86	14 8 25,13	— 0,03	+ 3,07
	λ Bootis.....	E.	+ 46 28	14 13 14,51	14 13 11,42		
24 de Junio...	θ Bootis.....	W.	+ 52 14	14 22 23,35	14 22 21,55		
	φ Virginis....	W.	— 1 51	14 23 55,50	14 23 53,54	— 0,06	+ 1,91
	109 Virginis....	E.	+ 2 15	14 42 3,24	14 42 0,29	— 0,01	+ 3,21
	Gr. 2164.....	E.	+ 59 38	14 49 21,61	14 49 18,17		
	ι Ophiuchi...	W.	— 4 30	16 13 56,13	16 13 51,19	— 0,08	+ 2,54
	τ Herculis....	W.	+ 46 31	16 17 16,16	16 17 14,17		
25 de Junio...	η Dragon.....	E.	+ 61 42	16 22 54,46	16 22 52,10		
	λ Ophiuchus..	E.	+ 2 10	16 26 44,10	16 26 38,50	+ 0,02	+ 4,09
	ξ Ophiuchi...	E.	— 10 24	16 32 35,70	16 32 29,52	— 0,02	+ 4,08
	η Herculis....	E.	+ 39 5	16 40 4,23	16 40 0,05		
	τ Virginis....	W.	+ 1 57	13 57 25,19	13 57 22,15	— 0,02	+ 3,29
	α Draconis....	W.	+ 64 47	14 2 10,04	14 2 6,42		
	κ Virginis....	E.	— 9 53	14 8 27,85	14 8 24,46	— 0,01	+ 4,12
26 de Junio...	λ Bootis.....	E.	+ 46 28	14 13 14,48	14 13 10,24		
	θ Bootis.....	E.	+ 52 14	14 22 23,31	14 22 18,88		
	φ Virginis....	E.	— 1 51	14 23 55,48	14 23 52,07	+ 0,03	+ 4,07
	212 Piazzi.....	W.	+ 21 3	14 52 36,99	14 52 34,15	— 0,02	+ 2,96
	β Bouvier....	W.	+ 40 43	14 58 50,02	14 58 47,08		

El cuadro siguiente es el resumen de los estados en los diferentes días de observación y de los movimientos deducidos de aquéllos.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
22 de Junio de 1916.....	14 17	+ 1,62 ± 0,02	
23 id. id.	14 17	+ 1,88 ± 0,03	+ 0,26 ± 0,04
24 id. id.	14 29	+ 2,52 ± 0,04	+ 0,63 ± 0,05
25 id. id.	16 27	+ 3,31 ± 0,04	+ 0,73 ± 0,06
26 id. id.	14 28	+ 3,61 ± 0,10	+ 0,33 ± 0,11

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,07 .$$

Duraciones de oscilación.

Todos los cálculos y correcciones hechos para obtener los valores de las oscilaciones reducidas pueden examinarse en el estado señalado con la letra C.

El balance del sostén se determinó por el método ya citado, dando los resultados siguientes, advirtiendo que los péndulos 104-106 oscilaron en dirección WE. y los 105-107 en la NS.:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
36×10^{-7}	36×10^{-7}
34×10^{-7}	34×10^{-7}
34×10^{-7}	33×10^{-7}
30×10^{-7}	35×10^{-7}
33×10^{-7}	34×10^{-7}

Siendo el error medio de ambas determinaciones:

$$\varepsilon_0 = \pm 0,7 \times 10^{-7} .$$

Los valores de las duraciones de oscilación corregidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014369	0,5015161	0,5014556	0,5015321
411	182	49	27
409	180	79	42
395	185	73	86
420	200	45	21
403	166	69	31
0,5014401	0,5015179	0,5014562	0,5015330

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del scatén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s	-	-	-	-	-	s
23 Junio.....	104	3 43	733,25	11,45	19,06	11,9	+ 0,26	157,600	0,5015913	— 4	— 605	— 917	+ 15	— 33	0,5014369
23 íd.	105	5 3	732,75	11,30	19,16	11,8	+ 0,26	150,200	6700	— 4	— 608	— 908	+ 15	— 34	5161
23 íd.	106	6 20	732,10	11,18	19,31	11,6	+ 0,26	155,800	6098	— 4	— 595	— 925	+ 15	— 33	4556
23 íd.	107	8 58	731,65	11,18	19,55	11,9	+ 0,26	148,740	6865	— 4	— 596	— 925	+ 15	— 34	5321
23 íd.	104	10 14	731,60	11,91	19,65	11,9	+ 0,26	156,950	5980	— 4	— 602	— 945	+ 15	— 33	4411
23 íd.	105	11 33	731,60	12,27	19,80	11,7	+ 0,26	149,760	6749	— 4	— 606	— 938	+ 15	— 34	5182
24 íd.	106	3 36	737,25	11,30	19,31	11,6	+ 0,63	156,040	6073	— 4	— 599	— 925	+ 37	— 33	4549
24 íd.	107	4 56	737,00	11,52	19,40	11,8	+ 0,63	148,890	6847	— 4	— 601	— 918	+ 37	— 34	5327
24 íd.	104	6 13	735,45	11,89	19,55	11,5	+ 0,63	157,185	5956	— 4	— 606	— 941	+ 37	— 33	4409
24 íd.	105	9 8	734,20	12,26	19,75	11,9	+ 0,63	149,980	6725	— 4	— 608	— 936	+ 37	— 34	5180
24 íd.	106	10 27	733,70	12,48	19,85	11,5	+ 0,63	155,545	6124	— 4	— 594	— 951	+ 37	— 33	4579
24 íd.	107	11 46	733,55	12,33	19,95	11,6	+ 0,63	148,570	6884	— 4	— 597	— 944	+ 37	— 34	5342
25 íd.	104	3 35	733,95	13,01	19,70	11,6	+ 0,73	157,320	5942	— 4	— 604	— 948	+ 42	— 33	4395
25 íd.	105	4 56	733,75	13,39	19,80	11,9	+ 0,73	149,970	6726	— 4	— 607	— 938	+ 42	— 34	5185
25 íd.	106	6 12	733,30	13,24	19,95	11,6	+ 0,73	155,605	6118	— 4	— 594	— 956	+ 42	— 33	4573
25 íd.	107	8 2	731,85	13,25	20,10	11,9	+ 0,73	148,625	6878	— 4	— 595	— 951	+ 42	— 34	5336
25 íd.	104	10 17	731,60	13,11	20,20	11,6	+ 0,73	156,865	5988	— 4	— 601	— 972	+ 42	— 33	4420
25 íd.	105	11 37	732,00	13,11	20,30	11,7	+ 0,73	149,640	6763	— 4	— 605	— 962	+ 42	— 34	5200
26 íd.	106	3 44	735,95	12,26	19,85	11,6	+ 0,33	155,685	6110	— 4	— 596	— 951	+ 19	— 33	4545
26 íd.	107	5 4	735,80	12,64	19,90	11,9	+ 0,33	148,605	6880	— 4	— 599	— 941	+ 19	— 34	5321
26 íd.	104	6 20	735,40	12,87	20,00	11,7	+ 0,33	156,880	5987	— 4	— 604	— 962	+ 19	— 33	4403
26 íd.	105	9 10	734,15	12,71	20,20	11,8	+ 0,33	149,765	6749	— 4	— 607	— 957	+ 19	— 34	5166
26 íd.	106	10 28	733,75	13,10	20,30	11,6	+ 0,33	155,265	6154	— 4	— 594	— 973	+ 19	— 33	4569
26 íd.	107	11 47	733,50	13,10	20,35	11,8	+ 0,33	148,350	6909	— 4	— 596	— 963	+ 19	— 34	5331

ESTACIÓN DE LÉRIDA

Local de observación.

Se montaron los aparatos en una de las clases del Seminario Nuevo y la barraca astronómica en el huerto del mismo.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	0° 38' E.
Latitud N.....	41° 37'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	165m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el mismo procedimiento que en estaciones anteriores, según puede verse en el siguiente cuadro:

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
6 de Julio....	η Serpentis...	W.	− 2 55	18 17 1,67	18 17 4,56	−0,11	−3,43
	β Draconis...	W.	+ 58 45	18 22 44,31	18 22 48,38		
	Br. 2330.....	E.	− 8 18	18 30 42,19	18 30 43,85	+0,02	−1,46
	α Lyræ.....	E.	+ 38 42	18 34 9,01	18 34 10,47		
	σ Sagittarii...	E.	− 26 24	18 50 8,02	18 50 9,69	−0,02	−1,48
	R Lyræ.....	E.	+ 43 50	18 52 50,07	18 52 51,56		
	γ Lyræ.....	W.	+ 32 34	18 55 51,46	18 55 54,52		
	τ Sagittarii...	W.	− 27 48	19 1 46,46	19 1 49,03	+0,01	−3,17

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_ν	$\alpha - H - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	θ Coron. bor..	W.	+ 31 38	15 29 35,59	15 29 37,67		
	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 31 59,09	15 32 1,24	0,00	— 2,06
	x Balance.....	E.	— 19 25	15 37 9,91	15 37 12,78	+ 0,01	— 2,91
	γ Coron. bor..	E.	+ 26 34	15 39 16,04	15 39 18,93		
7 de Julio	μ Serpentis ..	E.	— 3 11	15 45 17,55	15 45 20,49	+ 0,05	— 3,28
	z Hercule....	E.	+ 42 41	15 49 49,37	15 49 52,61		
	ε Coron. bor..	W.	+ 27 7	15 54 9,73	15 54 11,78		
	β Scorpii.....	W.	— 19 35	16 0 36,83	16 0 38,89	+ 0,06	— 2,11
	η Couron. bor.	E.	+ 30 35	15 19 47,09	15 19 49,97		
	ξ Balance.....	E.	— 16 26	15 23 34,54	15 23 37,57	+ 0,06	— 2,89
	θ Coron. bor..	W.	+ 31 38	15 29 35,58	15 29 39,44		
	γ Libræ.....	W.	— 27 52	15 31 59,09	15 32 2,41	+ 0,02	— 4,01
8 de Julio	z Balance.....	W.	— 19 25	15 37 9,90	15 37 13,38	— 0,02	— 3,77
	γ Coron. bor..	W.	+ 26 34	15 39 16,03	15 39 19,72		
	ε Coron. bor..	E.	+ 27 7	15 54 9,72	15 54 12,55		
	β Scorpii.....	E.	— 19 35	16 0 36,83	16 0 39,62	+ 0,04	— 2,89
	109 Virginis...	W.	+ 2 15	14 42 3,13	14 42 8,14	— 0,11	— 5,30
	Gr. 2164	W.	+ 59 38	14 49 21,16	14 49 26,95		
	ι Libræ.....	E.	— 19 29	15 7 29,27	15 7 33,69	+ 0,02	— 4,31
	δ Bootis.....	E.	+ 33 38	15 12 9,97	15 12 14,28		
9 de Julio	η Couron. bor.	E.	+ 30 35	15 19 47,07	15 19 51,45		
	ξ_1 Balance.....	E.	— 16 26	15 23 34,53	15 23 38,93	+ 0,05	— 4,42
	θ Coron. bor..	W.	+ 31 38	15 29 35,57	15 29 40,94		
	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 31 59,08	15 32 3,99	+ 0,02	— 5,50
	109 Virginis....	W.	+ 2 15	14 42 3,12	14 42 10,14	+ 0,07	— 7,46
	Gr. 2164	W.	+ 59 38	14 49 21,13	14 4 28,88		
	ι Libræ.....	E.	— 19 29	15 7 29,26	15 7 35,63	+ 0,08	— 6,27
	δ Bootis.....	E.	+ 33 38	15 12 9,95	15 12 16,17		
10 de Julio	η Couron. bor.	E.	+ 30 35	15 19 47,06	15 19 53,35		
	ξ_1 Balance.....	E.	— 16 26	15 23 34,52	15 23 40,84	+ 0,14	— 6,42
	θ Coron. bor..	W.	+ 31 38	15 29 35,54	15 29 42,97		
	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 31 59,07	15 32 6,09	+ 0,06	— 7,56
	θ Coron. bor..	W.	+ 31 38	15 29 35,54	15 29 44,61		
	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 31 59,07	15 32 7,91	+ 0,02	— 9,15
	x Balance.....	E.	— 19 25	15 37 9,88	15 37 17,82	0,00	— 7,78
	γ Coron. bor..	E.	+ 26 34	15 39 16,00	15 39 23,83		
11 de Julio	μ Serpentis...	E.	— 3 11	15 45 17,53	15 45 25,53	+ 0,04	— 7,81
	z Hercule....	E.	+ 42 41	15 49 49,31	15 49 57,07		
	ε Coron. bor..	W.	+ 27 7	15 54 9,69	15 54 18,84		
	β Scorpii.....	W.	— 19 35	16 0 36,81	16 0 45,63	0,00	— 9,29

El cuadro siguiente es el resumen de los estados en los diferentes días de observación y de los movimientos deducidos de aquéllos.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.).	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
6 de Julio de 1916.....	18 39	— 2,38 ± 0,02	
7 id. id.	15 45	— 2,57 ± 0,07	— 0,22 ± 0,07
8 id. id.	15 40	— 3,39 ± 0,05	— 0,82 ± 0,09
9 id. id.	15 7	— 4,85 ± 0,07	— 1,49 ± 0,09
10 id. id.	15 7	— 6,89 ± 0,06	— 2,04 ± 0,09
11 id. id.	15 45	— 8,53 ± 0,05	— 1,60 ± 0,08

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,08 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra D pueden seguirse todos los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 oscilaron en la dirección NE.-SW. y los 105-107 en la NW.-SE. El balance del sostén dió los siguientes resultados:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
36×10^{-7}	37×10^{-7}
35×10^{-7}	38×10^{-7}
38×10^{-7}	39×10^{-7}
36×10^{-7}	36×10^{-7}
36×10^{-7}	38×10^{-7}

Siendo el error medio de ambas determinaciones

$$\varepsilon_h = \pm 0,5 \times 10^{-7} .$$

Finalmente, en el siguiente cuadro figuran los valores corregidos de las duraciones de oscilación y sus valores medios correspondientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
—	0,5014921	0,5014303	—
0,5014159	4949	(4332)	0,5015090
125	4903	280	044
161	4928	(265)	079
176	(5010)	(406)	(167)
(112)	(4874)	(259)	(034)
131	—	—	041
—	4933	310	050
156	4932	302	054
0,5014151	0,5014928	0,5014299	0,5015060

Por discrepar bastante de los valores medios, se han desechado, para el cálculo de la gravedad, las duraciones de oscilación encerradas entre paréntesis. Los promedios correspondientes de cada péndulo se han deducido teniendo en cuenta dicha supresión.

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	′	s	s	s						s
7 Julio.....	105	9 20	747,35	14,18	22,41	11,9	— 0,22	150,640	0,5016651	— 4	— 613	— 1 062	— 13	— 38	0,5014921
7 íd.	106	11 55	746,45	14,44	22,82	11,4	— 0,22	156,290	6047	— 4	— 598	— 1 093	— 13	— 36	4303
7 íd.	104	15 5	745,10	13,21	23,22	11,6	— 0,22	157,385	5935	— 4	— 606	— 1 117	— 13	— 36	4159
7 íd.	105	16 25	744,95	12,82	23,27	11,6	— 0,22	150,055	6716	— 4	— 609	— 1 103	— 13	— 38	4949
7 íd.	106	17 15	745,25	12,82	23,32	11,6	— 0,22	155,790	6099	— 4	— 597	— 1 117	— 13	— 36	4332
7 íd.	107	19 5	744,95	13,21	23,32	11,6	— 0,22	148,890	6847	— 4	— 599	— 1 103	— 13	— 38	5090
8 íd.	104	9 15	747,00	14,70	22,82	11,7	— 0,82	157,545	5919	— 4	— 608	— 1 098	— 48	— 36	4125
8 íd.	105	10 35	746,90	14,97	23,02	11,7	— 0,82	150,245	6695	— 4	— 611	— 1 091	— 48	— 38	4903
8 íd.	106	11 55	746,55	14,54	23,22	11,6	— 0,82	155,990	6078	— 4	— 598	— 1 112	— 48	— 36	4280
8 íd.	107	15 45	745,35	13,52	23,52	11,9	— 0,82	148,910	6845	— 4	— 599	— 1 112	— 48	— 38	5044
8 íd.	104	17 5	745,35	13,32	23,57	11,6	— 0,82	156,870	5988	— 4	— 605	— 1 184	— 48	— 36	4161
8 íd.	105	18 25	745,50	13,32	23,67	11,7	— 0,82	149,770	6748	— 4	— 609	— 1 121	— 48	— 38	4928
9 íd.	106	9 55	747,60	14,96	23,37	11,6	— 1,49	155,680	6110	— 4	— 598	— 1 120	— 87	— 36	4265
9 íd.	107	11 5	747,45	14,54	23,47	11,9	— 1,49	148,275	6918	— 4	— 600	— 1 110	— 87	— 38	5079
9 íd.	104	12 25	746,90	14,13	23,62	11,6	— 1,49	156,310	6045	— 4	— 606	— 1 136	— 87	— 36	4176
9 íd.	105	15 30	746,20	14,81	23,77	11,7	— 1,49	148,660	6874	— 4	— 609	— 1 126	— 87	— 38	5010
9 íd.	106	16 45	745,85	14,61	23,87	11,7	— 1,49	154,130	6273	— 4	— 596	— 1 144	— 87	— 36	4406
9 íd.	107	18 00	745,55	15,51	23,97	11,7	— 1,49	147,320	7028	— 4	— 598	— 1 134	— 87	— 38	5167
10 íd.	104	9 45	750,40	12,49	23,47	11,6	— 2,04	156,665	6009	— 4	— 610	— 1 129	— 118	— 36	4112
10 íd.	105	11 5	750,45	12,10	23,52	11,7	— 2,04	149,655	6761	— 4	— 613	— 1 114	— 118	— 38	4874
10 íd.	106	12 20	750,25	11,71	23,52	11,4	— 2,04	155,345	6145	— 4	— 601	— 1 127	— 118	— 38	4259
10 íd.	107	15 25	749,45	12,89	23,57	11,7	— 2,04	148,330	6911	— 4	— 602	— 1 115	— 118	— 36	5034
10 íd.	104	16 40	749,30	13,24	23,67	11,6	— 2,04	156,395	6036	— 4	— 608	— 1 139	— 118	— 36	4131
10 íd.	107	18 5	749,15	12,99	23,77	11,8	— 2,04	148,190	6927	— 4	— 602	— 1 124	— 118	— 38	5041
11 íd.	105	9 35	753,10	11,69	23,32	11,6	— 1,60	149,410	6789	— 4	— 616	— 1 105	— 93	— 38	4933
11 íd.	106	10 50	752,85	12,08	23,32	11,6	— 1,60	155,170	6163	— 4	— 603	— 1 117	— 93	— 36	4310
11 íd.	107	12 5	752,50	12,87	23,37	11,8	— 1,60	148,470	6895	— 4	— 605	— 1 105	— 93	— 38	5050
11 íd.	104	15 00	751,70	13,30	23,52	11,6	— 1,60	156,435	6032	— 4	— 611	— 1 132	— 93	— 36	4156
11 íd.	105	16 15	751,65	13,30	23,57	11,7	— 1,60	149,330	6798	— 4	— 614	— 1 117	— 93	— 38	4932
11 íd.	106	17 30	751,90	12,89	23,67	11,6	— 1,60	155,110	6170	— 4	— 601	— 1 134	— 93	— 36	4302
11 íd.	107	18 50	752,45	12,49	23,72	11,7	— 1,60	148,285	6916	— 4	— 605	— 1 122	— 93	— 38	5054

ESTACIÓN DE BARBASTRO

Local de observación.

Se realizaron las observaciones pendulares en una de las clases de las Escuelas Pías, instalándose la barraca astronómica en la plaza de la Constitución contigua.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	0° 5' E.
Latitud N.....	42° 1'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	340 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados parciales del reloj por el método de Borrass, como puede verse en el cuadro siguiente:

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
20 de Julio...	Gr. 2377.....	W.	+56 56	16 43 44,99	16 43 54,30		
	49 Herculis...	W.	+15 7	16 48 18,74	16 48 26,65	+0,08	−8,69
	ε Herculis....	E.	+31 3	16 57 7,72	16 57 15,19		
	γ_1 Ophiuchi...	E.	−15 37	17 5 37,57	17 5 44,76	+0,04	−7,61
	π Herculis....	E.	+36 54	17 12 10,43	17 12 18,02		
	θ Ophiuchi...	E.	−24 55	17 16 55,28	17 17 2,37	0,00	−7,65
	β Draconis....	W.	+52 22	17 28 35,09	17 28 44,14		
	ξ Serpentis...	W.	−15 21	17 32 50,67	17 32 58,48	+0,04	−8,78
21 de Julio...	μ Serpentis...	W.	−3 11	15 45 17,45	15 45 26,69	0,00	−10,08
	x Hercule....	W.	+42 41	15 49 49,14	15 49 59,24		
	ε Coron. bor.'.	E.	+27 7	15 54 9,57	15 54 18,67		
	β Scorpii.....	E.	−19 35	16 0 36,74	16 0 45,41	−0,13	−9,16

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
21 de Julio...	φ Hercule....	E.	+ 45 9	16 6 10,24	16 6 19,56		
	δ Ophiuchus..	E.	— 3 29	16 10 0,02	16 10 8,89	— 0,11	— 9,17
	ε Ophiuchi...	W.	— 4 29	16 13 56,04	16 14 5,34	+ 0,05	— 10,29
	τ Herculis....	W.	+ 46 31	16 17 15,79	16 17 26,18		
	Gr. 2377.....	E.	+ 56 56	16 43 44,91	16 43 57,00		
	49 Herculis...	E.	+ 15 7	16 48 18,72	16 48 31,10	+ 0,04	— 12,28
23 de Julio...	ε Herculis ...	W.	+ 31 3	16 57 7,69	16 57 21,10		
	η Ophiuchi...	W.	— 15 37	17 5 37,56	17 5 50,69	+ 0,02	— 13,53
	π Herculis....	W.	+ 36 54	17 12 10,40	17 12 23,95		
	θ Ophiuchi...	W.	— 24 55	17 16 55,27	17 17 8,46	+ 0,02	— 13,61
	β Draconis....	E.	+ 52 22	17 28 35,04	17 28 46,97		
	ξ Serpentis...	E.	— 15 21	17 32 50,66	17 33 3,08	+ 0,06	— 12,11
24 de Julio...	μ Serpentis...	E.	— 3 10	15 45 17,42	15 45 31,34	+ 0,15	— 13,77
	χ Hercule....	E.	+ 42 41	15 49 49,08	15 50 2,69		
	ε Coron. bor..	W.	+ 27 7	15 54 9,53	15 54 24,12		
	β Scorpii.....	W.	— 19 35	16 0 36,72	16 0 51,12	+ 0,08	— 14,76
	φ Hercule....	W.	+ 45 9	16 6 10,18	16 6 25,01		
	δ Ophiuchus..	W.	— 3 29	16 10 0,00	16 10 14,57	+ 0,13	— 14,93
	ε Ophiuchi...	E.	— 4 29	16 13 56,02	16 14 9,97	+ 0,06	— 13,87
	τ Herculis....	E.	+ 46 31	16 17 15,72	16 17 29,51		

En el siguiente cuadro figuran los estados y movimientos del reloj Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
20 de Julio de 1916....	17 8	— 8,13 ± 0,01	
21 id. id.	16 1	— 9,65 ± 0,04	— 1,59 ± 0,04
23 id. id.	17 8	— 12,95 ± 0,03	— 1,61 ± 0,05
24 id. id.	16 1	— 14,35 ± 0,03	— 1,47 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,04 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra E figuran las correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se obtuvo como en las estaciones anteriores, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección SW.-NE. y los 105-107 en la normal a la anterior. A continuación se consignan los resultados obtenidos:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
27×10^{-7}	31×10^{-7}
27×10^{-7}	28×10^{-7}
29×10^{-7}	30×10^{-7}
28×10^{-7}	29×10^{-7}
28×10^{-7}	29×10^{-7}

El error medio de ambas determinaciones es

$$\varepsilon_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}.$$

En el cuadro siguiente figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014208	0,5014979	0,5014354	0,5015108
09	81	24	00
03	68	48	11
15	89	56	24
17	72	54	20
16	92	61	23
0,5014211	0,5014980	0,5014350	0,5015114

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
21 Julio.....	104	5 38	734,35	14,17	23,47	11,6	— 1,59	156,200	0,5016057	— 4	— 596	— 1 129	— 92	— 28	0,5014208
21 íd.	105	6 56	734,00	14,17	23,57	11,9	— 1,59	149,130	6820	— 4	— 599	— 1 117	— 92	— 29	4979
21 íd.	106	8 14	733,55	14,57	23,67	11,5	— 1,59	154,840	6198	— 4	— 586	— 1 134	— 92	— 28	4354
21 íd.	107	10 47	732,60	14,57	23,77	11,8	— 1,59	148,035	6945	— 4	— 588	— 1 124	— 92	— 29	5108
21 íd, ...	104	12 1	732,30	14,86	23,87	11,6	— 1,59	156,035	6074	— 4	— 593	— 1 148	— 92	— 28	4209
21 íd.	105	13 20	732,40	14,72	23,97	11,8	— 1,59	148,965	6839	— 4	— 597	— 1 136	— 92	— 29	4981
22 íd.	106	5 43	734,90	14,84	23,87	11,9	— 1,61	155,010	6180	— 4	— 587	— 1 144	— 93	— 28	4324
22 íd.	107	7 1	734,60	15,11	23,92	11,9	— 1,61	148,030	6946	— 4	— 589	— 1 131	— 93	— 29	5100
22 íd.	104	8 17	734,05	15,11	23,97	11,6	— 1,61	156,015	6076	— 4	— 595	— 1 153	— 93	— 28	4203
22 íd.	105	11 19	732,55	15,24	24,22	11,8	— 1,61	148,970	6838	— 4	— 596	— 1 148	— 93	— 29	4968
22 íd.	106	12 34	732,40	15,26	24,32	11,6	— 1,61	154,610	6222	— 4	— 584	— 1 165	— 93	— 28	4348
22 íd.	107	13 53	732,85	15,24	24,37	11,8	— 1,61	147,765	6977	— 4	— 587	— 1 153	— 93	— 29	5111
23 íd.	104	8 15	735,40	15,54	23,87	11,9	— 1,61	155,905	6084	— 4	— 596	— 1 148	— 93	— 28	4215
23 íd.	105	10 28	734,75	15,54	23,97	11,8	— 1,61	148,870	6850	— 4	— 599	— 1 136	— 93	— 29	4989
23 íd.	106	11 50	734,70	15,11	24,07	11,6	— 1,61	154,630	6220	— 4	— 586	— 1 153	— 93	— 28	4356
23 íd.	107	13 9	734,70	14,70	24,17	11,8	— 1,61	147,715	6982	— 4	— 589	— 1 143	— 93	— 29	5124
23 íd.	104	14 25	734,90	14,70	24,27	11,6	— 1,61	155,730	6105	— 4	— 595	— 1 168	— 93	— 28	4217
24 íd.	105	5 52	736,20	15,00	23,72	11,8	— 1,47	149,185	6814	— 4	— 600	— 1 124	— 85	— 29	4972
24 íd.	106	7 1	735,85	15,41	23,72	11,7	— 1,47	154,870	6195	— 4	— 588	— 1 136	— 85	— 28	4354
24 íd.	107	8 29	735,45	15,83	23,77	11,8	— 1,47	147,975	6952	— 4	— 590	— 1 124	— 85	— 29	5120
24 íd.	104	10 34	734,60	15,00	23,92	11,7	— 1,47	155,980	6079	— 4	— 595	— 1 151	— 85	— 28	4216
24 íd.	105	11 53	734,05	15,00	23,92	11,8	— 1,47	148,945	6841	— 4	— 598	— 1 133	— 85	— 29	4992
24 íd.	106	13 10	733,75	14,70	23,97	11,6	— 1,47	154,705	6212	— 4	— 586	— 1 148	— 85	— 28	4361
24 íd.	107	14 27	733,80	14,70	24,07	11,8	— 1,47	147,835	6968	— 4	— 588	— 1 139	— 85	— 29	5123

ESTACIÓN DE ZARAGOZA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el gran comedor de alumnos del Colegio del Salvador, regentado por los Padres Jesuítas, instalándose la barraca en el jardín anejo.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich	0° 53' W.
Latitud N.	41° 39'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	206 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados del reloj por el método de Borrass, según consta en los cuadros siguientes:

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
1 Septiembre.	π Herculis...	W.	+ 36 54	17 12 9,66	17 12 4,65		
	θ Ophiuchi...	W.	− 24 55	17 16 54,82	17 16 48,46	− 0,07	+ 4,93
	Pi 99.....	E.	− 5 1	17 22 13,84	17 22 6,60	+ 0,04	+ 6,67
	Br. 2211.....	E.	+ 48 20	17 24 32,69	17 24 26,11		
	ι Herculis....	E.	+ 46 3	17 37 7,82	17 37 1,03		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 39 22,64	17 39 15,36	+ 0,03	+ 6,83
	ξ Draconis...	W.	+ 56 53	17 52 6,42	17 52 2,59		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	15 56 29,69	17 56 23,87	− 0,07	+ 4,76

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	II	Nν	α — II — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
2 Septiembre.	β Draconis ...	W.	+ 52 22	17 28 33,93	17 28 27,17		
	ξ Serpentis...	W.	— 15 21	17 32 50,25	17 32 42,57	0,00	+ 7,00
	ι Herculis....	E.	+ 46 3	17 37 7,79	17 36 58,62		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 39 22,63	17 39 13,03	+ 0,04	+ 9,19
	ξ Draconis ...	E.	+ 56 53	17 52 6,38	17 51 57,30		
	67 Ophiuchi...	E.	+ 2 56	17 56 29,67	17 56 19,99	0,00	+ 9,34
	ο Herculis....	W.	+ 28 45	18 4 18,79	18 4 11,08		
	μ Sagittarii ...	W.	— 21 5	18 8 48,46	18 8 39,80	+ 0,05	+ 7,32
4 Septiembre.	β Draconis ...	E.	+ 52 22	17 28 33,87	17 28 20,44		
	ξ Serpentis...	E.	— 15 21	17 32 50,22	17 32 35,86	— 0,06	+ 13,73
	ι Herculis....	W.	+ 46 3	17 37 7,73	17 36 56,80		
	β Ophiuchi...	W.	+ 4 36	17 39 22,59	17 39 10,19	+ 0,06	+ 11,09
	ξ Draconis ...	W.	+ 56 53	17 52 6,31	17 51 56,27		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 29,64	17 56 17,26	0,00	+ 11,05
	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 17 1,38	18 16 47,09	0,00	+ 13,86
	θ Draconis ...	E.	+ 58 45	18 22 42,91	18 22 29,41		
5 Septiembre.	ι Herculis....	E.	+ 46 3	17 37 7,70	17 36 51,82		
	β Ophiuchi...	E.	+ 4 36	17 39 22,58	17 39 6,20	+ 0,05	+ 15,90
	ξ Draconis ...	W.	+ 56 53	17 52 6,27	17 51 53,72		
	67 Ophiuchi...	W.	+ 2 56	17 56 29,63	17 56 14,91	0,00	+ 13,48
	ο Herculis....	W.	+ 28 45	18 4 18,74	18 4 4,71		
	μ Sagittarii ...	W.	— 21 5	18 8 48,42	18 8 33,32	0,00	+ 13,64
	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 17 1,37	17 16 44,89	+ 0,08	+ 16,12
	β Draconis ...	E.	+ 58 45	18 22 42,87	18 22 26,89		

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
1 de Septiembre de 1916.....	17 34	+ 5,79 ± 0,04	
2 íd. íd.	17 49	+ 8,18 ± 0,01	s + 2,37 ± 0,04
4 íd. íd.	17 56	+ 12,41 ± 0,01	+ 2,11 ± 0,01
5 íd. íd.	18 00	+ 14,73 ± 0,05	+ 2,31 ± 0,05

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,03 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado designado con la letra F figuran las correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se obtuvo como en las estaciones anteriores, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección N.-S. y los 105-107 en la W.-E. Los resultados obtenidos son los que siguen:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
32×10^{-7}	34×10^{-7}
32×10^{-7}	34×10^{-7}
33×10^{-7}	36×10^{-7}
31×10^{-7}	34×10^{-7}
32×10^{-7}	35×10^{-7}

El error medio de ambas determinaciones es

$$e_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}.$$

Finalmente, en el cuadro siguiente figuran los valores corregidos de las duraciones de oscilación y los valores medios correspondientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014198	0,5014968	0,5014365	0,5015102
203	96	41	8
203	53	37	6
198	68	58	7
205	72	42	3
200	64	46	3
0,5014201	0,5014970	0,5014348	0,5015105

FECHAS — 1916	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
2 Septiembre..	104	7 45	749,80	14,11	22,01	11,6	+ 2,37	159,060	0,5015767	— 4	— 612	— 1 059	+ 138	— 32	0,5014198
2 íd. ..	105	8 7	749,50	14,52	22,01	11,6	+ 2,37	151,765	6527	— 4	— 615	— 1 043	+ 138	— 35	4968
2 íd. ..	106	10 25	749,05	14,52	22,06	11,5	+ 2,37	157,515	5922	— 4	— 602	— 1 057	+ 138	— 32	4365
2 íd. ..	107	13 23	747,30	14,53	22,26	11,7	+ 2,37	150,565	6659	— 4	— 603	— 1 053	+ 138	— 35	5102
2 íd. ..	104	14 41	746,70	14,53	22,31	11,6	+ 2,37	158,900	5783	— 4	— 609	— 1 073	+ 138	— 32	4203
2 íd. ..	105	16 0	746,35	14,53	22,31	11,6	+ 2,37	151,415	6566	— 4	— 612	— 1 057	+ 138	— 35	4996
3 íd. ..	106	8 10	747,00	15,75	22,11	11,6	+ 2,11	157,660	5913	— 4	— 600	— 1 059	+ 123	— 32	4341
3 íd. ..	107	9 30	746,60	16,18	22,21	11,6	+ 2,11	150,410	6677	— 4	— 602	— 1 051	+ 123	— 35	5108
3 íd. ..	104	10 46	745,95	16,18	22,31	11,5	+ 2,11	158,765	5796	— 4	— 607	— 1 073	+ 123	— 32	4203
3 íd. ..	105	13 25	744,75	16,18	22,52	11,6	+ 2,11	151,590	6546	— 4	— 610	— 1 067	+ 123	— 35	4953
3 íd. ..	106	14 42	744,90	16,18	22,52	11,4	+ 2,11	157,475	5926	— 4	— 597	— 1 079	+ 123	— 32	4337
3 íd. ..	107	15 1	745,50	16,18	22,52	11,6	+ 2,11	150,320	6687	— 4	— 600	— 1 065	+ 123	— 35	5106
4 íd. ..	104	8 11	750,80	14,52	22,11	11,6	+ 2,11	158,855	5787	— 4	— 612	— 1 064	+ 123	— 32	4198
4 íd. ..	105	9 31	750,80	14,52	22,11	11,6	+ 2,11	151,575	6548	— 4	— 616	— 1 048	+ 123	— 35	4968
4 íd. ..	106	10 48	750,60	14,52	22,11	11,6	+ 2,11	157,405	5933	— 4	— 603	— 1 059	+ 123	— 32	4358
4 íd. ..	107	13 28	750,15	14,52	22,11	11,7	+ 2,11	150,430	6674	— 4	— 605	— 1 046	+ 123	— 35	5107
4 íd. ..	104	14 45	750,20	14,52	22,11	11,5	+ 2,11	158,785	5794	— 4	— 612	— 1 064	+ 123	— 32	4205
4 íd. ..	105	16 6	750,35	14,52	22,11	11,5	+ 2,11	151,535	6552	— 4	— 616	— 1 048	+ 123	— 35	4972
5 íd. ..	106	8 14	750,75	14,02	21,71	11,5	+ 2,31	157,855	5888	— 4	— 604	— 1 040	+ 134	— 32	4342
5 íd. ..	107	9 34	750,45	14,02	21,71	11,7	+ 2,31	150,720	6642	— 4	— 607	— 1 027	+ 134	— 35	5103
5 íd. ..	104	10 59	750,10	14,02	21,76	11,6	+ 2,31	159,110	5762	— 4	— 613	— 1 047	+ 134	— 32	4200
5 íd. ..	105	13 38	748,80	14,02	21,81	11,6	+ 2,31	151,850	6517	— 4	— 615	— 1 033	+ 134	— 35	4964
5 íd. ..	106	14 54	748,55	14,02	21,86	11,5	+ 2,31	157,765	5897	— 4	— 602	— 1 047	+ 134	— 32	4346
5 íd. ..	107	16 14	748,50	14,02	21,91	11,7	+ 2,31	150,660	6649	— 4	— 605	— 1 036	+ 134	— 35	5103

ESTACIÓN DE ARANDA DE DUERO

Local de observación.

En una reducida habitación del Colegio de Misioneros del Corazón de María se hizo el estudio de los péndulos. La barraca astronómica se instaló en un patio de recreo colindante.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 40 W.
Latitud N.....	41° 40'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	801 m

Determinación de la hora.

En el cuadro siguiente están anotados los estados parciales del reloj, calculados por el método de Borrass:

FECHAS 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rp + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
20 Septiembre	θ Aquilæ.....	W.	− 1 4	20 7 2,16	20 6 59,50	− 0,07	+ 1,18
	o¹ seq. Cygni..	W.	+ 46 30	20 11 2,01	20 11 1,17		
	β Capricorne.	E.	− 15 3	20 16 21,91	20 16 17,09	− 0,06	+ 3,83
	γ Cygne.....	E.	+ 40 0	20 19 15,85	20 19 12,03		
	θ Cephei....	E.	+ 62 43	20 28 12,89	20 28 9,50		
	γ Capricorni..	E.	− 18 26	20 35 20,64	20 35 15,72	− 0,02	+ 4,11
21 Septiembre	θ Aquilæ.....	W.	+ 1 4	20 7 2,15	20 7 1,47	+ 0,04	+ 0,48
	o¹ seq. Cygni..	W.	+ 46 30	20 11 1,98	20 11 1,49		
	β Capricorne.	E.	− 15 3	20 16 21,89	20 16 19,85	0,00	+ 2,90
	γ Cygne.....	E.	+ 40 0	20 19 15,83	20 19 12,97		
	θ Cephei....	E.	+ 62 43	20 28 12,85	20 28 9,02		
	ν Capricorni..	E.	− 18 26	20 35 20,63	20 35 18,54	+ 0,02	+ 3,01
	α Cygni.....	W.	+ 44 59	20 38 37,14	20 38 36,77		
	ε Aquarii.....	W.	− 9 48	20 43 12,03	20 43 11,58	− 0,08	+ 0,46

FECHAS — 1916	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
22 Septiembre	σ Sagittarii ...	W.	— 26 24	18 50 7,61	18 50 7,43	0,00	+ 0,64
	R Lyræ.....	W.	+ 43 50	18 52 48,99	18 52 48,33		
	γ Lyræ.....	E.	+ 32 35	18 55 50,70	18 55 48,67		
	τ Sagittarii ...	E.	— 27 48	19 1 46,12	19 1 44,93	— 0,04	+ 2,25
	π Sagittarii ...	E.	— 21 9	19 4 50,24	19 4 48,93	0,00	+ 2,21
	θ Lyræ.....	E.	+ 37 59	19 13 29,71	19 13 27,57		
	δ Aquilæ.....	W.	+ 2 57	19 21 19,35	19 21 19,06	— 0,02	+ 0,32
	ι Cygni.....	W.	+ 51 33	19 27 37,50	19 27 37,19		
23 Septiembre	φ Sagittarii ...	E.	+ 27 5	18 40 28,64	18 40 29,84	0,00	+ 0,16
	β Lyræ.....	E.	+ 33 16	18 47 1,25	18 47 1,32		
	π Sagittarii ...	W.	— 21 9	19 4 50,22	19 4 50,51	— 0,06	+ 1,71
	θ Lyræ.....	W.	+ 37 59	19 13 29,68	19 13 28,19		
	δ Aquilæ.....	W.	+ 2 57	19 21 19,33	19 21 18,92	0,00	+ 1,76
	ι Cygni.....	W.	+ 51 33	19 27 37,47	19 27 35,11		
25 Septiembre	α Cygni.....	E.	+ 44 59	20 38 37,06	20 38 34,49		
	ι Aquarii.....	E.	— 9 48	20 43 11,99	20 43 11,80	+ 0,04	+ 2,32
	μ Verseau....	W.	— 9 18	20 48 11,66	20 48 13,03	— 0,02	— 0,09
	ν Cygni.....	W.	+ 40 51	20 54 5,67	20 54 5,80		
	61 Cygni pr....	W.	+ 38 21	21 3 11,41	21 3 11,60		
	ν Aquarii.....	W.	— 11 42	21 5 5,53	21 5 6,86	0,00	— 0,08
	α Equulei.....	E.	+ 4 54	21 11 41,50	21 11 41,62	+ 0,04	+ 1,97
	α Cephei.....	E.	+ 62 14	21 16 37,52	21 16 32,79		

En el siguiente cuadro figuran los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
20 de Septiembre de 1916.....	20 21	+ 2,52 ± 0,02	
21 id. id.	20 25	+ 1,67 ± 0,05	— 0,85 ± 0,05
22 id. id.	19 9	+ 1,43 ± 0,05	— 0,25 ± 0,07
23 id. id.	19 4	+ 0,88 ± 0,05	— 0,55 ± 0,07
25 id. id.	20 58	+ 0,98 ± 0,12	+ 0,05 ± 0,13

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm\ 0^s,08\,.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra G figuran las correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se obtuvo como en las estaciones anteriores, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección NW.-SE. y los 105-107 en la normal a la misma. Los resultados obtenidos son:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
32×10^{-7}	34×10^{-7}
32×10^{-7}	34×10^{-7}
31×10^{-7}	32×10^{-7}
32×10^{-7}	32×10^{-7}
32×10^{-7}	33×10^{-7}

El error medio de ambas determinaciones es

$$e_0 = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}.$$

Los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación constan en el adjunto cuadro:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014590	0,5015353	0,5014731	0,5015497
594	57	50	512
618	72	84	539
566	45	43	(475)
597	55	38	508
611	62	83	535
573	59	40	513
0,5014593	0,5015358	0,5014753	0,5015517

Por discrepar bastante de su valor medio, se ha desechado el cuarto péndulo 107. En la media correspondiente se ha tenido en cuenta dicha supresión.

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-1}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
21 Septiembre.	104	9 26	697,00	11,02	16,92	11,6	— 0,85	156,085	0,5016068	— 4	— 579	— 814	— 49	— 32	0,5014590
21 íd. .	105	10 46	696,65	11,57	16,97	11,6	— 0,85	149,090	6825	— 4	— 582	— 804	— 49	— 33	5353
21 íd. .	106	14 25	695,25	11,22	17,27	11,6	— 0,85	154,710	6212	— 4	— 569	— 827	— 49	— 32	4731
21 íd. .	107	15 45	695,10	11,78	17,32	11,6	— 0,85	147,795	6973	— 4	— 571	— 819	— 49	— 33	5497
21 íd. .	104	17 00	695,15	11,99	17,42	11,8	— 0,85	155,840	6094	— 4	— 577	— 838	— 49	— 32	4594
21 íd. .	105	18 21	695,35	11,99	17,51	11,6	— 0,85	148,845	6853	— 4	— 580	— 830	— 49	— 33	5357
22 íd. .	106	9 10	696,15	10,97	16,72	11,7	— 0,25	155,075	6173	— 4	— 571	— 801	— 15	— 32	4750
22 íd. .	107	10 29	696,10	11,71	16,77	11,8	— 0,25	148,165	6930	— 4	— 573	— 793	— 15	— 33	5512
22 íd. .	104	11 45	695,95	11,57	16,92	11,6	— 0,25	156,155	6061	— 4	— 578	— 814	— 15	— 32	4618
22 íd. .	105	14 28	695,65	11,22	17,17	11,7	— 0,25	149,140	6819	— 4	— 581	— 814	— 15	— 33	5372
22 íd. .	106	15 45	695,70	11,78	17,27	11,6	— 0,25	154,525	6231	— 4	— 569	— 827	— 15	— 32	4784
22 íd. .	107	17 5	695,90	11,99	17,42	11,8	— 0,25	147,680	6986	— 4	— 571	— 824	— 15	— 33	5539
23 íd. .	104	9 4	697,85	11,37	16,92	11,6	— 0,55	156,475	6028	— 4	— 580	— 814	— 32	— 32	4566
23 íd. .	105	10 23	697,60	12,27	17,02	11,8	— 0,55	149,285	6803	— 4	— 583	— 806	— 32	— 33	5345
23 íd. .	106	11 40	697,20	12,27	17,22	11,6	— 0,55	154,765	6206	— 4	— 570	— 825	— 32	— 32	4743
23 íd. .	107	14 30	696,45	11,92	17,37	11,8	— 0,55	148,095	6938	— 4	— 572	— 822	— 32	— 33	5475
23 íd. .	104	15 47	696,25	12,13	17,46	11,7	— 0,55	155,955	6082	— 4	— 577	— 840	— 32	— 32	4597
23 íd. .	105	17 14	696,25	11,99	17,56	11,8	— 0,55	148,985	6837	— 4	— 581	— 832	— 32	— 33	5355
24 íd. .	106	9 10	697,05	12,13	17,42	11,6	+ 0,05	155,050	6176	— 4	— 570	— 835	+ 3	— 32	4738
24 íd. .	107	10 30	696,85	12,69	17,46	11,8	+ 0,05	148,080	6940	— 4	— 572	— 826	+ 3	— 33	5508
24 íd. .	104	11 45	696,50	12,55	17,61	11,8	+ 0,05	156,090	6068	— 4	— 577	— 847	+ 3	— 32	4611
24 íd. .	105	14 13	696,05	12,20	17,76	11,8	+ 0,05	149,155	6817	— 4	— 580	— 841	+ 3	— 33	5362
24 íd. .	106	15 31	695,85	12,41	17,86	11,5	+ 0,05	154,440	6240	— 4	— 568	— 856	+ 3	— 32	4783
24 íd. .	107	16 51	695,80	12,77	17,96	11,8	+ 0,05	147,660	6988	— 4	— 570	— 849	+ 3	— 33	5535
25 íd. .	104	10 9	694,50	12,20	17,91	11,6	+ 0,05	156,330	6043	— 4	— 575	— 862	+ 3	— 32	4573
25 íd. .	105	11 28	694,40	12,77	17,96	11,8	+ 0,05	149,115	6822	— 4	— 578	— 851	+ 3	— 33	5359
25 íd. .	106	16 15	694,50	12,77	18,11	11,6	+ 0,05	154,755	6207	— 4	— 566	— 868	+ 3	— 32	4740
25 íd. .	107	17 34	694,80	13,13	18,16	11,8	+ 0,05	147,785	6974	— 4	— 568	— 859	+ 3	— 33	5513

ESTACIÓN DE MADRID (cierre)

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en el mismo local ya citado y en análogas condiciones que sus similares.

Las coordenadas geográficas son, por lo tanto, las indicadas anteriormente.

Determinación de la hora.

Se efectuaron las comparaciones necesarias del reloj Strasser con el magistral del Observatorio Astronómico.

Los estados y movimientos se indican en el adjunto cuadro:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
15 de Octubre de 1916.....	21 19	+ 8,30 ± 0,03	
16 id. id.	20 33	+ 9,17 ± 0,03	s + 0,90 ± 0,04
17 id. id.	20 39	+ 9,19 ± 0,03	+ 0,02 ± 0,04
18 id. id.	20 45	+ 8,98 ± 0,04	— 0,21 ± 0,05
19 id. id.	20 38	+ 8,98 ± 0,04	0,00 ± 0,06
20 id. id.	19 32	+ 8,95 ± 0,02	— 0,03 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,05 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra H figuran los cálculos y correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén dió los siguientes resultados, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección NE.-SW. y los 105-107 en la normal a la misma:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
41×10^{-7}	38×10^{-7}
34×10^{-7}	32×10^{-7}
33×10^{-7}	41×10^{-7}
36×10^{-7}	33×10^{-7}
36×10^{-7}	36×10^{-7}

El error medio de ambas determinaciones es

$$e_1 = \pm 1{,}4 \times 10^{-7}.$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas es el que sigue:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014856	0,5015624	0,5015908	0,5015749
64	41	24	759
59	39	14	765
82	59	27	789
67	18	15	770
62	29	43	802
0,5014865	0,5015635	0,5015022	0,5015772

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
16 Octubre....	104	10 42	711,65	7,98	18,21	11,6	+ 0,90	153,780	0,5016310	— 4	— 590	— 876	+ 52	— 36	0,5014856
16 íd.	105	12 3	711,60	8,49	18 26	11,9	+ 0,90	146,950	7070	— 4	— 593	— 865	+ 52	— 36	5624
16 íd.	106	13 17	711,35	8,67	18,36	11,6	+ 0,90	152,415	6456	— 4	— 580	— 880	+ 52	— 36	5008
16 íd.	107	16 48	710,90	8,34	18,56	11,9	+ 0,90	145,870	7197	— 4	— 582	— 878	+ 52	— 36	5749
16 íd.	104	18 02	710,95	8,67	18,66	11,8	+ 0,90	153,520	6338	— 4	— 588	— 898	+ 52	— 36	4864
16 íd.	105	19 19	711,15	8,67	18,71	11,8	+ 0,90	146,635	7107	— 4	— 592	— 886	+ 52	— 36	5641
18 íd.	104	10 48	713,60	7,43	17,66	11,6	— 0,21	153,365	6354	— 4	— 593	— 850	— 12	— 36	4859
18 íd.	105	12 7	713,45	8,11	17,66	11,9	— 0,21	146,490	7124	— 4	— 596	— 837	— 12	— 36	5639
18 íd.	106	13 24	713,15	8,61	17,76	11,6	— 0,21	151,925	6510	— 4	— 583	— 851	— 12	— 36	5024
18 íd.	107	16 55	712,70	8,61	18,06	11,8	— 0,21	145,430	7250	— 4	— 585	— 854	— 12	— 36	5759
18 íd.	104	18 11	712,85	8,61	18,16	11,7	— 0.21	152,950	6399	— 4	— 591	— 874	— 12	— 36	4882
18 íd.	105	19 29	713,10	8,61	18,26	11,6	— 0,21	146,105	7170	— 4	— 594	— 865	— 12	— 36	5659
19 íd.	106	10 53	714,60	8,07	17,66	11,6	0,00	152,150	6485	— 4	— 585	— 846	00	— 36	5014
19 íd.	107	12 13	714,35	8,43	17,66	11,9	0,00	145,620	7227	— 4	— 587	— 835	00	— 36	5765
19 íd.	104	13 32	713,80	8,61	17,76	11,6	0,00	153,380	6353	— 4	— 592	— 854	00	— 36	4867
19 íd.	105	16 52	712,50	8,93	17,96	12,0	0,00	146,675	7103	— 4	— 594	— 851	00	— 36	5618
19 íd.	106	18 6	712,35	8,95	18,06	11,8	0,00	151,885	6514	— 4	— 582	— 865	00	— 36	5027
19 íd.	107	19 24	712,35	8,95	18,11	11,8	0,00	145,260	7270	— 4	— 584	— 857	00	— 36	5789
20 íd.	104	10 56	709,05	8,09	17,41	11,7	— 0,03	153,585	6331	— 4	— 589	— 838	— 2	— 36	4862
20 íd.	105	12 14	708,70	8,91	17,46	11,7	— 0,03	146,785	7090	— 4	— 592	— 827	— 2	— 36	5629
20 íd.	106	13 30	707,90	8,09	17,61	11,7	— 0,03	152,200	6480	— 4	— 579	— 844	— 2	— 36	5015
20 íd.	107	15 40	706,75	8,79	17,81	11,8	— 0,03	145,560	7234	— 4	— 580	— 842	— 2	— 36	5770
20 íd.	106	16 56	706,45	8,97	17,91	11,6	— 0,03	151,835	6520	— 4	— 577	— 858	— 2	— 36	5043
20 íd.	107	18 18	706,35	8,65	18,01	11,8	— 0,03	145,205	7276	— 4	— 580	— 852	— 2	— 36	5802

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LA CAMPAÑA DE 1918

ESTACIÓN DE MADRID (salida)

Local de observación.

El local donde se hicieron las observaciones fué, como de ordinario, una habitación del Observatorio Astronómico de Madrid, situada en el cuerpo central del edificio y orientada al Norte.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	3° 41',0 W.
Latitud N.....	40° 24',5
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	656 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados del reloj Strasser por medio de comparaciones cronográficas con el reloj magistral del Observatorio.

Obtenidos los estados, se dedujeron los movimientos, y después de calculados los errores correspondientes se llegó a los resultados que figuran en el siguiente cuadro, resumen del conjunto de determinaciones de hora.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
11 de Febrero de 1918.....	19 50	+ 6,54 ± 0,03	
12 id. id.	19 49	+ 7,50 ± 0,02	+ 0,96 ± 0,04
13 id. id.	19 50	+ 8,77 ± 0,03	+ 1,27 ± 0,04
14 id. id.	19 54	+ 10,11 ± 0,03	+ 1,34 ± 0,04
15 id. id.	19 53	+ 11,68 ± 0,02	+ 1,57 ± 0,04
16 id. id.	19 59	+ 13,53 ± 0,04	+ 1,84 ± 0,04
16 id. id.	3 24	+ 14,10 ± 0,04	+ 1,84 ± 0,06

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,04 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra A, pueden examinarse los cálculos y correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 oscilaron en dirección NE.-SW., así como los 105-107 en la NW.-SE., siendo los valores obtenidos por el estudio del balance, según el método de Borrass, los siguientes:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
32×10^{-7}	36×10^{-7}
36×10^{-7}	38×10^{-7}
33×10^{-7}	39×10^{-7}
33×10^{-7}	35×10^{-7}
34×10^{-7}	37×10^{-7}

Como error medio de ambas determinaciones resulta

$$e_1 = \pm 0,6 \times 10^{-7} .$$

Los valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas figuran en el siguiente cuadro, así como sus promedios correspondientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014845	0,5015639	0,5015037	0,5015766
48	41	34	70
32	25	27	80
60	50	44	85
46	36	38	76
31	31	26	58
0,5014844	0,5015637	0,5015034	0,5015773

Estado A$_1$. **ESTACIÓN DE MADRID (salida)**

FECHAS — 1918	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-1}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
11 Febrero	104	19 55	720,35	6,29	10,16	11,6	+ 0,96	157,430	0,5015931	— 4	— 615	— 489	+ 56	— 34	0,5014845
11 íd.	105	21 15	719,40	6,57	10,26	11,8	+ 0,96	149,960	6727	— 4	— 617	— 486	+ 56	— 37	5639
11 íd.	106	1 16	718,70	6,57	10,60	11,4	+ 0,96	155,490	6130	— 4	— 603	— 508	+ 56	— 34	5037
11 íd.	107	2 34	718,80	6,86	10,70	11,6	+ 0,96	148,750	6863	— 4	— 606	— 506	+ 56	— 37	5766
12 íd.	104	19 55	718,55	5,50	10,01	11,8	+ 1,27	157,650	5908	— 4	— 614	— 482	+ 74	— 34	4848
12 íd.	105	21 17	718,00	6,16	10,11	11,7	+ 1,27	150,165	6704	— 4	— 617	— 479	+ 74	— 37	5641
12 íd.	106	1 14	716,65	6,18	10,50	11,6	+ 1,27	155,750	6103	— 4	— 602	— 503	+ 74	— 34	5034
12 íd.	107	2 40	716,70	6,31	10,65	11,9	+ 1,27	148,915	6845	— 4	— 604	— 504	+ 74	— 37	5770
13 íd.	104	19 55	716,45	5,92	9,96	11,6	+ 1,34	157,905	5883	— 4	— 612	— 479	+ 78	— 34	4832
13 íd.	105	21 17	715,85	6,32	10,06	11,9	+ 1,34	150,380	6680	— 4	— 615	— 477	+ 78	— 37	5625
13 íd.	106	1 7	714,10	6,18	10,45	11,5	+ 1,34	155,900	6088	— 4	— 600	— 501	+ 78	— 34	5027
13 íd.	107	2 27	714,10	6,31	10,60	11,7	+ 1,34	148,905	6846	— 4	— 602	— 501	+ 78	— 37	5780
14 íd.	104	20 00	711,75	6,07	9,71	11,6	+ 1,57	157,910	5882	— 4	— 608	— 467	+ 91	— 34	4860
14 íd.	105	21 18	711,15	6,33	9,86	11,6	+ 1,57	150,395	6678	— 4	— 611	— 467	+ 91	— 37	5650
14 íd.	106	0 54	709,90	6,46	10,31	11,5	+ 1,57	155,960	6081	— 4	— 596	— 494	+ 91	— 34	5044
14 íd.	107	2 18	710,00	6,32	10,45	11,8	+ 1,57	149,060	6828	— 4	— 599	— 494	+ 91	— 37	5785
15 íd.	104	19 58	711,00	6,07	10,01	11,6	+ 1,84	158,070	5866	— 4	— 607	— 482	+ 107	— 34	4846
15 íd.	105	21 21	710,65	6,20	10,11	11,6	+ 1,84	150,565	6659	— 4	— 610	— 479	+ 107	— 37	5636
15 íd.	106	1 8	710,00	5,78	10,36	11,6	+ 1,84	156,145	6062	— 4	— 597	— 496	+ 107	— 34	5038
15 íd.	107	2 27	709,70	5,91	10,45	11,8	+ 1,84	149,285	6803	— 4	— 599	— 494	+ 107	— 37	5776
16 íd.	104	20 6	707,80	5,40	9,56	11,7	+ 1,84	158,450	5828	— 4	— 606	— 460	+ 107	— 34	4831
16 íd.	105	21 27	706,95	5,81	9,66	11,8	+ 1,84	150,820	6631	— 4	— 608	— 458	+ 107	— 37	5631
16 íd.	106	0 50	705,45	5,94	10,02	11,3	+ 1,84	156,450	6031	— 3	— 593	— 482	+ 107	— 34	5026
16 íd.	107	2 9	705,50	6,07	10,21	11,6	+ 1,84	149,565	6771	— 4	— 596	— 483	+ 107	— 37	5758



ESTACIÓN DE SEVILLA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en las Escuelas Pías regidas por los Padres Escolapios, que cedieron para este fin una espaciosa habitación dedicada a gimnasio. En un pasadizo anejo se montó la barraca astronómica con el anteojo de pasos.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich....	5° 59' W.
Latitud N.....	37° 23'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	11 m

Determinación de la hora.

El método seguido para determinar los estados del reloj y, por consiguiente, los movimientos en los diferentes días de observación, fué el de Borrass, según puede verse en el siguiente cuadro, donde figuran las estrellas observadas con sus datos astronómicos, las horas del paso de las mismas registradas cronográficamente y los estados parciales del Strasser para cada grupo de estrellas:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α — H — (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
4 de Abril....	Pi 105.....	W.	+ 53 00	8 33 17,01	8 33 18,57		
	Br. 1229.....	W.	— 12 11	8 36 10,55	8 36 13,00	0,00	— 1,88
	14 Hydræ.....	E.	— 3 9	8 45 16,90	8 45 18,90	0,00	— 1,19
	ι Gr. Ourse..	E.	+ 48 22	8 53 39,41	8 53 40,23		
	κ Urs. maj....	E.	+ 47 29	8 58 5,41	8 58 6,29		
	θ Hydræ....	E.	+ 2 39	9 10 8,47	9 10 10,41	— 0,04	— 1,17
	α Lyncis.....	W.	+ 34 44	9 16 6,87	9 16 8,79		
	α Hydræ.....	W.	— 8 18	9 23 35,98	9 23 38,43	+ 0,04	— 1,92

FECHAS 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H —(Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
	α^2 Geminorum.	W.	+ 32 4	7 29 24,54	7 29 25,77		
	γ Monocerotis.	W.	— 9 22	7 37 21,63	7 37 23,50	— 0,05	— 1,07
	β Geminorum	E.	+ 28 13	7 40 20,45	7 40 21,52		
	ξ Puppis.....	E.	— 24 40	7 45 52,47	7 45 54,64	+ 0,08	— 0,90
5 de Abril....	Br. 1126.....	E.	+ 47 47	7 48 47,76	7 48 48,41		
	Br. 1145.....	E.	— 3 28	7 55 40,49	7 55 42,13	— 0,04	— 0,90
	6 Ecrevisse...	W.	+ 28 1	7 58 31,64	7 58 33,03		
	ρ Poupe.....	W.	— 24 4	8 4 4,95	8 4 7,04	+ 0,01	— 1,23
	α^2 Geminorum.	W.	+ 32 4	7 29 24,52	7 29 25,37		
	γ Monocerotis	W.	— 9 22	7 37 21,62	7 37 22,97	0,00	— 0,76
	β Geminorum.	E.	+ 28 13	7 40 20,43	7 40 21,01		
	ξ Puppis.....	E.	— 24 40	7 45 52,43	7 45 54,10	— 0,04	— 0,29
6 de Abril....	Br. 1126.....	E.	+ 47 47	7 48 47,73	7 48 47,95		
	Br. 1145.....	E.	— 3 28	7 55 40,48	7 55 41,65	0,00	— 0,50
	6 Ecrevisse...	W.	+ 28 1	7 58 31,62	7 58 32,53		
	ρ Poupe.....	W.	— 24 4	8 4 4,93	8 3 6,50	— 0,02	— 0,73
	α^2 Geminorum.	E.	+ 32 4	7 29 24,50	7 29 24,63		
	γ Monocerotis	E.	— 9 22	7 37 21,60	7 37 22,37	+ 0,01	— 0,06
	β Geminorum.	W.	+ 28 13	7 40 20,41	7 40 20,70		
	ξ Puppis.....	W.	— 24 40	7 45 52,43	7 45 53,35	— 0,02	— 0,13
7 de Abril....	Br. 1126.....	W.	+ 47 47	7 48 47,70	7 48 47,53		
	Br. 1145.....	W.	— 3 28	7 55 40,46	7 55 41,17	+ 0,08	— 0,17
	6 Ecrevisse...	E.	+ 28 1	7 58 31,60	7 58 31,57		
	ρ Poupe.....	E.	— 24 4	8 4 4,91	8 4 5,94	+ 0,02	+ 0,26
	α^2 Geminorum.	E.	+ 32 4	7 29 24,48	7 29 24,01		
	γ Monocerotis	E.	— 9 22	7 37 21,58	7 37 21,77	+ 0,04	+ 0,54
	β Geminorum.	W.	+ 28 13	7 40 20,39	7 40 20,32	— 0,04	+ 0,27
	ξ Puppis.....	W.	— 24 40	7 45 52,41	7 45 53,02		
8 de Abril....	Br. 1126.....	W.	+ 47 47	7 48 47,68	7 48 47,32		
	Br. 1145.....	W.	— 3 28	7 55 40,44	7 55 40,78	0,00	+ 0,16
	6 Ecrevisse...	E.	+ 28 1	7 58 31,58	7 58 30,89		
	ρ Poupe.....	E.	— 24 4	8 4 4,90	8 4 5,30	+ 0,12	+ 0,83

El siguiente cuadro es un resumen de los estados del reloj en los diferentes días de observación, figurando en él, además, los movimientos deducidos de aquellos estados, con los errores correspondientes.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
4 de Abril de 1918.....	8 58	— 1,54 ± 0,02	
5 id. id.	7 47	— 1,03 ± 0,04	+ 0,54 ± 0,04
6 id. id.	7 47	— 0,57 ± 0,06	+ 0,46 ± 0,07
7 id. id.	7 47	— 0,02 ± 0,07	+ 0,55 ± 0,09
8 id. id.	7 47	+ 0,46 ± 0,07	+ 0,48 ± 0,10

Resultando para error medio del conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,06 .$$

Duraciones de oscilación.

Todos los cálculos y correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas pueden verse en el estado señalado con la letra B_1.

El balance del sostén se determinó por el método de Borrass, dando los resultados siguientes, y teniendo presente que los péndulos 104-106 oscilaron en dirección NE.-SW. y los 105-107 en la perpendicular a la anterior.

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
46×10^{-7}	36×10^{-7}
47×10^{-7}	50×10^{-7}
47×10^{-7}	48×10^{-7}
41×10^{-7}	51×10^{-7}
45×10^{-7}	46×10^{-7}

Siendo el error medio de ambas determinaciones

$$e_n = \pm 1,9 \times 10^{-7} .$$

Los valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas y sus promedios correspondientes figuran en el siguiente cuadro:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014894	0,5015698	0,5015091	0,5015828
908	706	64	13
894	691	94	31
870	675	76	24
899	690	76	14
886	691	95	41
0,5014892	0,5015692	0,5015083	0,5015825

FECHAS — 1918	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	′	s	s	s						s
5 Abril.....	104	21 44	765,50	10,48	15,62	11,9	+ 0,54	153,850	0,5016303	— 4	— 640	— 751	+ 31	— 45	0,5014894
5 íd.	105	23 3	765,50	10,67	15,67	11,7	+ 0,54	146,685	7102	— 4	— 643	— 742	+ 31	— 46	5698
5 íd.	106	0 18	765,30	10,67	15,72	11,6	+ 0,54	152,090	6492	— 4	— 630	— 753	+ 31	— 45	5091
5 íd.	107	3 24	765,10	10,86	15,97	11,7	+ 0,54	145,565	7234	— 4	— 632	— 755	+ 31	— 46	5828
5 íd.	104	4 39	765,35	11,06	16,07	11,5	+ 0,54	153,525	6337	— 4	— 638	— 773	+ 31	— 45	4908
5 íd.	105	5 58	765,75	11,06	16,17	11,6	+ 0,54	146,420	7133	— 4	— 642	— 766	+ 31	— 46	5706
6 íd.	106	21 48	770,20	10,13	15,72	11,5	+ 0,46	152,260	6473	— 4	— 634	— 753	+ 27	— 45	5064
6 íd.	107	23 6	770,35	9,97	15,72	11,9	+ 0,46	145,705	7217	— 4	— 637	— 744	+ 27	— 46	5813
6 íd.	104	0 21	770,10	9,97	15,82	11,5	+ 0,46	153,690	6320	— 4	— 643	— 761	+ 27	— 45	4894
6 íd.	105	3 20	769,25	10,51	16,07	11,6	+ 0,46	146,520	7121	— 4	— 646	— 761	+ 27	— 46	5691
6 íd.	106	4 38	769,05	10,70	16,22	11,7	+ 0,46	151,785	6525	— 4	— 632	— 777	+ 27	— 45	5094
6 íd.	107	5 57	769,00	11,06	16,37	11,9	+ 0,46	145,325	7262	— 4	— 634	— 774	+ 27	— 46	5831
7 íd.	104	22 00	768,20	10,16	15,92	11,6	+ 0,55	153,935	6294	— 4	— 641	— 766	+ 32	— 45	4870
7 íd.	105	23 18	767,55	10,67	15,92	11,6	+ 0,55	146,770	7092	— 4	— 645	— 754	+ 32	— 46	5675
7 íd.	106	0 32	766,65	10,67	15,97	11,7	+ 0,55	152,125	6488	— 4	— 630	— 765	+ 32	— 45	5076
7 íd.	107	3 22	764,25	10,36	16,22	11,6	+ 0,55	145,515	7240	— 4	— 631	— 767	+ 32	— 46	5824
7 íd.	104	4 38	763,45	10,70	16,37	11,6	+ 0,55	153,500	6340	— 4	— 636	— 788	+ 32	— 45	4899
7 íd.	105	5 56	763,25	11,06	16,47	11,7	+ 0,55	146,470	7127	— 4	— 639	— 780	+ 32	— 46	5690
8 íd.	106	21 59	763,80	9,80	15,92	11,6	+ 0,48	152,130	6488	— 4	— 628	— 763	+ 28	— 45	5076
8 íd.	107	23 17	763,65	9,65	15,92	11,8	+ 0,48	145,660	7222	— 4	— 631	— 753	+ 28	— 46	5814
8 íd.	104	0 32	763,25	9,98	15,97	11,5	+ 0,48	153,765	6312	— 4	— 637	— 768	+ 28	— 45	4886
8 íd.	105	3 21	762,20	9,99	16,07	11,8	+ 0,48	146,575	7114	— 4	— 640	— 761	+ 28	— 46	5691
8 íd.	106	4 34	761,85	9,84	16,17	11,6	+ 0,48	151,860	6517	— 4	— 626	— 775	+ 28	— 45	5095
8 íd.	107	5 51	761,60	9,69	16,27	11,9	+ 0,48	145,325	7262	— 4	— 629	— 770	+ 28	— 46	5841

ESTACIÓN DE ÉCIJA

Local de observación.

Para este fin fué cedido amablemente por su propietario, D. Miguel Osuna, un chalet de recreo situado en el centro de espacioso huerto, en las afueras de la población. En un espacio libre de aquél se montó la barraca astronómica.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son las siguientes:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	5° 05' W.
Latitud N.....	37° 32'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	105 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos de la misma manera que se hizo en las estaciones anteriores, según puede verse en el cuadro siguiente:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_v	α − H − (R_ρ + N_v)
			° ′	h m s	h m s	s	s
16 de Abril..	14 Hydræ.....	E.	− 3 9	8 45 16,72	8 45 22,28	+ 0,04	− 5,35
	ι Gr. Ourse..	E.	+ 48 22	8 53 39,12	8 53 44,33		
	x Urs. maj....	W.	+ 47 29	8 58 5,13	8 58 11,64		
	θ Hydræ.....	W.	+ 2 39	9 10 8,31	9 10 14,66	+ 0,04	− 6,50
	α Lyncis.....	W.	+ 34 44	9 16 6,67	9 16 13,19		
	α Hydræ.....	W.	− 8 18	9 23 35,82	9 23 42,06	+ 0,02	− 6,57
	θ Urs. maj....	E.	+ 52 3	9 27 26,26	9 27 31,36		
	x Hydræ.....	E.	− 13 58	9 36 24,86	9 36 30,46	+ 0,06	− 5,33

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	II	Nv	α — II — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
18 de Abril...	Pi 105.....	E.	+ 53 00	8 33 16,62	8 33 22,33		
	Br. 1229.....	E.	— 12 11	8 36 10,33	8 36 17,52	+ 0,12	— 6,36
	14 Hydræ.....	W.	— 3 9	8 45 16,69	8 45 24,54	+ 0,04	— 7,73
	ι Gr. Ourse..	W.	+ 48 22	8 53 39,07	8 53 46,69		
	x Urs. maj....	W.	+ 47 29	8 58 5,08	8 58 12,67		
	θ Hydræ.....	W.	+ 2 39	9 10 8,28	9 10 16,26	— 0,02	— 7,69
	α Lyncis.....	E.	+ 34 44	9 16 6,63	9 16 13,12		
	α Hydræ.....	E.	— 8 18	9 23 35,79	9 23 42,82	+ 0,06	— 6,50
20 de Abril...	14 Hydræ.....	E.	— 3 9	8 45 16,66	8 45 25,04	— 0,16	— 7,58
	ι Gr. Ourse...	E.	+ 48 21	8 53 39,02	8 53 46,49		
	x Urs. maj....	W.	+ 47 29	8 58 5,04	8 58 14,14		
	θ Hydræ.....	W.	+ 2 39	9 10 8,25	9 10 17,39	— 0,08	— 9,03
	α Lyncis.....	W.	+ 34 44	9 16 6,59	9 16 15,49		
	α Hydris.....	W.	— 8 18	9 23 35,77	9 23 44,92	+ 0,06	— 8,94
	θ Urs. maj....	E.	+ 52 3	9 27 26,16	9 27 33,25		
	x Hydræ.....	E.	— 13 58	9 36 24,80	9 36 33,14	+ 0,14	— 7,65

El cuadro siguiente es el resumen de los estados en los diferentes días de observación y de los movimientos deducidos de aquéllos.

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.).	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
16 de Abril de 1918.....	9 11	— 5,96 ± 0,03	
18 id. id.	8 58	— 7,07 ± 0,01	— 0,56 ± 0,03
20 id. id.	9 11	— 8,33 ± 0,02	— 0,63 ± 0,02

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,02 .$$

Duraciones de oscilación.

El conjunto de cálculos y correcciones efectuadas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas pueden verse en el estado señalado con la letra C_1.

El balance del sostén se determinó por el método ya dicho, dando los resultados siguientes, advirtiendo que los péndulos 104-106 oscilaron en dirección N-S. y los 105-107 en la E-W.:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
42×10^{-7}	40×10^{-7}
33×10^{-7}	42×10^{-7}
39×10^{-7}	41×10^{-7}
31×10^{-7}	43×10^{-7}
36×10^{-7}	42×10^{-7}

Siendo el error medio de ambas determinaciones

$$e_b = \pm 1{,}4 \times 10^{-7}.$$

Los valores corregidos de las duraciones de oscilación observadas y sus promedios correspondientes figuran en el siguiente cuadro:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5015100	0,5015879	0,5015280	0,5016003
103	87	85	24
112	82	96	16
097	83	85	08
108	90	73	05
099	63	90	16
0,5015104	0,5015881	0,5015285	0,5016012

FECHAS — 1916	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0°c	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
17 Abril.....	104	21 53	750,70	9,72	13,74	11,6	— 0,56	152,325	0,5016466	— 4	— 632	— 661	— 33	— 36	0,5015100
17 íd.	105	23 10	750,50	10,25	13 84	11,8	— 0,56	145,435	7249	— 4	— 635	— 656	— 33	— 42	5879
17 íd.	106	0 25	750,15	10,80	14,14	11,5	— 0,56	150,640	6651	— 4	— 621	— 677	— 33	— 36	5280
17 íd.	107	3 12	748,95	10,70	14,88	11,9	— 0,56	144,120	7407	— 4	— 621	— 704	— 33	— 42	6003
17 íd.	104	4 25	748,60	10,89	15,23	11,7	— 0,56	151,650	6540	— 4	— 626	— 733	— 33	— 36	5108
17 íd.	105	5 44	748,60	10,73	15,53	11,8	— 0,56	144,750	7331	— 4	— 629	— 736	— 33	— 42	5887
18 íd.	106	22 13	749,25	10,43	14,63	11,5	— 0,56	150,400	6678	— 4	— 619	— 701	— 33	— 36	5285
18 íd.	107	23 32	749,15	10,65	14,73	11,6	— 0,56	144,005	7421	— 4	— 621	— 697	— 33	— 42	6024
18 íd.	104	0 46	748,70	10,70	14,98	11,6	— 0,56	151,715	6533	— 4	— 627	— 721	— 33	— 36	5112
18 íd.	105	3 23	748,50	10,35	15,52	11,9	— 0,56	144,800	7325	— 4	— 629	— 735	— 33	— 42	5882
18 íd.	106	4 38	748,50	10,70	15.67	11,6	— 0,56	149,880	6736	— 4	— 616	— 751	— 33	— 36	5296
18 íd.	107	5 52	748,40	10,84	15,72	11,9	— 0,56	143,700	7458	— 4	— 619	— 744	— 33	— 42	6016
19 íd.	104	22 8	750,25	10,07	14,34	11,6	— 0,63	152,070	6494	— 4	— 630	— 690	— 37	— 36	5097
19 íd.	105	23 25	750,30	10,43	14,39	11,9	— 0,63	145,165	7281	— 4	— 633	— 682	— 37	— 42	5883
19 íd.	106	0 38	750,15	10,46	14,53	11,6	— 0,63	150,400	6678	— 4	— 620	— 696	— 37	— 36	5285
19 íd.	107	3 21	749,75	10,46	14,98	11,6	— 0,63	144,001	7421	— 4	— 621	— 709	— 37	— 42	6008
19 íd.	104	4 37	749,65	10,32	15,08	11,8	— 0,63	151,670	6538	— 4	— 628	— 725	— 37	— 36	5108
19 íd.	105	5 57	749,90	10,65	15,23	11,8	— 0,63	144,795	7326	— 4	— 631	— 722	— 37	— 42	5890
20 íd.	106	22 12	751,20	10,40	14,43	11,5	— 0,63	150,540	6662	— 4	— 621	— 691	— 37	— 36	5273
20 íd.	107	23 29	751,60	10,43	14,48	11,9	— 0,63	144,205	7397	— 4	— 624	— 685	— 37	— 42	6005
20 íd.	104	0 41	751,65	10,46	14,63	11,6	— 0,63	151,920	6510	— 4	— 630	— 704	— 37	— 36	5099
20 íd.	105	3 20	752,60	10,31	15,08	11,8	— 0,63	145,055	7294	— 4	— 634	— 714	— 37	— 42	5863
20 íd.	106	4 36	753,15	10,46	15,18	11,6	— 0,63	150,065	6715	— 4	— 621	— 727	— 37	— 36	5290
20 íd.	107	5 52	753,70	10,61	15,23	11,8	— 0,63	143,820	7443	— 4	— 624	— 720	— 37	— 42	6016

ESTACIÓN DE ANDÚJAR

Local de observación.

Se realizaron los trabajos en una nave de la fábrica de mosaicos propiedad de D. Manuel Alba, instalándose la barraca en un patio contiguo.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	4° 03' W.
Latitud N.....	38° 03'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	207 m

Determinación de la hora.

En el cuadro siguiente, análogo a los de las estaciones anteriores, figuran los estados parciales del reloj para los grupos de estrellas observados en los diversos días:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_v	$\alpha - H - (R_\rho + N_v)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
1 de Mayo....	α Lyncis.....	W.	+ 34 44	9 16 6,39	9 16 4,12		
	α Hydræ.....	W.	— 8 18	9 23 35,61	9 23 33,85	— 0,02	+ 2,35
	θ Urs. maj....	E.	+ 52 3	9 27 25,86	9 27 22,63		
	x Hydræ.....	E.	— 13 58	9 36 24,65	9 36 22,82	— 0,06	+ 2,83
	ν Urs. maj....	E.	+ 59 26	9 45 13,65	9 45 10,07		
	Paris 12190.....	E.	— 18 38	9 51 2,36	9 51 0,62	— 0,06	+ 2,81
	Br. 1392.....	W.	+ 41 27	9 52 42,94	9 52 40,52		
	ν Hydræ.....	W.	— 12 40	10 1 10,22	10 1 8,53	— 0,02	+ 2,37
2 de Mayo....	ν Urs. maj....	E.	+ 59 26	9 45 13,62	9 45 7,11	+ 0,02	+ 5,05
	Paris 12190.....	E.	— 18 38	9 51 2,34	9 50 59,04		
	λ Urs. maj....	W.	+ 43 19	10 12 12,40	10 12 7,56		
	ρ Hydræ.....	W.	— 16 25	10 22 9,86	10 22 6,54	+ 0,02	+ 4,62

FECHAS 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
2 de Mayo....	ρ Leonis.....	W.	+ 9 43	10 28 32,28	10 28 28,47	— 0,14	+ 4,68
	Br. 1464.....	W.	+ 57 30	10 29 56,89	10 29 51,42		
	37 Pt. Lion....	E.	+ 32 24	10 34 9,41	10 34 4,51		
	ν Hydræ.....	E.	— 15 46	10 45 37,21	10 45 33,51	+ 0,06	+ 5,03
3 de Mayo....	α Lyncis.....	E.	+ 34 44	9 16 6,36	9 15 59,76		
	σ Hydræ.....	E.	— 8 18	9 23 35,58	9 23 29,94	+ 0,02	+ 6,69
	δ Urs. maj....	W.	+ 52 3	9 27 25,81	9 27 18,78		
	x Hydræ.....	W.	— 13 58	9 36 24,62	9 36 19,14	— 0,02	+ 6,54
	γ Urs. maj....	W.	+ 59 26	9 45 13,58	9 45 6,11		
	Paris 12190....	W.	— 18 38	9 51 2,33	9 50 57,03	0,00	+ 6,49
	Br. 1392.....	E.	+ 41 27	9 52 42,90	9 52 35,73		
	ν2 Hydræ.....	E.	— 12 40	10 1 10,19	10 1 4,51	+ 0,08	+ 6,96
6 de Mayo....	m Vierge.....	E.	— 8 18	13 37 21,65	13 37 7,87	0,00	+ 15,16
	n Gr. Ourse...	E.	+ 49 43	13 44 22,10	13 44 6,35		
	Br. 1283.....	W.	+ 65 8	13 49 6,20	13 48 51,89		
	η Bootis.....	W.	+ 18 48	13 50 50,00	13 50 36,72	+ 0,02	+ 13,51
	τ Virginis....	W.	+ 1 56	13 57 31,59	13 57 18,60	— 0,12	+ 13,68
	σ Draconis....	W.	+ 64 46	14 2 14,00	14 1 59,44		

En el cuadro siguiente figuran los estados y movimientos del reloj Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.ª	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
1 de Mayo de 1918.....	9 39	+ 2,57 ± 0,02	
2 id. id.	10 15	+ 4,84 ± 0,04	+ 2,21 ± 0,04
3 id. id.	9 39	+ 6,68 ± 0,06	+ 1,89 ± 0,07
6 id. id.	13 50	+ 14,39 ± 0,06	+ 2,43 ± 0,08

Siendo el error medio del conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,06 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra D, aparecen las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, dando los resultados siguientes, y debiendo advertir que los péndulos 104-106 oscilaron en la dirección E.-W. y los 105-107 en la S.-N.

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
46×10^{-7}	41×10^{-7}
40×10^{-7}	38×10^{-7}
38×10^{-7}	39×10^{-7}
37×10^{-7}	38×10^{-7}
40×10^{-7}	39×10^{-7}

Resultando para error medio de ambas determinaciones

$$e_s = \pm 1{,}1 \times 10^{-7}.$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducida y sus promedios es el siguiente:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014975	0,5015717	0,5015127	0,5015871
55	692	39	69
71	720	60	95
83	735	39	93
74	722	60	95
58	716	53	85
0,5014969	0,5015717	0,5015146	0,5015885

Estado D$_1$. **ESTACIÓN DE ANDÚJAR**

FECHAS — 1918	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
2 Mayo.....	104	23 25	748,80	10,61	15,23	11,8	+ 2,21	154,340	0,5016251	— 4	— 627	— 733	+ 128	— 40	0,5014975
2 id.	105	0 48	748,55	10,80	15,28	11,6	+ 2,21	147,680	6986	— 4	— 630	— 724	+ 128	— 39	5717
3 id.	106	23 29	745,80	10,85	15,72	11,6	+ 1,89	152,675	6428	— 4	— 614	— 753	+ 110	— 40	5127
3 id.	107	0 47	745,90	11,04	15,77	11,7	+ 1,89	146,140	7166	— 4	— 616	— 746	+ 110	— 39	5871
3 id.	104	2 1	745,80	11,39	15,87	11,8	+ 1,89	154,110	6275	— 4	— 622	— 764	+ 110	— 40	4955
3 id.	105	5 3	745,45	11,39	16,02	11,5	+ 1,89	147,485	7009	— 4	— 625	— 759	+ 110	— 39	5692
3 id.	106	6 21	745,45	11,24	16,07	11,6	+ 1,89	152,425	6455	— 4	— 612	— 770	+ 110	— 40	5139
3 id.	107	7 37	745,55	11,10	16,17	11,7	+ 1,89	146,000	7182	— 4	— 615	— 765	+ 110	— 39	5869
4 id.	104	22 51	744,45	11,39	16,12	11,5	+ 2,43	154,145	6271	— 4	— 621	— 776	+ 141	— 40	4971
4 id.	105	0 15	744,65	11,39	16,17	11,7	+ 2,43	147,455	7012	— 4	— 624	— 766	+ 141	— 39	5720
4 id.	106	1 30	744,50	11,39	16,27	11,8	+ 2,43	152,455	6452	— 4	— 610	— 779	+ 141	— 40	5160
4 id.	107	5 9	743,40	11,59	16,32	11,6	+ 2,43	146,000	7182	— 4	— 613	— 772	+ 141	— 39	5895
4 id.	104	6 23	742,90	11,79	16,37	11,9	+ 2,43	153,940	6293	— 4	— 619	— 788	+ 141	— 40	4983
4 id.	105	7 44	742,75	11,79	16,47	11,6	+ 2,43	147,220	7039	— 4	— 622	— 780	+ 141	— 39	5735
5 id.	106	23 9	743,10	11,04	16,02	11,5	+ 2,43	152,745	6421	— 4	— 611	— 768	+ 141	— 40	5139
5 id.	107	0 27	742,90	11,39	16,07	11,8	+ 2,43	146,120	7168	— 4	— 613	— 760	+ 141	— 39	5893
5 id.	104	1 42	742,30	11,39	16,12	11,7	+ 2,43	154,135	6272	— 4	— 619	— 776	+ 141	— 40	4974
5 id.	105	4 22	741,10	10,90	16,22	11,6	+ 2,43	147,430	7015	— 4	— 622	— 769	+ 141	— 39	5722
5 id.	106	5 40	740,95	11,10	16,27	11,5	+ 2,43	152,480	6450	— 4	— 608	— 779	+ 141	— 40	5160
5 id.	107	6 56	741,15	11,10	16,37	11,8	+ 2,43	146,000	7182	— 4	— 611	— 774	+ 141	— 39	5895
6 id.	104	0 25	744,45	11,00	15,92	11,6	+ 2,43	154,365	6248	— 4	— 621	— 766	+ 141	— 40	4958
6 id.	105	1 45	744,00	10,85	15,92	11,7	+ 2,43	147,585	6997	— 4	— 625	— 754	+ 141	— 39	5716
6 id.	106	4 41	743,35	10,36	15,97	11,6	+ 2,43	152,640	6432	— 4	— 611	— 765	+ 141	— 40	5153
6 id.	107	6 00	743,60	10,36	16,02	11,9	+ 2,43	146,200	7159	— 4	— 614	— 758	+ 141	— 39	5885

ESTACIÓN DE BAZA

Local de observación.

Se montaron los aparatos en el antiguo palacio que fué de los Duques de Abrante. En el jardín del mismo se instaló la barraca astronómica.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	2° 45' W.
Latitud N.....	37° 30'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	858 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el método de Borrass, según puede verse en el siguiente estado:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	Π	N_ν	$\alpha - \Pi - (R_\rho + N_\nu)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	ζ Crateris....	E.	−17 14	11 20 49,55	11 20 40,44	−0,06	+10,16
	Br. 1574.....	E.	+43 37	11 26 8,00	11 25 57,73		
	3 Dragon.....	W.	+67 12	11 37 58,10	11 37 48,50		
	β Lion.....	W.	+15 2	11 44 55,39	11 44 46,74	−0,06	+8,94
25 de Mayo...	ν Gr. Ourse..	W.	+54 9	11 49 34,53	11 49 25,35		
	π Vierge.....	W.	+7 4	11 56 43,00	11 56 34,52	−0,06	+8,90
	ε Corvi.....	E.	−22 10	12 5 57,16	12 5 48,29	−0,06	+10,23
	δ Urs. maj....	E.	+57 29	12 11 25,64	12 11 14,57		

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
26 de Mayo...	Br. 1664.....	E.	+ 39 28	12 21 51,67	12 21 45,06		
	δ Corvi.....	E.	— 16 4	12 25 40,11	12 25 34,45	— 0,04	+ 6,60
	x Draconis...	W.	+ 70 14	12 30 3,11	12 29 57,31		
	σ_2 Vierge.....	W.	+ 8 7	12 41 31,41	12 41 26,47	+ 0,06	+ 5,09
	ε Urs. maj....	W.	+ 56 24	12 50 28,78	12 50 23,88		
	ε Virginis....	W.	+ 11 24	12 58 8,69	12 58 3,87	+ 0,02	+ 4,83
	ξ_1 Gr. Ourse..	E.	+ 55 21	13 20 40,92	13 20 33,49		
	70 Vierge.....	E.	+ 14 13	13 24 28,24	13 24 22,11	— 0,06	+ 6,75
	3 Dragon.....	E.	+ 67 12	11 37 58,01	11 37 52,97		
	β Lion.....	E.	+ 15 2	11 44 55,37	11 44 52,58	+ 0,06	+ 3,27
	γ Gr. Ourse..	W.	+ 54 9	11 49 34,48	11 49 32,46		
	π Vierge.....	W.	+ 7 4	11 56 42,98	11 56 41,63	— 0,01	+ 1,73
27 de Mayo...	ε Corvi.....	W.	— 22 10	12 5 57,14	12 5 56,07	+ 0,02	+ 1,52
	δ Urs. maj....	W.	+ 57 29	12 11 25,58	12 11 23,72		
	Br. 1664.....	E.	+ 39 28	12 21 51,66	12 21 48,36		
	δ Corvi.....	E.	— 16 4	12 25 40,10	12 25 37,92	0,00	+ 3,24
	γ Gr. Ourse..	E.	+ 54 9	11 49 34,45	11 49 34,17		
	π Vierge.....	E.	+ 7 4	11 56 42,97	11 56 44,64	0,00	— 0,68
	ε Corvi.....	W.	— 22 10	12 5 57,13	12 6 0,30	+ 0,01	— 1,97
	δ Urs. maj....	W.	+ 57 29	12 11 25,56	12 11 26,62		
28 de Mayo...	Br. 1664.....	W.	+ 39 28	12 21 51,64	12 21 53,52		
	δ Corvi.....	W.	— 16 4	12 25 40,10	12 25 43,17	0,00	— 1,94
	x Draconis....	E.	+ 70 14	12 30 3,01	12 30 0,28		
	σ_2 Vierge.....	E.	+ 8 7	12 41 31,39	12 41 33,00	+ 0,04	— 0,61
	γ Gr. Ourse..	E.	+ 54 9	11 49 34,43	11 49 38,20		
	π Vierge.....	E.	+ 7 4	11 56 42,96	11 56 48,48	0,00	— 4,63
	ε Corvi.....	W.	— 22 10	12 5 57,12	12 6 4,13	— 0,02	— 5,89
	δ Urs. maj....	W.	+ 57 29	12 11 25,53	12 11 30,68		
29 de Mayo...	Br. 1664.....	W.	+ 39 28	12 21 51,63	12 21 57,54		
	δ Corvi.....	W.	— 16 4	12 25 40,09	12 25 46,95	+ 0,08	— 6,04
	ε Urs. maj....	E.	+ 56 24	12 50 28,71	12 50 31,88		
	ε Virginis....	E.	+ 11 24	12 58 8,67	12 58 13,80	+ 0,04	— 4,33

En el siguiente cuadro figura un resumen de los estados y movimientos del reloj Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
25 de Mayo de 1918.....	11 46	+ 9,55 ± 0,03	
26 id. id.	12 53	+ 5,84 ± 0,09	— 3,55 ± 0,09
27 id. id.	12 02	+ 2,47 ± 0,04	— 3,49 ± 0,10
28 id. id.	12 16	— 1,30 ± 0,04	— 3,73 ± 0,06
29 id. id.	12 24	— 5,22 ± 0,13	— 3,90 ± 0,14

Siendo el error medio del conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,10 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra E, están las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección E.-W. y los 105-107 en la N.-S. Se obtuvieron los resultados siguientes:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
43×10^{-7}	44×10^{-7}
45×10^{-7}	44×10^{-7}
44×10^{-7}	44×10^{-7}
44×10^{-7}	43×10^{-7}
44×10^{-7}	44×10^{-7}

Resultando para error medio de ambas determinaciones

$$e_k = \pm 0{,}8 \times 10^{-7} .$$

Finalmente, en el cuadro siguiente figuran los valores corregidos de las duraciones de oscilación y los valores medios correspondientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5015654	0,5016424	0,5015856	0,5016573
79	32	59	93
87	31	72	89
50	21	57	73
72	36	24	75
62	19	52	88
0,5015667	0,5016427	0,5015853	0,5016582

FECHAS — 1918	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
26 Mayo.....	104	0 39	692,00	10,93	15,52	11,7	— 3,55	145,570	0,5017233	— 4	— 578	— 747	— 206	— 44	0,5015654
26 id.	105	1 54	691,55	11,12	15,62	11,8	— 3,55	139,395	7999	— 4	— 581	— 740	— 206	— 44	6424
26 id.	106	3 6	691,05	11,32	15,72	11,9	— 3,55	143,925	7431	— 4	— 568	— 753	— 206	— 44	5856
26 id.	107	5 59	690,50	11,12	15,92	12,0	— 3,55	138,240	8150	— 4	— 570	— 753	— 206	— 44	6573
26 id.	104	7 10	690,40	11,46	15,97	11,9	— 3,55	145,200	7277	— 4	— 576	— 768	— 206	— 44	5679
26 id.	105	8 24	690,50	11,66	16,07	12,0	— 3,55	139,190	8026	— 4	— 579	— 761	— 206	— 44	6432
27 id.	106	0 50	689,05	11,46	15,87	11,9	— 3,49	143,880	7436	— 4	— 566	— 760	— 203	— 44	5859
27 id.	107	2 2	689,15	11,46	15,92	12,0	— 3,49	138,120	8166	— 4	— 569	— 753	— 203	— 44	6593
27 id.	104	3 13	689,20	11,32	16,02	11,9	— 3,49	145,145	7284	— 4	— 575	— 771	— 203	— 44	5687
27 id.	105	5 57	689,15	10,98	16,17	11,9	— 3,49	139,185	8026	— 4	— 578	— 766	— 203	— 44	6431
27 id.	106	7 6	689,40	11,18	16,27	11,9	— 3,49	143,620	7468	— 4	— 566	— 779	— 203	— 44	5872
27 id.	107	8 19	689,75	11,52	16,32	12,0	— 3,49	138,015	8180	— 4	— 568	— 772	— 203	— 44	6589
28 id.	104	0 58	693,95	11,11	15,97	11,9	— 3,73	145,330	7262	— 4	— 579	— 768	— 217	— 44	5650
28 id.	105	2 12	694,10	11,31	16,07	12,0	— 3,73	139,165	8029	— 4	— 582	— 761	— 217	— 44	6421
28 id.	106	3 25	694,05	11,51	16,12	11,9	— 3,73	143,655	7464	— 4	— 570	— 772	— 217	— 44	5857
28 id.	107	6 8	693,70	11,17	16,32	12,0	— 3,73	138,000	8182	— 4	— 572	— 772	— 217	— 44	6573
28 id.	104	7 19	693,60	11,85	16,37	11,8	— 3,73	144,995	7302	— 4	— 577	— 788	— 217	— 44	5672
28 id.	105	8 36	693,55	11,85	16,47	11,9	— 3,73	138,915	8062	— 4	— 581	— 780	— 217	— 44	6436
29 id.	106	1 5	693,20	11,65	16,12	11,8	— 3,90	143,860	7439	— 4	— 569	— 772	— 226	— 44	5824
29 id.	104	3 36	692,65	11,85	16,27	11,9	— 3,90	145,045	7296	— 4	— 577	— 783	— 226	— 44	5662
29 id.	105	5 39	691,90	11,86	16,37	12,1	— 3,90	139,020	8048	— 4	— 573	— 776	— 226	— 44	6419
29 id.	106	6 52	691,55	11,86	16,47	11,9	— 3,90	143,505	7482	— 4	— 567	— 789	— 226	— 44	5852
29 id.	107	8 6	691,55	11,72	16,57	12,0	— 3,90	137,845	8202	— 4	— 569	— 784	— 226	— 44	6575
29 id.	107	9 15	691,75	11,58	16,67	12,0	— 3,90	137,720	8219	— 4	— 569	— 788	— 226	— 44	6588

ESTACIÓN DE LORCA

Local de observación.

Se hicieron las observaciones en una habitación alquilada de la casa número 28 del Carril de Caldereros, propiedad de D. Miguel Martínez.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 42' W.
Latitud N.....	37° 40'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	330 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados y movimientos por el método de Borrass, como puede verse en el estado siguiente:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rp + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
8 de Junio....	ε Corvi.....	W.	−22 10	12 5 57,02	12 6 13,32	−0,04	−15,39
	δ Urs. maj....	W.	+57 29	12 11 25,25	12 11 40,10		
	Br. 1664.....	E.	+39 28	12 21 51,47	12 22 6,22		
	δ Corvi.....	E.	−16 4	12 25 40,00	12 25 55,94	+0,10	−14,91
	ε Urs. maj....	E.	+56 24	12 50 28,46	12 50 42,36		
	ε Virginis....	E.	+11 24	12 58 8,59	12 58 23,80	+0,02	−14,65
9 de Junio....	Br. 1751.....	W.	+38 56	13 6 20,30	13 6 36,05		
	γ Hydrae.....	W.	−22 45	13 14 13,90	13 14 47,40	+0,06	−15,83
	x Draconis...	W.	+70 14	12 30 2,41	12 30 14,59		
	d_2 Vierge.....	W.	+8 7	12 41 31,29	12 41 45,76	−0,02	−13,90
	ε Urs. maj....	E.	+56 24	12 50 28,44	12 50 40,69		
	ε Virginis....	E.	+11 24	12 58 8,58	12 58 22,47	+0,08	−13,08

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
9 de Junio...	Br. 1751.....	E.	+ 38 56	13 6 20,29	13 6 33,30		
	γ Hydræ.....	E.	− 22 45	13 14 30,89	13 14 45,19	+ 0,08	− 13,13
	ξ Gr. Ourse..	W.	+ 55 21	13 20 40,62	13 20 54,07		
	70 Vierge.....	W.	+ 14 13	13 24 28,14	13 24 42,56	0,00	− 14,00
	x Draconis....	W.	+ 70 14	12 30 2,36	12 30 12,64		
	d_2 Vierge.....	W.	+ 8 7	12 41 31,28	12 41 43,97	+ 0,06	− 12,17
10 de Junio...	ε Urs. maj....	E.	+ 56 24	12 50 28,41	12 50 39,47		
	ε Virginis....	E.	+ 11 24	12 58 8,57	12 50 20,67	+ 0,08	− 11,72
	Br. 1751.....	E.	+ 38 56	13 6 20,27	13 6 31,82		
	γ Hydræ.....	E.	− 22 45	13 14 30,88	13 14 43,65	+ 0,02	− 11,61
	ξ_1 Gr. Ourse..	W.	+ 55 21	13 20 40,59	13 20 52,27		
	70 Vierge.....	W.	+ 14 13	13 24 28,13	13 24 40,74	+ 0,06	− 12,27
	ε Urs. maj....	E.	+ 56 24	12 50 28,38	12 50 37,68		
	ε Virginis....	E.	+ 11 24	12 58 8,56	12 58 19,12	0,00	− 10,01
	Br. 1751.....	W.	+ 38 56	13 6 20,26	13 6 31,07		
11 de Junio...	γ Hydræ.....	W.	− 22 45	13 14 30,87	13 14 42,68	+ 0,02	− 10,86
	ξ_1 Gr. Ourse..	W.	+ 55 21	13 20 40,57	13 20 51,00		
	70 Vierge.....	W.	+ 14 13	13 24 28,12	13 24 39,46	− 0,04	− 10,91
	ξ Vierge.....	E.	− 0 11	13 30 33,88	13 30 44,64	− 0,06	− 9,80
	25 Ch. de Chasse...	E.	+ 36 43	13 33 52,02	13 34 1,91		
	ε Urs. maj....	E.	+ 56 24	12 50 28,35	12 50 36,23		
	ε Virginis....	E.	+ 11 24	12 58 8,55	12 58 17,52	+ 0,04	− 8,53
	Br. 1751.....	W.	+ 38 56	13 6 20,24	13 6 29,14		
12 de Junio...	γ Hydræ.....	W.	− 22 45	13 14 30,86	13 14 40,67	+ 0,04	− 8,89
	ξ_1 Gr. Ourse..	W.	+ 55 21	13 20 40,54	13 20 48,95		
	70 Vierge.....	W.	+ 14 13	13 24 28,12	13 24 37,56	0,00	− 9,00
	ξ Vierge.....	E.	− 0 11	13 30 33,88	13 30 43,13	0,00	− 8,40
	25 Ch. de Chasse...	E.	+ 36 43	13 33 52,00	13 34 0,42		

El cuadro siguiente resume los estados en los diferentes días de observación y los movimientos deducidos de aquéllos:

Determinación de la hora — Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
8 de Junio de 1918.....	12 40	− 15,18 ± 0,16	
9 id. id.	12 57	− 13,52 ± 0,05	+ 1,64 ± 0,17
10 id. id.	12 57	− 11,94 ± 0,05	+ 1,58 ± 0,07
11 id. id.	13 12	− 10,40 ± 0,05	+ 1,52 ± 0,07
12 id. id.	13 12	− 8,71 ± 0,04	+ 1,69 ± 0,06

Error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm 0^s,09 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra F_1 aparecen las correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se obtuvo como en las estaciones anteriores, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección N.-S. y los 105-107 en la W.-E.

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
40×10^{-7}	40×10^{-7}
42×10^{-7}	42×10^{-7}
37×10^{-7}	42×10^{-7}
39×10^{-7}	40×10^{-7}
40×10^{-7}	41×10^{-7}

Para error medio de ambas determinaciones resulta

$$\varepsilon_s = \pm 0,6 \times 10^{-7} .$$

Los valores de las duraciones de oscilación corregidas y sus promedios correspondientes son los siguientes:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5015068	0,5015845	0,5015280	0,5015993
79	48	59	5998
82	42	73	6007
60	41	75	5992
71	42	59	5984
81	41	67	6009
0,5015074	0,5015843	0,5015269	0,5015997

Estado F₁. ESTACIÓN DE LORCA

FECHAS — 1918	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
9 Junio.....	104	1 51	740,90	10,45	18,61	11,6	+ 1,64	151,785	0,5016525	— 4	— 613	— 895	+ 95	— 40	0,5015068
9 id.	105	3 8	740,85	10,87	18,71	11,8	+ 1,64	145,035	7297	— 4	— 616	— 886	+ 95	— 41	5845
9 id.	106	4 21	740,70	10,94	18,86	11,6	+ 1,64	149,880	6736	— 4	— 603	— 904	+ 95	— 40	5280
9 id.	107	7 11	740,10	11,66	19,21	11,6	+ 1,64	143,715	7456	— 4	— 604	— 909	+ 95	— 41	5993
9 id.	104	8 25	739,80	11,88	19,36	11,7	+ 1,64	151,385	6569	— 4	— 610	— 931	+ 95	— 40	5079
9 id.	105	9 43	739,85	12,25	19,51	11,9	+ 1,64	144,720	7335	— 4	— 613	— 924	+ 95	— 41	5848
10 id.	106	2 8	738,60	11,59	18,86	11,6	+ 1,58	150,060	6716	— 4	— 601	— 904	+ 92	— 40	5259
10 id.	107	3 20	738,20	12,41	19,01	11,9	+ 1,58	143,740	7453	— 4	— 603	— 899	+ 92	— 41	5998
10 id.	104	4 34	737,65	13,00	19,21	11,7	+ 1,58	151,415	6566	— 4	— 608	— 924	+ 92	— 40	5082
10 id.	105	7 16	736,55	12,71	19,60	11,9	+ 1,58	144,725	7334	— 4	— 610	— 929	+ 92	— 41	5842
10 id.	106	8 30	736,15	12,79	19,80	11,6	+ 1,58	149,565	6771	— 4	— 597	— 949	+ 92	— 40	5273
10 id.	107	9 46	735,65	12,94	20,00	11,7	+ 1,58	143,325	7504	— 4	— 598	— 946	+ 92	— 41	6007
11 id.	104	2 11	736,35	11,09	19,40	11,8	+ 1,52	151,500	6556	— 4	— 607	— 933	+ 88	— 40	5060
11 id.	105	3 27	736,60	11,52	19,45	11,8	+ 1,52	144,750	7331	— 4	— 611	— 922	+ 88	— 41	5841
11 id.	106	4 42	736,60	11,89	19,55	11,5	+ 1,52	149,610	6766	— 4	— 598	— 937	+ 88	— 40	5275
11 id.	107	7 9	736,20	12,11	19,75	11,6	+ 1,52	143,495	7483	— 4	— 600	— 934	+ 88	— 41	5992
11 id.	104	8 23	736,15	12,18	19,90	11,9	+ 1,52	151,195	6590	— 4	— 606	— 957	+ 88	— 40	5071
11 id.	105	9 40	736,40	12,04	20,05	11,8	+ 1,52	144,525	7358	— 4	— 609	— 950	+ 88	— 41	5842
12 id.	106	2 19	739,10	11,81	19,21	11,6	+ 1,69	149,965	6726	— 4	— 601	— 920	+ 98	— 40	5259
12 id.	107	3 37	739,10	12,25	19,31	11,7	+ 1,69	143,790	7447	— 4	— 603	— 913	+ 98	— 41	5984
12 id.	104	5 50	739,05	12,63	19,45	11,6	+ 1,69	151,360	6572	— 4	— 609	— 936	+ 98	— 40	5081
12 id.	105	7 20	738,95	13,23	19,80	11,9	+ 1,69	144,700	7337	— 4	— 611	— 938	+ 98	— 41	5841
12 id.	106	8 35	738,90	13,32	19,95	11,6	+ 1,69	149,600	6767	— 4	— 598	— 956	+ 98	— 40	5267
12 id.	107	9 50	738,95	12,78	20,10	11,6	+ 1,69	143,295	7508	— 4	— 601	— 951	+ 98	— 41	6009

ESTACIÓN DE CIEZA

Local de observación.

Se alquilaron con este objeto unas habitaciones de la casa número 7 de la calle de López Puigcerver, propiedad de D. Joaquín Hoyos. Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich....	1° 25' W.
Latitud N.....	38° 15'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante.....	183m

Determinación de la hora.

Se hizo en la forma conocida y detallada en el siguiente estado:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	$-\delta$	α	H	N_v	$\alpha - H - (R_\delta + N_v)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
	τ Virginis....	W.	+ 1 56	13 57 31,42	13 57 26,67	— 0,04	+ 5,59
	α Draconis...	W.	+ 64 46	14 2 12,62	14 2 9,19		
	x Virginis....	E.	+ 9 54	14 8 34,45	14 8 27,40	— 0,04	+ 5,78
27 de Junio...	ι Bootis.....	E.	+ 51 45	14 13 18,46	14 13 13,37		
	θ Bootis.....	E.	+ 52 14	14 22 27,07	14 22 21,95		
	γ Virginis....	E.	— 1 52	14 24 1,82	14 23 54,97	0,00	+ 5,78
	Pi 126.....	W.	+ 60 35	14 29 31,89	14 29 27,97		
	ξ Bootis.....	W.	+ 14 5	14 37 17,09	14 37 10,85	— 0,06	+ 5,49
	τ Virginis....	E.	+ 1 56	13 57 13,41	13 57 25,83	0,00	+ 5,67
29 de Junio...	α Draconis...	E.	+ 64 46	14 2 12,54	14 2 6,71		
	x Virginis....	W.	+ 9 54	14 8 34,43	14 8 28,73	0,00	+ 5,52
	ι Bootis.....	W.	+ 51 45	14 13 18,42	14 13 12,99		

FECHAS 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α — H — (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
29 de Junio...	θ Bootis.....	W.	+ 52 14	14 22 27,02	14 22 21,66		
	φ Virginis....	W.	— 1 52	14 24 1,81	14 23 56,35	— 0,08	+ 5,48
	109 Vierge.....	E.	+ 60 35	14 42 9,42	14 42 3,65		
	Pi 620.....	E.	+ 14 5	14 56 19,09	14 56 12,75	+ 0,08	+ 5,88
	τ Virginis....	E.	+ 1 56	13 57 31,40	13 57 26,41	— 0,02	+ 4,97
	α Draconis....	E.	+ 64 46	14 2 12,50	14 2 7,62		
	x Virginis....	W.	— 9 54	14 8 34,42	14 8 29,31	0,00	+ 4,74
30 de Junio...	ι Bootis.....	W.	+ 51 45	14 13 18,39	14 13 13,83		
	θ Bootis.....	W.	+ 52 14	14 22 27,00	14 22 22,64		
	φ Virginis....	W.	— 1 52	14 24 1,80	14 23 56,53	— 0,02	+ 4,57
	Pi 126.....	E.	+ 60 35	14 29 31,80	14 29 26,79		
	ξ Bootis.....	E.	+ 14 5	14 37 17,07	14 37 11,95	— 0,02	+ 5,10
	ε Ophiuchi...	E.	— 4 30	16 14 2,64	16 13 58,21	0,00	+ 4,71
	τ Herculis....	E.	+ 46 31	16 17 19,61	16 17 14,81		
	η Dragon.....	W.	+ 61 42	16 22 55,71	16 22 51,85		
1 de Julio ...	λ Ophiuchus..	W.	+ 2 10	16 26 50,29	16 26 46,32	+ 0,04	+ 3,88
	ξ Ophiuchi...	W.	— 10 24	16 23 42,50	16 32 38,50	— 0,04	+ 3,83
	η Herculis....	W.	+ 39 5	16 40 8,30	16 40 4,51		
	114 Bode Dragon...	E.	+ 56 56	16 43 47,59	16 43 42,89		
	α Ophiuchi...	E.	+ 9 30	16 53 50,81	16 53 46,29	0,00	+ 4,64

En el cuadro siguiente figuran los estados y movimientos del Strasser durante los días de observación, con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
27 de Junio de 1918.....	14 17	+ 5,66 ± 0,02	
29 id. id.	14 27	+ 5,63 ± 0,05	— 0,01 ± 0,05
30 id. id.	14 17	+ 4,84 ± 0,06	— 0,80 ± 0,08
1 de Julio id.	16 34	+ 4,27 ± 0,03	— 0,52 ± 0,07

Error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm\ 0^s,07 .$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra G_1 constan las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

El balance del sostén se determinó por el método conocido, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección SW.-NE. y los 105-107 en la normal a la anterior. Se obtuvieron los resultados siguientes:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
32×10^{-7}	41×10^{-7}
32×10^{-7}	41×10^{-7}
33×10^{-7}	39×10^{-7}
33×10^{-7}	39×10^{-7}
33×10^{-7}	40×10^{-7}

En el siguiente cuadro figuran los valores corregidos y los promedios de las duraciones de oscilación:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014976	0,5015745	0,5015183	0,5015904
4991	38	185	21
4987	47	210	23
4960	23	177	06
4976	27	203	29
5002	49	212	22
0,5014982	0,5015738	0,5015195	0,5015918

Estado G$_1$.

ESTACIÓN DE CIEZA

FECHAS — 1918	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del soston.	
		h m	mm	mm	°	'	s	s	s						s
28 Junio.....	104	3 4	750,95	15,29	22,62	11,8	— 0,01	150,085	0,5016713	— 4	— 611	— 1088	— 1	— 33	0,5014976
28 íd.	105	4 21	751,25	15,56	22,67	11,8	— 0,01	143,530	7479	— 4	— 615	— 1074	— 1	— 40	5745
28 íd.	106	5 36	751,35	15,56	22,72	11,8	— 0,01	148,325	6912	— 4	— 602	— 1089	— 1	— 33	5183
28 íd.	107	8 14	750,95	15,56	22,87	11,9	— 0,01	142,260	7635	— 4	— 604	— 1082	— 1	— 40	5904
28 íd.	104	9 29	750,55	15,40	22,97	11,7	— 0,01	149,805	6744	— 4	— 610	— 1105	— 1	— 33	4991
28 íd.	105	10 46	750,35	15,67	23,07	11,9	— 0,01	143,445	7489	— 4	— 613	— 1093	— 1	— 40	5738
29 íd.	106	3 15	751,15	16,40	22,97	11,7	— 0,01	148,215	6924	— 4	— 601	— 1100	— 1	— 33	5185
29 íd.	107	4 31	750,70	16,25	23,07	11,8	— 0,01	142,060	7660	— 4	— 603	— 1091	— 1	— 40	5921
29 íd.	104	5 44	750,15	16,10	23,17	11,8	— 0,01	149,760	6749	— 4	— 609	— 1115	— 1	— 33	4987
29 íd.	105	8 14	748,80	16,10	23,32	11,9	— 0,01	143,290	7508	— 4	— 611	— 1105	— 1	— 40	5747
29 íd.	106	9 30	748,50	15,94	23,42	11,8	— 0,01	147,840	6968	— 4	— 598	— 1122	— 1	— 33	5210
29 íd.	107	10 46	747,70	16,22	23,57	11,8	— 0,01	141,875	7683	— 4	— 600	— 1115	— 1	— 40	5923
30 íd.	104	3 19	747,00	16,82	23,52	11,8	— 0,80	149,475	6781	— 4	— 606	— 1132	— 46	— 33	4960
30 íd.	105	4 36	746,70	16,67	23,62	11,9	— 0,80	143,020	7541	— 4	— 609	— 1119	— 46	— 40	5723
30 íd.	106	5 51	746,50	16,67	23,77	11,8	— 0,80	147,610	6995	— 4	— 596	— 1139	— 46	— 33	5177
30 íd.	107	8 22	746,15	16,67	23,92	11,9	— 0,80	141,540	7725	— 4	— 598	— 1131	— 46	— 40	5906
30 íd.	104	9 36	745,85	16,51	23,97	11,8	— 0,80	149,165	6816	— 4	— 604	— 1153	— 46	— 33	4976
30 íd.	105	10 51	745,50	16,80	24,07	11,9	— 0,80	142,840	7564	— 4	— 607	— 1140	— 46	— 40	5727
1 Julio.....	106	3 10	746,20	15,11	23,52	11,7	— 0,52	147,615	6994	— 4	— 597	— 1127	— 30	— 33	5203
1 íd.	107	4 23	746,05	15,38	23,57	11,9	— 0,52	141,605	7717	— 4	— 599	— 1115	— 30	— 40	5929
1 íd.	104	5 35	745,90	15,80	23,67	11,9	— 0,52	149,195	6813	— 4	— 605	— 1139	— 30	— 33	5002
1 íd.	105	7 59	745,35	16,23	23,87	11,7	— 0,52	142,845	7563	— 4	— 609	— 1131	— 30	— 40	5749
1 íd.	106	8 11	745,20	16,51	23,97	11,6	— 0,52	147,375	7021	— 4	— 594	— 1148	— 30	— 33	5212
1 íd.	107	10 29	745,20	16,36	24,07	11,9	— 0,52	141,485	7732	— 4	— 597	— 1139	— 30	— 40	5922

ESTACIÓN DE ALBACETE

Local de observación.

En el recinto donde se celebra anualmente la feria y dentro del pabellón denominado «La Aduana» se realizó el estudio de los péndulos, montándose en el paseo contiguo la barraca astronómica.

Las coordenadas geográficas del punto de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich.....	1° 51' W.
Latitud N.....	39° 00'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	678 m

Determinación de la hora.

Se determinaron los estados de hora en la forma conocida y detallada en el siguiente cuadro:

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nv	α − H − (Rρ + Nv)
			° ′	h m s	h m s	s	s
10 de Julio...	109 Vierge.....	E.	+ 2 14	14 42 9,33	14 42 17,82	0,00	— 8,89
	Pi 260.....	E.	+ 66 16	14 56 18,63	14 56 28,26		
	ι Libræ.....	W.	— 19 29	15 7 36,36	15 7 45,03	— 0,10	— 9,48
	δ Bootis.....	W.	+ 33 37	15 12 14,73	15 12 24,20		
	μ Bootis.....	W.	+ 37 40	15 21 26,43	15 21 36,13		
	ξ Balance.....	W.	— 16 26	15 23 41,52	15 23 50,26	— 0,12	— 9,62
	ν Libræ.....	E.	— 27 52	15 32 6,64	15 32 14,90	+ 0,04	— 8,95
	φ Bootis.....	E.	+ 40 37	15 34 55,80	15 35 4,73		
11 de Julio...	109 Vierge.....	E.	+ 2 14	14 42 9,32	14 42 17,81	0,00	— 8,96
	Pi 260.....	E.	+ 66 16	14 56 18,59	14 56 28,43		
	ι Libræ.....	W.	— 19 29	15 7 36,35	15 7 44,88	— 0,04	— 9,36
	δ Bootis.....	W.	+ 33 37	15 12 14,72	15 12 24,01		

FECHAS 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	$\bar{\delta}$	α	H	Nv	$\alpha - H - (R\rho + Nv)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
11 de Julio...	μ Bootis.....	W.	+ 37 40	15 21 26,41	15 21 35,92		
	ξ_1 Balance.....	W.	— 16 26	15 23 41,51	15 23 50,14	+ 0,08	— 9,63
	ν Libræ.....	E.	— 27 52	15 32 6,63	15 32 14,82	— 0,06	— 8,62
	φ Bootis.....	E.	+ 40 37	15 34 55,79	15 35 4,48		
	μ Bootis.....	E.	+ 37 40	15 21 26,39	15 21 35,88		
	ξ_1 Balance.....	E.	— 16 26	15 23 41,50	15 23 50,00	— 0,12	— 9,41
	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 32 6,62	15 32 14,81	— 0,02	— 8,78
	φ Bootis.....	W.	+ 40 37	15 34 55,77	15 35 4,59		
12 de Julio...	μ Serpentis...	W.	— 3 11	15 45 23,93	15 45 32,26	— 0,04	— 8,62
	$\varkappa$ Hercule....	W.	+ 42 41	15 49 53,34	15 50 2,05		
	Gr. 2296.....	E.	+ 54 59	15 55 53,26	15 56 3,41		
	β Scorpii.....	E.	— 19 35	16 0 44,00	16 0 52,61	— 0,02	— 9,59
	ι Libræ.....	W.	— 19 29	15 7 36,33	15 7 45,46	0,00	— 10,16
	δ Bootis.....	W.	+ 33 37	15 12 14,69	15 12 24,72		
	μ Bootis.....	E.	+ 37 40	15 21 26,38	15 21 35,71		
	ξ_1 Balance.....	E.	— 16 26	15 23 41,49	15 23 50,31	0,00	— 9,35
13 de Julio...	ν Libræ.....	E.	— 27 52	15 32 6,62	15 32 15,29	0,00	— 9,36
	φ Bootis.....	E.	+ 40 37	15 34 55,75	15 35 5,13		
	$\varkappa$ Balance.....	W.	— 19 25	15 37 17,01	15 37 26,13	+ 0,02	— 10,20
	γ Coron. bor.	W.	+ 26 33	15 39 21,02	15 39 30,92		
	ι Libræ.....	E.	— 19 29	15 7 36,32	15 7 45,52	— 0,06	— 9,74
	δ Bootis.....	E.	+ 33 37	15 12 14,67	15 12 24,40		
	μ Bootis.....	W.	+ 37 40	15 21 26,36	15 21 37,27		
	ξ_1 Balance.....	W.	— 16 26	15 23 41,48	15 23 51,45	+ 0,02	— 11,01
14 de Julio...	ν Libræ.....	W.	— 27 52	15 32 6,61	15 32 16,35	— 0,04	— 11,23
	φ Bootis.....	W.	+ 40 37	15 34 55,74	15 35 7,06		
	Gr. 2296.....	E.	+ 54 59	15 55 53,21	15 56 3,14		
	β Scorpii.....	E.	— 19 35	16 0 43,99	16 0 52,93	0,00	— 9,58

El siguiente cuadro es un resumen de los estados del reloj en los diferentes días de observación y, además, figuran en él los movimientos deducidos de aquellos estados, con los errores correspondientes:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.).	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
10 de Julio de 1918.....	15 9	— 9,25 ± 0,03	
11 id. id.	15 9	— 9,17 ± 0,11	+ 0,08 ± 0,11
12 id. id.	15 41	— 9,09 ± 0,05	+ 0,08 ± 0,12
13 id. id.	15 23	— 9,78 ± 0,01	— 0,70 ± 0,05
14 id. id.	15 34	— 10,41 ± 0,05	— 0,63 ± 0,05

Error medio para el conjunto de las observaciones

$$e_m = \pm\ 0^s{,}08\ .$$

Duraciones de oscilación.

Las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas pueden verse en el estado señalado con la letra H_1.

El balance del sostén se determinó por el método de Borrass, oscilando los péndulos 104-106 en la dirección E.-W. y los 105-107 en la N.-S. Se obtuvieron los siguientes valores:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
47×10^{-7}	50×10^{-7}
49×10^{-7}	52×10^{-7}
49×10^{-7}	48×10^{-7}
50×10^{-7}	48×10^{-7}
49×10^{-7}	49×10^{-7}

Error medio de ambas determinaciones

$$e_b = \pm\ 0{,}6 \times 10^{-7}\ .$$

Los valores de las duraciones de oscilación deducidas y sus promedios correspondientes constan en el adjunto cuadro:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5015067	0,5015851	0,5015271	0,5016001
79	49	61	6003
83	46	80	6017
57	38	59	5993
59	51	60	5987
69	30	66	5999
0,5015069	0,5015844	0,5015266	0,5016000

FECHAS — 1918	Péndulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	o	'	s	s	s						s
11 Julio.....	104	4 4	707,80	11,92	21,61	11,8	+ 0,08	149,900	0,5016734	— 4	— 579	— 1040	+ 5	— 49	0,5015067
11 íd.	105	5 20	707,90	12,15	21,81	11,9	+ 0,08	143,240	7514	— 4	— 582	— 1033	+ 5	— 49	5851
11 íd.	106	6 33	707,60	12,01	21,96	11,8	+ 0,08	148,080	6940	— 4	— 569	— 1052	+ 5	— 49	5271
11 íd.	107	9 33	706,75	11,65	22,21	11,9	+ 0,08	141,975	7671	— 4	— 571	— 1051	+ 5	— 49	6001
11 íd.	104	10 44	706,50	12,03	22,26	11,8	+ 0,08	149,540	6774	— 4	— 576	— 1071	+ 5	— 49	5079
11 íd.	105	12 1	706,40	12,03	22,36	11,9	+ 0,08	143,075	7535	— 4	— 579	— 1059	+ 5	— 49	5849
12 íd.	106	4 11	708,00	12,90	22,06	11,8	+ 0,08	148,125	6935	— 4	— 569	— 1057	+ 5	— 49	5261
12 íd.	107	5 28	707,95	12,62	22,16	11,9	+ 0,08	141,975	7671	— 4	— 572	— 1048	+ 5	— 49	6003
12 íd.	104	6 41	707,75	12,48	22,26	11,8	+ 0,08	149,495	6779	— 4	— 577	— 1071	+ 5	— 49	5083
12 íd.	105	9 44	707,15	11,88	22,46	11,8	+ 0,08	143,045	7538	— 4	— 580	— 1064	+ 5	— 49	5846
12 íd.	106	10 59	706,95	12,11	22,51	11,7	+ 0,08	147,780	6974	— 4	— 568	— 1078	+ 5	— 49	5280
12 íd.	107	12 14	706,85	12,50	22,57	11,9	+ 0,08	141,720	7703	— 4	— 570	— 1068	+ 5	— 49	6017
13 íd.	104	4 20	708,75	13,00	22,26	11,7	— 0,70	149,310	6800	— 4	— 578	— 1071	— 41	— 49	5057
13 íd.	105	5 35	708,70	13,24	22,42	11,9	— 0,70	142,750	7575	— 4	— 581	— 1062	— 41	— 49	5838
13 íd.	106	6 49	708,50	13,24	22,57	11,8	— 0,70	147,545	7002	— 4	— 568	— 1081	— 41	— 49	5259
13 íd.	107	9 47	707,60	12,48	22,82	11,9	— 0,70	141,460	7736	— 4	— 570	— 1079	— 41	— 49	5993
13 íd.	104	11 1	707,35	12,50	22,87	11,8	— 0,70	149,055	6829	— 4	— 576	— 1100	— 41	— 49	5059
13 íd.	105	12 19	707,30	12,50	22,92	11,9	— 0,70	142,465	7610	— 4	— 579	— 1086	— 41	— 49	5851
14 íd.	106	4 25	709,45	13,00	22,42	11,9	— 0,63	147,610	6994	— 4	— 570	— 1074	— 37	— 49	5260
14 íd.	107	5 38	709,45	13,10	22,62	11,2	— 0,63	141,590	7719	— 4	— 572	— 1070	— 37	— 49	5987
14 íd.	104	6 50	709,25	12,96	22,77	11,7	— 0,63	149,035	6831	— 4	— 577	— 1095	— 37	— 49	5069
14 íd.	105	9 58	708,30	12,86	23,02	11,8	— 0,63	142,615	7591	— 4	— 580	— 1091	— 37	— 49	5830
14 íd.	106	11 12	707,95	12,72	23,07	11,8	— 0,63	147,315	7028	— 4	— 567	— 1105	— 37	— 49	5266
14 íd.	107	12 26	707,85	12,19	23,12	11,9	— 0,63	141,325	7753	— 4	— 570	— 1094	— 37	— 49	5999

ESTACIÓN DE ALCÁZAR DE SAN JUAN

Local de observación.

Se montaron los aparatos en una bodega particular, de una sola nave, situada en la calle de Valdecargos, núm. 4. En un corral contiguo se instaló la barraca astronómica.

Las coordenadas geográficas del lugar de observación son:

Longitud con relación al meridiano de Greenwich	3° 12' W.
Latitud N.	39° 24'
Altura de la lenteja de los péndulos sobre el nivel medio del mar en Alicante	618 m

Determinación de la hora.

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	N_γ	$\alpha - H - (R_\rho + N_\gamma)$
			° ′	h m s	h m s	s	s
28 de Agosto.	π Herculis....	W.	+ 36 54	17 12 13,95	17 12 16,80		
	θ Ophiuchus..	W.	— 24 55	17 17 2,43	17 17 5,16	+ 0,02	— 2,88
	β Draconis ...	E.	+ 52 22	17 28 36,80	17 28 39,22		
	ξ Serpentis...	E.	— 15 21	17 32 57,34	17 32 59,96	+ 0,04	— 2,52
	ξ Draconis...	E.	+ 56 53	17 52 8,68	17 52 11,12		
	Br. 2259.....	E.	+ 2 56	17 56 35,87	17 56 38,44	+ 0,10	— 2,60
	72 Ophiuchus..	W.	+ 9 33	18 3 31,18	18 3 34,20	— 0,02	— 3,14
	36 Dragon.....	W.	+ 64 23	18 13 27,34	18 13 30,78		
29 de Agosto.	ε Draconis ...	W.	+ 70 4	19 48 30,38	19 48 36,41		
	γ Sagittæ.....	W.	+ 19 16	19 55 10,42	19 55 16,40	+ 0,06	— 6,05
	θ Aquilæ.....	E.	— 1 4	20 7 8,68	20 7 13,68	+ 0,12	— 4,76
	o^1 seq. Cygni. .	E.	+ 46 30	20 11 6,52	20 11 11,06		

FECHAS — 1918	NOMBRE DE LAS ESTRELLAS	OCULAR	δ	α	H	Nν	α − H − (Rρ + Nν)
			° ′	h m s	h m s	s	s
29 de Agosto.	β Capricorne.	E.	− 15 2	20 16 28,88	20 16 33,88	+ 0,06	— 4,63
	γ Cygne.....	E.	+ 40 0	20 19 20,77	20 19 25,33		
	θ Cephei.....	W.	+ 62 44	20 28 16,10	20 28 22,50		
	z Delphinis...	W.	+ 9 48	20 35 12,93	20 35 18,86	+ 0,04	— 6,14
30 de Agosto.	ξ Draconis...	W.	+ 56 53	17 52 8,60	17 52 15,96		
	Br. 2259.....	W.	+ 2 56	17 56 35,84	17 56 43,76	0,00	— 7,63
	72 Ophiuchus..	E.	+ 9 33	18 3 31,15	18 3 38,66	+ 0,04	— 7,14
	36 Dragon.....	E.	+ 64 23	18 13 27,24	18 13 33,55		
	η Serpentis...	E.	— 2 55	18 17 7,63	18 17 15,51	+ 0,02	— 7,16
	6 Dragon.....	E.	+ 58 46	18 22 45,11	18 22 51,54		
	Br. 2330.....	W.	— 8 18	18 30 48,68	18 30 56,78	+ 0,02	— 7,82
	α Lyræ.....	W.	+ 38 43	18 34 12,68	18 34 20,49		
31 de Agosto.	z Draconis...	W.	+ 70 4	19 48 30,29	19 48 40,17		
	τ Sagittæ.....	W.	+ 19 16	19 55 10,40	19 55 20,99	— 0,02	— 10,43
	θ Aquilæ.....	E.	— 1 4	20 7 8,67	20 7 19,01	0,00	— 9,87
	σ^1 seq. Cygni..	E.	+ 46 30	20 11 6,49	20 11 16,22		
	β Capricorne.	E.	— 15 2	20 16 28,86	20 16 39,38	+ 0,06	— 9,91
	γ Cygne.....	E.	+ 40 0	20 19 20,74	20 19 30,58		
1 Septiembre	μ Verseau....	W.	— 9 17	20 48 18,40	20 48 29,17	— 0,04	— 10,57
	ν Cygni.....	W.	+ 40 51	20 54 10,80	20 54 21,40		
	β Draconis...	W.	+ 52 22	17 28 36,67	17 28 49,66		
	ξ Serpentis...	W.	— 15 21	17 32 57,27	17 33 10,38	+ 0,02	— 13,17
	ι Herculis....	E.	+ 46 3	17 37 11,23	17 37 23,55		
	κ Ophiuchi...	E.	+ 2 44	17 43 50,31	17 44 2,97	0,00	— 12,39
	ξ Draconis...	E.	+ 56 3	17 52 8,53	17 52 20,54		
	Br. 2259.....	E.	+ 2 56	17 56 35,81	17 56 48,47	+ 0,04	— 12,36
	72 Ophiuchus..	W.	+ 9 33	18 3 31,11	18 3 44,28	+ 0,08	— 13,19
	36 Dragon.....	W.	+ 64 23	18 13 27,15	18 13 40,13		

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	s
28 de Agosto de 1918.....	17 43	— 2,79 ± 0,03	
29 id. id.	20 12	— 5,36 ± 0,04	— 2,33 ± 0,05
30 id. id.	18 13	— 7,45 ± 0,04	— 2,28 ± 0,06
31 id. id.	20 21	— 10,20 ± 0,02	— 2,53 ± 0,04
1 Septiembre id.	17 51	— 12,77 ± 0,02	— 2,87 ± 0,03

Duraciones de oscilación.

Las correcciones hechas para obtener los valores de las oscilaciones reducidas constan en el estado designado con la letra I.

Los péndulos 104-106 oscilaron en dirección SW.-NE. y los 105-107 en la normal a la anterior, dando el estudio del balance los resultados siguientes:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
34×10^{-7}	36×10^{-7}
33×10^{-7}	38×10^{-7}
34×10^{-7}	37×10^{-7}
34×10^{-7}	36×10^{-7}
34×10^{-7}	37×10^{-7}

Error medio de ambas determinaciones

$$e_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}.$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes es el que sigue:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014952	0,5015741	0,5015178	0,5015907
97	68	69	03
79	56	86	28
63	45	70	14
94	75	51	00
76	49	81	14
0,5014977	0,5015756	0,5015173	0,5015911

FECHAS — 1918	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES × 10^{-7}					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
29 Agosto.....	104	7 16	712,00	10,54	22,57	11,7	— 2,33	149,380	0,5016792	— 4	— 581	— 1086	— 135	— 34	0,5014952
29 íd.	105	8 35	711,80	10,53	22,77	12,0	— 2,33	142,705	7580	— 4	— 584	— 1079	— 135	— 37	5741
29 íd.	106	9 48	711,65	11,08	23,22	11,9	— 2,33	147,275	7033	— 4	— 570	— 1112	— 135	— 34	5178
29 íd.	107	12 23	710,75	11,24	24,48	11,9	— 2,33	140,845	7813	— 4	— 570	— 1158	— 135	— 37	5907
29 íd.	104	13 36	710,50	12,14	25,13	11,7	— 2,33	147,965	6953	— 4	— 574	— 1209	— 135	— 34	4997
29 íd.	105	14 52	710,35	12,94	25,69	11,9	— 2,33	141,450	7737	— 4	— 576	— 1217	— 135	— 37	5768
30 íd.	106	7 24	711,30	14,43	22,26	11,9	— 2,28	147,770	6976	— 4	— 571	— 1066	— 132	— 34	5169
30 íd.	107	8 39	711,35	14,40	22,67	11,9	— 2,28	141,575	7721	— 4	— 573	— 1072	— 132	— 37	5903
30 íd.	104	9 51	711,20	13,98	23,17	11,9	— 2,28	148,935	6842	— 4	— 578	— 1115	— 132	— 34	4979
30 íd.	105	12 26	710,55	14,07	24,27	11,9	— 2,28	142,075	7658	— 4	— 579	— 1150	— 132	— 37	5756
30 íd.	106	13 40	710,30	13,63	24,83	11,8	— 2,28	146,600	7112	— 4	— 566	— 1190	— 132	— 34	5186
30 íd.	107	14 56	710,10	13,75	25,38	11,9	— 2,28	140,415	7868	— 4	— 567	— 1200	— 132	— 37	5928
31 íd.	104	7 20	710,85	15,36	22,72	11,8	— 2,53	149,145	6819	— 4	— 578	— 1093	— 147	— 34	4963
31 íd.	105	8 34	710,70	15,20	23,12	11,9	— 2,53	142,475	7609	— 4	— 581	— 1095	— 147	— 37	5745
31 íd.	106	9 48	710,40	15,18	23,62	11,9	— 2,53	147,090	7054	— 4	— 567	— 1132	— 147	— 34	5170
31 íd.	107	12 23	709,10	15,89	24,68	11,9	— 2,53	140,665	7836	— 4	— 567	— 1167	— 147	— 37	5914
31 íd.	104	13 38	708,65	16,03	25,23	11,7	— 2,53	147,870	6964	— 4	— 571	— 1214	— 147	— 34	4994
31 íd.	105	14 54	708,45	16,18	25,79	12,1	— 2,53	141,285	7758	— 4	— 573	— 1222	— 147	— 37	5775
1 Septiembre.	106	7 35	708,45	14,50	25,28	11,8	— 2,87	146,440	7130	— 4	— 563	— 1211	— 167	— 34	5151
1 íd. .	107	8 51	708,15	14,89	25,28	11,9	— 2,87	140,410	7869	— 4	— 565	— 1196	— 167	— 37	5900
1 íd. .	104	10 2	707,80	14,34	25,49	11,9	— 2,87	147,760	6977	— 4	— 570	— 1226	— 167	— 34	4076
1 íd. .	105	12 35	707,05	12,30	25,94	12,1	— 2,87	141,275	7759	— 4	— 573	— 1229	— 167	— 37	5749
1 íd. .	106	13 49	706,70	11,77	26,14	11,9	— 2,87	145,855	7199	— 4	— 561	— 1252	— 167	— 34	5181
1 íd. .	107	15 3	706,60	11,77	26,39	12,0	— 2,87	139,905	7933	— 4	— 563	— 1248	— 167	— 37	5914

ESTACIÓN DE MADRID (cierre)

Local de observación.

La habitación en la que se llevaron a cabo los trabajos para esta última estación fué la misma que se utilizó en ocasiones anteriores en el Observatorio Astronómico.

Las coordenadas geográficas son, por tanto, las indicadas anteriormente.

Determinación de la hora.

Se efectuaron las comparaciones necesarias del reloj Strasser con el magistral del Observatorio. Los estados y movimientos se indican en el adjunto cuadro:

Determinación de la hora.—Resumen de los valores obtenidos.

DÍAS CIVILES	Hora media de observación (t. s.)	Estado del reloj.	Movimiento en 24 horas.
	h m	s	
29 de Septiembre de 1918.....	10 22	+ 11,57 ± 0,04	
30 id. id.	17 42	+ 14,45 ± 0,05	+ 2,21 ± 0,06
1 de Octubre id.	17 45	+ 16,43 ± 0,03	+ 1,98 ± 0,06
2 id. id.	18 39	+ 18,67 ± 0,02	+ 2,15 ± 0,04
3 id. id.	17 50	+ 21,06 ± 0,01	+ 2,47 ± 0,02
4 id. id.	17 42	+ 23,50 ± 0,03	+ 2,45 ± 0,03
5 id. id.	18 13	+ 26,08 ± 0,03	+ 2,53 ± 0,04

Siendo el error medio para el conjunto de las observaciones

$$\varepsilon_m = \pm\, 0^s,04\,.$$

Duraciones de oscilación.

En el estado señalado con la letra J figuran las correcciones hechas para determinar los valores de las oscilaciones reducidas.

Los péndulos 104-106 oscilaron en la dirección SE.-NW. y los 105-107 en la normal a la misma, obteniéndose los siguientes resultados:

Péndulos 104-106.	**Péndulos 105-107.**
40×10^{-7}	38×10^{-7}
38×10^{-7}	41×10^{-7}
37×10^{-7}	38×10^{-7}
33×10^{-7}	40×10^{-7}
37×10^{-7}	39×10^{-7}

Error medio para ambas determinaciones

$$e_h = \pm 0{,}9 \times 10^{-7}.$$

El resumen de los valores de las duraciones de oscilación reducidas y sus promedios correspondientes es el que sigue:

Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
0,5014872	0,5015650	0,5015073	0,5015817
53	21	53	776
41	41	61	789
60	47	64	807
62	42	68	823
46	42	62	812
0,5014856	0,5015641	0,5015064	0,5015806

FECHAS — 1918	Pén-dulos.	Hora sidérea.	Presión atmosférica reducida.	Tensión del vapor de agua.	Temperatura del péndulo.	Amplitud media de oscilación.	Movimiento del reloj.	Período de las coincidencias.	Duración de la oscilación observada.	REDUCCIONES $\times 10^{-7}$					Duración de la oscilación reducida.
										Por la amplitud	Al vacío.	A la temperatura de 0° c.	A tiempo sidéreo.	Por balance del sostén.	
		h m	mm	mm	°	′	s	s	s						s
30 Septiembre.	104	9 38	707,90	10,89	19,31	11,7	+ 2,21	153,895	0,5016298	— 4	— 584	— 929	+ 128	— 37	0,5014872
30 id. .	105	10 55	707,80	10,96	19,36	11,9	+ 2,21	146,965	7069	— 4	— 587	— 917	+ 128	— 39	5650
30 id. .	106	15 10	706,25	10,69	19,65	11,7	+ 2,21	152,015	6500	— 4	— 573	— 941	+ 128	— 37	5073
30 id. .	107	16 28	706,05	10,69	19,75	11,7	+ 2,21	145,505	7241	— 4	— 575	— 934	+ 128	— 39	5817
1 Octubre....	104	9 20	709,35	8,49	18,76	11,5	+ 1,98	154,170	6269	— 4	— 587	— 903	+ 115	— 37	4853
1 id.	105	10 39	709,35	9,00	18,76	12,0	+ 1,98	147,320	7028	— 4	— 590	— 889	+ 115	— 39	5621
1 id.	106	15 14	708,80	8,86	18,96	11,8	+ 1,98	152,350	6464	— 4	— 577	— 908	+ 115	— 37	5053
1 id.	107	16 31	708,95	8,71	19,06	12,0	+ 1,98	145,970	7186	— 4	— 580	— 902	+ 115	— 39	5776
2 id.	104	9 47	712,40	7,12	16,37	11,7	+ 2,15	155,390	6140	— 4	— 595	— 788	+ 125	— 37	4841
2 id.	105	14 50	711,20	8,09	17,41	11,6	+ 2,15	147,740	6979	— 4	— 595	— 825	+ 125	— 39	5641
2 id.	106	16 05	711,15	8,13	17,61	11,6	+ 2,15	152,915	6403	— 4	— 582	— 844	+ 125	— 37	5061
2 id.	107	17 25	711,25	7,98	17,81	11,6	+ 2,15	146,420	7133	— 4	— 584	— 842	+ 125	— 39	5789
3 id.	104	9 27	712,05	7,61	17,32	11,7	+ 2,47	154,980	6183	— 4	— 592	— 833	+ 143	— 37	4860
3 id.	105	10 48	711,95	8,41	17,37	11,8	+ 2,47	147,865	6965	— 4	— 595	— 823	+ 143	— 39	5647
3 id.	106	15 16	709,45	8,27	17,66	11,6	+ 2,47	153,050	6388	— 4	— 580	— 846	+ 143	— 37	5064
3 id.	107	16 34	709,20	8,59	17,76	11,8	+ 2,47	146,450	7129	— 4	— 582	— 840	+ 143	— 39	5807
4 id.	104	9 56	709,00	8,23	17,32	11,6	+ 2,45	154,975	6184	— 4	— 590	— 833	+ 142	— 37	4862
4 id.	105	11 14	709,05	8,73	17,32	11,7	+ 2,45	147,935	6957	— 4	— 593	— 821	+ 142	— 39	5642
4 id.	106	15 08	708,55	8,27	17,86	11,6	+ 2,45	152,925	6402	— 4	— 579	— 856	+ 142	— 37	5068
4 id.	107	16 27	708,90	8,59	17,76	11,6	+ 2,45	146,310	7146	— 4	— 582	— 840	+ 142	— 39	5823
5 id.	104	9 57	714,65	8,04	17,12	11,8	+ 2,53	155,215	6159	— 4	— 595	— 824	+ 147	— 37	4846
5 id.	105	11 17	714,65	8,53	17,12	11,8	+ 2,53	148,015	6947	— 4	— 598	— 811	+ 147	— 39	5642
5 id.	106	15 41	713,95	8,86	17,37	11,6	+ 2,53	153,200	6372	— 4	— 584	— 832	+ 147	— 37	5062
5 id.	107	16 58	714,00	8,86	17,46	11,8	+ 2,53	146,520	7121	— 4	— 587	— 826	+ 147	— 39	5812



CAPÍTULO III

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1916

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El estado núm. 1 pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidas, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida).....	0,5014869	0,5015633	0,5015019	0,5015776
Sigüenza.....	791	5664	4934	697
Alcañiz.....	401	5179	4562	330
Lérida.....	151	4928	4299	060
Barbastro.....	211	4980	4350	114
Zaragoza.....	201	4970	4348	105
Aranda de Duero.....	593	5358	4753	517
Madrid (cierre).....	865	5635	5022	772

Como promedio de las observaciones en Madrid se obtienen los siguientes:

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida).....	0,5014867	0,5015634	0,5015021	0,5015774
Madrid (cierre).....				
Diferencias.....	4	2	3	4

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con las duraciones de oscilación de los otros en una estación cualquiera, comparadas con las correspondientes diferencias en las otras estaciones, mostrarán si hubo o no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña variación entre la latitud de Madrid y la de las estaciones observadas, hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlas comparables entre sí.

En el estado núm. 3 aparecen las diferencias en cuestión.

Estado núm. 3.

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	**104-106**	**104-107**	**105-106**	**105-107**	**106-107**
Madrid (salida).....	—764	—150	—907	+614	—143	—757
Sigüenza.....	—773	—143	—906	+630	—133	—763
Alcañiz.....	—778	—161	—929	+617	—151	—768
Lérida.....	—777	—148	—909	+629	—132	—761
Barbastro.....	—769	—139	—903	+630	—134	—764
Zaragoza.....	—769	—147	—904	+622	—135	—757
Aranda de Duero.....	—765	—160	—924	+605	—159	—764
Madrid (cierre).....	—770	—157	—907	+613	—137	—750
Diferencias máximas.	14	22	26	25	27	18

El examen de este estado nos demuestra que no hubo diferencias sensibles en la longitud de los péndulos durante la campaña.

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para saber la precisión obtenida en las observaciones, habrán de calcularse por separado los errores medios cometidos en las diferentes operaciones de que se compone una determinación de esta clase y se englobarán estos errores parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de **g** en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.° Los errores cometidos en la observación de la duración de oscilación se obtendrán por la fórmula

$$e = 10^{-t}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

en la cual representan [**vv**] la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores, [**n**] el número total de observaciones, y **m** el número de péndulos observados.

Para obtener los valores de [**vv**] tendremos que obtener los de **vv**, que son los cuadrados de sus diferencias, las cuales se encuentran ordenadas en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
Madrid (salida)	5	25	1	1	14	196	2	4
	6	36	13	169	15	225	12	144
	8	64	18	324	21	441	17	289
	5	25	2	4	7	49	3	9
	8	64	12	144	6	36	4	16
	8	64	16	256	23	529	25	625
Sigüenza	9	81	1	1	13	169	10	100
	24	576	1	1	10	100	10	100
	12	144	3	9	25	625	15	225
	14	196	27	729	12	144	1	1
	30	900	24	576	1	1	4	16
	—	—	—	—	15	225	3	9
	—	—	—	—	—	—	10	100
Alcañiz	32	1 024	18	324	6	36	9	81
	10	100	3	9	13	169	3	9
	8	64	1	1	17	289	12	144

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
Alcañiz	6	36	6	36	11	121	6	36
	19	361	21	441	17	289	9	81
	2	4	13	169	7	49	1	1
Lérida	8	64	7	49	4	16	30	900
	26	676	21	441	19	361	16	256
	10	100	25	625	11	121	19	361
	25	625	0	0	3	9	19	361
	20	400	5	25	—	—	10	100
	5	25	4	16	—	—	6	36
Barbastro	3	9	1	1	4	16	6	36
	2	4	1	1	26	676	14	196
	8	64	12	144	2	4	3	9
	4	16	9	81	6	36	10	100
	6	36	8	64	4	16	6	36
	5	25	12	144	11	121	9	81
Zaragoza	3	9	2	4	17	289	3	9
	2	4	26	676	7	49	3	9
	2	4	17	289	11	121	1	1
	3	9	2	4	10	100	2	4
	4	16	2	4	6	36	2	4
	1	1	6	36	2	4	2	4
Aranda de Duero	3	6	5	25	22	484	20	400
	1	1	1	1	3	9	5	25
	25	625	14	196	31	961	22	484
	27	729	13	169	10	100	9	81
	4	16	3	9	15	225	18	324
	18	324	4	16	30	900	4	16
	20	400	1	1	13	169	—	—
Madrid (cierre)	9	81	11	121	14	196	23	529
	1	1	6	36	2	4	13	169
	6	36	4	16	8	64	7	49
	17	289	24	576	5	25	17	289
	2	4	17	289	7	49	2	4
	3	9	6	36	21	441	30	900

Del cuadro anterior se deduce el que sigue, haciendo la suma de los términos vv para cada estación y cada péndulo y las sumas totales de unos y otros.

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.		[vv]	[n]
	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n		
Madrid (salida)	278	6	898	6	1 476	6	1 087	6	3 739	24
Sigüenza	1 897	5	1 316	5	1 264	6	551	7	5 028	23
Alcañiz	1 589	6	980	6	953	6	352	6	3 874	24
Lérida	1 890	6	1 156	6	508	4	2 014	6	5 568	22
Barbastro	154	6	435	6	869	6	458	6	1 916	24
Zaragoza	43	6	1 013	6	599	6	31	6	1 686	24
Aranda de Duero	2 101	7	417	7	2 848	7	1 330	6	6 696	27
Madrid (cierre)	420	6	1 074	6	779	6	1 940	6	4 213	24
[vv]	8 372		7 289		9 296		7 763		32 720	
[n]		48		48		47		49		192

Aplicando la fórmula

$$e = 10^{-7}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

para cada estación, poniendo en vez de [vv] los valores de la penúltima columna, sustituyendo [n] por los de la última y m por 4, que son los péndulos observados, tendremos

Madrid (salida)	$e = \pm 13{,}7 \times 10^{-7}$
Sigüenza	$e = \pm 14{,}6 \times 10^{-7}$
Alcañiz	$e = \pm 13{,}9 \times 10^{-7}$
Lérida	$e = \pm 17{,}6 \times 10^{-7}$
Barbastro	$e = \pm 9{,}8 \times 10^{-7}$
Zaragoza	$e = \pm 9{,}2 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero	$e = \pm 17{,}1 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e = \pm 14{,}5 \times 10^{-7}$

Los valores de los errores del resultado medio en cada estación se obtendrán por la fórmula

$$e_s = \frac{1}{\sqrt{[n]}} \times e,$$

dando los resultados siguientes:

Madrid (salida)	$e_s = \pm 2{,}8 \times 10^{-7}$
Sigüenza	$e_s = \pm 3{,}0 \times 10^{-7}$
Alcañiz	$e_s = \pm 2{,}8 \times 10^{-7}$
Lérida	$e_s = \pm 3{,}7 \times 10^{-7}$
Barbastro	$e_s = \pm 2{,}0 \times 10^{-7}$
Zaragoza	$e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero	$e_s = \pm 3{,}3 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_s = \pm 3{,}0 \times 10^{-7}$

Los valores de e y e_s para el promedio de las dos estaciones de Madrid, serán

$$e = \sqrt{\frac{3739 + 4213}{24 + 24 - 8}} = \pm 14{,}1 \times 10^{-7}$$

$$e_s = \frac{1}{\sqrt{48}} \times 14{,}1 = \pm 2{,}0 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores de la duración de oscilación de cada uno de los péndulos en el conjunto de la campaña, nos valdremos de la misma fórmula, sustituyendo los valores [vv] y [n] por los números contenidos en las dos últimas líneas del cuadro último y m por el número de estaciones, que son ocho.

Así resulta:

Péndulo 104..... $e_{P.\,104} = \sqrt{\frac{8372}{48-8}} = \pm 14{,}5 \times 10^{-7}$

Péndulo 105..... $e_{P.\,105} = \sqrt{\frac{7289}{48-8}} = \pm 13{,}5 \times 10^{-7}$

Péndulo 106..... $e_{P.\,106} = \sqrt{\frac{9296}{47-8}} = \pm 15{,}4 \times 10^{-7}$

Péndulo 107..... $e_{P.\,107} = \sqrt{\frac{7763}{49-8}} = \pm 13{,}8 \times 10^{-7}$

El error medio general a todos los péndulos será:

$$e'_{P.} = \sqrt{\frac{32720}{192-32}} = \pm 14{,}3 \times 10^{-7}$$

2.° Siendo las correcciones por reducción a la amplitud muy pequeñas, los errores que de ellas puedan provenir son insignificantes, y, por lo tanto, admitiremos que estos errores son nulos.

3.° Los errores que provienen por la inseguridad de la constante de reducción al vacío se deducen de los obtenidos al hacer el estudio de las constantes; cuyos valores son:

Péndulo 104.....	$0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id. 105.....	$0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id. 106.....	$0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id. 107.....	$0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

Su promedio es 0,0000672 con un error de

$$\sqrt{\frac{11^2 + 9^2 + 8^2 + 11^2}{4}} = \pm 10 \times 10^{-7}$$

Siendo la relación entre este error y la constante media

$$\pm \frac{10}{672} = \pm 0{,}0149$$

En el cuadro siguiente se han reunido los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diferentes estaciones. También figuran en él las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida).....	590,8	594,0	582,0	584,2	588	—
Sigüenza.....	571,2	575,4	561,2	564,3	568	19
Alcañiz.....	603,7	606,8	595,3	597,3	601	14
Lérida.....	607,3	612,0	600,5	601,7	605	18
Barbastro.....	595,0	598,2	586,2	588,5	592	5
Zaragoza.....	610,8	614,0	601,3	603,7	607	20
Aranda de Duero.....	577,6	580,7	569,0	570,8	574	13
Madrid (cierre)...	590,5	593,5	581,0	583,0	587	—
Madrid (promedio).....	590,7	593,8	581,5	583,6	587	—

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm 0{,}0149$, deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío.

Sigüenza. ..... $e_d = \pm 0{,}0149 \times 19 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Alcañiz..... $e_d = \pm 0{,}0149 \times 14 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Lérida..... $e_d = \pm 0{,}0149 \times 18 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Barbastro..... $e_d = \pm 0{,}0149 \times 5 \times 10^{-7} = \pm 0{,}1 \times 10^{-7}$
Zaragoza..... $e_d = \pm 0{,}0149 \times 20 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero..... $e_d = \pm 0{,}0149 \times 13 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$

4.° Análogamente se deducen los que proceden de la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura, cuyos valores son:

Péndulo 104..... ..... $48{,}11 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
Id. 105..... $47{,}38 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id. 106..... $47{,}91 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
Id. 107..... $47{,}30 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

Su promedio es 47,675 y el valor del error medio de las constantes de temperatura será

$$\sqrt{\frac{0{,}14^2 + 0{,}12^2 + 0{,}10^2 + 0{,}07^2}{4}} = \pm 0{,}11 \times 10^{-7}$$

y la relación entre este error y la constante media será

$$\frac{\pm 0{,}11}{47{,}675} = \pm 0{,}0023.$$

En el cuadro siguiente figuran los valores de los promedios de las correcciones por reducción de temperatura en las diferentes estaciones y las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS POR REDUCCIÓN DE TEMPERATURA					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida)	755,7	750,5	758,2	753,7	755	—
Sigüenza	704,8	698,8	705,0	696,4	701	105
Alcañiz	947,5	939,8	946,8	940,3	944	138
Lérida	1 126,0	1 099,8	1 114,0	1 112,7	1 113	307
Barbastro	1 149,5	1 132,3	1 146,6	1 135,7	1 141	335
Zaragoza	1 063,3	1 049,4	1 056,8	1 046,3	1 054	248
Aranda de Duero	832,7	825,4	834,1	828,3	830	24
Madrid (cicrre)	865,0	855,2	857,3	853,0	858	—
Madrid (promedio)	810,4	802,8	807,8	803,3	806	—

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm 0{,}0023$, obtendremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante por reducción de temperatura.

Sigüenza ..... $e_1 = \pm\ 0{,}0023 \times 105 \times 10^{-7} = \pm\ 0{,}2 \times 10^{-7}$
Alcañiz ..... $e_1 = \pm\ 0{,}0023 \times 138 \times 10^{-7} = \pm\ 0{,}3 \times 10^{-7}$
Lérida ..... $e_1 = \pm\ 0{,}0023 \times 307 \times 10^{-7} = \pm\ 0{,}7 \times 10^{-7}$
Barbastro ..... $e_1 = \pm\ 0{,}0023 \times 335 \times 10^{-7} = \pm\ 0{,}8 \times 10^{-7}$
Zaragoza ..... $e_1 = \pm\ 0{,}0023 \times 248 \times 10^{-7} = \pm\ 0{,}6 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero ..... $e_1 = \pm\ 0{,}0023 \times 24 \times 10^{-7} = \pm\ 0{,}1 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación a consecuencia de los ε_m cometidos en las determinaciones de hora, se calculan por la fórmula

$$e_m = \pm\ a\, s\, \varepsilon_m ,$$

siendo

$a = \dfrac{10^{+7}}{86400}$,

s = promedio de las duraciones de oscilación en cada estación,

ε_m = los errores medios de conjunto de las determinaciones de hora en cada estación, obteniéndose los valores que figuran en el cuadro adjunto:

ESTACIONES	a	s	ε_m	e_m
Madrid (salida)	$\frac{10^{+7}}{86400}$	0,5015324	0,06	$3{,}5 \times 10^{-7}$
Sigüenza		5247	0,11	$6{,}4 \times 10^{-7}$
Alcañiz		4868	0,07	$4{,}1 \times 10^{-7}$
Lérida		4610	0,08	$4{,}6 \times 10^{-7}$
Barbastro		4664	0,04	$2{,}3 \times 10^{-7}$
Zaragoza		4656	0,03	$1{,}7 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero		5055	0,08	$4{,}6 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)		5324	0,05	$2{,}9 \times 10^{-7}$

6.º Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sosten, y que se han obtenido anteriormente en cada estación, son los siguientes:

Madrid (salida)	$e_b = \pm 0{,}9 \times 10^{-7}$
Sigüenza	$e_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Alcañiz	$e_b = \pm 0{,}7 \times 10^{-7}$
Lérida	$e_b = \pm 0{,}5 \times 10^{-7}$
Barbastro	$e_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Zaragoza	$e_b = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero	$e_b = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_b = \pm 1{,}4 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan a las duraciones de oscilación reducidas.

Obtenidos los errores cometidos en las varias operaciones realizadas para deducir las duraciones de oscilación reducidas, se tendrá el error medio total en cada una de las estaciones empleando la fórmula siguiente:

$$E = \sqrt{e_a^{\,2}\,(\text{Madrid}) + e_a^{\,2}\,(\text{estación observada}) + e_a^{\,2} + e_d^{\,2} + e_c^{\,2} + e_m^{\,2} + e_b^{\,2}}.$$

En el cuadro siguiente figuran los cuadrados de estos errores y la suma de los mismos para cada una de las estaciones:

ESTACIONES	e_a^2 (Madrid).	e_a^2 (Estación).	e_a^2	e_d^2	e_c^2	e_m^2	e_b^2	E^2
Sigüenza	$2{,}0^2$	$3{,}0^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$0{,}2^2$	$6{,}4^2$	$0{,}4^2$	54,25
Alcañiz	$2{,}0^2$	$2{,}8^2$	$0{,}0^2$	$0{,}2^2$	$0{,}3^2$	$4{,}1^2$	$0{,}7^2$	29,21
Lérida	$2{,}0^2$	$3{,}7^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$0{,}7^2$	$4{,}6^2$	$0{,}5^2$	39,68
Barbastro	$2{,}0^2$	$2{,}0^2$	$0{,}0^2$	$0{,}1^2$	$0{,}8^2$	$2{,}3^2$	$0{,}4^2$	14,10
Zaragoza	$2{,}0^2$	$1{,}9^2$	$0{,}0^2$	$0{,}3^2$	$0{,}6^2$	$1{,}7^2$	$0{,}4^2$	11,11
Aranda de Duero	$2{,}0^2$	$3{,}3^2$	$0{,}0^2$	$0{,}2^2$	$0{,}1^2$	$4{,}6^2$	$0{,}3^2$	36,19

Extrayendo las raíces cuadradas de los valores contenidos en la última columna, tendremos los valores **E** para la duración de oscilación en cada una de las estaciones:

Sigüenza	$E = \pm 7{,}4 \times 10^{-7}$
Alcañiz	$E = \pm 5{,}4 \times 10^{-7}$
Lérida	$E = \pm 6{,}3 \times 10^{-7}$
Barbastro	$E = \pm 3{,}8 \times 10^{-7}$
Zaragoza	$E = \pm 3{,}3 \times 10^{-7}$
Aranda de Duero	$E = \pm 6{,}0 \times 10^{-7}$

CAPÍTULO IV

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS Y PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN LA CAMPAÑA DE 1918

INVARIABILIDAD DE LOS PÉNDULOS

El estado núm. 1 pone de manifiesto los valores de los promedios de las duraciones de oscilación reducidas, obtenidos durante la campaña y calculados anteriormente.

Estado núm. 1.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida)	0,5014844	0,5015637	0,5015034	0,5015773
Sevilla	4892	5692	083	5825
Écija	5104	5881	285	6012
Andújar	4969	5717	146	5885
Baza	5667	6427	853	6582
Lorca	5074	5843	269	5997
Cieza	4982	5738	195	5918
Albacete	5069	5844	266	6000
Alcázar de San Juan	4977	5756	173	5911
Madrid (cierre)	4856	5641	064	5806

Como promedio de las observaciones en Madrid se obtienen los siguientes:

Estado núm. 2.

ESTACIONES	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.
Madrid (salida) Madrid (cierre)	0,5014850	0,5015639	0,5015049	0,5015790
Diferencias	12	4	30	33

Las diferencias entre el promedio de la duración de oscilación de un péndulo con las duraciones de oscilación de los otros en una estación cualquiera, comparadas con las correspondientes diferencias en las otras estaciones, mostrarán si hubo o no variación en la longitud de los péndulos durante los diferentes períodos de la campaña.

La pequeña variación entre la latitud de Madrid y la de las estaciones observadas, hace que no sea preciso introducir corrección alguna de latitud para hacerlas comparables entre sí.

En el estado núm. 3 aparecen las diferencias en cuestión.

Estado núm. 3.

ESTACIONES	DIFERENCIAS ENTRE LAS DURACIONES DE OSCILACIÓN DE LOS PÉNDULOS					
	104-105	**104-106**	**104-107**	**105-106**	**105-107**	**106-107**
Madrid (salida)	— 793	— 190	— 929	+ 603	— 136	— 739
Sevilla	— 800	— 191	— 933	+ 609	— 133	— 742
Écija	— 777	— 181	— 908	+ 596	— 131	— 727
Andújar	— 748	— 177	— 916	+ 571	— 168	— 739
Baza	— 760	— 186	— 915	+ 574	— 155	— 729
Lorca	— 769	— 195	— 923	+ 574	— 154	— 728
Cieza	— 756	— 213	— 936	+ 543	— 180	— 723
Albacete	— 775	— 197	— 931	+ 578	— 156	— 734
Alcázar de San Juan	— 779	— 196	— 934	+ 583	— 155	— 738
Madrid (cierre)	— 785	— 208	— 950	+ 577	— 165	— 742
Diferencias máximas	52	36	42	66	49	19

El examen de este estado demuestra que las diferencias en la longitud de los péndulos durante la campaña no alcanzaron valores suficientemente grandes para aconsejar la supresión de alguno de los péndulos en los cálculos sucesivos, pues si bien resultan algo mayores que las demás, aquéllas en las que figura el péndulo 105, en cambio dicho mismo péndulo es el que arroja menos diferencia entre Madrid (salida) y Madrid (cierre), como puede verse en el estado núm. 2.

INSTITUTO GEOGRAFICO - BIBLIOTECA

PRECISIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para saber la precisión obtenida en las observaciones, habrán de calcularse por separado los errores medios cometidos en las diferentes operaciones de que se compone una determinación de esta clase y se englobarán estos errores parciales para obtener el error medio correspondiente al valor de g en cada estación.

Cálculo de los errores parciales.

1.° Los errores cometidos en la observación de la duración de oscilación se obtendrán por la fórmula

$$e = 10^{-3}\sqrt{\frac{[vv]}{[n]-m}}$$

en la cual representan [vv] la suma de los cuadrados de las diferencias entre el valor medio de las duraciones de oscilación y cada uno de estos valores, [n] el número total de observaciones, y m el número de péndulos observados.

Para obtener los valores de [vv] tendremos que obtener los de vv, que son los cuadrados de sus diferencias, los cuales se encuentran ordenados en el siguiente cuadro:

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
Madrid (salida)	1	1	2	4	3	9	7	49
	4	16	4	16	0	0	3	9
	12	144	12	144	7	49	7	49
	16	256	13	169	10	100	12	144
	2	4	1	1	4	16	3	9
	13	169	6	36	8	64	15	225
Sevilla	2	4	6	36	8	64	3	9
	16	256	14	196	19	361	12	144
	2	4	1	1	11	121	6	36
	22	484	17	289	7	49	1	1
	7	49	2	4	7	49	11	121
	6	36	1	1	8	64	16	256

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.	
	v	vv	v	vv	v	vv	v	vv
	4	16	2	4	5	25	9	81
	4	16	6	36	0	0	12	144
Écija	8	64	1	1	11	121	4	16
	7	49	2	4	0	0	4	16
	4	16	9	81	12	144	7	49
	5	25	18	324	5	25	4	16
	6	36	0	0	19	361	14	196
	14	196	25	625	7	49	16	256
Andújar	2	4	3	9	14	196	10	100
	14	196	18	324	7	49	8	64
	5	25	5	25	14	196	10	100
	11	121	1	1	7	49	0	0
	13	169	3	9	3	9	9	81
	12	144	5	25	6	36	11	121
Baza	20	400	4	16	17	289	7	49
	17	289	6	36	4	16	9	81
	5	25	9	81	29	841	7	49
	5	25	8	64	1	1	6	36
	6	36	2	4	11	121	4	16
	5	25	5	25	10	100	1	1
Lorca	8	64	1	1	4	16	10	100
	14	196	2	4	6	36	5	25
	3	9	1	1	10	100	13	169
	7	49	2	4	2	4	12	144
	6	36	7	49	12	144	14	196
	9	81	0	0	10	100	3	9
Cieza	5	25	9	81	15	225	5	25
	22	484	15	225	18	324	12	144
	6	36	11	121	8	64	11	121
	20	400	11	121	17	289	4	16
	2	4	7	49	5	25	1	1
	10	100	5	25	5	25	3	9
Albacete	14	196	2	4	14	196	17	289
	12	144	6	36	7	49	7	49
	10	100	7	49	6	36	13	169
	0	0	14	196	0	0	1	1
	25	625	15	225	5	25	4	16
	20	400	12	144	4	16	8	64
Alcázar de San Juan	2	4	0	0	13	169	17	289
	14	196	11	121	3	9	3	9
	17	289	19	361	22	484	11	121
	1	1	7	49	8	64	3	9
	16	256	9	81	9	81	11	121
	3	9	20	400	11	121	30	900
Madrid (cierre)	15	225	0	0	3	9	17	289
	4	16	6	36	0	0	1	1
	6	36	1	1	4	16	17	289
	10	100	1	1	2	4	6	36

Del cuadro anterior se deduce el que sigue, haciendo la suma de los términos **vv** para cada estación y cada péndulo y las sumas totales de unos y otros.

ESTACIONES	Péndulo 104.		Péndulo 105.		Péndulo 106.		Péndulo 107.		[vv]	[n]
	vv	n	vv	n	vv	n	vv	n		
Madrid (salida)	590	6	370	6	238	6	485	6	1 683	24
Sevilla	833	6	527	6	708	6	567	6	2 635	24
Écija	183	6	450	6	315	6	322	6	1 273	24
Andújar	578	6	984	6	900	6	716	6	3 178	24
Baza	1 052	6	231	6	1 192	6	417	6	2 892	24
Lorca	379	6	39	6	377	6	455	6	1 250	24
Cieza	1 062	6	597	6	1 146	6	511	6	3 316	24
Albacete	544	6	359	6	331	6	518	6	1 752	24
Alcázar de San Juan	1 515	6	900	6	767	6	508	6	3 690	24
Madrid (cierre)	642	6	519	6	231	6	1 636	6	3 028	24
[vv]	7 381		4 976		6 205		6 135		24 697	
[n]		60		60		60		60		240

Aplicando la fórmula

$$e = 10^{-7} \sqrt{\frac{[vv]}{[n] - m}}$$

para cada estación, poniendo en vez de [vv] los valores de la penúltima columna, sustituyendo [n] por los de la última y m por 4, que son los péndulos observados, tendremos

Madrid (salida) ..... $e = \pm\ 9{,}2 \times 10^{-7}$
Sevilla ..... $e = \pm\ 11{,}5 \times 10^{-7}$
Écija ..... $e = \pm\ 8{,}0 \times 10^{-7}$
Andújar ..... $e = \pm\ 12{,}6 \times 10^{-7}$
Baza ..... $e = \pm\ 12{,}0 \times 10^{-7}$
Lorca ..... $e = \pm\ 7{,}9 \times 10^{-7}$
Cieza ..... $e = \pm\ 12{,}9 \times 10^{-7}$
Albacete ..... $e = \pm\ 9{,}4 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan ..... $e = \pm\ 13{,}6 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre) ..... $e = \pm\ 12{,}3 \times 10^{-7}$

Los valores de los errores del resultado medio en cada estación se obtendrán por la fórmula

$$e_r = \frac{1}{\sqrt{[n]}} \times e,$$

dando los resultados siguientes:

Madrid (salida)	$e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Sevilla	$e_s = \pm 2{,}3 \times 10^{-7}$
Écija	$e_s = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$
Andújar	$e_s = \pm 2{,}6 \times 10^{-7}$
Baza	$e_s = \pm 2{,}4 \times 10^{-7}$
Lorca	$e_s = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$
Cieza	$e_s = \pm 2{,}6 \times 10^{-7}$
Albacete	$e_s = \pm 1{,}9 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan	$e_s = \pm 2{,}8 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_s = \pm 2{,}5 \times 10^{-7}$

Los valores de **e** y **e**$_s$ para el promedio de las dos estaciones de Madrid, serán

$$e = \sqrt{\frac{1683 + 3028}{24 + 24 - 8}} = \pm 10{,}9 \times 10^{-7}$$

$$e_s = \frac{1}{\sqrt{48}} \times 10{,}9 = \pm 1{,}6 \times 10^{-7}$$

Para obtener los errores de la duración de oscilación de cada uno de los péndulos en el conjunto de la campaña, nos valdremos de la misma fórmula, poniendo en vez de [**vv**] y de [**n**] los valores contenidos en las dos últimas líneas del cuadro último y por **m** el número de estaciones, que son diez.

Así resulta:

Péndulo 104..... $e_{p.\,104} = \sqrt{\frac{7381}{60-10}} \times 10^{-7} = \pm 12{,}1 \times 10^{-7}$

Péndulo 105..... $e_{p.\,105} = \sqrt{\frac{4976}{60-10}} \times 10^{-7} = \pm 10{,}0 \times 10^{-7}$

Péndulo 106..... $e_{p.\,106} = \sqrt{\frac{6205}{60-10}} \times 10^{-7} = \pm 11{,}1 \times 10^{-7}$

Péndulo 107..... $e_{p.\,107} = \sqrt{\frac{6135}{60-10}} \times 10^{-7} = \pm 11{,}1 \times 10^{-7}$

El error medio general a todos los péndulos será:

$$e'_p = \sqrt{\frac{24697}{240-40}} \times 10^{-7} = \pm 11{,}1 \times 10^{-7}.$$

2.° Siendo las correcciones por reducción a la amplitud muy pequeñas, los errores que de ellas pueden provenir son insignificantes, y, por lo tanto, admitiremos que estos errores son nulos.

3.° Los errores que provienen por la inseguridad de las constantes de reducción al vacío se deducen de los obtenidos al hacer el estudio de las constantes, cuyos valores son:

Péndulo 104..... $0{,}0000675 \pm 11 \times 10^{-7}$
Id. 105..... $0{,}0000679 \pm 9 \times 10^{-7}$
Id. 106..... $0{,}0000665 \pm 8 \times 10^{-7}$
Id. 107..... $0{,}0000668 \pm 11 \times 10^{-7}$

Su promedio es 0,0000672 con un error de

$$\sqrt{\frac{11^2 + 9^2 + 8^2 + 11^2}{4}} = \pm 10 \times 10^{-7}$$

Siendo la relación entre este error y la constante media

$$\pm \frac{10}{672} = \pm 0{,}0149$$

En el cuadro siguiente se han reunido los valores de los promedios de las correcciones por reducción al vacío en las diferentes estaciones. También figuran en él las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS DE REDUCCIÓN AL VACÍO					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida).....	610,3	613,0	598,5	601,0	606	—
Sevilla.....	639,2	642,5	630,0	632,3	636	40
Écija.....	628,8	631,8	619,7	621,7	626	30
Andújar.....	621,5	624,7	611,0	613,7	618	22
Baza.....	577,0	580,0	567,7	569,5	574	22
Lorca.....	608,8	611,7	599,7	601,5	605	9
Cieza.....	607,5	610,7	598,0	600,2	604	8
Albacete.....	577,2	580,2	568,5	570,8	574	22
Alcázar de San Juan.....	575,3	577,7	566,3	567,5	572	24
Madrid (cierre).....	590,5	593,0	579,2	581,7	586	—
Madrid (promedio).....	600,4	603,0	588,9	591,3	596	—

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm 0{,}0149$, deduciremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante de reducción al vacío.

Sevilla..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 40 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Écija..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 30 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$
Andújar..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 22 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Baza..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 22 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Lorca..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 9 \times 10^{-7} = \pm 0{,}1 \times 10^{-7}$
Cieza..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 8 \times 10^{-7} = \pm 0{,}1 \times 10^{-7}$
Albacete..... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 22 \times 10^{-7} = \pm 0{,}3 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan.... $e_{\delta} = \pm 0{,}0149 \times 24 \times 10^{-7} = \pm 0{,}4 \times 10^{-7}$

4.° Análogamente se deducen los que proceden por la inseguridad de las constantes de reducción de temperatura, cuyos valores son:

Péndulo	104	$48{,}11 \pm 0{,}14 \times 10^{-7}$
Id.	105	$47{,}38 \pm 0{,}12 \times 10^{-7}$
Id.	106	$47{,}91 \pm 0{,}10 \times 10^{-7}$
Id.	107	$47{,}30 \pm 0{,}07 \times 10^{-7}$

Su promedio es 47,675 y el valor del error medio de las constantes de temperatura será

$$\sqrt{\frac{0{,}14^2 + 0{,}12^2 + 0{,}10^2 + 0{,}07^2}{4}} = \pm 0{,}11 \times 10^{-7}$$

y la relación entre este error y la constante media será

$$\frac{\pm 0{,}11}{47{,}675} = \pm 0{,}0023.$$

En el cuadro siguiente figuran los valores de los promedios de las correcciones por reducción de temperatura en las diferentes estaciones y las diferencias entre el valor del promedio de las estaciones de Madrid y los valores de las otras estaciones.

ESTACIONES	PROMEDIO DE LOS TÉRMINOS POR REDUCCIÓN DE TEMPERATURA					
	Péndulo 104.	Péndulo 105.	Péndulo 106.	Péndulo 107.	Promedios.	[Δ]
Madrid (salida)	476,5	472,7	497,3	497,0	486	—
Sevilla	767,8	760,7	764,3	760,5	763	91
Écija	705,7	707,5	707,2	709,8	708	36
Andújar	767,2	758,7	769,0	762,5	764	92
Baza	770,8	764,0	770,8	770,3	769	97
Lorca	929,3	924,8	928,3	925,3	927	255
Cieza	1 122,0	1 110,3	1 120,8	1 112,2	1 116	444
Albacete	1 074,7	1 065,8	1 074,5	1 068,3	1 071	399
Alcázar de San Juan	1 157,2	1 165,3	1 160,5	1 173,5	1 164	492
Madrid (cierre)	851,7	847,7	871,2	864,0	859	—
Madrid (promedio)	664,1	660,2	684,3	680,5	672	—

Multiplicando las diferencias que figuran en la última columna del cuadro anterior por el valor $\pm 0{,}0023$, obtendremos los valores de los errores por la inseguridad de la constante por reducción de temperatura.

Sevilla	$e_1 = \pm 0{,}0023 \times 91 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Écija	$e_2 = \pm 0{,}0023 \times 36 \times 10^{-7} = \pm 0{,}1 \times 10^{-7}$
Andújar	$e_3 = \pm 0{,}0023 \times 92 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Baza	$e_4 = \pm 0{,}0023 \times 97 \times 10^{-7} = \pm 0{,}2 \times 10^{-7}$
Lorca	$e_5 = \pm 0{,}0023 \times 255 \times 10^{-7} = \pm 0{,}6 \times 10^{-7}$
Cieza	$e_6 = \pm 0{,}0023 \times 444 \times 10^{-7} = \pm 1{,}0 \times 10^{-7}$
Albacete	$e_7 = \pm 0{,}0023 \times 399 \times 10^{-7} = \pm 0{,}9 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan	$e_8 = \pm 0{,}0023 \times 492 \times 10^{-7} = \pm 1{,}1 \times 10^{-7}$

5.° Los errores e_m producidos en los valores de la duración de oscilación a consecuencia de los ε_m cometidos en las determinaciones de hora, se calculan por la fórmula

$$e_m = \pm a s \varepsilon_m ,$$

siendo

$a = \frac{10^{+7}}{86400}$,

s = promedio de las duraciones de oscilación en cada estación,

ε_m = los errores medios de conjunto de las determinaciones de hora en cada estación, obteniéndose los valores que figuran en el cuadro adjunto:

ESTACIONES	a	s	ε_m	e_m
Madrid (salida)	$\frac{10^{+7}}{86400}$	0,5015322	0,04	$2,3 \times 10^{-7}$
Sevilla		5373	0,07	$4,1 \times 10^{-7}$
Écija		5571	0,02	$1,2 \times 10^{-7}$
Andújar		5429	0,06	$3,5 \times 10^{-7}$
Baza		6132	0,10	$5,8 \times 10^{-7}$
Lorca		5546	0,09	$5,2 \times 10^{-7}$
Cieza		5458	0,07	$4,1 \times 10^{-7}$
Albacete		5545	0,08	$4,6 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan		5454	0,04	$2,3 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)		5342	0,04	$2,3 \times 10^{-7}$

6.° Los errores cometidos en las determinaciones del balance del sosten, y que se han obtenido anteriormente en cada estación, son los siguientes:

Madrid (salida)	$e_b = \pm 0,6 \times 10^{-7}$
Sevilla	$e_b = \pm 1,9 \times 10^{-7}$
Écija	$e_b = \pm 1,4 \times 10^{-7}$
Andújar	$e_b = \pm 1,1 \times 10^{-7}$
Baza	$e_b = \pm 0,8 \times 10^{-7}$
Lorca	$e_b = \pm 0,6 \times 10^{-7}$
Cieza	$e_b = \pm 0,4 \times 10^{-7}$
Albacete	$e_b = \pm 0,6 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan	$e_b = \pm 0,3 \times 10^{-7}$
Madrid (cierre)	$e_b = \pm 0,9 \times 10^{-7}$

Cálculo de los errores que afectan a las duraciones de oscilación reducidas.

Obtenidos los diversos errores cometidos en las varias operaciones realizadas para deducir las duraciones de oscilación reducidas, se tendrá el error medio total en cada una de las estaciones empleando la fórmula siguiente:

$$E = \sqrt{e_s^2\,(\text{Madrid}) + e_s^2\,(\text{estación observada}) + e_a^2 + e_d^2 + e_i^2 + e_m^2 + e_b^2} .$$

En el cuadro siguiente figuran los cuadrados de estos errores y la suma de los mismos para cada una de las estaciones:

ESTACIONES	e_a^2 (Madrid).	e_a^2 (Estación).	e_d^2	e_t^2	e_m^2	e_b^2	E^2
Sevilla	$1,6^2$	$2,3^2$	0,00	$0,6^2$	$0,2^2$	$4,1^2$	$1,9^2$	28,67
Écija	$1,6^2$	$1,6^2$	0,00	$0,4^2$	$0,1^2$	$1,2^2$	$1,4^2$	8,69
Andújar	$1,6^2$	$2,6^2$	0,00	$0,3^2$	$0,2^2$	$3,5^2$	$1,1^2$	22,91
Baza	$1,6^2$	$2,4^2$	0,00	$0,3^2$	$0,2^2$	$5,8^2$	$0,8^2$	42,73
Lorca	$1,6^2$	$1,6^2$	0,00	$0,1^2$	$0,6^2$	$5,2^2$	$0,6^2$	32,89
Cieza	$1,6^2$	$2,6^2$	0,00	$0,1^2$	$1,0^2$	$4,1^2$	$0,4^2$	27,30
Albacete	$1,6^2$	$1,9^2$	0,00	$0,3^2$	$0,9^2$	$4,6^2$	$0,6^2$	28,59
Alcázar de San Juan	$1,6^2$	$2,8^2$	0,00	$0,4^2$	$1,1^2$	$2,3^2$	$0,3^2$	17,15

Extrayendo las raíces cuadradas de los valores contenidos en la última columna, tendremos los errores E para la duración de oscilación en cada una de las estaciones:

Sevilla ..... $E = \pm 5,4 \times 10^{-7}$
Écija ..... $E = \pm 2,9 \times 10^{-7}$
Andújar ..... $E = \pm 4,8 \times 10^{-7}$
Baza ..... $E = \pm 6,5 \times 10^{-7}$
Lorca ..... $E = \pm 5,7 \times 10^{-7}$
Cieza ..... $E = \pm 5,2 \times 10^{-7}$
Albacete ..... $E = \pm 5,3 \times 10^{-7}$
Alcázar de San Juan ..... $E = \pm 4,1 \times 10^{-7}$

CAPÍTULO V

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

CAMPAÑA DE 1916

Para determinar los valores de **g**, o sean los valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en cualquiera estación, aplicaremos la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m} + 3g_m \left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la cual **g** es el valor de la gravedad que se quiere determinar en una estación cualquiera, g_m el valor de la gravedad en Madrid, que es 979,981; **s** el valor de la duración de oscilación en la estación de que se trata, obtenido con un péndulo determinado, y s_m el valor de la duración de oscilación en Madrid, obtenido con el mismo péndulo.

Los valores de s_m para cada uno de los péndulos 104, 105, 106 y 107 son:

Péndulo	104	$s_m = 0{,}5014867$
Id.	105	$s_m = 0{,}5015634$
Id.	106	$s_m = 0{,}5015021$
Id.	107	$s_m = 0{,}5015774$

Aplicando, pues, la fórmula anterior, llegaremos a los resultados que figuran en el siguiente cuadro:

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1916	Sigüenza	104	980,011	980,011
		105	08	
		106	15	
		107	11	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. PROMEDIOS
1916	Alcañiz	104	980,163	980,159
		105	59	
		106	60	
		107	54	
	Lérida	104	980,261	980,260
		105	57	
		106	63	
		107	60	
	Barbastro	104	980,237	980,239
		105	37	
		106	43	
		107	39	
	Zaragoza	104	980,241	980,242
		105	0	
		106	4	
		107	2	
	Aranda de Duero	104	980,088	980,086
		105	9	
		106	6	
		107	1	

Los errores correspondientes a estos valores de g, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2g_m}{s_m} E,$$

en la cual por g_m se representa el valor de la gravedad en Madrid, 979,981; por s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de oscilación en Madrid en las estaciones de salida y cierre de la campaña, o sea 0,5015324, y por E los errores, consignados al final del capítulo anterior, que han resultado para las duraciones de oscilación reducidas.

Su aplicación nos conduce a los valores siguientes:

Sigüenza ..... $E_g = \pm 2{,}9 \times 10^{-3}$
Alcañiz ..... $E_g = \pm 2{,}1 \times 10^{-3}$
Lérida ..... $E_g = \pm 2{,}5 \times 10^{-3}$
Barbastro ..... $E_g = \pm 1{,}5 \times 10^{-3}$
Zaragoza ..... $E_g = \pm 1{,}3 \times 10^{-3}$
Aranda de Duero ..... $E_g = \pm 2{,}3 \times 10^{-3}$

En resumen, tendremos finalmente para valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad:

Sigüenza ..... $g = 980{,}011 \pm 0{,}0029$
Alcañiz ..... $g = 980{,}159 \pm 0{,}0021$
Lérida ..... $g = 980{,}260 \pm 0{,}0025$
Barbastro ..... $g = 980{,}239 \pm 0{,}0015$
Zaragoza ..... $g = 980{,}242 \pm 0{,}0013$
Aranda de Duero ..... $g = 980{,}086 \pm 0{,}0023$

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por la fórmula

$$g''_o = g + \delta g + \delta' g,$$

siendo

$$\delta g = 0{,}0003086\,H \qquad \text{y} \qquad \delta' g = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_o),$$

en las cuales representan:

H, altitud en metros sobre el nivel del mar del plano determinado por los centros de las lentejas de los péndulos.

θ_m, densidad media de la Tierra, igual a 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

El cuadro siguiente nos pone de manifiesto el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos:

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta' g$
Sigüenza	980,011	999	2,2	+ 0,308	— 0,092
Alcañiz	980,159	342	2,0	+ 0,106	— 0,029
Lérida	980,260	165	2,0	+ 0,051	— 0,014
Barbastro	980,239	240	2,0	+ 0,105	— 0,029
Zaragoza	980,242	206	2,0	+ 0,064	— 0,017
Aranda de Duero	980,086	801	2,0	+ 0,247	— 0,067

De los cuales deduciremos los valores de

$$g_o = g + \delta g \qquad \text{y} \qquad g''_o = g_o + \delta' g,$$

que serán, respectivamente:

ESTACIONES	g_o	g''_o
Sigüenza	980,319	980,227
Alcañiz	980,265	980,236
Lérida	980,311	980,297
Barbastro	980,344	980,315
Zaragoza	980,306	980,289
Aranda de Duero	980,333	980,266

El cálculo teórico de los valores de g, que representamos por γ_o, lo haremos por la fórmula de Helmert (1915)

$$\gamma_o = 978{,}052\,[1 + 0{,}005285\ \mathrm{sen}^2\,\varphi - 0{,}000007\ \mathrm{sen}^2\,2\varphi].$$

En el cuadro siguiente se expresan los valores de γ_o correspondientes a los diversos de φ, que representan la latitud del lugar de observación:

ESTACIONES	φ	γ_o
Sigüenza	41° 4′	980,276
Alcañiz	41 4	980,276
Lérida	41 37	980,325
Barbastro	42 1	980,361
Zaragoza	41 39	980,328
Aranda de Duero	41 40	980,330

Finalmente, el conjunto de los valores encontrados se ve reunido en el siguiente cuadro:

Resumen de los valores obtenidos en la campaña de 1916.

ESTACIONES	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	θ	g	g_0	g''_0	γ_0	$g''_0 - \gamma_0$	$g_0 - \gamma_0$
			m.		cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Sigüenza	2° 38,3′ W.	41° 4′	999	2,2	980,011	980,319	980,227	980,276	— 0,049	+ 0,043
Alcañiz	0 7,3 W.	41 4	342	2,0	980,159	980,265	980,236	980,276	— 0,040	— 0,011
Lérida	0 37,7 E.	41 37	165	2,0	980,260	980,311	980,297	980,325	— 0,028	— 0,014
Barbastro	0 4,7 E.	42 1	340	2,0	980,239	980,344	980,315	980,361	— 0,046	— 0,017
Zaragoza	0 53,3 W.	41 39	206	2,0	980,242	980,306	980,289	980,328	— 0,039	— 0,022
Aranda de Duero	3 40,3 W.	41 40	801	2,0	980,086	980,333	980,266	980,330	— 0,064	+ 0,003

CAPÍTULO IV

VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

CAMPAÑA DE 1918

Para determinar los valores de **g**, o sean los valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en cualquiera estación, aplicaremos la fórmula

$$g = g_m - 2g_m \frac{s - s_m}{s_m} + 3g_m \left(\frac{s - s_m}{s_m}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

en la cual **g** es el valor de la gravedad que se quiere determinar en una estación cualquiera, g_m el valor de la gravedad en Madrid, que es 979,981; **s** el valor de la duración de oscilación en la estación de que se trata, obtenido con un péndulo determinado, y s_m el valor de la duración de oscilación en Madrid, obtenido con el mismo péndulo.

Los valores de s_m para cada uno de los péndulos 104, 105, 106 y 107 son:

Péndulo	104	$s_m = 0{,}5014850$
Id.	105	$s_m = 0{,}5015639$
Id.	106	$s_m = 0{,}5015049$
Id.	107	$s_m = 0{,}5015790$

Aplicando, pues, la fórmula anterior, llegaremos a los resultados que figuran en el siguiente cuadro:

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de **g** para cada péndulo.	Valores de **g**. PROMEDIOS
1918	Sevilla	104	979,965	979,965
		105	0	
		106	8	
		107	7	

AÑO	ESTACIONES	PÉNDULOS	Valores de g para cada péndulo.	Valores de g. — PROMEDIOS
1918	Écija	104	979,882	979,888
		105	86	
		106	89	
		107	94	
	Andújar	104	979,934	979,943
		105	51	
		106	43	
		107	44	
	Baza	104	979,662	979,669
		105	73	
		106	67	
		107	72	
	Lorca	104	979,893	979,897
		105	901	
		106	895	
		107	900	
	Cieza	104	979,929	979,932
		105	42	
		106	24	
		107	31	
	Albacete	104	979,895	979,898
		105	901	
		106	896	
		107	899	
	Alcázar de San Juan	104	979,931	979,933
		105	35	
		106	33	
		107	34	

Los errores correspondientes a estos valores de g, que representaremos por E_g, pueden obtenerse fácilmente por medio de la fórmula

$$E_g = \pm \frac{2g_m}{s_m} E,$$

en la cual por g_m se representa el valor de la gravedad en Madrid, 979,981; por s_m el promedio de los valores encontrados para la duración de oscilación en Madrid en las estaciones de salida y cierre de la campaña, o sea 0,5015332, y por E los errores, consignados al final del capítulo anterior, que han resultado para las duraciones de oscilación reducidas.

Su aplicación nos conduce a los valores siguientes:

Sevilla	$E_g = \pm 2{,}1 \times 10^{-3}$
Écija	$E_g = \pm 1{,}1 \times 10^{-3}$
Andújar	$E_g = \pm 1{,}9 \times 10^{-3}$
Baza	$E_g = \pm 2{,}5 \times 10^{-3}$
Lorca	$E_g = \pm 2{,}2 \times 10^{-3}$
Cieza	$E_g = \pm 2{,}0 \times 10^{-3}$
Albacete	$E_g = \pm 2{,}1 \times 10^{-3}$
Alcázar de San Juan	$E_g = \pm 1{,}6 \times 10^{-3}$

En resumen, tendremos finalmente para valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad:

Sevilla	$g = 979{,}965 \pm 0{,}0021$
Écija	$g = 979{,}888 \pm 0{,}0011$
Andújar	$g = 979{,}943 \pm 0{,}0019$
Baza	$g = 979{,}669 \pm 0{,}0025$
Lorca	$g = 979{,}897 \pm 0{,}0022$
Cieza	$g = 979{,}932 \pm 0{,}0020$
Albacete	$g = 979{,}898 \pm 0{,}0021$
Alcázar de San Juan	$g = 979{,}933 \pm 0{,}0016$

La reducción de estos valores al nivel del mar la haremos por la fórmula

$$g_o'' = g + \delta g + \delta' g,$$

siendo

$$\delta g = 0{,}0003086\ H \qquad \text{y} \qquad \delta' g = \frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} (g - g_o),$$

en las cuales representan:

H, altitud en metros sobre el nivel del mar del plano determinado por los centros de las lentejas de los péndulos.

θ_m, densidad media de la Tierra, igual a 5,52.

θ, densidad media de la meseta de observación.

El cuadro siguiente nos pone de manifiesto el conjunto de estos datos y los valores deducidos de los mismos:

ESTACIONES	g	H	θ	δg	$\delta' g$
Sevilla	979,965	11	2,0	+ 0,003	— 0,001
Écija	979,888	105	2,0	+ 0,032	— 0,009
Andújar	979,943	207	2,2	+ 0,064	— 0,019
Baza	979,669	858	2,2	+ 0,265	— 0,079
Lorca	979,897	330	2,1	+ 0,102	— 0,029
Cieza	979,932	183	2,1	+ 0,057	— 0,016
Albacete	979,898	678	2,0	+ 0,209	— 0,057
Alcázar de San Juan	979,933	648	2,2	+ 0,200	— 0,060

De los cuales deduciremos los valores de

$$g_o = g + {}^{b}g \qquad \text{y} \qquad g''_o = g_o + {}^{\lambda'}g,$$

que serán, respectivamente:

ESTACIONES	g_o	g''_o
Sevilla	979,968	979,967
Écija	979,929	979,911
Andújar	980,007	979,988
Baza	979,934	979,855
Lorca	979,999	979,970
Cieza	979,989	979,972
Albacete	980,107	980,050
Alcázar de San Juan	980,133	980,073

El cálculo teórico de los valores de g, que representaremos por γ_o, lo haremos por la fórmula de Helmert (1915)

$$\gamma_o = 978{,}052\,[1 + 0{,}005285\,\operatorname{sen}^2\varphi - 0{,}000007\,\operatorname{sen}^2 2\varphi].$$

En el cuadro siguiente se expresan los valores de γ_o correspondientes a los diversos de φ, que representan la latitud del lugar de observación:

ESTACIONES	φ	γ_o
Sevilla	37° 23′	979,951
Écija	37 32	979,964
Andújar	38 3	980,009
Baza	37 30	979,961
Lorca	37 40	979,976
Cieza	38 15	980,027
Albacete	39 00	980,093
Alcázar de San Juan	39 24	980,128

Finalmente, el conjunto de los valores encontrados se ve reunido en el siguiente cuadro:

Resumen de los valores obtenidos en la campaña de 1918.

ESTACIONES	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	θ	g	g_0	g''_0	γ_0	$g''_0 - \gamma_0$	$g_0 - \gamma_0$
	° ′	° ′	m.		cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Sevilla	5 59 W.	37 23	11	2,0	979,965	979,968	979,967	979,951	+0,016	+0,017
Écija	5 05 W.	37 32	105	2,0	979,888	979,920	979,911	979,964	−0,053	−0,044
Andújar	4 03 W.	38 03	207	2,2	979,943	980,007	979,988	980,009	−0,021	−0,002
Baza	2 45 W.	37 30	858	2,2	979,669	979,934	979,855	979,961	−0,106	−0,027
Lorca	1 42 W.	37 40	330	2,1	979,897	979,999	979,970	979,976	−0,006	+0,023
Cieza	1 25 W.	38 15	183	2,1	979,932	979,989	979,972	980,027	−0,055	−0,038
Albacete	1 51 W.	39 00	678	2,0	979,898	980,107	980,050	980,093	−0,043	+0,014
Alcázar de San Juan	3 12 W.	39 24	648	2,2	979,933	980,133	980,073	980,128	−0,055	+0,005

ÍNDICE

Páginas.

Introducción 5

Capítulo primero.—Resultados de las observaciones de la campaña de 1916 9

Capítulo segundo.—Resultados de las observaciones de la campaña de 1918 45

Capítulo tercero.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1916 89

Capítulo cuarto.—Invariabilidad de los péndulos y precisión de las observaciones en la campaña de 1918 99

Capítulo quinto.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en la campaña de 1916 109

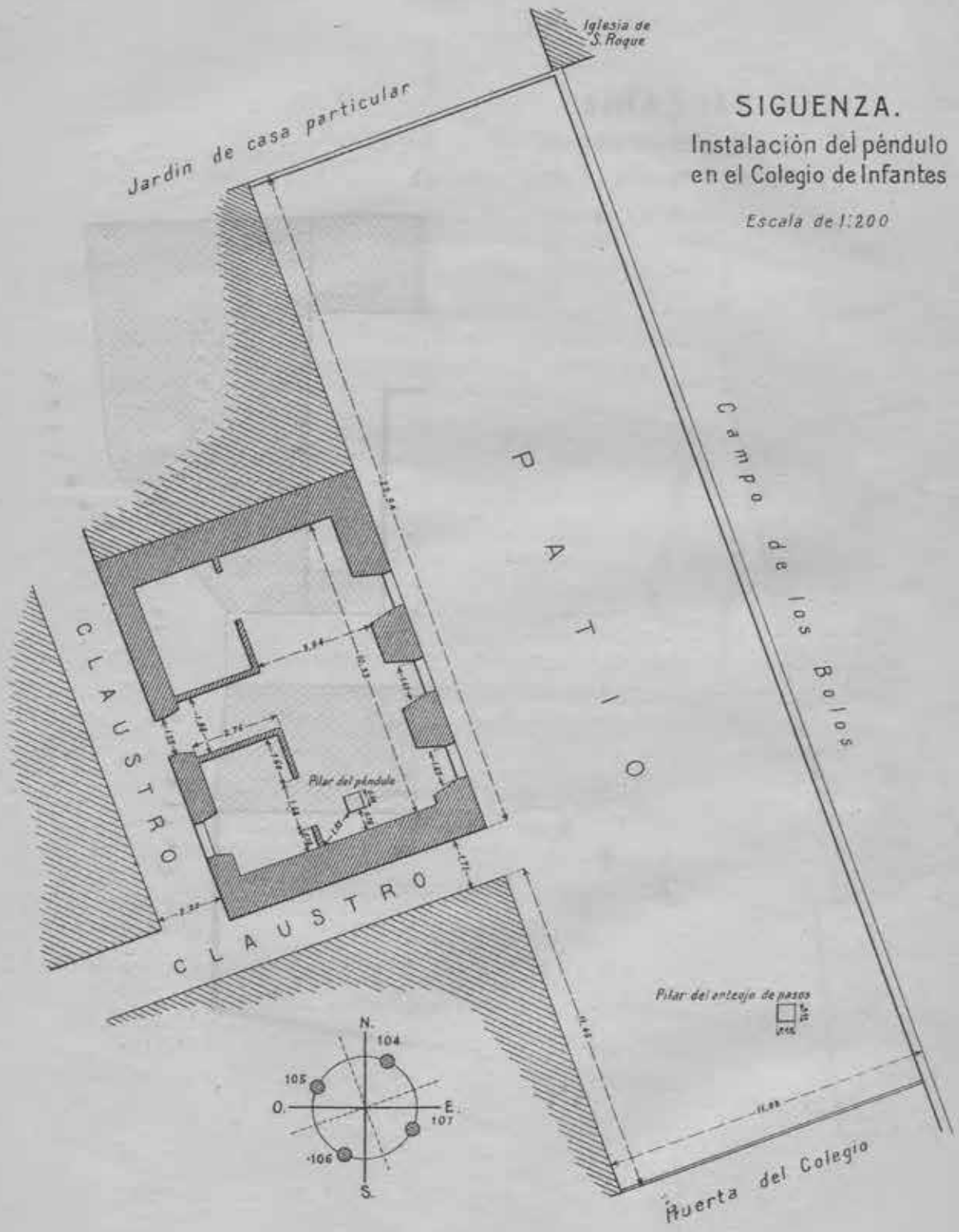
Capítulo sexto.—Valores de la intensidad de la fuerza de la gravedad en la campaña de 1918 115

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL - BIBLIOTECA

SIGUENZA.

Instalación del péndulo en el Colegio de Infantes

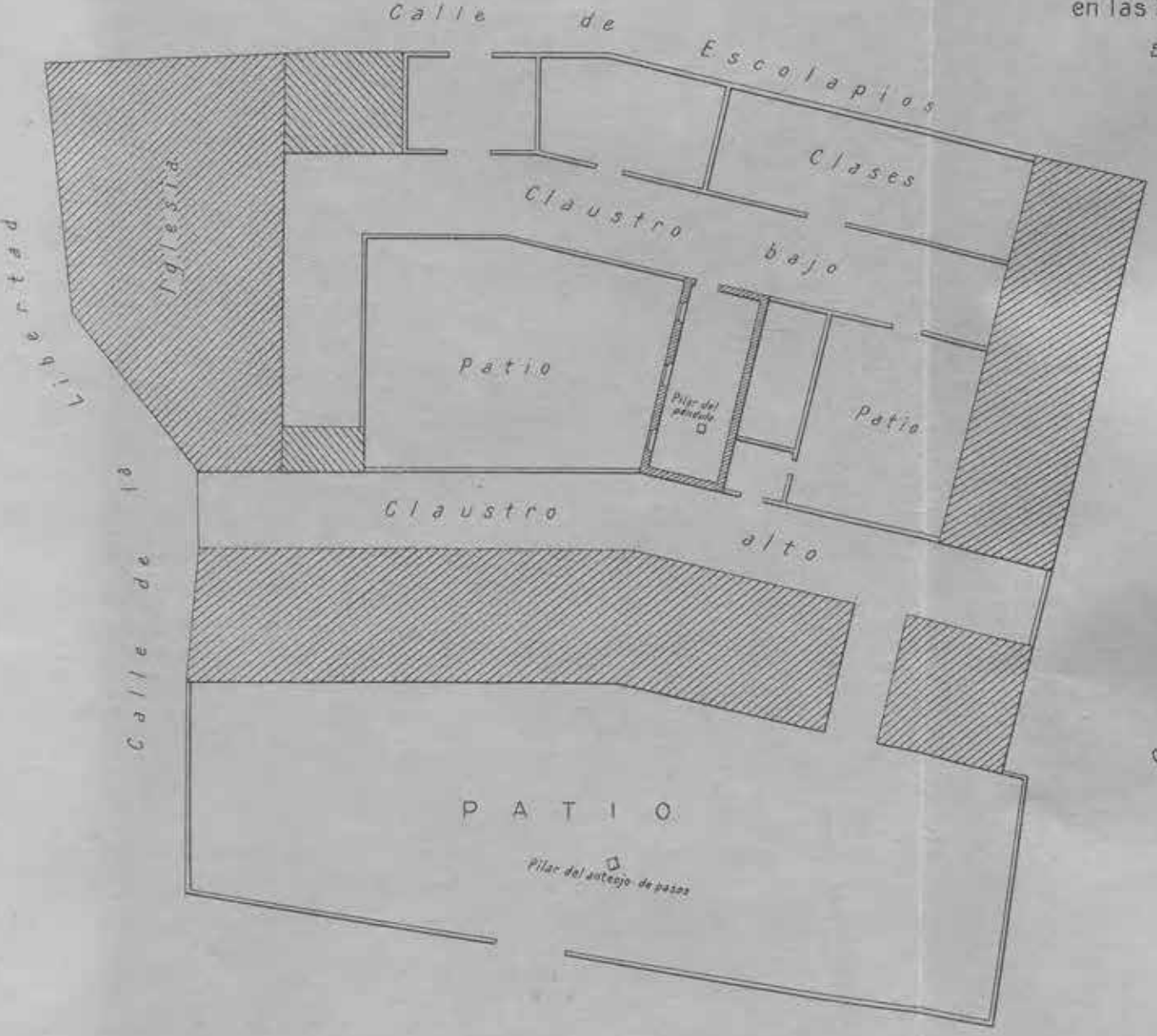
Escala de 1:200

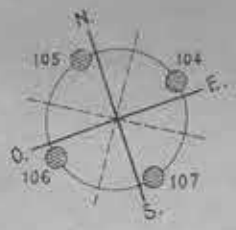


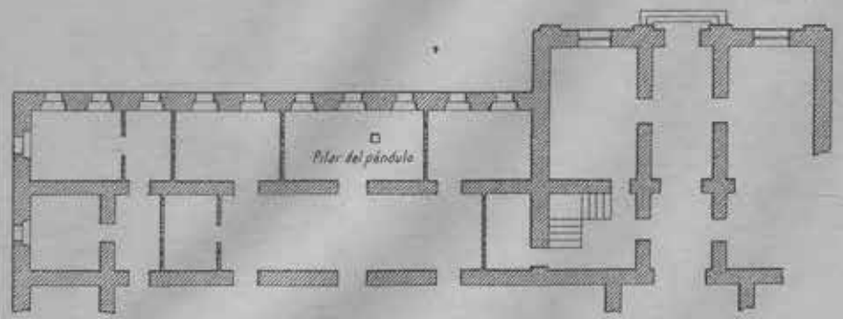
ALCAÑIZ

Instalación del péndulo en las Escuelas Pias

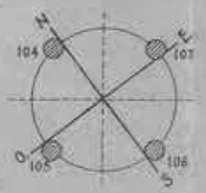
Escala de 1:400







DETALLE
Escala de 1:750



LÉRIDA

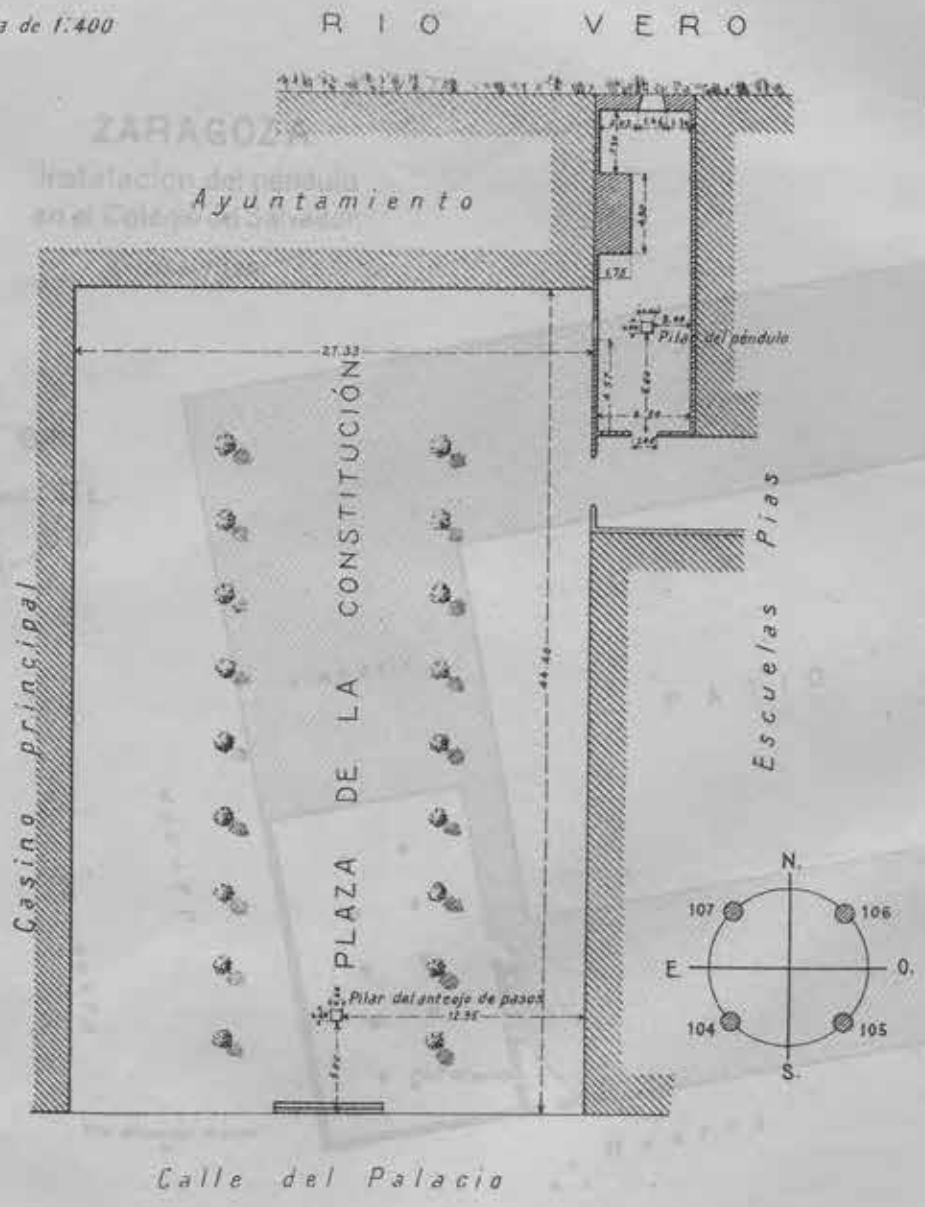
Instalación del péndulo
en el Seminario nuevo

CONJUNTO
Escala de 1:1500

BARBASTRO

Instalación del péndulo en las Escuelas Pías

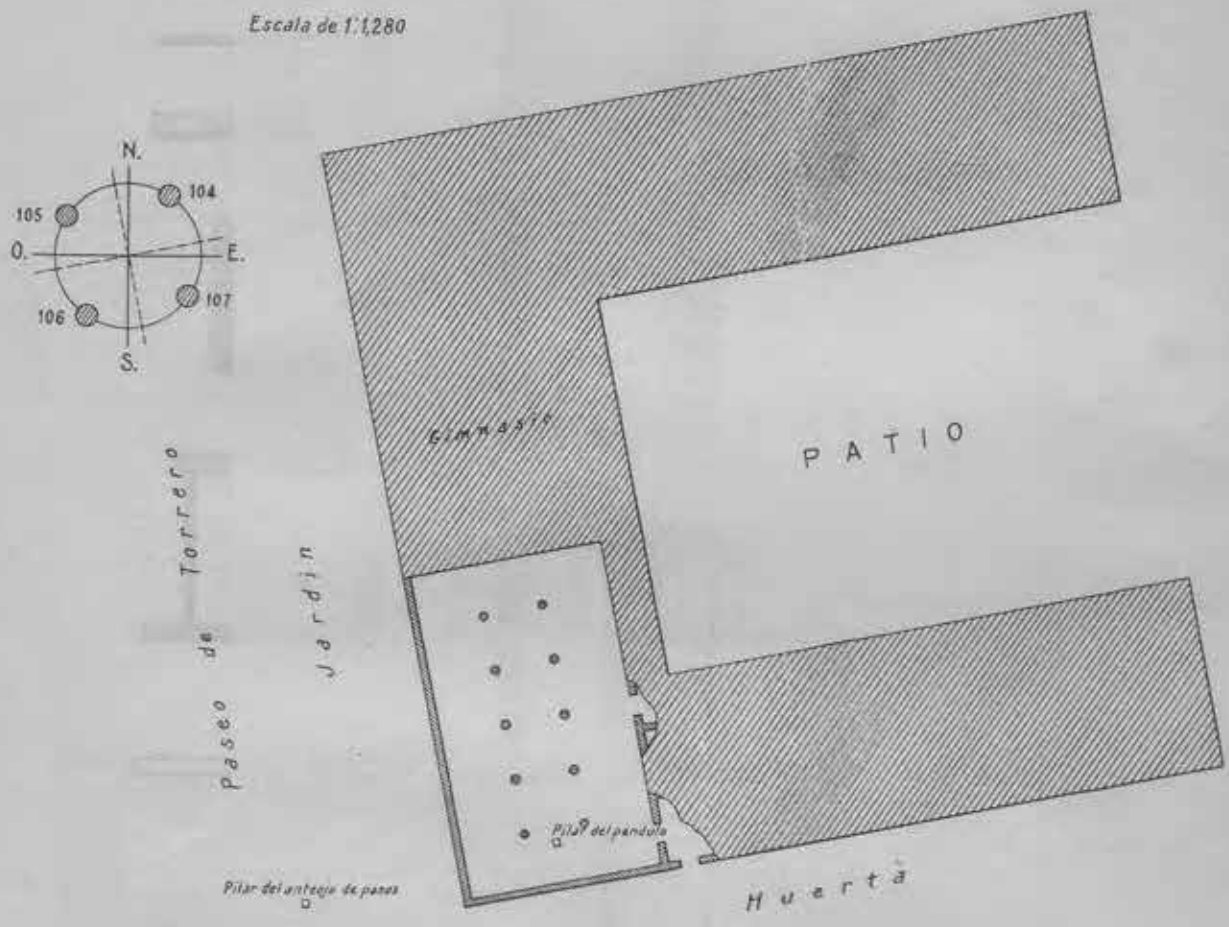
Escala de 1:400



ZARAGOZA

Instalación del péndulo en el Colegio del Salvador

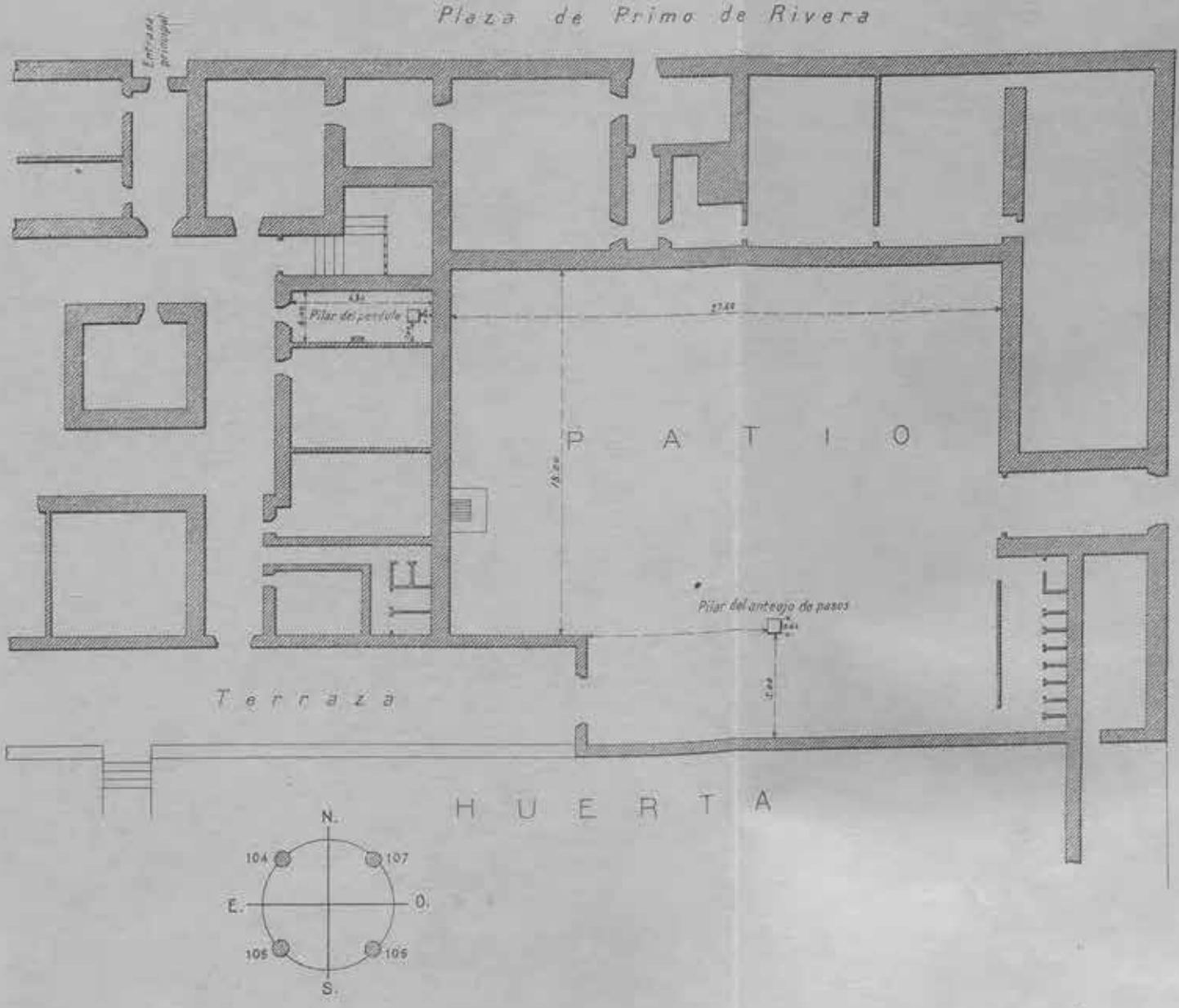
Escala de 1:1,280



ARANDA DE DUERO

Instalación del péndulo
en el Colegio de Misioneros
del Corazon de Maria

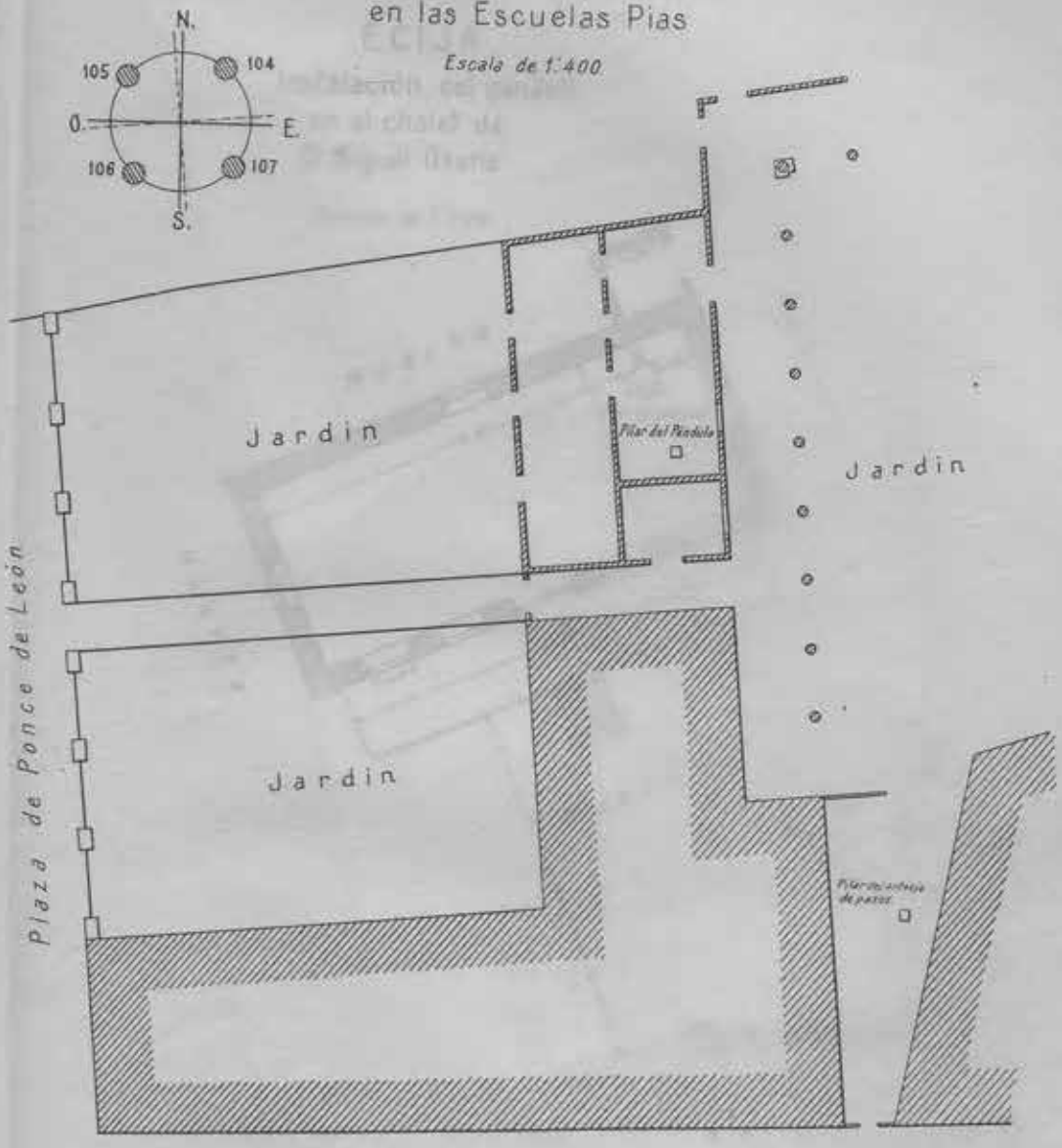
Escala de 1:300



SEVILLA

Instalación del péndulo en las Escuelas Pias

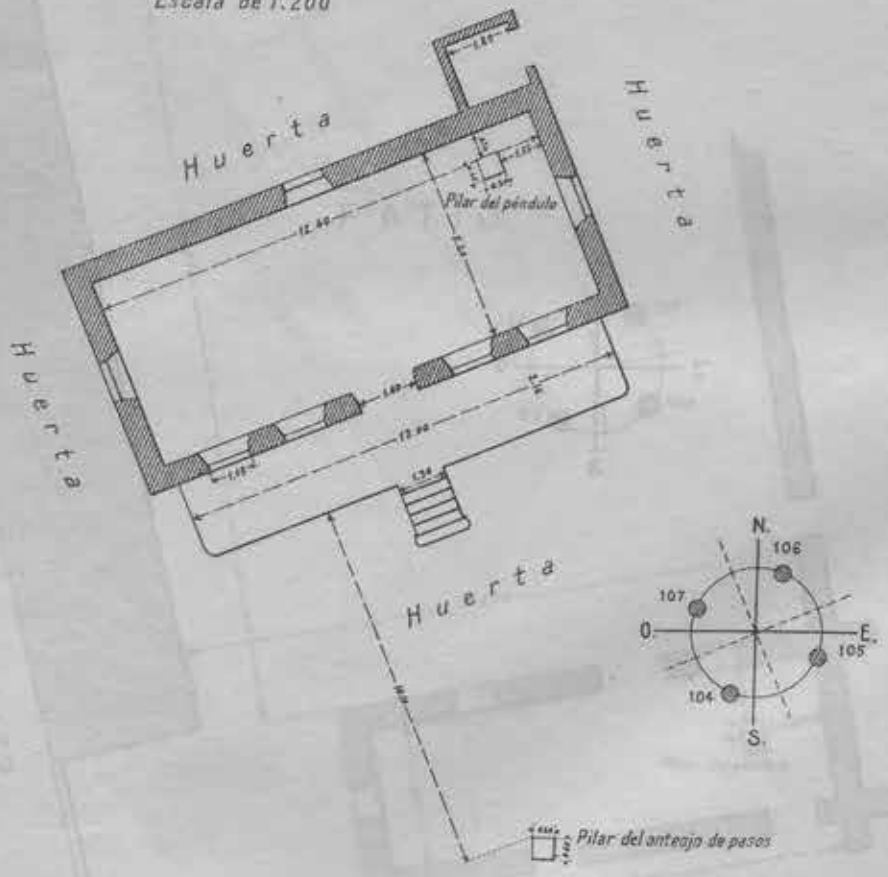
Escala de 1:400



ÉCIJA

Instalación del péndulo
en el chalet de
D. Miguel Osuna

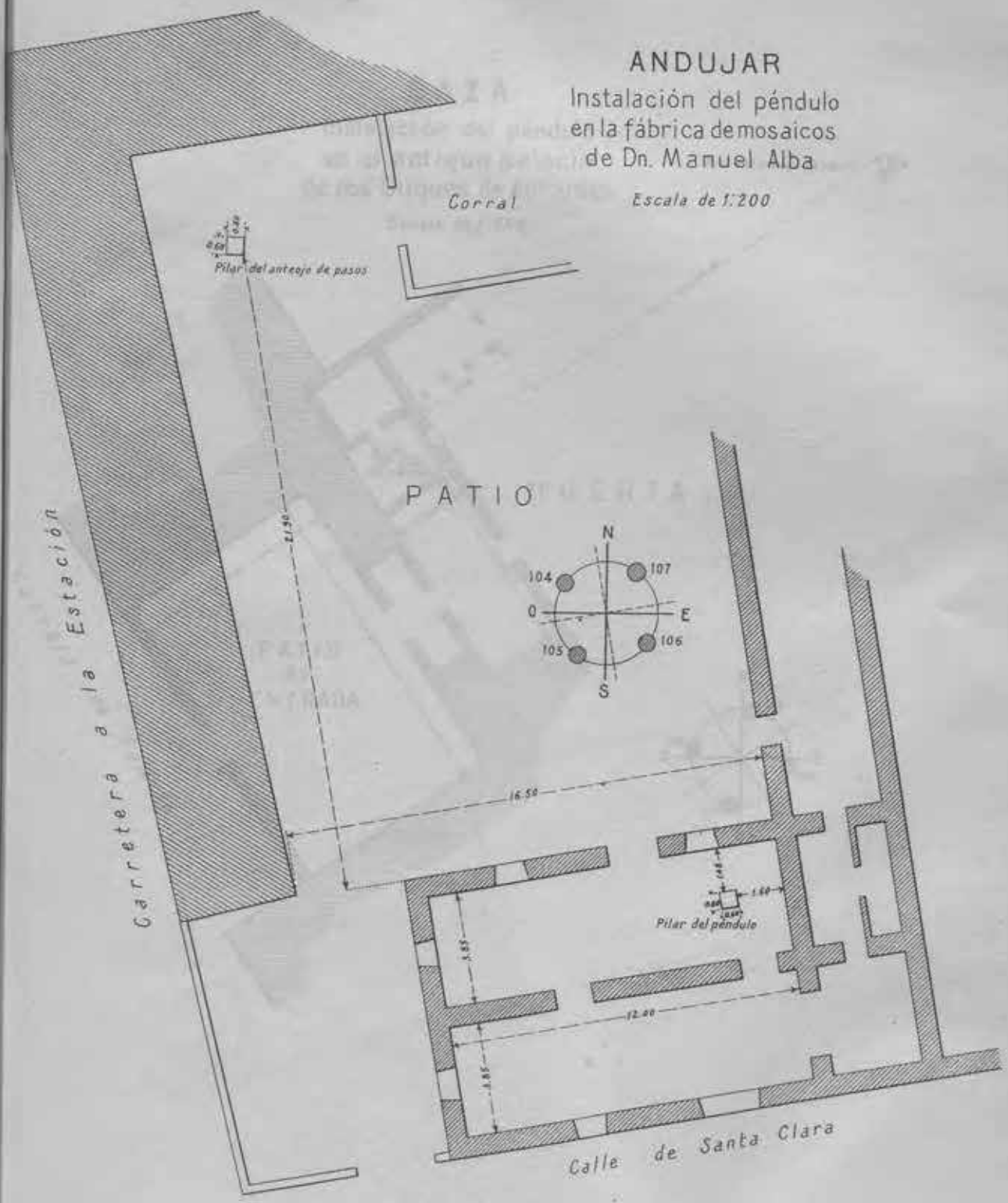
Escala de 1:200



ANDUJAR

Instalación del péndulo en la fábrica de mosaicos de Dn. Manuel Alba

Escala de 1:200



BAZA

Instalación del péndulo en el antiguo palacio de los Duques de Abrantes

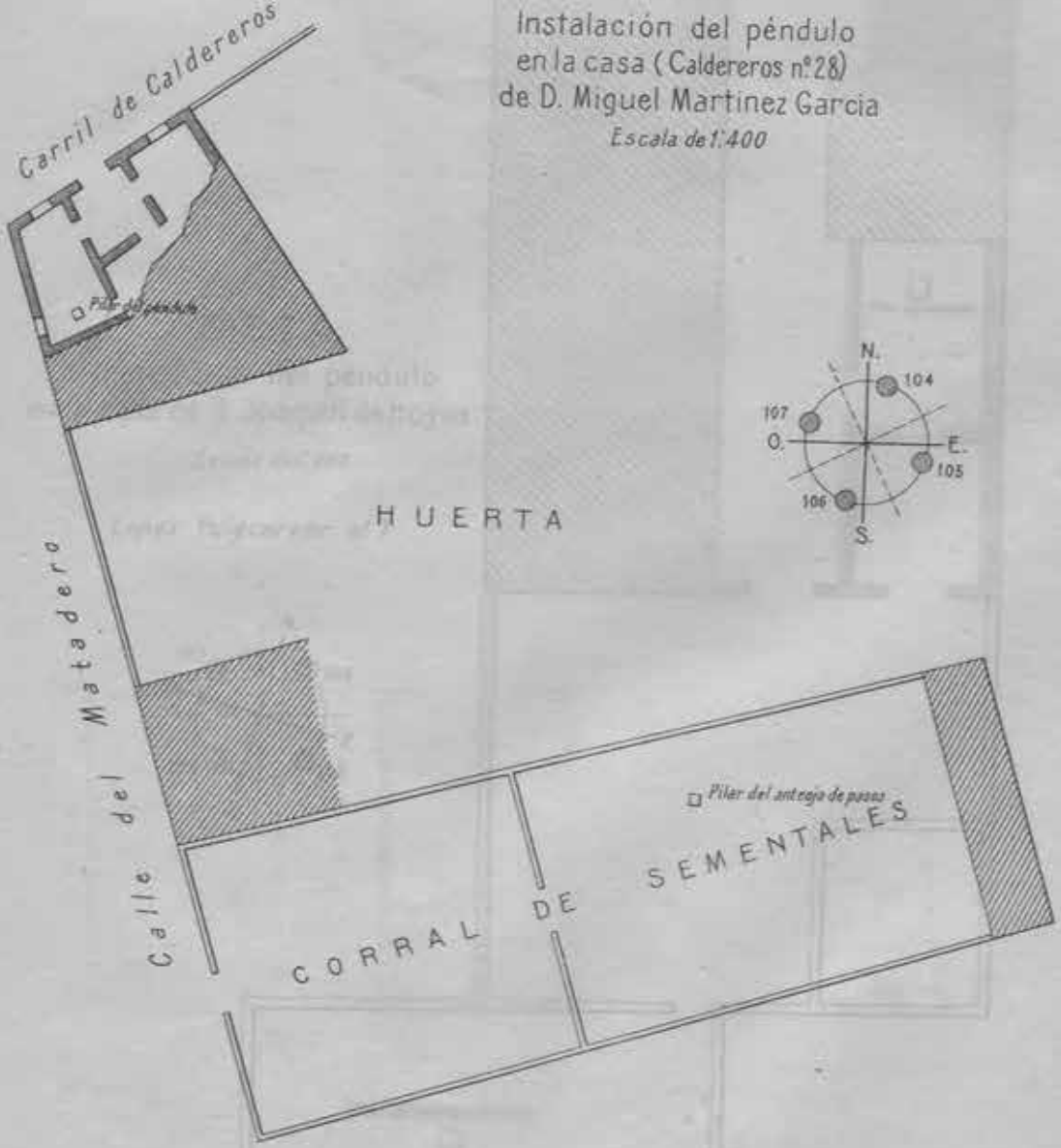
Escala de 1:400

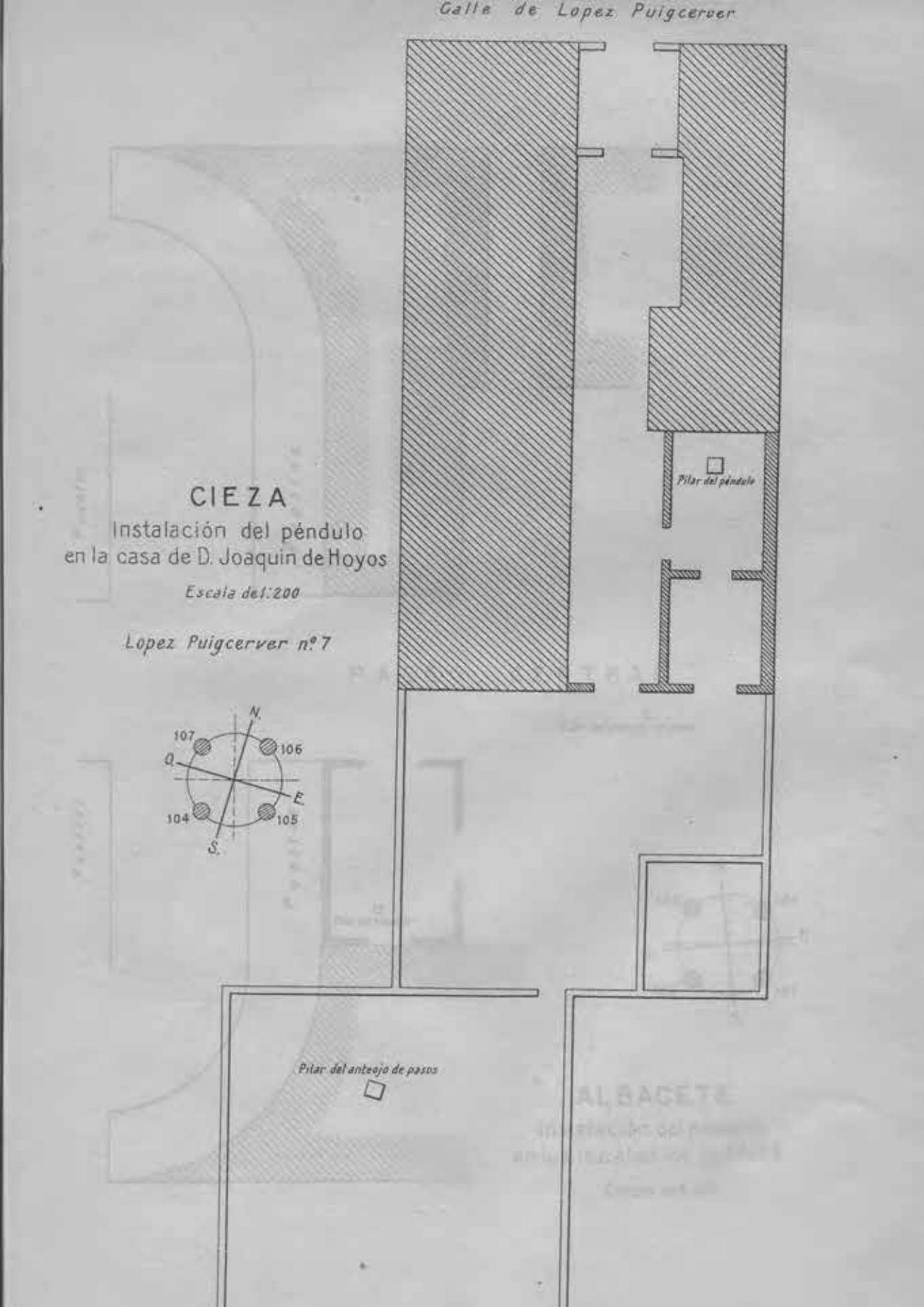


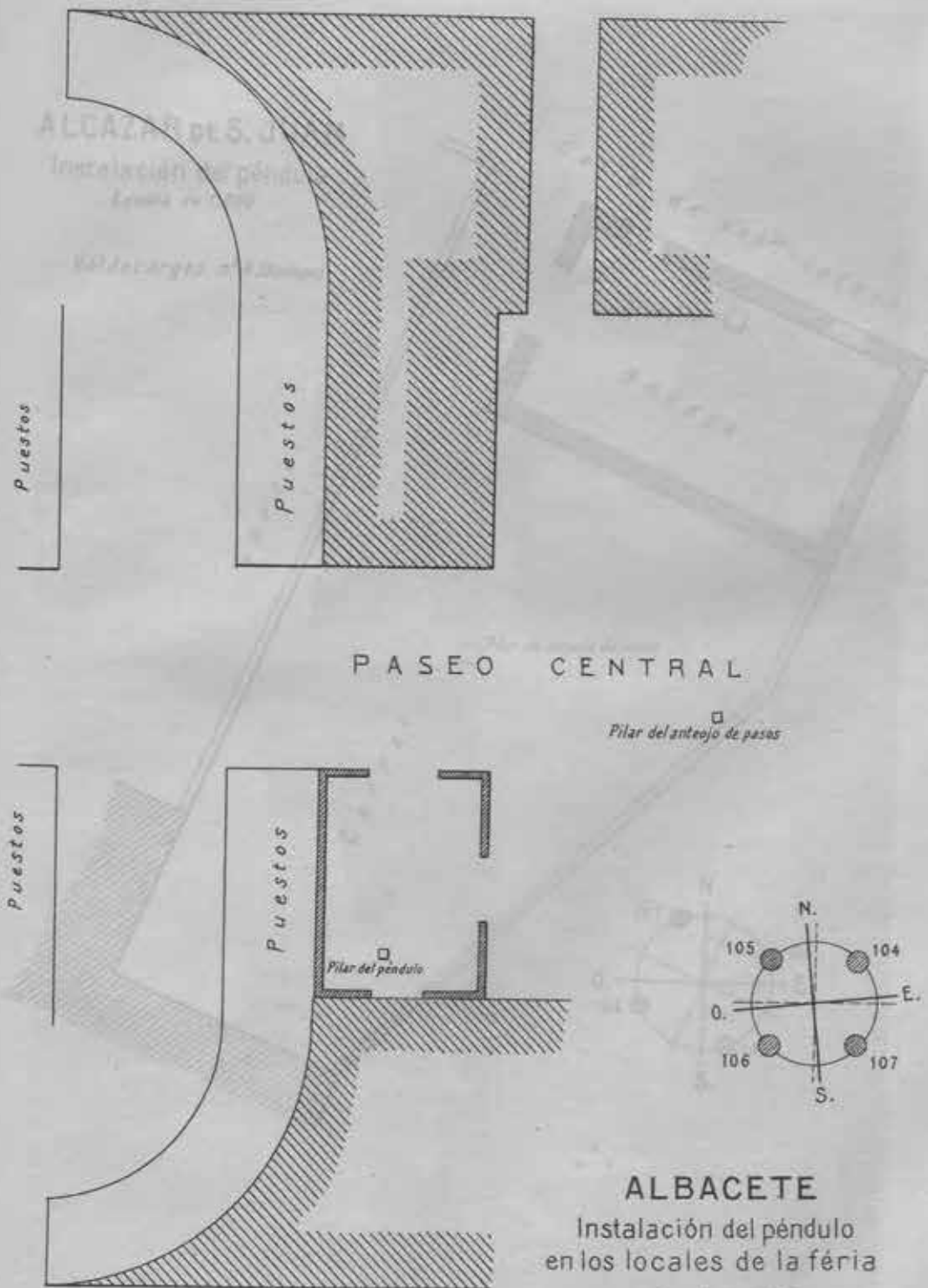
LORCA

Instalación del péndulo
en la casa (Caldereros nº 28)
de D. Miguel Martinez Garcia

Escala de 1:400




Calle de Lopez Puigcerver
CIEZA
Instalación del péndulo
en la casa de D. Joaquin de Hoyos
Escala de 1:200
Lopez Puigcerver nº 7
Pilar del péndulo
N.
O.
E.
S.
107
106
104
105
Pilar del anteojo de pasos



ALBACETE

Instalación del péndulo en los locales de la féria

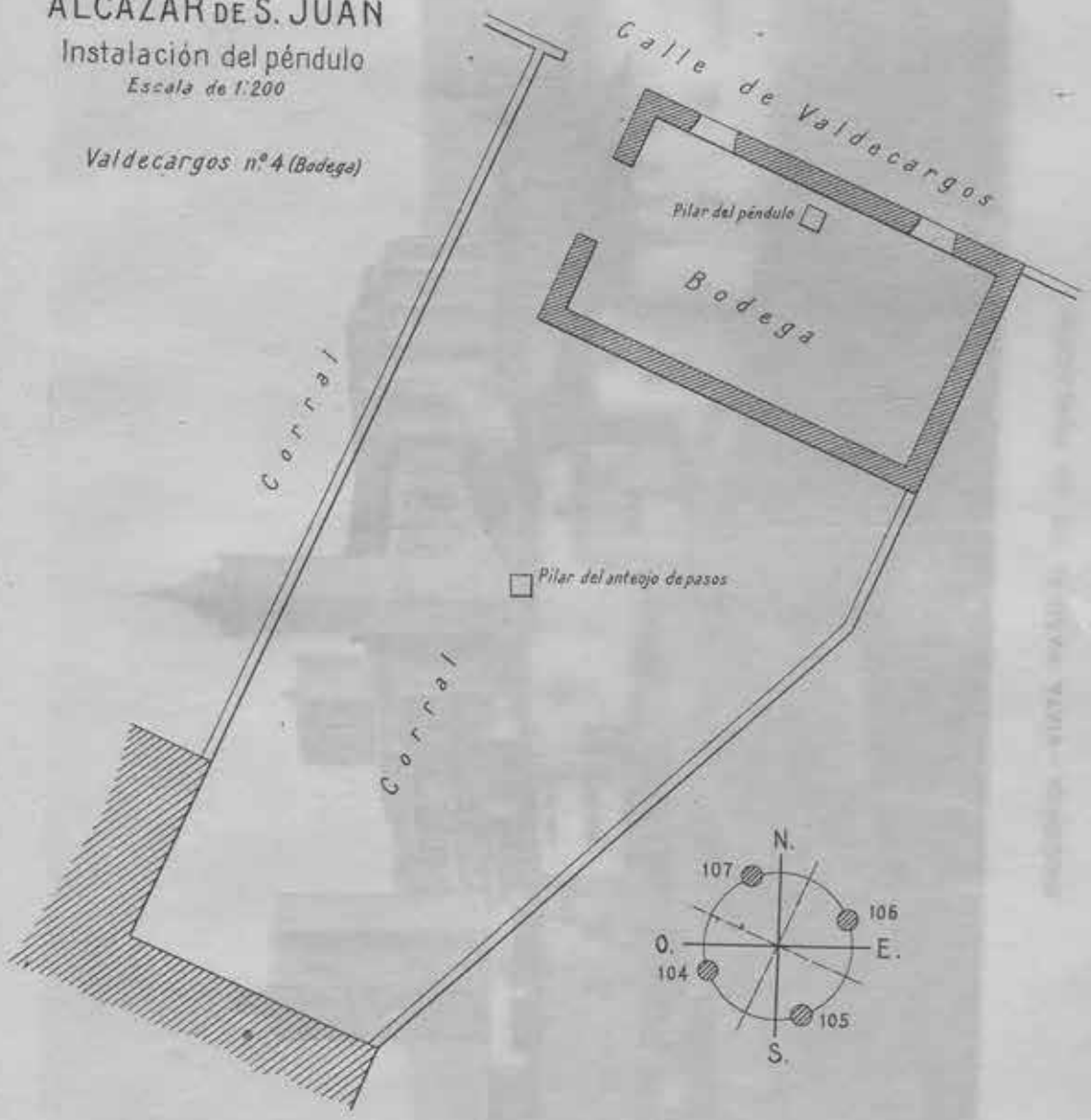
Escala de 1:200

ALCAZAR DE S. JUAN

Instalación del péndulo

Escala de 1:200

Valdecargos nº 4 (Bodega)





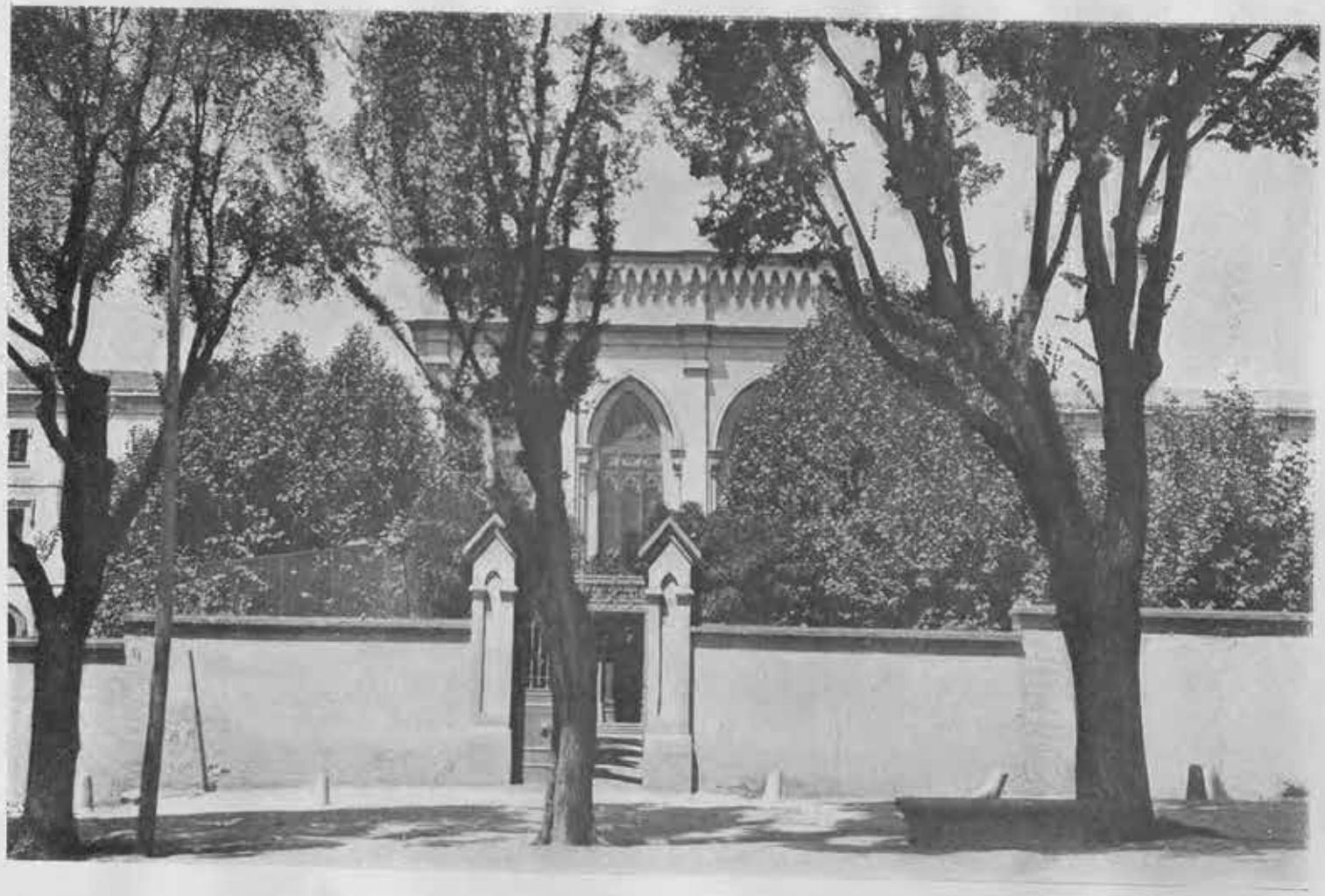
SIGÜENZA.—VISTA PARCIAL DE LA POBLACIÓN



ZARAGOZA.—COLEGIO DE PADRES JESUÍTAS



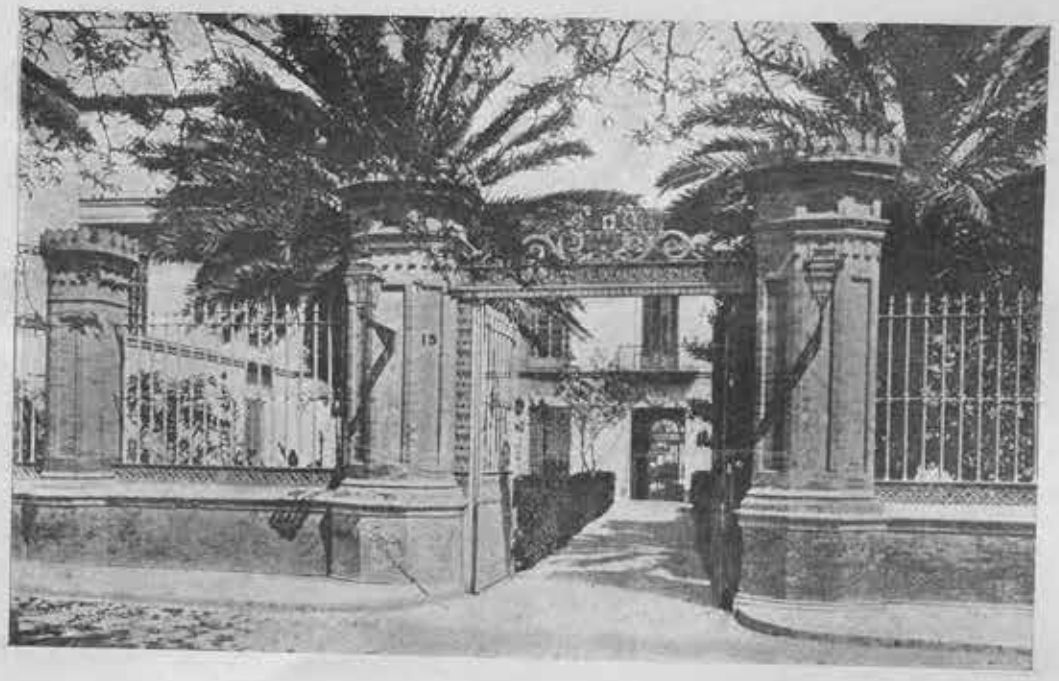
ALCAÑIZ.—PLAZA MAYOR E IGLESIA DE LAS ESCUELAS PÍAS EN EL FONDO



LÉRIDA.—SEMINARIO NUEVO



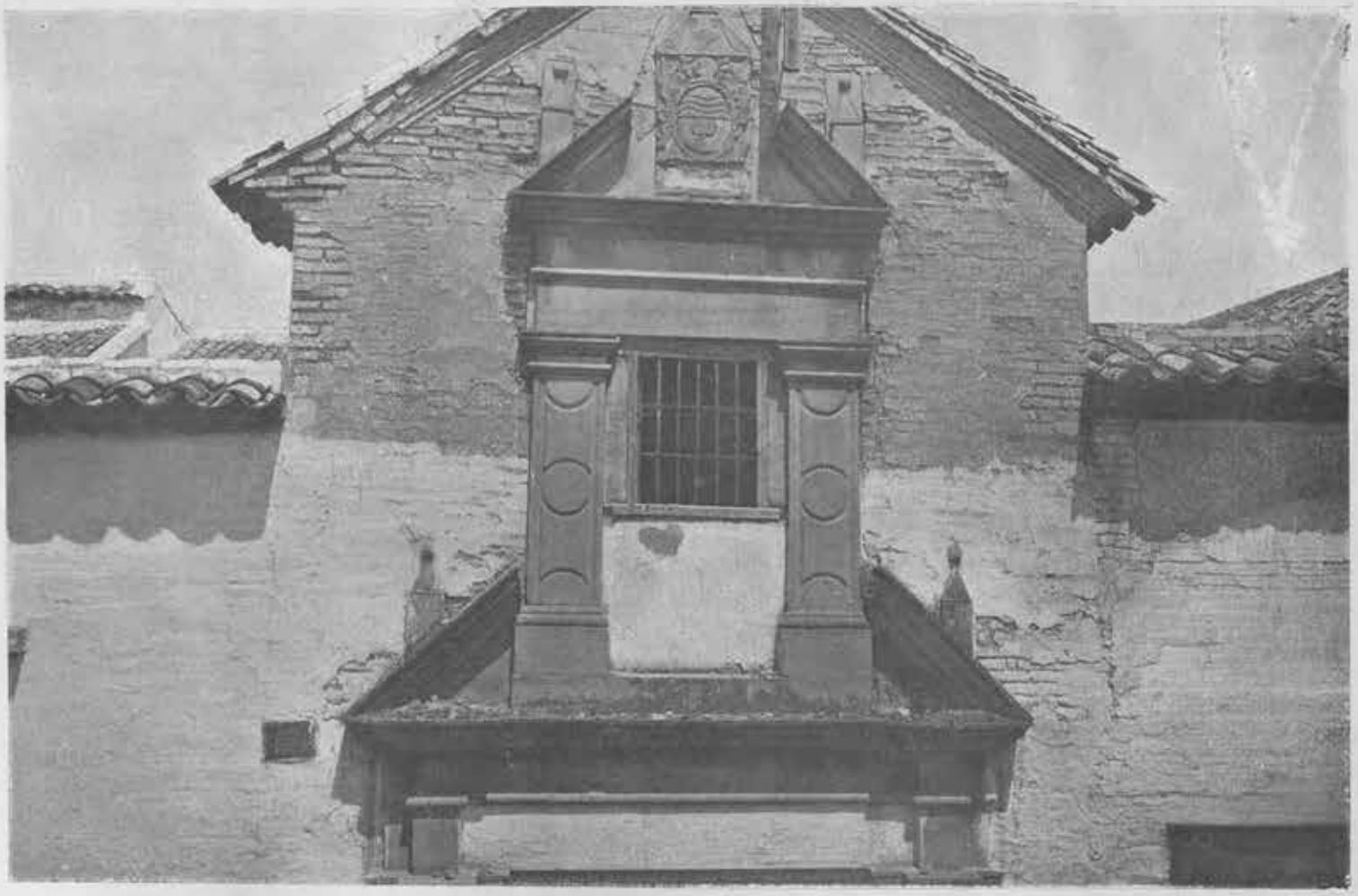
LÉRIDA.—BARRACA ASTRONÓMICA EN LA HUERTA DEL SEMINARIO



SEVILLA.—ESCUELAS PÍAS



ÉCIJA.—CHALET DE D. MIGUEL OSUNA Y BARRACA ASTRONÓMICA



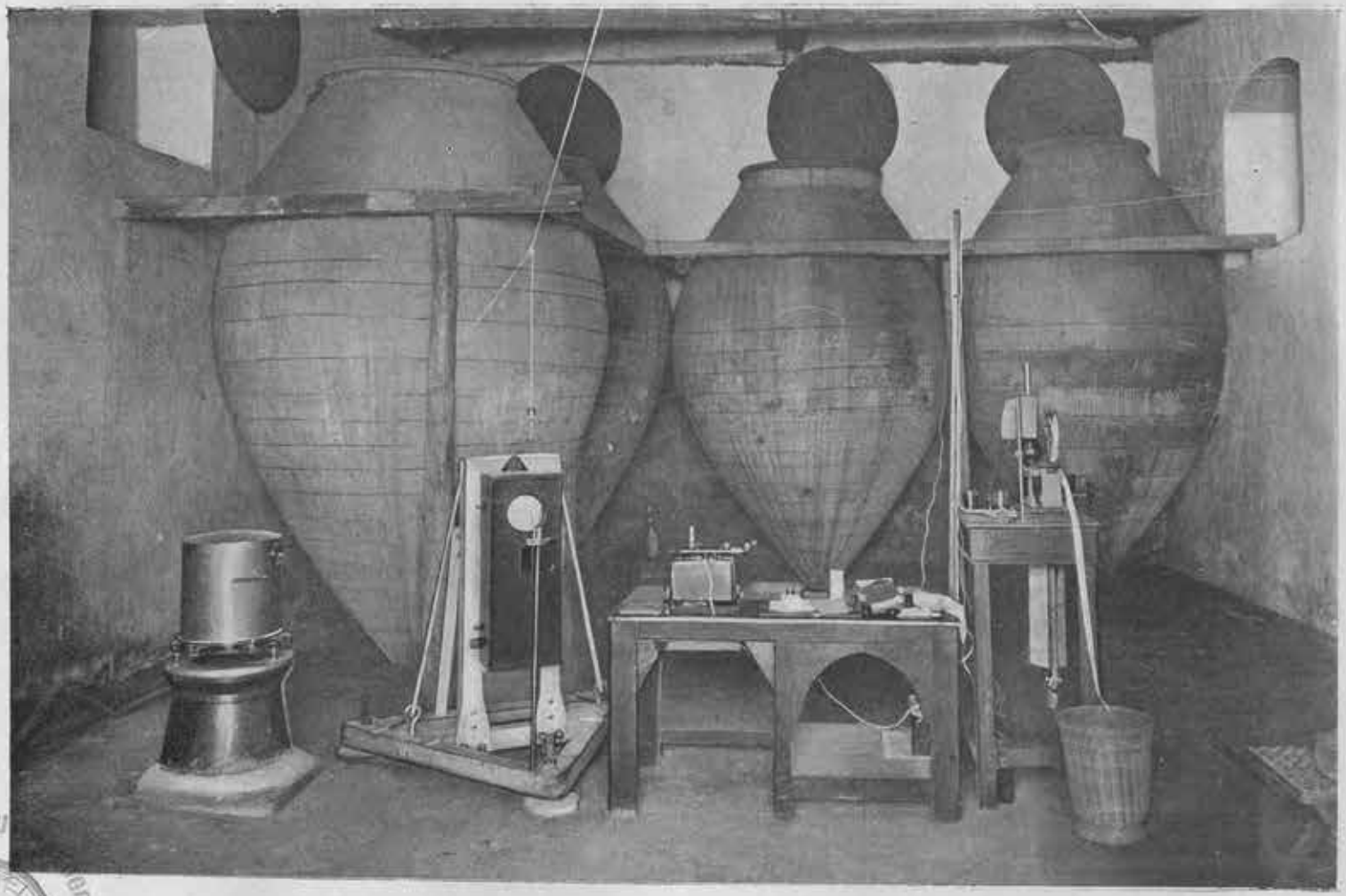
ANDÚJAR.—DETALLE DE LA FACHADA DEL LOCAL DE INSTALACIÓN



BAZA.—ANTIGUO PALACIO DE LOS DUQUES DE ABRANTES



ALBACETE.—BARRACA ASTRONÓMICA Y LOCAL DE INSTALACIÓN



ALCÁZAR DE SAN JUAN.—LOCAL DE INSTALACIÓN EN UNA BODEGA

INSTITU... GRAFICO Y CATASTRAL - BIBLIOTECA