



# **ESTUDIO AVANZADO PARA LA ACTUALIZACIÓN EN LA SUPERFICIE DE LA ANTENA DE 30-M EN PICO VELETA, EN EL MARCO DEL PROYECTO ASSA, COFINANCIADO CON FONDOS FEDER**

## ***Pliego de Prescripciones Técnicas***

### **ÍNDICE**

1. Acrónimos
2. Documentación aplicable
3. Introducción
4. Emplazamiento
5. Características técnicas del estudio
  - 5.1 Árbol de categorías
  - 5.2 Objetivos
  - 5.3 Plazos y marco económico
  - 5.4 Estudio del error RMS de la antena
    - 5.4.1 Error RMS de la estructura de reflector
    - 5.4.2 Error RMS de los paneles
  - 5.5 Pintado de los paneles
    - 5.5.1 Requisitos generales del pintado de paneles
    - 5.5.2 Pintado de los paneles desmontados
    - 5.5.3 Pintado de los paneles sin desmontar
  - 5.6 Actuadores motorizados
  - 5.7 Pre-alineamiento de los paneles en los soportes
6. Verificación global
7. Entregables
8. Presupuesto



## 1 Acrónimos

ASSSA	Actualización del Sistema de Servos y Superficie de la Antena
ICTS	Infraestructura Científica y Técnica Singular
IRAM	Instituto de Radio-Astronomía Milimétrica
FE	Elementos Finitos (análisis)
GHz	Giga Hercios (109 hercios)
RMS	Error cuadrático medio
$\mu\text{m}$	Micras (10-6 metros)

## 2 Documentación aplicable

[AD-1] Proyecto ASSSA: Memoria Técnico-Económica de la Operación (Anexo)

## 3 Introducción

El objeto de este expediente es la realización de un estudio detallado cuyo objetivo principal es la mejora sustancial de la superficie del reflector principal del telescopio IRAM-30m. Se pretende así conseguir aumentar la eficiencia de la antena y disminuir el diagrama de error de la misma, algo especialmente importante en la gama de frecuencias más altas. Todo ello con el fin de dotar a la ICTS de unas mayores prestaciones, lo que permitirá abordar objetivos científicos más ambiciosos.

En el marco de la mejora de la superficie de la antena, el estudio deberá dar soluciones para disminuir el error medio de la superficie de la parábola en todo el rango útil de elevaciones. Para lo cual será necesario explorar las actuaciones necesarias para



disminuir el RMS, tanto para el ajuste estático - con la antena a una elevación estándar de  $45^{\circ}1$  - como para el comportamiento dinámico en función de la elevación de la misma.

Las deformaciones de la superficie inducidas por efecto de la gravedad varían con la elevación de la antena y que provocan una disminución de la ganancia para elevaciones distintas al ajuste estático a  $45^{\circ}$ . El estudio debe proponer una solución para que la variación del error RMS de la superficie con la elevación no degrade significativamente la eficiencia de la antena.

Por último, es necesario analizar las distintas alternativas que existen para pintar los paneles, degradados por el paso del tiempo, eliminando los restos de la pintura antigua de forma que no se dañe la superficie de la lámina de aluminio frontal ni se ponga en riesgo su adherencia al soporte. La selección del tipo de pintura y el método que garantice que el espesor que se aplique esté estrictamente controlado formará también parte del estudio

## 4 Emplazamiento

El observatorio IRAM-30m está ubicado a 2850m de altitud, en Sierra Nevada (Granada), término municipal de Monachil y a unos 50 Km de la ciudad de Granada. La localización geográfica es:

Latitud:  $37^{\circ} 04' 06.29''$  N

Longitud:  $003^{\circ} 23' 55.51''$  O

El telescopio está situado en zona de alta montaña por lo que el acceso por carretera solo es posible durante los meses de verano, típicamente de mayo a octubre, estando el resto del tiempo cerrado el acceso a causa de la nieve. El viento puede ser especialmente fuerte, incluso en los meses de verano, por lo que cualquier actuación en

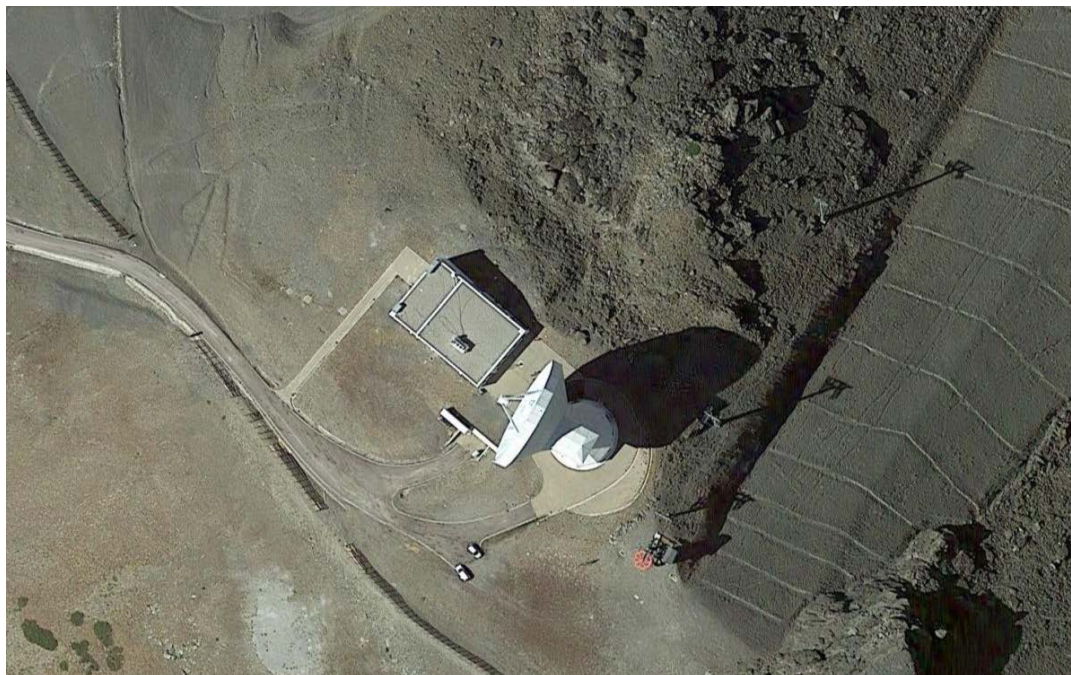
---

<sup>1</sup> Las medidas de ganancia-elevación realizadas por IRAM en 2012 indican que el error RMS mínimo de la superficie se encuentra en torno a  $50^{\circ}$  de elevación. A petición de CNIG, podría considerarse durante la reunión de arranque del proyecto modificar la elevación de referencia de  $45^{\circ}$  a  $50^{\circ}$



el exterior de las instalaciones debe contemplar esta posibilidad. El movimiento de la antena puede estar igualmente limitado por las condiciones climáticas.

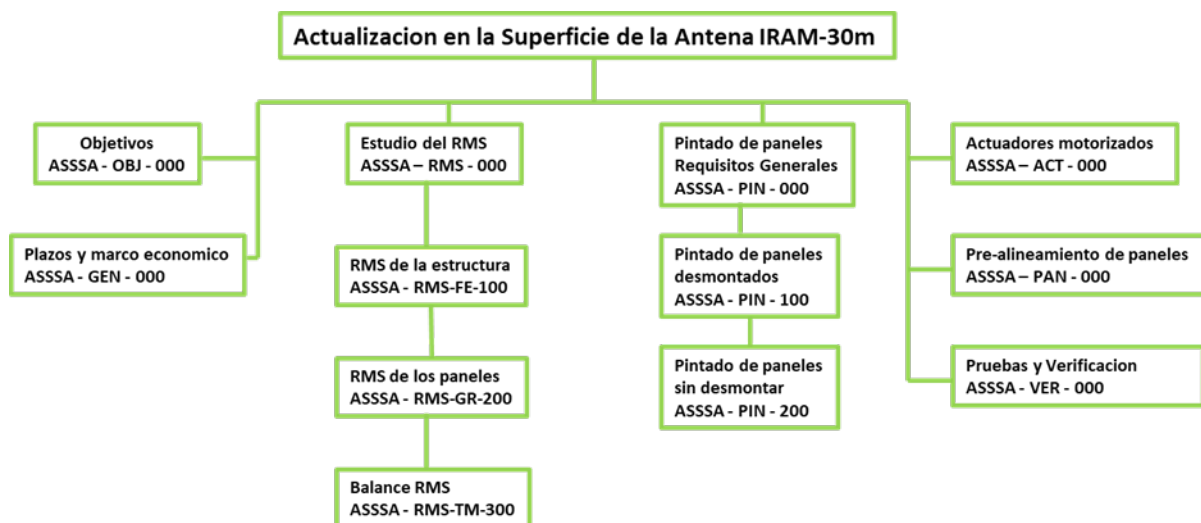
A pesar de estar localizado en zona de alta montaña el observatorio dispone de infraestructuras de comunicaciones modernas (teléfono y acceso a Internet de banda ancha por fibra óptica), así como de un suministro estable de agua y electricidad.





## 5 Características técnicas del estudio

### 5.1 ARBOL DE CATEGORIAS



### 5.2 OBJETIVOS

Los objetivos generales de la siguiente tabla son la base de estudio. Las propuestas que se deriven del mismo deben garantizar el cumplimiento de tales metas.

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-OBJ-010	Error RMS del reflector parabólico	Mejorar el error RMS de la superficie por debajo de las 50µm a cualquier elevación. Teniendo como meta llegar a las 40 µm.
ASSSA-OBJ-020	Dependencia del error RMS con la elevación	Disminución de la dependencia de la eficiencia con la elevación. La contribución al error RMS por efecto <b>exclusivamente gravitatorio</b> debe ser inferior al 30 µm en todo el rango de 20 a 80 grados de elevación.
ASSSA-OBJ-030	Pintado de paneles	Identificar la mejor estrategia para pintar los paneles y eliminar los restos de pintura antigua.



Aunque la forma en que se alcancen los objetivos queda a discreción del propio estudio se han identificado tres áreas en las que se propone intervenir. Las actuaciones propuestas son:

#### **A- Realineamiento de los paneles del reflector principal en los soportes (subestructuras<sup>2</sup>).**

El espejo primario del radiotelescopio ICTS IRAM-30m es un paraboloide de 30 metros de diámetro conformado por 420 paneles de aluminio, reforzados posteriormente por una estructura de aluminio de soporte en forma de panal de abeja. Los paneles están dispuestos en siete anillos concéntricos, siendo el error promedio de la superficie de antena respecto a una parábola ideal de aproximadamente 60 micras RMS. Cada panel tiene la forma de la sección del paraboloide correspondiente al anillo donde está instalado y dispone de un ajuste fino por medio de 15 puntos distribuidos homogéneamente a través del panel.

Considerando medidas de holografía realizadas en la antena, así como que el ajuste inicial de los 15 puntos de soporte del panel se realizó inicialmente en posición horizontal, es previsible que, mediante un nuevo realineamiento ultra-preciso de los paneles, se puedan lograr mejoras considerables en la precisión de la superficie del radiotelescopio.

Para este nuevo realineamiento se desmontaría de manera progresiva cada uno de los paneles de antena, se instalaría individualmente en un soporte que simularía su disposición en la antena a una elevación promedio de observación de 45º (y no a elevación cero, como se hizo inicialmente) y se haría el ajuste fino de cada uno de los 15 puntos de soporte. Con ello el panel quedaría ajustado óptimamente a 45º de elevación, con pequeñas deformaciones gravitatorias al subir o bajar la elevación de la antena, siempre mejor que la situación actual limitada por el ajuste realizado inicialmente en modo horizontal.

#### **B- Aplicación de pintura de óptimas prestaciones y de espesor controlado**

---

<sup>2</sup> Las subestructuras pueden mencionarse en algunos documentos como "subframes"





Los paneles están pintados con una pintura especial para evitar que un exceso de radiación infrarroja proveniente del sol sea absorbida, con la consiguiente deformación térmica asociada.

En el rango de frecuencias milimétricas, la capa de pintura debe ser suficientemente fina para no producir una absorción excesiva, especialmente a las frecuencias más altas que es donde la absorción tiende a ser mayor. Aprovechando el desmontado de los paneles se procedería también a eliminar la actual capa de pintura aplicando una nueva capa de pintura de prestaciones mejores y de un espesor controlado de  $50 \pm 10$  micras. Idealmente, se realizaría con el panel desmontado en condiciones de laboratorio, aunque en el observatorio, para conseguir la precisión requerida.

### C- Instalación de actuadores para el posicionamiento dinámico de los paneles

El diseño del radiotelescopio IRAM-30m no sigue estrictamente el principio de homología. Con un ajuste óptimo de la superficie de aproximadamente 60 micras a  $45^\circ$  de elevación. Este valor se degrada a elevaciones bajas y altas, pasando a ser de aproximadamente 80 micras a elevaciones de  $20^\circ$  u  $80^\circ$ .

Para minimizar esta deformación residual a elevaciones bajas y altas, se realizaría una actuación que conlleva una gran innovación tecnológica. Esta mejora consistiría en la instalación de unos actuadores mecánicos para corregir el posicionado de los paneles<sup>3</sup> según una tabla de deformación previamente calculada de acuerdo al diseño de homología de la antena.

Los 420 paneles de antena están instalados en bloques de dos en 210 subestructuras de soporte. Los actuadores se instalarían en las esquinas de estas 210 subestructuras. El número total de esquinas de las 210 subestructuras es 250.

No obstante, es muy probable que, para reducir la actual dependencia de la eficiencia de la antena con la elevación, no fuese necesario instalar actuadores en

---

<sup>3</sup> Los actuadores ajustarán la posición de las subestructuras de soporte y por ende, de los paneles en ellas instalados.



todas las esquinas. Del estudio se derivará el número óptimo de actuadores necesarios para alcanzar los objetivos propuestos en la tabla anterior.

### 5.3 PLAZOS Y MARCO ECONOMICO

El estudio incluirá una evaluación detallada del coste de cada actuación. El importe global del conjunto de actuaciones debe respetar imperativamente la dotación para la sub-actuación 2 del proyecto ASSSA.

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-GEN-010	Marco económico	Las soluciones propuestas deben estar en la envolvente de 2,2 M€.
ASSSA-GEN-020	Plazo previsto para la ejecución	El plazo previsto para el conjunto de actuaciones en el observatorio es de tres meses.  Se incluirá una previsión de tiempos de ejecución para cada actividad.
ASSSA-GEN-030	Periodo de ejecución	Por razones de acceso y condiciones meteorológicas el trabajo debe realizarse entre el 10 de mayo y el 31 de octubre.
ASSSA-GEN-040	Fecha límite de presentación del estudio	La fecha límite para la entrega del estudio es el 15 de agosto del 2021

### 5.4. ESTUDIO DEL ERROR RMS DE LA ANTENA

La mejora de la superficie de la antena se basa en la optimización del ajuste individual de los paneles, la corrección activa de los efectos gravitatorios mediante los actuadores motorizados y la disminución de los efectos térmicos mediante la aplicación de una nueva capa de pintura que disminuya la absorción de la radiación infrarroja. En el presente





proyecto no se contempla la posibilidad de actuar sobre la propia estructura de la antena ni el reemplazo de los paneles del reflector.

Se incluirá un balance de las contribuciones de los distintos elementos al valor del error medio RMS final. Identificando las áreas en las que es posible actuar más eficazmente y aquellas en las que no es posible, o no son eficaces, para mejorar el sistema.

#### 5.4.1 ERROR RMS DE LA ESTRUCTURA DEL REFLECTOR

El modelado por elementos finitos de la estructura del reflector principal permitirá predecir las deformaciones que sufrirán los puntos de anclaje de los paneles, tanto de tipo térmico como por la dependencia con la gravedad.

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-RMS-PB-110	Modelo FE de la parábola	Desarrollar un modelo por elementos finitos de la estructura del reflector principal (parábola).
ASSSA-RMS-PB-120	Cálculo del RMS térmico	Estimar las deformaciones térmicas (día-noche) de la estructura y el efecto de la radiación solar para distintos ángulos de incidencia.
ASSSA-RMS-PB-130	Cálculo del RMS gravitatorio	Estimar las deformaciones gravitatorias. Calcular la variación con la elevación de la antena y la posible corrección de los actuadores motorizados.
ASSSA-RMS-PB-140	Cálculo del viento	Estimar las deformaciones de la estructura de la parábola por el empuje del viento para condiciones de hasta 30 m/s.



#### 5.4.2 ERROR RMS DE LOS PANELES

El modelado por elementos finitos de los paneles y los soportes (subestructuras) permitirá predecir las deformaciones que sufrirán en función de las variaciones térmicas y gravitatorias.



Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-RMS-PN-210	Modelo FE de los paneles	Desarrollar un modelo por elemento finitos de los paneles en sus soportes (subestructuras)
ASSSA-RMS-PN-220	Cálculo del RMS térmico	Estimar las deformaciones térmicas día-noche. Calcular el efecto del pandeo de los paneles (buckling)
ASSSA-RMS-PN-230	Cálculo del RMS gravitatorio	Estimar las deformaciones gravitatorias de los paneles. Calcular la variación con la elevación de la antena.
ASSSA-RMS-PN-240	Cálculo del RMS por la pintura	Estimar el error RMS introducido por las variaciones del espesor de la pintura y las pérdidas respecto al panel sin pintar.

## 5.5. PINTADO DE LOS PANELES

Desde la construcción del telescopio en 1980 la capa de pintura de los paneles del reflector parabólico ha ido perdiendo espesor y uniformidad. En algunos paneles se puede apreciar la capa de imprimación original, de color mucho más oscuro, con el consecuente aumento de absorción de la radiación infrarroja. La pintura de los paneles es importante porque evita una reflexión especular en la superficie de los paneles que podría dañar al espejo secundario cuando se observa cerca del sol. Al mismo tiempo debe presentar una reflexión difusa a la radiación infrarroja, que reduzca el calentamiento y consecuentemente la deformación térmica de los paneles.

Idealmente, los paneles se pintarían en sus soportes (subestructuras), una vez desmontados de la antena. Esto permitiría aplicar la pintura de forma más controlada, idealmente en el interior de una cabina instalada en las inmediaciones del telescopio para tal ocasión. Sin embargo, no se debe excluir totalmente la posibilidad de que finalmente no se desmonten todos los paneles. Interesa contemplar la posibilidad de poder pintarlos en la antena. Por este motivo, el estudio considerará igualmente la posibilidad del pintado de paneles directamente sobre la superficie de la antena.



### 5.5.1 REQUISITOS GENERALES DEL PINTADO DE PANELES

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-PIN-010	Espesor de la pintura	El espesor de la pintura + imprimación debe estar estrictamente controlado ( $50\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ ) en cada uno de los paneles.
ASSSA-PIN-020	Selección de la pintura. Características eléctricas.	El tipo de pintura elegido debe tener bajas pérdidas y características eléctricas conocidas en la banda 70-370 GHz.
ASSSA-PIN-030	Selección de la pintura. Reflexión en el infrarrojo.	El tipo de pintura elegido <sup>4</sup> debe tener una reflectividad alta y difusa (no especular) en el infrarrojo.
ASSSA-PIN-040	Selección de la imprimación	El tipo de imprimación elegido debe tener bajas pérdidas y características conocidas de transmisión en la banda 70-370 GHz
ASSSA-PIN-050	Método de pintado	Incluir estudio sobre los pro y contras de un pintado sin desmontar los paneles.
ASSSA-PIN-060	Verificación	Descripción del método de medida a utilizar
ASSSA-PIN-070	Garantía de la pintura	La garantía de la pintura utilizada debe ser de 20 años. Durante este periodo no se deben observar pérdidas de características eléctricas ni de laminación o pérdida del espesor total de la pintura de más de $15\mu\text{m}$ .

<sup>4</sup> Se sugiere seguir las recomendaciones del estudio de laboratorio realizado en IRAM por Mattiocco, Navarrini et al. 2013.



### 5.5.2 PINTADO DE LOS PANELES DESMONTADOS

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-PIN-210	Método de decapado	Incluir estudio de los métodos de eliminación de la imprimación y pintura antigua con sus ventajas y riesgos.  Propuesta del método a seguir.
ASSSA-PIN-220	Desmontaje de paneles	Durante el tiempo de trabajo in situ cada día se pueden desmontar y reinstalar 2 ó 3 subestructuras de soporte de paneles, es decir 4 ó 6 paneles.
ASSSA-PIN-230	Orden del desmontaje de paneles	Como medida de seguridad el desmontado de paneles, y posterior montaje de los mismos, se podría realizar siguiendo el patrón de los cuadros del mismo color de un tablero de ajedrez. Con ello se garantizará que al posicionar un panel, después de los trabajos realizados en el mismo, queda perfectamente alineado con los paneles contiguos.
ASSSA-PIN-240	Tiempo de ejecución	Estimación del tiempo requerido para esta actuación

### 5.5.3 PINTADO DE PANELES SIN DESMONTAR

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-PIN-010	Método de decapado	incluir estudio de los métodos de eliminación de la imprimación y pintura antigua con sus ventajas y riesgos. Propuesta del método a seguir.
ASSSA-PIN-020	Condiciones meteorológicas	Previsión de las condiciones meteorológicas en las que se puede operar.
ASSSA-PIN-030	Método de decapado	Incluir estudio de los métodos de eliminación de la imprimación y pintura antigua con sus ventajas y riesgos. Proponer método a seguir.
ASSSA-PIN-040	Tiempo de ejecución	Estimación del tiempo requerido para esta actuación



## 5.6 ACTUADORES MOTORIZADOS

Con el objetivo de disminuir la dependencia de la ganancia con la elevación se propone la instalación de actuadores remotos en las esquinas de los soportes (subestructuras) de los paneles. Se hará un cálculo del número mínimo de actuadores y las ubicaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos.

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-ACT-010	Tipo de actuadores	Estudio sobre el diseño mecánico y su implantación en las subestructuras de soporte de los paneles..
ASSSA-ACT-020	Precisión	Calculo de la precisión de posicionamiento requerida.
ASSSA-ACT-030	Número de actuadores	Calculo del Número mínimo de actuadores necesarios
ASSSA-ACT-040	Control de los actuadores	El estudio debe contemplar una visión sobre el controlador necesario. Tanto a nivel de la electrónica como del programa de control de los actuadores. Deberá estudiarse la integración de l control de los actuadores dentro del sistema de control del radiotelescopio con objeto de poder adaptar la superficie del telescopio a la elevación.
ASSSA-ACT-050	Tiempo de aprovisionamiento	Se hará una estimación del tiempo requerido para la obtención/fabricación de los actuadores
ASSSA-ACT-060	Tiempo de ejecución	Se hará una estimación del tiempo requerido para la instalación de los actuadores.

## 5.7 PRE-ALINEAMIENTO DE LOS PANELES EN LOS SOPORTES

Los paneles, una vez desmontados, se ajustaran en los soportes con el mismo ángulo que tendrían en la antena, cuando esta se encuentra a 45º de elevación. Para el reglaje de los





15 elementos de ajuste se utilizara un método que minimice el error RMS global sobre toda la superficie del panel.

Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-PAN-010	Estudio ajuste paneles	Se realizará un cálculo sobre la mejora esperada por el reajuste de los paneles en los soportes intermedios.
ASSSA-PAN-020	Diseño soporte paneles	Se diseñará un soporte mecánico para los paneles que permita el anclaje y ajuste de los mismos a cualquier elevación.
ASSSA-PAN-030	Método de ajuste	Se indicará el método de medida a utilizar para llevar a cabo el ajuste de los 15 puntos de soporte de cada panel, indicando la precisión esperada y detallando la implantación en las inmediaciones del telescopio.
ASSSA-PAN-040	Variación térmica	Estudio/propuesta del método de medida de las variaciones del error RMS de la superficie de los paneles en función de la incidencia solar y las variaciones de temperatura entre el día y la noche.
ASSSA-PAN-050	Tiempo de ejecución	Se añadirá una estimación del tiempo total requerido para esta actuación.

## 6 VERIFICACION GLOBAL

Los paneles, una vez pintados y pre-alineados en los soportes se reinstalarían en la estructura del reflector principal. El estudio debe describir la secuencia de ajustes necesarios para la obtención de la precisión final requerida. Analizando los métodos propuestos (fotogrametría, laser tracking, holografía, etc...), sus características y la precisión esperada.



Número	Parámetro	Descripción
ASSSA-VER-010	Posicionamiento inicial de los paneles	Estudio/propuesta del método de medida a utilizar para el posicionado inicial de los paneles una vez pre-alineados y pintados.
ASSSA-VER-020	Posicionamiento inicial de los actuadores motorizados	Estudio/propuesta del método de medida a utilizar para el posicionado inicial de los actuadores motorizados.
ASSSA-VER-030	Medida del RMS a 45º	Estudio/propuesta del método de medida del error RMS de la superficie de la antena a 45º de elevación.
ASSSA-VER-040	Medida del RMS a 20º y 80º	Estudio/propuesta del método de medida del error RMS de la superficie de la antena a 20º y 80º de elevación.
ASSSA-VER-050	Control de los actuadores.	Estudio/propuesta del método de posicionamiento de los actuadores en función de la elevación de la antena.
ASSSA-VER-060	Variación térmica	Estudio/propuesta del método de medida del error RMS de la superficie de la antena en función de la incidencia solar y las variaciones de temperatura entre el día y la noche.
ASSSA-VER-070	Tiempo de ejecución	Estimación del tiempo requerido para la verificación global.
ASSSA-VER-080	Comprobación de objetivos	El estudio añadirá propuestas para la comprobación del cumplimiento de los objetivos fijados



## 7 ENTREGABLES

El estudio a realizar se presentará en los dos informes siguientes:

### **Entregable 1.- Informe sobre la identificación de mejoras de la superficie mediante modelado por elementos finitos de su RMS.**

Este informe recogerá los resultados de los trabajos descritos en la Sección 5.4 de este Pliego. El informe incluirá, como mínimo, una memoria descriptiva, una sección en la que se describan los métodos e hipótesis empleados para las simulaciones por elementos finitos, la descripción de las simulaciones realizadas, los resultados de tales simulaciones y las conclusiones generales. Se dará respuesta detallada a todos los requisitos ASSSA-RMS-XX-NNN listados en la Sección 5.4.

### **Entregable 2.- Informe sobre los procedimientos para la implementación de las mejoras propuestas.**

En este informe se detallarán los métodos y procedimientos prácticos a seguir para implementar en el radiotelescopio las mejoras que se hayan identificado en el Entregable 1. En concreto, el informe recogerá los resultados de los trabajos descritos en las Secciones 5.5, 5.6 y 5.7 de este Pliego. El incluirá, como mínimo, una memoria descriptiva de cada una de las mejoras a implementar, la respuesta detallada y argumentada a cada uno de los requisitos ASSSA-PIN-XXX (Sección 5.5), ASSSA-ACT-XXX (Sección 5.6) y ASSSA-PAN-XXX (Sección 5.7). Se incluirán todos los planos y cualesquiera otros documentos que sean precisos para una correcta comprensión de los resultados del estudio. También se incluirá una estimación de los presupuestos necesarios para llevar a cabo cada una de las actuaciones.



## 8 PRESUPUESTO

El presupuesto total para la realización de este expediente de ESTUDIO AVANZADO PARA LA ACTUALIZACIÓN EN LA SUPERFICIE DE LA ANTENA DE 30-M EN PICO VELETA, EN EL MARCO DEL PROYECTO ASSSA, asciende a CIENTO OCHENTA Y DOS MIL SETENTA EUROS (182.070 €) sin IVA, lo que supone un presupuesto de DOSCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS Y SETENTA CÉNTIMOS (220.304,70 €), incluyendo todos los impuestos aplicables. El presupuesto se desglosa de la manera siguiente:

Concepto	Importe (€)	
<b>Entregable 1.-</b> Informe sobre la identificación de mejoras de la superficie mediante modelado por elementos finitos de su RMS	76.500,00	
<b>Entregable 2.-</b> Informe sobre los procedimientos para la implementación de las mejoras propuestas	76.500,00	
<b>Importe total de ejecución material</b>		<b>153.000,00</b>
13 % Gastos generales		19.890,00
6 % Beneficio industrial		9.180,00
<b>Suma de Gastos generales y Beneficio industrial</b>		<b>182.070,00</b>
21 % IVA		38.234,70
<b>PRESUPUESTO GLOBAL CONTRACTUAL</b>		<b>220.304,70</b>



El cálculo del presupuesto se ha realizado en base a los costes laborales según el convenio colectivo correspondiente y a la estimación de la carga de trabajo en base a experiencia anterior en contratos similares.

La forma de pago consistirá en 2 pagos parciales de acuerdo con las entregas, plazos y cantidades especificados en el Régimen de Pagos (Apartado 19 del Cuadro de características del Pliego de Prescripciones Administrativas Particulares (PCAP)).

El presupuesto se desglosa en una única anualidad, de acuerdo con la siguiente tabla, reteniéndose el crédito adecuado y suficiente en la aplicación presupuestaria **17.102.495A.620.**

Anualidad	Importe sin IVA (€)	21% IVA (€)	Importe con IVA (€)
2021	182.070,00	38.234,70	220.304,70
<b>TOTAL</b>	<b>182.070,00</b>	<b>38.234,70</b>	<b>220.304,70</b>

Firmado electrónicamente

Madrid, 8 de febrero de 2021

El Director del CNIG  
Emilio José López Romero