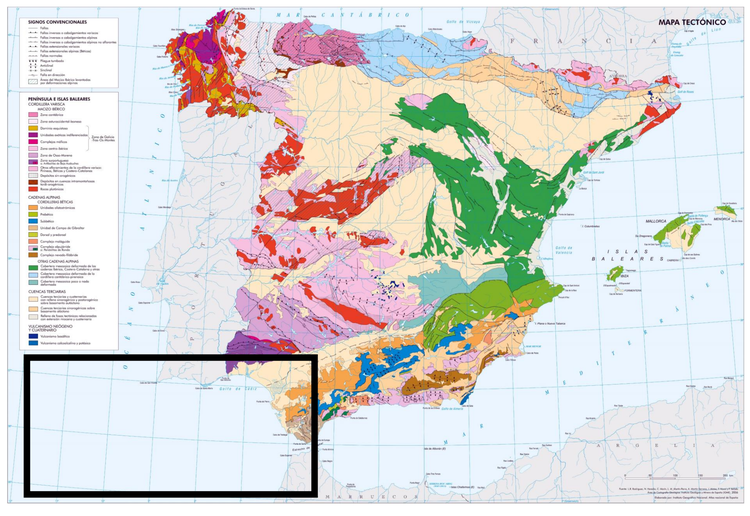
ZONAS SISMOTECTÓNICAS DE ESPAÑA: GOLFO DE CÁDIZ - GORRINGE

Descripción regional

Esta zona incluye el golfo de Cádiz y su prolongación hacia el oeste a lo largo del límite entre las placas tectónicas europea y africana hasta la cordillera de Gorringe. El golfo de Cádiz es una cuenca marina que incluye el entrante del océano Atlántico que baña la costa SO de la península ibérica, desde el cabo de San Vicente (CSV) hasta el estrecho de Gibraltar, y la costa NO de Marruecos.

Se trata de una extensa región que evoluciona desde la zona somera de plataforma continental a lo largo de la costa, hasta la zona abisal en la región occidental donde se superan los 4500 m de profundidad. El talud continental que conecta ambos dominios, oceánico y continental, muestra importantes cañones submarinos cuyos trazados están condicionados por altos del basamento como el del Guadalquivir (BG) y Portimao (BP).

La región abisal presenta diversos montes submarinos correspondientes la mayoría a volcanes extintos que no llegaron a emerger. Entre estos relieves destacan la cordillera de Gorringe, con 200 km de longitud y 70 de anchura en dirección NE-SO, y el monte submarino de Coral Patch, con 100 km de longitud y 50 de anchura en dirección ENE-OSO. Estos dos grandes relieves dan lugar a la subdivisión de la región abisal en tres llanuras diferenciadas, de norte a sur, la del Tajo, la de la Herradura y la del Sena.



Contexto Geológico y Marco tectónico

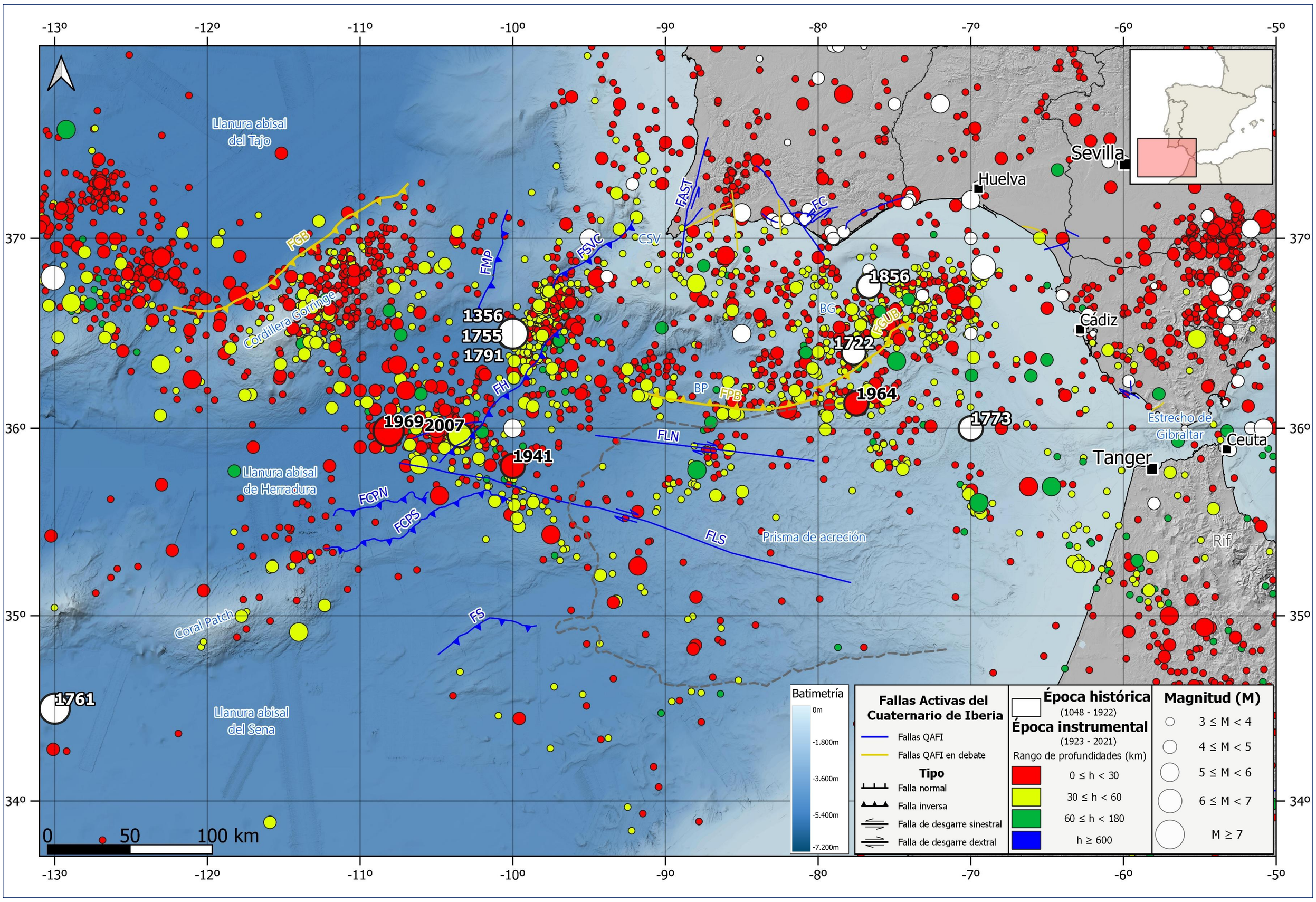
Se trata de una región compleja formada por diferentes dominios corticales, corteza continental adelgazada de edad paleozoica a lo largo de los márgenes continentales de Iberia y África, corteza oceánica de edad jurásica en la zona centro y suroccidental, y corteza conformada por manto exhumado durante el Cretácico inferior en la zona noroccidental. La zona del golfo de Cádiz se encuentra limitada al norte por el macizo Ibérico y la cuenca del Algarve y en la parte oriental por el arco orogénico de la cordillera bético-rifeña, la más occidental de las cadenas alpinas mediterráneas.

Sobre este heterogéneo y accidentado basamento se deposita de manera discordante una cobertura sedimentaria en la que se distinguen varias unidades de materiales de edad mesozoica a cuaternaria y espesor variable que puede alcanzar varios km de potencia. Dentro de estas unidades, la unidad alóctona o prisma de acreción, que se distribuye con forma de cuña por toda la zona central del golfo, constituye el principal relleno por espesor y distribución. Esta unidad está constituida por un conjunto de láminas imbricadas que avanzan sucesivamente mar adentro y alcanzan de forma progresiva distancias cada vez mayores. Otro rasgo característico en la zona es la presencia de gran cantidad de diapiros arcillosos y salinos, además de volcanes de fango.

La tectónica de esta región viene determinada por su localización sobre el límite de las placas euroasiática y africana y su interacción con el arco orogénico de Gibraltar. La colisión oblicua entre estas dos placas fue especialmente activa durante la orogenia Alpina, proceso tectónico a gran escala que estuvo vigente al final del Mesozoico y gran parte del Cenozoico, que dio lugar al levantamiento de la cordillera Bética y el Rif. En la actualidad, la colisión entre las placas sigue activa y en esta zona presenta una dirección ONO-ESE con una tasa de movimiento cercana a 5 mm/año. Como consecuencia, el campo de esfuerzos dominante en la región es compresivo con componente de desgarre, de tal manera que el golfo de Cádiz y su extensión hasta el banco de Gorringe acomoda la convergencia oblicua entre las dos placas continentales.

Al oeste de esta región, el límite entre las placas africana y euroasiática está bien definido por la fractura de Azores (falla transformante), la cual llega a alcanzar la parte occidental de la cordillera de Gorringe. Sin embargo, este límite se difumina y no muestra una zona de fractura única al este de esta cordillera submarina. Como resultado, el complejo régimen de esfuerzos en la zona se acomoda a través de una serie de fallas inversas y transformantes distribuidas en una extensa área que conforma el límite de las placas en esta región.

Aunque más difíciles de cartografiar, la presencia de fallas normales y lístricas es muy abundante dentro del prisma de acreción, estando algunas de ellas activas.



Principales terremotos del periodo histórico (1048-1922) ocurridos en el Golfo de Cádiz - Gorringe. (INT≥VI y M≥6,0)

FECHA	LOCALIZACIÓN	INT (EMS-98)	M
1356	SO Cabo de San Vicente	VIII	7,6
1722	Golfo de Cádiz	VIII	6,0
1755	SO Cabo de San Vicente	X	8,5
1761	Azores-Gibraltar	IX	8,5
1773	Golfo de Cádiz	VII	6,5
1791	SO Cabo de San Vicente	VI	6,2
1856	Golfo de Cádiz	VII-VIII	6,2

Principales terremotos del periodo instrumental (1923-2021) ocurridos en el Golfo de Cádiz - Gorringe. (INT≥IV y M≥6,0)

FECHA	LOCALIZACIÓN	INT (EMS-98)	M
1941	SO Cabo S. Vicente-Herradura	IV	6,7
1964	Golfo de Cádiz	VII	6,6
1969	SO Cabo S. Vicente-Herradura	VII	7,8
2007	SO Cabo S. Vicente-Herradura	IV	6,1

Sismicidad histórica e instrumental

Esta zona se caracteriza por una sismicidad moderada, aunque con la ocurrencia de los terremotos de mayor magnitud de los cuales tenemos constancia en el entorno de la península ibérica, y constituye una de las regiones de mayor riesgo de tsunami en el Atlántico. De hecho, en esta área, hay catalogados tres terremotos que han generado tsunami y afectado a las costas españolas. Además, otros terremotos en esta zona han producido tsunamis que han afectado al menos a las costas portuguesas. La actividad sísmica de esta región refleja la complejidad de la convergencia entre las placas africana y euroasiática en la zona, sin una alineación clara de los epicentros. De hecho, la mayoría de los terremotos se distribuyen en grupos o 'clusters', principalmente en la mitad norte del golfo de Cádiz extendiéndose hasta la parte occidental del banco de Gorringe. Esta sismicidad parece estar generada en el manto litosférico más que en la corteza, con hipocentros localizados principalmente entre 30-40 km de profundidad, y observándose terremotos a profundidades que en algunos casos alcanzan los 50-60 km, aunque sin marcar claramente una zona de subducción. Esto podría explicarse por un comportamiento frágil de la litosfera oceánica vieja y fría hasta el manto superior. Aunque no hay un conocimiento claro de la relación entre esta sismicidad y las fallas activas cartografiadas en la zona, la mayoría de los mecanismos focales disponibles son de tipo inverso y de desgarre con una compresión horizontal máxima en dirección NO-SE.

Históricamente, el terremoto más importante registrado es el de 1755, también conocido como terremoto de Lisboa. Localizado al SO del cabo de San Vicente, se estima de una magnitud 8,5. Fue sentido con intensidad máxima de X en el sur de Portugal, además de en Europa occidental y norte de África. Este terremoto generó un tsunami con olas que alcanzaron alturas de 10-15 metros en el golfo de Cádiz. Dicho tsunami fue catastrófico en el sur y oeste de la península ibérica y Marruecos, causando unas 15.000 víctimas y alcanzó Europa occidental llegando incluso a observarse en el Caribe. En el extremo más occidental de esta zona, destaca también el terremoto de 1761, de similar magnitud al de 1755 que produjo una intensidad máxima de IX. Este terremoto llegó a ser sentido también en distintas zonas de Europa y provocó un tsunami que llegó a las costas de Portugal, España, Gran Bretaña e incluso Barbados, aunque con mucha menor severidad que el de 1755. A lo largo del período histórico también destacan varios terremotos de magnitudes estimadas superiores a 6 sentidos con intensidades máximas entre VII y VIII, localizados en las proximidades del terremoto de 1755 y en la zona interior del golfo de Cádiz, que afectaron a las costas portuguesas. En época instrumental, el terremoto más importante de esta zona fue el de 1969 de M7,8, localizado al suroeste del cabo de San Vicente, en la llanura abisal de Herradura, que fue sentido con intensidades VIII-IX y VIII en varias localidades del sur de Portugal y que produjo un pequeño tsunami en las costas atlánticas de Marruecos, Portugal y España. Más recientemente, los terremotos más destacados han sido dos sismos ocurridos en 2007 y 2009 de magnitudes en torno a 6, ambos sentidos con intensidad máxima de IV.

Principales fallas activas en el Golfo de Cádiz - Gorringe

CÓDIGO	NOMBRE FALLA
FAST	Falla Aljezur-S.Teotónio fault system
FGUB	Falla Banco del Guadalquivir
FPB	Falla Banco de Portimao
FC	Falla de Carcavai
FCPN	Falla Coral Patch Norte
FCPS	Falla Coral Patch Sur
FGB	Falla Banco de Gorringe
FH	Falla de Herradura
FLN	Falla Lineamiento Norte
FLS	Falla Lineamiento Sur
FMP	Falla Marqués de Pombal
FS	Falla del Sena
FSVC	Falla San Vicente Canyon

Fuente de datos
- Información sísmica procedente de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional (https://doi.org/10.7419/162.03.2022) y del Mapa de sismicidad de la península ibérica y zonas próximas (IGN-CNIG, 2022) (https://doi.org/10.7419/162.11.2022).
- Cartografía Ráster de España del IGN CC BY 4.0 ign.es.
- Datos geológicos: Mapas temáticos del Atlas Nacional de España (ANE) CC BY 4.0 ign.es – Mapa tectónico (2016) y Mapa geológico (2020).
- Principales fallas activas durante el Cuaternario extraídas de la base de datos QAFI (García-Mayordomo et al., 2012; IGME, 2022).
- Catálogo de tsunamis del Instituto Geográfico Nacional (IGN). (https://doi.org/10.7419/162.04.2023)
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) (https://www.ipma.pt/en/oipma/).
- Batimetría: IGN y EMODnet Bathymetry (European Marina Observation and Data Network). (https://tiles.emodnet-bathymetry.eu/).

Zonas Sismotectónica de España:
https://www.ign.es/web/resources/sismologia/tproximos/sismotectonica/pag_sismotectonicas/indicegeo.html

Referencias
- Grácia, E. et al. (2003). Crustal architecture and tectonic evolution of the Gulf of Cadiz (SW Iberian margin) at the convergence of the Eurasian and African plates. Tectonics, 22 (4), 1033, doi:10.1029/2001TC901045.
- Medialdea, T. (2004). Estructura y evolucion tectónica del Golfo de Cádiz. PhD thesis, Complutense University, Madrid.
- Meléndez Hevia, I. (2004). Geología de España. Una historia de seiscientos millones de años.
- Sallares, V. et al. (2011). Seismic evidence for the presence of Jurassic oceanic crust in the central Gulf of Cadiz (SW Iberian margin), Earth planet. Sci. Lett., 311(1–2), 112–123.
- Journal of Iberian Geology: An international publication of Earth sciences. Vol 38 (1): Active Faults in Iberia (2012). Editors-in-Chief: López-Gómez, J., Martín-Chivelet, J. Guest Editors: Martinez-Diaz, JJ., Masana, E., Rodríguez-Pascua, M. A.
- Sallares, V. et al. (2013). Seismic evidence of exhumed mantle rock basement at the Gorringe Bank and the adjacent Horseshoe and Tagus abyssal plains (SW Iberia), Earth planet. Sci. Lett., 365, 120–131.
- Martinez-Loriente, S. et al. (2014). Seismic and gravity constraints on the nature of the basement in the Africa–Eurasia plate boundary: new insights for the geodynamic evolution of the SW Iberian margin, J. geophys. Res., 119, 127–149.
- Custodio, S. et al. (2015). Earthquakes in western Iberia: improving the understanding of lithospheric deformation in a slowly deforming region, Geophys. J. Int., 203, 127–145.
- The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach. Volume 5: Active Processes: Seismicity, Active Faulting and Relief. Editors Quesada, C. and Oliveira, J. T., Springer Nature, Switzerland, 2020.

NIPO: 198-24-006-4 NIPO DIGITAL: 198-24-007-X DOI: https://doi.org/10.7419/162.07.2024