



# PRUEBAS SELECTIVAS PARA EL INGRESO EN EL CUERPO DE INGENIEROS TÉCNICOS EN TOPOGRAFÍA:

## TERCER EJERCICIO

4 de mayo de 2023

### INSTRUCCIONES:

- Este ejercicio, de carácter teórico-práctico, consiste en el desarrollo por escrito de tres supuestos. Uno de materias del Grupo A, otro del Grupo B y otro del Grupo C.
- Todos los supuestos tienen el mismo valor (10 puntos cada uno), siendo **30 puntos la máxima puntuación del ejercicio completo**. Posteriormente el Tribunal realizará la conversión a la puntuación establecida en las bases de la convocatoria.
- **Dispone de 4 horas** para realizar este ejercicio a partir del momento que indique el Tribunal.
- No se permitirá abandonar la sala del examen durante los 30 minutos iniciales ni en los 15 últimos minutos del tiempo fijado para la realización del ejercicio.
- El ejercicio se realizará en papel autocopiativo (hojas de examen).
- **Cada supuesto se realizará en hojas separadas.**
- Cumplimente con sus datos personales la matriz de las Hojas de Examen (cabecera separable), en el espacio reservado para ello, y fírmela.
- Tenga especial cuidado cuando escriba en las Hojas de Examen: **no coloque el resto de hojas autocopiativas debajo** a fin de evitar que se traspase lo escrito al resto de hojas.
- Respecto a los enunciados de los supuestos, no cabe más aclaración que el texto de cada uno de ellos. Dispone de **hojas para su utilización como borrador**, que deberá entregar al finalizar el ejercicio al Tribunal junto con las Hojas de Examen.
- Deberá utilizar bolígrafo azul o negro con tinta indeleble.
- El único dispositivo electrónico permitido es la calculadora científica básica **NO programable**.
- Los teléfonos móviles deben estar apagados durante el ejercicio y fuera de la mesa.
- No se permite la utilización de libros, apuntes ni cualquier otro elemento de consulta.
- Las pertenencias del opositor deben estar fuera de la mesa y el DNI deberá estar sobre la mesa durante todo el ejercicio.
- Una vez finalizado el tiempo de realización del examen, los aspirantes depositarán las instrucciones, los enunciados, las hojas borrador y las hojas de examen en un sobre que se cerrará y que quedará suficientemente identificado.

No se permite la reproducción total o parcial de este cuestionario.





## TERCER EJERCICIO

Oposición al Cuerpo de Ingenieros Técnicos en Topografía  
4 de mayo de 2023

### GRUPO A

1. [5 puntos] Se registra un terremoto superficial en Granada en estas tres estaciones sísmicas:

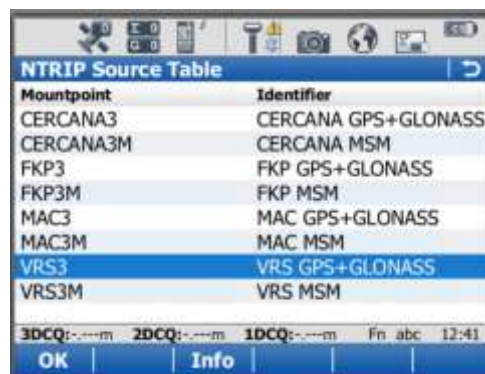
Código	Estación	latitud	longitud	Altitud
EGOR	Loja, Granada	37,1101°N	4,1096°W	1378 m
ELGU	Los Guajares, Granada	36,8678°N	3,6266°W	847 m
EQTA	Presa de Quentar, Granada	37,2050°N	3,4399°W	1100 m

Con los tiempos de llegada de la onda P y onda S que se indican en el Anexo I, se pide:

- 1.1. Calcular a qué distancia se encuentra el epicentro de cada una de las estaciones.
- 1.2. Calcular el tiempo origen del terremoto.
- 1.3. Describir cómo calcularía las coordenadas del epicentro.
- 1.4. Describir cómo calcularía la magnitud del terremoto.

Datos para el cálculo: la velocidad de la onda P en la corteza se considera constante e igual a 6,2 km/s y  $V_P = 1,75 V_S$ .

2. [5 puntos] Durante un levantamiento topográfico con GNSS en una zona cercana al epicentro del terremoto anterior, mientras se realiza el proceso de configuración del receptor GNSS, aparece la siguiente pantalla al conectarse al SPTR (Servicio de Posicionamiento en Tiempo Real) del IGN:



- 2.1. ¿Qué es un *mountpoint* o punto de montaje?
- 2.2. Explique el concepto de VRS (Virtual Reference Station).



**Dadas las siguientes coordenadas geodésicas de un punto M cercano a la zona del sismo:**

$$\varphi = 37,0544^{\circ}, \quad \lambda = -3,0954^{\circ}$$

**con altura ortométrica de 755 m, y siendo la ondulación del geoide, obtenida del modelo EGM08-REDNAP, de 48,239 m, se pide:**

- 2.3. Calcular la altura elipsoidal del punto M.
- 2.4. Explicar cómo calcularía las coordenadas cartesianas geocéntricas ECEF (Earth Centered Earth Fixed) expresadas en X,Y,Z. Calcular para el punto M dichas coordenadas.

Datos para el cálculo:  $a = 6.378.137$  m;  $1/f = 298$ .

**Las coordenadas de un punto P medidas con GNSS y calculadas en postproceso, en un sistema local ENU (East-North-Up), en dos fechas anteriores y una posterior al terremoto, son:**

AÑO	MM	DD	N(mm)	E(mm)	U(mm)
2019	01	22	-9,81	-11,87	-0,98
2020	01	28	6,98	7,34	15,2
2021	01	12	21,35	23,67	-10,36

**En las proximidades se encuentra GRA1, estación de referencia GNSS, que lleva años siendo monitorizada. La serie temporal obtenida mediante la combinación de soluciones densificadas EPOS (European Plate Observing System) y EUREF (Regional Reference Frame Sub-Commission for Europe), respecto al marco de referencia ITRF14/IGS14, se presenta en el Anexo II:**

- 2.5. ¿Qué es el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF)?
- 2.6. Justifique si las componentes planimétricas E y N del punto P tras el terremoto, son coherentes con la tendencia observada en las mediciones previas en P y en la estación de referencia GRA1 o, si por el contrario, el terremoto ha provocado un cambio de pauta.

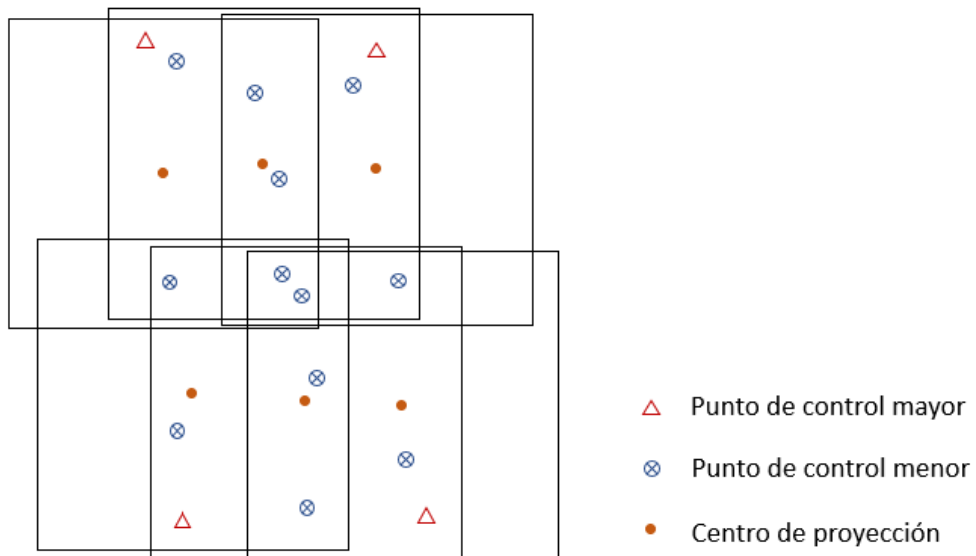


## GRUPO B

1. [4 puntos] Se desea realizar un mosaico de ortofotografía de un vuelo histórico de 1967 en blanco y negro. La escala de dicho vuelo es 1:18.000 y se compone de 2.488 fotogramas de formato cuadrado de 23 cm de lado.

- 1.1. Indique en Terabytes (TB) el tamaño total de la digitalización, sin compresión, a 8 bits y escaneado a 10 micras.
- 1.2. Calcule y razone el GSD (Ground Sample Distance) de la ortofoto que puede alcanzarse con dicha resolución de escaneado.
- 1.3. Respecto al MDT a emplear en la generación de la ortofoto, describa las principales características generales y particulares de este vuelo.

Para procesar la aerotriangulación se ha definido un bloque máximo de 4 modelos. La siguiente imagen muestra el esquema de uno de los bloques del vuelo junto con las ubicaciones aproximadas de los puntos de control y centros de proyección.



- 1.4. Calcule el número de ecuaciones, incógnitas y grados de libertad en dicho bloque para un sistema libre.
- 1.5. Describa las incógnitas que intervienen en el ajuste.



**2. [3 puntos] Las siguientes matrices representan fragmentos de tres imágenes de Landsat 8 en las que el sensor tiene algún tipo de error.**

41120	42405	43690	41120
65535	65535	65535	65535
38550	37265	43690	39835
38550	41120	41120	39064

15420	12850	10280	12850
16705	12850	12850	10280
17990	0	15420	11565
16705	15420	12850	10280

43690	44461	46260	49601
42405	43690	43690	46260
5140	5911	6168	7453
43690	42405	44975	46260

- 2.1. Localice y solucione estos errores.
- 2.2. ¿Cómo automatizaría su detección?

**Dados los siguientes valores de reflectancia TOA aparente para un conjunto de píxeles en cada banda de imagen Landsat 8, se pretende estudiar el índice NDVI.**

	Reflectancias TOA aparente para bandas Landsat 8			
pixel	0,450 - 0,515 $\mu\text{m}$	0,525 - 0,600 $\mu\text{m}$	0,630 - 0,680 $\mu\text{m}$	0,845 - 0,885 $\mu\text{m}$
A	0,04260	0,05864	0,03790	0,29906
B	0,06108	0,03714	0,02036	0,01164
C	0,10396	0,10318	0,12030	0,16764
D	0,08216	0,09086	0,13664	0,18668

- 2.3. ¿Cómo se calcula el NDVI y qué información proporciona este índice?
- 2.4. Sin considerar posibles correcciones de ángulo solar, calcule los valores del NDVI de los píxeles A y D, e indique cuál de ellos corresponde a una vegetación más vigorosa. Justifique su respuesta.



3. [3 puntos] Se quiere realizar un vuelo con un sensor LIDAR para un estudio arqueológico en una zona de difícil acceso en la que se han encontrado restos arqueológicos, pero se cree que existe un yacimiento más extenso oculto entre la vegetación.

La zona del estudio tiene un ancho ( $W$ ) de 15 km, siendo el terreno prácticamente llano. La altura del vuelo ( $H$ ) va a ser constante y se establece en 1.100 m. La velocidad del avión ( $v$ ) será constante, 75 m/s. Se considera que el avión no sufre balanceo ni cabeceo ni alteraciones en su trayectoria. También se establece que el solape entre las pasadas ( $q$ ) será del 15%.

Se va a utilizar un sensor LIDAR de pulsos que realiza un escaneo de tipo lineal. Se considera que la distribución en el terreno de los puntos registrados es homogénea y uniforme. Este sensor tiene una frecuencia de trabajo ( $F$ ) de 45 kHz y una frecuencia de barrido ( $f_{sc}$ ) de 30 Hz. El ángulo de escaneo ( $\theta$ ) es  $40^\circ$  y la divergencia del rayo ( $\gamma$ ) es 1 mrad.

Responda a las siguientes cuestiones, justificando sus respuestas:

- 3.1. Número de pasadas necesarias para cubrir toda la zona del proyecto.
- 3.2. Número de puntos por línea de escaneo.
- 3.3. Si la densidad de los puntos LIDAR es de  $0,75$  puntos/m<sup>2</sup>, ¿cumpliría esta densidad con las especificaciones técnicas del LIDAR 2ª cobertura del IGN?
- 3.4. Explique brevemente cuáles son los productos básicos y derivados que se pueden obtener tras el vuelo LIDAR, sus formatos y características. ¿Cuáles utilizaría en este proyecto y por qué?
- 3.5. Nombre al menos cuatro atributos capturados por el sistema LIDAR en el registro de cada punto.



## GRUPO C

1. [5 puntos] Uno de los sistemas de clasificación de datos temáticos es el de intervalos naturales o de Jenks. Existen algoritmos iterativos que permiten encontrar la mejor clasificación posible en un conjunto de datos unidimensional. En uno de los métodos, en cada iteración, se analiza si la clasificación encontrada es adecuada usando el test GVF (Goodness Variance Fit).

En una de las iteraciones, se dispone de los siguientes datos clasificados de acuerdo con la siguiente tabla:

Datos:

Valor	Clase
59	2
70	1
70	1
41	1
30	1
41	1
47	1
72	2
30	1
41	1
47	1

Datos del algoritmo:

$$A = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$
$$B = \sum_{k=1}^c \sum_{j=1}^{nc} (x_{jk} - \bar{x}_k)^2$$

$n$ : número de individuos

$c$ : número de clases

$nc$ : número de individuos por clase

$$GVF = 1 - \frac{B}{A}$$

Se pide contestar a las siguientes cuestiones:

- 1.1. Dibuje el histograma de frecuencias de la variable.
- 1.2. Calcule el valor de GVF para la clasificación dada en la columna "Clase". Según esta iteración, ¿se podría decir que la clasificación dada en esta iteración es aceptable?
- 1.3. Cuando el algoritmo, en cualquiera de sus variantes, encuentra la mejor clasificación posible, ¿cómo se distribuyen los valores en las distintas clases?
- 1.4. Si para una serie de datos el valor de GVF es 0,998, ¿qué justificación tendría elaborar un mapa de coropletas con una clasificación por intervalos manuales, en lugar de usar este método de clasificación?





2. [5 puntos] En el Anexo III se facilita el fichero de respuesta a la petición GetCapabilities del servicio de visualización WMS con URL <https://www.ign.es/oa>.

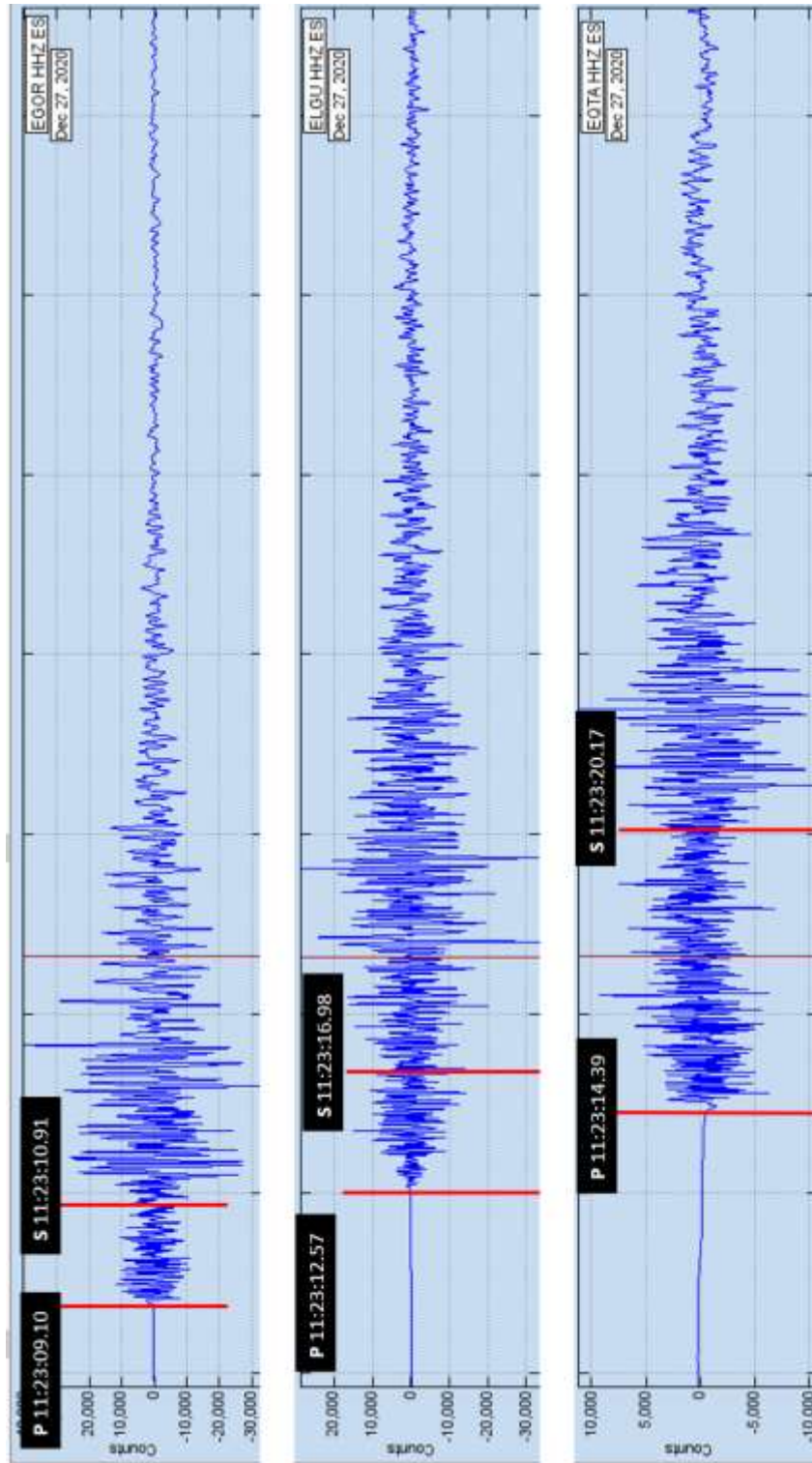
**Se pide:**

- 2.1. Construir la petición GetCapabilities de dicho servicio.
- 2.2. Indicar los identificadores de los ficheros de metadatos publicados a través de un catálogo que se muestran en el GetCapabilities del Anexo III. ¿Cuáles de ellos describen un servicio y cuáles conjuntos de datos espaciales?
- 2.3. Hacer una petición GetMap al servicio <https://www.ign.es/oa> que devuelva una imagen gráfica que muestre la capa de la cobertura ráster de Sentinel2 y ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea en la zona del delta del Ebro [bounding box (Xmin, Ymin, Xmax, Ymax) = 758000, 4489000, 859000, 4547000], con las siguientes características:
  - Sistema de referencia de coordenadas: ETRS89 proyección UTM 30
  - Ancho de la imagen en píxeles: 931
  - Altura de la imagen en píxeles: 552
  - Debe ser una imagen de tipo .png
- 2.4. Indicar brevemente qué debe cumplir un servicio WMS de OGC para ser conforme a INSPIRE.
- 2.5. Si se quisiera utilizar un servicio de ortoimágenes como mapa base en un visualizador estatal que recibe muchas visitas a través de internet, ¿sería este servicio el más adecuado o habría otro más eficiente? Justificar la respuesta.



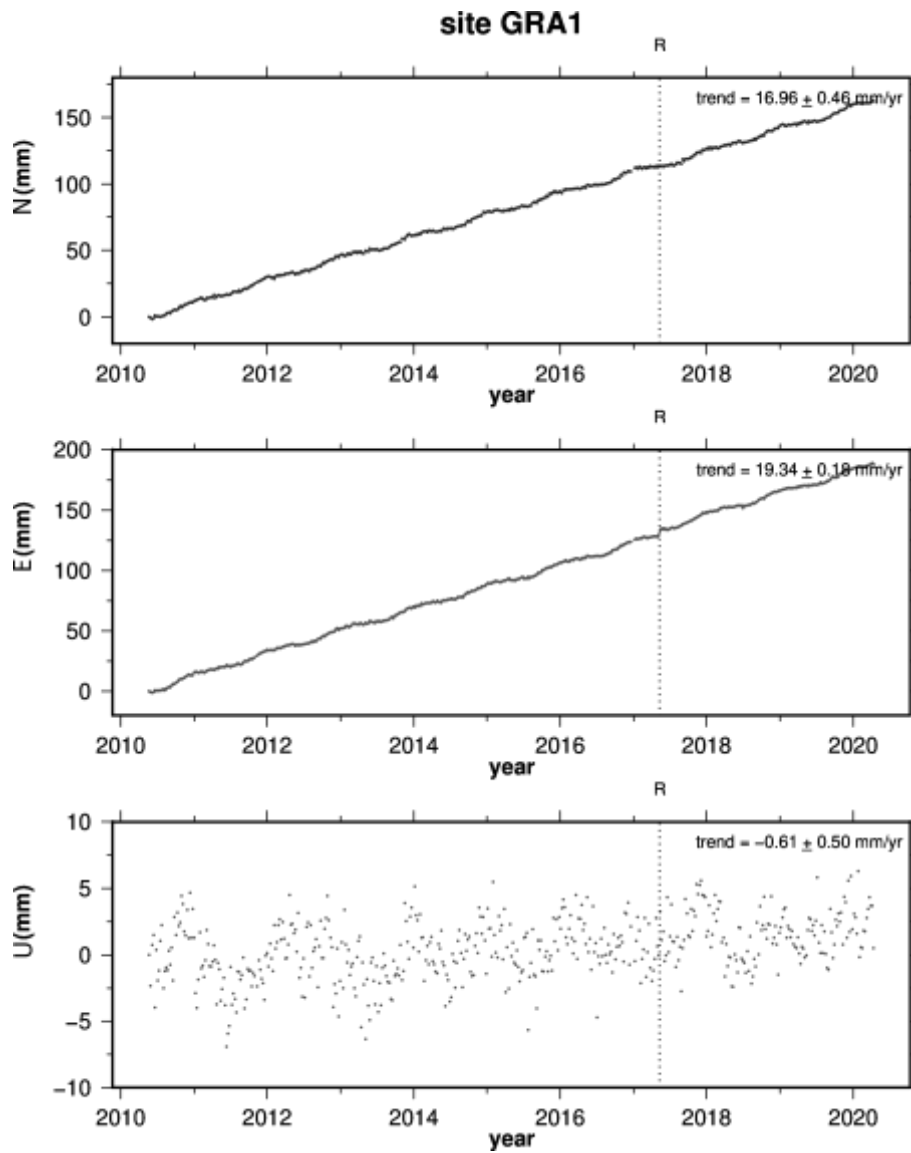


## ANEXO I





## ANEXO II



*R es el cambio de receptor*



## Anexo III

Respuesta de la petición GetCapabilities del servicio de visualización WMS con URL <https://www.ign.es/oa>

Notas:

- El documento consta de dos páginas. La última fila que aparece en la primera página se repite en la segunda.
- Los 3 puntos suspensivos ( . . . ) sustituyen al contenido que se ha eliminado para simplificar el documento de respuesta del GetCapabilities.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<WMS_Capabilities ... >
  <Service>
    <Name>WMS</Name>
    <Title>Ortoimágenes de España</Title>
    <Abstract>Ortofotos de máxima actualidad del proyecto PNOA visibles a partir de una
    escala aproximada 1:70.000. Para escalas menores se visualizan las imágenes de
    satélite Sentinel2 de 10 metros de resolución...
    </Abstract>
  ...
</Service>
<Capability>
  <Request>
    <GetCapabilities> ... </GetCapabilities>
    <GetMap>
      <Format>image/png</Format>
      <Format>image/jpeg</Format>
      <Format>application/x-pdf</Format>
      <Format>image/svg+xml</Format>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Get>
            <OnlineResource ... xlink:href="http://www.ign.es/oa?SERVICE=WMS&"/>
          </Get>
        </HTTP>
      </DCPType>
    </GetMap>
    <GetFeatureInfo>...</GetFeatureInfo>
  </Request>
  <inspire_vs:ExtendedCapabilities>
    <inspire_common:MetadataUrl xsi:type="inspire_common:resourceLocatorType">
      <inspire_common:URL>https://www.ign.es/csw?Service=CSW&Request=GetRecordById
      &Version=2.0.2&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&id=
      spainwms_ortoimagenes</inspire_common:URL>
    </inspire_common:MetadataUrl>
  ...
</inspire_vs:ExtendedCapabilities>
  <Layer>
    <Title>Ortofotos PNOA máxima actualidad</Title>
    <Abstract>Ortofotos de máxima actualidad del proyecto PNOA ...</Abstract>
    <CRS>EPSG:25830</CRS>
    <CRS>EPSG:4258</CRS>
    <CRS>EPSG:4326</CRS>
    <CRS>EPSG:4230</CRS>
    <CRS>EPSG:25828</CRS>
    <CRS>EPSG:25829</CRS>
    <CRS>EPSG:25831</CRS>
    <EX_GeographicBoundingBox>...</EX_GeographicBoundingBox>
  ...
  <Layer queryable="1">
```



```
<Layer queryable="1">
  <Name>OI.MosaicElement</Name>
  <Title>Mosaico</Title>
  <Abstract>Zonas de delimitación de las imágenes para...</Abstract>
...
  <Identifier authority="SCNE">OI.MosaicElement</Identifier>
  <MetadataURL type="ISO19115:2003">
    <Format>text/plain</Format>
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="https://www.ign.es/csw?
SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=
http://www.isotc211.org/2005/gmd&ID=spaignPNOAMA"/>
  </MetadataURL>
  <Style>
    <Name>OI.MosaicElement.Default</Name>
    <Title>Estilo por defecto del mosaico</Title>
    <Abstract>...</Abstract>
    <LegendURL width="125" height="21">
...
      </LegendURL>
    </Style>
  </Layer>
<Layer queryable="0">
  <Name>OI.OrthoimageCoverage</Name>
  <Title>Ortoimagen</Title>
  <Abstract>Cobertura ráster de imágenes de satélite Sentinel2 y ortofotos
del PNOA</Abstract>
...
  <BoundingBox CRS="EPSG:25830" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
  <BoundingBox CRS="EPSG:4258" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
  <BoundingBox CRS="EPSG:4326" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
  <BoundingBox CRS="EPSG:4230" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
  <BoundingBox CRS="EPSG:25828" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
  <BoundingBox CRS="EPSG:25829" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
  <BoundingBox CRS="EPSG:25831" minx="..." miny="..." maxx="..." maxy="..." />
...
  <Identifier authority="SCNE">OI.OrthoimageCoverage</Identifier>
  <MetadataURL type="ISO19115:2003">
    <Format>text/plain</Format>
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="https://www.ign.es/csw?
SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=
http://www.isotc211.org/2005/gmd&ID=spaignPNOAMA"/>
  </MetadataURL>
  <MetadataURL type="ISO19115:2003">
    <Format>text/plain</Format>
    <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="https://www.ign.es/csw?
Service=CSW&Request=GetRecordById&Version=2.0.2&outputSchema=
http://www.isotc211.org/2005/gmd&id=spaignMosaicoSentinel2"/>
  </MetadataURL>
  <Style>
    <Name>OI.OrthoimageCoverage.Default</Name>
    <Title>Estilo por defecto de la ortoimagen</Title>
    <Abstract>La cobertura de ortoimágenes se renderizan como datos raster
</Abstract>
    <LegendURL width="125" height="21">
      <Format>image/png</Format>
      <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" ...
xlink:href="https://.../pnoa.png"/>
    </LegendURL>
  </Style>
</Layer>
</Layer>
</Capability>
</WMS_Capabilities>
```