

GRUPO A**SUPUESTO 1**

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) es el organismo responsable del establecimiento y mantenimiento del Servicio de Posicionamiento GNSS en Tiempo Real (SPTR). Este servicio proporciona a sus usuarios correcciones diferenciales multiconstelación para conseguir, en tiempo real, precisiones de posicionamiento centimétricas.

1. **[1 punto]** ¿Qué parámetros debería configurar en su receptor GNSS para poder recibir las correcciones del servicio SPTR?
2. **[1 punto]** Usted se encuentra trabajando en el proyecto de construcción de una presa, y una vez en sitio, tiene dificultades para recibir las correcciones procedentes del SPTR. Enumere las posibles causas del problema y si dispone de alguna opción para solucionarlo.
3. **[2 puntos]** ¿Qué solución de correcciones diferenciales de entre las que ofrece el servicio SPTR emplearía en el proyecto de construcción de la presa y por qué? Especifique las ventajas e inconvenientes respecto al resto de soluciones disponibles en este tipo de sistemas.
4. **[2 puntos]** Elabore un diagrama de bloques de la arquitectura básica de un sistema GNSS en tiempo real, como el SPTR. En él deben aparecer los principales subsistemas, protocolos involucrados y formatos de las señales.
5. **[4 puntos]** Se quiere integrar una nueva estación permanente GNSS (CARR) en el SPTR como estación de referencia, cuyas coordenadas y velocidades ITRF2014, época 2015,0 son las siguientes:

CARR	$X = 4962848.478 \text{ m}$	$Y = -160854.981 \text{ m}$	$Z = 3990883.688 \text{ m}$
	$V_x = 0.021 \text{ m/año}$	$V_y = 0.007 \text{ m/año}$	$V_z = 0.019 \text{ m/año}$

Si el SPTR emite correcciones diferenciales en el marco ETRF2000 (época 2020,0) de ETRS89, explique qué operaciones serían necesarias para integrar correctamente las coordenadas de la estación en el SPTR (ver Anexo I). Calcule únicamente la coordenada X de la estación en ETRF2000 época 2020,0.

ANEXO I

La transformación entre dos sistemas ITRF_{yy} puede expresarse mediante la siguiente relación:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_B = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_A + T + D \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_A + R \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_A$$

donde T es el vector de traslaciones, D el factor de escala y R la matriz de rotaciones, dada por:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & -R_z & R_y \\ R_z & 0 & -R_x \\ -R_y & R_x & 0 \end{pmatrix}$$

La transformación entre un marco ITRF_{yy} y el sistema ETRS89 viene dado por las ecuaciones de Boucher-Altamimi:

$$X_{yy}^E(t) = X_{yy}^I(t) + T_{yy} + \begin{pmatrix} 0 & -R_{3yy}^{\dot{}} & R_{2yy}^{\dot{}} \\ R_{3yy}^{\dot{}} & 0 & -R_{1yy}^{\dot{}} \\ -R_{2yy}^{\dot{}} & R_{1yy}^{\dot{}} & 0 \end{pmatrix} x X_{yy}^I(t) \cdot (t - 1989.0)$$

donde X_{yy}^E y X_{yy}^I son las matrices de coordenadas ETRS89 y ITRF_{yy} respectivamente, $R_{1yy}^{\dot{}}$, $R_{2yy}^{\dot{}}$, $R_{3yy}^{\dot{}}$, los parámetros de velocidad angular de rotación de la placa Eurasiática en el ITRF_{yy} y t es la época de referencia en el ITRF_{yy}.

Además, se dispone de la Tabla 1 con los parámetros de transformación y sus velocidades, en la época 2010,0, entre ITRF2014 y cualquier otro ITRF pasado, y la Tabla 2 con los parámetros de la transformación de ITRF_{yy} a ETRF_{yy} en la época 1989,0 y sus velocidades/año.

Pruebas Selectivas para el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos

CUARTO EJERCICIO

OEP2020

7 junio 2022

ITRF Solution	T1 mm	T2 mm	T3 mm	D 10 ⁻⁹	R1 mas	R2 mas	R3 mas
ITRF2008	1.6	1.9	2.4	-0.02	0.00	0.00	0.00
rates	0.0	0.0	-0.1	0.03	0.00	0.00	0.00
ITRF2005	2.6	1.0	-2.3	0.92	0.00	0.00	0.00
rates	0.3	0.0	-0.1	0.03	0.00	0.00	0.00
ITRF2000	0.7	1.2	-26.1	2.12	0.00	0.00	0.00
rates	0.1	0.1	-1.9	0.11	0.00	0.00	0.00
ITRF97	7.4	-0.5	-62.8	3.80	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF96	7.4	-0.5	-62.8	3.80	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF94	7.4	-0.5	-62.8	3.80	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF93	-50.4	3.3	-60.2	4.29	-2.81	-3.38	0.40
rates	-2.8	-0.1	-2.5	0.12	-0.11	-0.19	0.07
ITRF92	15.4	1.5	-70.8	3.09	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF91	27.4	15.5	-76.8	4.49	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF90	25.4	11.5	-92.8	4.79	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF89	30.4	35.5	-130.8	8.19	0.00	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02
ITRF88	25.4	-0.5	-154.8	11.29	0.10	0.00	0.26
rates	0.1	-0.5	-3.3	0.12	0.00	0.00	0.02

Tabla 1: Parámetros de transformación y sus velocidades, en la época 2010,0, entre ITRF2014 y cualquier otro ITRF pasado (mas=milisegundos de arco)

ETRF _{yy}	T1 mm	T2 mm	T3 mm	D 10 ⁻⁹	R1 mas	R2 mas	R3 mas
ETRF2014	0.0	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.085	0.531	-0.770
ETRF2005	56.0	48.0	-37.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.054	0.518	-0.781
ETRF2000	54.0	51.0	-48.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.081	0.490	-0.792
ETRF97	41.0	41.0	-49.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.200	0.500	-0.650
ETRF96	41.0	41.0	-49.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.200	0.500	-0.650
ETRF94	41.0	41.0	-49.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.200	0.500	-0.650
ETRF93	19.0	53.0	-21.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.320	0.780	-0.670
ETRF92	38.0	40.0	-37.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.210	0.520	-0.680
ETRF91	21.0	25.0	-37.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.210	0.520	-0.680
ETRF90	19.0	28.0	-23.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.110	0.570	-0.710
ETRF89	0.0	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
rates	0.0	0.0	0.0	0.00	0.110	0.570	-0.710

Tabla 2: Parámetros de la transformación de ITRF_{yy} a ETRF_{yy} en la época 1989.0 y sus velocidades/año (mas=milisegundos de arco)

GRUPO A

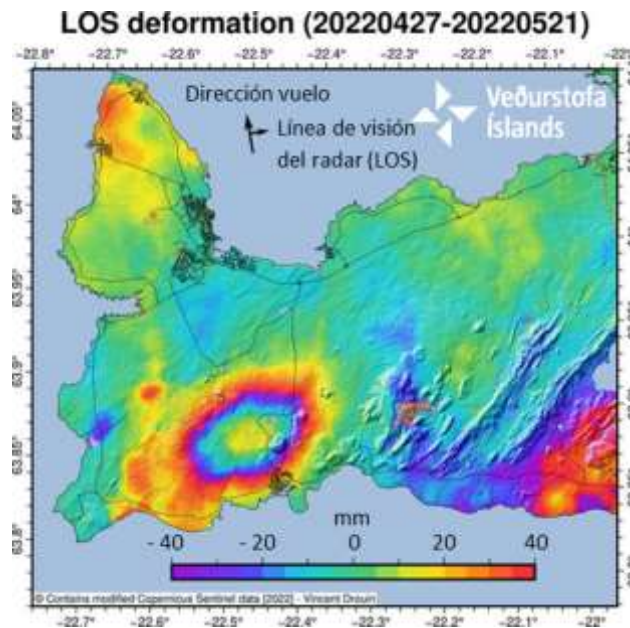
SUPUESTO 2

La estación GGOS (RAEGYEB) dispone de tres técnicas de geodesia espacial: VLBI, GNSS y SLR.

1. **[2 puntos]** Describa el funcionamiento de la técnica SLR.
2. **[2 puntos]** Elabore un esquema de la técnica VLBI donde se describa su funcionamiento. Explique cómo se obtiene el observable principal mediante esta técnica.
3. **[2 puntos]** ¿Qué instrumentación y técnicas auxiliares y complementarias serían necesarias para el funcionamiento de la estación RAEGYEB como una CORE Station de GGOS? Justifique su respuesta.
4. **[4 puntos]** Explique cómo contribuyen las técnicas geodésicas VLBI, GNSS y SLR en la determinación de los siguientes estudios, parámetros o marcos de referencia. Razone su respuesta.
 - a) ICRF
 - b) ITRF
 - c) Ionosfera
 - d) Nutación
 - e) Movimiento polar
 - f) UT1
 - g) Geocentro
 - h) Troposfera

GRUPO B**SUPUESTO 1**

La siguiente figura muestra el interferograma InSAR Sentinel-1 entre el 27 de abril y el 21 de mayo de 2022 del sur de la isla de Islandia. En esta región se registraron más de 3000 terremotos durante los meses de abril y mayo, a profundidades de 4-6 km y con magnitudes inferiores a 4.3.



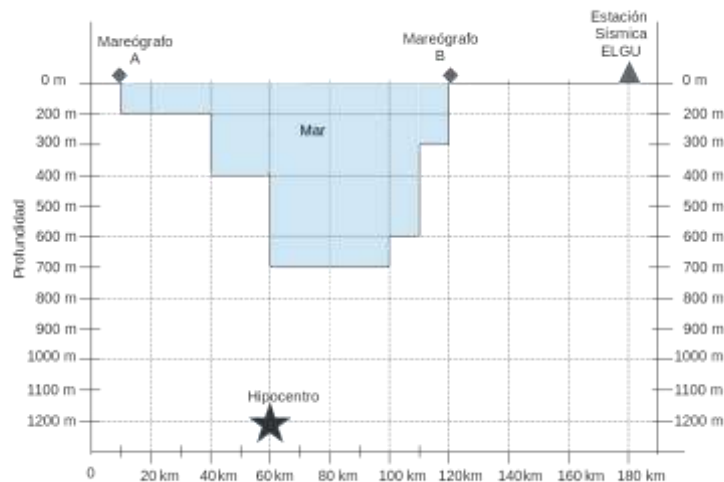
Fuente: modificado de Icelandic Met office / Vincent Drouin, Michelle Maree Parks

1. **[2 puntos]** Indique en qué consiste la técnica InSAR y qué datos proporciona para la vigilancia volcánica.
2. **[2 puntos]** Enumere las principales diferencias entre las técnicas geodésicas clásicas y las técnicas espaciales utilizadas en vigilancia volcánica, indicando sus correspondientes ventajas e inconvenientes.
3. **[2 puntos]** Describa y cuantifique la deformación del terreno (en cm) registrada en Islandia.
4. **[2 puntos]** La deformación podría estar causada por una intrusión magmática a 4-5 km de profundidad. ¿Cómo se puede llegar a esta conclusión?
5. **[2 puntos]** Las rocas de la superficie presentan magnetita, un mineral ferromagnético. Defina los conceptos de susceptibilidad magnética, temperatura de Curie y magnetismo remanente y sus características en los materiales ferromagnéticos.

GRUPO B

SUPUESTO 2

La siguiente figura muestra la localización hipocentral de un terremoto de magnitud momento M_w 6.5 ocurrido a 1.2 km bajo el mar. Asimismo, la figura muestra la estación sísmica más cercana al terremoto, ELGU, y los dos mareógrafos costeros más cercanos, A y B.



1. **[2 puntos]** Calcule el tiempo que tardan las primeras ondas sísmicas en llegar a la estación ELGU. Téngase en cuenta un modelo de Tierra de una única capa con velocidad de onda S constante $\beta = 2.5$ km/s y coeficiente de Poisson de 0.25. Razone su respuesta.
2. **[2.5 puntos]** Si el terremoto deforma simultáneamente la superficie del fondo marino en su epicentro, calcule el tiempo que tarda el tsunami generado en llegar a los mareógrafos A y B.
3. **[1 punto]** Calcule el tiempo disponible para avisar de la llegada del tsunami a las ciudades en las que están situados los mareógrafos, desde que se detecta el terremoto. Razone su respuesta.
4. **[2.5 puntos]** Suponga el caso concreto de ocurrencia de un tsunami en el mar de Alborán. Indique qué técnicas e instrumentos son necesarios para conseguir un sistema de alerta de tsunamis eficaz.
5. **[2 puntos]** Defina la magnitud momento M_w , la magnitud de ondas internas y la magnitud de ondas superficiales y explique las ventajas de M_w frente a las otras magnitudes.

GRUPO C

SUPUESTO 1

La Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada ha encargado al IGN la realización de un mapa en relieve de los Pirineos que cubra una zona de 468 km x 270 km.

1. **[1 punto]** Calcule la escala que debería tener el mapa teniendo en cuenta que el tamaño máximo de la impresión en relieve es de 89 cm x 125 cm.
2. **[1 punto]** Indique el sistema geodésico de referencia y la proyección a utilizar más adecuados. Razone la respuesta.
3. **[1.5 puntos]** Detalle la información a incluir en el mapa base y las fuentes de información a utilizar: bases cartográficas, topográficas, cartografía básica o derivada producidas por el IGN.
4. **[1 punto]** ¿Existe alguna temática que por la naturaleza del mapa en cuestión debiera incluirse, aunque no fuera representable a la escala?
5. **[2.5 puntos]** Con el proyecto definido, se pide enmarcarlo dentro de un Plan de Gestión de la Calidad. Señale los posibles controles de calidad, artificios de aseguramiento de la calidad y procesos de mejora continua que podrían aplicarse en cada fase.
6. **[1.5 puntos]** ¿Qué ventajas aporta un Plan de Gestión de Calidad dentro de un proyecto de producción cartográfica?
7. **[1.5 puntos]** En la búsqueda de la excelencia en el servicio, ¿qué mejoras de visualización se podrían incorporar a este mapa en relieve para proporcionar interactividad con el usuario?

GRUPO C

SUPUESTO 2

Se pretende automatizar la obtención de las áreas quemadas por los incendios forestales en España y su severidad con una periodicidad de 4 meses usando imágenes de satélite.

Conteste a las siguientes preguntas razonando sus respuestas:

1. **[2 puntos]** ¿Qué índice usado en Teledetección cree que es el más adecuado para determinar la severidad de las zonas quemadas?
2. **[2 puntos]** ¿Qué programa de satélites y sensor/es serían los más adecuados para establecer el procedimiento de obtención de la superficie quemada?
3. **[2 puntos]** ¿Cómo se obtendría la superficie de terreno quemado?
4. **[2 puntos]** ¿Cómo se evaluaría la calidad de los resultados obtenidos?
5. **[1 puntos]** En caso de que las bandas de las imágenes de satélite tengan diferentes resoluciones, ¿qué tratamiento previo debería aplicarse para obtener un resultado adecuado?
6. **[1 punto]** Para la cobertura de imágenes seleccionada, ¿qué combinación de bandas se debería usar para generar una imagen en color natural?

GRUPO D

SUPUESTO 1

Se va a diseñar un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Rutas Turísticas con el modelo conceptual de datos (diagrama de clases UML) del Anexo II.

1. **[1 punto]** Describa las siguientes relaciones del modelo conceptual de datos:
 - Ruta – Etapa
 - Etapa – SC_CRS (Sistema Geodésico de Referencia)

2. **[1.5 puntos]** Haga una propuesta de modelo físico de datos, indicando tablas, atributos, tipos de datos y valores posibles.

3. **[4.5 puntos]** En una primera versión del SIG se van a incluir las rutas del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. En este caso, los datos se proporcionan en un GPX (track) por etapa en 2D en coordenadas ETRS89 UTM30 (EPSG:25830), con los siguientes atributos:
 - Número_Ruta-Nombre_Ruta (*string*)
Ejemplo: “35-Ruta Cuerda Larga”
 - Descripción_Ruta (*string*)
Ejemplo: “Apasionante recorrido de alta montaña a lo largo de casi 20 kilómetros por las cumbres de Guadarrama”
 - Número_Etapa (*int*)
Ejemplo: 1
 - Nombre_Etapa (*string*)
Ejemplo: “Cuerda Larga”
 - Dificultad: 1 – 9 (*int*) (de menor a mayor dificultad)
Ejemplo: 8
 - Finalidad_Recorrido (*enumeration*): pie, bicicleta, ambos.
Ejemplo: “pie”
 - Duración_horas (*real*): tiempo estimado de recorrido a pie en horas
Ejemplo: 8
 - Tipo_Recorrido: todas las rutas son principales, no se recogen variantes ni derivaciones
Ejemplo: “Principal”

Indique los transformadores ETL necesarios para la carga de estos datos en el modelo físico, definiendo:

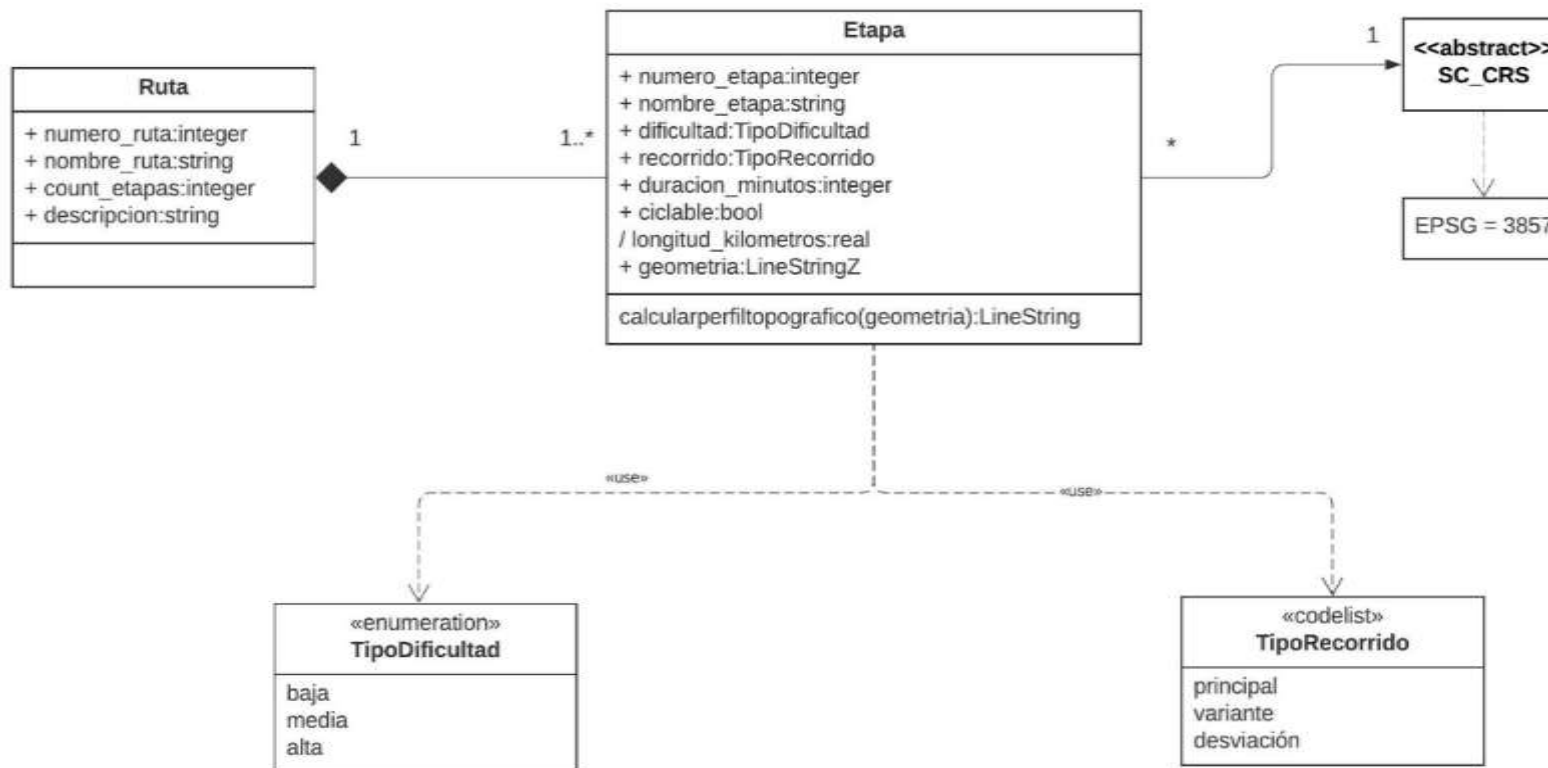
- Descripción del operador y parámetros en caso necesario
- Datos de entrada
- Datos de salida

4. **[3 puntos]** Escribir las sentencias SQL que permitan:

- Crear la tabla o tablas necesarias en una base de datos.
- Insertar la ruta de ejemplo del apartado 3 en la tabla o tablas necesarias.
- Seleccionar las rutas que tienen más de 30 km y dificultad media, ordenando el resultado por longitud de la ruta.

ANEXO II

Diagrama de clases UML Rutas Turísticas



GRUPO D

SUPUESTO 2

A raíz de la pasada erupción del volcán en la isla de La Palma, se quiere implementar un geoportal que permita la visualización y descarga de toda la información relacionada con el evento. Para ello, se dispone de dos capas actualizadas diariamente, una con entidades de tipo superficial con el avance de la lava y otra con entidades de tipo puntual con las bocas eruptivas.

1. **[5 puntos]** ¿Qué infraestructura/arquitectura informática se necesitaría para publicar los servicios? Indique las herramientas y componentes que se usarían para implementar la solución.
2. **[2 puntos]** Dada la siguiente petición a un servicio web estándar, explique los datos que devuelve, explicando cada parámetro e indicando si son o no obligatorios.

<http://www.ign.es/wms/volcan-palma?SERVICE=WMS&REQUEST=GetMap&VERSION=1.3.0&LAYERS=Lava,BocasEruptivas&STYLES=Lava.Default,BocasEruptivas.Default&FORMAT=image/png&CRS=EPSG:4258&BBOX=28,-18,29,-17&WIDTH=800&HEIGHT=500&TIME=2021-11-09&TRANSPARENT=TRUE&BGCOLOR=0xFFFFFFFF>

3. **[2 puntos]** ¿Cómo sería la petición a un servicio estándar de descarga de bocas de erupción para una zona que se encuentre entre los paralelos de latitud 28° 30' y 29° Norte y los meridianos de longitud 18° y 17° 30' Este, limitando la respuesta a un máximo de 10 entidades?
4. **[1 punto]** ¿Cómo se evaluaría la calidad de un servicio de visualización web estándar?