**La hoja de ruta**

**Orientación sobre cómo crear el sistema de referencia geoespacial de un país**

Versión 0.2

23 de mayo de 2025

|  |  |
| --- | --- |
| A blue feather on a black background  Description automatically generated | A logo with blue text  Description automatically generated |

**Acerca del UN-GGCE**

En su décima sesión de agosto de 2020, el Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial (UN-GGIM), al tomar la decisión 10/104, acogió con satisfacción y apoyó la oferta de Alemania de establecer y albergar lo que ahora se ha convertido en el Centro de Excelencia Geodésica Mundial de las Naciones Unidas (UN-GGCE) en el Campus de las Naciones Unidas en Bonn, Alemania. El UN-GGCE, creado en marzo de 2023, está concebido como un centro federado y agradece las ofertas de apoyo de los Estados miembros, incluidas las contribuciones financieras, las comisiones de servicio presenciales y las comisiones de servicio virtuales.

Para más información sobre el UN-GGCE, visite <https://ggim.un.org/UNGGCE/>

**Documento en desarrollo**

Esta es una versión preliminar de La Hoja de Ruta basada en la información de que dispone el GGCE-ONU a 7 de abril de 2025. A lo largo de 2025 se recopilará más información a medida que el UN-GGCE ponga en marcha sesiones de formación para el desarrollo de capacidades. Las actualizaciones de la Hoja de ruta se publicarán a lo largo de 2025 y a principios de 2026 se publicará una versión final en todos los idiomas de las Naciones Unidas.

**Opiniones y comentarios**

Agradecemos sus opiniones y comentarios sobre este informe.

Póngase en contacto con Nicholas Brown, Jefe de oficina, UN-GGCE, correo electrónico: [nicholas.brown@un.org](mailto:nicholas.brown@un.org)

**Contenido**

[Introducción 4](#_Toc210747084)

[Finalidad del presente documento 4](#_Toc210747085)

[¿Qué es un Sistema de Referencia Geoespacial? 4](#_Toc210747086)

[1 Comprender el actual Sistema de Referencia Geoespacial y las necesidades de las partes interesadas 6](#_Toc210747088)

[2 Comunique por qué es necesaria una actualización del Sistema de Referencia Geoespacial. 7](#_Toc210747089)

[3 Establecer una buena gobernanza 8](#_Toc210747090)

[4 Desarrollar estudios de viabilidad 9](#_Toc210747091)

[5 Crear un plan de proyecto 9](#_Toc210747092)

[6 Establecer una red GNSS 10](#_Toc210747093)

[7 Recoger datos GNSS 11](#_Toc210747094)

[8 Procese los datos GNSS 11](#_Toc210747095)

[9 Realice el ajuste geodésico nacional 12](#_Toc210747096)

[10 Desarrolle la transformación de 7 parámetros 13](#_Toc210747097)

[11 Desarrolle un modelo de movimiento, distorsión o deformación de la placa 14](#_Toc210747098)

[12 Desarrollo de un datum de altura física 15](#_Toc210747099)

[13 Actualice los documentos legales y normativos. 16](#_Toc210747100)

[Apéndice A: Libro de datos sobre geodesia 18](#_Toc210747101)

[Apéndice B: Plan de comunicación (Ejemplo) 19](#_Toc210747102)

[Alcance 19](#_Toc210747103)

[¿Quién dirige las comunicaciones? 19](#_Toc210747104)

[¿A quién van dirigidas las comunicaciones? 19](#_Toc210747105)

[Muy influyente 19](#_Toc210747106)

[Moderadamente influyente 19](#_Toc210747107)

[Antecedentes 19](#_Toc210747108)

[¿Qué es un Sistema de Referencia Geoespacial? 20](#_Toc210747109)

[Actualizaciones del Sistema de Referencia Geoespacial del país 20](#_Toc210747110)

[¿Quién dirige el proceso de actualización? 20](#_Toc210747111)

[Objetivos de comunicación 20](#_Toc210747112)

[Resultados de la comunicación 21](#_Toc210747113)

[Propietario del proyecto 21](#_Toc210747114)

[Responsables principales: 21](#_Toc210747115)

[Asesores: 21](#_Toc210747116)

[Socios del proyecto 21](#_Toc210747117)

[Mensajes clave 21](#_Toc210747118)

[Apéndice C: Ejemplo de caso empresarial de gravedad aerotransportada 22](#_Toc210747119)

[Información clave 22](#_Toc210747120)

[Contexto 24](#_Toc210747121)

[Consulta 25](#_Toc210747122)

[Archivos adjuntos 25](#_Toc210747123)

Introducción

Finalidad del presente documento

La visión del Centro de Excelencia Geodésico Mundial de las Naciones Unidas (UN-GGCE) es un futuro en el que todos los países cuenten con un sólido apoyo político a la geodesia que les permita -juntos- aplicar la Resolución 69/266[[1]](#footnote-2) de la Asamblea General y acelerar la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para obtener beneficios sociales, medioambientales y económicos. La clave para que un país alcance sus objetivos es un Sistema de Referencia Geoespacial preciso y fiable que le permita alinear y combinar la información geoespacial y tomar mejores decisiones.

La hoja de ruta orienta sobre cómo modernizar e implantar el GRS de un país para garantizar que todos los datos geoespaciales -ya procedan de mapas, imágenes por satélite o tecnologías habilitadas para GNSS- se alineen con precisión de forma unificada y coherente a escala nacional. Esta base respalda el posicionamiento preciso, sustenta las infraestructuras inteligentes, mejora la resistencia al cambio climático y a las catástrofes naturales y facilita la integración con los marcos geodésicos internacionales. La hoja de ruta también define las estructuras de gobernanza, orienta las responsabilidades institucionales y prioriza las inversiones en infraestructuras y desarrollo de capacidades.

¿Qué es un Sistema de Referencia Geoespacial?

El Sistema de Referencia Geoespacial de un país incluye una serie de elementos (Figura 1) entre los que se incluyen:

* Datums o marcos de referencia
  + Datums geométricos (por ejemplo, datums geocéntricos)
  + Datums físicos (por ejemplo, datums de altura)
* Métodos de transformación y conversión para transformar un datum a otro
* Normas para garantizar que la información de posicionamiento sea fácil de encontrar, accesible, interoperable y reutilizable (por ejemplo, EPSG, ISO).
* Infraestructura, incluida una red nacional de estaciones de referencia de funcionamiento continuo del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS CORS) y marcas topográficas.
* Un GRS moderno tiene un datum geométrico alineado con una realización reciente del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) y un datum físico que tiene una conexión bien definida con el Marco Internacional de Referencia de la Altura (IHRF)
* El GRS de un país puede aplicarse para:
  + definir la latitud, la longitud, la altura, la orientación y la gravedad;
  + modelar procesos dinámicos y geofísicos que afectan a las mediciones geoespaciales;
  + transformar y convertir datos;
  + garantizar que la información de posicionamiento sea fácil de encontrar, accesible, interoperable y reutilizable, y
  + proporcionar una red de estaciones terrestres autorizadas y precisas para apoyar las aplicaciones de posicionamiento.

Sin un GRS nacional, estrechamente alineado con el ITRF, los datos geoespaciales son incoherentes y poco fiables, lo que limita la capacidad de los Estados miembros para comprender y abordar retos complejos.

La exactitud del GRS de un país repercute en su capacidad para recopilar y gestionar información geoespacial integrada a escala nacional y tomar decisiones y políticas basadas en pruebas. Además de los campos tradicionales de la topografía, la cartografía y la navegación, un GRS preciso es esencial para las ciencias de la Tierra, el desarrollo económico y la sostenibilidad, la seguridad pública y la gestión de catástrofes, la administración de tierras y aguas, y la gestión medioambiental.

A diagram of a country

Description automatically generated

Figura : Ejemplo de Sistema de Referencia Geoespacial de un país.

*Orientación:*

* *En la parte superior de este diagrama hay un icono con un símbolo de pausa en el centro que representa el nuevo* ***datum estático*** *de un país. Un datum estático es aquel en el que las coordenadas de los elementos no cambian a lo largo del tiempo. Se mantienen fijos en una época determinada, por ejemplo, el 1 de enero de 2027. Un datum estático es útil para muchas aplicaciones en las que no se desea que las coordenadas cambien a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las coordenadas del límite de la propiedad de una casa. La mayoría de los datums estáticos modernos están alineados con realizaciones recientes del Marco Internacional de Referencia Terrestre -el ITRF- porque el marco de referencia de las constelaciones GNSS está alineado con la última realización del ITRF (en este momento es el ITRF2020).*
* Para cambiar entre el nuevo punto de referencia estático y el antiguo, como se muestra en la parte inferior del diagrama, hay que utilizar **parámetros de transformación**, como indica el icono azul del centro del diagrama. El datum estático proporciona una base sobre la que podemos combinar y alinear conjuntos de datos espaciales como imágenes por satélite, topografía, riesgos naturales y ubicación de edificios. Esta alineación mejora enormemente nuestra comprensión de los datos, que es fundamental para mejorar nuestra capacidad de toma de decisiones.
* Es componente siguiente es un **marco de referencia dependiente del tiempo**. Un marco de referencia dependiente del tiempo es aquel en el que las coordenadas de elementos como carreteras, vías fluviales o límites de propiedades cambian con el tiempo en función del movimiento de las placas tectónicas. Un ejemplo de marco de referencia dependiente del tiempo es el ITRF2020. Otro ejemplo es el Sistema Geodésico Mundial de 1984. Para transformar entre un datum estático y un marco de referencia dependiente del tiempo, podemos utilizar de nuevo parámetros de transformación. En este caso, hay 14 parámetros porque tenemos velocidades asociadas a cada uno de los 7 parámetros de transformación. Un Sistema de Referencia Geoespacial nacional puede incluir o no un marco de referencia nacional dependiente del tiempo. Un marco de referencia dependiente del tiempo es especialmente útil para los sistemas de transporte inteligentes, como los vehículos autónomos, y para los servicios basados en la localización, a fin de garantizar que los usuarios puedan acceder a conjuntos de datos geoespaciales en tiempo real en el mismo marco de referencia que la información de posicionamiento GNSS que reciben.
* La siguiente inclusión importante para un sistema de referencia geoespacial moderno son los componentes de geodesia física. Esto incluye **modelos geoidales** utilizados para transferir alturas geométricas a alturas físicas, y viceversa) y **datums de altura** , como se muestra en la parte derecha de este diagrama. Los datums de altura son un datum físico que define el punto cero para las mediciones de elevación o profundidad. Un ejemplo es el nivel medio del mar.

2. Comprender el actual Sistema de Referencia Geoespacial y las necesidades de las partes interesadas

Comprender el Sistema de Referencia Geoespacial actual y las necesidades de las partes interesadas es esencial antes de realizar cualquier cambio, ya que las actualizaciones pueden resultar costosas, lentas y perturbadoras si no son claramente necesarias. Los cambios innecesarios pueden malgastar recursos y afectar a sistemas que ya satisfacen las necesidades de los usuarios. Además, hay que tener en cuenta que cualquier componente actualizado no sólo debe estar justificado por la demanda de las partes interesadas, sino también cumplir los requisitos de precisión de los usuarios, tanto ahora como en el futuro.

**Acción 1.1:** Documentar el actual Sistema de Referencia Geoespacial en forma de Ficha Geodésica para su país (Apéndice A).

**Acción 1.2:** Elaborar un diagrama que describa el GRS de su país (Figura 1).

*Orientación:*

* *Utilícelo para comprender los elementos del GRS que tiene actualmente y cómo encajan entre sí. A continuación, puede presentarlo a las partes interesadas para explicar la situación actual en una sola página.*

**Acción 1.3:** Identificar y comprender las necesidades de las partes interesadas.

*Orientación:*

* *Consulte con las partes interesadas para determinar cuáles son sus requisitos de precisión para el GRS ahora y en el futuro. Además, debe conocer qué cambios jurídicos y políticos serían necesarios si se actualizara el GRS. Entre las partes interesadas figuran:* 
  + *Agencias gubernamentales, incluidas agencias nacionales de cartografía, registros de la propiedad, defensa, meteorología, política, aviación, marítima y espacial.*
  + *Sector privado: Empresas que dependen de datos geoespaciales para sus operaciones, como empresas de topografía, ingeniería, operadores de infraestructuras subterráneas, telecomunicaciones, agua, electricidad y proveedores de tecnología.*
  + *Instituciones académicas y de investigación: Universidades y organizaciones de investigación especializadas en ciencias geoespaciales que pueden aportar conocimientos especializados y apoyo a la investigación.*
  + *Organizaciones no gubernamentales (ONG): Organizaciones que utilizan datos geoespaciales para diversos fines, como la vigilancia del medio ambiente, la respuesta ante catástrofes y el desarrollo comunitario.*
  + *Asociaciones profesionales: Grupos que representan a profesionales del ámbito geoespacial, como topógrafos, cartógrafos y especialistas en SIG.*
  + *Público y grupos comunitarios: Colaboración con el público en general y las organizaciones comunitarias para conocer sus necesidades y preocupaciones en relación con los datos geoespaciales.*
  + *Organizaciones internacionales: Organismos que establecen normas y prácticas mundiales en materia de datos geoespaciales, garantizando la compatibilidad y la cooperación a escala internacional.*

**Acción 1.4:** Resumir las necesidades de las partes interesadas y decidir qué elementos de la GRS deben actualizarse.

*Orientación:*

* *Basándose en las necesidades de las partes interesadas, decida qué componentes de la GRS deben actualizarse para cumplir los requisitos actuales y futuros.*
* *Basándose en esta información, elija cuál de los pasos restantes debe realizar.*

**Acción 1.5:** Clasificar a las partes interesadas utilizando una matriz de su nivel de interés y su nivel de influencia (Figura 2).

A group of colorful rectangular boxes with text

AI-generated content may be incorrect.

Figura : Plantilla para identificar y clasificar a las partes interesadas.

*Orientación:*

* Evalúe el nivel de impacto y de influencia de las partes interesadas y considere el enfoque que utilizará para consultarlas o comunicarse con ellas.
* Cuando consulte o se comunique con las partes interesadas, haga hincapié en lo que pueden obtener y identifique los posibles obstáculos en la relación.
* Invierta el tiempo suficiente en este paso, ya que las partes interesadas determinarán el nivel de apoyo y los recursos de que dispone para llevar a cabo las actividades propuestas.

1. Comunique por qué es necesaria una actualización del Sistema de Referencia Geoespacial.

Para que la geodesia sea comprensible y visible para los responsables políticos, los estudiantes, el público en general e incluso los profesionales de campos que dependen de la geoespacial, es esencial simplificar sus conceptos, utilizar ejemplos relacionables y hacer hincapié en sus aplicaciones en el mundo real. En última instancia, la promoción de las contribuciones de la geodesia a la economía, el medio ambiente y la sociedad garantiza que se reconozca su papel vital en la resolución de los retos mundiales.

**Acción 2.1:** Crear y aplicar un plan de comunicación (Apéndice B).

*Orientación:*

* Para que la geodesia sea comprensible y visible para los responsables políticos, los estudiantes, el público en general e incluso los profesionales de campos que dependen de la geoespacial, es esencial simplificar sus conceptos, utilizar ejemplos relacionables y hacer hincapié en sus aplicaciones en el mundo real. En última instancia, la promoción de las contribuciones de la geodesia a la economía, el medio ambiente y la sociedad garantiza que se reconozca su papel vital en la resolución de los retos mundiales.
* Revisión de la presentación de las Comunicaciones del Taller de Desarrollo de Capacidades de UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/4_1_1%20-%20Communications.pptx>
* Revisión del material de comunicación de Australia (<https://www.icsm.gov.au/datum/gda2020-fact-sheets>) y Nueva Zelanda (<https://www.linz.govt.nz/sites/default/files/factsheet_modernising-height-data_20170913.pdf>

1. Establecer una buena gobernanza

El establecimiento de una buena gobernanza para la actualización de un sistema de referencia geoespacial garantiza una toma de decisiones clara, la rendición de cuentas y la coordinación entre las partes interesadas. Ayuda a gestionar eficazmente los riesgos, recursos y plazos, manteniendo el proyecto encauzado y alineado con las prioridades nacionales u organizativas. Una gobernanza sólida fomenta también la transparencia y la confianza de las partes interesadas, que son esenciales para la adopción generalizada y la sostenibilidad a largo plazo.

**Acción 3.1:** Establecer o reforzar una estructura de gobernanza de la geodesia a nivel nacional con un Comité Directivo de alta dirección y Grupos de Trabajo.

*Orientación:*

* La autoridad o agencia geodésica o geoespacial nacional suele ser la agencia principal responsable de supervisar el desarrollo, el mantenimiento y la implementación del GRS nacional. La autoridad o agencia geodésica o geoespacial nacional principal deberá colaborar y comunicarse con las partes interesadas identificadas en la evaluación de las partes interesadas (**Acción 1.3**).
* Debe crearse o reforzarse un Comité Directivo con miembros de alto nivel procedentes de diversos grupos de interesados clave. El Comité Directivo se encarga de la supervisión estratégica, fijando la dirección y garantizando el cumplimiento de las metas y objetivos generales de un proyecto o sistema.
* Los Grupos de Trabajo informan al Comité Directivo y se centran en la ejecución práctica de los proyectos, gestionando los recursos, los plazos y garantizando que las tareas se llevan a cabo de acuerdo con los planes del Comité Directivo.
* El Apéndice 1.1 del UN-IGIF[(https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP1%20-%20Appendices%2013Dec2019%20GLOBAL%20CONSULTATION.pdf](https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP1%20-%20Appendices%2013Dec2019%20GLOBAL%20CONSULTATION.pdf)) proporciona un modelo de Carta del Comité Directivo que incluye la misión, las funciones y los principios de un Comité Directivo.
* Revise la presentación sobre gobernanza del taller de desarrollo de capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/4_3_1%20-%20Governance.pptx>

1. Desarrollar estudios de viabilidad

Un estudio de viabilidad para actualizar el sistema de referencia geoespacial del país debe justificar la inversión describiendo claramente los beneficios, costes y resultados esperados. Proporciona a los responsables de la toma de decisiones pruebas que respaldan la financiación y el establecimiento de prioridades, alineando el proyecto con objetivos estratégicos más amplios del gobierno.

**Acción 4.1:** Desarrollar estudios de viabilidad que proporcionen un argumento claro y conciso que demuestre por qué merece la pena invertir en el GRS.

*Orientación:*

* Los estudios de viabilidad deben redactarse de forma que los responsables políticos puedan entenderlos y deben explicar por qué es necesario el cambio, los recursos necesarios, el valor o las ganancias potenciales para el país y los riesgos asociados al proyecto.
* El Apéndice 3.8 del UN-IGIF[(https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP3-Appendices-19Jun2020-GLOBAL-CONSULTATION.pdf](https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP3-Appendices-19Jun2020-GLOBAL-CONSULTATION.pdf)) ofrece un borrador de la estructura (y un ejemplo) de un estudio de viabilidad que abarca cinco perspectivas clave: el estudio estratégico (¿por qué ahora?); el estudio económico (cuantificar los beneficios financieros, incluidas las eficiencias de costes y los beneficios de bien público); el estudio comercial (cómo se involucrará a los clientes y socios potenciales); el estudio financiero (fuentes de financiación); y el plan de gestión (qué capacidades y recursos son necesarios para que la implementación se logre con éxito).
* Revisar la presentación de Desarrollo de estudios de viabilidad del Taller de Desarrollo de Capacidades de UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/4_2_1%20-%20WHAT%20Developing%20business%20cases%20&%20Group%20Activity.pptx>
* Revise la presentación de la Guía de Financiación de UN-IGIF <https://ggim.un.org/meetings/2025/Jeddah/documents/3.2_Sustainable_funding_guide_launch.pdf>
* Repasar el ejemplo australiano sobre cómo se elaboró un estudio de viabilidad y presentó al gobierno:
  + de la tercera reunión del Comité Consultivo Internacional del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/20250310%20Business%20Case%20PNT%20in%20Government%20-%20Australia.pdf>
  + Estudios de casos prácticos sobre el posicionamiento de la industria australiana <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/positioning-navigation/positioning-australia/case-studies>
  + Estudio sobre los beneficios económicos del posicionamiento de Australia <https://frontiersi.com.au/wp-content/uploads/2018/08/SBAS-Economic-Benefits-Report.pdf>
* Revise el Informe de mercado de la EUSPA <https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/external/publications/euspa_market_report_2024.pdf>
* Revisar el ejemplo de Victoria (Australia) en el que se desarrolló y presentó al gobierno un estudio de viabilidad para la adquisición de datos gravimétricos aerotransportados (Apéndice C).

1. Crear un plan de proyecto

La elaboración de un plan de proyecto es esencial para definir el alcance, el calendario, los recursos y las responsabilidades de la actualización de un sistema de referencia geoespacial. Proporciona una hoja de ruta estructurada que guía al equipo del proyecto, ayudándole a gestionar los riesgos y cumplir los plazos. Un plan claro también facilita la comunicación y la coordinación entre las partes interesadas, lo que garantiza el cumplimiento eficiente y eficaz de los objetivos.

**Acción 5.1:** Elaborar un plan de proyecto para los elementos de la GRS que vaya a actualizar que incluya el alcance, el calendario, los recursos y el presupuesto necesarios para el desarrollo del GRS.

*Orientación:*

* El Apéndice 1.4 del UN-IGIF (<https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP1%20-%20Appendices%2013Dec2019%20GLOBAL%20CONSULTATION.pdf>) proporciona una plantilla de un plan de acción a nivel nacional, teniendo en cuenta contenidos como las agencias implicadas, la persona de contacto, los objetivos, los resultados, el calendario, la estimación presupuestaria y la situación de la financiación en un solo documento
* Los Apéndices 1.5 y 1.6 del UN-IGIF[(https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP1%20-%20Appendices%2013Dec2019%20GLOBAL%20CONSULTATION.pdf](https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/SP1%20-%20Appendices%2013Dec2019%20GLOBAL%20CONSULTATION.pdf) ) contienen herramientas para supervisar y evaluar el plan, así como el establecimiento de indicadores de éxito para controlar los avances.

1. Establecer una red GNSS

Una red de infraestructura GNSS es fundamental para proporcionar los datos de posicionamiento de alta precisión necesarios para establecer y mantener un sistema de referencia geoespacial moderno. Permite el acceso en tiempo real a información de localización precisa y coherente en todo el país, apoyando a sectores como el transporte, la agricultura, la construcción y la respuesta a emergencias.

**Acción 6.1:** Diseñar una red GNSS

*Orientación:*

* Las estaciones deben encontrarse en un terreno estable con un hundimiento o levantamiento de la superficie mínimo. En estos lugares, el objetivo es proporcionar un marco estable, no observar el movimiento del terreno.
* Procure que el espaciado entre los emplazamientos GNSS sea relativamente coherente e incluya emplazamientos en las principales islas y lugares clave.

**Acción 6.2:** Instalar una red GNSS

*Orientación:*

* Considere el uso de la capacidad multi-GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) para mejorar la precisión y la resistencia.
* Garantice un registro coherente de los datos GNSS para su futura interoperabilidad y reutilización (es decir, formato RINEX, normas IGS).
* Estandarice las frecuencias de muestreo (por ejemplo, 1 Hz para aplicaciones en tiempo real, 30s para seguimiento geodésico a largo plazo).
* Mantenga registros de metadatos (ubicación de la estación, hardware, versiones de software, condiciones ambientales).
* Considere el uso de la información proporcionada en las Directrices del IGS para Estaciones de referencia de funcionamiento continuo en el IGS [: https://files.igs.org/pub/resource/guidelines/Guidelines\_for\_Continuously\_Operating\_Reference\_Stations\_in\_the\_IGS\_v1.0.pdf](https://files.igs.org/pub/resource/guidelines/Guidelines_for_Continuously_Operating_Reference_Stations_in_the_IGS_v1.0.pdf)
* Considere la posibilidad de utilizar la información facilitada en la Directriz del ICSM para la instalación y documentación de marcas de control topográfico [: https://www.icsm.gov.au/publications/guideline-installation-and-documentation-survey-control-marks-v22#:~:text=Guideline%20for%20Installation%20and%20Documentation%20of%20Survey%20Control%20Marks.](https://www.icsm.gov.au/publications/guideline-installation-and-documentation-survey-control-marks-v22#:~:text=Guideline%20for%20Installation%20and%20Documentation%20of%20Survey%20Control%20Marks)

1. Recoger datos GNSS

**Acción 7.1:** Recopilar y archivar datos CORS GNSS

*Orientación:*

* Establezca un repositorio de datos centralizado que podría ser un centro de datos alojado por el gobierno o un almacenamiento en la nube (AWS, Google Cloud, etc.). Garantice servidores de alta disponibilidad con energía de reserva y recuperación ante desastres.
* Disponga de copias de seguridad de los datos en distintas ubicaciones.
* Si es posible, archive los datos en su país y compártalos también con la organización científica regional que gestiona el marco de referencia regional (por ejemplo, APREF, EUREF, SIRGAS).

**Acción 7.2:** Recopilar y archivar los datos de la campaña GNSS**.**

*Orientación:*

* Propague el datum desde las CORS GNSS hasta las marcas topográficas donde la gente pueda acceder a él y utilizarlo. Para ello, se recomienda que los países emprendan una campaña geodésica para crear un vínculo entre las CORS GNSS y las marcas de control topográfico.
* Esto puede hacerse a través de campañas GNSS; desplegando temporalmente equipos GNSS en marcas de sondeo por todo el país. Mediante la medición precisa de la ubicación de esas marcas topográficas al mismo tiempo que se recopilan datos GNSS de las CORS GNSS, es posible crear enlaces (conocidos como líneas de base) entre los sitios y calcular coordenadas precisas en las marcas topográficas.

1. Procese los datos GNSS

**Acción 8.1:** Procesar los datos de las CORS GNSS

*Orientación:*

* El tratamiento continuo de los datos de las CORS GNSS es un proceso complejo. Se aconseja a la mayoría de los países que compartan sus datos CORS GNSS con la organización científica regional que gestiona el marco de referencia regional (por ejemplo, APREF, EUREF, SIRGAS) para que analicen los datos por ellos.
* Para saber cómo lo hace Australia, consulte el capítulo 9 del Compendio del Sistema de Referencia Geoespacial Australiano <https://www.icsm.gov.au/publications/australian-geospatial-reference-system-compendium>
* Consulte la información aquí <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/positioning-navigation/positioning-australia/geodesy/asia-pacific-reference-frame>
* Análisis de GNSS
* AUSPOS – Análisis de emplazamientos por GPS <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/positioning-navigation/geodesy/auspos>
  + OPUS – Análisis de emplazamientos GNSS <https://geodesy.noaa.gov/OPUS/>

**Acción 8.2: Procesar los datos de la campaña GNSS.**

*Orientación:*

* Considere el Informe sobre el Análisis de la Campaña GPS 2023 del Proyecto regional de geodesia para Asia y el Pacífico (APRGP) <https://un-ggim-ap.org/sites/default/files/media/docs/APRGP2023_AnalysisReport.pdf>

1. Realice el ajuste geodésico nacional

La realización de un ajuste geodésico nacional es crucial para el desarrollo de un datum moderno unificado, preciso y coherente. Integra datos procedentes de diversas fuentes, como GNSS, nivelación y observaciones gravimétricas, para minimizar los errores y discrepancias en la red geodésica nacional.

**Acción 9.1:** Elegir una realización y una época del ITRF con las que alinearse (por ejemplo, ITRF2020@2024).

*Orientación:*

* Los sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS) modernos, incluido el GPS, se basan en el ITRF como marco de referencia común. La alineación de un datum geodésico nacional con el ITRF garantiza un posicionamiento y una navegación precisos.

**Acción 9.2:** Elegir la restricción para el ajuste nacional

*Orientación:*

* La restricción utilizada para el ajuste es tradicionalmente un conjunto de "puntos de definición de datum" o emplazamientos de la "Red Fiduciaria". Por ejemplo, en Australia hay 109 emplazamientos de la Red Fiduciaria Australiana (AFN), que definen el datum australiano[(https://www.legislation.gov.au/F2017L01352/latest/downloads](https://www.legislation.gov.au/F2017L01352/latest/downloads)). Estos lugares se utilizan como restricción en el ajuste nacional en Australia.
* Si aporta datos a un marco de referencia regional, considere si podría utilizarse el análisis realizado en la determinación del marco de referencia regional.
* Para obtener una descripción detallada de esto desde una perspectiva australiana, consulte el capítulo 9 del Compendio del Sistema de Referencia Geoespacial Australiano <https://www.icsm.gov.au/publications/australian-geospatial-reference-system-compendium>.

**Acción 9.2:** Realizar un ajuste geodésico nacional

*Orientación:*

* El ajuste geodésico nacional se utiliza para actualizar o refinar las posiciones de los puntos de control geodésico utilizando GNSS, nivelación y otros datos geoespaciales. Este proceso corrige errores, tiene en cuenta los movimientos del terreno (como los desplazamientos tectónicos) y garantiza que todos los puntos de control estén alineados dentro de un marco de referencia geodésico unificado, como el ITRF o un datum nacional. El ajuste mejora la precisión y fiabilidad de las coordenadas utilizadas para cartografía, topografía, desarrollo de infraestructuras y aplicaciones científicas.
* Para acceder a software de ajuste geodésico de código abierto, consulte DynAdjust, <https://github.com/icsm-au/DynAdjust>.
* Revise la presentación sobre Alineación de los datums geodésicos nacionales con el ITRF del Taller de Desarrollo de Capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/1_2_3%20-%20Aligning%20national%20geodetic%20datums%20to%20ITRF.pptx>.
* Revise la presentación Qué es un ajuste geodésico del Taller de Desarrollo de Capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/2_1_2%20-%20What%20is%20a%20geodetic%20adjustment.pptx>.
* Revise la presentación sobre Cómo llevar a cabo un ajuste geodésico nacional del Taller de desarrollo de capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/2_2_1%20-%20How%20to%20undertake%20a%20national%20geodetic%20adjustment.pptx>.
* Presentaciones de formación sobre mínimos cuadrados
  + Presentación completa – <https://www.youtube.com/watch?v=T5YB_1Jpjp0> (1hr 42 mins)
  + Capítulo 1 - ¿Qué son los mínimos cuadrados y por qué los utilizamos en DCM? <https://youtu.be/0YkjHsVgGMk> (26 mins)
  + Capítulo 2 - ¿Por qué iteramos? <https://youtu.be/_iFg3Ho_cRI> (18 mins)
  + Capítulo 3 - Ponderación de las observaciones <https://youtu.be/2yQCWblrQGs> (10 mins)
  + Capítulo 4 - Restricciones <https://youtu.be/WcwKv-vWUtk> (7 mins)
  + Preguntas y respuestas sobre DynAdjust <https://youtu.be/WZN38NrPBeY>

**Acción 9.3:** Documentar el procedimiento e incluir el nuevo datum en las normas internacionales.

*Orientación:*

* Cree un documento de acceso público que describa el proceso utilizado para calcular el ajuste nacional. Por ejemplo, consulte el artículo publicado en la revista sobre el desarrollo del datum australiano más reciente [https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14498596.2023.2184429.](https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14498596.2023.2184429)
* Incluya el nuevo datum geodésico en la EPSG, el Registro Geodésico ISO y las normas de las agencias geodésicas nacionales.
* Incluya metadatos sobre fuentes de datums, precisión y metodología.
* Asegúrese de que se dispone de información suficiente para que los resultados sean reproducibles y accesibles al público en caso necesario.

1. Desarrolle la transformación de 7 parámetros

La transformación de 7 parámetros se utiliza para transformar las coordenadas del antiguo datum geodésico al nuevo datum geodésico.

*Orientación:*

* Consulte la presentación de Creación de parámetros de transformación del taller de desarrollo de capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/3_1_2%20-%20Example%20-%20Creating%20transformation%20parameters.pptx>.
* Este procedimiento sólo cubre la transformación Helmert (7 parámetros) - para desplazamientos de cuerpos rígidos. Para conocer los modelos de distorsión / deformación, consulte el paso 11.

**Acción 10.1:** A partir de las necesidades de las partes interesadas, definir la precisión necesaria para la transformación.

*Orientación:*

* Considere la información obtenida en el proceso de participación de las partes interesadas.

**Acción 10.2:** Recopilar conjuntos de datos de coordenadas tanto en el datum geodésico antiguo como en el datum geodésico nuevo.

*Orientación:*

* Utilice los puntos de control geodésico de mayor precisión. La incertidumbre posicional de las coordenadas utilizadas en el cálculo de los parámetros de transformación influirá en la precisión de los parámetros de transformación.
* Asegúrese de que la distribución de los puntos de control geodésico en los que tiene coordenadas en el datum antiguo y en el nuevo datum se distribuye de forma relativamente uniforme por el área de interés.

**Acción 10.3:** Calcular los parámetros de transformación

*Orientación:*

* Tradicionalmente, esto se hace utilizando el proceso matemático de mínimos cuadrados para calcular los parámetros de traslación (3), rotación (3) y escala (1). Consulte la presentación de Creación de parámetros de transformación del taller de desarrollo de capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/3_1_2%20-%20Example%20-%20Creating%20transformation%20parameters.pptx>.
* Valide la transformación comprobando los residuos y los errores tras el proceso de cálculo por mínimos cuadrados. Si es necesario, afine con puntos de datos adicionales.

**Acción 10.4:** Validar los resultados y comprobar si la precisión de los parámetros de transformación cumple los requisitos de las partes interesadas.

*Orientación:*

* Aplique los parámetros de transformación a puntos de prueba independientes y compare las coordenadas transformadas con los valores de referencia conocidos.
* Evalúe los residuos, el error cuadrático medio y la coherencia del conjunto de datos.

**Acción 10.5:** Documentar el procedimiento e incluir los parámetros de transformación en las normas internacionales.

*Orientación:*

* Cree un documento disponible públicamente que describa el proceso utilizado para calcular los parámetros de transformación.
* Incluya los parámetros de transformación en la EPSG, el Registro Geodésico ISO y las normas de las agencias geodésicas nacionales.
* Incluya metadatos sobre fuentes de datos, precisión y metodología.
* Asegúrese de que se dispone de información suficiente para que los resultados sean reproducibles y accesibles al público en caso necesario.

1. Desarrolle un modelo de movimiento, distorsión o deformación de la placa

En algunas situaciones, una transformación de 7 parámetros no es suficiente para transformar con precisión entre el antiguo datum geodésico y el nuevo datum geodésico. En estos casos, puede ser necesario un modelo de movimiento de la placa, deformación o distorsión para aplicaciones de alta precisión. Por ejemplo:

* Deformación no rígida en el datum de origen o de destino: si la transformación afecta a una región con movimientos tectónicos, hundimientos u otras deformaciones, una simple transformación de 7 parámetros no puede modelar las distorsiones locales.
* Distorsiones locales significativas en el datum antiguo: Los datums geodésicos antiguos suelen presentar distorsiones incoherentes debidas a levantamientos originales inexactos.
* Movimiento de las placas: Una transformación de 7 parámetros no tiene en cuenta el movimiento continuo de las placas tectónicas, que puede ser significativo en algunas regiones.

**Acción 11.1:** Decidir si se requiere o no un modelo de distorsión o deformación del movimiento de las placas.

**Acción 11.2:** Si es necesario, crear un modelo de distorsión o deformación del movimiento de las placas.

*Orientación:*

* Para obtener orientación sobre el desarrollo de un modelo de movimiento de placas 2D, consulte la Sección 7.2 del Compendio del Sistema de Referencia Geoespacial Australiano <https://www.icsm.gov.au/publications/australian-geospatial-reference-system-compendium>.
* Para obtener orientación sobre el desarrollo de un modelo de distorsión 2D, consulte el apéndice B del Compendio del Sistema de Referencia Geoespacial Australiano <https://www.icsm.gov.au/publications/australian-geospatial-reference-system-compendium>.
* Para obtener orientación sobre el desarrollo de un modelo de deformación 3D, consulte el modelo de deformación del Datum Geodésico de Nueva Zelanda 2000 <https://www.linz.govt.nz/guidance/geodetic-system/coordinate-systems-used-new-zealand/geodetic-datums/new-zealand-geodetic-datum-2000-nzgd2000/new-zealand-geodetic-datum-2000-deformation-model>.

1. Desarrollo de un datum de altura física

Un sistema de altura física es un marco teórico que define cómo se miden y se hacen referencias a las alturas. Incluye:

* Superficie de referencia: El modelo físico utilizado como referencia de altura cero (por ejemplo, geoide).
* Definición de alturas: Especifica si las alturas son ortométricas, normales, etc.
* Método de cálculo: Define cómo se obtienen las alturas (por ejemplo, nivelación con nivel de burbuja, modelos gravimétricos).

Ejemplos de sistemas de altura:

* Sistema de altura ortométrica: un sistema de altura ortométrica es un sistema de referencia de altura en el que las alturas se miden por encima del geoide en la dirección de la gravedad. Es el sistema más utilizado en topografía, cartografía e ingeniería porque representa "alturas físicas" que corresponden al flujo del agua (es decir, cómo influye la gravedad en la elevación).
* Sistema de altura normal - Un sistema de altura normal es un sistema de referencia de altura que se aproxima al sistema de altura ortométrica, pero es computacionalmente más sencillo y se utiliza ampliamente en Europa y algunas otras regiones. Se basa en el concepto de gravedad normal en lugar de en las variaciones reales de la gravedad a lo largo de la línea de plomada.

Un datum de altura física es una referencia física real utilizada para asignar alturas dentro de un sistema de alturas. Es la aplicación práctica de un sistema de altura.

* Normalmente se basa en un punto de referencia (punto físico) en el que se define una altura = 0.
* Puede determinarse a partir de mareógrafos (nivel medio del mar) o de un modelo geoidal.
* A menudo regional o nacional, lo que significa que diferentes países pueden tener diferentes datums de altura.

Ejemplos de datums de altura:

* Datum vertical norteamericano de 1988 (NAVD88): utilizado en los Estados Unidos (alturas ortométricas).
* Marco de referencia vertical europeo (EVRF2019): utilizado en numerosos países europeos (alturas normales).
* Datum de altura australiano (AHD): basado en el nivel medio del mar en los mareógrafos (alturas ortométricas normales).

**Acción 12.1:** Elegir un sistema de alturas y un datum de alturas a adoptar**.**

*Orientación:*

* Identifique las aplicaciones de altura más importantes en su país revisando los requisitos de las partes interesadas. Asegúrese de tener en cuenta tanto los requisitos terrestres como los marinos.
* Piense en la calidad de los datos sobre gravedad de su país. Si su país dispone de datos gravimétricos limitados, un datum basado en el sistema de altura normal puede ser más fácil de implantar y mantener, ya que no requiere modelos detallados de la densidad de la corteza terrestre, como lo haría un datum basado en el sistema de altura ortométrica.
* Al elegir un datum de altura físico (la realización del sistema de alturas), es necesario elegir un nivel de referencia cero que podría ser:
  + Nivel medio del mar (NMM) a partir de mareógrafos: Enfoque tradicional, pero varía con el tiempo.
  + Datum basado en el geoide: moderno y coherente con la gravedad, reduce las variaciones del nivel del mar.
* Una vez que haya elegido un nivel de referencia cero para el dato de altura, considere cómo accederá y utilizará la gente el dato de altura. Tradicionalmente, esto se hacía utilizando nivelaciones de alta precisión para propagar alturas físicas desde los puntos de referencia (por ejemplo, mareógrafos) a puntos de referencia topográficos en todo un país. En el caso de los datums basados en el geoide, esto puede hacerse mediante observaciones GNSS y la aplicación de un modelo de geoide para convertir las alturas elipsoidales en alturas físicas.
* También se debería tener en consideración:
* Las ventajas de mantener la coherencia con los datums de altura de los países vecinos.
  + El mantenimiento de los datums heredados para la continuidad jurídica y catastral.
  + Proporcionar modelos de conversación y transformación de datos entre los datos antiguos y los nuevos.
* Para obtener orientación más detallada sobre los datum de altura y los sistemas de altura, consulte la Parte C: Geodesia física del Compendio del Sistema de Referencia Geoespacial Australiano <https://www.icsm.gov.au/publications/australian-geospatial-reference-system-compendium>.
* Consulte la presentación sobre Datums de altura y modelos de geoide del taller de desarrollo de capacidades del UN-GGCE <https://ggim.un.org/UNGGCE/documents/3_2_1%20-%20Height%20Datums%20and%20Geoid%20Models.pptx>

**Acción 12.2:** Documentar el procedimiento e incluir el datum de alturas en las normas internacionales.

*Orientación:*

* Cree un documento disponible públicamente que describa el proceso utilizado para calcular los parámetros de transformación.
* Incluya la información del datum en la EPSG, el Registro Geodésico ISO y las normas de la agencia geodésica nacional.
* Incluya metadatos sobre fuentes de datos, precisión y metodología.
* Asegúrese de que se dispone de información suficiente para que los resultados sean reproducibles y accesibles al público en caso necesario.

1. Actualice los documentos legales y normativos.

Cuando los países actualizan sus datum geodésicos y físicos, deben tener en cuenta varios factores políticos y jurídicos para garantizar una transición fluida y mantener la continuidad de las infraestructuras nacionales, los sistemas jurídicos y las aplicaciones geoespaciales.

**Acción 13.1:** Trabajar con el equipo de planificación del proyecto para abordar las siguientes cuestiones.

* ¿Existen en su país leyes, reglamentos o políticas que deban actualizarse para reconocer oficialmente los nuevos datos?
* ¿Cómo afectarán los cambios a la coherencia jurídica de los títulos de propiedad, los registros catastrales y las definiciones de límites?
* ¿Ha colaborado suficientemente con las partes interesadas en topografía, infraestructuras, defensa y respuesta a emergencias?
* ¿Ha proporcionado orientación adecuada sobre cómo pueden utilizar los interesados el nuevo datum o la transición al nuevo datum?
* ¿Causará el cambio discrepancias en la definición de las fronteras al coordinarse con los países adyacentes?

Apéndice A: Libro de datos sobre geodesia

Documento en desarrollo - se distribuirá más adelante.

Apéndice B: Plan de comunicación (Ejemplo)

Alcance

Esta estrategia de comunicación aborda el modo de implicar y comunicar a las partes interesadas en la *actualización del Sistema de Referencia Geoespacial (GRS) nacional* (la actualización). Mediante un planteamiento planificado, la comunicación pretende:

* Aumentar la concienciación sobre la mejora
* Proporcionar material educativo sobre:
  + por qué es necesaria la actualización
  + qué se actualiza
  + cuándo se producen las actualizaciones
  + quién dirige la actualización
  + cómo obtener más información y asesoramiento específico sobre una cuestión concreta
* Interactúe activamente con el público a través de diversos canales.

¿Quién dirige las comunicaciones?

El Comité Directivo Nacional presidido por \_\_\_ con representantes de \_\_\_.

¿A quién van dirigidas las comunicaciones?

Los destinatarios de las comunicaciones son las personas afectadas por los cambios en el GRS. Se clasifican en las siguientes categorías generales.

Muy influyente

* Agencias gubernamentales \_\_\_
* Grupos de trabajo / comités a nivel gubernamental \_\_\_ debido a su dependencia del posicionamiento
* Profesores universitarios de \_\_\_
* Organizaciones profesionales espaciales y topográficas, entre ellas \_\_\_.
* Desarrolladores de aplicaciones informáticas como \_\_\_
* Medios de comunicación, incluyendo \_\_\_

Moderadamente influyente

* Agencias gubernamentales \_\_\_
* Industrias emergentes que utilizan datos espaciales (por ejemplo, transporte inteligente, servicios basados en la localización)
* Proveedores/agregadores de datos espaciales (por ejemplo, Google, Apple, Here)
* Comunidad de normalización (por ejemplo, ISO TC/211, OGC)
* Medios no espaciales de otras comunidades conectadas (por ejemplo, Building Information Modelling, desarrollo de aplicaciones, TIC, FME).
* Público

Antecedentes

¿Qué es un Sistema de Referencia Geoespacial?

El Sistema de Referencia Geoespacial de un país incluye una serie de elementos (Figura 1) entre los que se incluyen:

* Datums o marcos de referencia
  + Datums geométricos (por ejemplo, datums geocéntricos)
  + Datums físicos (por ejemplo, datums de altura)
* Métodos de transformación y conversión para transformar un datum a otro
* Normas para garantizar que la información de posicionamiento sea fácil de encontrar, accesible, interoperable y reutilizable (por ejemplo, EPSG, ISO).
* Infraestructura, incluida una red nacional de estaciones de referencia de funcionamiento continuo del Sistema Global de Navegación por Satélite y marcas topográficas para proporcionar una red fiable y precisa que sirva de apoyo a las aplicaciones de posicionamiento.
* Un GRS moderno tiene un datum geométrico alineado con una realización reciente del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) y un datum físico que tiene una conexión bien definida con el Marco Internacional de Referencia de la Altura (IHRF).
* El GRS de un país puede aplicarse a:
  + definir la latitud, la longitud, la altura, la orientación y la gravedad;
  + modelar procesos dinámicos y geofísicos que afectan a las mediciones geoespaciales;
  + transformar y convertir datos; y
  + garantizar que la información de posicionamiento sea fácil de encontrar, accesible, interoperable y reutilizable.

Sin un GRS nacional, estrechamente alineado con el ITRF, los datos geoespaciales son incoherentes y poco fiables, lo que limita la capacidad de los Estados miembros para comprender y abordar retos complejos.

La exactitud del GRS de un país repercute en su capacidad para recopilar y gestionar información geoespacial integrada a escala nacional y tomar decisiones y políticas basadas en pruebas. Además de los campos tradicionales de la topografía, la cartografía y la navegación, un GRS preciso es esencial para las ciencias de la Tierra, el desarrollo económico y la sostenibilidad, la seguridad pública y la gestión de catástrofes, la administración de tierras y aguas, y la gestión medioambiental.

Actualizaciones del Sistema de Referencia Geoespacial del país

*Orientación:*

* Basándose en los comentarios de las partes interesadas, explique por qué es necesario actualizar parte o la totalidad del GRS desde una perspectiva empresarial.
* Por ejemplo, ¿qué organismos públicos o industrias no pueden hacer algo porque el dato no es suficientemente preciso? ¿Qué aportará al país la actualización del GRS? ¿Cuál es el análisis coste-beneficio de realizar este trabajo?

¿Quién dirige el proceso de actualización?

*Orientación:*

* Identifique el Comité Directivo y los Grupos de Trabajo que se han creado.
* Explique el papel que desempeñarán estos grupos,

Objetivos de comunicación

* Atraer la atención de las partes interesadas que se verán afectadas por la mejora.
* Proporcionar información clara, precisa, receptiva, coherente y concisa.
* Utilizar diversos canales de comunicación para llegar a todos los grupos interesados.
* Proporcionar una comunicación clara y concisa para ayudar a garantizar que la llamada a la acción sea clara, que las preocupaciones se aborden lo antes posible y adelantarse a cualquier pregunta que pueda plantearse.

Resultados de la comunicación

* Se mantiene informados a los socios del proyecto sobre el progreso del mismo.
* Las partes interesadas disponen de la información necesaria para llevar a cabo la actualización.

Propietario del proyecto

Responsables principales:

Asesores:

Socios del proyecto

|  |  |
| --- | --- |
| Socio del proyecto | Participación |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Mensajes clave

*Orientación:*

* Estos son algunos ejemplos de cómo pueden adoptarse los mensajes clave en función de la audiencia:
* Para el Ministro: "La actualización de nuestro datum estático es crucial para potenciar las infraestructuras nacionales, mejorar la gestión de catástrofes y garantizar que nuestros datos geoespaciales se ajustan a las normas internacionales, impulsando en última instancia el crecimiento económico y la seguridad nacional."
* Para el público en general: "Un nuevo datum estático proporcionará mapas y servicios de localización más precisos, mejorando actividades cotidianas como la navegación, los límites de las propiedades y la respuesta a emergencias, haciendo que nuestras comunidades sean más seguras y eficientes."
* Sector agrario: "La adopción de un nuevo datum estático mejorará las técnicas de agricultura de precisión, lo que redundará en una mejor gestión de los cultivos, un uso optimizado de los recursos y un aumento de la productividad agrícola, beneficiando tanto a los agricultores como al medio ambiente."
* Sector sanitario: "Un nuevo dato estático mejorará la precisión de la cartografía de datos sanitarios, mejorando el seguimiento de enfermedades, la respuesta a emergencias y la planificación de la asistencia sanitaria, lo que en última instancia redundará en mejores resultados de salud pública."
* Sector del transporte: "La actualización de nuestro datum estático dará lugar a sistemas de navegación más precisos, una mejor planificación de las infraestructuras y redes de transporte más seguras y eficientes".
* Sector medioambiental: "Un nuevo datum estático proporcionará datos medioambientales más precisos, ayudando a una mejor supervisión de los recursos naturales, los impactos del cambio climático y los esfuerzos de conservación."
* Sector de planificación urbanística: "La adopción de un nuevo datum estático mejorará la planificación y el desarrollo urbanos, garantizando datos más precisos sobre el uso del suelo, un mejor diseño de las infraestructuras y mejores servicios públicos."
* Sector de servicios públicos: "La actualización de nuestro datum estático mejorará la precisión de la cartografía de los servicios públicos, lo que redundará en una mejor gestión de recursos como el agua, la electricidad y el gas, y reducirá el riesgo de interrupciones del servicio."

Apéndice C: Ejemplo de caso empresarial de gravedad aerotransportada

Información clave

**Descripción del proyecto**

1. El objetivo del proyecto es recoger datos de gravedad aerotransportados coherentes y distribuidos uniformemente sobre regiones de Victoria con el fin principal de mejorar la determinación de la altura a partir del posicionamiento GPS.
2. Los datos gravimétricos aerotransportados son necesarios para mejorar significativamente el modelo gravimétrico (conocido como modelo cuasigeoide gravimétrico) que permite determinar la altura a partir de dispositivos GPS.
3. La versión actual del modelo de gravedad tiene una incertidumbre de entre cinco y ocho centímetros. Los datos gravimétricos aerotransportados reducirán la incertidumbre del modelo a entre uno y tres centímetros.
4. Se necesitan datos gravimétricos aerotransportados sobre determinadas regiones de Victoria, entre ellas:
   * Gran Melbourne, donde faltan datos de gravedad coherentes en alta mar y en toda la bahía de Port Phillip. Los datos poco fiables tienen un efecto de degradación en el modelo de gravedad en tierra alrededor de Melbourne y la costa central de Victoria, donde se requiere que el modelo sea lo más fiable y preciso posible.
   * Victoria Oriental, donde el campo gravitatorio está escasamente muestreado debido a la escasa cobertura de estaciones gravitatorias y, en algunos lugares, a la baja precisión de las observaciones gravitatorias atribuida a las dificultades de acceso y observación precisa en zonas montañosas y boscosas.
5. Los datos gravimétricos aerotransportados sólo deben recogerse una vez para el modelo gravimétrico. Se trata de una adquisición única que reportará beneficios a Victoria ahora y en el futuro.
6. Los estudios gravimétricos aerotransportados implicarán el sobrevuelo de amplias regiones de Victoria.
7. Durante las operaciones de prospección, un pequeño avión de ala fija que lleva un gravímetro especializado volará a lo largo de líneas separadas entre sí por una distancia de uno a dos kilómetros.
8. La altitud sobre el nivel del suelo de la prospección será superior al umbral del espacio aéreo de aviación general de 150 metros designado por la Autoridad de Seguridad Operacional de la Aviación Civil de Australia (CASA). El contratista también está obligado a cumplir otras normas de CASA (por ejemplo, el aumento de la altura de vuelo sobre zonas edificadas por encima del umbral de CASA de 300 metros).
9. Los estudios gravimétricos aerotransportados no supondrán ninguna perturbación del suelo.
10. El acuerdo del proyecto incluye el requisito de que GA garantice que el contratista que realice los estudios de gravedad aéreos cumplirá los requisitos de una auditoría independiente de seguridad aérea.
11. El gravímetro instalado en la aeronave detecta diferencias sutiles en la fuerza de gravedad debidas a las distintas rocas de la tierra que hay debajo. El instrumento se denomina pasivo, en el sentido de que no emite ninguna señal y no tiene ningún impacto sobre las personas o los animales.
12. El DELWP coordinará la participación de las partes interesadas en los estudios gravimétricos aerotransportados.
13. Se ha preparado un plan de participación de las partes interesadas para los estudios gravimétricos aerotransportados (**Anexo 3**).
14. Es intención de DELWP, DJPR y GA notificar a las partes interesadas que puedan estar involucradas en actividades que puedan impactar o ser impactadas por los estudios de gravedad aerotransportados.
15. Los estudios aerotransportados abarcarán una amplia gama de tipos de terrenos, como zonas urbanas urbanizadas, zonas regionales, zonas de pastoreo, zonas de títulos y reclamaciones de nativos, explotaciones mineras y parques y reservas nacionales y estatales.
16. DELWP coordinará las acciones de participación de las partes interesadas, que incluyen un comunicado de prensa anunciando el proyecto antes de las operaciones de estudio y la notificación específica de las partes interesadas seleccionadas (como el gobierno local, las asociaciones agrícolas, las Partes Aborígenes Registradas, la Policía de Victoria, los administradores de parques y reservas).
17. El contratista deberá organizar todas las comunicaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones aéreas.

**Justificación del proyecto**

1. La determinación de la altura a partir del GPS es importante debido al aumento de la dependencia y las expectativas del posicionamiento GPS en las empresas y en nuestra sociedad.
2. La tecnología de posicionamiento GPS está mejorando rápidamente en términos de precisión y fiabilidad. En el presupuesto federal de 2018-19, el Gobierno australiano invirtió 224,9 millones de dólares en posicionamiento preciso para Australia. DELWP contribuye a esta iniciativa de "Posicionamiento de Australia", con la que se espera conseguir un posicionamiento de tres centímetros de precisión en cualquier lugar de Australia donde haya cobertura móvil y de diez centímetros en el resto.
3. Para aprovechar estos avances de la tecnología de posicionamiento GPS, es importante que el modelo de gravedad, que permite determinar las alturas del mundo real, sea lo más preciso y fiable posible.
4. El posicionamiento GPS es cada vez más accesible, lo que fomenta la innovación en aplicaciones existentes y emergentes, muchas de las cuales requieren información precisa sobre la altura. Por ejemplo:
   * Las prácticas topográficas modernas utilizan el GPS y el modelo gravimétrico para medir alturas con el fin de apoyar las actividades de construcción y desarrollo, en particular las relacionadas con la gestión del agua.
   * La cartografía aérea (por ejemplo, LiDAR) depende del modelo de gravedad y del posicionamiento GPS para crear modelos de elevación (por ejemplo, MDT).
   * Los modelos de elevación son un componente esencial en la planificación del desarrollo, la gestión del agua y las costas y el análisis de riesgos medioambientales (por ejemplo, inundaciones, subida del nivel del mar y riesgo de incendios forestales).
   * Una amplia gama de aplicaciones (por ejemplo, construcción, planificación, agricultura, transporte, servicios de emergencia) se verán favorecidas por la mejora de la altura GPS y la interacción con modelos de elevación y productos cartográficos mejorados.
5. Australia se dispone a implantar un marco de referencia de altura nacional modernizado, basado íntegramente en el modelo nacional de gravedad.
6. La obtención de datos adicionales sobre la gravedad y la mejora del modelo de gravedad son necesarias para garantizar que Victoria esté preparada para adoptar el nuevo marco de referencia de altura nacional y obtener todos sus beneficios.
7. El actual marco nacional de referencia de alturas, el Australian Height Datum 1971 (AHD71), se basa en el nivel medio del mar de finales de los años sesenta, contiene muchos errores y resulta engorroso cuando interactúa con la tecnología de posicionamiento GPS.
8. El nuevo marco nacional de referencia de alturas basado en un modelo gravitatorio funcionará a la perfección con la tecnología GPS y facilitará una determinación de alturas coherente, precisa y fiable en toda Australia.
9. A escala internacional (Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos) se están adoptando marcos de referencia de altura nacionales modernizados basados en modelos gravitacionales. En cada país, se obtuvieron datos de gravedad aéreos adicionales para mejorar el modelo de gravedad antes de su publicación.
10. Victoria, a través del DELWP, lidera en Australia estos estudios de gravedad aerotransportada con el fin de perfeccionar el modelo de gravedad y mejorar la determinación de la altura a partir del posicionamiento GPS.
11. Los datos gravimétricos también contribuirán a las aplicaciones de cartografía geofísica y geológica.
12. GA mantiene una base nacional de datos gravimétricos que incluye una combinación de datos gravimétricos terrestres y aéreos recogidos a lo largo de muchas décadas, la mayoría de los cuales se capturaron para apoyar la cartografía geofísica y geológica.
13. GSV (DJPR) ha obtenido datos gravimétricos aéreos sobre las costas de Gippsland y Victoria Occidental para apoyar la cartografía geofísica y geológica.
14. Reconociendo el interés compartido en los datos de gravedad aerotransportados y los beneficios de la colaboración, GSV (DJPR) contribuye a la financiación de este proyecto, en particular para densificar la captura de datos de gravedad sobre Victoria Oriental.
15. Los estudios gravimétricos aportan ventajas a otras aplicaciones, entre ellas:
    * permitir a los gestores del territorio obtener un amplio conocimiento de las reservas de aguas subterráneas;
    * ayudar a los ingenieros a identificar los principales riesgos naturales
    * ayudar a las empresas de exploración minera y energética a decidir dónde explorar.

Contexto

1. La geodesia, dentro de la SGV, se encarga de gestionar la infraestructura, los servicios y los marcos de referencia espacial que permiten un posicionamiento de alta precisión en beneficio de la comunidad victoriana. Esto incluye el desarrollo, el mantenimiento continuo y la mejora del marco de referencia para la altura.
2. La geodesia proporciona acceso al marco de referencia de altura nacional mediante infraestructura física e información digital, entre otras cosas:
   * red de más de 100 estaciones de referencia GPS que prestan servicios de posicionamiento por satélite en tiempo real en todo el estado de Victoria;
   * red de más de 40.000 marcas de control topográfico terrestre con información precisa de coordenadas.
3. Estos servicios se basan en el modelo de gravedad para proporcionar a los clientes un acceso fácil a información precisa sobre la altura, alineada con el marco de referencia nacional de alturas.
4. Otros grupos de la SLAI también suministran productos espaciales (por ejemplo, el conjunto de productos de elevación Vicmap) que dependen de la información de altura derivada del modelo de gravedad y de las conexiones con la red de marcas de control topográfico. Entre ellos se encuentran los modelos de contorno, de terreno digital y de elevación, muy utilizados por las administraciones públicas y la industria.
5. El modelo de gravedad actual, conocido como AUSGeoid2020, ha sido manipulado para aproximarse al actual marco de referencia de altura nacional (AHD71) y tiene una incertidumbre superior a los diez centímetros.
6. El modelo AUSGeoid2020 es un producto nacional desarrollado por GA que permite derivar alturas AHD71 a partir del posicionamiento GPS.
7. El modelo consta de un componente gravimétrico basado en mediciones de la gravedad y un componente geométrico.
8. La geodesia, dentro de la SGV, contribuyó al desarrollo del componente geométrico del modelo suministrando más de 300 marcas de control topográfico con alturas precisas AHD71 y alturas elipsoidales GPS.
9. El modelo AUSGeoid2020 tiene una incertidumbre superior a diez centímetros. Los topógrafos deben llevar a cabo estrategias de manipulación de datos (por ejemplo, transformación de emplazamientos) para mejorar la coherencia de las alturas derivadas del GPS con las marcas de control topográfico local.
10. Los datos gravimétricos utilizados en el desarrollo del modelo AUSGeoid2020 se han obtenido principalmente para aplicaciones geofísicas y de cartografía geológica. Los usuarios del posicionamiento GPS se han beneficiado sustancialmente del uso secundario de estos datos para apoyar la determinación de la altura a partir del posicionamiento GPS.
11. GA tiene una amplia experiencia en la adquisición de datos geofísicos aerotransportados y gestionará la obtención y adquisición de los datos del estudio gravimétrico aerotransportado.
12. DELWP, DJPR y GA diseñarán en colaboración los estudios gravimétricos aerotransportados y elaborarán el pliego de condiciones de la licitación abierta.
13. Puede ser necesario modificar la extensión de la zona del proyecto, en función de la financiación disponible y de las ofertas presentadas.
14. GA gestionará las adquisiciones, de acuerdo con las normas de contratación de la Commonwealth, contratará al contratista y gestionará la adquisición de los datos del estudio aerotransportado de la gravedad.
15. DELWP, DJPR y GA participarán en el proceso de evaluación de las ofertas, detallado en el acuerdo de proyecto.
16. Los datos obtenidos de los estudios gravimétricos aerotransportados (incluidos todos los derechos de propiedad intelectual de los datos) serán propiedad del Estado de Victoria a través de DELWP y DJPR.
17. El DELWP y el DJPR pondrán a disposición del público todos los datos gravimétricos aerotransportados en el marco del proyecto a través de la base de datos gravimétricos gestionada por GA.

Consulta

1. DELWP, DJPR y GA contribuyeron al desarrollo del acuerdo del proyecto NCF y del plan de participación de las partes interesadas, con la aprobación del personal jurídico de LUV, de contratación de DELWP y de participación de las partes interesadas de SLAI.
2. GA y DJPR también fueron consultados durante la preparación de este informe.
3. GSV ha preparado un escrito similar para el Secretario del DJPR.

Archivos adjuntos

|  |  |
| --- | --- |
| **Nº.** | **Nombre del archivo adjunto** |
| 1 | Acuerdo marco de proyecto de colaboración nacional (2020/828) |
| 2 | Acuerdo marco principal de colaboración nacional (Ref.: CMCG4003F-000881-1) |
| 3 | Plan de participación de las partes interesadas |

1. Resolución 69/266 de la Asamblea General de la ONU, 2015, <https://ggim.un.org/documents/a_res_69_266_e.pdf> consultado el 28 de mayo de 2024. [↑](#footnote-ref-2)