

# Buenas prácticas y casos de éxito en gestión de Información Geoespacial

Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial

Santiago de Chile 2020

Buenas prácticas y casos de éxito en gestión de Información Geoespacial por Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial -SNIT, se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.





**Buenas prácticas y casos de éxito en gestión de Información Geoespacial**  
Versión N°2, Santiago de Chile 2020

**Ministro de Bienes Nacionales**  
Julio Isamit Díaz

**Subsecretario de Bienes Nacionales**  
Álvaro Pillado Iribarra

**Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial - SNIT**  
Macarena Pérez García

---

#### EDITORES

**Pablo Morales Hermosilla y Catalina Tapia Johnson**  
Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial - SNIT

#### COEDITORA

**Cecilia Palma Jara**  
Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial - SNIT

#### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**Juan Pablo Meza Recabarren**  
Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial - SNIT

# Buenas prácticas y casos de éxito en gestión de Información Geoespacial

---

Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial



En los últimos años, y a nivel internacional, se han instalado en el imaginario tanto privado como público, las "Buenas Prácticas". Nuestro país no se ha quedado atrás en la implementación de estas experiencias con resultado positivo, y que han generado la optimización de los recursos físicos y humanos de las empresas o instituciones públicas, haciendo más eficaz su labor, contribuyendo al afrontamiento, regulación, mejora o solución de problemas de cada ámbito. Las Buenas Prácticas, además, colaboran en la mejor gestión y en la satisfacción usuaria.

En el marco de las actividades que realiza el Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial, SNIT, como ente coordinador de las instituciones para la gestión de la información territorial del Estado, establecido en el Decreto Supremo N°28/2006 del Ministerio de Bienes Nacionales, ha invitado a diversos organismos públicos a documentar mediante un formulario, una Buena Práctica que considerase oportuno compartir con la comunidad IDE Chile en materias de información territorial.

Durante este año 2019 hemos estado recopilando los documentos que en esta revista damos a conocer, conscientes de la importancia de que la compartimentación de experiencias positivas, pueden aportar y/o enriquecer las labores de otras instituciones y contribuir al mejoramiento en su gestión de información territorial; ya que una buena práctica es considerada como tal cuando es viable, responde a necesidades, ha tenido un impacto positivo en el quehacer institucional y posee un potencial de repetición, de manera tal, que puede ser replicada o adaptada a otros contextos.

Dicho lo anterior, espero que la lectura de esta revista contribuya de alguna manera para mejorar nuestras actividades profesionales en materias de información geoespacial, en miras a conseguir optimizar los recursos físicos y humanos que nuestro país requiere para seguir creciendo.

Les saluda especialmente,  
**Julio Isamit Díaz**  
**Ministro de Bienes Nacionales**

## Índice

<b>Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial IDE Chile</b>	<b>8</b>
<b>Buenas prácticas y casos de éxito a nivel central</b>	<b>21</b>
Avances en la Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE) del Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)	22
Avanzando en la determinación de la calidad: Exactitud posicional de la nueva Cartografía Digital a escala 1:25.000	30
Desarrollo de registro arqueológico georreferenciado en la Provincia de Tucumán en marco de proyecto de cooperación binacional Chile – Argentina.	38
El Instituto Geográfico Militar (IGM) incorpora la capacidad de operar RPAS (drones) en la obtención de cartografía a escala grande.	42
Catastro Nacional de Campamentos.	48
Manejo de datos GNSS libres para realizar trabajos georreferenciados en el Sistema de Referencia Nacional Oficial y su relación con SIRGAS y los Sistemas de Referencia Globales.	56
<b>Buenas prácticas y casos de éxito a nivel regional</b>	<b>65</b>
Indicadores Cartográficos, una estrategia para hacer seguimiento a los Instrumentos de Planificación y Ordenamiento del Territorio.	66
Sistema de Información Territorial Tarapacá Metodología para cartografiar la inversión subtítulo 31.	74
<b>Buenas prácticas y casos de éxito en la academia</b>	<b>85</b>
Supercomputación, imágenes satelitales y resiliencia: al servicio de la sociedad.	86
Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC asociado a SIRGAS.	96



# Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial IDE Chile

Secretaría Ejecutiva SNIT  
Ministerio de Bienes Nacionales

[www.ide.cl](http://www.ide.cl)

El Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial (SNIT) es un mecanismo de coordinación institucional permanente creado por el Decreto Supremo N°28/2006 del Ministerio de Bienes Nacionales, con el fin de optimizar la gestión de información geoespacial del país. Las principales funciones del SNIT, tienen relación con coordinar acciones destinadas a fortalecer el soporte institucional que requiere la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile a nivel sectorial y regional; dar acceso a la información geoespacial del país a través de plataformas tecnológicas y buenas prácticas; promover el uso de la información geoespacial para la generación de políticas públicas y la toma de decisiones en las instituciones del Estado; y apoyar el fortalecimiento y creación de capacidades en los procesos de gestión de información geoespacial.

Bajo el alero del Ministerio de Bienes Nacionales, la Secretaría Ejecutiva SNIT, es la responsable de la coordinación operativa para el desarrollo y consolidación de este Sistema. Para abordar esta labor, actualmente se han establecido tres áreas de trabajo: el Área de Coordinación; el Área de Información Geográfica y Normas; y el Área de Tecnología.

## Área de Coordinación

Esta Área tiene la misión de mantener la coordinación operativa del Sistema, procurando fortalecer a las instituciones para la implementación y consolidación de sus IDEs tanto a escala sectorial como regional. Dentro de sus objetivos de trabajo es posible mencionar el traspaso de capacidades a profesionales y técnicos en materias relacionadas a Infraestructura de Datos Geoespaciales, la cooperación y trabajo en conjunto con instituciones a través de convenios de colaboración, la participación en instancias multisectoriales relacionadas a información territorial y mantener áreas de trabajo temáticas de acuerdo a las necesidades del Estado.

Dentro de las principales instancias que coordina esta área se encuentran:

### **Consejo de Ministros de la Información Territorial:**

Este Consejo está presidido por el titular del Ministerio de Bienes Nacionales. Su función es resolver y proponer las orientaciones generales y acciones específicas del sistema en lo relativo a la consolidación de la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile.

### **Comité Técnico de Coordinación Interministerial:**

Este comité está presidido por la Secretaria Ejecutiva del SNIT e integrado por representantes de las autoridades que participan en el Consejo de Ministros de la Información Territorial. Su función es asesorar y apoyar a la Secretaria Ejecutiva en lo relativo a las políticas de gestión de información territorial y en el desarrollo y consolidación de la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile.

### **Coordinaciones Regionales SNIT:**

Las coordinaciones son de responsabilidad de cada Intendente, quien debe nombrar a un profesional del Gobierno Regional, para conformar la mesa de coordinación regional, la que debe estar integrada por los diferentes Servicios Públicos y Municipalidades, para la consolidación de la Infraestructura Regional de Datos Geoespaciales.

### **Áreas Temáticas:**

Estas instancias de trabajo son responsabilidad del ministerio del ramo que corresponda según lo establecido en el D.S N°28. Al respecto, el Ministerio de Bienes Nacionales debe mantener la coordinación permanente de las distintas instituciones del área involucrada y todo lo relacionado con la correcta aplicación de la Política de Gestión de la Información Territorial en el área específica.

### **Participación Internacional:**

A través de la Secretaría Ejecutiva del SNIT del Ministerio de Bienes Nacionales, nuestro país forma parte del Comité de Expertos de las Naciones Unidas para la Gestión Global de Información Geoespacial (UN-GGIM)<sup>1</sup>. Este Comité está compuesto por los Estados miembros de las Naciones Unidas, con el objeto abordar los desafíos mundiales relacionados con el uso de la información geoespacial.

En el ámbito regional, la Secretaria Ejecutiva del SNIT, Macarena Pérez García, lleva la Vicepresidencia del Capítulo Americano de UN-GGIM por el período 2018-2021, cumpliendo la función de Rapporteur en la 8° y 9° Sesión anual del Comité Global. En el ámbito de las Américas, a partir de la definición del plan de trabajo para el período señalado, nuestro país se encuentra a cargo de la coordinación del grupo de trabajo asociado a la Infraestructura de Datos Geoespaciales de la región de las Américas.<sup>2</sup>

1 <http://ggim.un.org/>

2 <http://www.un-ggim-americas.org/>

## Área de Información Geográfica y Normas

El Área de Información Geográfica y Normas de la Secretaría Ejecutiva del SNIT, tiene por objetivo llevar adelante iniciativas tendientes a aumentar el acceso a información geográfica estandarizada, para la toma de decisiones vinculadas al territorio y al uso eficiente de los recursos de información en los organismos públicos.

Actualmente, para difundir y dar acceso a la información geográfica pública, se encuentra disponible a través del sitio web de la IDE Chile, la descarga de más de 1.400 recursos de información, 1.500 servicios de mapas y más de 11.000 fichas de metadatos.

En este contexto, y con el objetivo de brindar a la comunidad nacional datos públicos estandarizados, de calidad, interoperables y oficiales, se ha llevado adelante la iniciativa de conformar grupos de trabajo de gestión y estandarización de información geográfica, en los cuales participan instituciones públicas a nivel central y regional.

### Grupos de trabajo de Gestión y Estandarización de Información Geográfica

La iniciativa de conformar grupos de gestión y estandarización de información geográfica surge de la necesidad de brindar al país información estandarizada, pública y reconocida por los distintos actores como la fuente de mayor confiabilidad y oficialidad para la toma de decisiones.

Para el desarrollo de estos grupos y planificar su funcionamiento y objetivos particulares, se procedió a un diagnóstico general de las distintas temáticas de la información base nacional y el estudio de buenas prácticas internacionales desarrolladas por iniciativas IDE en Europa, Australia, Estados Unidos y Japón, donde la conformación de grupos de trabajo es una práctica adoptada con la finalidad de consensuar aspectos técnicos, compartir datos, aplicar normas internacionales ISO e intercambiar y establecer buenas prácticas entre los actores.

Como parte del diagnóstico inicial, cabe considerar que en el país una de las particularidades es la carencia en algunos ámbitos de datos geográficos bases que posean los requerimientos técnicos adecuados en cuanto a su geometría, exactitud posicional, temporalidad y completitud, entre otros. En este sentido, los Grupos de Trabajo

de IDE Chile han tomado adicionalmente como uno de sus objetivos, brindar al país datos geográficos confiables, bajo los principios de las normas internacionales ISO y con los requerimientos técnicos necesarios para realizar análisis geoespaciales fiables, los cuales contarán con el reconocimiento del Consejo de Ministros de Información Territorial. Para el cumplimiento de este objetivo se ha trabajado en base a la sincronía y colaboración con las instituciones de referencia en el desarrollo de cartografía del país y la participación de sus profesionales expertos.

Actualmente los Grupos de Trabajo Gestión y Estandarización de información geográfica son:

#### Grupo de Trabajo - Geodesia

El objetivo de este grupo es proporcionar asesoramiento sobre temáticas geodésicas a los organismos públicos que forman parte de IDE Chile. Para conocer más acerca de este grupo de trabajo, visitar el siguiente <https://bit.ly/3aexjIF>

Documento "Sistema de Referencia Geodésico para Chile SIRGAS Chile, época 2016.0"  
<http://bit.ly/2FuFh35>

Documento "Geodesia en Chile: teoría y aplicación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)"  
<http://bit.ly/2IACaY7>

#### Grupo de Trabajo - División Política Administrativa

El objetivo de este grupo de trabajo es contar con capas de información únicas, públicas y oficiales de los límites del país. Para saber más visite: <https://bit.ly/2y4P6nt>

Capa de la División Política Administrativa del país:  
<https://bit.ly/2WCLJ7J>

#### Grupo de Trabajo - Hidrografía

Su objetivo es estandarizar la información hidrográfica del país y obtener capas únicas y oficiales entorno a la hidrografía. Para mayor información de este grupo ingresar a: <https://bit.ly/2J8qX1v>

Actualmente, se cuenta con una metodología consensuada y con un piloto de su aplicación para la región de Coquimbo.

**Grupo de Trabajo – Imágenes**

El grupo de imágenes ha acordado el objetivo de desarrollar una estrategia nacional para la adquisición y levantamiento de Imágenes, en perspectiva de hacer más eficiente el gasto público en imágenes y recursos asociados en los organismos públicos. Para saber más de este grupo, visite: <https://bit.ly/3dqPufZ>

Disposición de DEM Alos palar:

<https://bit.ly/3dudYp1> y <https://bit.ly/33Fo2a4>

**Grupo de Trabajo – Transporte**

El grupo de Transporte ha consensado el objetivo de aumentar la disponibilidad y estandarizar la información de transporte del país. Para conocer más acerca de este grupo, visite: <https://bit.ly/3bjjvwa>

Capa de la Red de Interconexión del país para la descarga:

<https://bit.ly/2vKlkDJ>

**Grupo de Trabajo – Parcelas Catastrales**

El objetivo del Grupo de Parcelas Catastrales, es aumentar la disponibilidad y estandarizar la información predial pública. Para más detalles de este grupo visite: <https://bit.ly/33Dsw0X>

Capa de Predios de 170 comunas del país:

<https://bit.ly/2UebX8P>

**Grupo de Trabajo – Ejes Viales**

Este grupo de trabajo se ha propuesto el objetivo de contar con una capa de información de ejes viales de las ciudades capitales del país con capacidades de geocodificación, con carácter de única, pública y oficial. Para conocer más antecedentes de este grupo visite el siguiente enlace: <https://bit.ly/2UbkGsi>

**Grupo de Trabajo – Información Regional**

El Grupo de Información Regional, tiene por objetivo apoyar la gestión de la información geográfica a escala regional; compartir buenas prácticas entre los gobiernos regionales (GORE); y estandarizar la información vinculada a la inversión y el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT).

En este grupo de trabajo participan activamente todos los gobiernos regionales del país, mediante los coordinadores regionales SNIT. En el

marco este grupo de trabajo, se han desarrollado mediante videoconferencias reuniones de consenso con los coordinadores regionales, donde se ha logrado establecer modelos de datos lógicos para la información de inversión regional. Para mayores antecedentes visite: <https://bit.ly/2vJxj4p>

**Grupo de Trabajo – Infraestructura Pública**

El objetivo del grupo de trabajo es contar con capas de información únicas, públicas y oficiales de los establecimientos educacionales y hospitalarios públicos del país. Para conocer mayor información de este grupo visite: <https://bit.ly/3bnCZzY>

**Grupo de Trabajo – Patrimonio**

El Grupo de Patrimonio, tiene por objetivo estandarizar la información vinculada al Patrimonio. Para mayor información visite: <https://bit.ly/2UJrFI7>

## Área de Tecnología

El Área de Tecnología debe proveer y mantener las herramientas que permitan acceder a la información territorial generada por las instituciones públicas que forman parte de la IDE Chile. Además de cumplir un rol asesor de las instituciones que están desarrollando el componente Tecnológico de sus IDEs.

Hoy, la principal herramienta es el Geoportal de Chile, plataforma en donde los usuarios pueden buscar, acceder, descargar y ver información territorial.

De forma complementaria el Área de Tecnología ha desarrollado GEONODO, herramienta gratuita que se entrega a las instituciones públicas y universidades que lo requieran, para que puedan proveer información territorial al GeoPortal de Chile. Entendiendo que la implementación de un SIG Institucional y la posterior ampliación a una IDE no es una tarea sencilla, esta área de la Secretaría Ejecutiva del SNIT, en su rol de asesor ha desarrollado una metodología que permite implementar un Modelo de Gestión de Información Territorial, para asegurar el éxito del SIG y de la IDE en cada institución.

### GEONODO

GEONODO es una aplicación web de código abierto desarrollada por la Secretaría Ejecutiva del SNIT, para planificar, crear, publicar, compartir, analizar y usar información territorial. Tiene por objetivo ser un nodo proveedor y de esta forma aumentar la diversidad de información territorial disponible para los usuarios y tomadores de decisiones de la IDE Chile.

Se destaca que GEONODO es la única aplicación web que permite abordar las etapas del ciclo de vida de la Información, que corresponden a las siguientes:

#### Planificación

En esta fase inicial se puede documentar las necesidades de los participantes de una institución, diseñando productos informativos y modelos de datos, que en una etapa posterior tendrán su representación a través de un visor de mapas o cuadro de mando.

#### Producción y Almacenamiento

Se cuenta con un conjunto de funciones que permite la carga de datos proveniente de diversas fuentes, como archivos shape, kml, base de datos, servicios, sensores, imágenes, documentos, nubes de puntos, entre otros. Se destaca Geonodo Collect, aplicación móvil que permite recolectar datos en terreno.

#### Publicación

El administrador podrá crear y publicar, visores de mapas, cuadros de mando (dashboard), servicios y metadatos, los cuales quedarán disponibles en un centro documental o catálogo. Estas publicaciones pueden ser de acceso abierto o privados.

#### Utilización

Finalmente, los usuarios por medio de los productos informativos diseñados en la etapa de planificación, podrán descubrir, acceder y analizar la información territorial publicada, y de esta forma facilitar sus procesos de toma de decisiones.

#### Documentación técnica de Geonodo

A través del siguiente vínculo <https://docs.geonodosoft.cl>, es posible acceder a la documentación técnica para que los usuarios puedan conocer, usar, administrar y realizar la instalación de Geonodo.

Cada año la Secretaría Ejecutiva del SNIT realiza mejoras a la aplicación incluyendo nuevos requerimientos propuestos por sus usuarios e incorporando nuevas tecnologías. Durante el año 2019 se desarrollaron las siguientes mejoras para Geonodo:

- » Conexión a Fuentes de Datos diversas, como: bases de datos, sensores, servicios, nubes de puntos, entre otros.
- » Cuadros de mando dinámicos, mediante el diseño de infografías que permiten visualizar información geoespacial y datos estadísticos.
- » Desarrollo de Motor de Workflow que permite diseñar flujos de trabajo y asignar tareas a los usuarios.
- » Sistema de reporte de errores o mejoras, por parte de las instituciones que utilizan Geonodo.



- » Visor de mapas 3D, que permite realizar cálculos de distancias, altura y volumen.
- » Diseñador de reportes conectado a la base de datos, para generación automática de documentos.

De forma adicional, en febrero de 2019, el Área de Tecnología se adjudicó un proyecto del Fondo de Cooperación Chile-México administrado por la Agencia de Cooperación para el Desarrollo (AGCID Chile) con una duración de 18 meses, denominado **“Fortalecimiento de las plataformas de información geoespacial GEONODO y Mx-SIG en Chile - México y países de América Latina y el Caribe”**, el cual tiene por objetivo general fortalecer las infraestructuras de datos geoespaciales para el aprovechamiento de información territorial en la toma de decisiones. Este proyecto se está desarrollando en conjunto con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

Los resultados esperados de este proyecto son los siguientes:

1. Herramientas tecnológicas fortalecidas e implementadas como un componente de la IDE de Chile y México.
2. Herramientas tecnológicas transferidas a 4 países de América Latina y el Caribe



Foto: Equipo Secretaría Ejecutiva SNIT - Junio de 2019

1

**Buenas  
prácticas y  
casos de éxito**  
a nivel central

---

# Avances en la Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE) del Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)

Comité Técnico IDE-MBN<sup>1</sup>  
Ministerio de Bienes Nacionales

Una Infraestructura de Datos Geoespacial (IDE) es un sistema de gestión de información compuesto por un conjunto de: datos, normas, estándares, tecnologías, políticas, acuerdos institucionales, y recursos humanos, para: generar, adquirir, procesar, distribuir, usar, mantener y preservar dicha información.

El Ministerio de Bienes Nacionales (MBN) tiene el mandato de "formar y conservar el catastro de los bienes raíces de propiedad fiscal y de todas las entidades del Estado". En este contexto, el MBN se encuentra avanzando en la implementación de un modelo de trabajo bajo el concepto de IDE, que permita gestionar toda la información territorial generada mediante la ejecución de las labores propias de la Institución. Es por ello que, en marzo del año 2018, se constituye el Comité Técnico de IDE del MBN. Los avances en este trabajo se exponen a continuación.

<sup>1</sup> Conformado por las Divisiones de: Catastro; Bienes Nacionales; División Constitución Pequeña Propiedad Raíz; Administrativa; Jurídica; División de Planificación y Presupuesto; SIAC; SNIT.

### Definición de IDE

Una IDE está compuesta por la información o un conjunto de "capas" que constituyen la base geográfica que representan diversos contenidos temáticos generados al interior de las instituciones. La información va acompañada por metadatos (información acerca de un recurso) que permiten documentarla de una manera estandarizada y hacen posible su descubrimiento y consulta a través de catálogos. Un segundo componente corresponde a las herramientas tecnológicas, que permiten editar, procesar, analizar y publicar información geoespacial. El tercer componente son las normas que establecen un marco para poder trabajar y transferir la información; ellas son fundamentales para que exista interoperabilidad entre los sistemas, aplicando estándares y recomendaciones técnicas que establecen conceptos comunes, protocolos de comunicación y formatos de los datos geográficos. Como cuarto componente se constituyen las políticas e institucionalidad que formalizan los objetivos, funciones y responsabilidades, para desarrollar una adecuada gestión de información geoespacial en una institución. Por último, el capital humano es necesario para la implementación de una IDE, para su coordinación y procesos, tales como edición de cartografía, análisis de información y generación de productos con valor agregado, creación de metadatos, y administración de servicios Web, entre otros.

### Gestión de información territorial e IDE MBN

A través del MBN, el Fisco de Chile administra alrededor del 54% del territorio nacional, siendo el mayor propietario inscrito a lo largo del país y, por tanto, un actor relevante respecto a la gestión de información territorial para la toma de decisiones y la implementación de políticas públicas.

Las facultades de adquisición, administración y disposición sobre los bienes del Estado o fiscales, que corresponden al Presidente de la República, las ejerce a través del MBN (Ex Ministerio de Tierras y Colonización); y es responsabilidad de este Ministerio "formar y conservar el catastro de los bienes raíces de propiedad fiscal y de todas las entidades del Estado", según el D.L. N° 1.939 de 1977. En este sentido, es la División del Catastro Nacional de los Bienes del Estado quien tiene, entre otras funciones, estudiar, proponer y controlar el cumplimiento de las normas destinadas a la formación y conservación actualizada del catastro de los bienes nacionales de uso público, de los bienes raíces de propiedad fiscal y de todas las entidades del Estado, mantener actualizado el catastro general de dichos bienes y entregar directrices en

materias de cartografía, topografía y geodesia, de acuerdo a la Ley Orgánica D.L. N° 3.274 de 1980 y el Reglamento Orgánico - Decreto Supremo N° 386 de 1986 (ver Manual de Información Catastral 2018).

Además, el MBN preside el Consejo de Ministros de la Información Territorial establecido en el Decreto Supremo N° 28/2006, y tiene a cargo la Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional de Coordinación Territorial (SNIT), cumpliendo la función de coordinación institucional permanente para optimizar la gestión de la información geoespacial del país. Hoy en día funciona teniendo como base conceptual la IDE de Chile.

De acuerdo al mandato señalado, históricamente el MBN gestiona información territorial, estableciendo métodos, normas técnicas y procesos de generación y registro que han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Como uno de los hitos más relevantes se puede mencionar la creación del Sistema de Catastro, ya que hasta el año 2006 la información asociada a la propiedad fiscal era registrada de forma física en las oficinas del Nivel Central y en las Seremis de todo el país, en una estructura de sistema de administraciones.

A partir del diagnóstico realizado en el año 2006, se evidenció la necesidad de transitar de dicho sistema a un Sistema de Catastro digital basado en el folio real, permitiendo determinar cuánto territorio es o no es administrado y la situación particular de un inmueble, entre otros aspectos fundamentales, que son requeridos para mejorar la administración de los bienes fiscales y para dar cuenta a la ciudadanía de la gestión del Servicio.

La creación del Sistema de Catastro implicó el desarrollo de herramientas y funcionalidades informáticas basadas en una arquitectura de código libre con datos espacializables, la definición de instrucciones respecto al registro de la información, y la participación de las Seremis y funcionarios del Nivel Central, estableciendo compromisos institucionales asociados a su implementación, por ejemplo, en los Convenios de Desempeño Colectivo a partir del año 2009 y que a la fecha se mantienen.

El desarrollo del primer prototipo funcional del sistema, disponible en 2010, estaba alineado con la agenda de modernización del Estado para dicho periodo, según la cual se buscaba "modernizar el sistema notarial y registral del país, procurando el pleno empleo de los mecanismos tecnológicos disponibles, el cambio del sistema de inscripción de la propiedad desde el folio personal al folio real". Esta transición permitió mejorar la estimación oficial de la propiedad fiscal de un 30% del territorio, al 54% que hoy en día se conoce.

Tras una década de implementación, el Sistema de Catastro contiene cerca de novecientos mil registros, entre los que se cuentan cerca de 40.000 unidades catastrales, 163.936 planos, 63.970 inscripciones de dominio fiscal, entre otros. Parte de esta información está disponible para la consulta ciudadana mediante un Catastro

On Line ([www.catastro.cl](http://www.catastro.cl)) , que contiene la mayoría de las propiedades fiscales que tienen algún acto de administración, propiedad fiscal enajenada, Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), Rutas Patrimoniales y Bienes Nacionales Protegidos. Asimismo, es público el acceso a la información sobre la Red del Archivo Central de la Mapoteca del Ministerio, que contiene información histórica de la subdivisión del patrimonio fiscal y de la entrega de terrenos para la constitución de los primeros asentamientos y centros poblados de Chile.

El MBN disponibiliza también los datos generados por la Red de Estaciones de Referencia GNSS, y por medio del Geoportal del SNIT se comparten cuatro capas de información; a través del Centro de Descarga se dispone en formato Shapefile de las capas de SNASPE y Bienes Nacionales Protegidos, y a través del Visor de Mapas se comparte como servicio de mapas web (WMS), las capas de propiedad fiscal administrada y rutas patrimoniales.

Por otra parte, existen importantes desafíos respecto a la gestión de información en el MBN, relacionados con la integración de información de otras áreas de la gestión territorial en propiedad fiscal que no están incluidas en el Sistema de Catastro, como la generada en el proceso de regularización de la propiedad raíz; la integración entre sistemas asociados al quehacer del Ministerio; la definición de aspectos conceptuales sobre procesos/términos catastrales; la diversidad de información que genera el MBN en la administración y disposición de la propiedad fiscal; la coordinación entre unidades y la gestión del cambio en la organización. Estos desafíos representan esfuerzos adicionales que superan la incorporación de nuevas funcionalidades y herramientas informáticas en el Sistema.

Considerando el contexto anterior, la idea de operar bajo la denominación de IDE-MBN, surge en el **"Seminario Internacional de Información geoespacial para el desarrollo social, ambiental y económico de los países de las Américas y el Caribe"**, organizado por el MBN a través de la Secretaría Ejecutiva SNIT durante abril de 2017. En el marco del seminario, se realizó el Taller **"Perspectivas de desarrollo de la IDE-MBN"**, con el objetivo de ahondar en el concepto de IDE, además de identificar procesos de gestión institucional que pueden ser apoyados a través del uso de este tipo de información.

A partir de este trabajo, mediante resolución exenta N°261 del 06 de marzo del año 2018 se crea el Comité Técnico de Infraestructura de Datos Geoespaciales del Ministerio de Bienes Nacionales (IDE-MBN), presidido por la Secretaría Ejecutiva SNIT e integrado por dos representantes de cada División o Unidad del Ministerio (División de Catastro, División de Bienes Nacionales, División de Constitución de Propiedad Raíz, División Administrativa, División Jurídica, División de Planificación y Presupuestos y del Sistema de Información y Atención Ciudadana).

Como principales objetivos de trabajo se definieron: establecer la continuidad de la Infraestructura de Datos Geoespaciales del Ministerio (IDE-MBN), desarrollar estrategias de trabajo asociadas al manejo de información territorial y avanzar en la definición de información territorial relativa a las labores propias del Ministerio. Esto con el fin de disponer de la información territorial ministerial, tanto al interior del Ministerio como a usuarios externos, permitiendo su búsqueda, visualización y descarga.

Durante el segundo semestre del año 2018 se conformó el Comité Técnico IDE-MBN, realizándose reuniones periódicas para empezar a trabajar en lo que significa instaurar un modelo de trabajo entre las divisiones y unidades del MBN, que permita fortalecer la coordinación interna, mejorar estándares y generar nuevas capas de información de la gestión ministerial a través de la información geoespacial. Se han compartido necesidades y experiencias de otras instituciones públicas, que han permitido definir Objetivos de trabajo, Misión y Visión de esta instancia.

La implementación de la IDE-MBN, permitirá coordinar el manejo de información asociada a las funciones propias del MBN, las que tienen relación con: reconocer, administrar y gestionar el patrimonio fiscal, regularizar la pequeña propiedad raíz particular, mantener actualizado el catastro gráfico de la propiedad fiscal, y la coordinación con otras entidades del Estado en materias territoriales, valorando fuertemente el patrimonio natural e histórico de nuestro país.

Se ha definido como misión de la IDE-MBN, el coordinar la generación y mantención de información territorial estandarizada, que apoye a la toma de decisiones de las autoridades ministeriales y de utilidad a la ciudadanía.

#### Avances de la IDE-MBN

Desde la conformación de la IDE-MBN, se han ejecutado una serie de Estudios a través de la Secretaría Ejecutiva SNIT, quien ha coordinado esta instancia. Durante el año 2018, se llevaron a cabo los siguientes estudios:

- » Estudio para generar un diseño estandarizado de capas de información territorial del Ministerio de Bienes Nacionales.
- » Estudio para generar una propuesta de rediseño de procesos relacionados con información territorial.



El resultado primordial de estos estudios, fue contar con un diagnóstico de los aspectos de gestión y datos del MBN. Este diagnóstico y levantamiento de información, consideró cada uno de los componentes de la IDE, por lo que el Comité Técnico trabajó durante el año 2019 avanzando en materias específicas para cada componente; a saber:

**Componente Información:**

Contar con un catálogo de objetos geográficos, que permita describir de manera completa el contenido y estructura de la información.

**Componente Tecnológico:**

Arquitectura de software. Entendiendo esto como el conjunto de estructuras necesarias para razonar sobre el sistema, que comprende elementos de software, relaciones entre ellos y propiedades de ambos. A través de este diseño se pretende definir desde el punto de vista de soporte, la utilización de las actuales plataformas que forman parte del quehacer de las divisiones del Ministerio.

**Componente Recursos Humanos:**

En este ámbito se ha definido como actividad para el año 2020, la capacitación a funcionarios con respecto a la temática de la IDE, comprendiendo a partir de esto, la relevancia de incorporar conceptos en el quehacer de nuestro Ministerio.

**Componente Normativo:**

En esta materia se propone utilizar y ampliar la norma de la División de Catastro. Esto a través de la elaboración de un procedimiento relativo al uso de información geoespacial por las Divisiones del Ministerio.

**Componente Administrativo-Legal:**

Establecer a través de un instrumento legal el fortalecimiento de esta instancia de trabajo. En primer término, este documento deberá establecer el Consejo Directivo y Comité Técnico, y su funcionamiento.

**Perspectivas IDE-MBN**

Establecer este modelo de trabajo permitirá contar con información unificada de carácter territorial, relacionada con las tareas propias del Ministerio de Bienes Nacionales, la que estará a disposición de la ciudadanía y autoridades, y que permitirá una gestión más eficiente de la labor ministerial. Este mecanismo posibilitará, además trabajar internamente de manera más coordinada y colaborativa, haciendo más eficiente la gestión pública, atendiendo directamente las necesidades ciudadanas.

Se destacan como beneficios esperados de la IDE-MBN, la existencia de un sistema único que concentre y sistematice la información espacializada del Ministerio, así como la posibilidad de actualización e interoperabilidad ágil del catastro de la propiedad fiscal con sus actos administrativos; todo lo cual facilitará la planificación y gestión: de ahí que las perspectivas para esta instancia sean positivas. En este sentido iniciativas como "territorio abierto", en relación a la IDE MBN permitirán contar con un acceso a la ciudadanía más expedito sobre la información territorial generada y disponibilizada por el Ministerio de Bienes Nacionales.

# Avanzando en la determinación de la calidad: Exactitud posicional de la nueva Cartografía Digital a escala 1:25.000

Departamento de Ingeniería - Sección Cartográfica  
Instituto Geográfico Militar

latitudsur@igm.cl  
cartografico@igm.cl

La cubierta cartográfica digital a escala 1:25.000, que está elaborando el Instituto Geográfico Militar, se ha trabajado empleando normativas internacionales, de manera que constituya una herramienta estandarizada e interoperable para las diferentes áreas del quehacer nacional. En este contexto se están empleando normas ISO<sup>1</sup> TC 211<sup>2</sup> y el modelo de datos TDS (Topographic Data Store) desarrollado por la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA).

A parte del empleo de los estándares, se han orientado los esfuerzos en una primera instancia a la determinación de la calidad de este producto, iniciando este proceso con el estudio de una metodología para medir la Exactitud Posicional. El método definido obedece al test NSSDA<sup>3</sup>, para el que se emplean puntos medidos en terreno especialmente para este control y la eliminación de puntos fuera de rango con el Criterio de Chauvenet<sup>4</sup>. Finalmente la exactitud posicional, se declara en los metadatos.

---

1 En inglés "International Organization for Standardization".

2 Comité Técnico de la ISO que estudia y define las Normas de Información Geográfica.

3 En inglés "National Standard for Spatial Data Accuracy".

4 CHAUVENET, Williams. Manual of Spherical and Practical Astronomy Vol II. GREENWALT, Clyde y SHULTZ, Melvin. Principles of error theory and cartographic applications. Missouri (EE.UU), 1962.

## Introducción

El Instituto Geográfico Militar de Chile, constituye la autoridad oficial en representación del Estado en todas las materias relacionadas con la geografía, levantamientos y cartografía del territorio nacional. En este contexto, desde hace algunos años se encuentra trabajando en la elaboración de una nueva base cartográfica nacional digital a escala 1:25.000.

Este proceso fue desarrollado bajo normativas ISO en las diferentes fases de su producción, lo que asegura la interoperabilidad del producto y facilita la incorporación de información complementaria propia de cada usuario. El modelo de datos empleado obedece al TDS, generado por la National Geospatial-Intelligence Agency, para fines de inteligencia topográfica, el que permite ordenar la representación del terreno de manera lógica y uniforme, definiendo los atributos de cada feature<sup>1</sup> (objeto/elemento/accidente). Finalmente, la incorporación de los metadatos al término del proceso, asegura al usuario toda la data del producto cartográfico.

De acuerdo al flujo definido, se fue conformando la cartografía digital a escala 1:25.000, cuyas áreas de trabajo (Fases) avanzan de norte a sur del país, como a continuación se detalla:

- » Fase I : Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta
- » Fase II : Regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana
- » Fase III : Regiones del Libertador Bernardo O´Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Araucanía
- » Fase IV : Regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo
- » Fase V : Regiones de Magallanes y la Antártica Chilena (excepto Comuna Antártica)

## Calidad

El diccionario de la Real Academia Española, define calidad como: "propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor", y la ISO 9000, como "grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto cumple con los requisitos", finalmente en el campo de la información geográfica, podríamos

<sup>1</sup> Los estándares geográficos adoptados por Chile, definen el empleo de la palabra feature, como abstracción de los fenómenos del mundo real.

decir que es el grado en que una representación de la realidad cumple con sus especificaciones y/o definiciones técnicas, de manera que el usuario tenga pleno conocimiento del cumplimiento o no de sus expectativas y el uso que le puede dar.

En este ámbito, la ISO TC 211 ha estudiado, inicialmente, y definido normas para determinar y medir la calidad de la información geográfica como la ISO 19114, 19113 y la 19138, las que en conjunto permiten normalizar o estandarizar los aspectos de la calidad de la información geográfica.

La normativa define la determinación de las siguientes "pruebas" para declarar la calidad de la información geográfica:

- » Completitud (omisión/comisión)
- » Consistencia lógica (adherencia al modelo de datos)
- » Exactitud Posicional (componente posicional) (Prueba aplicada en el IGM)
- » Exactitud temporal
- » Exactitud temática

En el contexto del presente trabajo, se materializa a continuación el desarrollo para determinar particularmente la exactitud posicional de la cartografía a escala 1:25.000.

## Exactitud Posicional

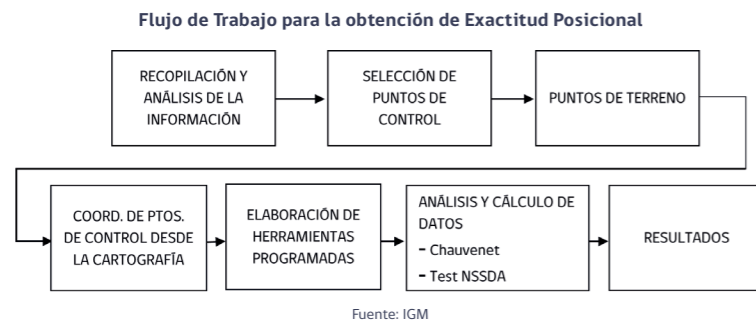
Dentro de las diferentes pruebas que existen para la validación de exactitud posicional, se optó por el test NSSDA, el cual entrega valores en medidas reales sobre el terreno en función de un porcentaje de confianza, sin indicar si el producto es aceptado o rechazado, ya que ello será decisión del organismo, institución o empresa a cargo de la producción cartográfica, o finalmente por el usuario (cuando sea declarado en los metadatos).

Dentro de las principales indicaciones para su aplicación, se considera la determinación de la extensión geográfica donde se realizará el test, un determinado nivel de confianza para el error de la muestra, el que generalmente es del 90 a 95%, y un mínimo de 20 puntos de control, que deben ser incluidos y distribuidos en el área de estudio para ser analizados de forma estadística.

Dado que el trabajo de generación de esta cartografía digital avanza de norte a sur del país y se materializa por Fases, la determinación de la exactitud posicional se concreta como sigue:

- » Se declara por Fases
- » Se trabaja con un mínimo de 20 puntos finales en el área
- » Se determina para un 90% de confianza

Adicional y opcionalmente, previo al tratamiento estadístico de una muestra, es recomendable realizar una limpieza de estos datos aplicando un método de rechazo para observaciones atípicas, como por ejemplo el Criterio de Rechazo de Chauvenet. Este criterio permite determinar si un dato experimental de un conjunto muestral tiene probabilidades de ser atípico, considerándose como resultado de un mal proceso o procedimiento durante la obtención de éste. De esta forma, Chauvenet funciona como un filtro previo al análisis estadístico de la muestra de datos, asegurando la eliminación de las observaciones que presenten errores.



**Selección de Puntos de Control**

Los puntos que deben ingresar al análisis estadístico de la muestra, serán los que de mejor forma cumplan con los criterios establecidos para la aplicación del test:

- » Distribución homogénea en el área definida (Fase), la que se divide en cuatro cuadrantes, donde debe existir como mínimo un 20% de puntos de control y sus respectivas diagonales.
- » Separación equivalente a una décima parte de la hipotenusa del rectángulo correspondiente a la zona de estudio.
- » Mínimo 20 puntos en el área de control.

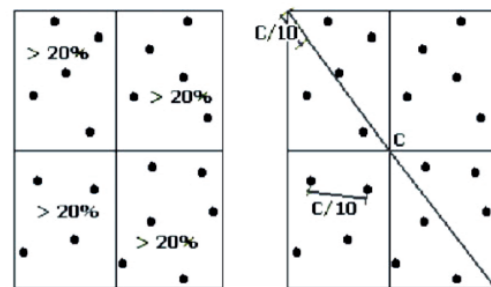


Figura 1: Distribución de puntos de control.

**Puntos de terreno**

Los puntos seleccionados se miden en terreno con una exactitud milimétrica y durante un período de a lo menos 2 horas. Como producto se obtienen las coordenadas de cada punto y una monografía que identifica detallada y claramente el punto medido.

DESIGNACIÓN		LATITUD SIRGAS	LONGITUD SIRGAS	NORTE	ESTE	ALTURA ELIPSOIDAL	ELEVACIÓN ORTOMÉTRICA (referida a EGM 2008)	ELIPSOIDE
ESTER 108		38° 59' 25.13515"	72° 14' 47.03987"	5680690.794	738490.874	261.030	242.151	GRS-80

<p>IGM INSTITUTO GEODÉSICO NACIONAL</p> <p><b>MONOGRAFÍA DE PUNTO DE APOYO</b></p> <p>Código: IGM 7.5-3.0.4 Página: 1 de 1 Revisión: 1 Fecha Revisión: 13-12-12</p>	<p>Ciudad-Comuna: LOS LAURELES</p> <p>Fecha de medición: AGOSTO 2013</p> <p>DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PUNTO</p> <p>LOCALIZACIÓN: RETEN DE CARABINEROS Foto 1: TOMADA DESDE NOROESTE Foto 2: TOMADA DESDE NOROESTE</p> <p>DESCRIPCIÓN: Se midió en interior de retén de Carabineros, en esquina de cancha de fútbolito.</p> <p>Imagen Google</p>	<p>CROQUIS</p>	
---	---	----------------	--

Figura 3: Ejemplo de monografía de los puntos de control.

**Obtención de coordenadas de los puntos de control en la cartografía**

El procedimiento realizado en esta etapa corresponde a la extracción de coordenadas punto por punto desde el software empleado para la generación de la cartografía, seleccionando el elemento donde se encuentra el nodo que corresponde al punto de control. Durante esta etapa se recomienda la validación de esta información con la monografía de terreno.

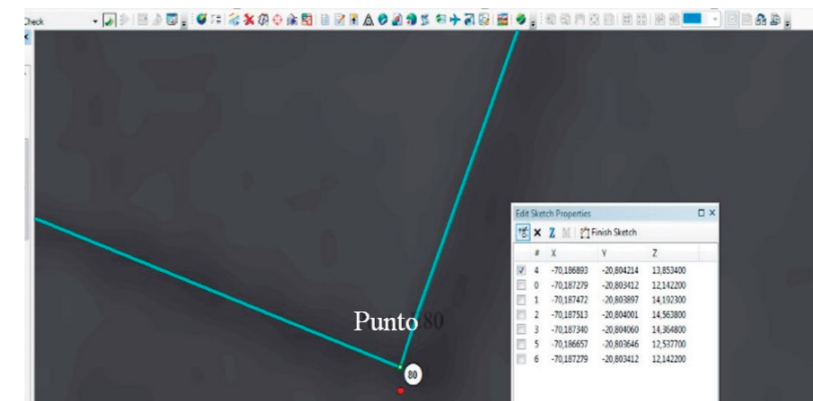


Figura 4: Nodo del elemento y punto de control

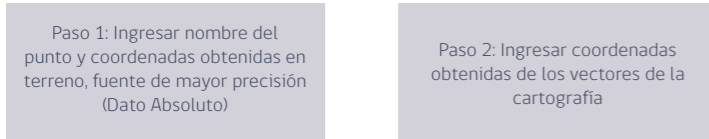
### Elaboración de herramientas programadas

Para un manejo más eficiente de la información y simplificación de los cálculos, las coordenadas geográficas obtenidas desde la cartografía fueron transformadas en coordenadas UTM con las fórmulas de conversión de coordenadas de Coticchia-Surace<sup>2</sup>.

También fue elaborada una herramienta para aplicar el Criterio de Chauvenet para determinar y analizar los puntos atípicos.

### Cálculo del error medio cuadrático (RMSE)

Para realizar el cálculo, se deben ingresar en la planilla del test NSSDA, las coordenadas de los puntos de control obtenidas en terreno así como las coordenadas extraídas de la cartografía, y a través de las fórmulas asociadas, se obtiene el error medio cuadrático (RMSE) y la exactitud a declarar.



N° PC	Paso 1				Paso 2		
	Nombre	X	Y	Z	X'	Y'	Z'
1							
2							

Tabla Extraída de Herramienta programable Test NSSDA y Criterio de Chauvenet.

Luego de esto, será posible observar en la planilla de cálculo las diferencias presentes en los valores de las coordenadas (x), (y), (z), además de los resultados de la exactitud posicional de las variables por separado y en conjunto.

### Resultados

A modo de ejemplo:

Lineal	X	RMSE	1,333 m
		NSSDA 90%	<b>2,192 m</b>
	Y	RMSE	1,248 m
		NSSDA 90%	<b>2,053 m</b>
	Z	RMSE	1,441 m
		NSSDA 90%	<b>2,370 m</b>
Circular	XY	RMSEr	1,826 m
		NSSDA 90%	<b>3,919 m</b>

2 COTICCHIA, Alberto - SURACE, Luciano. Ecuaciones Coticchia- Surace.

Nomenclatura del test:

Comprobado para 3,919 metros de exactitud horizontal al 90% de confianza  
Comprobado para 2.370 metros de exactitud vertical al 90% de confianza

### Conclusión

Los resultados del test pueden variar según se densifique o no la cantidad de puntos de control, tomando en consideración que una muestra con una mayor cantidad de elementos siempre será más representativa.

La inclusión de un criterio para el filtro de la muestra estadística permite realizar un análisis más sólido del conjunto de datos, el cual además es posible utilizar para descubrir anomalías dentro de las zonas que presenten una gran cantidad de valores outliers<sup>3</sup>. Este procedimiento no es obligatorio dentro de la aplicación del test NSSDA, sin embargo, el uso de un criterio estadístico asegura de manera concluyente la calidad de la muestra a trabajar.

El porcentaje de confianza que muestran los resultados según la nomenclatura propuesta por el test, para este caso el 90%, indica que si se hiciese una cantidad "n" de pruebas en un punto cualquiera de la zona geográfica estudiada, solo el 10% del conjunto de "n" muestras estaría fuera de la exactitud arrojada por el test. El factor utilizado en el cálculo del porcentaje de confianza fue elegido acorde al tamaño de la muestra y corresponde al indicador Map Accuracy Estandar, equivalente a un 90% de confianza. El uso de un indicador más alto, 95% por ejemplo, según la nomenclatura sugerida en el test, hace necesaria la inclusión de un mayor número de puntos de control dentro de la muestra, la que debe alcanzar entre 95 y 100 elementos según las recomendaciones bibliográficas<sup>4</sup>.

### Bibliografía

- ANGOSTOS, Miguel A. Desarrollo y análisis de un procedimiento operatorio para la medición de piezas circulares mediante proyector de perfiles. Cartagena (España), 2012. 22 p.
- ATKINSON, Alan D. Control de Calidad Posicional en Cartografía: Análisis de los Principales Estándares y Propuesta de Mejora. Jaén (España), 2005.
- CHAUVENET, Williams. Manual of Spherical and Practical Astronomy Vol II. GREENWALT, Clyde y SHULTZ, Melvin. Principles of error theory and cartographic applications. Missouri (EE.UU), 1962.
- COTICCHIA, Alberto - SURACE, Luciano. Ecuaciones Coticchia- Surace. <https://forum.arduino.cc/index.php?action=dlattach;topic=183895.0;attach=51996>.
- FGDC. Geospatial Positioning Accuracy Standards. PART 3: National Standard for Spatial Data Accuracy, FGDC-STD-007.3-1998. Virginia (EE.UU), 2002.

3 Término utilizado en la literatura estadística de habla inglesa para los datos atípicos.

4 ATKINSON, Alan D. Control de Calidad Posicional en Cartografía: Análisis de los Principales Estándares y Propuesta de Mejora. Jaén, 2005.



# Desarrollo de registro arqueológico georreferenciado en la Provincia de Tucumán en marco de proyecto de cooperación binacional Chile – Argentina.

Centro Nacional de Conservación y Restauración

Ente Cultural de la Provincia de Tucumán

Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial SNIT – IDE Chile<sup>1</sup>

El artículo trata respecto del proyecto “Sistema de Información georreferenciada para la elaboración de estrategias de gestión y conservación del patrimonio arqueológico de Tucumán”, el cual es financiado por la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID) y la Dirección General de Cooperación Internacional (DGCIN) de Argentina. En específico se describe el proceso de desarrollo del registro arqueológico georeferenciado en la Provincia de Tucumán, elaborado a partir de la experiencia chilena y los acuerdos de los especialistas locales argentinos.

1 Equipo de Trabajo de proyecto de cooperación binacional Chile – Argentina: Bernardita Ladrón de Guevara (CNCR), Darío Toro (CNCR), Pablo Morales (SNIT – IDE Chile), Osvaldo Díaz (Ente Cultural de Tucumán), Mariano Corbalán (Ente Cultural de Tucumán).

### Proyecto Binacional AGCID

#### “Sistema de Información georreferenciada para la elaboración de estrategias de gestión y conservación del patrimonio arqueológico de Tucumán”.

El proyecto surge por la necesidad de contar con un sistema de información georreferenciada que permita gestionar y conservar el patrimonio arqueológico, el cual es amenazado muchas veces por el desconocimiento de su emplazamiento y la coincidente construcción de obras, expansión urbana y el desarrollo de actividades productivas sobre estos lugares, provocando con ello, daños irreparables al patrimonio arqueológico de la humanidad.

En este contexto, en el año 2017 el Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR), perteneciente al Servicio Nacional del Patrimonio Cultural (SNPC) y el Ente Cultural de la Provincia de Tucumán, postularon y se adjudicaron los fondos del Programa Bilateral Chile - Argentina, de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo AGCID y la Dirección General de Cooperación Internacional (DGCIN) de Argentina. El objetivo del proyecto presentado, es establecer un “Sistema de información georreferenciada para la elaboración de estrategias de gestión y conservación del patrimonio arqueológico de Tucumán”. En el desarrollo del proyecto, se invitó a participar como entidad asesora técnica al Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial SNIT - IDE Chile.

El proyecto se planificó a dos años, en su desarrollo se efectuaron una serie de misiones en ambos países, donde se elaboró un diagnóstico inicial, se intercambiaron experiencias en materias de registro arqueológico, se transfirieron metodologías para la georreferenciación en terreno, y se realizaron reuniones con asociaciones de arqueólogos, académicos y funcionarios públicos vinculados a la información geográfica de Tucumán.

#### Registro arqueológico georreferenciado en la Provincia de Tucumán

El desarrollo del Registro arqueológico georreferenciado en la Provincia de Tucumán, es uno de los productos de este proyecto, el cual tiene como antecedente el Software de escritorio “SITUS” desarrollado por el Centro Nacional de Conservación y Restauración de Chile, el cual tiene por objeto el registro, almacenamiento, administración y consulta de hallazgos arqueológicos. En base a SITUS, las plantillas de registro arqueológicas locales de Tucumán y la adaptación de ellas mediante

reunión de expertos, se desarrolló un registro electrónico montado sobre la plataforma Kobocollector, que permite georreferenciar en terreno mediante dispositivos móviles, los hallazgos arqueológicos de una manera estandarizada.

En este desarrollo, cabe destacar la facilitación de los servidores de IDE Tucumán (IDET), lo que permitirá almacenar y actualizar en tiempo real esta información, la que se publicará en el visualizador de mapas de IDET, facilitando el análisis y cruces de esta información con los datos ya contenidos en sus plataformas.

El registro arqueológico georreferenciado en la Provincia de Tucumán, fue probado con éxito durante la última misión de este proyecto realizada en el municipio de Tafí del Valle, el día 29 de Agosto del presente año. Ésta es una comunidad rica en patrimonio arqueológico, donde la expansión urbana pone en riesgo la conservación de sitios arqueológicos.

### Conclusiones

El desarrollo de proyectos binacionales permite adquirir conocimiento, no solo al país que recibe, sino también al país que transfiere.

El desarrollo de este registro permitirá contar con la localización de los sitios arqueológicos de la provincia de Tucumán; este modelo de registro y la metodología utilizada, es extensible al resto de las provincias de Argentina y también a Chile, con ello se puede evitar o disminuir que el desarrollo de infraestructura y actividades productivas sin la debida planificación, dañen los sitios arqueológicos patrimoniales.

Chile y Argentina son países que comparten una historia ancestral común, pueblos como los diaguitas, Aymaras, coyas y mapuches habitaban ambos lados de la cordillera, la conservación y preservación de los sitios arqueológicos de estos pueblos debe ser un objetivo compartido para entender un pasado común.

# El Instituto Geográfico Militar (IGM) incorpora la capacidad de operar RPAS (drones) en la obtención de cartografía a escala grande.

Héctor Vásquez Carvajal

Instituto Geográfico Militar

investigacion@igm.cl

En la actualidad el uso de los Sistemas Aéreos Pilotados Remotamente (RPAS, del inglés Remote Pilot Aircraft System), gracias a su tecnología de posicionamiento GPS, sensores anti colisión, calidad de sus cámaras y costos más razonables, se han masificado en el campo de las ciencias de la tierra, posicionando a estas tecnologías a la vanguardia en lo referido a levantamientos topográficos y cartográficos, con resultados similares a los realizados con las tecnologías e instrumentos clásicos, abriendo un nuevo concepto en la generación de información geoespacial.

El aumento de las prestaciones de los RPAS ha logrado motivar e incentivar investigaciones que permitan validar el uso efectivo de estas plataformas en diferentes ámbitos de acción de la sociedad. Particularmente, el IGM se propuso presentar un trabajo de investigación a través de la Sección Investigación y Desarrollo, en el cual se busca mostrar las potencialidades que poseen hoy en día estas plataformas aéreas no tripuladas, para el levantamiento de información cartográfica.

### Proyecto IGM

El IGM a comienzos del año 2018 comenzó a desarrollar un proyecto que tenía como finalidad la obtención de cartografía topográfica a gran escala utilizando drones. Para materializar dicha iniciativa se realizaron pruebas técnicas con un RPAS enfocándose primeramente en recintos militares.

### Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es poder desarrollar una metodología innovadora que permita la obtención de cartografía a escala grande, para ser ofrecida como un nuevo producto del IGM o bien ser empleada en la gestión de emergencias y/o a requerimiento del Ejército.

### Caso de éxito en gestión de información Geoespacial. Ejemplo: Levantamiento realizado en el Regimiento de Infantería N°1 Buin.

Se propuso investigar las capacidades reales de los dispositivos RPAS disponibles actualmente en el mercado, para evaluar la mejor opción de compra que cumpla con los requerimientos de adquisición de imágenes, grabación de videos y que además permita la generación de levantamientos topográficos y cartográficos que sirvan para generar nuevos productos o bien, ir en apoyo de los Cuarteles Generales de Emergencia. Para ello se materializó como proyecto piloto el levantamiento del Regimiento de Infantería N°1 Buin.

La ejecución de este proyecto contempló los siguientes pasos:

#### a) Certificación de operador de RPAS.

Durante el año 2018, dentro del IGM se capacitaron dos operadores en sistemas RPAS certificados por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), los que han realizado cursos de perfeccionamiento y han rendido pruebas teóricas, prácticas y de habilidades al mando de este tipo de aeronaves, entre las que destacan:

Normativa legal:

- » Operaciones de RPA en asuntos de interés público, que se efectúen sobre áreas pobladas (DAN 151).

Reglas del aire (DAN 91):

- » Aerodinámica.
- » Meteorología.

#### b) Trabajo de terreno.

Para el desarrollo del levantamiento del Regimiento de Infantería N°1 Buin se empleó un dron Mavic Air Pro, señaléticas de terreno, equipo GPS diferencial (base) y equipo GPS diferencial (RTK).

El primer paso realizado fue la premarcación del recinto con las señaléticas dispersas a lo largo y ancho de él, de tal manera que sirvieran como puntos de control terrestre para materializar el vuelo. Posterior a ello, se midieron cada una de ellas con GPS RTK, habiendo fijado ya una base GPS, con un punto IGM existente en el recinto. Por las características técnicas del sensor del RPAS utilizado, se determinó materializar un vuelo a 100 metros de altura y se consideró un traslape tanto transversal como longitudinal de un 80%, obteniendo así la cobertura total del recinto.

#### c) Procesamiento de datos.

El procesamiento de imágenes se materializó en el IGM. Lo primero a realizar fue la alineación de las imágenes mediante un software de procesamiento y luego el ingreso de los puntos de control (previamente calculados por la Sección Geodésica del Instituto), con lo cual se obtuvieron una serie de subproductos como los que se detallan a continuación:

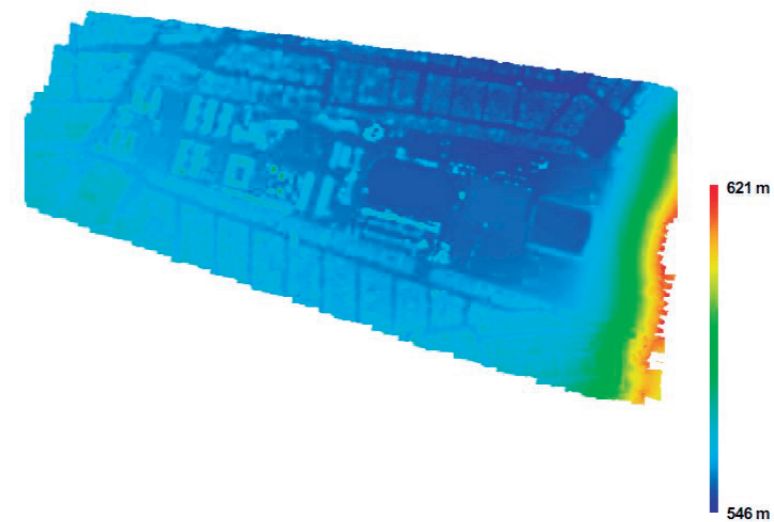


Figura 1: Modelo digital del terreno, Fuente IGM



Figura 2: Ortomosaico con puntos de control, Fuente IGM

**d) Generación de cartografía.**

Una vez obtenido el ortomosaico se procedió a realizar la restitución vectorial de los elementos presentes en la imagen, obteniendo como resultado una cartografía a escala 1:1.000 del recinto militar.

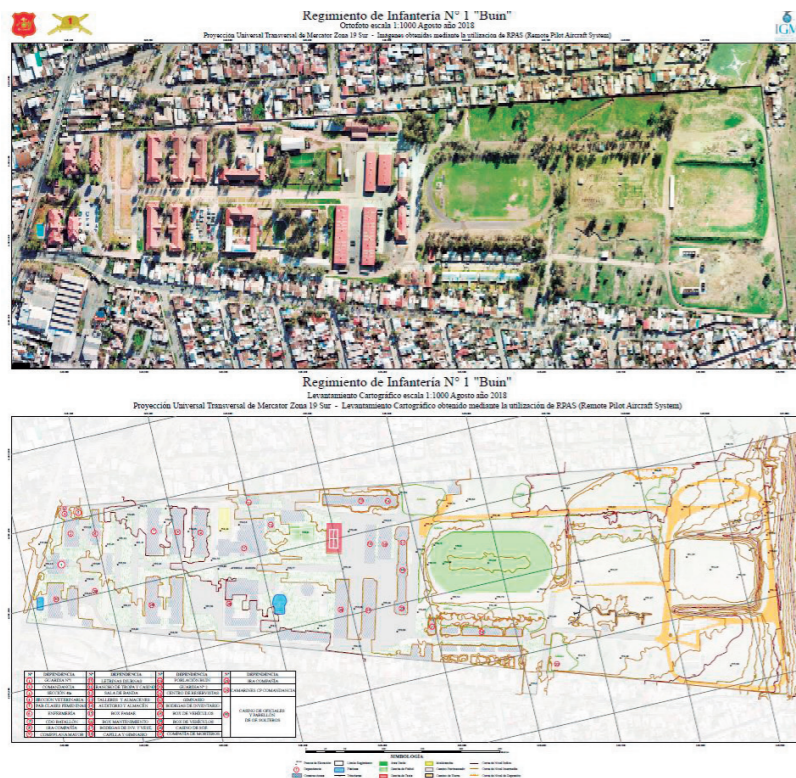


Figura 3: Cartografía temática a escala 1:1.000, Fuente IGM

**Conclusiones**

Es factible concluir, entonces, que los sistemas RPAS son una nueva herramienta que se encuentra a disposición para la generación de información geoespacial, debiendo potenciar las líneas investigativas a fin de buscar nuevas potencialidades en el desarrollo de las labores del Instituto.

Es así como a partir de esta experiencia con RPAS, el IGM se encuentra presentando un nuevo proyecto denominado: "Desarrollo de una metodología para la elaboración de productos cartográficos e imágenes de pronta respuesta, utilizando drones", con la finalidad de generar la capacidad para el uso de RPAS tanto para ser implementado en la captura de información geoespacial en tiempo real, para la toma de decisiones ante la ocurrencia de catástrofes naturales en nuestro país, como así también para la generación de cartografía a escala grande según demanda.

**Bibliografía**

- Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile (DGAC), Norma Aeronáutica 151 (DAN 151, de sus siglas en inglés), para operaciones de RPA en asuntos de interés público, que se efectúen sobre áreas pobladas.
- Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile (DGAC), Norma Aeronáutica 91 (DAN 91, de sus siglas en inglés), referida a reglas del aire para operaciones de RPA en áreas rurales.
- Desarrollos propios del IGM



# Catastro Nacional de Campamentos.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Comisión de Estudio y División de Políticas Habitacionales

Programa campamentos

Los campamentos son la manifestación territorial de la vulnerabilidad social y la exclusión en nuestras ciudades. Asimismo, constituyen una realidad esencialmente dinámica que se expresa tanto en la formación de nuevos asentamientos, como en el crecimiento y movilidad residencial de familias en su interior. Dado que la línea de base con la que cuenta el Ministerio de Vivienda y Urbanismo corresponde al Catastro 2011, ha sido fundamental realizar un proceso de actualización, a fin de contar con un diagnóstico claro que permita orientar el desarrollo de una política pública específica para su atención.

Bajo una metodología de aproximación sucesiva, se integra como elemento innovador el levantamiento de información a través de la aplicación de encuestas en línea, de carácter georreferenciado. Asimismo, la digitalización de planimetrías de todos los campamentos del país ha permitido identificar la distribución de las viviendas en el territorio.

## Introducción

Los campamentos son la manifestación territorial de la vulnerabilidad social y la exclusión en nuestras ciudades. Asimismo, constituyen una realidad esencialmente dinámica que se expresa tanto en la formación de nuevos asentamientos, como en el crecimiento y movilidad residencial de familias en su interior. Para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), es primordial contar con catastros actualizados que permitan orientar las políticas públicas adecuadas para su atención y focalizar la intervención en el territorio. Por ello, el concepto de Campamento que utiliza el MINVU tiene un carácter operativo y se define como:

“Asentamientos precarios de 8 o más hogares que habitan en posesión irregular un terreno, con carencia de al menos uno de los tres servicios básicos (electricidad, agua potable y sistema de alcantarillado), y cuyas viviendas conforman una unidad socio territorial definida”.

Para conocer la realidad en cuanto a distribución, cantidad y envergadura de los campamentos, fue prioritario actualizar el catastro de 2011. Para ello se implementó una aplicación móvil que permitió levantar el catastro por medio de una encuesta en línea que fue georreferenciada de manera automática.

Tomando como experiencia el Catastro 2011, donde se realizó un levantamiento de la localización y caracterización del hogar de los campamentos, y el levantamiento fue manual, con un cuestionario que posteriormente fue digitado, se detectó un margen de error no menor en el número de encuestas inválidas recogidas a partir de la digitación manual de datos, además de dificultarse el despliegue en terreno por la falta de una imagen de empadronamiento que ordenara los sitios a visitar. Esto derivó en aproximadamente 10 mil Rut inválidos de un total de 70.000, encuestas repetidas, y la imposibilidad de identificar en el territorio las viviendas que faltaron por encuestar a fin de recoger el dato en visitas posteriores. La falta de un plano de cada campamento también dificultó los procesos de actualización del registro de familias.

La actualización del Catastro que comenzó en el año 2018, utilizó una metodología de aproximación sucesiva que identificó, cuantificó y caracterizó los campamentos del país y sus habitantes, bajo una modalidad que incorpora tecnología de punta para la aplicación de encuestas en línea de carácter georreferenciado, y vinculado a los servidores de almacenamiento ministerial, que se traducirá en un futuro sistema de gestión de datos. Es una innovación respecto de los levantamientos de estas ca-

racterísticas que ha realizado el Ministerio, esto porque es la primera encuesta de esta magnitud que se realiza a través de tecnología digital y georreferenciada. Se debe considerar que se catastró aproximadamente a 40 mil hogares a lo largo del país, posibilitando el registro automático validado en línea vinculado a un sistema de gestión del MINVU, que identificará el plano completo de cada campamento y la localización del hogar encuestado, junto a los datos levantados.

Por otra parte, el cuestionario elaborado fue el resultado de un trabajo conjunto entre el Programa Campamentos y la Comisión de Estudios Habitacionales y Urbanos (CEHU). Además, la realización de distintos pilotos regionales durante el año 2018, permitieron testear el cuestionario y modificarlo en función de las observaciones que realizaron los equipos regionales del Programa de Campamentos y profesionales del nivel central. Asimismo, se efectuaron capacitaciones a las que asistieron profesionales de todas las regiones del país, quienes también entregaron sus observaciones y sugerencias. De este modo, el cuestionario se constituyó como un instrumento debidamente consensuado.

Para la aplicación del cuestionario, se desarrolló como material complementario el Manual del Encuestador. Este insumo permitió orientar el trabajo de los encuestadores, indicando el mecanismo de despliegue en los territorios, el funcionamiento de la aplicación Survey123, y la revisión de cada una de las preguntas del cuestionario y sus alternativas de respuesta.

El nuevo catastro comenzó en el mes de abril de 2018 y terminó en junio de 2019. Constó de dos etapas, la primera para identificar y localizar los campamentos de acuerdo a la definición del MINVU. La segunda, buscó caracterizar los hogares de cada campamento, lo que comenzó en enero de 2019.

## Metodología

La metodología con la cual se llevó a cabo la actualización del Catastro es similar a la utilizada en 2011, a fin de poder establecer una comparación de resultados entre ambos catastros, y observar la evolución de la problemática.

De esta forma, se trata de una metodología de aproximación sucesiva que consta de dos grandes etapas, las que permiten ir acercándose al establecimiento de un número determinado de campamentos a través de la aplicación de diferentes filtros.

Como elemento innovador en la metodología, se incorpora tecnología en el levantamiento de datos bajo una modalidad de aplicación de encuestas en línea de carácter georreferenciado, utilizando herramientas de ArcGIS Online y ArcGIS Server, a través de las aplicaciones Collector for ArcGIS y Survey123.

Así, la primera etapa tuvo el objetivo de conocer la cantidad y localización de los campamentos, mientras que la segunda, caracterizó a los hogares de cada campamento.

### ETAPA I: Verificación de Campamentos

La etapa inicial se denominó verificación, la que generó un primer listado de campamentos y su localización, de manera de identificar todos aquellos asentamientos que cumplen con la definición operativa establecida por el MINVU. El hito que marca el inicio del Catastro en su Primera Etapa es el Ord. 249 de fecha 10.04.2018. A través de este oficio se consulta a los municipios sobre los potenciales campamentos identificados para cada comuna del país.

Para llevar a cabo la identificación de campamentos se elaboró una "base primaria o de pistas de campamentos" que consiste en un registro formado a partir de la información del Catastro 2011, el Catastro de Un Techo para Chile, Municipios, y la información aportada por los propios equipos regionales del Programa.

Este primer listado, abarcó todos aquellos asentamientos que según las instituciones consultadas podrían ser considerados como campamentos. El total de pistas alcanzó 1.321 campamentos.

Una vez construida la base primaria, fue necesario verificar si cada registro o "potencial campamento" se ajustaba la definición operativa manejada por el MINVU.

Para ello, se confeccionó un cuestionario denominado Ficha de Verificación que fue aplicado por los equipos regionales de campamento a cada potencial campamento del listado a través de una visita a terreno que permitió hacer un reconocimiento visual del lugar, además de la conversación con algún informante clave, es decir, con una persona con alto conocimiento del campamento que pudiera aportar información certera.

En la etapa se utilizó herramientas que dispone la IDE MINVU, con el objetivo de capturar información en terreno. Para ello se utilizó plataforma ArcGIS Online, a través de las herramientas de Collector For ArcGIS y Survey123. Se generó un servicio de mapas en ArcGIS Online, en donde se cargaron la totalidad de pistas identificadas por los distintos organismos. Este servicio podía ser visualizado a través de dispositivos móviles por medio de aplicación Collector for ArcGIS. Los servicios de mapas, se encontraban vinculados con la aplicación Survey123, sobre la cual fue cargada la ficha de verificación.

Este cuestionario permitió definir si el asentamiento es efectivamente un campamento. En términos operativos, las condiciones específicas que debían cumplirse para calificar a un asentamiento del listado como campamento son las siguientes:

- » **Agrupamiento de viviendas:** parámetro flexible; en la medida que fueron identificados campamentos con mayores grados de dispersión de viviendas, siempre se analiza el carácter de unidad socio territorial que caracteriza este tipo de asentamientos, tal como lo indica la definición.

- » **Tenencia irregular del terreno:** refiere a terrenos arrendados sin contratos, cedidos, propiedad privada ocupada de hecho, propiedad del Estado ocupada de hecho, propiedad municipal ocupada de hecho, otra situación.

- » **Al menos uno de los servicios con acceso irregular:**

- » **Energía eléctrica irregular:** la obtiene de la red pública con medidor compartido, de la red pública sin medidor (colgado), de un generador propio o comunitario, otra fuente, no dispone de energía eléctrica.
- » **Disponibilidad de agua irregular:** el agua proviene de la red pública con medidor compartido, de la red pública sin medidor, de un pozo o noria, de un río vertiente o estero, de un camión aljibe, de otra fuente.
- » **Solución sanitaria irregular:** pozo negro, cajón sobre acequia o canal, baño químico, otro.

Con las variables indicadas de la primera etapa y sus respectivas categorías, se procesó el resultado de la Ficha de Verificación construyendo un "índice de filtro de campamentos", que discriminó entre los asentamientos que cumplían con estas condiciones de los que no. Así, el número de campamentos disminuyó de 1321 a 822, de ellos, 489 campamentos son nuevos y 333 son reconocidos en el catastro 2011.

Antes de comenzar la segunda etapa, y como parte de la preparación del despliegue territorial a nivel nacional en terreno, se establecieron coordinaciones con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para la elaboración de las planimetrías de cada uno de los campamentos a encuestar. Esta institución puso a disposición sus equipos regionales, quienes, primero en gabinete, prepararon las cartografías de cada campamento, y posteriormente los visitaron con el propósito de verificar la correcta identificación de sitios en terreno. Esto permitió que los equipos MINVU cargaran las planimetrías de cada asentamiento en la aplicación en ArcGIS Online en formato de teselas, con el objetivo de que éstas pudiesen ser visualizadas a través de aplicaciones móviles como Survey 123 y Collector for ArcGIS.

### ETAPA II: Caracterización de Hogares y Campamentos

Con el filtro aplicado a los resultados de la Ficha de Verificación, además de la validación de los resultados con los equipos regionales, se construyó un listado de campamentos que pasó a la siguiente fase de la actualización del catastro. Esta segunda etapa consiste en la aplicación de la Ficha de Hogares cuyo fin es poder

caracterizar a cada hogar de los asentamientos.

De esta forma, en esta etapa se verifica el último parámetro de la definición de Campamento, correspondiente al número de hogares, identificando aquellos campamentos con menos de 8 hogares. De esta forma, se volvió a aplicar un filtro que seleccionó a aquellos asentamientos que cumplan con la condición de 8 hogares o más.

La Ficha fue aplicada a cada hogar que habita en las viviendas de los campamentos, y registra información de todos sus integrantes. El dato principal es el Rut, lo que permitirá, posteriormente, trabajar con las familias en los procesos de intervención social asociado a la estrategia definida a cada campamento.

La aplicación de la Ficha fue realizada por los equipos regionales, siendo una parte externalizada bajo una licitación pública por encuestadores del Centro de Estudios Longitudinales de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Para ir controlando la adecuada aplicación de la Ficha, se generó un visor de validación el que permitió medir el avance del catastro, además de identificar inconsistencia en la georreferenciación y en la información de la Ficha; lo que fue informado mediante un informe semanal a los equipos regionales para que pudieran corregir los registros que presentaran algún tipo de problemas.

La aplicación de la Ficha de Hogares en terreno finalizó en el mes de mayo de 2019, posteriormente se comenzó un proceso de validación de las bases de datos, que concluyó en el mes de septiembre y cuenta con las primeras cifras oficiales de cantidad de campamentos y caracterización de los hogares que los componen.

## Discusión y Conclusión

La incorporación de la aplicación de los cuestionarios utilizando un aparato móvil, además del diseño de la encuesta, y el recoger información de cada integrante del hogar a través de variables, tales como, educación, año y motivo de llegada al campamento, lugar de origen, situación ocupacional, movilidad reducida, pueblos originarios, entre otras, permitirá realizar una caracterización completa de carácter socio demográfico, implicó un avance respecto del Catastro 2011, donde se registraron algunos datos relativos a educación, situación ocupacional y año de llegada, sólo para los jefes de hogar. Al mismo tiempo, se ha mejorado el cuestionario registrando información relativa al hogar en su conjunto y a la vivienda (acceso a servicios, precariedad, motivaciones, etc.).

Referente al proceso del catastro levantado entre 2018 y 2019, los equipos regionales, quienes son lo que trabajan directamente con las familias en los campamentos, han podido constatar la utilidad de las herramientas tecnológicas, capacitándose también para futuros levantamientos de datos. Así, por ejemplo, el equipo de la

Región de Valparaíso ha manifestado que "el instrumento facilita la tabulación, ya que no es necesario vaciar la información en una planilla Excel para su manipulación, pues ésta se traspasa automáticamente, es un instrumento que nos permite verificar georreferenciación de las viviendas en tiempo real y así evitar una segunda visita al campamento".

En la misma línea, el equipo regional de Los Lagos manifestó que "es una herramienta dúctil que se adapta a nuestras necesidades como programa. La información es amplia y en línea. El correlato técnico-social y espacial genera una riqueza de datos única. En resumen, implica un salto radical para la consolidación de información y permite la posibilidad de adaptarse a nuevas realidades", además señalaron que "se produce un cruce de datos técnico, social, espacial y temporal de gran riqueza. Los campamentos como unidades espaciales dinámicas se ven recogidos en su complejidad".

Finalmente, y en el marco del trabajo abordado en las mesas temáticas de Compromiso País, que tiene como objetivo generar una metodología que permita encontrar pequeños asentamientos de familias en sitios baldíos y zonas de riesgo, con apoyo de imágenes satelitales del Servicio Aerofotogramétrico (SAF) de la Fuerza Aérea de Chile (FACH), se está trabajando paralelamente en la definición metodológica que permita detectar tempranamente la formación de un campamento. La estrategia también es monitorear cómo van cambiando esos asentamientos con el paso de los años, ya que el dinamismo de este fenómeno hace que sean difíciles de controlar.

# Manejo de datos GNSS libres para realizar trabajos georreferenciados en el Sistema de Referencia Nacional Oficial y su relación con SIRGAS y los Sistemas de Referencia Globales.

Cristian Iturriaga Sáez

Sergio Rozas Bornes

Ignacio Parada Pichuante

Claudio Reyes Norambuena.

Instituto Geográfico Militar

Sección Geodésica

[geodesico@igm.cl](mailto:geodesico@igm.cl), [sirgas@igm.cl](mailto:sirgas@igm.cl), [sirgaschile@igm.cl](mailto:sirgaschile@igm.cl)

El artículo presenta la importancia de trabajar en el marco geodésico oficial del país, marco de referencia que es proveído por el Instituto Geográfico Militar, y la utilización de datos de libre disposición para los levantamientos que se requieran georreferenciar a través de software clásicos de procesamiento de datos GNSS. Este artículo entrega “recomendaciones” para la descarga y el manejo de datos, previo a su proceso, y la introducción de la última época entregada por el IGM, de la Red Geodésica Nacional y obtener el máximo provecho de los datos de acceso libre disponibles en la web.

## Introducción

La Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), expide el 26 de febrero del 2015 la resolución N°266 para promover el establecimiento de un Marco de Referencia Geodésico Mundial (GGRF) para el desarrollo sostenible. GGRF es realización del Sistema de Referencia Geodésico Mundial (GGRS), que define un sistema de referencia común de manera consistente y simultánea a la geometría, campo de gravedad y la orientación de la Tierra en cualquier instante. De acuerdo a lo anterior, la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), entidad que promueve el desarrollo científico y la investigación en temas relacionados a la geodesia a escala global, contribuyendo a ella a través de sus diversos cuerpos de investigación, expone que los Sistemas Geodésicos de Referencia son modelos físicos y matemáticos necesarios para describir posiciones físicas y de gravedad en el espacio y tiempo, definiéndola, por tanto, como constantes, convenciones, modelos y parámetros necesarios para la representación matemática de cantidades geométricas y físicas, sustentados en teorías y metodologías geodésicas.

El Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), se define idéntico al Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS) y su realización es la densificación regional del marco global de referencia terrestre en América Latina y El Caribe, materializada mediante la denominada SIRGAS-CON (SIRGAS Continuously Operating Network). Las extensiones del marco de referencia SIRGAS son dadas a través de densificaciones nacionales, las que sirven como marco de referencia local.

En el caso de Chile, el sistema de referencia es SIRGAS-Chile, la cual es calculada por el Instituto Geográfico Militar, siendo sus características principales las siguientes:

- » Geocéntrico, el centro de masa se define para toda la Tierra, incluyendo océanos y atmósfera.
- » Su orientación es ecuatorial con el eje Z en dirección del polo.
- » La unidad de longitud es el metro.

Más información en: <https://bit.ly/2QCSAEC>

## Desarrollo

La Red Geodésica Nacional (RGN) es el marco de referencia oficial de Chile, y además de ser la materialización de SIRGAS-Chile, es la estructura base para la utilización de tecnologías GNSS en nuestro país. Esta red está conformada por una serie de vértices geodésicos monumentados en terreno a lo largo del país, los cuales poseen coordenadas geográficas (latitud y longitud), coordenadas planas (norte y este) y alturas con respecto al nivel medio del mar. Las coordenadas, sirven para georreferenciar actividades y proyectos que se desarrollan a lo largo del país y, además, pueden ser representados en una base cartográfica que permita visualizarlos en un contexto local, regional y/o nacional.

Chile, en el año 2002, adoptó el Sistema de Referencia Geocéntrico, basándose aquel entonces en la constelación GPS y contaba con una época de referencia en el año 2002.0. Debido a los desplazamientos que se producen en nuestro territorio por la deriva continental y sismos de gran intensidad, se han realizado actualizaciones de la red en las épocas 2010.3, 2013.0 y actualmente 2016.0 (**Ilustración 1**).



**Ilustración 1:** RGN SIRGAS-Chile. Fuente: <https://www.igm.cl>

Mapa con Resolución Exenta N° 55, del 16MAY2017



La automatización de las mediciones ha permitido que las redes hayan evolucionado desde Vértices Pasivos a Estaciones Activas Fijas (EAF), es por esto que hoy en día, producto del explosivo crecimiento de las tecnologías GNSS, la Red Geodésica Nacional adopta la incorporación masiva de EAF distribuidas a lo largo del país, las cuales son equipos GNSS que captan señal satelital 24 horas al día, 7 días a la semana.

El IGM ha adquirido convenios y alianzas con instituciones nacionales e internacionales, incorporando los datos de las estaciones activas que éstas posean. Estas redes GNSS activas pasan a ser parte de la RGN al incluirlas en los procesamientos del IGM y sumarlas a la combinación final de nuestro centro de procesamiento.

Dentro de las redes de estaciones activas GNSS que el IGM utiliza, se encuentra la red del Centro Sismológico Nacional (CSN), cuyo principal objetivo es el monitoreo de la actividad sísmica a lo largo de todo el territorio nacional, compuesta por la Red Sismológica Nacional, conjunto de estaciones multi-paramétricas que poseen estaciones GNSS. Los datos de esta red están disponibles para los usuarios de manera gratuita, para visualización y descarga en <http://gps.csn.uchile.cl/> (Ilustración 2).

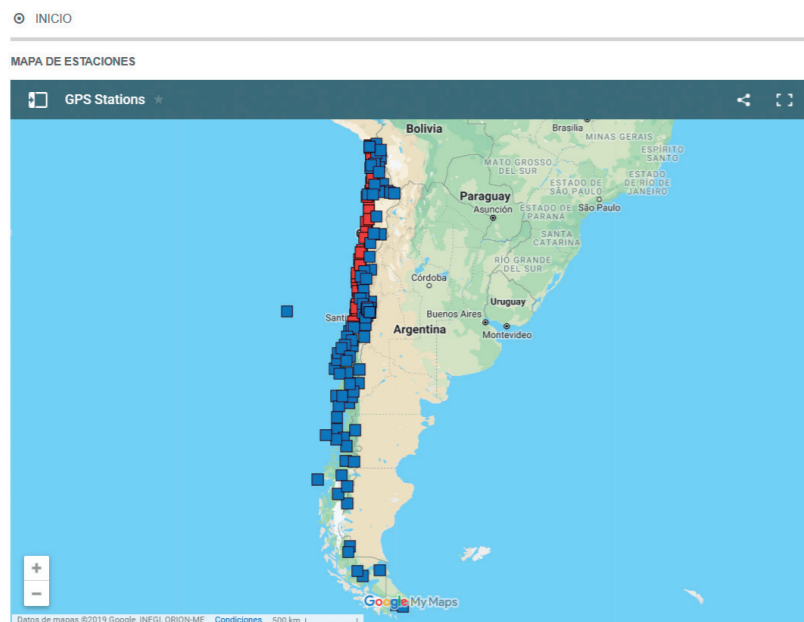


Ilustración 2: EAF del CSN. Fuente: <http://gps.csn.uchile.cl/>  
Datos de mapas ©2020 Google, INEGI, ORION-ME

Para utilizar esta red, y en general para todas las redes activas GNSS, se debe tener en cuenta que no todas las estaciones se encuentran operativas, pudiendo algunas de ellas presentar problemas en la conexión para la obtención de datos a través de internet o problemas técnicos, relacionados con los equipos que la conforman.

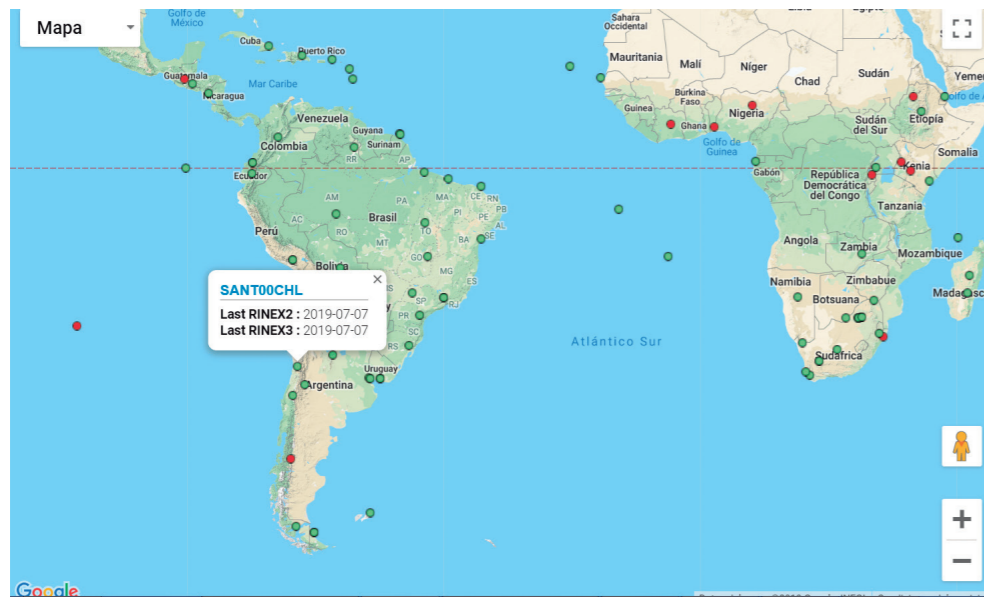
Es por ello, que cuando se requiere hacer una vinculación con la RGN y obtener el certificado respectivo, se debe tomar contacto con el Departamento Comercial del IGM, el que informa la disponibilidad de las estaciones, teniendo en cuenta también, que no todas las estaciones pertenecientes al CSN pertenecen a la RGN, ya que es una red que está en constante actualización, incorporando estaciones después de la última época calculada por el IGM. Por lo tanto, es necesario además, consultar el mapa con las estaciones de la RGN que se encuentra disponible en la página web <https://www.igm.cl>

Para trabajar con los datos del CSN, lo primero que se debe hacer es descargar los datos de las estaciones a través de su portal, para esto se debe ingresar a <http://gps.csn.uchile.cl/data/> y realizar la búsqueda de los archivos que se encuentran disponibles ordenados por año, día del año, y dato, el cual está comprimido con el formato Hatanaka (d) y posteriormente con el formato .Z, este último formato puede ser descomprimido por los típicos softwares de compresión/descompresión pagados o también por el software libre GZIP que se puede descargar en <http://ftp.gnu.org/gnu/gzip/>. El formato Hatanaka se debe descomprimir con el software RNXCMP y se puede descargar desde <http://terras.gsi.go.jp/ja/crx2rnx.html>. De esta forma se pueden obtener los datos de observación en formato RINEX. Otro factor relevante a considerar, es la adquisición de los datos con la información de posición de los satélites (efemérides transmitidas). Estos datos, no se encuentran disponibles en dicho portal y por ello se deben descargar las efemérides entregadas por el International GNSS Service (IGS), las cuales se pueden obtener en el <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gnss/products>, ordenadas por semana GNSS, y archivo con las efemérides (SP3). Más información de las orbitas disponibles se pueden encontrar en [https://cddis.nasa.gov/Data\\_and\\_Derived\\_Products/GNSS/orbit\\_products.html](https://cddis.nasa.gov/Data_and_Derived_Products/GNSS/orbit_products.html).

El IGS cuenta con EAF en todo el planeta, incluyendo a Chile y pone a disposición sus datos a través de su portal FTP. Para descargar las observaciones se debe ingresar a <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/>, los datos están ordenados por año, día del año, formato de archivo, los dos primeros dígitos corresponden a los dos últimos dígitos del año y el tercero al tipo de archivo "d" para observación comprimida con Hatanaka, "o" para archivo RINEX de observación, "n" efeméride transmitida de GPS y "g" efemérides de GLONASS, al interior de esas carpetas se encuentran los archivos para ser trabajados.

El mapa con las EAF del IGS se puede visualizar en <http://www.igs.org/network> (Ilustración 3), haciendo clic sobre el vértice aparece el nombre de la estación y la última fecha con la que cuenta medición.





**Ilustración 3:** EAF del IGS. Fuente: <http://www.igs.org/network>  
 Datos de mapas ©2020 Google, INEGI

Los datos de estas estaciones pueden ser utilizados como punto de control en los procesos de datos GNSS y así vincular los distintos proyectos a la RGN. Para ello se debe utilizar una estación cercana al proyecto, ya sea pasiva o activa, la ventaja de la activa es que la mayoría de los datos están liberados de cobro y necesita un equipo GNSS menos, optimizando los recursos disponibles para el proyecto. Este dato debe estar debidamente certificado y debe pertenecer a la última época de referencia que se ha combinado en el IGM.

### Conclusión

Debido al dinamismo de las placas y al constante movimiento de la corteza terrestre, la RGN se va deformando con el tiempo, es por esto que el IGM está trabajando constantemente en actualización de la red geodésica, midiendo los vértices pasivos de todo el territorio bajo las rutinas estandarizadas internacionalmente, y en la actualidad se encuentra trabajando en una nueva época de referencia, la cual incluirá más estaciones activas y será compatible al último marco de referencia mundial.

Con el actual crecimiento de la tecnología GNSS y sus distintos usos, el IGM está realizando un esfuerzo y un arduo trabajo para la instalación de más estaciones activas en lugares estratégicamente escogidos para robustecer la red. Junto a ello se están gestionando convenios con instituciones públicas que posean equipos GNSS instalados para incorporarlos a nuestra red geodésica, de tal manera que en un fu-

turo próximo, se logre la conformación de una red compuesta solo con estaciones activas dentro de la Red Geodésica Nacional. Resultado de esto será la obtención de una época de referencia anual, siendo una red más dinámica de lo que hoy en día se tiene, manteniendo de esa forma los altos estándares que tanto la comunidad nacional como la internacional exigen. Lo anterior sin restar la importancia que los vértices pasivos y su remediación de manera regular, entregan al seguimiento y estudio de la tectónica de placas u otras investigaciones que se realizan utilizando dicha información.

### Bibliografía

- <http://www.sirgas.org/es/>
- [http://www.iag-aig.org/index.php?tpl=text&id\\_c=12&id\\_t=111](http://www.iag-aig.org/index.php?tpl=text&id_c=12&id_t=111)
- <http://www.csn.uchile.cl/red-sismologica-nacional/introduccion/>
- <http://www.igs.org/>
- <https://www.unavco.org/>

# 2

**Buenas  
prácticas y  
casos de éxito**  
a nivel regional

---

# Indicadores Cartográficos, una estrategia para hacer seguimiento a los Instrumentos de Planificación y Ordenamiento del Territorio.

Joselyn San Juan Osorio

Gobierno Regional del Biobío

División de Planificación y Desarrollo Regional

Unidad de Gestión de Información Territorial

[jsanjuan@gorebiobio.cl](mailto:jsanjuan@gorebiobio.cl)

Desde el punto de vista técnico, los procesos de evaluación de los instrumentos de planificación del Gobierno Regional son abordados técnicamente por la División de Planificación y Desarrollo Regional (DIPLADE), a quien le cabe generar los insumos para completar los indicadores asociados a los diversos programas, proponer cambios o modificaciones en los mismos o nuevas iniciativas.

En este sentido, en el desarrollo y construcción del instrumento de planificación Plan Regional de Ordenamiento Territorial, PROT, se propone integrar algunos Indicadores Territoriales Cartográficos en adelante ITC como una forma resumida y amigable para hacer seguimiento al instrumento a través del uso de mapas dinámicos.

### Instrucción

La elaboración del Plan Regional de Ordenamiento Territorial para la Región del Biobío guarda el objetivo principal de alcanzar mayores estándares de desarrollo para la Región, conforme a los lineamientos de la ERD 2015-2030 (actualmente vigente). Este objetivo demanda integrar dinámicas institucionales, en donde los actores regionales, públicos y privados, se articulen en torno a las iniciativas contenidas en este instrumento.

La Estrategia Regional de Desarrollo define los lineamientos generales de desarrollo regional, y el PROT, entendido como la territorialización y el complemento de la misma, establece iniciativas específicas sobre el territorio finalizando con los instrumentos de planificación propios del Gobierno Regional, (sectorial) y de los municipios.

El instrumento tiene una aplicación en dos aspectos, por una parte constituye una guía de información para definir iniciativas y su localización, previendo anticipadamente su viabilidad; y por otra, es una guía para el Consejo Regional, quien debe pronunciarse sobre la admisibilidad de los proyectos que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

### Monitoreo del PROT

El Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Región del Biobío, entendido como la espacialización de la ERD, requiere de instrumentos que permitan desarrollar un monitoreo territorial, conforme a la aplicación de los diferentes Lineamientos Estratégicos que éste propone.

En este ámbito, se recoge la necesidad de identificar un conjunto de Indicadores Territoriales Cartográficos (en adelante ITC), cuya implementación se fundamenta en el cruce de información espacial y alfanumérica de distinta naturaleza, para elaborar una medida cuantitativa; permitiendo apoyar los procesos de seguimiento del mismo. En este sentido, se propone diseñar tres indicadores que permitan, de una forma sistémica, generar información espacial nueva y actualizada que permita monitorear el PROT.

### Criterios para la definición de indicadores TC.

Durante el proceso de maduración del PROT, y como parte de la última etapa de construcción del plan de seguimiento del mismo, se suscitaron una serie reuniones cuyo objetivo sería la evaluación de posibles indicadores.

Parte de las consideraciones a tener para tal definición, se encuentran dadas en la misma orientación del instrumento ERD-PROT, esto es:

- 1) La sustentabilidad,
- 2) La colaboración y competitividad,
- 3) La inclusión y equidad social.

Así también, y como parte de la evaluación realizada durante esta etapa, se estimó dejar a modo de propuesta un segundo grupo de indicadores TC, que debían, en relación al avance y calidad en la información, ser integrados con posterioridad; esta decisión se adoptó en relación al difícil acceso a información espacial que se tiene para ciertas áreas temáticas y adecuadamente estandarizada a escala regional.

Para la utilización de este tipo de herramientas, es fundamental contar con datos e información espacial actualizada y homogénea para la totalidad de la superficie regional, que a su vez sea replicable en el tiempo, entendiendo que los cambios de metodología podrían, eventualmente, generar información nueva disímil.

Las tres propuestas seleccionadas se basan en el empleo de diferentes repositorios de información, base de información que actualmente existen y que reúnen las condiciones requeridas.

Otro criterio consensuado es que los ITC deben ser de aplicación a la totalidad de la región; sin embargo es importante aclarar que en la modelación de los mismos es posible asociar a diversas delimitaciones a una escala de mayor precisión por ejemplo, variables censales como distritos, manzanas, alguna división político administrativa, o en otras figuras de ordenamiento y planificación como las macroáreas del PROT.

### Indicadores

Aplicando los criterios antes descritos para la elección de los ITC, quedaron resumidos en:

- » Indicador Territorial Cartográfico 1 - ITC1: Tasas de cambio de superficie asociada a las plantaciones forestales, el cual se vincula con la "la colaboración y competitividad de la ERD"
- » Indicador Territorial Cartográfico 2 - ITC2: Evolución de Áreas Normadas, el cual se vincula con la "sustentabilidad de la ERD"
- » Indicador Territorial Cartográfico 3 - ITC3: Inversión vinculada a proyectos, el cual se vincula con la "inclusión y la equidad social de la ERD".

**Indicador Territorial Cartográfico 1**

Tasas de cambio de superficie asociada a las plantaciones forestales.

**Descripción y objetivo:**

Este indicador consignará, en términos de evolución de superficies de la variable mencionada (y tasas de cambio de las mismas), la cuantificación de las superficies vinculadas al uso forestal que mantienen una aptitud agrícola y que efectivamente hayan experimentado un cambio hacia este segundo uso.

**Lineamiento ERD vinculado:**

Este ITC puede vincularse al Lineamiento I de la ERD, especialmente en lo materializado en el Objetivo Estratégico 1.3, el cual fomenta el desarrollo de territorios en desventaja, poniendo especial énfasis en el fomento de la diversidad productiva, en este caso vinculado al sector agrícola.

También algunos de los objetivos estratégicos del lineamiento 2, como el 2.2, fomentando la asociatividad, especialmente en la actividad de los pequeños y medianos productores rurales, o el 2.3, promoviendo la productividad, adaptando los instrumentos de innovación y fomento productivo a la realidad regional.

**Variables necesarias:**

Cobertura vectorial de usos de suelo a escala regional, hasta la fecha dependientes de las diferentes actualizaciones del Catastro de Vegetación Nativa desarrollado por CONAF (para la Región en los años 1996, 2008 y 2015), y cobertura vectorial de Capacidad de Usos de Suelo, desarrollada por CIREN. Además, cobertura que recoja la división político administrativa escogida para la escala de análisis.

**Observaciones:**

Las diferencias metodológicas en los procesos de levantamiento mencionadas (sobre todo en términos de escala de referencia), pueden inducir a errores en el cálculo del ITC, por lo que la propuesta ideal sería utilizar coberturas (usos + capacidad), levantadas en el mismo lapso temporal y a la misma escala. Asumiendo las dificultades que puedan presentarse, la propuesta se centra en utilizar la cobertura actual de Capacidad de Uso

(entendiendo que esta variable no evoluciona temporalmente, al menos en términos de la escala de análisis), analizando la posibilidad de integrar un insumo más detallado a producir en el futuro.

**Indicador Territorial Cartográfico 2**

Evolución de Áreas Normadas

**Descripción y objetivo:**

El objetivo de este indicador es medir la evolución de las áreas normadas, las que incluyen: áreas de conservación ambiental; sistema de SNASPE (Parque Nacional, Reserva Nacional, etc.), Sitios Prioritarios, Santuarios de la Naturaleza, Monumentos Naturales, Reservas de la Biosfera, Inventario de Glaciares, Bosque Nativo, Áreas de Desarrollo Indígena, ECMPO y otras (categorías inexistentes en la actualidad, y que puedan ser implementadas en la Región), y las asociadas a la planificación urbanística; Plan Regulador Metropolitano, Planes Reguladores Intercomunales, Planes Reguladores Comunales, Seccionales y Límites Urbanos. El resultado tangible permitiría conocer el aumento (o disminución), de las superficies normadas a la escala seleccionada.

**Lineamientos ERD vinculados:**

El lineamiento de la ERD que se relaciona con este ITC es el número 6, ya que éste plantea la necesidad de adecuar la gobernanza regional al proceso de desarrollo de la misma, otorgando un carácter de sustentabilidad, participativo a la gestión pública. Específicamente en el objetivo estratégico 6.1, y sus líneas de actuación a), c) y h), fomentando la eficiencia en los procesos de gestión pública, implementando un sistema regional de planificación intersectorial, y procurando que todas las comunas mantengan instrumentos de planificación territorial vigentes y debidamente actualizados.

**Variables necesarias:**

Las variables requeridas se asocian a la especialización de todas y cada una de las categorías normadas actualizadas, y la cobertura de escala de análisis escogida.

### Indicador Territorial Cartográfico 3

Inversión vinculada a proyectos

#### Descripción y objetivo:

La finalidad de implementación de este indicador es consignar las variaciones en inversión de los diferentes territorios, a partir del análisis de los proyectos propuestos. Se basa en la integración de información generada por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, permitiendo analizar la diversificación de la inversión privada en las diferentes áreas productivas, en términos de volumen de la misma, y de sectores de desarrollo. A futuro, este indicador debiera complementarse con la inclusión de información relativa a inversión Pública, generando una perspectiva más completa con ambos sectores. (Público y privado)

#### Lineamiento ERD vinculado:

Este indicador tiene aplicación de análisis para varios de los lineamientos de la ERD, pero especialmente en el número 2, en materia de promoción y atracción de altos niveles de inversión pública y privada, que supongan un impacto a la generación de valor agregado; el lineamiento 5, potenciando la infraestructura en aras del mejoramiento de la competitividad.

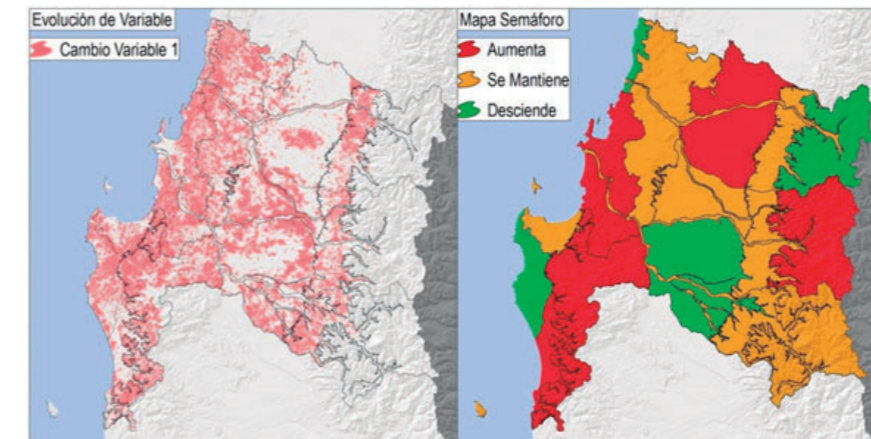
#### Variables necesarias:

El indicador requiere de la espacialización de los proyectos (en sus diferentes etapas de aprobación/rechazo), con información agregada acerca del sector de aplicación y el volumen de inversión asociado, además de la cobertura de escala de análisis escogida.

#### Estructura del Modelo

La modelación de los ITC, se realizó por medio de la utilización de un optimizador de procesos herramienta Model Builder del software ArcGIS sobre Sistemas de Información Geográfica; a modo de ejemplo, tal y como se muestra en la imagen 1, el modelo parte con la selección de los elementos vinculados a la escala de análisis, seleccionando primero la cobertura de referencia, y después, mediante dos consultas basadas en lenguaje SQL, la unidad de escala y la unidad de análisis específica, continuando con la definición de las coberturas asociadas los parámetros de usos de suelo y capacidad de uso de los dos lapsos temporales propuestos, y finalizando con la definición de la tabla resultado. La aplicación básicamente desarrolla dos selecciones (basadas en la escala de análisis implementada en la consulta), a partir de las cuales se producen diferentes intersecciones con las variables objeto de estudio, agrupando después los resultados por unidad de análisis y variable analizada, para por último, desarrollar los cálculos de superficie necesarios, así como las transformaciones de campos numéricos en categóricos.

Como resultado de la modelación se obtiene un mapa coropléto, o mapa semáforo.



Fuente: Elaboración propia

### Indicadores Territoriales Cartográficos a implementar en el futuro

Este punto propone indicadores a implementar en etapas futuras, debiéndose resaltar la complejidad en la definición de estos, siendo algunas ideas generalistas, que necesariamente deben verse sujetas a una ampliación y debate profundo y multidisciplinar.

### Indicador Territorial Cartográfico 4

(a implementar en el futuro)

#### Presión sobre el Recurso Hídrico

##### Descripción y objetivo:

La construcción (futura), de un indicador de esta magnitud, sin duda supondría una herramienta de planificación territorial única, integrando como factor preponderante el criterio de gestión a la escala de cuenca hidrográfica. Permitiría cuantificar la disponibilidad del recurso hídrico, las presiones vinculadas a los usos que de él se hacen y su calidad. En este sentido, el indicador podría basarse en la integración y análisis de los siguientes conjuntos de información: disponibilidad, usos y calidad.

##### Lineamiento ERD vinculado:

Lineamiento V, y específicamente en el objetivo estratégico 5.4, el cual pretende favorecer un suministro y uso sustentable del agua en la Región, a partir de la gestión del mismo.

**Indicador Territorial Cartográfico 5**

(a implementar en el futuro)

**Conectividad Rural****Descripción y objetivo:**

El objetivo de este indicador persigue monitorear el mejoramiento de la conectividad en el ámbito rural, no sólo integrando los aspectos de vialidad (en términos del mejoramiento de carpetas, extensión de red, etc.), sino también, integrando otras variables como el proceso de electrificación rural y el desarrollo telecomunicacional relacionado a las conexiones a internet.

**Lineamiento ERD vinculado:**

Asociado directamente al lineamiento V, el cual se vincula al potenciamiento de la conectividad regional, en este caso, en el ámbito rural. Avanza a concretar los objetivos estratégicos 5.1, en materia de planificación integral de infraestructura, telecomunicaciones y red logística (específicamente en territorios en desventaja), y 5.2, mejorando la red logística para incrementar la competitividad de los productores (especialmente en el ámbito rural).

**Indicador Territorial Cartográfico 6**

(a implementar en el futuro)

**Usos del Borde Costero****Descripción y objetivo:**

En concordancia con los objetivos del ITC 2, una tercera propuesta se centra en analizar la tendencia de los usos y actividades productivas que se desarrollan en el ámbito del Borde Costero. En este sentido, aspectos normados como las Áreas Aptas para la Acuicultura; Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos y los diferentes tipos de actividades concesionadas (concesión marítima mayor, menor, permisos y autorizaciones y/o destinaciones), dan cuenta de las actividades y presiones que se producen.

**Lineamiento ERD vinculado:**

Se relaciona con el lineamiento 6 de la ERD.

Señalar que los productos obtenidos, se encuentran actualmente en estado de latencia, para ser usados cuando las condiciones reglamentarias para la aplicación de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial así lo permita.

En este sentido, como Gobierno Regional se ha avanzado en la postulación de un proyecto con financiamiento SUBDERE bajo el Programa de Apoyo a la Descentralización Regional, buscando poder transferir este material a una plataforma informática o visualizador de mapas, con el objetivo de ofrecer esta herramienta para el uso de planificadores y de la ciudadanía en general.

**Bibliografía:**

- Gore Biobío-UdeC. (2017). Memoria Explicativa PROT. Concepción: Universidad de Concepción.
- Gore Biobío-UdeC. (2018). Manual Indicadores Territoriales Cartográficos. Concepción: Universidad de Concepción.



# Sistema de Información Territorial Tarapacá

## Metodología para cartografiar la inversión subtítulo 31.

Diego Allende

Gobierno Regional de Tarapacá

División de Planificación y Desarrollo Regional

Departamento de Planificación y Ordenamiento Territorial

dallende@goretarapaca.gov.cl

### Introducción

El Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), es el principal instrumento financiero mediante el cual el gobierno regional transfiere recursos fiscales a la región, con lo que se materializan proyectos y obras de desarrollo de impacto regional, provincial y comunal.

A contar del año 2010, los servicios públicos presentes en las regiones deben de informar sus iniciativas de gastos a través de la aplicación WEB "Chile Indica". Las iniciativas de gasto público que han de informar estas instituciones son, de acuerdo a la Ley de Presupuestos del Sector Público:

Subtítulo Presupuestario	Bienes y Servicios Presupuestarios	Ejemplo de iniciativas de Inversión
Subtítulo 22,	Servicios Técnicos y Profesionales (22.11)	CENTROS COMUNITARIOS REHABILITACIÓN, Programa Apoyo a instituciones Educativas para la Inclusión de Estudiantes en Situación de Discapacidad
Subtítulo 23,	Prestaciones Previsionales (23.01), Prestaciones de Asistencia Social (23.02)	Jubilaciones, Pensiones y Montepíos, Pensiones Básicas Solidarias de Invalidez
Subtítulo 24,	Transferencias Corrientes Al Sector Privado (24.01), A Otras Entidades Públicas (24.03)	Consulta a los pueblos indígenas, Apoyo a la actividad turística de la Provincia del Tamarugal, año 2019
Subtítulo 31,	Iniciativas de Inversión, Estudios Básicos (31.01), Proyectos (31.02), Programas de Inversión (31.03)	actualización plan regulador Pica - Matilla, comuna de Pica, restauración iglesia San Antonio de Padua y Convento Franciscano, saneamiento control de plagas sector El Boro
Subtítulo 32,	Préstamos y Anticipos a Contratistas Médicos (32.05)	Préstamos Médicos de atención de salud
Subtítulo 33,	Transferencias de Capital, a Otras Entidades Públicas (33.03)	Ampliación y mejoramiento sede social JJ.VV complejo deportivo, transferencia hábitat Tarapacá proyecta investigación de ambientes extremos

De este ítem presupuestario, serán cartografiados la inversión FNDR Subtítulo 31, cuyo proyecto ya se encuentra con gasto ejecutado a la fecha de 15 de mayo del 2019.

### Proceso Cartográfico de la Inversión FNDR Subtítulo 31 y su visualización en el Sistema de Información Territorial Tarapacá, IDE.

La inversión pública referente al Subtítulo 31, es la inversión que puede ser visible como cobertura medible en el territorio, principalmente en forma de proyectos de construcción, hospitales, caminos, sedes, alumbrado, alcantarillado, etc., ya que cada uno de estos proyectos están construidos en un lugar físico ubicable en el territorio, el cual puede ser medible y extrapolable, constituyéndose en un punto de partida para cuantificar y diseñar indicadores del real impacto de la inversión en el territorio. Estos proyectos se encuentran en distintas fases de ejecución o diseño, de la cual no todos son desarrollados por el Gobierno Regional, sino también por los Servicios Públicos pertinentes, ya que muchos de ellos reciben ingresos de origen sectorial, como por ejemplo, la construcción del estadio de Tierra de Campeones de Iquique.

### Metodología de la cartografía de la Inversión FNDR Subtítulo 31.

Selección de Proyectos FNDR Subtítulo 31: la selección de los proyectos Subtítulos 31 se obtienen de la base de Chile Indica, los cuales tienen una asignación o gasto ejecutado hasta la fecha. En este caso serán 19 proyectos Subtítulo 31, cada uno es representado en la cartografía en dimensiones o estructura que intentan y adopta estos proyectos a la realidad cartográfica bidimensional como el plano, el que es representado mediante vectores los cuales son puntos, líneas y polígonos, estructuras que son ingresadas al SITT.

### Tabla con los proyectos Subtítulo 31 que tienen una estructura conformada por puntos, líneas y polígonos.

	Código	Nombre de la Iniciativa
LÍNEA	20144580	CONSTRUCCIÓN PAR VIAL JUAN MARTÍNEZ - ARTURO FERNÁNDEZ, IQUIQUE.
LÍNEA	30080833	MEJORAMIENTO ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD EN LA CIUDAD DE IQUIQUE
PUNTO	30094344	RESTAURACIÓN IGLESIA DE SOTOCA, HUARA, PROVINCIA DEL TAMARUGAL
POLÍGONO	30096888	CONSTRUCCIÓN CEMENTERIO MUNICIPAL, ALTO HOSPICIO, I REGIÓN
PUNTO	30134698	REPOSICIÓN COMEDOR LOCALIDAD DE SIBAYA
LÍNEA	30136110	REPOSICIÓN ESTADIO TIERRA DE CAMPEONES, IQUIQUE
POLÍGONO	30142373	MEJORAMIENTO DE PLAZA DE ARMAS POZO ALMONTE
LÍNEA	30226723	REPOSICIÓN PAVIMENTOS POR CAMBIO DE REDES SECTOR STA. TERESA, AHO
PUNTO	30344623	CONSTRUCCIÓN COLEGIO MUNICIPAL, LA PAMPA, COMUNA DE ALTO HOSPICIO
LÍNEA	30345873	CONSERVACIÓN ACERAS Y SOLERAS EN COMUNA DE IQUIQUE, SECTOR SUR
LÍNEA	30346224	CONSERVACIÓN ACERAS COMUNA DE IQUIQUE, SECTOR NORTE, ETAPA I
PUNTO	30380837	CONSTRUCCIÓN SEDE SOCIAL JV JAIME GUZMÁN
MULTI PUNTOS	30396023	REPOSICIÓN ALUMBRADO PÚBLICO, COMUNA DE IQUIQUE
POLÍGONO	30459123	CONSTRUCCIÓN NUEVO RELLENO SANITARIO MANCOMUNADO

LÍNEA	30463053	CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO CALETA CHANAVAYITA, IQUIQUE
PUNTO	30476634	CONTROL Y PREVENCIÓN POBLACIÓN CANINA Y FELINA REGIÓN TARAPACÁ
PUNTO	30476992	CONSERVACIÓN INFRAESTRUCTURA INSTITUTO TELETÓN DE IQUIQUE
LÍNEA	30482214	CONSERVACIÓN ACERAS Y SOLERAS COMUNA IQUIQUE, SECTOR NORTE, ETAPA II
POLÍGONO	30482631	SANEAMIENTO CONTROL DE PLAGAS SECTOR EL BORO

### Recolección de antecedentes

Muchos de estos proyectos se encuentran digitalizados en un archivo CAD, los cuales pueden ser convertidos a shape para después ingresarlos como una capa común de líneas, multipuntos y polígonos. Una dificultad es que muchos de estos proyectos al estar condicionados a una base ingenieril o de índole arquitectónico, no poseen proyección cartográfica, es decir, no se encuentran georreferenciados, presentando un grave inconveniente a la hora de transformar y unir los proyectos en una sola capa o shape. Como ejemplo de los 19 proyectos FNDR Subtítulo 31, solo uno (Construcción del Alcantarillado de Chanavayita) se encuentra georreferenciado, los demás tuvieron que dibujarse directamente en el software cotejando los planos de arquitectura de papel. Esto representa una gran desventaja en horas y en precisión, sin embargo, para que pudiese funcionar se tuvo que realizar uno por uno, como es el caso del proyecto de Reposición alumbrado público en la ciudad de Iquique. Así mismo, contar con una plataforma robusta que permita contener la cantidad de vectores en una sola capa, comprometiendo una gran cantidad de memoria RAM, lo que se debe tener en cuenta a la hora de querer cartografiar la inversión pública.

### Dibujo y unión de capas en una sola capa multi-vectorial.

Como se expuso con anterioridad, como metodología se dibujó a partir de la cartografía papel de los proyectos, traspasando la información a capas vectoriales por cada proyecto, diferenciándolos en puntos o multipuntos, líneas y polígonos.

### Proyectos FNDR Subtítulo 31, cuya cobertura se expresa Linealmente:

	Código	Nombre de la Iniciativa
LÍNEA	20144580	CONSTRUCCIÓN PAR VIAL JUAN MARTÍNEZ - ARTURO FERNÁNDEZ, IQUIQUE.
LÍNEA	30080833	MEJORAMIENTO ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD EN LA CIUDAD DE IQUIQUE
LÍNEA	30136110	REPOSICIÓN ESTADIO TIERRA DE CAMPEONES, IQUIQUE
LÍNEA	30226723	REPOSICIÓN PAVIMENTOS POR CAMBIO DE REDES SECTOR STA. TERESA, A. HO
LÍNEA	30345873	CONSERVACIÓN ACERAS Y SOLERAS EN COMUNA DE IQUIQUE, SECTOR SUR
LÍNEA	30346224	CONSERVACIÓN ACERAS COMUNA DE IQUIQUE, SECTOR NORTE, ETAPA I
LÍNEA	30463053	CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO CALETA CHANAVAYITA, IQUIQUE
LÍNEA	30482214	CONSERVACIÓN ACERAS Y SOLERAS COMUNA IQUIQUE, SECTOR NORTE, ETAPA II

La metodología de construcción de la capa vectorial es dibujar directamente en el software línea por línea, ejemplo de ello puede ser el proyecto "Conservación aceras y soleras en la comuna de Iquique" a partir de la cartografía papel.



Cartografía AutoCAD no georreferenciados. Del Proyecto de "CONSERVACIÓN ACERAS Y SOLERAS COMUNA IQUIQUE, SECTOR NORTE, ETAPA II".

Para esto se dibujó directamente en el software ArcGIS en varios vectores, uniéndolos en una sola capa shape de un solo registro mediante la herramienta "Dissolve". Este ejercicio se debe hacer con todos los proyectos que estén y no estén georreferenciados.

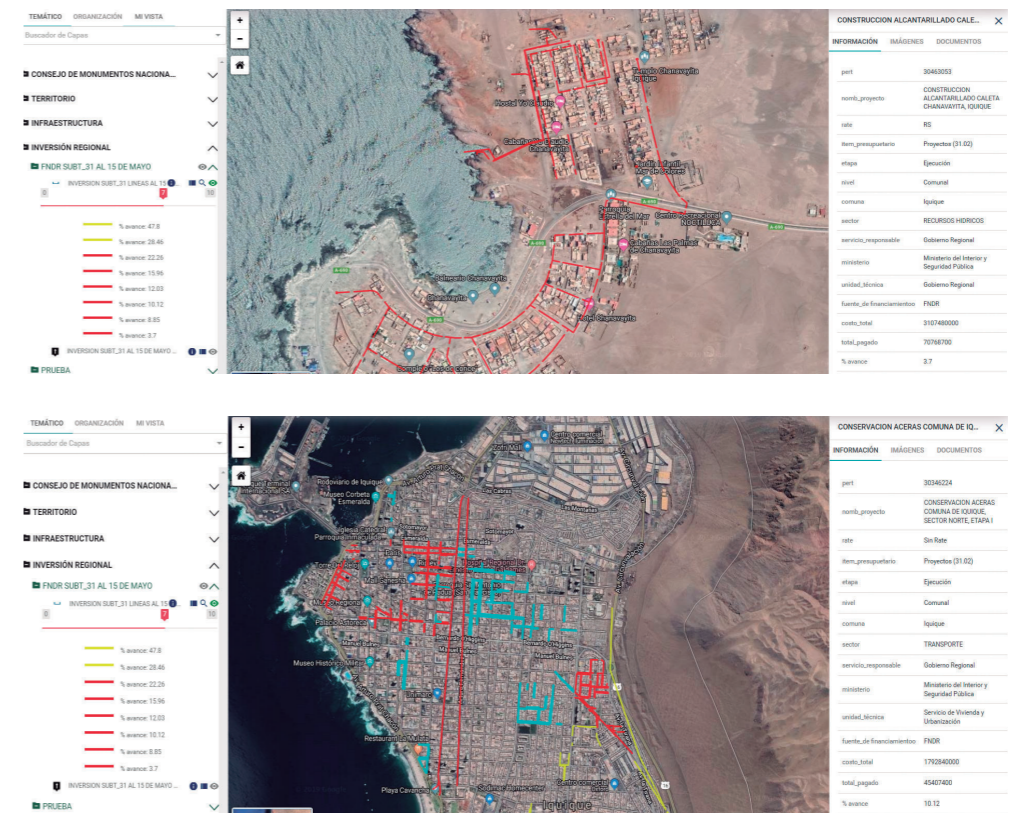
Así mismo, se encuentran otros proyectos que sí se encuentran georreferenciados como es la construcción del Alcantarillado de Chanavayita.

**Ejemplo N°1: CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO CALETA CHANAVAYITA, IQUIQUE**



Una vez dibujados los proyectos de líneas se deben unir en una sola capa, para que cada proyecto tenga un solo registro en su base que permita ir llenando con la información de la base de Chile Indica, con Información relevante a la inversión como: el gasto total, gasto ejecutado, porcentaje de avance de gasto, quién es el servicio a cargo del proyecto, etc. Una vez unidos los proyectos y agregando la información de Chile Indica, se ingresa al SITT tematizando los datos por rangos de colores según en este caso, porcentaje del gasto ejecutado a la fecha que se ingresaron los datos.

Imagen del proyecto ya ingresado al SITT con su base de gasto según Chile Indica.



Fuente: GEOPORTAL - GORE Tarapacá

La idea de tematizar por colores es obtener una fotografía de la cobertura de la región con gasto ejecutado, de esta manera obtendremos zonas de la ciudad o la región que tienen mayor gasto o tienen un porcentaje más avanzado de gasto ejecutado.



**Proyectos FNDR Subtítulo 31, cuya cobertura se expresa en un punto o multipuntos:**

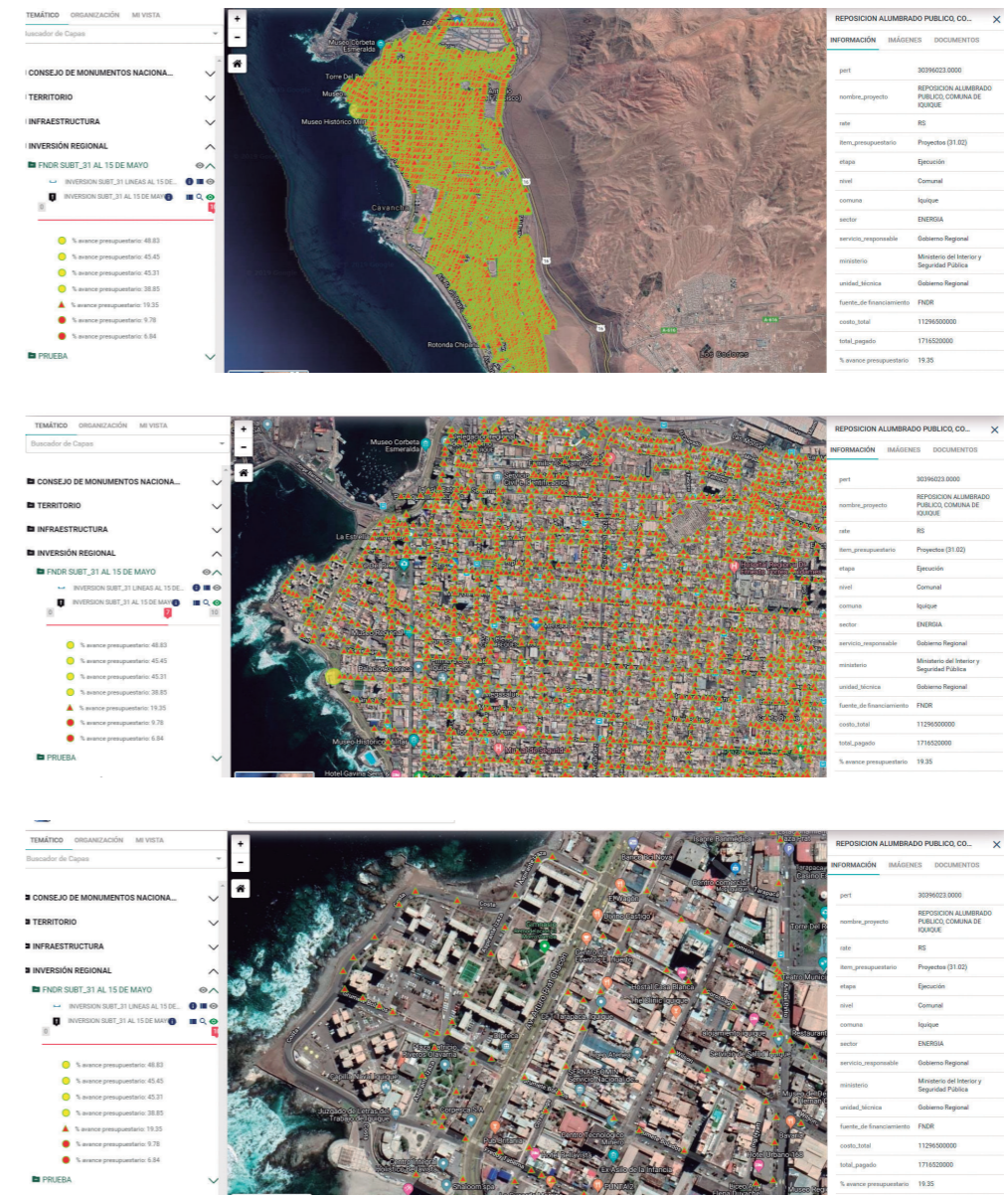
	Código	Nombre de la Iniciativa
PUNTO	30094344	RESTAURACIÓN IGLESIA DE SOTOCA, HUARA, PROVINCIA DEL TAMARUGAL
PUNTO	30134698	REPOSICIÓN COMEDOR LOCALIDAD DE SIBAYA
PUNTO	30344623	CONSTRUCCIÓN COLEGIO MUNICIPAL, LA PAMPA, COMUNA DE ALTO HOSPICIO
PUNTO	30380837	CONSTRUCCIÓN SEDE SOCIAL JV JAIME GUZMÁN
MULTI PUNTOS	30396023	REPOSICIÓN ALUMBRADO PÚBLICO, COMUNA DE IQUIQUE
PUNTO	30476634	CONTROL Y PREVENCIÓN POBLACIÓN CANINA Y FELINA REGIÓN TARAPACÁ
PUNTO	30476992	CONSERVACIÓN INFRAESTRUCTURA INSTITUTO TELETÓN DE IQUIQUE

La metodología de construcción de la capa vectorial, es dibujar directamente en el software el punto o los multipuntos dependiendo del proyecto, ejemplo de ello es el proyecto de "Reposición alumbrado público, comuna de Iquique. El cual está construido a partir de muchos multipuntos que representan un solo registro de Chile Indica, además de mencionar que este proyecto tampoco se encuentra georreferenciado.

**Ejemplo N°2: REPOSICIÓN ALUMBRADO PUBLICO, COMUNA DE IQUIQUE**



Formas de visualización a distintas escalas del proyecto de reposición de alumbrado público.



Fuente: GEOPORTAL - GORE Tarapacá

**Proyectos FNDR Subtítulo 31, cuya cobertura se expresa en un punto o multipuntos:**

	Código	Nombre de la Iniciativa
POLÍGONO	30096888	CONSTRUCCIÓN CEMENTERIO MUNICIPAL, ALTO HOSPICIO, I REGIÓN
POLÍGONO	30142373	MEJORAMIENTO DE PLAZA DE ARMAS POZO ALMONTE
POLÍGONO	30459123	CONSTRUCCIÓN NUEVO RELLENO SANITARIO MANCOMUNADO
POLÍGONO	30482631	SANEAMIENTO CONTROL DE PLAGAS SECTOR EL BORO



Fuente: GEOPORTAL – GORE Tarapacá

La metodología de construcción de la capa vectorial es dibujar directamente en el software, el o los polígonos dependiendo del proyecto.

**La importancia y ventajas de la georreferenciación en la Planificación**

La importancia y ventajas de la georreferenciación de la inversión en la planificación, es poder cuantificar el gasto en una cobertura específica, por ejemplo, la ciudad de Iquique. Se puede calcular las hectáreas o las manzanas asociándolas a la población, su impacto o repercusión de ciertos proyectos en el territorio. una ventaja es poder anticiparse a los riesgos naturales visibilizando áreas de inversión con una mayor susceptibilidad al riesgo. Y poder cuantificar cuál es la cobertura y el alcance de los proyectos, el monto total versus el gasto ejecutado, pero desde la mirada estratégica, haciendo énfasis en el lugar, espacio y gasto de tales proyectos en las áreas urbanas o rurales, midiendo en el tiempo sus fluctuaciones y cambios, ya sea en la forma o gasto, que está directamente relacionado con la comuna donde se ubica dicho proyecto.

# 3

**Buenas  
prácticas y  
casos de éxito  
en la academia**

---

# Supercomputación, imágenes satelitales y resiliencia: al servicio de la sociedad.

Paula Aguirre Aparicio

Pontificia Universidad Católica de Chile

Instituto para la Resiliencia ante Desastres

paula.aguirre@itrend.cl

Ginés Guerrero Hernández

Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento

Universidad de Chile

gguerrero@nlhpc.cl

Jaime San Martín Aristegui

Centro de Modelamiento Matemático

Universidad de Chile

jsanmart@dim.uchile.cl

Florencio Utreras Díaz

Centro de Modelamiento Matemático

Universidad de Chile

futreras@dim.uchile.cl

En los últimos años, Chile ha logrado grandes avances en la generación y desarrollo de infraestructuras de datos geoespaciales, que sumados a la constante generación de observaciones satelitales del territorio nacional, resultan en grandes volúmenes de datos disponibles para el desarrollo de investigación e innovación tecnológica en diversos ámbitos. Gracias a las capacidades de supercomputación instaladas en Chile y al establecimiento de convenios entre organismos públicos, academia e instituciones internacionales, dicha información puede ponerse al servicio de la ciencia y de la sociedad, y aportar al estudio de problemas tan complejos como la resiliencia ante desastres gatillados por amenazas naturales. En este capítulo, presentamos como ejemplo de esta combinación virtuosa, la colaboración entre el NLHPC, el Centro de Modelamiento Matemático (CMM), el programa Copernicus Europeo y el Instituto para la Resiliencia ante Desastres (Itrend) que es un instituto para coordinar varios aspectos importantes en estos temas y que está siendo incubado de manera conjunta entre Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y el CMM de la Universidad de Chile.



## NLHPC

El Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC), tiene como objetivo la consolidación de una facilidad de supercomputación a nivel nacional, para ofrecer servicios de alta calidad que le permitan responder a la alta demanda de computación científica, desarrollando lazos entre grupos de investigación, el sector público y la industria. El NLHPC está basado en un modelo asociativo abierto, en el que originalmente pertenecían 8 instituciones asociadas. Desde entonces, prácticamente todas las universidades y centros de investigación más relevantes del país se han unido al proyecto, sumando un total de 24. Esto hace que el NLHPC sea la mayor red de investigación en el país en la que se comparte infraestructura.

La computación de alto rendimiento se ha definido en la mayoría de los países como uno de los pilares del desarrollo tecnológico más relevantes. El uso de estas tecnologías se puede usar para que la investigación del país avance más rápidamente, para que la industria del país tenga ventajas respecto a sus competidores en otros países, y, por supuesto, para que el Estado pueda aplicarlo en sus quehaceres. Un ejemplo de ello es el desarrollo de Geonodo impulsado por el Ministerio de Bienes Nacionales. El abanico de posibilidades que abre la supercomputación es muy amplio, pues permite resolver problemas de manera más eficiente, e incluso abordar problemáticas que antes no eran factibles.

Por lo comentado anteriormente, es que en los últimos años el NLHPC ha firmado distintos convenios de colaboración con diversos organismos públicos, como es el caso del Ministerio de Obras Públicas, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, el Servicio Agrícola y Ganadero, y el Ministerio de Bienes Nacionales. El objeto de estos convenios ha girado en torno a los siguientes puntos:

- » Tener acceso a la infraestructura del NLHPC.
- » Usar los datos geoespaciales que estén en los repositorios del NLHPC.
- » Desarrollar actividades de forma conjunta para entrenamiento, transferencia tecnológica, seminarios y reuniones de interés para las instituciones.
- » Facilitar el intercambio de información y/o resultados de interés.
- » Desarrollar proyectos de investigación de manera conjunta y postular a nuevos concursos para obtener financiamiento.

El NLHPC está en operación desde el 2011 y, hoy en día con Leftraru y su ampliación Guacolda, tiene una capacidad de cómputo importante para la realidad nacional (más de 250 TFlops) y que da respuesta razonable a la demanda creciente por supercómputo. A modo de ejemplo, durante el año 2018 el NLHPC concedió más de 21.000.000 de horas de cómputo a más de 300 usuarios, la mayoría científicos, que usaron estas capacidades para mantenerse competitivos internacionalmente en las áreas de investigación que desarrollan, muchas veces de manera compartida, interdisciplinar e interinstitucional. Esta capacidad se está expandiendo a 45.000.000 de horas anuales con la incorporación de Guacolda a nuestra infraestructura de supercomputación, la cual se encuentra en marcha blanca desde junio 2019. Las áreas de aplicación en las que usan nuestra infraestructura son muy variadas: astronomía, química computacional, física de partículas, bioinformática, entre otras muchas. Esto repercute en que el NLHPC debe de tener una infraestructura heterogénea que sea capaz de dar servicios a una gran variedad de usuarios, cada uno de los cuales tiene unas necesidades muy específicas: cómputo, memoria RAM, almacenamiento, comunicaciones, etc. Actualmente, tras la última ampliación que hicimos, tenemos cubiertas la mayor parte de las necesidades de nuestros usuarios.



Leftraru, el supercomputador más potente de Chile

En los últimos años, el NLHPC ha experimentado una creciente demanda nacional de procesamiento de información geoespacial, principalmente en materias ligadas a resiliencia. Por eso es que desde la Universidad de Chile se promovió firmar un convenio con la Agencia Espacial Europea (ESA), donde el NLHPC juega un rol muy importante. Gracias a este convenio, se creará un repositorio que permitirá a los usuarios chilenos tener acceso a las imágenes capturadas por los satélites de la








Constelación SENTINEL con ahorros de tiempo de hasta 5 horas por imagen. Uno de los organismos que se beneficiará de este acuerdo es el Instituto para la Resiliencia ante Desastres (ITREND), el cual tiene entre sus iniciativas la creación de una plataforma de datos para la I+D+i+e en resiliencia.

**COPERNICUS**

El Programa Copernicus es un Programa de Observación de la Tierra y su Atmósfera iniciado por la Unión Europea el año 2014 que contempla desplegar en órbita de la Tierra un total de 11 satélites de baja altura (LEOs) propios, en la Constelación llamada SENTINEL, con un total de 30 instrumentos en órbita hacia el año 2030 si se consideran además los convenios con otros sistemas Europeos.

Los satélites de la Constelación SENTINEL han sido diseñados para obtener información de la Tierra y sus sistemas a través de instrumentos ópticos, de radar y radiométricos que permiten obtener valiosa información de la evolución del Planeta, sus océanos, su atmósfera, los cultivos, las infraestructuras y muchos otros elementos ligados a la física del planeta y la actividad humana.

La constelación SENTINEL comenzó a operar el año 2014, pudiendo verse en la tabla siguiente el calendario de los lanzamientos de los distintos satélites hasta el año 2022.

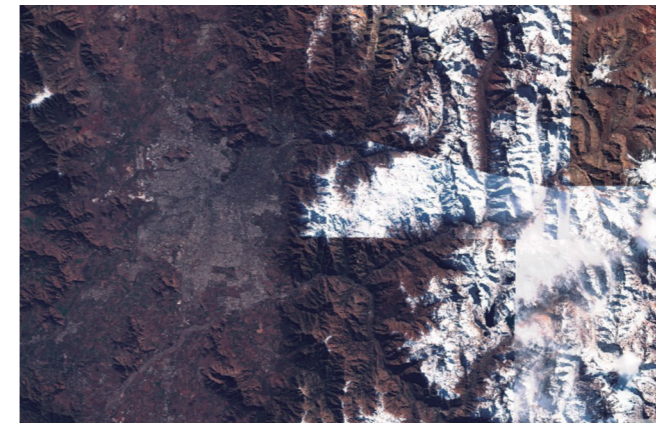
	<b>SENTINEL-1:</b> resolución 9-40m, tiempo de revisita de 6 días	S1-A y S1-B en órbita
	<b>SENTINEL-2:</b> resolución 10-60m, tiempo de revisita 5 días	S2-A y S2-B en órbita
	<b>SENTINEL-3:</b> resolución 300-1200m, tiempo de revisita < 2 días	S3-A y S3-B en órbita
	<b>SENTINEL-4:</b> resolución 8 Km, revisita cada 60 min	Lanzamiento el 2022
	<b>SENTINEL-5p:</b> resolución 7-68 Km, revisita cada 1 día	Primer lanzamiento hecho
	<b>SENTINEL-5:</b> resolución 7,5 -50 Km, revisita cada 1 día	Primer lanzamiento 2021
	<b>SENTINEL-6:</b> revisita cada 10 días	Julio 2020

Las características técnicas y uso de cada uno de los satélites se puede encontrar en el sitio web de la Agencia Espacial Europea: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home>

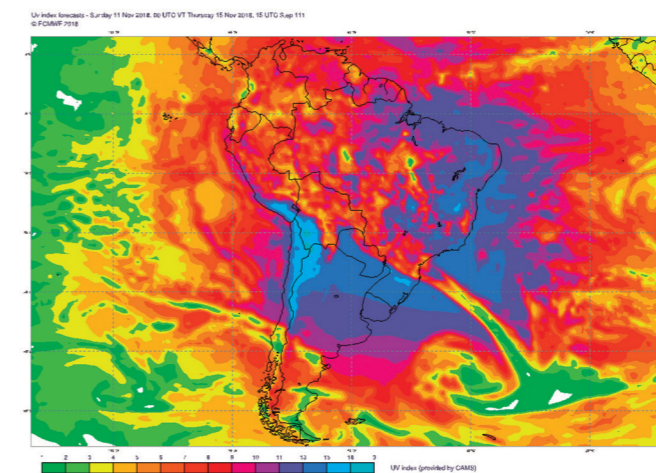
Si bien las características técnicas son del máximo interés, es una decisión política de la Unión Europea la que más llama la atención, los datos generados por los Satélites SENTINEL están a disposición de todo el mundo en forma abierta y gratuita. Esta característica de los datos está generando enormes cambios en el uso de los datos provistos por los satélites, al permitir que cualquier persona con la capacidad técnica de analizar la información pueda generar servicios para su comunidad de interés, sean estos de beneficio público o privado, contribuyendo así a la expansión de la industria de servicios basados en información satelital en todo el mundo.

Para mayor información del Programa Copernicus, véase <http://www.copernicus-chile.cl>

A continuación, imágenes recientes obtenidas por satélites de la Constelación Copernicus. La imagen de la izquierda fué generada en el CMM, mientras que la de la derecha proviene del servicio CAMS de Copernicus (<https://www.copernicus.eu/en/services/atmosphere>), uno de los 6 servicios globales provistos por Copernicus.



Santiago de Chile visto por SENTINEL-2



Índice UV Calculado usando SENTINEL-5P

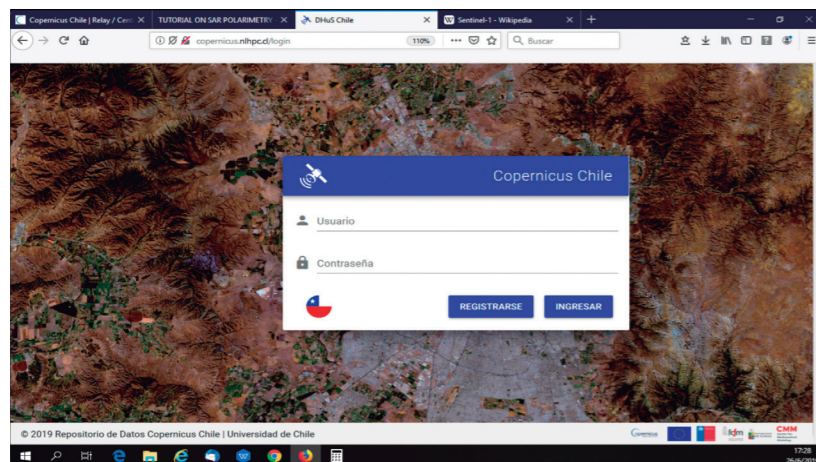


### El Repositorio en Chile.

Para acceder a los datos obtenidos por los satélites SENTINEL, los usuarios pueden acceder en forma completamente gratuita al Repositorio Global de Datos de Copernicus, disponible en:

<https://www.copernicus.eu/en/services/atmosphere>

Sin embargo, el alto peso de las imágenes, sobre todo las de radar (pueden tener tamaños de hasta 6 GBytes), hace que su descarga desde Chile sea muy lenta y limita su uso sistemático. Para resolver este problema, en Julio de 2019 se ha terminado el proceso de firma de un Acuerdo entre la Agencia Europea del Espacio (ESA) y la Universidad de Chile, que permitirá a la alianza CMM-NLHPC desplegar un Repositorio de Datos que contendrá todos los datos de los satélites SENTINEL que cubren Chile.



Prototipo del Repositorio de Datos de Copernicus/SENTINEL

Este Repositorio, que estará disponible en Agosto 2019, comenzará a descargar las imágenes y las mantendrá en línea, en Chile, durante 25 días, pasándolas luego a un archivo de rápido acceso (3 minutos), por lo que los usuarios podrán ahorrar cantidades significativas de tiempo para acceder a ellas. En forma paulatina se irán también descargando las imágenes históricas hasta completar una ventana de un año calendario. La aplicación, que estará disponible en Agosto permitirá también programar descargas más antiguas para conveniencia del usuario.

Este Convenio es fruto de más de un año de trabajo del Centro de Modelamiento Matemático y ha sido posibilitado por la firma del Convenio Universidad de Chile-Subsecretaría de Telecomunicaciones de Marzo de 2018 que delega en la Universidad de Chile la instalación de este Repositorio que servirá a toda la Comunidad Nacional.

### Instituto para la Resiliencia ante Desastres

El Instituto para la Resiliencia ante Desastres (**Itrend**) nace del trabajo de un grupo transversal e interdisciplinario de más de 80 expertos convocados en 2016 por el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), para conformar la Comisión para la Resiliencia ante Desastres (CREDEN) y proponer al país una Estrategia Nacional de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en Resiliencia con un doble propósito: (i) fortalecer y acelerar el desarrollo de las capacidades de Chile en I+D+i para aumentar la resiliencia del país, reduciendo los efectos sociales, económicos y ambientales que derivan de los eventos naturales extremos; y (ii) aportar valor al mundo aprovechando las características del territorio chileno y sus capacidades de investigación en desastres como una ventaja innovadora del país que permita crear una nueva industria para la resiliencia (CREDEN, 2016).

Para cumplir con estos objetivos, CREDEN definió un conjunto de catorce tareas para Chile, e identificó cinco condiciones habilitantes o elementos básicos para impulsar y sostener su desarrollo. Como primer paso, se identificó la necesidad de crear una institucionalidad dedicada a articular y potenciar los esfuerzos de I+D+i en resiliencia, dando origen así al proyecto de creación de un Instituto Tecnológico Público para la Resiliencia frente a Desastres, mandado por la Subsecretaría del Interior, financiado por CORFO, e incubado en sus primeros dos años por la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y el Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile.

Itrend tiene como uno de sus objetivos claves potenciar las herramientas científico-tecnológicas y el capital humano necesarios para el desarrollo de investigación de frontera en su área de acción. Uno de los programas claves en este ámbito es el desarrollo de una **Plataforma de Datos para la I+D+i en Resiliencia** que permita el libre acceso, visualización, exploración y análisis de data de diversos tipos y orígenes, que sea relevante para la investigación científica y para el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas en temas asociados a amenazas naturales (terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, aluviones, fenómenos climáticos extremos e incendios forestales), y a sus impactos a corto y largo plazo.

Esta Plataforma se visualiza como un ecosistema sustentable de datos que incorporará a agentes, organizaciones, tecnologías y procedimientos de forma interconectada e interdependiente, de manera de potenciar la utilización de información disponible para el territorio chileno y de las capacidades de inteligencia de datos instaladas en Chile, con foco en la generación de conocimiento para la resiliencia.

Como ejemplo, en la versión Piloto de la Plataforma, que tiene un horizonte de desarrollo de 18 meses, se conectarán algunas bases de datos de eventos naturales históricos; geodatabases disponibles en organismos públicos como el Ministerio de Bienes Nacionales y el Ministerio de Obras Públicas; servidores de imágenes satelitales como el Repositorio de Copernicus; datos generados por organismos técnicos

cos responsables del monitoreo de amenazas naturales; información relativa a la exposición y vulnerabilidad física y social ante distintas amenazas; y resultados de investigación relativas a la resiliencia ante desastres. Adicionalmente, la primera versión de la Plataforma Itrend incorporará también algunas herramientas de procesamiento y análisis orientadas a responder preguntas científicas asociadas a un tipo de evento extremo de la naturaleza, una industria específica o una zona en particular.

De esta manera, se podrá ejemplificar el potencial de la Plataforma, y de su vinculación con infraestructura de supercomputación como el NLHPC, para el desarrollo de I+D+i en resiliencia, y para la generación de conocimiento e insumos relevantes para el desarrollo de políticas públicas, de una industria y de una cultura nacional enfocadas en hacer de Chile un país resiliente ante desastres.

# Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC asociado a SIRGAS.

Dr. José Antonio Tarrío Mosquera

Dr. Marcelo Caverlotti Silva

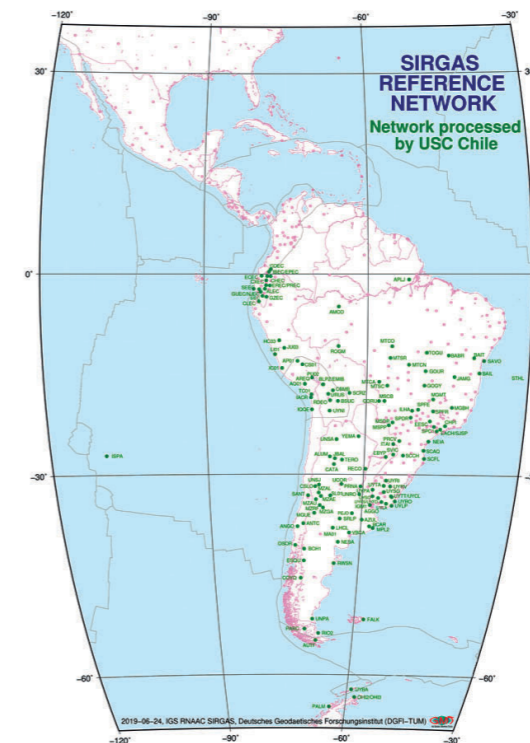
Ing. Bernardo Andrés Barraza López

Func. Fernando Isla

Universidad de Santiago de Chile

Jose.tarrío@usach.cl

El Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC de la Universidad de Santiago de Chile, es uno de los Centros de Procesamiento del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), sistema geodésico obligatorio para Chile desde el año 2003. En el centro se aplican estrategias de cálculo geodésico GNSS con criterios científicos internacionales, entregando oportuna y continuamente las soluciones semanales de 138 estaciones de distintos países como Brasil, Ecuador, Argentina, Perú, Uruguay, Bolivia y Chile.



Fuente: 2019-06-24, IGS RNAAC SIRGAS,  
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI-TUM)

Además, desde el establecimiento del centro se han desarrollado diferentes proyectos de investigación en materia de geodesia aplicada, algo de suma importancia en ambientes únicos desde el punto geodésico como es Chile, **donde el cambio de las coordenadas puede llegar a ser de 4cm anualmente, y en direcciones opuestas**, haciendo inválidas las coordenadas a nivel de ingeniería de un año a otro. Se ha llevado a cabo la actualización del marco de referencia IGS14 para Chile (actualmente en IGB08 y en época 2016.00) mediante estándares científicos, esto se ha desarrollado a partir de una Red Geodésica de Estaciones de Referencia de Operación Continua (CORS), constituida de 162 antenas correspondientes a redes de entidades Nacionales, como Ministerio de Bienes Nacionales, Centro Sismológico Nacional y OVDAS, además de otras estaciones que forman parte de la red de IGS y SIRGAS-CON. La red ha sido calculada con época de referencia 2018.00, 2018.50 y 2019.00 y alineando la solución con IGS, seleccionando como fijas 30 estaciones de las 162, las que corresponden al IGS (International GNSS Service), esto se realiza con el objetivo de mejorar la geometría y densificación de la red en Chile. Paralelamente se hace el cálculo de todas las estaciones GNSS con acceso libre en Chile, con ajuste semilibre para “apilarlas” en una solución multianual, y poder analizar el comportamiento geodinámico para poder ver hasta qué nivel de detalle (de escala) son válidas las coordenadas de un año a otro.<sup>1</sup>

Otro proyecto realizado en Chile es la cuantificación de dichos desplazamientos y direcciones a través del cálculo de la velocidad de estos mismos con técnicas de medición GNSS con estaciones activas fijas en un periodo de tiempo 2015-2018; donde se ha podido saber que la magnitud de estos desplazamientos están a nivel centimétrico, e incluso métrico de las coordenadas, como es el caso de eventos sísmicos de gran magnitud, por ejemplo el terremoto de Coquimbo - Chile en el año 2015, o el sismo de Melinka - Chile el año 2016. El conocimiento a nivel país de la velocidad de la corteza terrestre es necesario para la actualización de cartografías, homogeneización de la información y corrección de posibles errores al momento de trabajar con información nacional, en ámbitos de la ingeniería y la geodesia.<sup>2</sup>

Debido a que cada vez se hace más generalizado el uso de sistemas globales a partir de técnicas GNSS en topografía y geodesia, nace la necesidad de realizar una transición de un Sistema Geodésico de Referencia Clásico a Moderno. En el centro USC se han realizado las evaluaciones y cálculos de los parámetros de transformación para la zona de Antofagasta entre Sistemas clásicos como PSAD56 y SIRGAS.<sup>3</sup>

En esta misma línea, sobre la aplicación de la tecnología GNSS para estudios a nivel de ingeniería, se ha evaluado el comportamiento altimétrico de distintas zonas del

1 (Tarrío Mosquera & Bernardo Barraza López, DENSIFICACIÓN DE MARCO DE REFERENCIA IGS14 (EPOCA ACTUAL) EN CHILE MEDIANTE PROCESAMIENTO CIENTÍFICO GNSS CON ESTÁNDARES SIRGAS., 2018)

2 (Tarrío Mosquera, Carrasco, & Vargas, EVALUACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE CON TÉCNICAS GNSS, EN ZONAS DE RIESGO SÍSMICO., 2018)

3 (Tarrío Mosquera & Muñoz, TRANSFORMACIÓN DE SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA CLÁSICOS A MODERNOS. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN MEDIANTE MODELOS DE DISTORSIÓN, 2018)

mundo, por ejemplo, Santiago - Chile, Antofagasta - Chile, Galicia - España. Esto, a través de un análisis de modelos globales de geopotencial, en conjunto con las alturas elipsoidales obtenidas con GNSS, y alturas ortométricas, evaluando cuál es el de mejor adaptación a las zonas mencionadas. Una vez realizada la evaluación se genera una superficie de corrección altimétrica basada en el modelo estimado para cada zona.<sup>4</sup>

Como último proyecto, se ha generado un documento estandarizado de geodesia en Chile para el SNIT, y una densificación de un marco geodésico local para la comuna de Recoleta. Hoy, se espera que la asociación de la Universidad de Santiago de Chile con el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas sirva para potenciar y aumentar los logros en el área investigativa dentro de la geodesia del país, pero dejando claridad de que el entorno geodinámico exclusivo de Chile, hace que la cartografía deba llevar asociada la dimensión 4D, cuando de proyectos de Ingeniería de detalle se está hablando.

## Bibliografía

- Tarrío Mosquera, José Antonio; Tarrío Mosquera, J. A., & Angela Ortega Castro, C. L. (2017). ANÁLISIS DE MODELOS GEOIDALES SOBRE LA RED GRAN SANTIAGO DEL I.G.M. EN EL SECTOR ORIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE. SANTIAGO-CHILE.
- Tarrío Mosquera, J. A., & Bernardo Barraza López, K. S. (2018). DENSIFICACIÓN DE MARCO DE REFERENCIA IGS14 (EPOCA ACTUAL) EN CHILE MEDIANTE PROCESAMIENTO CIENTÍFICO GNSS CON ESTÁNDARES SIRGAS. SANTIAGO-CHILE.
- Tarrío Mosquera, J. A., & Muñoz, J. B. (2018). TRANSFORMACIÓN DE SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA CLÁSICOS A MODERNOS. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN MEDIANTE MODELOS DE DISTORSIÓN. SANTIAGO-CHILE.
- Tarrío Mosquera, J. A., Carrasco, G. L., & Vargas, P. C. (2018). EVALUACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE CON TÉCNICAS GNSS, EN ZONAS DE RIESGO SÍSMICO. SANTIAGO-CHILE.

4 (Tarrío Mosquera & Angela Ortega Castro, ANÁLISIS DE MODELOS GEOIDALES SOBRE LA RED GRAN SANTIAGO DEL I.G.M. EN EL SECTOR ORIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE, 2017)