Párrafos Geográficos
ISSN 1853-9424

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN RASTER DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL DE SANTA CRUZ (PATAGONIA AUSTRAL, ARGENTINA)

Rauque Coyopae, Mabel [1,2] - Díaz, Boris [1] - González, Daniel [2,3] - Quevedo, Carla [1]

[1] Sistema de Información Territorial de Santa Cruz (SIT SantaCruz). Mariano Moreno 135 (9400), Río Gallegos, Santa Cruz (Arg.). URL: www.sitsantacruz.gob.ar Correo–e: sit@sitsantacruz.gov.ar
[2] Universidad Nacional de la Patagonia Austral [3] Instituto de Desarrollo Urbano y Vivienda de la provincia de Santa Cruz

Resumen

El Proyecto SIT SantaCruz (Sistema de Información Territorial de la provincia de Santa Cruz) consiste en una iniciativa del gobierno provincial orientado a la creación, administración, documentación y divulgación de información geográfica útil para apoyar procesos de toma de decisión, sobre la base de los principios propios de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).
Las IDE, conjuntos articulados y coordinados de tecnologías, políticas, acuerdos institucionales, recursos y procedimientos estandarizados de trabajo cuya meta principal es asegurar la accesibilidad a la información geográfica, representan iniciativas en crecimiento y fortalecimiento acelerado en el mundo y en nuestro país particularmente. Éstas proporcionan una excelente herramienta para la búsqueda, evaluación y aprovechamiento de información geográfica para usuarios y generadores de ésta, principalmente a través de servicios basados en Internet.
SIT SantaCruz dispone desde 2008 de un extenso banco de información geográfica en formato raster, en crecimiento, compuesto por imágenes y otros productos satelitales y aerotransportados. Con la intensión de implementar un servicio de mapas a través de Internet (WMS) y uno de coberturas (WCS) bajo estándares del Open Geospatial Consortium (OGC), para disponibilizar esta información entre la comunidad de usuarios de la región, se compiló, editó y documentó un primer banco y catálogo sobre el territorio provincial, consistente en 75 escenas DigitalGlobe QuickBird y WorldView (años 2006–2010) con cobertura urbana, así como 400 escenas Aster (2002–2008) y 318 escenas Landsat (1972–2009) con una cobertura rural.
En 2009 se implementó un primer servicio WMS 1.1.1 con la publicación (experimental) de unos pocos raster de media y baja resolución, a la vez que un rudimentario catálogo de consulta a través de un visualizador web desarrollado con GeoServer y MapFish. En 2010–2011 se prevé la implementación de WCS 2.0 y WMS 1.3.0 con el total de información disponible, para consulta y descarga.

Palabras clave: Infraestructura de Datos Espaciales - Open Geospatial Consortium - Servicios Geográficos - Información Geográfica

Una versión preliminar de este trabajo se encuentra incluida (sin referato) en las Actas de las VIII Jornadas Patagónicas de Geografía. UNPSJB (Sede Comodoro Rivadavia). 13 -16 de abril de 2011. Publicado en soporte CD con ISBN 978-987-26721-0-2.

Párrafos Geográficos
ISSN 1853-9424

THE RASTER DATA CATALOGUE OF THE TERRITORIAL INFORMATION SYSTEM OF SANTA CRUZ (SOUTHERN PATAGONIA, ARGENTINA)

Abstract:

The SIT (Territorial Information System) project of Santa Cruz Project is a provincial government initiative aimed at the creation, management, documentation and dissemination of geographic information useful in supporting decision-making processes and based on the principles of Spatial Data Infrastructures (SDI).
SDI, interlinked and coordinated technologies, policies, institutional arrangements, resources and standardized work procedures whose goal is to ensure accessibility to geographic information initiatives represent accelerated growth and strength in the world and particularly in our country. They provide an excellent tool for searching, evaluation and use of geographic information for users and producers, mainly through Internet-based services.
Since 2008 Santa Cruz has possessed an extensive and increasing bank of geographic information in raster format, such as images and other satellite or airborne products. With the intention of implementing a web mapping service (WMS) and a web coverage service (WCS) using Open Geospatial Consortium (OGC) standards in order to make available this information to the user community of the region, an initial database of the province, consisting of 75 Digital Globe Quick Bird and World View (years 2006-2010) scenes with urban coverage, 400 Aster (2002-2008) scenes and 318 Landsat (1972-2009) scenes with rural coverage were compiled, edited and catalogued.
In 2009 WMS 1.1.1 was implemented with the publication (experimental) of a few medium and low resolution rasters, while a rudimentary catalogue query through a web browser developed with GeoServer and MapFish. In 2010-2011 the implementation of WCS 2.0 and WMS 1.3.0 is planned and will contain the total information available for consultation and downloading.

Keywords: Spatial Data Infrastructure - Open Geospatial Consortium - Geographic Services - Geographic Information

Introducción

En años recientes, las infraestructuras de datos espaciales (IDE) representan iniciativas que se encuentran en multiplicación, crecimiento y fortalecimiento en el mundo y en nuestro país en particular. Conceptualmente, una IDE consiste en un conjunto articulado de tecnologías, políticas, acuerdos institucionales, recursos y procedimientos estandarizados de trabajo, cuya meta principal es asegurar la cooperación para hacer accesible la información geográfica, desde los productores hasta los usuarios (Diaz *et al.*, 2010). Esta accesibilidad a la información, uno de los objetos centrales de una IDE, resulta un elemento crítico para el desarrollo de los territorios, el uso racional de sus recursos, así como la conservación del medio natural, el desarrollo humano y el mejoramiento de la calidad de vida de las sociedades insertas en éste, fundamentalmente por consistir en una herramienta de relevancia en los procesos de toma de decisión (Martínez de Anguita, 2006; CABASE *et al.*, 2008; Willems y Díaz Navarrete, 2002).

Las IDE proporcionan una base tecnológica para la búsqueda, evaluación y aprovechamiento de la información geográfica para usuarios y generadores de todos los niveles de la administración, sector comercial, organizaciones sin fines de lucro, sector

académico y ciudadanos en general, incluso empresas privadas. Una IDE es mucho más que un simple conjunto de información o bases de datos accesibles. Aloja datos y atributos geográficos lo suficientemente bien documentados para asegurar su aplicabilidad y confiabilidad, un medio sencillo para su búsqueda, visualización y evaluación a través de catálogos y servidores de mapas, entre otros servicios posibles, y algunos métodos para posibilitar el acceso a los datos.

El desarrollo de estas tecnologías ha ocurrido en paralelo (y de tal forma así ha contribuido a potenciar) a una creciente disponibilización de datos e información geográfica libre a través de internet, de gran utilidad práctica si bien aún orientada a una comunidad de usuarios especializados en materia de teledetección y SIG. Entre los servicios más comunes de información geográfica bajo estos estándares, en muchas ocasiones los básicos de toda iniciativa IDE y los más habituales de encontrar actualmente en casi todo geoportal disponible en internet, pueden mencionarse el servicio de mapas a través de la Web (WMS), el servicio de vectores (WFS), el servicio de coberturas (WCS) y la búsqueda de información o recursos geográficos mediante nomenclátores y/o catálogos.

En 2007 se oficializó el proyecto SIT SantaCruz, una integración de herramientas y procedimientos institucionales de trabajo orientados a la generación, actualización y gestión de información geográfica a través de tecnologías SIG y de IDE, relacionada con el territorio de Santa Cruz, sus recursos, ocupación, uso y administración; su documentación, análisis y disponibilización tanto abierta y pública como en ámbitos reservados a tomadores de decisión. Las principales metas definidas en el SIT SantaCruz consisten en (a) la optimización de la generación, integración y actualización permanente de información geográfica territorial y sectorial de la provincia; (b) el desarrollo y transferencia de herramientas para el procesamiento de información geográfica en los distintos niveles gubernamentales que permitan lograr una mayor eficiencia en los procesos de gestión de la información y su utilización para la toma de decisiones durante la administración del territorio; (c) la promoción de actividades institucionales y difusión pública de información territorial y sectorial, en el ámbito geográfico de la provincia y en distintos niveles de organización; y (d) la implementación y el fomento de la adopción de estándares internacionales (ISO y OGC) en todos los procesos de trabajo vinculados con la generación y administración de información geográfica, principalmente a partir de herramientas libres OpenSource.

Desde 2008, y como parte de diferentes líneas de trabajo asociadas a diagnósticos territoriales en la provincia, se comenzó la compilación de un banco multitemporal de

escenas satelitales de diferente resolución, el que se materializó en un proyecto específico orientado a su ofrecimiento público mediante la utilización de estándares y protocolos de intercambio de información geográfica.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en la descripción del estado de avance del diseño, estructuración, documentación y publicación del banco de rasters del proyecto SIT SantaCruz mediante tecnologías de IDE y las perspectivas futuras del proyecto de corto y mediano plazo.

Metodología

Marco institucional del plan de trabajo

En 2007 se formalizó el proyecto SIT SantaCruz mediante Decreto del Poder Ejecutivo Provincial Nº3449/2007, en el marco del Plan Estratégico Territorial SantaCruz 2016 (PET) y entre cuyos objetivos iniciales se encontró el desarrollo y abastecimiento de información geográfica para el Plan Estratégico Territorial ARGENTINA 2016, una iniciativa de 2004-2005 del Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios de la Nación (MINPLAN).

La experiencia de interacción generada con numerosos organismos públicos a partir de 2007 determinó la necesidad de definir objetivos más amplios abriendo así el proyecto a la interinstitucionalidad. Desde entonces, entre otros, los siguientes han sido los objetivos más importantes del proyecto SIT SantaCruz:

- Desarrollar un sistema de información territorial de apoyo a los procesos de toma de decisión local, regional y provincial, en materia territorial y sectorial, útil para el ajuste y monitoreo de indicadores del desarrollo territorial como así también para la gestión pública y privada de los recursos del territorio; de utilidad para una permanente caracterización detallada del modelo actual de provincia así como para la simulación de escenarios posibles de ocupación y utilización, y el análisis de modelos territoriales deseados.

- Ofrecer al público en general el mayor volumen posible de información espacial sobre el territorio santacruceño, producido y actualizado en el ámbito de las autoridades de aplicación sectoriales y territoriales de la provincia.

- Ajustar y proponer estándares orientados a la homologación, en el ámbito de los organismos públicos municipales y provinciales, de procesos de captura, generación, manipulación, almacenamiento, análisis, actualización y divulgación de información espacial oficial.

- Ajustar y proponer estándares orientados a la documentación de la información espacial en el ámbito de la provincia de Santa Cruz, sobre la base de estándares internacionales.

- Contribuir a la formación y entrenamiento de profesionales y técnicos en la utilización de tecnologías SIG y de gestión y documentación de la información espacial, en el ámbito de las administraciones públicas municipales y provinciales.

Actualmente, SIT SantaCruz consiste en una integración de herramientas y procedimientos institucionales de trabajo orientados a la generación, actualización y gestión de información geográfica relacionada con el territorio provincial, sus recursos, ocupación, uso y administración; su documentación, análisis y disponibilización tanto abierta y pública como en ámbitos reservados a tomadores de decisión (Diaz, 2009). Como tal, representa un primer paso fundamental hacia la creación y consolidación, en el mediano plazo, de una infraestructura de datos espaciales de la provincia (IDE).

La interinstitucionalidad asegurada por el proyecto permitió el desarrollo de un plan colaborativo de trabajo en el período 2006 – 2010) que aseguró el desarrollo, entre otros productos, del primer banco de imágenes descripto en el presente trabajo. Los acuerdos que permitieron esto fueron principalmente:

- Convenio marco de cooperación con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)
- Convenio marco de cooperación con el Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda
- Acta acuerdo de cooperación con INTA Estación Experimental Santa Cruz
- Convenio marco de cooperación y acuerdo específico de Trabajo con la Subsecretaria de Medio Ambiente de la Nación a través de la Dirección de Bosques (UMSEF)

Marco conceptual

En la actualidad, los datos y la información geográfica digital disponible sobre prácticamente cualquier territorio en Argentina, incluso en Santa Cruz, resulta tan abundante y diversa, en términos de calidad y cantidad, como compartimentalizada entre variados productores institucionales que aportan, cada uno en forma independiente, una visión especializada aunque parcial, del territorio (Diaz, 2009; Bezos Cibulsky, 2009). La situación descripta condiciona una importante disfuncionalidad, creciente cuanto más compleja resulta la realidad de un territorio a administrar desde los gobiernos, como así también cuanto mayor también resulte la complejidad y cantidad de los datos sobre éste a gestionar.

En este contexto, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), uno de los aspectos más relevantes de las IDE, contribuyen a construir una base de conocimiento global al permitir la disponibilización de información geográfica distribuida gracias al empleo de diversas combinaciones tecnológicas mayormente de fácil acceso y bajo costo, y de tal forma permiten así obtener una visión más integral, completa y ajustada del territorio a

administrar y su realidad, para cualquiera de los tomadores de decisión en particular (Álvarez, 2009; Bezos Cibulsky, 2009).

Un aspecto clave para asegurar el acceso global al conocimiento geográfico, es permitir que los sistemas que generan, almacena, distribuyen y consumen la información geográfica (IG) interactúen libremente, a través del concepto de interoperabilidad, es decir de la posibilidad de acceder y combinar datos, información y servicios geográficos a través de redes, procedente de diferentes fuentes digitales distribuidas, autónomas y heterogéneas, en una forma consistente (a pesar de sus diferencias) sin involucrar esfuerzos significativos para lograrlo (Bezos Cibulsky, 2009; INSPIRE, 2008; 2010).

Los servicios tendientes a la disponibilización de información geográfica representan uno de los tres componentes tecnológicos fundamentales de toda IDE. Entre estos servicios existe una diversidad interesante para adecuar la accesibilidad e interoperabilidad de la información geográfica entre los productores y los usuarios, los que se encuentran estandarizados a través de recomendaciones técnicas desarrolladas y publicadas por el Open Geospatial Consortium (OGC). El OGC consiste en una organización internacional sin fines de lucro que persigue principalmente el consenso voluntario, desarrollo y fomento de estándares para la implementación de servicios geoespaciales y de localización, muchos de los cuales terminan convirtiéndose en estándares internacionales ISO (OGC, 2011).

Estructuración del banco de imágenes

El banco de imágenes logrado a la fecha (v1.0) se compone de escenas y mosaicos procedentes de sensores Landsat, ASTER, QuickBird y WorldView 1 y 2. Los primeros dos mencionados proceden mayormente de la compilación de escenas y mosaicos de acceso libre de las siguientes fuentes:

- Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS). 2009. Earth Observing System ClearingHOuse (ECHO) / Warehouse Inventory Search Tool (WIST) Version 10.X [online application]. Greenbelt, MD: EOSDIS, Goddard Space Flight Center (GSFC) National Aeronautics and Space Administration (NASA), https://wist.echo.nasa.gov/api/

-Global Land Cover Facility. Proyecto NASA - Universidad de Maryland, http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml. Acceso a historico de Landsat TM4/5 y TEM7 (WRS2): ftp://ftp.glcf.umiacs.umd.edu/glcf/Landsat/WRS2/; acceso al banco histórico de Landsat MSS 123 (WRS1): ftp://ftp.glcf.umiacs.umd.edu/glcf/Landsat/WRS1/

- USGS EarthExplorer. http://edcsns17.cr.usgs.gov/NewEarthExplorer/. Centro de descargas libres de productos satelitales y otra información teledetectada, histórica y reciente.

- USGS Global Visualization Viewer. http://glovis.usgs.gov/. Centro de descargas libres de productos satelitales del proyecto EROS (Earth Resources Observation and Science Center)
- ASTER FTP site at NASA. ftp://e4ftl01u.ecs.nasa.gov/ASTER
- NASA GeoCover Project, http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/
- LP DAAC Aster Data (Land Processes Distributed Active Archive Center), United States Geological Service (USGS) – NASA. https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products
- Mosaicos Landsat y metadatos. ftp://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Mosaic_Landsat/

Estas fuentes se complementaron con material aportado por diversas instituciones en el marco de cooperación institucional vigente desde 2006 a la fecha, mayormente provisto por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

Las imágenes de alta resolución provenientes de sensores QuickBird y WorldView 1 y 2 fueron adquiridos a partir de una serie de proyectos específicos de trabajo entre los años 2006 – 2010, con financiamiento del Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda (IDUV) y algunos gobiernos locales, con objetivos múltiples aunque principalmente destinadas a la realización de estudios diagnóstico de base y catastro en diferentes localidades de la provincia. La adquisición del total de escenas ha sido por compra de productos originales a DigitalGlobe asegurando una cobertura completa de las áreas urbanizadas.

La adquisición de escenas de fuentes de acceso libre presentan el inconveniente de su “aceptación como están”. En el caso de los productos ASTER esto ha significado la accesibilidad a escenas sin el total de bandas que componen las escenas completas (por ejemplo sin información de elevación) si bien ello ha podido ser resuelto en años recientes con la liberación de información GDEM (JPL NASA, 2011).

La mayor proporción de escenas accesibles libremente del programa Landsat provienen de un proyecto de cooperación entre el USGS y NASA, cuya meta principal consistió en la creación de 3 grandes paquetes de información geográfica procedente del programa: (a) uno procedente de la década de 1970, (b) un segundo de la década de 1990 y (c) y finalmente uno de la década de 2000. Cada uno de estos grupos fue creado a partir del procesamiento de información original procedente de sensores MSS (1970), TM (CIRCA 1990) y ETM+ (CIRCA 2000), aunque representa una oferta estrecha de fechas representativas de cada década y sensores y no necesariamente el total de escenas capturadas y almacenadas durante la vida útil de las plataformas (USGS, 2009a; 2009b; 2009c). Así por ejemplo, existiendo sensores MSS en las plataformas Landsat 4 y 5, sus productos no se encuentran disponibles libremente a través de fuentes públicas. Desde

2005 existe un proyecto de colaboración complementario, denominado Global Land Survey (GLS) que expandió la colección de datos Landsat a escala mundial con la incorporación y liberación pública de productos obtenidos entre 2005 y 2006 (TM y ETM+). Uno de los productos más conocidos derivado de este proyecto consiste en los mosaicos del mundo liberados en formato MrSID (producto GeoCover).

El banco de imágenes conformado se compone de:

NASA Landsat 1, 2 y 3 escáner Multiespectral (MSS):
- Periodo de operación: 1972–1992
- Material disponible: MSS1 1972–1983; MSS2 1982–1992.

NASA Landsat 4 y 5 Mapeador Temático (TM):
- Periodo de operación: 1982 – 2002.
- Material disponible: TM5 1984-1997.

NASA Landsat 7 Sensor Mapeador Temático Realzado (ETM+):
- Periodo de operación: 1999 – actualidad (con anomalías desde 2003).
- Material disponible: ETM7 1999-2009

TERRA Sensor Aster:
- Periodo de operación: 1999 – actualidad.
- Material disponible: 2002-2008

DIGITALGLOBE WorldView 1 y 2
- Periodo de operación: 2007 – actualidad.
- Material disponible: 2009

DIGITALGLOBE QuickBird
- Periodo de operación: 2001 – actualidad.
- Material disponible: 2005 – 2010

MOSAICOS GeoCover Landsat
- Material disponible: 1990 – 2000

Formatos accesibles

Las escenas accesibles públicamente a través de internet (servidores de información y sitios ftp) se encuentran en una variedad de tipos de procesamiento y formatos de archivo, todo ello como una función de los estándares de procesamiento aplicados por las instituciones y proyectos específicos que los han disponibilizado.

- MOSAICOS GeoCover (MrSID)

Consiste en mosaicos de escenas independientes, con la mejor claridad y ausencia de nubes posible en un rango de tiempo de 6 años alrededor de un momento de referencia, por ejemplo año 1990 ± 3 años ó 2000 ± 3 años; en una combinación RGB 742; proyectados en el sistema de referencia UTM WGS84, en paquetes de escenas con una cobertura superficial de 5 x 6 grados, en latitud y longitud respectivamente (Tucker *et al*., 2004).

El pixel en el producto GeoCover2000 es falso de 14,25 m de lado, con una exactitud posicional (plana) absoluta de ± 75 m y de exactitud relativa ± 40 m en relación con el mosaico GeoCover1990, (GLCF, 2011). En ambos casos se ha aplicado un resampleo del tipo convolución cúbica respecto a las escenas originales ortorrectificadas. El producto del año 2000 fue controlado utilizando GeoCover1990 (en el plano) y ambos mosaicos fueron ajustados verticalmente utilizando como referencia el modelo digital de elevación GTOPO30.

La exactitud posicional (plana) absoluta de GeoCover1990 es de ± 50 m y su pixel de 28,5 m de lado (GLCF, 2011). El formato en el cual se ofrecen las escenas es de tipo propietario, de la empresa LizardTech, de alta compresión.

- PRODUCTOS Landsat MSS, TM y ETM+

Las escenas individuales Landsat disponibles se encuentran en dos niveles distintos de procesamiento: L1T y L1G. El primero mencionado, L1T, consiste en un nivel de procesamiento que asegura en la escena la exactitud radiométrica y geométrica a partir de la utilización de puntos de control en terreno, a la vez que utilizando un modelo de elevación de terreno (DEM) para incrementar la exactitud topográfica. El DEM y los puntos de control en terreno utilizados condicionan en gran medida la calidad (exactitud) del producto final. En el caso de Santa Cruz, la información disponible para asegurar el nivel L1T proviene de los DEM de 90 metros de resolución liberados por el proyecto SRTM (Space Radar Topography Mission) y de puntos de control contenidos en las bases de datos del GLS 2005 (USGS, 2011). Esta información de base no se encuentra disponible para el total de escenas que cubren el territorio provincial y por tanto no todos los productos Landsat accesibles públicamente se consiguen en formato L1T. En estos casos (cuando faltan puntos de control o bien el DEM) los productos Landsat se ofrecen con formato L1G.

Los productos disponibles en nivel L1G para Patagonia aseguran la exactitud radiométrica y geométrica según se obtiene del sensor que genera la escena. Ésta es posteriormente rotada, escalada y georreferenciada en el sistema de proyección plana UTM WGS84, en la franja más conveniente para cada escena en función de su posición global (UTM 18 a 20, para Santa Cruz). Este tipo de producto requiere, previo a su utilización, de correcciones geométricas adicionales y/o co-registración mediante puntos de control

conocidos, los que deben ser provistos por el usuario previo a su utilización. La exactitud geométrica del producto ronda los 250 metros para áreas predominantemente planas y en proximidad del mar (USGS, 2011).

- PRODUCTOS Landsat ETM+ defectuosos

En mayo de 2003, Landsat 7 experimentó desperfectos que ocasionan superposición y pérdidas de datos durante el barrido de escenas. Este inconveniente no ha podido ser solucionado en el sensor, existiendo tan solo alternativas para la modelización de pixeles faltantes mediante la implementación de algoritmos que, en el mejor de los casos, permiten recuperar arbitrariamente un cierto porcentaje de la cobertura de pixeles esperados en una escena. El producto accesible, denominado nivel L1Gt contiene líneas alternadas de pixeles con información perdida y otra modelizada. Aún con esta anomalía las escenas producidas conservan la fidelidad radiométrica y geométrica esperada en otros productos de la serie si bien el procesamiento implementado restringe parcialmente los usos posibles de estas escenas “corregidas”, aspecto a ser considerado por cada disciplina y usuario.

- PRODUCTOS DIGITALGLOBE QuickBird

Consiste en productos obtenidos mediante satélite privado administrado por la empresa DigitalGlobe, a partir de sensores submétricos, entre otros con los siguientes parámetros de referencia: (a) resolución espacial de 2,4 m en el nadir (hasta un máx de 30°), en el rango multiespectral; (b) ancho de barrido por escena de 16,5 km; (c) resolución radiométrica del pancromático: 61 cm en terreno en el nadir (hasta un ángulo máximo de 30°); (d) precisión métrica: 23 m, sin puntos de control en terreno; (e) archivos disponibles en 16bits (DigitalGlobe, 2006). El tipo de producto que compone el banco de imágenes del proyecto consiste en estándar color natural, combinación de bandas pancromática y RGB (RGB Standard nivel LV2A), con ángulos máximos de nadir ≤10° y cobertura de nubes ≤10%. Los productos adquiridos no poseen puntos de control en terreno (imagen estándar), por lo que se presentan con una exactitud absoluta en terreno de 23 m y un RMSE de 14 m (DigitalGlobe, 2006).

- PRODUCTOS DIGITALGLOBE WorldView 1-2

Consiste en productos obtenidos mediante satélite privado administrado por la empresa DigitalGlobe, a partir de sensores submétricos, entre otros con los siguientes parámetros de referencia: (a) resolución espacial de 50 cm en el nadir, para el sensor pancromático, y hasta 59 cm a partir de los 25° desde el nadir; (b) resolución digital de 16 bits. El tipo de producto que compone el banco de imágenes del proyecto consiste en blanco

y negro, tan solo la banda pancromática con 60 cm de resolución espacial, con ángulos máximos de nadir ≤10° y cobertura de nubes ≤10%. Los productos adquiridos no poseen puntos de control en terreno (imagen estándar), por lo que se presentan con una exactitud absoluta en terreno de aproximadamente entre 6,5-10,7 m según el sensor (DigitalGlobe, 2009a; 2009b).

- PRODUCTOS ASTER

Las escenas disponibles consisten en el nivel L1B, procedente de escenas L1A con correcciones radiométricas y geométricas. El material disponible solo consiste mayormente en las bandas 1, 2 y 3N de tomas realizadas entre los años 2002 y 2008, con las cuales resulta posible realizar combinaciones RGB, con pixel de 15m y archivos de 8 bits. De pocas escenas se dispone de los formatos nativos y con el total de bandas, aunque siempre con excepción de información de elevación. Los productos originales se generan por defecto en UTM WGS84 con un resampleo del tipo convolución cúbica (Yale Center for Earth Observation, 2010; Abrams *et al*, 2011).

Catalogación y nomenclatura

Se creó una base de datos sencilla para la catalogación de las escenas y mosaicos disponibles, con una pequeña serie de atributos para facilitar consultas y búsquedas:

- Sensor
- Fecha de toma
- Número e identificación de bandas disponibles
- Disponibilidad de previsualización en baja resolución
- Disponibilidad de metadatos
- Directorio de almacenamiento
- Nombre de archivos originales y generados en el proyecto (en caso que lo hubieran)
- Fuente de adquisición de la escena o mosaico
- Identificación de metadato PMSCv1.5
- Combinación RGB ofrecida
- Path y Row (solo en productos Landsat
- Nivel de procesamiento de los archivos originales

Se estandarizó la nomenclatura de escenas, en ocasiones respetando el formato original (ASTER; QuickBird, WorldView) y en casos como Landsat, sobre la base de una propuesta propia:

- PRODUCTOS Landsat

wrs[identificador wrs]_l[identificador plataforma landsat]_p[identificador de path]r[identificador de row]_[YYYYMMDD]_[bandas compaginadas]_[sistema de proyección plana].[extensión]

'*wrs*' (worldwide reference system) representa el sistema de nomenclatura global adoptado para la información Landsat que permite a los usuarios la búsqueda de imágenes satelitales en cualquier parte del globo mediante la especificación de un sistema de par de datos que identifican ruta (de la plataforma) y fila (correspondiente a la ubicación de la escena en la ruta). Este wrs resulta de valor para la catalogación y referenciado de escenas. Landsat 1 a 3 se identifican como 'wrs-1', mientras que Landsat posteriores de 4 a 7 como 'wrs-2". Ambos sistemas respetan el mismo concepto de nomenclatura si bien se presentan diferencias en la cobertura individual y posicionamiento de escenas debido principalmente a la ciclidad de órbitas, cobertura, patrones de solapamiento lateral y designación tanto de rutas como de tomas.

'*l*' identifica a la plataforma y sensor Landsat del cual proviene la escena.

'*p*' identifica a las rutas (path) numerados de Este a Oeste, desde 001 a 251 (última ruta órbita que completa la cobertura del planeta), (NASA, 2011a).

'*r*' identifica a la posición de la toma dentro de una ruta (row) y refiere a la posición latitudinal del punto central del recuadro envolvente que ocupa una escena, numeradas de Norte a Sur (de 0 a 119) correspondiendo el valor 60 a la latitud 0 (Ecuador) y el 119 a la latitud 80°1'12".

[yyyymmdd] corresponde a la fecha de toma, documentada en los metadatos de la escena, en formato año-mes-día.

[bandas compaginadas] indica, en orden creciente, las bandas que componen la compaginación realizada.

[sistema de proyección plana] detalla el sistema de proyección plano adoptado para el archivo, usualmente GK WGS84 (PosGAr94 F2).

[extensión] representa la extensión del archivo de almacenamiento

- PRODUCTOS ASTER

AST_[identificador nivel de procesamiento]_[versión del procesamiento]_[momento de adquisición de la escena]_[momento de procesamiento de la escena].[extensión]

[identificador nivel de procesamiento] corresponde para todo el material disponible al nivel L1B, con unas pocas escepciones al L1A

[versión del procesamiento] corresponde al tipo 003

[momento de adquisición de la escena] se presenta con el formato MMDDYYYYHHMMSS, siendo MM= mes, DD= dia, YYYY= año, HH= hora, MM= minutos, SS= segundos, de la adquisición

[momento de procesamiento de la escena] representa el momento del procesamiento de la escena, en formato YYYYMMDDHHMMSS

[extensión] representa la extensión del archivo de almacenamiento

- PRODUCTOS QuickBird y WorldView

[momento de adquisición]_[información del producto]_[identificador de tile]_[identificación de la escena].[extensión]

[momento de adquisición de la escena] se presenta con el formato DDMMMYY, siendo DD= dia, MM= mes (expresado en los 3 primeros caracteres alfabéticos correspondientes), YY= año

[información del producto] representa mediante codificación: (a) bandas que componen la imagen (P=pancromático, S=pan sharpened), (b) nivel de producto (2A=estándar), (c) tipo de imagen (S=escena individual)

[identificador de tile] representado con 4 caracteres cuando la escena se compone de partes (R#=fila, C#=columna)

[identificación de la escena] identificación del producto

[extensión] representa la extensión del archivo de almacenamiento

Metadatos

Un metadato describe información sobre un recurso (información espacial, capa digital ó archivo). En esencia consiste en información acerca de otros datos que buscan describir el mundo real o modelizarlo. Un metadato consiste en un conjunto de atributos ó elementos descriptores de un recurso geográfico en particular y, de tal forma, contribuyen a documentar su confiabilidad, comprensión y utilidad práctica, facilitando la toma de decisiones acerca de los mismos (Núcleo Español de Metadatos, 2005).

Para la totalidad de escenas procesadas en el proyecto se realizó su documentación bajo el Perfil de Metadatos de la Provincia de Santa Cruz (PMSCv1.5) establecido y recomendado como estándar en la provincia mediante Resolución SP Nº18/2008 de la

Subsecretaria de Planeamiento (Calviño, 2008). El PMSCv1.5 consiste en un paquete de descriptores que adopta elementos de 4 antecedentes de referencia: ISO15836 Dublin Core (Dublin Core Metadata Initiative), Dublin Core Qualifiers (Dublin Core Metadata Initiative), NEM (Núcleo Español de Metadatos) e ISO19115, en particular el núcleo de elementos de ésta (Calviño, 2008).

Accesibilidad pública

El fin principal del proyecto es la publicación de los productos logrados en Internet a través de un servicio de mapas en línea como así también su oferta a través de protocolos del Open Geospatial Consortium (OGC) para descarga. Ambos mencionados consisten en la integración de procedimientos para oferta de información geoespacial, a través de Internet, mediante la utilización de herramientas de hardware y software que cumplen especificaciones internacionales de interoperabilidad, es decir, estándares ampliamente difundidos y utilizados a escala mundial que facilitan el libre intercambio de información geográfica entre generadores y usuarios (Diaz *et al*, 2010).

El OGC consiste en una organización internacional sin fines de lucro que persigue principalmente el consenso voluntario, desarrollo y fomento de estándares para la implementación de servicios geoespaciales y de localización, muchos de los cuales terminan convirtiéndose en estándares internacionales ISO (OGC, 2011).

Para la visualización del banco de imágenes del proyecto, se utilizó el servidor provincial de mapas (SPMv2.0, 2010) basado en tecnología OpenSource Geoserver v1.5 (OSGeo, 2010) y con un visualizador MapFish 2.0 (Camptocamp, 2009), accesible a través de www.sitsantacruz.gob.ar/spm2. El SPM2 disponibiliza información a través de un servicio WMS 1.1.1 (OGC, 2011b).

El Servicio de Mapas en Web (WMS) permite la visualización de información geográfica, ya sea vectorial o raster, a partir de una representación de ésta para un área solicitada por el usuario y construir sus mapas según sus necesidades, protegiendo la información o datos originales y posibilitando el cruzamiento con la información local. En el Servicio de Coberturas en Web (WCS) por su parte, no sólo se visualizan los datos, ofrecidos a través del servicio como lo hace un WMS, sino que además se consultan los atributos almacenados en cada píxel, se edita y descarga la información geográfica ofrecida. El servicio de coberturas (WCS) proporciona información raster con su semántica original. Es decir, permite el acceso no sólo a la imagen en sí (tal y como hace el servicio WMS), sino también a los valores o propiedades de la misma (por ejemplo, a los valores de altitud de un modelo digital de elevaciones).

Estado de avance del proyecto

Se logró estructurar a la fecha, en el marco del proyecto SIT SantaCruz, un banco de imágenes compuesto por:

- 75 escenas QuickBird y WorldView, con cobertura completa sobre los 20 núcleos poblacionales de la provincia y cuando menos con 2 tomas correspondientes a dos años para cada una de ellas, en el período 2006 – 2010
- 400 escenas Aster, con cobertura sobre un 93,6% del territorio provincial, en un lapso de tiempo comprendido entre 2002 – 2008
- 8 mosaicos GeoCover Landsat, con cobertura completa sobre el 100% del territorio provincial, para los años 1990±3 años y 2000±3 años
- 285 escenas Landsat WRS2, con cobertura completa sobre el 100% del territorio provincial, y cuando menos con 2 tomas correspondientes a dos décadas representativas: 1990 (sensor TM) y 2000 (sensor ETM+), para las 25 escenas que abarcan la provincia
- 56 escenas Landsat WRS1, con cobertura parcial sobre un 76,2% del territorio provincial, en el período comprendido entre 1972 – 1983

El peso total de la información compilada y preparada significa 540Gb, con lo cual su almacenamiento y disponibilización resulta sencillo y ágil a través de 2 servidores de datos, uno interno (del proyecto) y otro externo (internet).

Los productos Aster y QuickBird se encuentran disponibles tan solo en una combinación RGB que permite una composición en falso color, mientras que los productos WorldView en escala de grises. Los productos Landsat se han combinado en RGB 543 aunque los archivos ofrecidos para descarga disponen de las bandas 123457, ofreciéndose también el total de bandas por separado en caso de requerirse procesos distintos a los asegurados por el proyecto o bien bandas con pixeles de otras dimensiones (bandas 6 y 8, por ejemplo).

Servicio de mapas en Internet

El servidor de mapas implementado en el proyecto SIT SantaCruz (SPM2) permite la consulta visualización de la cartografía raster y vectorial publicada a través de un servicio WMS 1.1.1, el mismo que asegura su accesibilidad pública para usuarios a través de software del tipo cliente-pesado. El SMP2 (Figura 1) es actualmente una versión beta con funcionalidades acotadas respecto a la gran potencialidad de la herramienta, previéndose su actualización a una versión 3, más estable y diversa en información geográfica dentro del primer semestre de 2011. Los mapas logrables en SPM2, resultantes de la selección y

combinación de capas por parte de los usuarios, se visualizan en el sistema de proyección EPSG:22182 (OGP EPSG, 2010).

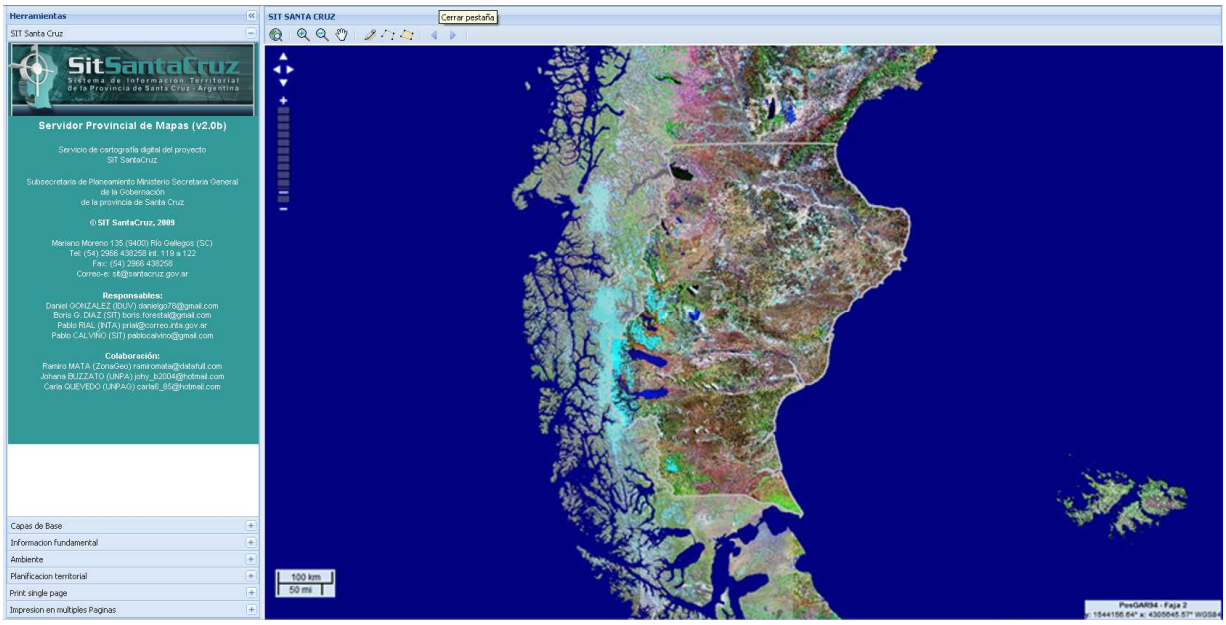
Las publicaciones del banco de imágenes en el SPM2 actualmente involucran:

- Catálogo de coberturas Aster, QuickBird, WorldView y Landsat disponibles en el proyecto SIT SantaCruz y tomas existentes para cada sensor en el período 1972 – 2009.
- Mosaicos GeoCover 1990 y 2000 (publicados en formatos propietario–libre *.ECW)
- Mosaicos QuickBird con cobertura para los 20 núcleos poblacionales de la provincia

Se encuentra actualmente en etapa de diseño para su implementación en 2011:

- Mosaicos de escenas de baja resolución Aster y Landsat disponibles en el proyecto SIT SantaCruz para la complementación del catálogo de coberturas ofrecido
- Documentación técnica completa del tratamiento de productos para cada sensor, ofrecidos desde el proyecto a través de los servicios geográficos implementados, como así también características del material original y restricciones de uso

Figura 1: Visualizador web del servidor provincial de mapas (v2.0beta)



Fuente: Captura desde pantalla

Banco público de metadatos

La oferta actual de desarrollos informáticos para la gestión de metadatos es diversa, tanto basados en software libre o propietario. No obstante esto, y a fin de trabajar con un perfil de metadatos propio recomendado para la provincia si bien basado en estándares ISO

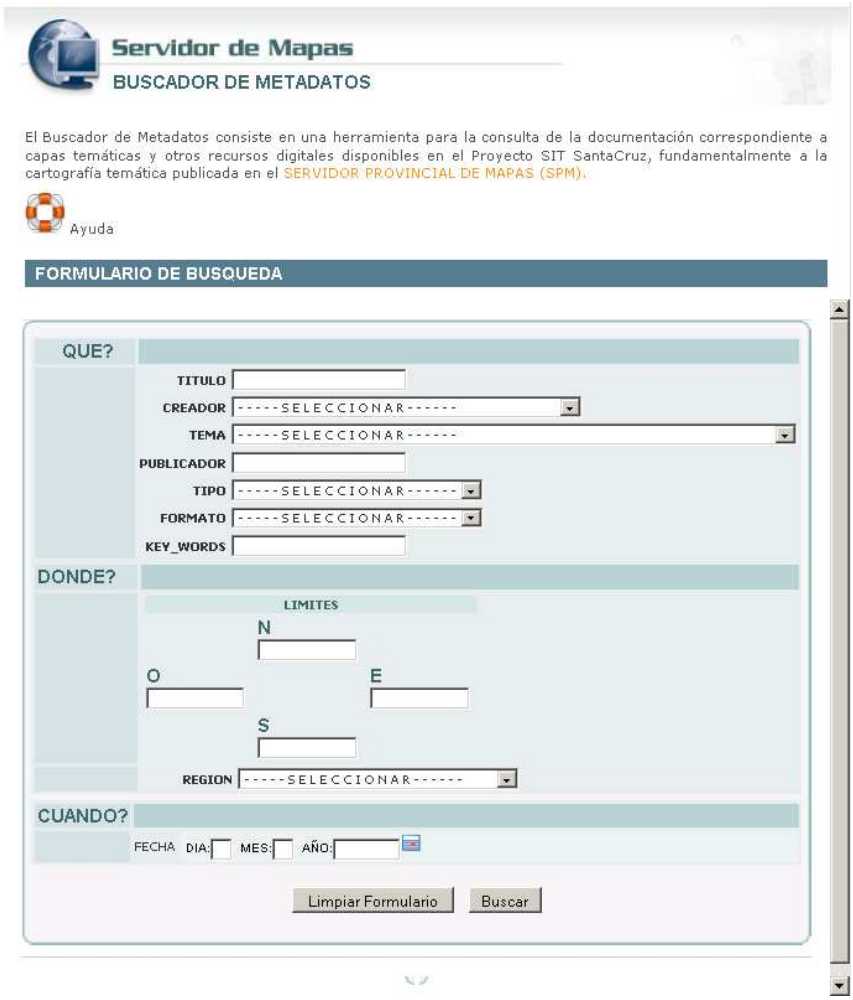
(Calviño, 2008), se programó una base de datos accesible para consultas a través de un formulario estandarizado publicado en el GeoPortal de SIT SantaCruz, en: http://www.sitsantacruz.com.ar/iniciog.php?opcion=020402. El formulario ofrece un mínimo de campos de navegación y consulta, mediante un diseño en el cuál se priorizó la simpleza y entendimiento de los usuarios (Figura 2).

Un perfil de metadatos consiste en un conjunto particular de descriptores, adoptados para la documentación de información en un contexto determinado. Diversos perfiles pueden diferir tanto desde la cantidad y tipo de descriptores utilizados, como en la forma de completarse los campos. En la provincia de Santa Cruz se ha recomendado la implementación de dos perfiles de metadatos, el perfil Dublin Core consistente en el conjunto de descriptores contenidos en la norma internacional ISO 15836 y una versión extendida de éste, el perfil de metadatos de la provincia (PMSCv1.5) consistente en la base propuesta en Dublin Core y su enriquecimiento con elementos procedentes de ISO19115 (ISO TC211, 2002).

Los resultados de una consulta particular a la base de datos permiten (a) su análisis rápido en pantalla sobre un total de 15 atributos que responden al perfil Dublin Core (ISO15836:2003), (ISO TC46/SC, 2003), (b) su análisis en pantalla e impresión bajo este perfil ó el PMSC1.5, perfil de metadatos adoptado en la provincia de Santa Cruz (Calviño, 2008), ó bien (c) su descarga en formato XML estándar (Figura 3).

El desarrollo actualmente disponible en el GeoPortal (v1.5) es preliminar y sujeto a mejora continua, si bien representa una fuente de consulta habilitada y con unos 75 registros accesibles públicamente (hacia febrero de 2011) relacionados con escenas satelitales disponibles a través de los servicios geográficos implementados desde el proyecto o en desarrollo. Se prevé lograr la finalización del proceso de documentación de las 856 escenas que componen el banco de escenas del proyecto, hacia finales de 2012.

Figura 2: Formulario para la búsqueda y consulta de metadatos de información geográfica disponible en el banco de imágenes del proyecto SIT Santacruz



Fuente: Captura de pantalla

Implementación de servicios OGC

El servicio geográfico implementado para la visualización y consulta de imágenes a través del SPM2 (WMS) permite igualmente el acceso a los archivos raster del proyecto a través de software cliente-pesado en formatos *.PNG, *.JPG y *.TIF entre otros, y en sistemas de proyección EPSG:22182 y EPSG:4326 (OGP EPSG, 2010), a través del siguiente enlace:

http://www.sitsantacruz.com.ar/geoserver/ows?service=wms&version=1.1.1&request=GetCapabilities

El objetivo del servicio WMS (servicio de mapas en internet) es permitir la visualización de información geográfica a partir de una representación de ésta, de una imagen del mundo real para un área solicitada por el usuario. Esta representación (imagen) puede provenir de un archivo vectorial, un mapa digital, una ortofoto, una imagen de satélite o una geobase de datos, entre múltiples posibilidades, preservando la información original en su fuente (OGC, 2011b).

Figura 3: Visualización de una consulta de metadatos

Fuente: Captura desde pantalla

La disponibilización del total de escenas se encuentra en etapa de desarrollo a través de un protocolo WCS 2.0 de la OGC (OGC, 2011c), con un catálogo en línea ofrecido para descarga en formato *.SHP desde el Geoportal del proyecto SIT SantaCruz o consultable a través del servidor de mapas. De igual forma, se encuentra en desarrollo una actualización del servicio WMS 1.3.0.

Conclusiones

Las tecnologías de información geográfica actuales disponibilizan un paquete grande y diverso de herramientas para hacer más sencillo y ágil la búsqueda y acceso a grandes volúmenes de datos e información. En años recientes no solo se ha podido observar una multiplicación exponencial de estas herramientas sino también su considerable simplificación, todo lo cual contribuye a su implementación en el marco de proyectos orientados a acortar las distancias entre los productores de información geográfica y los usuarios de ésta.

La situación descripta representa un escenario ideal en el contexto del diagnóstico, planificación de la ocupación y uso de los territorios, del ordenamiento territorial y en su conjunto, del aporte de argumentos para argumentar y sustentar más y mejores procesos de decisión pública y privada. No obstante lo cual, un conjunto articulado de tecnologías recursos y procedimientos estandarizados de trabajo tan solo representa un paso (fundamental pero no exclusivo) para alcanzar este escenario y en donde la definición de políticas de gestión de la información geográfica, el establecimiento de acuerdos institucionales de cooperación e intercambio de información y datos para hacer accesible el conocimiento de un territorio son todos elementos con similar peso relativo.

El banco de imágenes (aún en desarrollo) disponible y publicado por le proyecto SIT SantaCruz representa un paso en la creación de un escenario como el mencionado en el cual se acorten distancias entre productores y demandantes de información geográfica, como una alternativa para multiplicar y diversificar el conocimiento del territorio y con ello contribuir a más y mejores decisiones durante la administración de éste.

Es necesario profundizar aún más en las herramientas seleccionadas para lograr estos objetivos, de forma de asegurar más diversidad y calidad de la información geográfica ofrecida, velocidad de acceso, simplicidad de búsqueda y consulta de catálogos. Las tecnologías seleccionadas permiten asegurar la interoperabilidad suficiente como para que los objetivos puedan alcanzarse rápidamente a través de la cooperación interinstitucional y no tan solo desde el proyecto SIT SantaCruz, aspecto que se mantiene como uno de los ejes principales de la iniciativa.

Citas bibliográficas

Abrams, M., Hook, S. and Ramachandran, B. 2011. ASTER user handbook v2. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, NASA. 135p.

Alvarez, M. 2009. "Catastro, IDE y TIC, una suma de oportunidades y desafíos". Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial 1:p.54-66. Diaz y Calviño (comp.), Ed. Ministerio Secretaria General de la Gobernación. 181p.

Bezos Cibulsky, I. 2009. "Sistemas de información geográfica e infraestructuras de datos espaciales, significados en el contexto del ordenamiento territorial". Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial 1:p.67-80. Diaz y Calviño (comp.), Ed. Ministerio Secretaria General de la Gobernación. 181p.

CABASE, CESSI, CICOMRA y RODAR. 2008. Bases y lineamientos para una agenda digital argentina. Cámara Argentina de Bases de Datos y Servicios en Línea, Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina, Cámara de Informática y Comunicaciones de la República Argentina y Red de ONGs Digitales de la República Argentina. 129p.

Calviño, P., Diaz, B.G., González, D., Diaz Vivar, M. y González, J. 2008. Perfil de metadatos Santa Cruz, descripción, ayuda y ejemplos. Publicación técnica SIT SantaCruz SIT-0810-META/v1.5. 39p.

Camptocamp. 2009. MapFish. http://www.mapfish.org/

CONAE. 2011. Catálogo de imágenes. Comisión Nacional de Actividades Espaciales. http://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/catalogos.html

Diaz, B. 2009. "El proyecto SIT Santacruz". Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial 1:p.9-19. Diaz y Calviño (comp.), Ed. Ministerio Secretaria General de la Gobernación. 181p.

Diaz, B.G., Calviño, P. y González, D. 2010. "Sistema de Información Territorial en Santa Cruz (Patagonia Austral, Argentina)". Revista Digital InfoGEO Nº10, Editorial MUNDOGeo, Curitiba (Paraná, Brasil) http://www.mundogeo.com.br/revistas.php?id_edicao=118a.

DIGITALBLOBE. 2006. QuickBird Imagery Products, product guide. DigitalGlobe. Revisión 4.7.2. 72p.

DIGITALGLOBE. 2009a. DigitalGlobe Constellation – WorldView 2 Imaging Satellite.Publication DS-WV2 Rev 12/09. www.digitalglobe.com

DIGITALGLOBE. 2009b. DigitalGlobe Constellation – WorldView 1 Imaging Satellite.Publication DS-WV1 Rev 12/09. www.digitalglobe.com

GLCF. 2006. Data download guide. University of Maryland, USA. http://glcf.umiacs.umd.edu/library/guide/datadownload.shtml

GLCF. 2011. Global Land Cover Facility, NASA. http://www.landcover.org/index.shtml

INSPIRE. 2008. Draft Structure And Content on the Implementing Rules on Interoperability of Spatial Data Sets and Services. Data specifications dreafting team and annex I thematic working groups. 44p.

INSPIRE. 2010. Data Specification on Geographical Names – Guidelines. INSPIRE D.2.8.I.3., 76p.

ISO TC211. 2002. Geographic information – metadata. ISO19115:2003(E). 149p.

ISO TC46/SC. 2003. Information and documentation – the Dublin Core metadata element set. ISO15836:2003(E). 14p.

JPL NASA. 2011. ASTER Global Digital Elevation Map Announcement. Jet Propulsion Laboratory. http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp

Martínez De Anguita, P. (Coordinador). 2006. Planificación física y ordenación del territorio. Ed. Dykinson, Madrid. 333p.

NUCLEO ESPAÑOL DE METADATOS. 2005. Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), NEMv1.0. Consejo Superior Geográfico, Ministerio de Fomento, España. 149p.

OGC. 2011. Making location count. http://www.opengeospatial.org/

OGC. 2011b. OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification. Open Geospatial Consortium. http://www.opengeospatial.org/standards/wms

OGC. 2011c. OpenGIS Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification. Open Geospatial Consortium. http://www.opengeospatial.org/standards/wcs

OGP EPSG. 2010. EPSG Geodetic Parameter Dataset. International Association of Oil & Gas Producers, Geomatics Committee. http://www.epsg.org/Geodetic.html

OSGEO. 2010. Geoserver, java-based software server. http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome

Rauque Coyopae, M. y Diaz, B.G. 2010. Banco de imágenes de alta resolución. Publicación técnica SIT SantaCruz SIT-0910-SIG/v1.0. 28p.

Rauque Coyopae, M. y Diaz, B.G. 2011. Banco de imágenes de resolución media (Landsat & Aster). Publicación técnica SIT SantaCruz SIT-0211-SIG/v1.3. 36p.

Tucker, J.C., Grant, D.M. and Dykstra, J.D. 2004. NASA´s global orthorectified Landsat data set. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 70(3): P313-322.

USGS. 2009a. Global Land Survey 2005. http://landsat.usgs.gov/science_GLS2005.php

USGS. 2009b. Landsat product type description, National Land Archive Production System. http://edcsns17.cr.usgs.gov/helpdocs/landsat/product_descriptions.html#systematic_mss_tm

USGS. 2009c. National satellite land remote sensing data archive. http://eros.usgs.gov/archive/nslrsda/geoCov.html

USGS. 2011. Landsat enhanced thematic mapper plus (ETM+), product description

Willems, P. y Díaz Navarrete, G. 2002. “Herramientas de SIG como soporte a la planificación territorial dentro del estudio de ordenamiento territorial de las laderas sur-orientales del volcán Pichincha en Quito, Ecuador”. X Congreso de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica en un Mundo Globalizado. Universidad de Valladolid, Asociación de Geógrafos Españoles. Actas: http://age.ieg.csic.es/metodos/congresos/valladolid02.html

Yale Center for earth observation. 2010. ASTER images. http://www.yale.edu/ceo