

# gvSIG – HSIG: SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA HIDROLOGIA

## RESUMEN

Este artículo presenta al Sistema de Información Geográfica de Hidrología (HSIG) que es un sistema orientado al almacenamiento y la gestión de información georreferenciada <sup>1</sup> de la Superintendencia de Operación (propriadamente dicho División de Estudios Hidrológicos y Energéticos – OPSH.DT) de la Dirección Técnica de la Central Hidroeléctrica Itaipu Binacional, con despliegue sobre mapas interactivos, en modo multiusuario y plataforma WEB (intranet). Con el propósito de representar y analizar espacialmente los datos batimétricos se tomo como plataforma base Gis de escritorio el ArcGis y gvSIG. El desarrollo del aplicativo tiene como base los conceptos de la disciplina Geomática <sup>2</sup> específicamente los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Palabras claves: georreferenciada <sup>1</sup>, geomática <sup>2</sup>

Sánchez, Roxana 1 (\*); González, Jesús 2 (\*); Palacio, Laura 3 (\*); Benítez, Esteban 4 (\*)  
\* Centro de Innovación en Información Geográfica (CIIG). Fundación Parque Tecnológico  
Itaipu, Hernandarias, Paraguay

1 roxana.sanchez@pti.org.py, 2 jesus.gonzalez@pti.org.py, 3 laura.palacio@pti.org.py, 4  
esteban.benitez@pti.org.py

## 1. INTRODUCCIÓN

La función de la hidrología de la Itaipu Binacional (IB), es la de generar información necesaria para la programación y la operación de la Central Hidroeléctrica Itaipu (CHI), mediante previsiones y alertas hidrológicas, realizando la supervisión hidrometeoro lógica, la recepción de datos automáticos (Sistema STH), de planillas de campo, de productos recibidos de otras áreas de la empresa además de entidades externas.

La unidad responsable en la IB es la División de Estudios Hidrológicos y Energéticos (OPSH.DT) la cual tiene a la Superintendencia de Operación (OP.DT) y otras áreas de la IB y entidades externas, como clientes.

Parte de las funciones de la OPSH.DT se orientan a la colecta y procesamiento de datos hidrometeorológicos, previsión de caudales y niveles de los ríos de la cuenca del Área de Influencia de la IB (AI\_IB). Para este cometido, fue implementada una red de estaciones hidrométricas y meteorológicas, que monitorean constantemente variables e indicadores de interés para los procesos de la IB.

A su vez, a los efectos de desarrollar modelos hidrológicos e hidráulicos se realizan levantamientos batimétricos y topográficos en diferentes secciones a lo largo de los ríos de la cuenca del embalse de la IB. En la Ilustración 2, se indican algunas de las relaciones y actividades principales de la OPSH.DT.

Actividades:

- Modelos Hidráulicos: Son modelos numéricos que simulan hidrodinámicamente el flujo de agua en los ríos.
- Medición de Caudales: Son las operaciones de campo destinadas a medir velocidad de filetes de agua, para determinar la cantidad de agua que pasa por una sección en un tiempo dado.
- Mantenimiento: Correctivo y preventivo relacionado a las estaciones hidrometeorológicas (nivelación de reglas, limpieza, recambio de sensores, etc.)
- Modelos Hidrológicos: Son modelos numéricos que simulan el proceso, que se llevan a cabo en las cuencas hidrológicas, de conversión de precipitación a caudal.
- Meteorología: Desarrollo de la supervisión de fenómenos meteorológicos

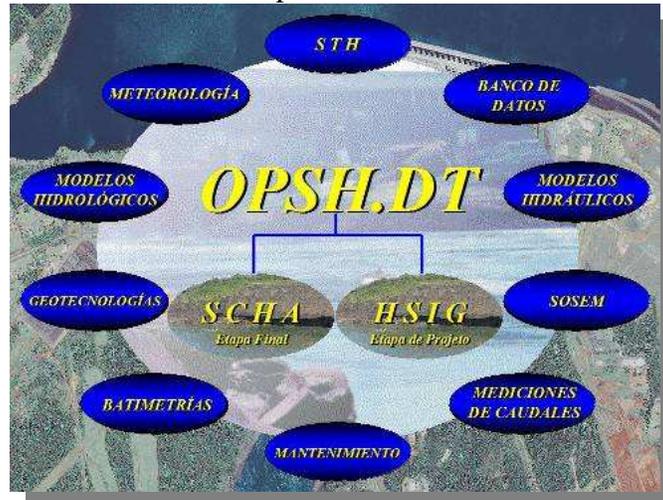


Ilustración 2

La Ilustración 3 muestra en detalle la función de la División de Hidrología en relación a la operación de la CHI, mostrando el proceso que define la generación de energía.



Ilustración 1: Funciones

La Ilustración 4 describe uno de los procesos de colecta, transmisión y recepción de datos existentes. El mismo muestra los procesos del STH, que consta de 49 estaciones que envían

datos diariamente de forma automatizada (estaciones remotas) por medio de teléfono o radio, directamente al sector de Datos y Previsiones y la Estación Central del STH.

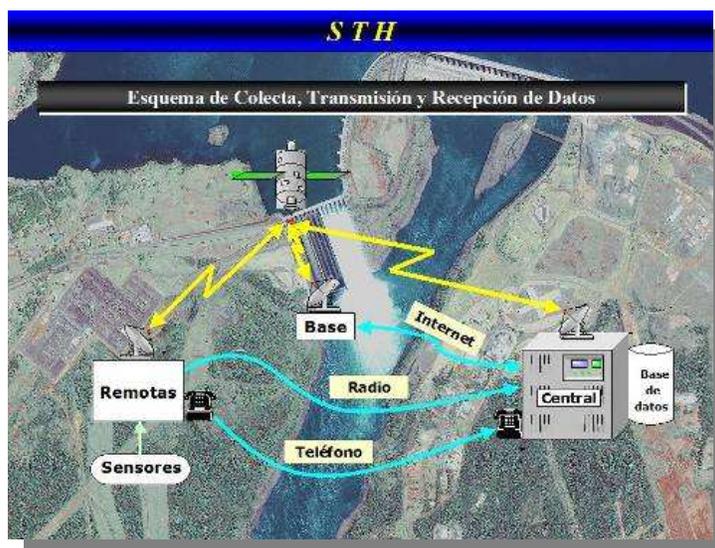


Ilustración 2: Procesos STH

Actualmente Hidrología cuenta con las siguientes herramientas informáticas.

- Sistema de Control Hidrometeorológico y Ambiental (SCHA) para configuración, registro de mediciones, importación automática de datos, consistencia, previsión y divulgación de datos hidrometeorológicos. Actualmente se encuentra en fase de implementación.
- Simulador de la Previsión de Caudal (SIMPREVA)
- Modelo hidrodinámico que simula el tránsito de las aguas en los ríos (CLiv)

## 2. OBJETIVO

Mejorar la eficacia y eficiencia de la gestión de datos e información hidrológicos, incorporando la variable geoespacial en los procesos de almacenamiento y consultas de los mismos a fin de agilizar y fortalecer la toma de decisiones.

Con ello se logrará además, precisar, optimizar y garantizar el proceso de registro y control de los datos de campo ingresados al sistema.

Además, la información generada por el HSIG servirá de insumo para varios estudios hidrológicos entre los que conviene destacar:

- Crear Modelos Digitales del Terreno (MDT), en planta y en 3D.
- Realizar comparaciones de la evolución de los procesos geomorfológicos en las secciones de los ríos en donde se disponen de secciones batimétricas (análisis de las variaciones geométricas de las secciones a través del tiempo, necesario para evaluar la variación de la curva  $H-Q^1$ ).
- Evolución de los procesos de sedimentación en el embalse de Itaipú
- Interrelación de las informaciones entre las secciones batimétricas
- Estudios de movimiento de bancos de arena

<sup>1</sup> H-Q: cota -caudal

- Subsidio para la navegación, evolución del fondo de los cauces del río Paraná, en especial del canal de navegación. Análisis de las condiciones de navegación longitudinal y transversal en los Saltos del Guaira / Sete Quedas.
- Subsidio para los modelos numéricos de simulación en especial los modelos hidrodinámicos que simulan el tránsito de los caudales en los ríos.
- Desarrollar un Sistema de Información Geográfica para Hidrología, que integre de manera dinámica y en línea, la información existente, hoy dispersa y la contenida en el Sistema Informático SCHA y otras bases de datos, en un entorno de sistemas de información geográfica que permita la visualización y consultas en modo multiusuario y a través de intranet y/o internet.
- El Proyecto HSIG se desarrollará según parámetros internacionales en cuanto a la colecta, procesamiento y registro de datos geográficos, utilizando un sistema de referencia único para América Latina. Contará con las herramientas y funciones de diseño y geoprocésamiento tanto en dos como tres dimensiones (2D y 3D), las que se detallan en el capítulo correspondiente al alcance.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

El Departamento de Hidrología de Campo dependiente de la División de Estudios Hidrológicos y Energéticos, existe desde antes de la construcción de la represa de Itaipu, su antigua creación se debe a la importancia esencial de los datos por ella provista. Se han realizado mediciones topográficas y topobatimétricas, monitoreando los ríos de la cuenca de interés de la CHI de IB, en un área de 820.000 Km<sup>2</sup>, que es el área de Influencia de la Itaipu Binacional, según se aprecia en la Ilustración 5. El Área de Influencia abarca norte a sur, desde el Distrito Federal de la Republica del Brasil pasando por gran parte de la Región Oriental de la Republica del Paraguay, hasta la parte norte de la Provincia de Corrientes, de la Republica Argentina.

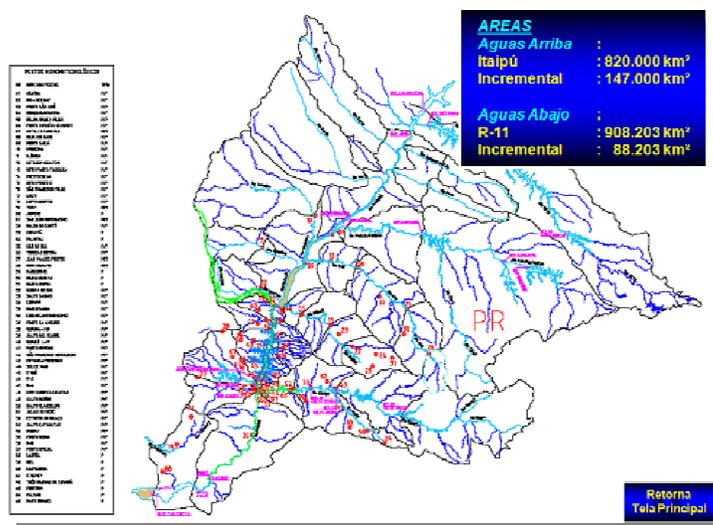


Ilustración 5 – Área de cobertura

#### 4. METODOLOGÍA Y MATERIALES

La cobertura del HSIG está compuesta como sigue:

- *Geotecnologías: Herramientas de Información utilizadas para representación gráfica de informaciones geográficas, como ser: curvas de nivel, modelo numérico de terreno, mapas de áreas de inundación, cartas topográficas y otras.*
- *Banco de Datos: Conteniendo datos de campo, informes, fotos, planos, cartas topográficas, mapas geográficos, imágenes satelitales, ortofotocartas, relacionados a referencias geográficas.*
- *Batimetrías: Levantamiento de secciones transversales de cursos de agua, de la cuenca de interés de IB, incluyendo planicies de inundación.*
- *Hidrología de Campo: Control y seguimiento rutinario de las estaciones hidrometeorológicas. Batimetrías, medición de caudales, nivelación de reglas hidrométricas, georreferenciamiento de mojones*

Por su complejidad, el desarrollo del Proyecto HSIG se estructuró sobre tres FASES (ilustración 6):

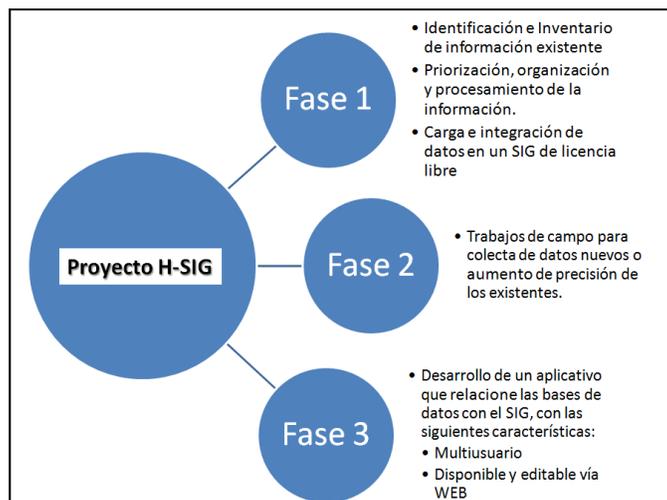


Ilustración 6

##### **Fase 1 – Registro y Procesamiento de Datos Existentes**

Las principales actividades contempladas en esta etapa fueron:

- a) **Compilación de Información histórica de Hidrología de Campos:** Identificar e inventariar datos existentes en diferentes reparticiones y con diferente formato (Planilla de campo en Excel, Batimetrías en Ascii, Raster, CAD, Mapas en shape).
- b) **Análisis de los datos compilados, organización y priorización**
- c) **Análisis de requerimientos de la aplicación y definición la estructura de la base de datos (PostgresSQL-Postgis).**
- d) **Diseño y elaboración del sistema e interface de registro de información/carga de datos (Java).**
- e) **Migración de los datos al formato convenido para el HSIG.** Los datos históricos existentes fueron primeramente registrados en un 50% en software SIG propietario (ArcGis) y 50% en un software SIG de licencia libre (gvSIG), y posteriormente totalmente registrados en un software SIG de licencia libre (gvSIG).

- f) Elaboración de mapas básicos. Básicamente, el trabajo consistió en reunir cartografía básica existente (división administrativa, caminos, hidrografía, ciudades) y un formato único y georreferenciado, de manera que las diferentes capas de información puedan superponerse.
- g) Elaboración de mapas temáticos. Como: relieve, tipos de suelo, división de cuencas, estaciones.
- h) Integración de los datos al SIG. Los datos migrados e ingresados a las tablas fueron enlazados a los mapas primeramente utilizando software de licencia pagada (como el ArcGis) y después a un software SIG de licencia libre (gvSIG), de modo que la información esté disponible para un número importante de usuarios autorizados.

## **Fase 2 - Levantamiento de Datos de Campo**

En esta fase se realizaron trabajos de levantamiento de datos de campo, con equipamiento de Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS por sus siglas en inglés) de alta precisión según se detalla a continuación:

- a) Identificación de mojones de poligonal de primer orden, de ITAIPU, DISERGEMIL (Paraguay) e IBGE (Brasil). Estos mojones fueron utilizados como base de estacionamiento para la base GNSS, de ésta manera, todas las mediciones estarán referidas a un mismo sistema de referencia tanto en horizontal como vertical.
- b) Programación de las campañas de campo, considerando la localización de puntos geodésicos y el alcance de la transmisión de señales entre los equipos de medición GNSS, para el eventual transporte de coordenadas y cota de los mismos, desde las bases de primer orden hasta las zonas de medición.
- c) Georreferenciar los PI (punto Inicial) y PF (punto final) de las Secciones de Medición localizadas en estaciones hidrométricas de la OPH.DT, así como los RN existentes. Las mediciones se realizarán con un GNSS de alta precisión que permite el aumento de la confiabilidad, tanto de la ubicación (x, y) como de la altitud (z), de los mojones indicadores de posición (dos por cada sección transversal), con el fin de incorporar a la base de datos todas las secciones de interés pertenecientes a la red de control Hidrológico de IB. La medición consistió básicamente en colocar el receptor GNSS sobre los puntos PI y PF, referidos a una estación base, por tiempo necesario para colecta adecuada de señales de satélite.
- d) Realizar el levantamiento topográfico de precisión, de bancos de arena en el tramo Guaíra – Caiua.
- e) Procesamiento en gabinete de la información colectada y registro en el Sistema de Información Geográfica (SIG/GIS).
- f) Relacionar datos existentes a dichos puntos, en la base de datos del SIG/GIS.

## **Fase 3. Desarrollo del Aplicativo de Interface**

Comprende básicamente las siguientes tareas

- a) Diseño y desarrollo de un modulo multiusuario en plataforma WEB, que integre los datos contenidos en el SCHA y otras bases de datos, con un Sistema de Información Geográfica, de acuerdo a requerimientos de productos definidos por OPH.DT.  
El módulo consiste en un aplicativo que utiliza herramientas y despliegue SIG/GIS para la integración, visualización y consultas de datos. Se utilizo un servidor de código abierto (GeoServer). Entre sus principales prestaciones se indican:

- Generación y edición de entidades geográficas (puntos, líneas, polígonos), tablas, planillas.
  - Generación de coberturas digitales temáticas.
  - Consultas por atributos y/o entidades geográficas.
  - Manejo de sistemas de proyección y coordenadas
  - Geoposicionamiento y edición de imágenes raster.
  - Herramientas de Geoprocesamiento (corte, unión, intersección).
  - Análisis estadístico básico.
- b) Entrenar a los usuarios designados por la OPSH.DT, para el uso del HSIG.
- c) Elaborar un Manual del Usuario del HSIG

El proyecto se desarrolló dentro de las instalaciones del Parque Tecnológico Itaipu - Margen Derecha (Paraguay), llevado a cabo por un equipo de profesionales del Centro de Innovación en Información Geográfica – CIIG, siendo el primer proyecto que incursiona el concepto de geomática libre.

El personal de la IB interactuó con el PTI durante todas las etapas del desarrollo del proyecto.

La Itaipu Binacional ofreció la disponibilidad de tiempo de los especialistas de Itaipu responsables por transmitir el conocimiento del dominio del negocio.

#### 4 RESULTADOS

El Sistema de Información Geográfica de Hidrología - HSIG permite integrar datos, de diferentes formatos y fuentes, los cuales están contenidos en una Base de Datos, con mapas básicos y temáticos (Ilustración 7). Dichos datos, referentes a instrumentos, archivos técnicos, fotografías, comentarios y gráficos están relacionados espacialmente a localizaciones de estaciones hidrometeorológicas y secciones transversales georreferenciada.

El HSIG permite la localización de estaciones junto con sus datos respectivos, la generación de informes, el manejo y control de las mediciones batimétricas de las Cuencas y el análisis de dichas mediciones.

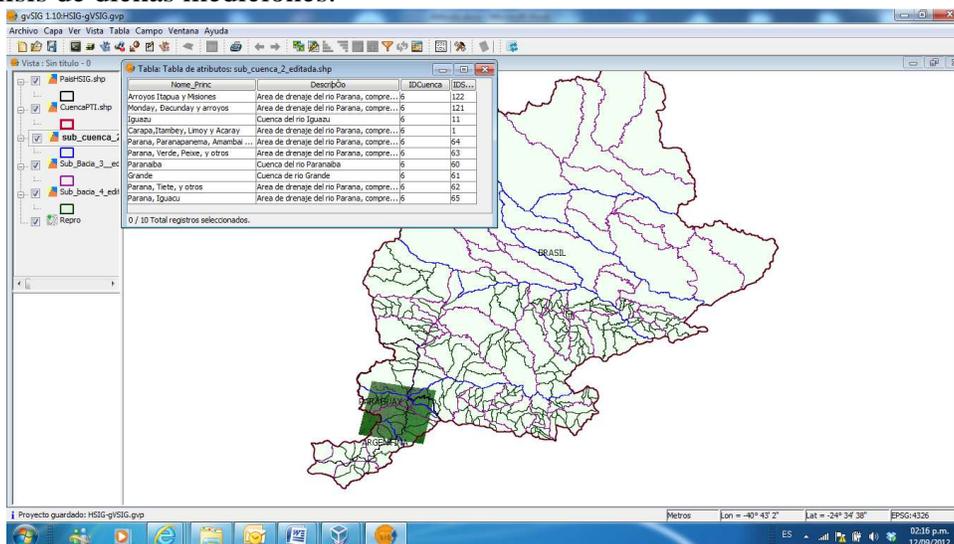


Ilustración 7



## 5 CONCLUSIONES

El HSIG es un Sistema de Información Geográfica de Hidrología que permitirá el acceso corporativo de las diversas áreas de la Itaipu Binacional a datos históricos, combinarlos y visualizar la información colectada en campo, asegurándose de que la misma ha sido introducida al sistema según parámetros normalizados, y desplegar los resultados sobre mapas básicos y/o temáticos. Con ello se logró mejorar el acceso a la información hoy día dispersa, consiguiéndose con ello optimizar los procesos de gestión y evaluación de la información y la planificación en general, considerando que el uso del HSIG genera un importante nivel de sinergia multidisciplinaria.

El Sistema sirve de archivo definitivo para toda la información generada desde los inicios de Hidrología de IB, con alta confiabilidad y sin el riesgo actual de perder los datos.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Steve H.(2005), *Eclipse a java developers Guide*. O'Reilly Media. United States of América
- Agência Nacional de Águas (Brasil) (ANA) (versão 2.0 de 1/11/2007) *Manual de construção de base hidrográfica otocodificada da ANA: fase 1 - construção da base topológica de hidrografia e otobacias conforme a codificação de bacias hidrográficas de Otto Pfafstetter*. Superintendência de Gestão da Informação. Brasília: ANA, SGI.
- Arnalich S.,Ton-That T. (2º Edición, Diciembre 2010). *gvSIG y Cooperación Como construir e incorporar um Sistema de Informacion Geográfica a tu proyecto*. Arnalich. Water and habitat.
- Obe R., Hsu L. (Abril, 2011). *PostGis in Action*. Hanning