



Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní





PLAN DE CONTROL DE PROCEDIMIENTOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

INFORME DE ACTIVIDADES

Informe de Control de Calidad de Mapas Temáticos



INFORME DE ACTIVIDADES

ÁREA TEMÁTICA: PLAN DE CONTROL DE PROCEDIMIENTOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

LUGAR: Mapas Temáticos Area Piloto Rivera-Santana do Livramento

PERÍODO: 17 al 24 Junio de 2008

Preparado por:

Ana María Castillo Clerici
Geóloga

15 de Julio de 2008



Equipo del Proyecto

Responsables Nacionales

Por Argentina	Fabián López
Por Brasil	Eustáquio Luciano Zica
Por Paraguay	Carlos López Dose
Por Uruguay	Víctor Rossi

Coordinadores Nacionales:

Argentina	Miguel Angel Giraut María Josefa Fioriti (Co-coordinadora) María Santi (Co-coordinadora)
Brasil	João Bosco Senra Adriana Ferreira (Co-coordinadora)
Paraguay	Elena Benítez
Uruguay	Lourdes Batista

Representantes de OEA:

Jorge Rucks
Carlos Sténeri

Representantes Banco Mundial:

Abel Mejía
Douglas Olson
Samuel Taffesse

Integrantes de la Secretaría General:

Secretario General	Luiz Amore
Coordinador Técnico I y II	Jorge Santa Cruz
Coordinador Técnico II y V	Daniel García Segredo (Fortalecimiento Institucional)
Coord. Comunicación	Roberto Montes
Asistente técnico	Alberto Manganelli
Auxiliar técnico	Santiago Ferrero
Administración	Luis Reolón
Auxiliar Administrativa	Virginia Vila
	Mathías González
Informática	Diego Lupinacci
Secretaria Bilingüe	Mariángel Valdés
Fortalecimiento Institucional	Rossana Obispo

Facilitadores proyectos piloto:

Concordia – Salto	Enrique Massa Segui
Rivera – Santana	Achylles Bassedas
Itapúa	Alicia Eisenkölbl
Ribeirão Preto	Mauricio Santos



La ejecución del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní es posible gracias al acuerdo de cooperación alcanzado entre los gobiernos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, el aporte financiero del Global Environment Facility (GEF) y otros donantes, la cooperación técnica y financiera del Banco Mundial que es la agencia implementadora de los Fondos GEF y la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (SG/OEA) en su condición de agencia ejecutora regional.

Dentro de la Componente II destinada al desarrollo e instrumentación conjunta de un Marco de Gestión para el Sistema Acuífero Guaraní, se lleva adelante el Programa de Fortalecimiento Institucional con el objetivo de intercambiar conocimientos y brindar entrenamiento a profesionales especializados con actuación en las temáticas técnicas, económicas, legales, institucionales y sociales de los recursos hídricos con el propósito de desarrollar algún aspecto relevante aplicado al Sistema Acuífero Guaraní.

Los resultados, interpretaciones, conclusiones, denominaciones y opiniones vertidas en este informe y la forma en que aparecen son responsabilidad exclusiva del autor y no implican juicio alguno sobre las condiciones jurídicas de los países, territorios, ciudades o zonas, o de actividades diversas, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites, por parte de los países beneficiarios, ni de la Secretaría General de la OEA (SG/OEA), ni de la Secretaría General del Proyecto (SG-SAG).



Introducción:

En el marco del Plan de Procedimientos y Aseguramiento de la Calidad de los Informes para el SAG, me ha sido encomendado revisar y analizar los Mapas Temáticos elaborados por la Consultora SNC-LAVALIN International (Mayo 2008), conforme al Contrato N° LPI/03/05 Servicios de Inventarios, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de las Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní.

La revisión de dichos mapas e informes correspondientes se ha realizado del 17 al 24 de junio del presente en la sede de la Secretaría General del Proyecto, la actividad específica se refiere a la elaboración de los Mapas Temáticos realizados por la consultora SNC-LAVALIN International (la Consultora) en el área del piloto de Rivera-Santana do Livramento, de Uruguay y Brasil respectivamente, conforme a los términos de referencia de Plan mencionado; II Unidades de Medición; Mapas temáticos;

1. Cantidad de datos por cobertura de área.
2. % de área cubierta vs. No cubierta.
3. % de datos con alta, media y baja garantía de los antecedentes (3 grados)
4. Grado de significación general del mapa (alto, medio y bajo)
5. Difusión y respuesta obtenidas

Objetivo:

Revisar y analizar los mapas temáticos elaborados por la Consultora en el local del área piloto Rivera-Santana do Livramento, de Uruguay y Brasil respectivamente, del Sistema Acuífero Guaraní.

Metodología:

Para la revisión y análisis de todos los mapas temáticos e informes del área piloto de Rivera-Santana do Livramento he accedido a todos los medios disponibles, digital e impreso, producto de los resultados obtenidos por la Consultora y entregado a la secretaría en mayo de 2008. La metodología empleada por la Consultora se basó en:

- Manejo de la Base de Datos;



- Base de Datos y Maestra
- Recuperación y Revisión de la Información;
- Softwares específicos;
- Producción de Mapas

Para este estudio se llevaron a cabo actividades que incluyeron:

- Recopilación de la información existente y manejo de trabajo de campo ejecutado con las compañías locales asociadas;
- Incorporación de la información de campo en una base de datos que contiene registros de pozos, información geológica y geofísica, información climática y resultados de análisis químicos;
- Uso de sistemas de manejo de bases de datos y paquetes informáticos relacionados, tales como Sistemas de Información Geográfica (ArcView) y el programa Surfer de trazado de curvas;
- Ensayos de desempeño del acuífero en pozos existentes; y
- Análisis de escenarios y resultados suministrados por el modelo matemático de agua subterránea.

El enfoque utilizado para el estudio por la Consultora consistió en un número de tareas, incluyendo la:

Recopilación y revisión de información y archivos, tareas de manejo de información significativa usando programas comunes y especializados de computador, análisis de datos usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), y la producción de mapas usando métodos analíticos SIG.

Adicionalmente, existen otros estudios consistentes en modelación del agua subterránea, Mapeos geológicos, geofísica, ensayos hidráulicos, y muestreo de aguas subterráneas que suministraron información importante para el entendimiento del SAG.



Resultados:

Producción de mapas – Superficies geológicas e hidrogeológicas

El componente de elaboración de mapas del estudio incluyó el desarrollo de numerosos modelos de superficies interpoladas para suministrar una visión lo más exacta posible de las condiciones subsuperficiales dentro del área de estudio, partiendo de la información disponible. Durante este ejercicio se hizo uso de un número de fuentes de información geológica y topográfica, entre las cuales las más significativas fueron la base de datos maestra de registro de pozos, y la base de datos incluyendo FichaPozo, generada por SNC-Lavalin. Dentro de las siguientes descripciones de la metodología usada para la derivación de cada modelo producido como parte de este estudio se examinará el uso de otros tipos de información, según se necesite.

El proceso general usado para producir mapas de condiciones subsuperficiales dentro del área de estudio incluyó búsquedas en la base de datos maestra original de registros de pozos para producir series de datos que fueron procesados luego a SNC-Lavalin International, Mayo 2008 Página 29 J:\333009\40 - ENG\4H - HYD\RA - Misc Reports & Forms\40-ENG-4G-HYD-RA-REPORT - RIVERA SANTANA\Mayo 2008.doc a través del algoritmo de interpolación para producir un modelo representativo de la superficie primaria en una cuadrícula de resolución entre 100 m y 500 m, dependiendo del modelo que se derive.

Los modelos resultantes se sometieron a un análisis para comparar los resultados con condiciones conocidas y otros modelos existentes. Si en este punto se identificaban resultados anómalos se hacían ajustes a la serie de datos y a los parámetros del modelo. Este proceso iterativo continuó hasta que se consideró que el modelo reflejaba las condiciones observadas en campo, dentro de las limitaciones de la información disponible.

Se produjeron mapas con el fin de visualizar y presentar los resultados del proceso de modelación de las superficies topográficas, geológicas e hidrogeológicas. El número de mapas producidos dependió del tamaño del área piloto y la escala de mapeo. Para el área piloto Rivera-Santana do Livramento se produjo un mapa a escala 1:50.000 para cada aspecto del componente de recursos de agua subterránea del estudio. Adicionalmente, también se produjeron 4 mapas a escala 1:10.000 que cubren la parte



central del área piloto con el fin de ilustrar la geología y mostrar la ubicación de los pozos. Donde hay mapas o figuras adicionales a la escala más detallada, éstos se incluyen con el sufijo A, B, C y D.

La geología del área piloto, fue interpretada a partir del levantamiento geológico y los mapas del área piloto incluidos en el informe *Caracterización geológica del Sistema Acuífero Guaraní, Área piloto Rivera-Santana do Livramento* (P & T Consultora SRL y SNC-Lavalin, 2007); los mapas originales se pueden consultar en este informe de la Consultora..

A continuación se enumeraron los mapas relacionados con los elementos físicos superficiales y subsuperficiales del área piloto Rivera-Santana do Livramento que se produjeron dentro de este estudio:

- Mapa 1 (A, B, C, D) – Mapa base y ubicación de pozos; derivado durante el ejercicio de elaboración de mapas base y se muestra la ubicación dentro del área piloto de los pozos que fueron usados en el análisis y para la derivación de las diferentes superficies;
- Mapa 2 - Superficie del terreno;
- Mapa 3 - Superficie del techo del basalto;
- Mapa 4 - Superficie del techo del Sistema Acuífero Guaraní (SAG);
- Mapa 5 - Superficie del piso del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) (incluyendo la formación Buena Vista relacionada);
- Mapa 6 - Espesor del Sistema Acuífero Guaraní (SAG); (incluyendo la formación Buena Vista relacionada); y
- Mapa 7 - Superficie del basamento cristalino precámbrico.

Los mapas que muestran los componentes hidrogeológicos del área de estudio incluyen:

- Mapa 8 - Superficie piezométrica: nivel estático kriged del agua en todos los pozos que penetran el SAG, incluyendo los cuerpos de agua en las áreas de afloramiento; y
- Mapa 9 – Áreas potenciales de recarga y descarga; este mapa se produjo sustrayendo la superficie piezométrica de la superficie del terreno en todas las áreas en que el acuífero es aflorante o está cubierto por una capa de basaltos de



menos de 30 metros de espesor, Un valor positivo indica recarga, en tanto que un valor negativo indica descarga.

También se produjeron mapas (Mapas 10 a 20) para ilustrar la distribución de los parámetros hidrogeoquímicos del SAG dentro del área piloto.

Igualmente, se evaluó la susceptibilidad del SAG a la contaminación, la cual se presenta en el siguiente mapa:

- Mapa 21 - Susceptibilidad Intrínseca del agua subterránea (GWIS): superficie kriged de los valores de los índices de susceptibilidad intrínseca calculados para cada pozo.

La Consultora ha llevado a cabo varias tareas específicas para lograr esta meta que se transcribe a continuación; primero se hizo una revisión amplia de estudios anteriores, se recolectaron informaciones relacionadas con el SAG a partir de la Base de Datos Maestra, la Ficha Pozo y otros mapas publicados y no publicados. La información fue compilada y manejada en una base de datos que contiene los registros de pozos, la información de los ensayos de pozos, la información de los ensayos hidráulicos, geología, geofísica y resultados analíticos de la calidad del agua.

Estos mapas proporcionan una representación visual de las condiciones hidroestratigráficas del área piloto, y también sirven como punto de partida para el modelo numérico del área.

El componente de elaboración de mapas del estudio incluyó el desarrollo de numerosos modelos de superficies interpoladas para suministrar una visión lo más exacta posible de las condiciones sub-superficiales dentro del área de estudio, partiendo de la información disponible. Durante este ejercicio se hizo uso de un número de fuentes de información geológica y topográfica, entre las cuales las más significativas fueron la base de datos maestra de registro de pozos, y la base de datos Ficha Pozo, generada por SNC-Lavalin como parte del proyecto. Dentro de las siguientes descripciones de la metodología usada para la derivación de cada modelo producido como parte de este estudio se examinará el uso de otros tipos de información, según se necesite.



El proceso general usado para producir mapas de condiciones sub-superficiales dentro del área de estudio incluyó búsquedas en la base de datos maestra original de registros de pozos para producir series de datos que fueron procesados luego a través del algoritmo de interpolación para producir un modelo representativo de la superficie primaria con una cuadrícula de resolución entre 100 m y 500 m, dependiendo del modelo que se derive.

Cuando se necesitó información de mapeo y MDE de fuera de las áreas piloto ésta se obtuvo de los mapas a escala 1/250.000 y 1/3.000.000 desarrollados por Tecsum Int. Ltd. para el Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní, producidos en el año 2006. Esos productos se desarrollaron usando mapas históricos y series de datos geodésicos existentes, mejorados y verificados usando imágenes de Landsat 7 ETM. El mapa MDE 1/250.000 se desarrolló usando datos de la “Misión Topográfica Radar Shuttle” (SRTM) resultando en una exactitud de 20 m horizontal y 16 m vertical.

Los detalles del desarrollo se pueden encontrar en el Mapa base del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní, Informe Final, Tecsum, 2006.

Cantidad de datos por cobertura de área

Como parte del estudio la Consultora llevó a cabo una revisión amplia de estudios realizados anteriormente. Esto incluyó una revisión de varios informes y mapas publicados y no publicados. Dicha revisión se hizo con el fin de suplementar, aumentar y confirmar la recopilación, revisión y análisis de archivos digitales y datos y como resultado de este estudio se obtuvo nueva información.

Para este estudio se llevaron a cabo también diversas actividades, incluyendo:

- Recopilación de información existente y manejo de trabajo de campo ejecutado con las compañías locales asociadas;



- Incorporación de la información de campo en una base de datos que contiene registros de pozos, información geológica y geofísica, información climática y resultados de análisis químicos;
- Uso de sistemas de manejo de bases de datos y paquetes informáticos relacionados, tales como Sistemas de Información Geográfica (ArcView) y el programa Surfer de trazado de curvas;
- Ensayos hidráulicos del acuífero en pozos existentes; y
- Análisis de escenarios y resultados suministrados por el modelo matemático de agua subterránea, el cual se presenta en un informe separado.

El enfoque utilizado en este estudio consistió en un número de tareas, incluyendo recopilación y revisión de información y archivos, tareas significativas de manejo de información usando programas comunes y especializados de computador, análisis de datos usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), y la producción de mapas usando métodos analíticos SIG. Adicionalmente, como se informó en otros informes, hay otros estudios consistentes en modelación del agua subterránea, mapeos geológicos, geofísica, ensayos hidráulicos, y muestreo de aguas subterráneas que suministraron información importante para el entendimiento del SAG.

Se ha verificado que en el área piloto Rivera-Santana do Livramento, existen datos e informaciones del sector público pero la mayoría de ellos son del área urbana y no todos los datos de pozos se pudieron acceder debido a los pozos que operan irregularmente.



Porcentaje de área cubierta versus No cubiertas

Dentro del área piloto Rivera-Santana do Livramento hay muchos pozos que extraen agua del SAG, aunque la mayoría de estos se concentran en o cerca de las principales áreas urbanas de las dos ciudades. Muchos de los pozos son supervisados por agencias gubernamentales locales; sin embargo, también hay muchos “pozos irregulares”, es decir pozos que no tienen documentación. Fuera de las áreas urbanas el número de pozos documentados es bajo y la información resultante es escasa.

En Santana do Livramento, el suministro de agua municipal proviene de 33 pozos de agua subterránea que extraen agua del SAG. Los pozos son manejados por el Departamento de Aguas e Esgotos (DAE). En la ciudad de Rivera, aproximadamente 70% del suministro de agua proviene del SAG y el restante 30% corresponde a agua superficial tomada de la represa del arroyo Cuñapiru. Los pozos en Rivera pertenecen a Obras Sanitarias del Estado (OSE).

En el área piloto Rivera-Santana do Livramento hay un asunto relacionado con la deficiente documentación y registro de pozos, lo que conlleva a dificultar el manejo del recurso. Por ejemplo, aunque en Rivera hay 47 pozos conocidos adicionales a lo largo y ancho del área piloto, y otros 40 que pertenecen a OSE para el suministro público, no existe un sistema de registro actualizado para pozos. Existe información informal sobre una compañía de perforación, Tecnoagua, que por sí sola perforó 25 pozos no registrados entre los años 1990 y 2006.

En Livramento, además de los pozos DAE, la compañía del agua tiene otros 119 pozos registrados. Existen algunos pozos no registrados que DAE está tratando de identificar y cerrar.

Además de los pozos del sistema público puede haber más de cien pozos privados en operación que no han sido debidamente registrados, algunos de ellos pertenecientes a industrias de la zona.

El área piloto no cuenta con cobertura total de informaciones previas, especialmente en lo referente a los datos de pozos, resultado de los pozos que están operando en forma irregular.

El informe ha proporcionado datos e informaciones nuevas y muy valiosas para la gestión del recurso, verificado en los mapas temáticos realizados.



Porcentaje de datos con alta, media y baja garantía de los antecedentes

En el área piloto Rivera-Santana do Livramento, existen deficiente documentación y registro de pozos, según señala la Consultora, en zonas rurales el número de pozos documentados es bajo y la información resultante es escasa.

Por otra parte, existen informaciones técnicas importantes por el lado de Rivera (Carta Geológica y trabajos de investigación del Uruguay) que sirvieron como antecedentes importantes para los trabajos de campo de geología y su posterior interpretación.

Las informaciones de los pozos muestreados para el ensayo hidráulico en el Área Piloto Rivera-Santana do Livramento son mayores a los demás Áreas Pilotos (179 de 312 pozos totales), por lo que se considera alto el porcentaje de datos y con garantía de los antecedentes.

<i>Área Piloto</i>	<i>Porcentaje de Pozos muestreados</i>
<i>Itapúa</i>	<i>6,7 %</i>
<i>Rivera – Santana do Livramento</i>	<i>57,3 %</i>
<i>Ribeirao Preto</i>	<i>9,9 %</i>
<i>Concordia - Salto</i>	<i>25,9 %</i>
<i>Total</i>	<i>≈ 100%</i>

Grado de significación general del mapa (alto, medio y bajo)

Los mapas temáticos entregados fueron de alta calidad técnica y constituyen un avance importante en relación a los mapas similares anteriores.

El informe ha proporcionado datos e informaciones nuevas y muy valiosas para la gestión del recurso, verificado en los mapas temáticos realizados.

Difusión de Respuesta obtenida

No fueron difundidos aún



Observaciones:

Se ha constatado que lo más importante en la elaboración de los mapas temáticos en el área piloto Rivera-Santana do Livramento fue el análisis y procesamiento de datos e informaciones pre-existentes en el área de estudio. Al mismo tiempo, ha sido generado nuevos y valiosos datos e informaciones que están concentrados y centralizados en un mismo formato digital visualizado a través de los mapas temáticos.



GEF



Banco Mundial



OEA

Secretaría General del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní
Edificio Mercosur - Dr. Luis Piera 1992, 2° piso - (CP:11200) - Tel/Fax: (598 2) 410 03 37
e-mail: sag@sg-guarani.org - web: www.sg-guarani.org
Montevideo - Uruguay
