



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



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



PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ACTIVIDADES

**CONTROL DE TRABAJO DE CAMPO SOBRE TRANSECTAS
GEOLÓGICAS PIRAJÚ-FARTURA Y RODOVIA CASTELO BRANCO
(ESTADO DE SAO PAULO, BRASIL)**

INFORME DE ACTIVIDADES

ÁREA TEMÁTICA: GEOLOGIA

LUGAR: ESTADO DE SAO PAULO (BRASIL)

PERÍODO: 02 al 07 JULIO 2007

Preparado por:

Dr. Eduardo Antonio ROSSELLO
Consultor

Buenos Aires, 10 de Julio del 2007

Equipo del Proyecto

Responsables Nacionales:

Por Argentina	Fabián López
Por Brasil	João Bosco Senra
Por Paraguay	Carlos López Dose
Por Uruguay	Víctor Rossi

Coordinadores Nacionales:

Argentina	Miguel Ángel Giraut María Josefa Fioritti (Co-coordinadora) María Santi (Co-coordinadora)
Brasil	Julio Thadeu Kettelhut
Paraguay	Elena Benítez
Uruguay	Alejandro Arcelus

Representantes OEA:

Jorge Rucks
Carlos Sténeri

Representantes Banco Mundial:

Abel Mejía
Douglas Olson
Samuel Taffesse

Secretaría General:

Secretario General	Luiz Amore
Coordinador Técnico	Jorge Santa Cruz
Coordinador Técnico	Daniel García Segredo
Coordinador de Comunicación	Roberto Montes
Sistema de Información	Néstor Cabral
Asistente técnico	Alberto Manganelli
Auxiliar técnico	Santiago Ferrero
Administración	Luis Reolón
Auxiliar Administrativa	Alejandra Griotti
Informática	Diego Lupinacci
Secretaria Bilingüe	Mariángel Valdés

Facilitadores proyectos piloto:

Concordia – Salto	Enrique Massa Segui
Rivera – Santana	Achylles Bassedas
Itapúa	Alicia Eisenkölbl
Ribeirão Preto	Heraldo Campos

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 1 destinada a la expansión y consolidación de la base de conocimiento científico y técnico existente acerca del Sistema Acuífero Guaraní se lleva adelante el Programa de Seguimiento y Control de Calidad de las actividades desarrolladas por las diferentes empresas adjudicatarias de las licitaciones correspondientes.

Las Empresas Participantes son:

Licitación SBCC/01/04 – 1/1018.1 Servicios de Hidrogeología General, Termalismo y Modelo Regional del Acuífero Guaraní.

“Consorcio Guaraní”

(TAHAL; Hidrocontrol S.A.; Hidroestructuras S.A.; SEINCO; Arcadis hidroambiente S.A.)

Patria 566 – Tel/Fax.: (598-2) 7105133 - C.P. 11300 – Montevideo – Uruguay

Coordinador Proyecto: Ing. Jorge de los Santos

jdelossantos@seinco.com.uy

Licitación LPI/03/05 Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología localizada del Sistema Acuífero Guaraní

SNC-Lavalin Internacional Inc.

(DH; PROINSA; P y T Consultora; LCV; GEODATOS)

2200 Lake Shore Blvd. W. Tel.: (416) 252-5311 Fax: (416) 231-5356

Toronto (Ontario) M8V 1A4 Canadá

Coordinador Proyecto: Ing. Andrew Gilchrist

andrew.gilchrist@snclavalin.com

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).

1 - Introducción

Durante los días 02 al 06 de julio se realizó un control del trabajo de campo sobre dos transectas geológicas que el Consorcio **SNC-Lavalin Internacional Inc.** (DH; PROINSA; P y T Consultora; LCV; GEODATOS) realiza dentro del marco de la Licitación LPI/03/05 Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología localizada del Sistema Acuífero Guaraní.

En esa oportunidad se compartieron los trabajos de campo con el Geol. Erico Freguglia y su asistente chofer y muestrero el Sr. Mario Navarro pertenecientes a la contratista P y T Consultora, los que en todo momento facilitaron las actividades del subscripto tanto profesionales como logísticas.

Con el objetivo de ilustrar algunos de los afloramientos claves visitados se adjuntan fotografías de los mismos y se incluyen además algunas observaciones del subscripto que pueden contribuir con la caracterización de las unidades reconocidas.

2 – Observaciones sobre las Transectas

Durante la visita al campo se recorrieron las siguientes dos transectas previstas oportunamente que se localizaron sobre rutas (**Figura 1**).



Figura 1. Esquema de localización de las dos transectas visitadas al oeste de San Pablo (Pirajú-Fartura y Porangaba). La línea recta amarilla indica 100 km.

2.1) Transecta Pirajú-Fartura.

Para el relevamiento de esta transecta que involucró unos 30 km de recorrido se estableció como base de operaciones la localidad de Pirajú (**Figura 2**).

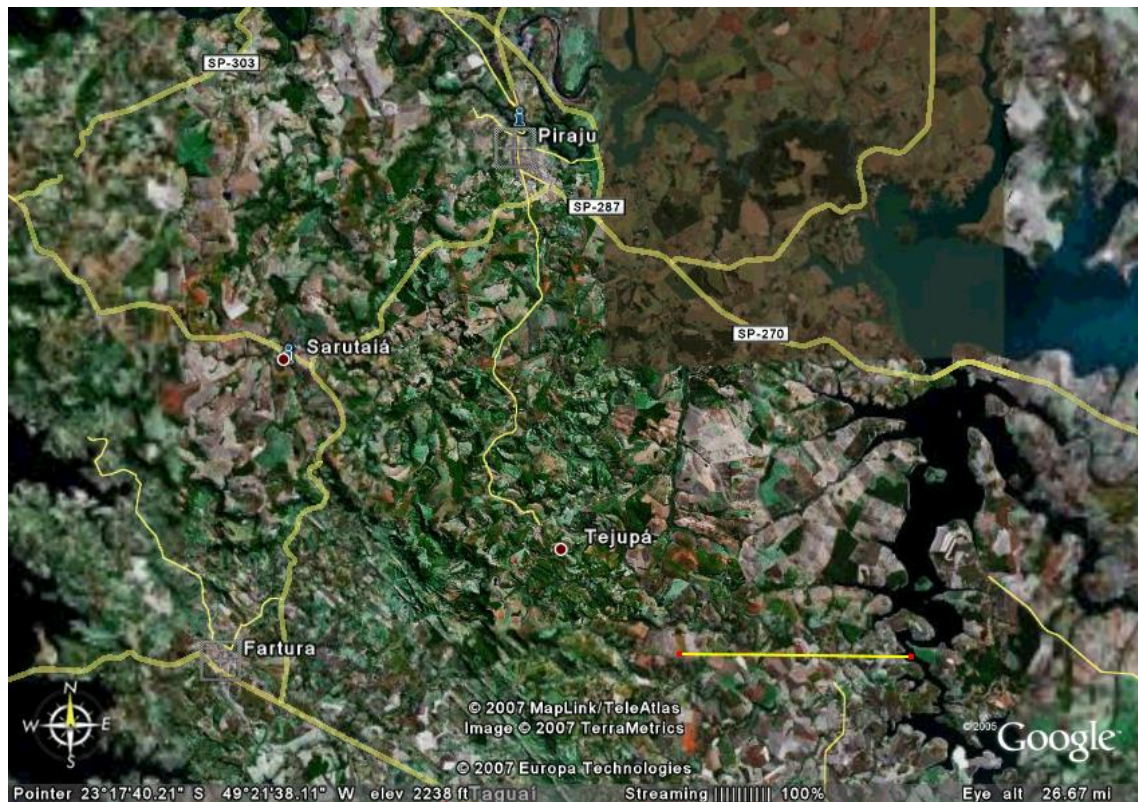


Figura 2. Traza de la transecta Pirajú – Fartura sobre la carretera SP 287 (Véase su localización en la **Figura 1**). La línea recta amarilla indica 10 km.

A lo largo de esta transecta se reconocen secuencias con disposición homoclinal que inclinan unos grados hacia el SW que comprende desde niveles próximos del tope de la Formación Teresina (hacia el Sur, cerca de Fartura) hasta los basaltos de la Formación Serra Geral, involucrándose afloramientos de las formaciones Piramboia, Botucatu y Serra Geral (hacia el Norte, cerca de Pirajú). Además, se reconocen diques basálticos dispuestos con rumbos NW-SE que intruyen las sedimentitas.

En proximidades de Fartura, se reconocen afloramientos de la Formación Teresina que observan mayores inclinaciones (del orden de los 5°) que las secuencias suprayacentes. Esta característica asociada con la probable variación de espesor de algunos niveles más arenosos sugieren la posibilidad de reconocer deformaciones sinsedimentarias debidas a una fase tectónica Paleozoica superior (**Figura 3**).



Figura 3. Vista de los afloramientos de la Formación Teresina, próximo a la localidad de Fartura. Nótese la variación de potencia de los niveles más arenosos que tienden a condensarse hacia la izquierda coincidentemente con el incremento de relieve.

Algunos horizontes presentan estructuras sedimentarias de relleno que pueden interpretarse como madrigueras (**Figura 4**).



Figura 4. Vista de los afloramientos de la Formación Piramboia con posibles estructuras de relleno atribuidas a madrigueras.

La Formación Botucatu muestra sus niveles arenosos con típica estratificación de megadunas (**Figura 5**) en las que pueden interpretarse rasgos de colapsos gravitatorios sinsedimentarios a partir

de fallamientos normales subordinados y sutiles estructuras de deslizamientos diferenciales (**Figura 6**).



Figura 5. Vista de megadunas en los afloramientos de la Formación Botucatu.



Figura 6. Vista de los afloramientos de la Formación Botucatu en los que se aprecian fallamientos normales (*izquierda*) y particulares rasgos subordinados de deslizamientos (*derecha*).

2.2) Transecta Rodovia Castelo Branco (en proximidades de Porangaba):

Esta transecta fue decidida agregar por el contratista (Geol. Daniel Boggetti) como un mejoramiento a la propuesta inicial en función de la buena calidad de los afloramientos y disponibilidad logística que ofrecía. Se utilizó la localidad de Porangaba como base de operaciones e involucró unos 40 km aproximadamente (**Figura 7**).

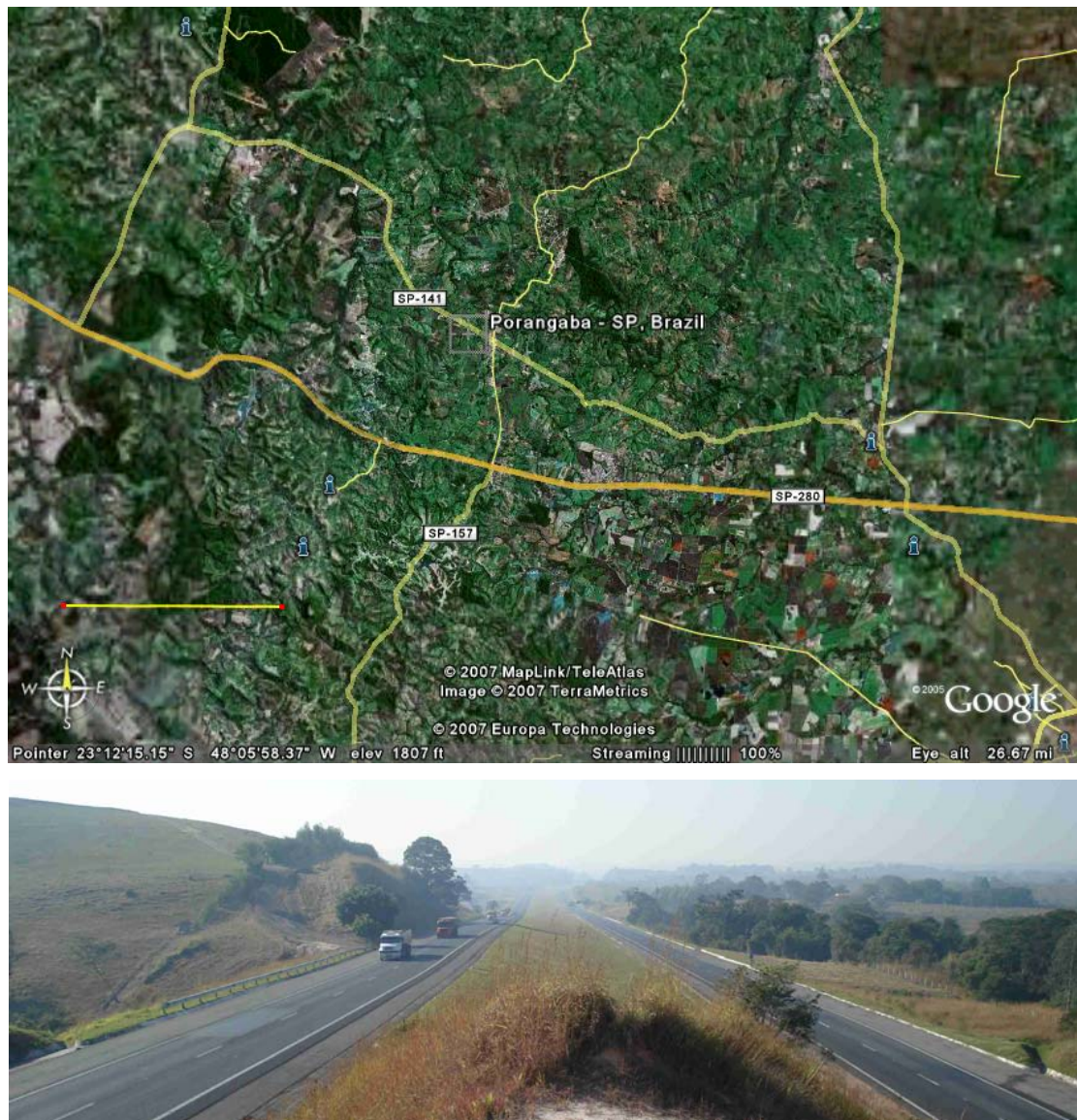


Figura 7. Traza de la transecta Rodovia Castelo Branco (SP 280) que ofrece amplios y recientes cortes artificiales (Véase su localización en la **Figura 1**). La línea recta amarilla indica 10 km.

A lo largo de esta transecta se reconocen afloramientos de secuencias sedimentarias dispuestas de modo homoclinal (muy sutilmente inclinadas hacia el W) que comprenden desde niveles próximos del tope de la Formación Iratí hasta los basaltos de la Formación Serra Geral, involucrándose afloramientos de las formaciones Teresina, Piramboia y Botucatu.

La Formación Iratí presenta niveles pelíticos con intercalaciones calcáreas con nódulos de chert e impregnaciones de petróleo (**Figura 8**).



Figura 8. Vista de los afloramientos de la Formación Iratí con impregnaciones de petróleo.

Niveles inferiores de la Formación Teresina exhiben pelitas con discretos horizontes areniscosos y niveles superiores con mayores evidencias de acción de olas (**Figura 9**).



Figura 9. Vista de los afloramientos de la Formación Teresina. *Izquierda*: niveles estratigráficamente inferiores. *Derecha*: niveles estratigráficamente superiores.

Se tuvo la oportunidad de medir expeditivamente algunos juegos de fracturas subverticales con rellenos parciales de carbonatos (**a**: senestral con Az. $40^{\circ}/60^{\circ}$ y **b**: dextral con Az. $160^{\circ}/175^{\circ}$) que

permiten asociarlas en un sistema conjugado bastante ortorrómbico cuyo campo de esfuerzo responsable posee un esfuerzo principal máximo (σ_1) dispuesto aproximadamente con dirección NNE (**Figura 10**), coincidente con los observados regionalmente para la tectónica Hercínica (Pérmico) en la Cuenca del Norte (Uruguay) e incluso en las Sierras Australes de Buenos Aires (Argentina).



Figura 10. Vista de los afloramientos de la Formación Teresina superiores (a la altura de Kilómetro 160), donde se aprecian los dos juegos principales de fracturas que pueden ser conjugados.

Se aprecia un excelente afloramiento del contacto paraconcordante (en la transecta Pirajú-Fartura se presenta más angular) entre las formaciones Teresina y Piramboia caracterizado por el desarrollo de un paleosuelo de naturaleza laterítica (**Figura 11**). La Formación Piramboia ofrece importantes espesores sedimentarios (**Figura 12**).



Figura 11. Vista del contacto paraconcordante entre las formaciones Teresina (marinos) y Piramboia (continentales) separados por un conspicuo horizonte de paleosuelo laterítico.



Figura 12. Vista de los afloramientos potentes y bien expuestos de la Formación Piramboia sobre la Rodovia Castelo Branco.

La Formación Botucatu también presenta muy buenos afloramientos (**Figura 13**) los que son coronados por coladas basálticas de la Formación Serra Geral (**Figura 14**).



Figura 13. Vista de los afloramientos de la Formación Botucatu que presentan importantes juegos de megadunas.



Figura 14. Vista de los afloramientos de la Formación Serra Geral.

3 - Conclusiones

De acuerdo con las observaciones realizadas en el campo se pudo constatar lo siguiente:

- a) **Levantamiento cartográfico de la transecta.** Se realizan satisfactoriamente a partir de la fotointerpretación de fotogramas obtenidos a partir del Google Earth en escalas aproximadas de 1:40.000 sobre un corredor que oscila entre los 500 y 1000 m de ancho a partir de la traza principal de la transecta. Se realizan controles de campo expeditivos sobre la traza principal de la transecta y caminos auxiliares referenciados con GPS para ajustar su volcado en las bases digitales.
- b) **Levantamiento de perfiles estratigráficos.** Se realizan siguiendo adecuadamente las reglas del arte utilizándose báculo de Jacob con nivel de burbuja, lupa, cartilla de colores normalizados (Rock Color Chart), pruebas al ácido HCl y toma de fotografías digitales (**Figura 15**). De esta manera, se realizan descripciones de las características sedimentológicas, disposiciones espaciales, geometrías internas y externas de las capas.



Figura 15. Metodología de trabajo elementos de relevamiento utilizados por el Geol. Erico Freguglia.

c) **Muestreos.** Se realizan muestreos de areniscas de las formaciones Piramboia y Botucatu con la finalidad de estudiar sus características petrofísicas y de las pelitas de las formaciones Iratí y Teresina para la determinación de fósiles. Para facilitar la obtención de las muestras de areniscas se utiliza un tubo corona de unas 2 pulgadas de diámetro y unas 5 pulgadas de profundidad accionado por un taladro eléctrico portátil (**Figura 16**). Luego, son cuidadosamente dispuestas en bolsas plásticas con doble etiquetado y respaldo en talonario de control (**Figura 17**).



Figura 16. Metodología de obtención de muestras mediante el uso de un taladro eléctrico provisto de una broca. *Izquierda:* El muestreador Sr. Mario Navarro en acción. *Derecha:* vista del núcleo obtenido antes de su extracción.



Figura 17. Procedimiento de embalaje y doble etiquetado de las muestras obtenidas.

d) **Correlaciones y modelado depositacional.** El Geol. Erico Freguglia además de acreditar experiencia en el estudio de ambientes eólicos (en particular a partir de sus trabajos profesionales en la Cuenca Neuquina de Argentina) manifestó su interés en contribuir con el modelado depositacional de las unidades sedimentarias que integran el Acuífero Guaraní.

Finalmente, sobre la base de todos los comentarios precedentes se considera que las actividades controladas en el campo durante los días cubiertos en el presente informe se ejecutaron de modo satisfactorio siguiéndose las metodologías, procedimientos y técnicas más adecuadas y vigentes.



Dr. Eduardo A. Rossello

Buenos Aires, 10 de Julio del 2007.

