

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 1 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.0</b>	<b>PROPÓSITO</b>
<b>2.0</b>	<b>OBJETIVO</b>
<b>3.0</b>	<b>ALCANCE</b>
<b>4.0</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>
<b>5.0</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<b>6.0</b>	<b>CONTROLES DE CALIDAD</b>
	Archivos
	Aprobaciones
	Revisiones
	Auditorías Internas
	<b>ANEXO 1 - FICHA PARA RECOPIACIÓN DE DATOS EN EL CAMPO (FCAMP)</b>
	<b>ANEXO 2 - FICHA PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS DE LABORATORIO (FLAB)</b>
	<b>ANEXO 3 - LISTA PARA COMUNICACIONES</b>
	<b>ANEXO 4 - ELEMENTOS DEL MAPA GEOLÓGICO</b>

© 2006 SNC-Lavalin International Inc. All rights reserved. This document is the property of SNC-Lavalin International Inc. and is to be used only for the purpose for which it was issued. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of SNC-Lavalin International Inc.



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>  333009-30AG-004	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 2 de 34
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

## **1.0 PROPÓSITO**

El propósito del presente procedimiento es establecer los pasos a seguir para realizar los trabajos de Geología en el campo y en gabinete de los Lotes Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní.

## **2.0 OBJETIVO**

El objetivo principal del presente procedimiento es asegurar que el Mapeo Geológico, la confección de perfiles estratigráficos y el levantamiento de cortes estructurales así como la toma de muestras geológicas de sedimentos y rocas, se realice según protocolos de calidad establecidos y reconocidos de Geología; lo cual permitirá asegurar la precisión de las mediciones de campo, la calidad de las muestras extraídas y enviadas al laboratorio para su posterior análisis y la exactitud de los perfiles, y tareas de gabinete.

## **3.0 ALCANCE**

El presente procedimiento se aplicará para realizar el mapeo geológico, la elaboración de perfiles estratigráficos y el levantamiento de cortes estructurales e incluirá lo siguiente:

- Responsabilidades
  - Cuaderno y fichas de campo
  - Fichas para envío al laboratorio
  - Comunicaciones
- Recopilación y revisión de información existente
- Selección de áreas para mapeo Geológico, perfiles estratigráficos y transectas de cortes estructurales
- Operaciones previas al trabajo de campo
- Metodología para levantamiento geológico de campo
  - Ubicación del sitio de levantamiento geológico de campo
  - Mediciones de rumbo y buzamiento
  - Descripción y gráficos de campo
- Metodología para perfiles estratigráficos
  - Ubicación del sitio de perfil estratigráfico
  - Mediciones y descripción de estratos aflorantes
  - Gráficos descriptivos de los estratos medidos
  - Método de toma e identificación de muestras
- Metodología para cortes estructurales
  - Ubicación de los puntos del corte estructural (A-A', B-B', C-C', etc.)
  - Mediciones y toma de muestras en el corte estructural
  - Gráficos descriptivos de cada punto del corte estructural

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 3 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

- Trabajos de gabinete
  - Ajuste de valores de azimut
  - Digitalización de información
  - Elaboración de mapas, perfiles y cortes geológicos
  - Redacción de informes
- Conservación y almacenamiento de muestras
- Envío y transporte de muestras al laboratorio
- Análisis a realizar en laboratorio
- Seguridad e Higiene

#### 4.0 RESPONSABILIDADES

El levantamiento Geológico de las unidades geológicas aflorantes del SAG incluyendo Mapeo, perfiles estratigráficos y cortes estructurales, será realizado por un equipo formado como mínimo de un Geólogo profesional y un asistente técnico para cada una de las tres actividades (mapeo, perfiles estratigráficos y cortes estructurales).

Los técnicos que realizan el mapeo, perfiles o cortes deberán estar debidamente capacitados, calificados y entrenados en la teoría y prácticas específicas, siendo por tanto, responsables de aplicar el contenido de estos procedimientos.

En caso de áreas difíciles de reconocer, localizar o acceder, se usará los servicios de una persona local (el vaqueano) que conoce el área geográfica y puede brindar una guía de gran valor para localizar afloramientos y estratos sólo por el hecho de saber cómo llegar hasta los mismos.

Se tendrá en cuenta que circunstancias particulares, imprevisibles en cada caso, pueden requerir que el técnico decida modificar, con un criterio profesional, alguno de los pasos indicados en este procedimiento. Dichas desviaciones deberán comunicarse al responsable de proyecto y documentarse por escrito en las fichas de campo.

Toda la información colectada en el campo debe documentarse en la libreta de campo y fichas de campo y en las fichas para envío de muestras de sedimentos y rocas al laboratorio como se indica a continuación.

##### Acceso a propiedad privada

La Secretaría General del SAG proveerá una carta o credencial de presentación con el nombre de la empresa y el objetivo del proyecto Guaraní a cada empresa que trabaja en el proyecto.

Durante el primer recorrido general de reconocimiento de campo, se identificará las

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 4 de34
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

propiedades privadas existentes en la zona de trabajo. Se tomará contacto directo con el propietario, se explicará el motivo del trabajo que se realizará y se obtendrá permiso para efectuar el levantamiento de campo.

Si no fuera posible contactar al propietario durante el primer recorrido del área, antes de comenzar el trabajo de campo se seguirá los procedimientos de comunicación que se describen en la sección 4.3 y por medio del coordinador del área piloto se obtendrá autorización para la visita de propiedades privadas existentes en la zona de trabajo.

#### **4.1 Libreta y Fichas de Campo (Fcamp)**

Todas las mediciones y observaciones que se realicen en el campo deben anotarse en una libreta de campo. Se usará una ficha modelo para realizar las anotaciones de campo a fin de incluir todos los datos en cada punto de medición. Dicha ficha se rellenará en el momento de la medición, formará parte de la libreta de campo y contendrá obligatoriamente los datos que se muestran en el **Anexo 1**.

Toda toma de muestra de roca o sedimentos será documentada en la ficha arriba mencionada en la que se relacionan los datos y circunstancias necesarios para su identificación inequívoca y que permita una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

En el apartado de observaciones se anotará cualquier incidencia que pueda influir sobre las mediciones, los análisis a realizar o su interpretación, como por ejemplo:

- Presencia de estructuras particulares, fallas, cizallamiento, plegamiento
- Cambios de granulometría o color de formaciones
- Presencia de rocas alterada, meteorizada en los alrededores del punto de control
- Contactos de formaciones o unidades sedimentarias

Es muy importante que se completen todos los apartados de la ficha. En caso de no existir información para completar alguno de ellos, esta circunstancia se debe indicar en el lugar correspondiente.

Los datos de identificación de las muestras, parámetros medidos en campo de la formación muestreada son también imprescindibles para la ficha de solicitud de análisis de laboratorio (Flab) que se describe en el Anexo 2.

Una copia de estas fichas de campo debe ser proporcionada a los expertos en Geología e Hidrogeología para la interpretación de los resultados analíticos.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 5 de 34
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

Toda la información que se recoge en la ficha de campo (Fcamp) es muy relevante tanto para la interpretación de los datos analíticos como para posibles nuevas mediciones y/o muestreos (futuros) en algún punto. Dado que parte de esta información debe ser traspasada a la ficha de laboratorio (Flab), es muy útil llevar al campo una computadora portátil y completarlas directamente, o bien introducir los datos en la computadora inmediatamente después de cada campaña.

#### 4.2 Fichas para envío al Laboratorio (Flab)

El documento del **Anexo 2** incluye una ficha modelo que debe acompañar a cada conjunto de muestras de rocas o sedimentos que se envíen al laboratorio (FLab). Salvo que el laboratorio pida otro tipo de información, debe utilizarse este modelo. El objetivo de estas fichas es doble: facilitar la labor de seguimiento de las muestras enviadas a cada lugar y facilitar al laboratorio información relevante para una medición más eficiente y fiable.

#### 4.3 Comunicaciones

Una semana antes de cada salida al campo, el responsable de los trabajos deberá informar el itinerario que seguirá por escrito, a SNC-Lavalin oficina local y oficina en Canadá para retransmitir a la SG-SAG incluyendo lo siguiente:

- Fecha de salida al campo y fecha de regreso.
- Nombre de las personas que componen el equipo de trabajo.
- Itinerario con identificación de zonas o pozos que serán muestreados cada día (aproximadamente).
- Rutas principales de acceso.
- Pasos de fronteras que se utilizará en la campaña

Es un requisito fundamental de la SG-SAG que las comisiones de campo estén en permanente contacto con la oficina responsable de los trabajos. Asimismo, deben llevar teléfonos celulares u otro medio de telecomunicación que permita establecer el contacto en todo momento para fines de seguridad de personal y seguimiento de los trabajos.

Este procedimiento de comunicaciones posibilitará a la SG-SAG y SNC-Lavalin efectuar Auditorías de control de los trabajos en el momento que lo consideren oportuno y según la relevancia de la información en el área de trabajo que corresponda.

Cualquier cambio de itinerario, alteración de fechas y/o lugares de trabajo y muestreo, debe ser comunicada previamente a la oficina responsable de los trabajos, a SNC-Lavalin (oficina local y en Canadá) para retransmitir a la SG-SAG.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 6 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

La oficina responsable de los trabajos, SNC-Lavalin y la SG-SAG deben poder contactar en cualquier momento a la comisión de campo en tiempo real y deben tener conocimiento de la posición en que se encuentra cada comisión en todo momento.

El proceso de comunicación seguirá los siguientes pasos:

Una semana previa a cada salida al campo

- 1) Empresa responsable comunica el itinerario como indicado a:  
 Coordinador del proyecto de SNC-Lavalin Buenos Aires:  
 andrew.gilchrist@snclavalin.com  
 Copia a Dirección del proyecto de SNC-Lavalin en Toronto:  
 adriana.lafleur@snclavalin.com
- 2) Coordinador de proyecto de SNC-Lavalin Buenos Aires envía itinerario de cada empresa a la SG-SAG, Director Técnico del proyecto: Dr. Jorge Santa Cruz y Lic. Daniel García.
- 3) SG-SAG Lic. Daniel García informa itinerario de cada empresa al responsable de cada área piloto.
- 4) La lista con nombres y coordenadas de las personas a contactar antes o durante la salida al campo se incluye en **Anexo 3**.

## 5.0 PROCEDIMIENTO

Las acciones que deben realizarse para ejecutar el mapeo geológico, los perfiles estratigráficos y los cortes estructurales cumplirán el procedimiento que se describe a continuación.

### 5.1 Recopilación y revisión de información existente

Se realizará una recopilación de información existente referente a la cuenca del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) se indicarán: descripción de áreas de afloramientos, características hidrogeológicas de la cuenca del SAG, perforaciones petroleras existentes en la cuenca, áreas de concesión minera, tipos de mineralización etc.

### 5.2 Selección de área para mapeo Geológico, perfiles estratigráficos y transectas de cortes estructurales

Las áreas de mapeo y puntos de muestreo serán seleccionadas con el objetivo de delimitar la extensión del SAG y caracterizar las unidades litológicas y estructurales



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 7 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

de la cuenca y sub-cuencas si fuera el caso.

El área de mapeo geológico se determinará en gabinete en coordinación con el Contrato HGTMR del SAG, tomando en cuenta la presencia de unidades aflorantes y la calidad y tipo de afloramientos en la zona, teniendo particular consideración con las zonas de complejidad estructural.

La ubicación del perfil estratigráfico a confeccionar será elegida en el campo por el equipo de geología, en base al tipo y calidad del afloramiento. Estas características no se pueden determinar en gabinete con ayuda de fotos aéreas ni de imágenes satélites. La medición y descripción adecuada de perfiles estratigráficos permite observar las variaciones litológicas, situaciones de la fauna y realizar correlaciones estratigráficas de diferentes unidades de rocas.

Las transectas para levantamiento de cortes estructurales se elegirán en gabinete en coordinación con el Contrato HGTMR del SAG, según criterios y objetivos establecidos para la caracterización geológica del SAG. Las transectas pueden coincidir con el trazado de una línea sísmica o estar condicionada a la accesibilidad de los datos.

Se tendrán en consideración los siguientes criterios:

#### Para Mapeo Geológico

- Tipo de roca expuesta en el lugar de mapeo, Areniscas del SAG,
- Basaltos (infrayacente / suprayacente), otros tipos de rocas
- Elevación del afloramiento (altura sobre el nivel del mar)
- Espesor del afloramiento
- Accesibilidad

#### Para Perfiles Estratigráficos

- Tipo de sedimento aflorante, Areniscas del SAG, otros tipos
- Presencia de horizontes o "capas clave" para permitir la correlación estratigráfica
- Elevación del afloramiento (altura sobre el nivel del mar)
- Espesor de estratos y capas clave
- Discordancias entre estratos
- Secuencia vertical de estratos

#### Para Levantamiento de Cortes Estructurales

- Presencia de afloramiento del areniscas del SAG

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 8 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

- Existencia de fallas, diaclasas, plegamientos
- Presencia de diques de basaltos y estructuras dominantes

El Contrato HGTMR y el equipo de expertos clave del proyecto junto con la empresa PyT que realizará el levantamiento Geológico, con participación de la SG-SAG ha determinado las áreas de principal interés para mapeo geológico, elaboración de perfiles estratigráficos y cortes estructurales. Dichas áreas están en las zonas de alojamiento del acuífero.

La ubicación de las transectas será determinada y precisada durante el primer recorrido de campo, que se comenzará por el área piloto de Rivera-Santana de Livramento en zonas aflorantes del acuífero Guaraní.

Asimismo, otros puntos de muestreo podrán ser incorporados durante los trabajos de campo siempre que cumplan con las condiciones enumeradas arriba indicadas.

### 5.3 Operaciones previas al trabajo de campo

Antes de una campaña de Geológica hay que realizar una serie de operaciones de puesta a punto de los materiales y equipos que serán transportados al campo. Estas operaciones son:

- 1.- Preparación de la documentación de campo: cartografía, manuales de uso y calibración de aparatos, libretas de campo, etiquetas. En la medida de lo posible se obtendrán mapas de localización de la zona de mapeo, fotografías aéreas e imágenes de satélite, las cuales son imprescindibles para realizar un buen trabajo de campo e identificar grandes estructuras regionales. Asimismo se llevarán los presentes procedimientos incluyendo las fichas de campo (Fcamp).
- 2.- Revisión del estado de los equipos e instrumentos: comprobación del correcto funcionamiento de los mismos, estado de los vehículos y reposición del material de repuesto para llevar al campo. Una lista de materiales de campo puede incluir lo siguiente:
  - Libreta de campo: preferentemente cuadriculada y de tapa dura
  - Bolígrafo, lápiz, lápices de colores y goma
  - Piqueta o martillo geológico
  - Brújula, GPS, Lupa, Cinta métrica
  - Fotografías aéreas, fotomosaico restituído, pares estereoscópicos y/o imágenes satelitales del área de estudio.
  - Instrumentos electrónicos como Palm, Lap top, otro, para entrar datos de campo en forma digital.



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 9 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

- Carpeta para material gráfico: para llevar las fotos aéreas, mapas e imágenes satelitales
- Cinta métrica, escuadra-transportador, regla milimetrada
- Marcador rotulador indeleble para escribir sobre plástico y rocas
- Gotero con HCl (ácido clorhídrico o muriático) diluido al 10%. Esto es particularmente importante para las unidades calcáreas.
- Cámara de fotos
- Estereoscopio de bolsillo
- Papel de calco vegetal o acetato
- Red estereográfica de Wulf, Papel milimetrado
- Calculadora, Computadora lap-top (optativo)
- Bolsas de plástico para muestras
- Etiquetas autoadhesivas para identificar las muestras.

3.- Bolsas para muestras. Las muestras de rocas o sedimentos serán ubicadas en bolsas de polietileno reforzado, con espesor suficientemente resistente para asegurar el transporte sin roturas y sin alteraciones. En algunos casos se pueden usar doble bolsas si necesario.

Las bolsas deben ser suficientemente grandes para permitir ser anudadas en su extremo superior, procurando un cierre hermético y evitando toda pérdida de material sedimentario. No es conveniente usar cuerdas o hilos para atar las bolsas porque pueden romperse o deslizarse, dando lugar a una pérdida de muestra.

4.- Etiquetado y referenciado de las bolsas. Si se conocen los puntos a muestrear, las bolsas se pueden etiquetar antes de ir al campo. En cualquier caso, se etiquetarán siempre antes de ser llenadas con la muestra. El material de las etiquetas y las referencias a usar se especifican en el apartado 5.4.4.

También puede escribirse la identificación sobre la bolsa de plástico con un marcador indeleble (resistente al agua), evitando así el uso de etiquetas.

## **5.4 Metodología para Levantamiento Geológico**

### **5.3.1 Ubicación del sitio de Levantamiento Geológico**

Al llegar al campo se identificará el sitio físico del área de mapeo geológico y se procederá como sigue:

- Confirmar la ubicación que consta en la lista de transectas y sitios preparada en gabinete.
- Asignar un número de identificación a cada sitio de medición y/o muestreo, en correlación con los otros sitios del área a medir y/o muestrear.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 10 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

- Medir la ubicación exacta de las coordenadas del sitio por medio de un GPS (Geographic Position System).
- Completar identificación de área, latitud/longitud, altitud en la (Fcamp).

### **Grado de Precisión de medición de coordenadas**

A fin de asegurar el grado de precisión de las mediciones de posición se recomienda usar alguno de los dos tipos de GPS (Global Positioning System) que se describen a continuación.

**GPS Geodésico** de doble frecuencia con todos los implementos y accesorios necesarios para trabajar en posicionamiento estático, estático relativo, estático-rápido y cinemática, con las siguientes características:

- Especificaciones de precisión Levantamiento estático para la definición de las coordenadas de puntos:
  - Horizontal: 5 mm + 0.5 ppm
  - Vertical: 10 mm + 1.0 ppm o menor
- Funcionamiento en doble frecuencia, código C/A y P. Con veinticuatro canales de georecepción simultánea: 12 L1 + 12 L2, con código y fase portadora.
- El equipo debe contar con un programa de autodiagnóstico.
- Debe poseer al menos dos fuentes de alimentación de energía, en caso de que falle una, automáticamente debe continuar con la otra disponible.
- Debe poseer alarmas, que informen al operador de problemas como falta de energía, PDOP inadecuado, pérdida de señal de satélites, etc
- Debe contar con una (1) antena de georecepción tipo multi-ruta ("Multi Path") (doble frecuencia), con características técnicas concordantes con el equipo, modalidades de medición solicitadas y exactitudes logrables, con cables y dispositivos de conexión al georeceptor.
- Transferir los datos de campo de los georeceptores y/o recolectores a las microcomputadoras portátiles o de oficina
- Utilitarios para la conversión a coordenadas nacionales transformaciones de datum, cálculo de diferencias de alturas GPS y ortométricas.

**GPS Topográfico** para realizar levantamientos precisos estáticos, de tipo Stop & Go y cinemáticos, así como proyectos cartográficos/GIS levantamiento

- Especificaciones de precisión Levantamiento estático. Rendimiento 1-3 (rms)
  - Horizontal: 0,005 m + 1 ppm
  - Vertical: 0,01 m + 2 ppm
  - Azimut: < 1 arco segundo
- El GPS Topográfico debe asegurar el cierre de mediciones, la repetición automática, el análisis de observaciones, el análisis de control automático y los ajustes de mínimos cuadrados.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 11 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

### 5.3.2 Mediciones de Rumbo, Buzamiento y otras

Identificar las formaciones y capas aflorantes del SAG, así como otras formaciones geológicas existentes en el área de mapeo.

Utilizando la brújula tipo Brunton, medir el rumbo de cada formación identificada, indicando su posición respecto al Norte magnético.

Asimismo, con la brújula se tomará la medida de buzamiento de dicha formación pudiendo calcularse la inclinación verdadera.

La medición de rumbo y buzamiento pueden realizarse apoyando la brújula sobre la formación aflorante o a distancia, mirando por el espejo de la brújula, cuando la formación se halla a distancia o es de difícil acceso. Ambos tipos de mediciones son válidas.

En todos los casos se deberá hacer una doble medición del mismo estrato, formación o contacto a fin de verificar la precisión de la medición.

#### *Medición de espesor*

Se medirá el espesor aparente y se calculará el espesor real de la capa aflorante, para correlacionar con los perfiles estratigráficos.

#### *Mediciones en fallas*

Se medirá la ubicación de la falla, el rumbo de la falla y la inclinación del plano de falla. Asimismo, se indicará el tipo de falla identificado. (directa, inversa, etc.)

#### *Mediciones en pliegues*

A fin de describir detalladamente los pliegues se medirán todas sus partes incluyendo: Limbos, Charnela, Cresta, Plano axial, Trazo del plano axial, Eje del pliegue. Asimismo se explicará qué tipo de pliegue se ha identificado.

#### *Elementos del Mapa Geológico*

**El Anexo 4** presenta una lista con los elementos que serán incluidos en el Mapa Geológico si son identificados en el campo. Por lo tanto esos elementos serán reconocidos, medidos, ubicados en el mapa y descriptos en las fichas de campo (Fcamp).



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b> <b>333009-30AG-004</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 12 de 34
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

### *5.3.3 Descripción y gráficos de campo*

Es muy importante realizar una descripción detallada de la formación geológica que se ha identificado, localizado y medido. La descripción deberá incluir lo siguiente:

Tipo de roca (sedimentaria, volcánica, ígnea, etc.) , describiendo la granulometría, color, textura, disposición y asociación con otras rocas.

Describir las estructuras presentes, incluyendo diaclasas, fallas, pliegues, zonas de sizallamiento, etc.

Describir cualquier evidencia de mineralización (sulfidos, hierro, manchas de manganeso, etc.) que puedan tener un impacto en la calidad del agua. Asimismo describir si existen alteraciones de la roca como relleno arcilloso de fracturas o fallas, que pueden tener impacto en la porosidad y permeabilidad y por lo tanto en los flujos y aportes de agua subterránea.

Identificar y comentar sobre los usos del suelo actuales y pasados, incluyendo si hubiera evidencias de actividades previas de exploración minera u otra.

Dibujar un bosquejo gráfico de la zona de mapeo, mostrando las características de las formaciones aflorantes que han sido medidas. Indicar las observaciones que ayuden a comprender la disposición de geomorfología existente y la orientación de las formaciones presentes.

Agregar fotos, eventualmente filmación, para ilustrar los rasgos más característicos de las formaciones geológicas y estructuras encontradas.

## **5.5 Metodología para Perfiles Estratigráficos**

### *5.5.1 Ubicación del sitio de perfil estratigráfico*

Al llegar al campo se identificará el sitio físico del área de cada perfil estratigráfico y se procederá como sigue:

- Confirmar la ubicación que consta en la lista de transectas y sitios preparada en gabinete.
- Asignar un número de identificación a cada sitio de medición y/o muestreo, en correlación con los otros sitios del área a medir y/o muestrear.
- Medir la ubicación exacta de las coordenadas del sitio por medio de un GPS (Geographic Position System).
- Completar identificación de área, latitud/longitud, altitud en la (Fcamp).

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 13 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

#### 5.4.2 Mediciones y descripción de estratos aflorantes

##### *Medición de estratos horizontales*

Se realizará con el nivel de mano, siendo la unidad de medida la altura del ojo del observador. Este método se adapta bien para formaciones planas y llanuras, así como las cuencas intermontanas.

Cuando la pendiente es escarpada se usará el jalón de Jacob. Este procedimiento utilizará un jalón generalmente de 1.5 m de longitud, que está subdividido y marcado. La medición se realiza en una serie de pasos de 1.5 metros subiendo en zigzag por la pendiente para salvar los obstáculos y las áreas cubiertas.

##### *Medición de estratos inclinados*

En secciones con rocas no horizontales se debe tener en cuenta la inclinación topográfica para el cálculo del espesor real. En pendientes escarpadas se usará el Jalón de Jacob sosteniéndolo en posición perpendicular a la estratificación y avanzando a intervalos de 1.5 metros.

También puede medirse con brújula Brunton y cinta métrica. Se extiende la cinta métrica transversalmente a las unidades en ángulo recto con el rumbo para obtener la distancia inclinada del afloramiento.

##### *Descripción de estratos*

A fin de lograr la máxima cantidad de información estratigráfica se requiere una descripción adecuada de la secuencia de estratos aflorantes.

La descripción de una sección medida debe incluir observaciones sobre:

- **Espesor de sus unidades:** Los espesores mayores en general constituyen las formaciones y miembros. Cada formación o miembro es subdividida según su variación de litología, estratificación, estructuras internas constituyendo así las sub-unidades.
- **Relaciones estratigráficas de las unidades (formaciones) y sub-unidades:** subyacentes, suprayacentes, concordantes, discordantes, etc.
- **Litología:** Para cada unidad se debe describir:
  - Tipo de roca dominante (caliza, pizarra, arenisca, etc.).
  - Textura: grano grueso, mediano, fino; clasificación, forma y redondez.
  - Color de la superficie recientemente expuesta
  - Mineralogía de las partículas detríticas y el cemento.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 14 de 34
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

- Estratificación
- Estructuras internas
- Comportamiento a la intemperie
- Paleontología

La descripción del perfil estratigráfico se incluirá en la ficha de campo (Fcamp) y seguirá el modelo estándar que se presenta en el ejemplo presentado en Anexo 1.

La descripción de litología y paleontología se completará con análisis de muestras en laboratorio.

#### 5.4.3 Gráficos descriptivos de los estratos medidos

##### *Columna estratigráfica*

La forma más práctica de describir las formaciones es por medio de la representación gráfica de una columna estratigráfica. El gráfico usará distintas tramas (o colores y tramas) para diferenciar cada sub-unidad y unidad. Asimismo, se anotará el valor de elevación (altura sobre el nivel del mar) donde comienza y termina cada unidad o sub-unidad. El valor de la elevación es muy importante pues servirá para efectuar la correlación de estratos con otras columnas estratigráficas.

Los gráficos incluirán una leyenda con la descripción de cada litología representada en la columna. Al margen pueden agregarse el nombre de la formación y la edad Geológica que representa. Las referencias incluirán las coordenadas geográficas de la columna estratigráfica.

A continuación la **Figura 1** muestra un ejemplo gráfico a seguir para la elaboración de columnas estratigráficas incluyendo el sistema y la unidad de cada formación que compone la columna.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b> <b>333009-30AG-004</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 15 de 34
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

**Figura 1 - Ejemplo de Columna estratigráfica**

SISTEMA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	UNIDAD
CUATERNARIO	.....	
	.....	Proximal
	.....	
	.....	
TERCIARIO	.....	Medio
	.....	
	.....	
	.....	Distal
CARBONIFERO	.....	Fm. Andapaico
	Nivel de despegue	
DEVÓNICO	.....	Fm. Punta Negra
	.....	
	Nivel de despegue	
ORDOVÍCICO	.....	Fm. San Juan
	.....	
CÁMBRICO	.....	Fm. La Flecha
	.....	Fm. Zonda
	.....	Fm. La Laja
PRECÁMBRICO	.....	Basamento

### *Secciones transversales estratigráficas*

Las secciones transversales estratigráficas se dibujarán colocando series de columnas estratigráficas en la secuencia geográfica correspondiente.

Para indicar la distancia real entre las columnas se pueden espaciar irregularmente, según su ubicación en el campo.

Comúnmente se exagerará la escala vertical de las secciones transversales para representar en detalle las distintas formaciones y unidades estratigráficas.

#### *5.4.4 Método de toma e identificación de muestras*

Se tomará una muestra de cada sub-unidad presente en la sección medida. Las muestras no necesitan ser grandes, unos 300 gramos de sedimento o una roca de tamaño manual es suficiente. Cada muestra debe representar enteramente las variaciones litológicas de cada sub-unidad. Además, se debe agregar un mínimo de material alterado por la intemperie.

Si se toman muestras con fósiles deben guardarse en bolsas separadas con la identificación de la sub-unidad a la que corresponden.



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 16 de 34
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

Respecto a la identificación de muestras, se debe evitar nombres largos y que puedan conducir a confusiones entre distintas muestras. Lo mejor es usar como referencia el número oficial de inventario del punto, siempre que se sepa. Si no, la mejor alternativa es usar una combinación de letra y número que sea consistente para todas las muestras, y anotar en la libreta de campo la correspondencia con su referencia oficial o toponimia.

No se llevará nunca doble numeración, ya que puede conducir a graves errores posteriores.

En la etiqueta se deben indicar los siguientes datos como mínimo:

- No. de referencia de la muestra.
- Fecha de toma.
- Localidad dónde fue tomada

Los datos escritos en las etiquetas deben coincidir siempre con los de la ficha de campo (Fcamp) y también con los de las hojas de petición de análisis que deben acompañar a las muestras al laboratorio (Flab).

## **5.6 Metodología para Cortes Estructurales**

### **5.6.1 Ubicación de los puntos del corte estructural**

Al llegar al campo se identificará el sitio físico del área para realizar Cortes estructurales y se procederá como sigue:

- Confirmar la ubicación que consta en la lista de transectas y sitios preparada en gabinete.
- Asignar un número de identificación a cada sitio de medición y/o muestreo, en correlación con los otros sitios del área a medir y/o muestrear. (A-A'; B-B'; C-C')
- Medir la ubicación exacta de las coordenadas de cada punto por medio de un GPS (Geographic Position System).
- Completar identificación de área, latitud/longitud, altitud en la (Fcamp).

### **5.6.2 Mediciones y toma de muestras en el corte estructural**

Se harán mediciones para identificar las fallas, plegamientos, corrimientos y otras características estructurales que permitan interpretar el marco tectónico regional existente en la línea de cada corte estructural.

Utilizando una brújula tipo Brunton, medir el rumbo de cada estructura identificada (falla, pliegue, etc.), indicando su posición respecto al Norte magnético. Asimismo, medir el buzamiento y determinar la inclinación. Para cada estructura se



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 17 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

determinarán los siguientes valores:

Dominio estructural (ej. Pliegue), en distintos sitios a lo largo del corte estructural:

- Azimut del eje
- Buzamiento del eje
- Ángulo interlimbar

**Tabla 1 - Ejemplo de mediciones en Pliegues**

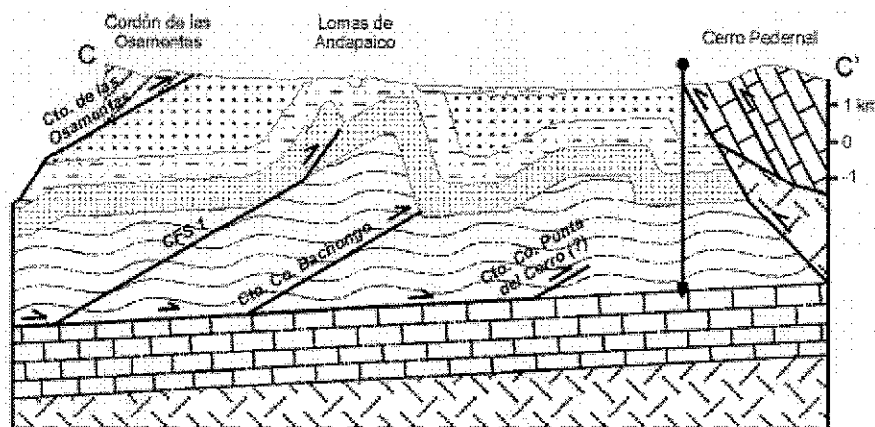
Dominio estructural (pliegue)	A1	A2	A3	A4	B0	B1	B2	B3	B4
Azimuth del eje	134°	134°	185°	186°	202°	199°	197°	185°	202°
Buzamiento del eje	44°S	30°S	25°S	27°S	26°S	34°S	20°S	22°S	16°S
Ángulo interlimbar	64°	80°	78°	91°	84°	66°	79°	102°	105°

### 5.6.3 Gráficos descriptivos de cada punto del corte estructural

Se confeccionarán gráficos descriptivos de cada grupo de puntos medidos en la línea de corte estructural (A-A'; B-B'; C-C'), a fin de integrar las observaciones determinadas en el campo.

A continuación, la **Figura 2** muestra un ejemplo gráfico a seguir para presentar los cortes estructurales:

**Figura 2 - Ejemplo de Corte Estructural**





<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 18 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

## **5.7 Trabajos en gabinete**

Los trabajos en gabinete consisten en el ajuste de los valores medidos en el campo para la elaboración de mapas e informes. Incluyen las tareas que se enumeran a continuación.

- Ajuste de valores de azimut de estratos y capas guía, estructuras, etc.
- Cálculo de la inclinación verdadera de estratos y capas guía, estructuras, etc.
- Digitalización de información. Entrada en la computadora de los datos incluidos en Fichas de campo (Fcamp) y Fichas de Laboratorio (Flab).
- Elaboración de mapas, perfiles y cortes geológicos
- Redacción de informes

Los informes incluirán los datos obtenidos en el campo digitalizados así como una interpretación de la estructura en el subsuelo de la zona de estudio. Se interpretará mediante la integración de los datos superficiales: mapa geológico, columnas estratigráficas y análisis geométrico de plegamientos y fallas. De este modo y teniendo en cuenta el marco tectónico regional, presentará una posible interpretación de la geología y del estilo estructural del sector de estudio del Sistema Acuífero Guaraní.

## **5.8 Conservación y almacenamiento de muestras**

Como ya se ha dicho, en el campo las bolsas con muestras deben ser colocadas en cajas de plástico y preservadas del sol directo y de la lluvia. El transporte del campo al lugar de almacenamiento hasta su envío al laboratorio debe realizarse a resguardo de los efectos de la intemperie. El almacenamiento debe realizarse bajo techo, de preferencia una habitación o un sótano no húmedo.

La entrega al laboratorio debe realizarse lo antes posible tras el muestreo, evitando demoras de varias semanas, aunque éste período puede variar, es preferible enviar las muestras al laboratorio al terminar cada campaña.

## **5.9 Envío y transporte de muestras al laboratorio**

Las muestras se harán llegar al laboratorio con todas las precauciones necesarias para evitar rotura de bolsas y pérdida de muestras. En general será suficiente preparar cajas de cartón grueso no muy grandes (para evitar sobrepesos y riesgos de desgarrar), suficientemente reforzadas con cinta de embalar intercalando partículas de polietileno o incluso bolas de papel entre las bolsas con muestras.

Cada envío al laboratorio debe incluir un listado de las muestras que se mandan indicando los análisis que se solicita realizar. En dicho listado o ficha de solicitud de análisis (Flab), la identificación de las muestras debe coincidir totalmente con la que se lea en las etiquetas de las bolsas. Esta ficha debe ser lo más completa posible

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 19 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

para facilitar la tarea analítica del laboratorio. Algunos laboratorios requieren al cliente que rellene un modelo de listado o ficha propio; pero si no es así, se recomienda utilizar el que se adjunta en el Anexo 2.

El personal que realice los muestreos debe completar estas fichas. Una copia de estas fichas de solicitud de análisis debe también ser proporcionada a los expertos en Geología, Hidrogeología y Geofísica.

En cada envío se solicitará al laboratorio la verificación de la recepción y el estado de las muestras respecto de: integridad de las bolsas, etiquetado en buen estado, condiciones de almacenamiento, etc.

A fin de mantener un control de calidad de análisis, se realizará un control analítico con laboratorios de contraste de un 3 % del total de las muestras para control de calidad de resultados de análisis como se explica en la sección 6.

#### 5.10 Análisis a realizar en laboratorio de petrografía

La Tabla 1 muestra los análisis petrográficos que serán realizados en laboratorio e indica el número de muestras a analizar y los métodos que seguirá el laboratorio.

**Tabla 1. Análisis de Laboratorio de Petrografía**

<b>Número de muestras por Lote</b>		<b>Procedimiento - Método</b>
<b>Lote Norte</b>	<b>Lote Sur</b>	
250	350	Lavado de muestras Porosidad Boyle con Helio Densidad efectiva (a partir de la medición de porosidad) Permeabilidad al gas
250	350	Extracción de plugs con Isopar
250	350	Preparación de cortes delgados impregnados con resina Epoxy, Azul y teñidos con Alisarina.
250	350	Petrografía: Descripción textural, composicional, mineralógica y granulométrica. Interpretación. Porosidad: tipo y porcentaje visual. Microfotografías color.
250	350	Estudio Diagenético integral: Porogénesis. Procesos, productos
250	350	Secuencias diagenéticas. Evolución de porosidad. Se toma como base 10 cortes delgados por muestra.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 20 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

<b>Número de muestras por Lote</b>		<b>Procedimiento - Método</b>
<b>Lote Norte</b>	<b>Lote Sur</b>	
150	150	Microscopía electrónica de barrido. Preparación y ultramicrofotografía. EDAX, análisis semicuantitativo y mapeo complementario.
250	350	Análisis mineralógico por difracción de Rayos X Preparación de la muestra DRX muestra total y fracción arcilla, cualitativo y cuantitativo
150	150	Estudios Paleontológicos Micropaleontología: microfósiles y nanofósiles Muestra fértil y Palinología.

### 5.11 Seguridad e Higiene

Como norma general, se recomienda el uso de guantes de trabajo para la toma de muestras, para evitar cualquier tipo de lastimadura, así como para prevenir quemaduras accidentales al manipular ácido clorhídrico.

En los lugares de muestreo donde se pueda generar polvo que suponga un riesgo de contacto por vía respiratoria o cutánea, se tomarán precauciones durante el muestreo, mediante uso de mascarillas.

El uso de ropa especial incluye manga larga, anteojos de trabajo, calzado adecuado tipo borceguíes o botas de campo es obligatorio a fin de prevenir picaduras de insectos u otros animales.

Se debe prever que averías del vehículo pueden dejar al equipo de trabajo en zonas alejadas por algunos días por lo tanto es importante llevar alimentos no perecederos, agua y ropa de abrigo según el clima.

El uso de teléfonos celulares y radio es muy recomendable, para casos de urgencia, pero siempre se debe estar preparado para eventualidades en caso de que la electrónica no funcione.

Es obligatorio llevar un botiquín de primeros auxilios con suero antiofídico, para curar heridas imprevistas y picaduras de insectos u otros animales.

Todo desecho producido durante las labores de muestreo (cartones, papeles, plásticos, etc.) se recogerá en bolsas que luego serán depositadas en contenedores de residuos adecuados.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 21 de 34
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

## **6.0 CONTROL DE CALIDAD**

### **6.1 Archivos de control de calidad**

El Gerente de Control de Calidad tendrá la responsabilidad de guardar el original master de los Procedimientos del Sistema de Calidad del proyecto Guaraní. La versión digital en computadora será considerada como el "original de trabajo", mientras que una copia en papel será mantenida como "copia control" con todas las firmas de aprobación correspondiente.

### **6.2 Aprobaciones**

Los Procedimientos del Sistema de Calidad del proyecto Guaraní y sus revisiones serán aprobados por Stephen Lindley, Director del Departamento de Medio Ambiente y por Sam Khattab, Gerente del Sistema de Calidad de SNC-Lavalin.

Asimismo, el Dr. Jorge Santa Cruz, Gerente Técnico de la Secretaría General del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní, OEA, Montevideo, aprobará y dará su conformidad a este procedimiento.

### **6.3 Revisiones**

El presente Procedimiento de Sistema de Calidad puede necesitar ajustes y ser revisado de acuerdo a:

- Mejorar la eficiencia,
- Resultados de Reuniones de Comité de Calidad,
- Análisis de informes de No-conformidad,
- Resultados de Auditorías Internas,
- Informes de Medidas Preventivas,
- Clarificaciones y correcciones para simplificar y evitar confusión.

### **6.4 Auditorías Internas**

SNC-Lavalin realizará Auditorías Internas de las actividades de campo como una medida de Control de Calidad del proyecto. Dichas auditorías controlarán la conformidad de las actividades con los procedimientos para la actividad de Geología. Las Auditorías se llevarán a cabo según los procedimientos ISO 9001 de SNC-Lavalin QSP No. 3881 para Auditorías Internas como se indica en el Plan de Calidad del Proyecto (PQP).

Se auditarán los trabajos de campo y de gabinete de la empresa local. Asimismo los análisis de laboratorio serán controlados por medio de un laboratorio en Canadá.

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 22 de 34
<b>333009-30AG-004</b>	ISO 9001:2000 Section 4.2	

#### 6.4.1 Auditoría de trabajos de campo

Las auditorías de trabajos de campo serán realizadas por SNC-Lavalin. Las auditorías se podrán realizar de diferentes maneras como se indica a continuación:

- Un Geólogo del proyecto de SNC-Lavalin podrá acompañar a la empresa local durante algunos días cuando se realizan los trabajos de campo y verificará que se siguen todos los pasos indicados en este procedimiento para las mediciones de levantamiento geológico y elaboración de perfiles estratigráficos, la toma de muestras de sedimentos y rocas.
- En alguna oportunidad el Geólogo, el Director y/o el Coordinador del proyecto de SNC-Lavalin podrán realizar auditoría de los trabajos de campo sin previo aviso a la empresa. Para lo cual se requiere tener la exacta información del itinerario que la empresa seguirá en el campo.
- SNC-Lavalin recibirá los perfiles estratigráficos elaborados por la empresa local. Un Geólogo de SNC-Lavalin irá al campo para realizar las mismas mediciones que ya ha realizado la empresa local durante el levantamiento Geológico. El Geólogo de SNC-Lavalin comprobará la exactitud de los perfiles estratigráficos y puntos levantados por la empresa local.

Es importante que la empresa preste apoyo y colaboración para que se lleven a cabo estas auditorías de la forma mas completa y exacta posible.

#### 6.4.2 Auditoría de trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete serán auditados por SNC-Lavalin. El Coordinador y la dirección del proyecto de SNC-Lavalin revisarán las columnas estratigráficas y cortes estructurales entregados por la empresa local, y cotejarán los resultados de mediciones realizadas en el campo, a fin de comparar el sentido general de los mismos.

Los resultados de todos los análisis de laboratorio petrográfico serán revisados por un Geólogo de SNC-Lavalin a fin de controlar el sentido general de los mismos.

Los informes elaborados por la empresa local serán entregados a SNC-Lavalin para efectuar el control de calidad y la edición final para presentar a la SG-SAG.

#### 6.4.3 Auditorías de Laboratorios

Se tomará muestras dobles de sedimentos y rocas en cantidades a determinar (aproximadamente un 3 % del total) para enviar a analizar en un laboratorio en

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 23 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

Toronto, Canadá a fin de efectuar un control de calidad de los métodos de análisis utilizados.

El laboratorio de control verificará los resultados obtenidos por el laboratorio local, comparará esos resultados con los obtenidos en Canadá y emitirá un informe con conclusiones.

#### *6.4.3 Documentación y firma de Auditorías*

Al terminar cada Auditoría se elaborará un documento con los resultados obtenidos de la misma que será firmado por las personas responsables de la Auditoría por la empresa responsable de los trabajos y el responsable de SNC-Lavalin. Todos los documentos y Actas de auditoría se entregarán a la SG-SAG y formarán parte de los informes mensuales del avance del proyecto.

### **6.5 Auditorías de la SG-SAG**

La SG-SAG por su parte, realizará auditorías de los trabajos de campo de manera independiente o conjunta con SNC-Lavalin, según lo considere necesario y conveniente.

Los procedimientos de auditoría que seguirá la SG-SAG son los mismos que empleará SNC-Lavalin. La SG-SAG podrá elaborar su informe aparte de la auditoría o firmar el documento de auditoría preparado por SNC-Lavalin dando conformidad al proceso.



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO.</b> 3841-SLEC	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>  <b>333009-30AG-004</b>	<b>FECHA:</b> 2006-07-06	<b>PAGINA:</b> 24 de 34
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

**ANEXO 1**

**FICHA PARA RECOPILACIÓN DE DATOS EN EL CAMPO (Fcamp)**



<b>Croquis, Perfil, Corte estructural:</b>	<b>Foto No.:</b>
--	------------------

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b> <b>333009-30AG-004</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 26 de 34</b>
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

## **ANEXO 2**

### **FICHA PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS DE LABORATORIO (Flab)**

ISO 9001:2000 Section 4.2

## MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO DE PETROGRAFÍA (Flab)

[illegible]



**SNC-LAVALIN**  
**International**

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b> <b>333009-30AG-004</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 28 de 34</b>
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

### **ANEXO 3**

#### **LISTA PARA COMUNICACIONES**

# SNC-Lavalin International Inc. - Lista de Contactos

## Proyecto Sistema Acuífero Guarani

Nombre	Responsabilidad	Teléfono	Fax	Celular	Dirección	E-mail
<b>SNC-Lavalin International Inc.</b>						
Steve Lindley	Gerente Proyecto	1-416-252 5311	1-416-231-5356		SNC-Lavalin Engineers & Constructors Inc. 2200 Lake Shore Blvd. West Toronto, Ontario Canada M8V 1A4	stephen.lindley@sncclavalin.com
Adriana Lafleur	Administrador Proyecto	1-416-252 5315 Ext. 3560	1-416-231-5356			adriana.lafleur@sncclavalin.com
Andrew Gilchrist	Coordinador Proyecto	54-11-5787-3038 (oficina Bs. As.) 54-9-11-6376-4876 (cel)				andrew.gilchrist@sncclavalin.com
<b>Organization of American States (OAS) y SG-SAG</b>						
Jorge Rucks	Unidad Técnica Proyectos	(54-11)-4803 7606 al 08	54-11-4801-6092		Junin 1940, C1113AAX, Buenos Aires - Argentina	oea@oea.com.ar
Luiz Amore	Secretario General	(598 2) 410 0337	(598 2) 410 0337			lamore@sg-guarani.org sag@sg-guarani.org
Jorge Santacruz	Coordinador Técnico	(598 2) 410 0337	(598 2) 410 0337		Dr. Luis Plera 1992, Edificio MERCOSUR, 2° Piso 11200 Montevideo, Uruguay	jsantacruz@sg-guarani.org
Daniel Garcia	Coordinador areas piloto	(598 2) 410 0337	(598 2) 410 0337			dgarcia@sg-guarani.org
<b>DH Perfuracao de Pocos Ltda.</b>						
Valter Galdiano	Director	55-11-3875 5833	55-11-3875 5833	55-11-9651 8977	Rua Turiansu, N° 389 Perdizes, Sao Paulo / SP CEP 05005-001 Brasil	valter.galdiano@uol.com.br
Mario Nascimento Souza	Director	55-19-3296 4834	55-16-3332 1553	55-16-9782 1484	Rua Prof Ergilio Micelli No. 425 Jardin Regina CEP 14808-110 – Araraquara – Estado de Sao Paulo Brasil CNPJ: 64.998.966/0001-42	mmsf0301@terra.com.br
<b>PROINSA Proyectos de Ingenieria S.A.</b>						
Hector Gabriel Santarelli	Vicepresidente	Buenos Aires: 54-11-4322 1221 Santa Fe: 54-342-4552 526 54-342-4562 424	Buenos Aires: 54-11-4322 1221 Santa Fe: 54-0342-4552 526	0342 156 301 566 342-4582438 casa 54-11-155613 2223 0342 156 308 425	Tucuman 677-6° "C" – (1049AAM) Buenos Aires – Argentina Borrego 3187 (S 3000 GNE) Santa Fe – Argentina	hsantarelli@qigared.com proinsa@ciudad.com.ar proinsa@qigared.com proinsa@ciudad.com.ar
Roberto Masola		(042) 56-2424 (042) 56-2216/17	(54-42)55-2526		Bernardo de Irigoyen 972 5°. B 1304 Buenos Aires – Argentina	proinsa@satlink.com proinsa@spl-cis.com

**SNC-Lavalin International Inc. - Lista de Contactos**  
**Proyecto Sistema Acuífero Guaraní**

Nombre		Responsabilidad	Teléfono		Fax	Celular	Dirección	E-mail
P y T Consultora S.R.L.								
Daniel Boggetti		Socio Gerente	54-261-424-5105	54-261-424-5105	54-261-424-5105	54-0261-155 112531	Presidente Alvear 315 Godoy Cruz Mendoza, Argentina	informespyt@pytconsultora.com danielboggetti@pytconsultora.com
LCV S.R.L.								
Maria Luisa Rodríguez S.		Socio Gerente	54-221-4275 7374 54-221-4275 7422 54-221-4447 9497	54-221-4275 7374	54-221-4275 7374		Parque de Ciencias UNLP Av. Calchaquí Km 23.5 Florencio Varela (1888) Buenos Aires – Argentina	lcv@lcvsrl.com.ar
GEODATOS								
Gerardo Rezoagli		Gerente	54-11-4325 1648 54-11-4322 0583	54-11-4325-1648 int.115			Esmeralda 455 5º Piso (C1007ABA) Buenos Aires, Argentina	geodatos@geodatos.com.ar
Silvia Toledo		Secretaria	54-11-4322-0583 Int. 116				Esmeralda 455 2º Piso (C1007ABA) Buenos Aires, Argentina	silvia.toledo@geodatos.com.ar

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b> <b>333009-30AG-004</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 31 de 34</b>
	ISO 9001:2000 Section 4.2	

#### **ANEXO 4**

#### **ELEMENTOS DEL MAPA GEOLÓGICO**

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 32 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

### **Elementos del Mapa Geológico**

1. Contactos, Estratos Indices y Diques
  - 1.1 Contactos
  - 1.2 Estratos Indices/ Horizontes Claves
  - 1.3 Diques
2. Fallas
  - 2.1 Fallas (Verticales, Subverticales, Inversas, o de separación u orientación no especificadas) Zonas de Cortante; Fallas Menores
  - 2.2 Fallas Normales
  - 2.3 Fallas de Desplazamiento de Rumbo
  - 2.4 Fallas de Corrimiento o Fallas de Cabalgadura
  - 2.5 Fallas de Sobreescurrecimiento
  - 2.6 Fallas de Desprendimiento
3. Contornos Localizados Mediante Levantamientos Geofísicos
  - 3.1 Contornos y Fallas Localizados por Métodos Geofísicos
  - 3.2 Líneas y Estaciones de Referencias Geofísica
4. Lineamientos y Juntas o Acoplamientos
5. Pliegues
  - 5.1 Anticlinales; Antiformas
  - 5.2 Anticlinales Asimétricos, Tumbados e Invertidos
  - 5.3 Sinclinale; Sinformes
  - 5.4 Sinclinales Asimétricos, Acostados, e Invertidos
  - 5.5 Monoclinales
  - 5.6 Pliegues Menores; Boudinage (Troceado por Estiramiento)
  - 5.7 Pliegues de Forma Libre
6. Estratificación
7. Clivaje (Hendidura)
8. Esquistosidad (Exfoliación)
  - 8.1 Esquistosidad y Estratificación en Rocas Igneas
  - 8.2 Esquistosidad y Estratificación en Rocas Metamórficas
9. Lineación
10. Características Paleontológicas
  - 10.1 Ubicaciones de Fósiles; Límites de Zonas Bioestratigráficas
  - 10.2 Símbolos de Fósiles
11. Isopletras
  - 11.1 Líneas Equivalentes de Propiedades Físicas o Químicas
  - 11.2 Curvas de Nivel Geofísicas y Estructurales



<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 33 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

12. Características Fluviales y Aluviales
13. Características Glaciales y Glaciofluviales
14. Características Periglaciales
15. Características Lacustres y Marinas
16. Características Eólicas
17. Características de Deslaves y Desgastes de Tierras
18. Características Volcánicas
19. Recursos Naturales
  - 19.1 Vetas y Areas Mineralizadas; Límite de Facies Metamórfica; Areas de Recursos Minerales
  - 19.2 Areas de Suelos Extensamente Alterados y "Workings" como unidades de mapeo
  - 19.3 Simbología de Exploración de Minas y Minerales
  - 19.4 Minas y Trabajos Subterráneos
  - 19.5 Campos de Petróleo y Gas; Pozos Perforados para Exploración o Explotación de Hidrocarburos
20. Sitios de Desechos Peligrosos
21. Características Neotectónicas y Riesgos Sismológicos
22. Características de Tectónica de Placas
23. Diversas Características de Ascenso y Descenso
24. Características Terrestres de Cráteres de Impacto
25. Características Planetarias Geológicas
26. Características Hidrológicas
  - 26.1 Identificación de Características Hidrográficas e Hidrológicas
  - 26.2 Pozos de agua
  - 26.3 Estaciones de Aforo de Agua
  - 26.4 Calidad de Cuerpos de Agua
  - 26.5 Manantiales
  - 26.6 Símbolos Misceláneos Hidrológicos
27. Estaciones Meteorológicas
28. Características de Transporte

<b>SISTEMA DE CALIDAD PROCEDIMIENTOS DE GEOLOGÍA</b>	<b>QSP NO. 3841-SLEC</b>	<b>REV.</b>
<b>Sistema Acuífero Guaraní</b>	<b>FECHA: 2006-07-06</b>	<b>PAGINA: 34 de 34</b>
<b>333009-30AG-004</b>	<b>ISO 9001:2000 Section 4.2</b>	

29. Límites/ Contornos
30. Características Topográficas
31. Diversos Elementos Cartográficos
32. Diagrama de Plantillas
33. Edades Estratigráficas Sugeridas y Volcánicas
34. Referencia con Plantilla de Colores CMYK
35. Escalas Gráficas
36. Declinación Promedio de Flechas
  - 36.1 Norte Magnético, al Este del Verdadero Norte
  - 36.2 Norte Magnético, al Oeste del Verdadero Norte
37. Mapas de Localización de Zonas de Cuadrángulos
  - 37.1 Estados Individuales;
  - 37.2 Estados Limítrofes/ Contiguos
38. Tipo de Letra Símbolo de Edad Geológica ("StratagemAge")

Referencia:

Desarrollo y Consulta Pública del Borrador "Normatividad Cartográfica Digital para Simbología de Cartografía Geológica" Por David R. Soller y Taryn Lindquist. U.S. Geological Survey. Archivo Abierto, Informe 00-325, <http://ngmdb.usgs.gov/info/reports/DMT00MapSymStd-esp.html>. <http://pubs.usgs.gov/of/2000/of00-325/soller3.html>