TABLA DE CONTENIDO

1.0 PROPÓSITO

2.0 OBJETIVO

3.0 ALCANCE

4.0 RESPONSABILIDADES

5.0 PROCEDIMIENTO

6.0 CONTROLES DE CALIDAD
Archivos
Aprobaciones
Revisiones
Auditorías Internas

ANEXO 1 - FICHA PARA RECOPILACIÓN DE DATOS EN EL CAMPO (Fcamp) y LISTA PARA COMUNICACIONES
ANEXO 2 - FICHA PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS A LOS LABORATORIOS (Flab)
ANEXO 3 - DESCRIPCIÓN DE SITIOS DE MUESTREO
ANEXO 4 - PRESERVADOR ENVASE y TIEMPO DE PRESERVADO PROTOCOLOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO
ANEXO 5 - CADENA DE CUSTODIA

1.0 PROPÓSITO

El propósito del presente procedimiento es establecer los pasos a seguir para realizar el inventario y muestreo de pozos de agua subterránea y sitios de agua superficial del Sistema Acuífero Guaraní.

2.0 OBJETIVO

El objetivo principal del presente procedimiento es asegurar que la toma de muestras de aguas de pozos y sitios superficiales se realice según protocolos de calidad establecidos y reconocidos de Hidrogeoquímica e Isotopía que permitan asegurar la calidad de las muestras extraídas y enviadas al laboratorio para su posterior análisis.

3.0 ALCANCE

El presente procedimiento se aplicará para la toma de muestras de pozos de agua subterránea y sitios superficiales e incluirá lo siguiente:

- Responsabilidades
  - Cuaderno y fichas de campo
  - Fichas para envío al laboratorio
  - Comunicaciones
- Selección de puntos de muestro
- Operaciones previas a la toma de muestras
- Envases para muestras
- Metodología para muestreo de campo
  - Ubicación del sitio de muestreo
  - Medida del nivel piezométrico
  - Etiquetado e identificación de muestras
  - Método de toma de muestras
  - Llenado de envases y tratamiento de muestras
  - Mediciones físico-químicas in-situ
- Conservación y almacenamiento
- Envío y transporte al laboratorio
- Parámetros físico-químicos a analizar en laboratorio
- Componentes isotópicos a analizar en laboratorio
- Cadena de custodia de Muestras
- Seguridad e Higiene
- Control de Calidad

4.0 RESPONSABILIDADES

El muestreo de campo de pozos de agua subterránea y sitios superficiales será realizado por un equipo formado como mínimo de dos técnicos en la materia.

Los técnicos que realizan el muestreo deberán estar debidamente capacitados, calificados y entrenados en la teoría y práctica del muestreo específico, siendo por tanto, responsable de aplicar el contenido de estos procedimientos.

Se tendrá en cuenta que circunstancias específicas, 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 sitio de muestreo debe documentarse en el cuaderno y fichas de campo y en las fichas para envío al laboratorio como se indica a continuación.

4.1 Cuaderno y Fichas de Campo (Fcamp)

Toda toma de muestra requiere que se complete una ficha en la que se relacionan los datos y circunstancias necesarios para su identificación inequívoca y que permita una mejor interpretación de los resultados obtenidos. Dicha ficha se rellenará en el momento de la toma de muestra, formará parte de un cuaderno y contendrá obligatoriamente los datos que se muestran en el **Anexo 1**. La ficha (Fcamp) puede realizarse en formato Excel para incluirse en computadora, pero debe guardar el orden y el contenido que se presenta en el Anexo 1.

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

- Presencia de turbidez o desprendimiento de gases.
- Olores o colores anormales o extraños
- Presencia de actividades potencialmente contaminantes en los alrededores del punto de control
- Uso que se hace del agua.

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

Los datos de identificación de la muestra, parámetros medidos en campo y los

relativos al pozo y al acuífero muestreados 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 hidroquímica e hidrología isotópica para la interpretación de los resultados analíticos.

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 nuevos 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 un ordenador portátil y cumplimentarlas directamente, o bien introducir los datos en el ordenador 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 que se envíen a cada laboratorio (FLab). Salvo que algún 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 a los laboratorios 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.

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 1**.

5.0 PROCEDIMIENTO

Las acciones que deben realizarse para la toma de muestras de pozos de agua y sitios superficiales cumplirán el procedimiento que se describe a continuación.

5.1 Selección de puntos de muestro

Los puntos de muestreo deben cumplir las siguientes condiciones:

- Puntos de muestreo en zona de recarga: consistirán en manantiales (siempre que los haya) y pozos.

  - Manantiales: el objetivo es caracterizar química e isotópicamente el agua de recarga reciente, por tanto se buscarán manantiales no permanentes sino que funcionen sólo en época de lluvias. Preferiblemente deben estar en areniscas del SAG, pero si no es posible se aceptarán los existentes en basaltos.

  - Pozos someros: preferiblemente pozos perforados en las areniscas, pero también serán aceptables los perforados en basaltos y situados a una distancia de las areniscas no superior a 20 km.

- Pozos en la parte confinada del acuífero: se seleccionarán los pozos más profundos de entre los existentes y, entre ellos, serán muestreados en primera instancia aquellos que estén entubados en los basaltos y sólo tengan ranuras en las areniscas. Si esto no es posible, se muestrearán aquellos con menor longitud de ranuras en basaltos.

El Contrato HGTMR del SAG ha entregado las transectas con sitios para muestreo hidrogeoquímico e isotópico que se describen en **Anexo 3**.

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

5.2 Operaciones previas a la toma de muestras

Antes de una campaña de muestreo de aguas subterráneas hay que realizar una serie de operaciones de puesta a punto de los materiales y equipos para la toma de muestras. 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 las fichas de los pozos que se pretendan muestrear o información equivalente (diámetro, profundidad, croquis de ubicación, etc.).

2.- Revisión del estado de los equipos de muestreo: comprobación del correcto funcionamiento de los mismos, estado de las baterías y reposición del material de repuesto para llevar al campo (pilas, patrones de calibración,

conservantes, agua desmineralizada, filtros, etc.).

3.- Limpieza de todos los equipos a utilizar. Se lavará el material con detergente (fosfato trisódico o Alconox) y se aclarará tres veces con agua corriente y dos veces con agua desionizada.

El material de muestreo de plástico (excepto las botellas de recogida de muestras, que deben ser nuevas) se limpia con HCl o HNO_3 y se enjuaga abundantemente con agua corriente y después con agua desionizada.

Los electrodos se lavan con agua desionizada, se secan y guardan en sus soluciones correspondientes en su caso.

4.- Etiquetado y referenciado de las botellas. Si se conocen los puntos a muestrear las botellas 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 5.5.

5. En caso de muestreo para análisis de elementos traza (y de contaminantes inorgánicos y orgánicos, si fuera el caso), tanto los tomamuestras manuales como las bombas portátiles y los portafiltros se lavarán tras cada muestreo para evitar contaminación cruzada entre pozos. La limpieza se adecuará a las instrucciones de los fabricantes, según los materiales constructivos de cada aparato. No obstante, como guía se pueden utilizar los siguientes métodos:

A.- 1. Lavado con ácido nítrico diluido al 30%
2. Aclarado 3-4 veces con agua destilada.

B.- 1. Lavado con agua potable (dos volúmenes)
2. Lavado con Alconox (dos volúmenes)
3. Aclarado con agua potable (tres volúmenes) y agua desionizada (dos volúmenes)
4. Aclarado con metanol (un volúmen)
5. Aclarado con agua desionizada (tres volúmenes)

5.3 Envases para muestras

La capacidad de los envases se adaptará a las necesidades e indicaciones del laboratorio. No obstante, se recomiendan los volúmenes de las tablas 1 y 2. La OIEA ha proporcionado 400 envases de 50 mL para las muestras de ^{18}O y ^{2}H y Br/Cl. El resto de envases serán proporcionados por la empresa responsable de realizar el muestreo.

Los envases serán siempre nuevos (no se debe reutilizar nunca botellas). Todos los envases para análisis de los componentes de las tablas 1 y 2, salvo en aquellos que se indica, serán de polipropileno o de PVC de alta densidad, con doble tapón (interno y externo) y de cierre hermético (generalmente rosca).

Los tapones de los envases deben asegurar un cierre hermético y no reaccionar con los componentes del agua. Se empleará tapones de material similar al de las botellas, teniendo en cuenta que los de vidrio no deben ser empleados con materiales muy alcalinos pues se adhieren con facilidad.

Se debe evitar tocar el interior de los tapones durante la manipulación de los envases al coger las muestras. Es recomendable lavarlos con la misma agua a muestrear.

5.4 Metodología para muestreo de campo

5.4.1 Ubicación del sitio de muestreo

Al llegar al campo se identificará el sitio físico de muestreo de pozo o agua superficial y se procederá como sigue:

- Confirmar la ubicación que consta en la lista de sitios a muestrear.
- Asignar de un número de identificación a cada sitio de muestreo, en correlación con los otros sitios del área a muestrear.
- Medir de la ubicación exacta de las coordenadas del sitio por medio de un GPS (Geographic Position System).
- Completar identificación, 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 de los pozos se recomienda usar alguno de los dos tipos de GPS (Global Positionning 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 cinematicos, así como proyectos cartograficos/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 repeticion automatica, el analisis de observaciones, el analisis de control automatico y los ajustes de minimos cuadrados.

5.4.2 Medida de nivel piezométrico

Antes de proceder a la toma de muestras y a la medición de parámetros químicos inestables se debe medir, siempre que sea posible, el nivel piezométrico del pozo/sondeo, indicando si éste está en bombeo o inactivo y el tiempo que hace que se paró la bomba. Si se trata de un manantial, se debe anotar la cota topográfica de la boca lo más aproximadamente posible (estimándola del mapa 1:50000 como mínimo).

Si el pozo está parado, las medidas del nivel piezométrico se realizarán antes de comenzar cualquier bombeo. Se utilizará una sonda adecuada (no distendida), con precisión centimétrica y en buenas condiciones funcionamiento.

Si el pozos/sondeo se usa como punto de control piezométrico de alguna red oficial, se medirá la profundidad del agua desde el punto del brocal que esté establecido como referencia (debe estar nivelado). Si no es así, se medirá la profundidad desde el brocal y también se medirá la altura de éste, anotando

ambas medidas en la correspondiente ficha de campo (Fcamp) descripta en 4.1 y Anexo 1.

5.4.3 Etiquetado e identificación de muestras

Todas las botellas se deben etiquetar o rotular antes de la toma de la muestra. Se usarán preferentemente etiquetas adhesivas y rotulador indeleble (resistente al agua). Además, es muy recomendable cubrir las etiquetas con un trozo de cinta adhesiva transparente para evitar roturas y alteraciones de la inscripción a causa de la humedad o por el roce con otras botellas durante el transporte.

Respecto a las referencias, 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 el cuaderno 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:

- Referencia de la muestra.
- Fecha de toma.
- Tratamiento realizado (acidificación, filtrado).

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 a los distintos laboratorios (Flab).

5.4.4 Método de toma de muestras

Las muestras se tomarán preferentemente mediante bombeo con bomba sumergible. Si el punto a muestrear está equipado, se utilizará la propia bomba o motor del pozo; si no es así, se utilizará una bomba pequeña sumergible y portátil (en el mercado existe un amplio abanico: desde las que funcionan con batería de coche hasta las que requieren un pequeño grupo electrógeno) siempre que sea posible (profundidad de muestreo accesible a la bomba) o bien una botella tomamuestras de tipo bailer, blasy o similar.

En los puntos en que se precise tomar muestra estratificada, se empleará botella tomamuestras, preferentemente de teflon, vidrio o polipropileno.

Para evitar contaminaciones cruzadas, cuando se tomen muestras en zona de recarga con bombas sumergibles portátiles o con tomamuestras estos deberán ser correctamente lavados tras la toma de cada muestra según lo indicado en sección 5.2 apartado 5.

Salvo indicación en sentido contrario, la bomba portátil o el tomamuestras se ubicarán frente al tramo de pozo que esté abierto (rejilla o zona filtrante). En caso de haber varios tramos filtrantes en el nivel acuífero de interés, se ubicarán frente al que se presuma más permeable.

Las bombas portátiles serán purgadas antes de proceder a tomar la muestra, dejando fluir a través de ella al menos 3-4 veces el volumen de agua contenido en la bomba y las conducciones. Si se usa botella tomamuestras, siempre que sea posible los tomamuestras serán llenados y vaciados con el agua del punto a muestrear al menos 3 veces antes de recoger las muestras definitivas.

Cuando no se pretenda tener muestras estratificadas sino sólo muestra representativa, y además se disponga de una bomba con capacidad suficiente, se bombeará un volúmen de agua no inferior a tres veces el volumen almacenado en el sondeo/pozo y suficiente para que se llegue a valores estables de los parámetros medidos in situ (ver sección 4.5.6). Si estas medidas no se han estabilizado después de bombear los tres volúmenes del sondeo, quedará a juicio de la persona responsable in situ la conveniencia de continuar bombeando (expectativa de estabilización rápida) o de proceder a la toma de muestras. En el cuaderno de campo se registrarán los valores de los parámetros medidos in situ tras bombear 1, 2 y 3 volúmenes de sondeo.

Si la captación está equipada y no es posible la introducción de un sistema tomamuestras externo, el agua deberá recogerse siempre del grifo más cercano a la boca del sondeo. Nunca se tomará una muestra de depósitos donde se añaden productos químicos al agua para su tratamiento, ni de depósitos donde sólo se almacena el agua pero de los cuales no se conoce su tasa de renovación.

En caso de muestreo con la propia bomba del pozo, la muestra será representativa del agua extraída de la captación pero no necesariamente de la perteneciente a un determinado nivel o profundidad de toma. Si la bomba no está en funcionamiento cuando se va a tomar la muestra pero el pozo se bombea con frecuencia, bastará con dejar correr el agua por el grifo 5-10 minutos para desplazar la contenida en la tubería, tras su puesta en marcha.
Hay que prever que se debe extraer un volumen de muestra suficiente no solo para el análisis in situ y en laboratorio, sino también para las necesarias operaciones de enjuague de muestreadores y contenedores.

En la ficha de campo (Fcamp) siempre se reflejará el método de toma de muestra, la profundidad de muestreo, si se ha tomado en grifo o de un depósito (a veces imposible de evitar, pero no deseable) y el tiempo de bombeo previo al muestreo, con el fin de bombear el mismo periodo en posteriores tomas.

Se debera presentar blancos y duplicados de muestras para constatar la pureza de los conservadores quimicos y detectar posible contaminacion o error sistematico desde la toma de muestra hasta el analisis de laboratorio. Se recomienda analizar una serie completa de balncos cada quince muestras tomadas.

A fin de hacer controles de calidad se realizaran los siguientes procedimientos:

- Blancos de frascos: tomar al azar recipientes, llenarlo con agua destilada, preservarlo igual que las muestras y enviarlo al laboratorio.

- Balncos de muestreadores: Hacer circular agua destilada en los muestradores, como se explico.

- Blancos de filtros: Hacer pasar agua destilada por el filtro previamente lavado y conservarlo igual que las muestras de agua para su envio al laboratorio.
- Blancos de campo: En el sitio de muestreo, llenar el frasco con agua destilada agregarles el conservador y llevarlo al laboratorio junto con las muestras de agua.

- Muestras duplicadas: Se obtiene dividiendo la muestra que se tomo, en dos (o mas) uestras identicas. Se vierte en frascos diferentes con su correspondiente conservador para su envio al laboratorio.

- Muestras con adicion de concentracion conocida de las variables de interes: Se prepara en laboratorio agregando a la muestra tres concentraciones diferentes conocidas de la variable de interes.

- Blanco de transporte y acarreo: Los frascos son llenados en laboratorio con agua destilada, son enviados al lugar de muestreo y retornados al laboratorio para su analisis. Estos frascos no son abiertos en ningun momento. Sirven para comprobar contaminacion debida al transporte.

5.4.5 Llenado de envases y tratamiento de muestras

Antes de recoger las muestras, las botellas se lavarán 2-3 veces con el agua de la captación.

Las muestras destinadas al análisis de metales traza deben ser tratadas de forma diferente según se quiera determinar los metales totales o sólo los disueltos.

- Para analizar los metales disueltos la muestra debe ser filtrada in situ para prevenir la adsorción o desorción en las paredes del envase, y acidificadas con ácido nítrico hasta un pH inferior a 2 para evitar la precipitación.

- Para determinar el contenido total de metales, la muestra no deberá ser filtrada aunque sí acidulada. Con carácter orientativo, es suficiente la adición de 5 mL de HNO_3 por cada litro de muestra, debiéndose comprobar el pH alcanzado con papel indicador.

- Para análisis de cationes las muestras deben ser filtradas y acidificadas, y otras muestras deben ser únicamente filtradas (ver Tabla 1).

Los agentes conservadores a utilizar (ácido nítrico, preferentemente) serán como mínimo de calidad RA (reactivo para análisis).

La filtración se realizará con membrana filtrante de tamaño de poro de 0.45 □m, preferentemente de di-fluoruro de polivinilideno (DVDF), sobre portafiltros de policarbonato, conectado en línea con la bomba de extracción de agua o bien con una bomba manual de pistón (jeringa).

Los envases de plástico se llenarán hasta el borde, previa adición de los conservadores necesarios (ver Tabla 1), procurando no dejar una cámara de aire entre el agua y el tapón de cierre.

Los envases de vidrio, en cambio, no deben ser llenados completamente si se van a enviar por avión o si se prevé congelar la muestra por alguna razón, pues en ambos casos hay un serio riesgo de rotura.

Dado que en el programa de muestreo propuesto no está previsto analizar compuestos orgánicos, el orden de llenado de las distintas botellas no es relevante.

Una vez finalizado el muestreo, el material debe ser limpiado según lo mencionado anteriormente en sección 5.2 apartado 5.

5.4.6 Mediciones físico-químicas in-situ

Simultáneamente a la toma de muestras, se realizarán in situ las siguientes mediciones.

- pH
- Temperatura del aire y del agua con termómetro de mercurio
- Oxígeno disuelto (O_2)
- CO_2 disuelto
- Conductividad eléctrica (CE)
- Alcalinidad carbonatada y bicarbonatada

Siempre que sea posible las medidas de pH, temperatura del agua, CE, O_2 y CO_2 se realizarán in situ con flujo continuo de agua. Para ello lo mejor es disponer de una célula de flujo continuo para minimizar modificaciones de la especiación química por contacto con el aire o por degasificación.

Si no se dispone de célula de flujo continuo, se puede utilizar como recipiente de medición un recipiente isotermo portátil doméstico, del tipo de los usados para café o agua caliente. Se introducirá la conducción de salida del agua del pozo o tubería en el recipiente termo, acoplando un tubo flexible en caso necesario para minimizar el contacto del agua con el aire. Los sensores (electrodos, termómetro, etc.) se introducirán directamente en el recipiente isotermo y todos juntos, a ser posible. El agua debe rebosar el recipiente de forma continua, pero evitando burbujeo en el interior. Para minimizar cambios en la temperatura del agua es conveniente que el recipiente isotermo o esté sumergido, a su vez, en el agua a muestrear.

Cuando no se pueda disponer de flujo continuo de agua, las mediciones de parámetros inestables se realizarán también en el interior de un recipiente isotermo, procurando minimizar los cambios de temperatura y efecto del sol y el viento durante la medición. En éste caso, una vez estabilizadas las medidas de pH, temperatura, CE, oxígeno y CO_2, se debe tomar una nueva porción de agua recién extraída del pozo y volver a medir para comprobar la repetición de los valores. El proceso se debe repetir 2-3 veces con muestra renovada. En caso de no disponer de bomba, es necesario reservar, en otro recipiente isotermo, un volumen de agua suficiente para la repetición de estas medidas.

Si el agua a medir tiene abundantes coloides y/o partículas de mayor tamaño, la CE se medirá en agua previamente filtrada con filtro de 0.45 □m.

La alcalinidad se medirá siempre que sea posible en muestra filtrada, especialmente en el caso de aguas con abundantes coloides.

Preferentemente se emplearán siempre los mismos aparatos de medida en todas las campañas para evitar modificaciones que puedan conducir a error a la hora de interpretar resultados.

Los equipos medidores (pHmetro, conductivímetro, oxímetro, etc.) serán calibrados al comienzo de cada jornada según sus instrucciones y con las correspondientes soluciones patrón en buenas condiciones de conservación. También es necesaria su recalibración cuando se produzcan bruscas variaciones entre dos muestras o medidas extremas.

Tras cada medida se lavarán los electrodos con agua desionizada, guardándolos convenientemente cerrados y apagados hasta nueva medida.

Las botellas se deben llenar con agua que tenga las mismas características que se han medido en campo, por tanto, es recomendable no llenarlas hasta que el valor de todos los parámetros inestables se dé por aceptado. Una vez llenas se deben preservar del sol directo (y de la lluvia, si es el caso) e introducir en los refrigeradores portátiles aquellas que deban ser conservadas a baja temperatura (tablas 1 y 2) secciones 5.7 y 5.8.

5.5 Conservación y almacenamiento

Como ya se ha dicho, en el campo las muestras deben ser conservadas en refrigerador portátil (cuando sea necesario) o, en cualquier caso, preservadas del sol directo y de la lluvia. El transporte del campo al lugar de almacenamiento hasta su envío a los distintos laboratorios debe realizarse a resguardo de la luz y de las temperaturas elevadas. El almacenamiento debe realizarse también en una habitación oscura y fresca, por ejemplo un sótano no húmedo.

En el caso de las muestras del SAG, las muestras para análisis isotópico deben ser almacenadas en la sede del Consorcio Guaraní en Montevideo, Uruguay. Las muestras para análisis químico pueden ser enviadas directamente a los laboratorios seleccionados desde los centros operativos de cada región de muestreo.

La entrega al laboratorio debe realizarse lo antes posible tras el muestreo, evitando demoras de varias semanas, aunque éste período puede variar en función de las condiciones de conservación del agua y del tipo de determinaciones que se vayan a realizar.

5.6 Envío y transporte al laboratorio

Las muestras se harán llegar al laboratorio con todas las precauciones necesarias para evitar rotura de botellas (especialmente las de vidrio) y derrame de las de plástico por compresión. En general será suficiente preparar cajas de cartón grueso no muy grandes (para evitar sobrepesos y riesgos de desgarro), suficientemente reforzadas con cinta de embalar y con las botellas separadas entre sí mediante partículas de poliestireno o incluso bolas de papel (por ejemplo, periódico).

Es importante que las botellas no estén en contacto entre sí para evitar alteraciones de las etiquetas en caso de derrame. El derrame de agua, aún en pequeñas cantidades, puede también ser causa de rotura del fondo de la caja, por lo que si se prevé riesgo de vertido es conveniente añadir a los tapones un precinto con cinta plástica.

Cada envío a un laboratorio distinto debe incluir un listado de las muestras que se mandan indicando los parámetros que se solicita medir. 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 botellas. Esta ficha debe ser lo más completa posible para facilitar la tarea analítica a los laboratorios. 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 Anejo 2. Esta ficha es la que requieren los laboratorios isotópicos del OIEA o que colaboran con éste organismo. Por tanto, todos los envíos de muestras a los laboratorios isotópicos deben ir acompañados de listados según éste modelo.

El personal que realice los muestreos debe completar estas fichas tanto para los laboratorios químicos como para los isotópicos, con independencia de que los envíos a los laboratorios isotópicos los realice el personal del Consorcio Guaraní desde su sede. Una copia de estas fichas de solicitud de análisis debe también ser proporcionada a los expertos en hidroquímica e hidrología isotópica.

En cada envío se solicitará a los laboratorios la verificación de la recepción y el estado de las muestras respecto de: integridad de los envases, etiquetado en buen estado, condiciones de almacenamiento, etc.

Para los análisis químicos no isotópicos 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.

5.7 Parámetros físico-químicos a analizar en laboratorio

La Tabla 1 muestra los Parámetros hidroquímicos que serán analizados en laboratorio. Asimismo indica el volumen de muestra recomendado que debe extraerse, los métodos de muestreo y preservación de cada muestra según el parámetro a analizar.

El **Anexo 4** muestra la lista de parametros a analizar, preservador, tipo de envases y tiempo de preservado de la muestra, incluyendo los parametros del protocolo industrial y agricola.

Los analisis de laboratorio seran realizados segun las tecnicas recomendadas en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” – American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, 2oth edition, 1998, referido en la tabla del Anexo 4 como (SM). Aquellos parametros que no esten considerados en el SM se usaran las tecnicas recomendadas por la Environmental Protection Agency (EPA) de los EEUU.

Los laboratorios que realizarán los análisis químicos de calidad de agua, deben poseer certificados ISO 17025 para los parámetros que requieren los protocolos del proyecto.

Los análisis microbiológicos de Coniforme Fecal y Escherichia Coli serán medidos cuantitativamente solamente en las áreas termales. En el resto del acuífero se indicará la presencia o ausencia de dichos parámetros.

Tabla 1. Parámetros para análisis hidroquímicos
Protocolo básico

Parámetro o	componente químico	Volumen recomendado	Muestreo y preservación	Otras precauciones
Varios	Sólidos disueltos totales	Aniones + varios: una botella de 0.2 L de plástico denso	Filtrar 0.45 μm	Evitar entrada de aire y pérdida de CO_2. Conservar en lugar oscuro
	Sólidos totales (110 ºC)			
	Dureza total y permanente			
	DQO y DBO			
	Carbono orgánico total			
	Sílice total (como SiO_2)			
Componentes mayoritarios	Cloruro			
	Sulfato			
	Bicarbonato			
	Nitrato			
	Sodio	Cationes: una botella de 0.1 L de plástico denso	Filtrar 0.45 μm, acidular* a pH<2 y refrigerar a <4 ºC	
	Potasio			
	Calcio			
	Magnesio			
Componentes minoritarios	Nitrito	Minoritarios+ trazas: dos botellas de 0.1 L (una filtrada y acidulada otra acidulada sin filtrar) más una de 0.5 L (sin tratar) para Br/Cl de plástico denso	Refrigerar a <4 ºC	
	Fosfato			
	Amonio			
Componentes trazas	Aluminio (disuelto y total)		Disuelto: filtrar 0.45 μm, acidular* a pH<2 y refrigerar a <4 ºC	
	Arsénico (disuelto y total)			
	Bario (disuelto y total)			
	Boro (disuelto y total)			
	Bromuro			
	Cadmio (disuelto y total)			
	Cobre (disuelto y total)			
	Cromo (disuelto y total)			
	Fluor (disuelto y total)			
	Hierro (disuelto y total)			
	Litio (disuelto y total)		Total: muestra sin filtrar, acidulada* a pH<2 y refrigerada a <4 ºC	
	Manganeso (diselto y total)			
	Mercurio (diselto y total)			
	Niquel (diselto y total)			
	Plomo (diselto y total)			
	Vanadio (diselto y total)			
	Zinc (diselto y total)			
Otros (potencial uso humano)	Coliformes totales	Una botella de 0.1 L esterilizada de plástico denso	Refrigerar a < 4º C	
	Coliformes fecales			
	Escherichia coli			

* Con ácido nítrico (HNO_3)

5.8 Componentes isotópicos a analizar en laboratorio

La Tabla 2 muestra los Parámetros para análisis isotópico. Asimismo, indica el volumen de muestra necesario y el tamaño y material de envase que debe utilizarse en cada caso, además se especifica el lugar y forma de conservación de los distintos tipos de muestras.

Tabla 2. Parámetros para análisis isotópico

Isótopos	Volumen necesario y material botella	Conservación
$^{18}O_{H2O}$ + ^{2}H	Una botella de 0.05 L; plástico denso	Conservar en lugar fresco y oscuro
^{3}H	Una botella de 0.5 L; plástico denso	
^{34}S + $^{18}O_{SO4}$	Una botella de 1 L; plástico denso	
^{13}C + ^{14}C	Una botella de 0.5 L; Vídrio	Regrigerar
^{87}Sr + ^{37}Cl + ^{81}Br	2 botellas de 1L; plástico denso	Conservar en lugar fresco y oscuro
^{36}Cl	Una botella de 0.5 L; Vidrio	

Los isótopos a analizar son: ^{18}O, ^{2}H y ^{3}H (tritio) de la molécula del agua; ^{34}S y ^{18}O del SO_4 disuelto; ^{13}C y ^{14}C del carbono inorgánico disuelto; ^{87}Sr, ^{37}Cl, ^{36}Cl, ^{81}Br y ^{222}Rn de los respectivos elementos químicos disueltos.

A priori sólo algunos de estos isótopos (^{18}O, ^{2}H) se medirán en todas las muestras. Muestras para análisis de tritio solamente se tomarán en puntos que cumplan las condiciones descritas en el apartado 3.3 como representativos de áreas de recarga. Para el resto de isótopos, se analizará una selección de entre las muestras tomadas una vez se conozcan la ubicación, nivel captado, química del agua y otras características de los pozos finalmente muestreados. En algunos casos en que no haya mucha información previa, la selección se hará a posteriori del primer muestreo Para el caso del transecto **IV (T-IV),** en el que uno de los objetivos es evaluar el origen de la salinidad del agua, se hará una colecta.

El muestreo de gases nobles y ^{222}Rn se llevará a cabo en una segunda fase y en pozos seleccionados. Será realizado por un equipo especializado de investigadores con el apoyo del OIEA.

Respecto a las muestras para análisis isotópico a recolectar, en la Tabla 2 se recoge la información relativa a volúmenes necesarios para cada determinación, el material recomendado para las botellas y el lugar de análisis. Los envases necesarios para el muestreo de agua para análisis isotópicos han sido ya proporcionados por el OIEA al Consorcio a través del SAG.

Ninguna muestra requiere tratamiento con substancias especiales. La adecuada preservación de las mismas (excepto la de ^{14}C) desde el momento de la colecta hasta el del análisis se consigue manteniendo las botellas en lugar oscuro (preservación de la luz directa) y fresco (salvo situaciones especiales no es necesario refrigerar, basta con mantener a la sombra -en el campo se puede usar una caja o contenedor oscuro; en la ciudad una habitación oscura). En cambio las muestras para análisis de ^{14}C se deben mantener en un refrigerador portátil con hielo en el terreno y almacenar en refrigerador doméstico antes de mandarlas a la oficina del Contrato HGTMR.

5.9 Cadena de custodia de Muestras

El propósito del protocolo de custodia de muestras es asegurar la trazabilidad en el acarreo y posesión de todas las muestras. De esta forma se tiene un registro del muestreo, las transferencias de la muestra entre el personal, el traslado de la muestra y la recepcion del laboratorio que efectuara los analisis. Tambien se debe tener registros del lavado de los envases de muestras, el envio de los frascos desde el laboratorio hasta el lugar de muetreo y la seguridad de los envases en el lugar de muestreo.

El Laboratorio es responsable por la preparación de los frascos de muestreo, preservadores, conservadores, refrigerantes y de su envio. Para estas tareas el Laboratorio nombra un “Responsable de la Cadena de Custodia del Laboratorio”. Este responsable prepara la Cadena de custodia de envases vacios, la cual es recibida por el “Responsable de la custodia de la muestra”.

El “Responsable de la custodia de la muestra” es nombrado en el campo, su misión es la de almacenar los envaces enviados, rotular e identificar todos los frascos que son enviados al campo y preparar las conservadoras con los frascos para contener las muestras. Recibe las muestras tomadas, verifica la “Ficha de campo (FCamp)” y la “Cadena de custodia de la muestra” preparadas por el “Responsable de muestreo” y llena la planilla de “Recepcion de estado”, llena la “Ficha para Laboratorio (FLab)”. Procede luego al envio al laboratorio.

Las tareas de muestreo estan a cargo del “Responsable de Muestreo” que ademas de tomar la muestra, completa la Ficha de campo (FCamp) y completa las etiquetas de los envases. Asimismo, completa la “Planilla de Cadena de Custodia de muestra” que entrega conjuntamente con las muestras al “Responsable de la Custodia de Cadena de muestra”.

El “Responsable de la cadena de Laboratorio” examinara y registrará la condición de las muestras en la conservadora en la cual fueron enviadas y completara la planilla de “Recepcion de estado” y la “Planilla de recepción de muestras en Laboratorio”.

En el **Anexo 5** se presentan los formularios que se usarán para la Cadena de

custodia de muestras. Segun el informe preparado por la SG-SAG, “Elaboracion de terminos de referencia en Hidrogeoquimica”, Ing. Jose Eliseo Lobos, 2003.

5.10 Seguridad e Higiene

Como norma general, se recomienda el uso de guantes de látex desechables para la toma de muestras, para prevenir la contaminación de recipientes y equipos, sí como para evitar quemaduras accidentales al manipular ácidos.

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 y ropa especial (manga larga, anteojos, calzado adecuado).

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.

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 Hidrogeoquímica e Isotopía. 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 cada empresa. Asimismo los análisis de laboratorio serán controlados por medio de un laboratorio en Canadá.

6.4.1 Auditoría de trabajos de campo

Las auditorías de trabajos de campo serán realizadas por SNC-Lavalin. El Coordinador del proyecto de SNC-Lavalin acompañará a la empresa durante algunos días cuando se realizan los trabajos de campo y verificará que se siguen todos los pasos indicados en este procedimiento para la toma de muestras de agua.

En alguna oportunidad el Director y 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.

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 hojas de ruta de las muestras y cotejarán los resultados de mediciones in situ de pH, Conductividad y otros, de cada muestra a fin de comparar el sentido general de los mismos.
Los resultados de todos los análisis de laboratorio serán revisados por SNC-

Lavalin a fin de controlar las sumas de cationes y aniones y el sentido general de los mismos.

Los informes elaborados por las empresas locales 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 en cantidades a determinar (aproximadamente un 3 % del total) para enviar a analizar en un laboratorio en 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 los laboratorios locales, 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.

ANEXO 1

FICHA PARA RECOPILACIÓN DE DATOS EN EL CAMPO (Fcamp)

LISTA PARA COMUNICACIONES

MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE AGUAS. DATOS DE CAMPO

Fecha: **Hora:**
Identificación punto[1]: **Tipo de punto[2]:**
Nombre del acuífero:
Latitud (N/S DDMMSS.DD)[3]: **Longitud (W/E DDMMSS.DD)[3]:**
Altitud (m):
Operador:

Profundidad del agua desde el suelo:
Método de toma:
Tiempo de bombeo:
Profundidad de muestreo:

Muestras tomadas, volúmenes y tratamiento conservativo:

- ☐ Aniones mayoritarios. Volumen:
- ☐ Cationes mayoritarios. Volumen y tratamiento:
- ☐ Minoritarios y trazas. Volumen y tratamiento:
- ☐ Br. Volumen y tratamiento:
- ☐ Coliformes. Volumen y tratamiento:
- ☐ Otras (especificar). Volumen y tratamiento:
- ☐ ^{18}O y ^{2}H. Volumen:
- ☐ ^{3}H . Volumen:
- ☐ ^{13}C y ^{14}C. Volumen:
- ☐ ^{34}S y $^{18}O_{SO4}$. Volumen:
- ☐ ^{87}Sr + ^{37}Cl + ^{81}Br. Volumen:

Determinaciones en campo:

Tra. aire º C (mercurio):
Tra. agua º C (mercurio):
pH: Tra. sensor peachímetro º C:
Conductividad eléctrica μS/cm: Tra. sensor conductivímetro º C:
Alcalinidad TA mg/L:
Alcalinidad TAC mg/L:
Oxígeno disuelto mg/L:

Observaciones:

Ubicación y acceso al punto (esquema a mano). **Foto nº:**

[1] El nombre que aparece aquí debe coincidir con el escrito en las etiquetas de las botellas
[2] Pp: pozo perforado; PEx: pozo excavado; M: manantial; L: lago; R: río; Em: embalse
[3] Preferiblemente tomadas en campo con GPS (indicar uso de referencia); si no, estimar sobre mapa 1:50000.

RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRAS: Nombre y firma

LISTA PARA COMUNICACIONES

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

Nombre	Responsabilidad	Teléfono	Fax	Celular	Dirección	E-mail
SNC-Lavalin International Inc.						
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@snclavalin.com
Adriana Lafleur	Administrador Proyecto	1-416-252 5315 Ext. 3560	1-416-231-5356			adriana.lafleur@snclavalin.com
Andrew Gilchrist	Coordinador Proyecto	54-11-5787-3038 (oficina Bs. As.) 54-9-11-6376-4876 (cel)				andrew.gilchrist@snclavalin.com
Organization of American States (OAS) y SG-SAG						
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		Dr. Luis Piera 1992, Edificio MERCOSUR, 2º Piso 11200 Montevideo, Uruguay	lamore@sg-guarani.org sag@sg-guarani.org
Jorge Santacruz	Coordinador Técnico	(598 2) 410 0337	(598 2) 410 0337			jsantacruz@sg-guarani.org
Daniel García	Coordinador áreas piloto	(598 2) 410 0337	(598 2) 410 0337			dgarcia@sg-guarani.org
DH Perfuracao de Pocos Ltda.						
Valter Galdiano	Director	55-11-3875 5833	55-11-3875 5833	55-11-9651 8977	Rua Turiassu, Nº 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 Ergilia Micelli No. 425 Jardin Regina CEP 14808-110 – Araraquara – Estado de Sao Paulo Brasil CNPJ: 64.998.966/0001-42	mnsf0301@terra.com.br
PROINSA Proyectos de Ingenieria S.A.						
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	Tucumán 677-6º "C" – (1049AAM) Buenos Aires – Argentina Borrego 3187 (S 3000 GNE) Santa Fe – Argentina	hgsantarelli@gigared.com proinsa@ciudad.com.ar
Alberto Calafiore				54-11-155613 2223		proinsa@gigared.com proinsa@ciudad.com.ar
Oscar Dalla Costa				0342 156 308 425		
Roberto Masola		(042) 56-2424 (042) 56-2216/17	(54-42)55-2526		Bernardo de Irigoyen 972 5º. B 1304 Buenos Aires – Argentina	proinsa@satlink.com proinsa@spi-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	54-0261-155 112531	Presidente Alvear 315 Godoy Cruz Mendoza, Argentina	informespyt@pytconsultora.com danielboggeti@pytconsultora.com
LCV S.R.L.						
Maria Luisa Rodriguez S.	Socio Gerente	54-221-4275 7374 54-221-4275 7422 54-221-4447 9497	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	silviatoledo@geodatos.com.ar

ANEXO 2

FICHA PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS A LOS LABORATORIOS (Flab)

LIST OF SAMPLES FOR ISOTOPE OR CHEMICAL ANALYSIS

COUNTRY AND PROJECT CODE: _____ **DATE:** ___/___/_____

INSTITUTE: _____ **Responsible Officer:** _____

No.	Sample Code (local) (a)	Sampling date YY/MM/D	Type(b)	No. of bottles shipped		Required analysis						
						O-18	H-2	H-3	C-13	C-14	Chemistry	Other
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

(a) It is essential that the codes placed on the labels coincide with the sample codes listed in this Table.
(b) GWB-groundwater (borehole); GWD-groundwater (dug, shallow well); GWS-spring; SLA-lake ; SRE-reservoir; SRI-river; SPR-precipitation.
(c) For chemical analysis, please indicate M major ions. Other trace analyses (e.g. Li, B, NH4, Br, PO4, I, etc.) should be specified separately.

Recommended amount of sample for analysis: · Oxygen-18 + deuterium = 50 ml; Tritium = 500 ml.
· For Carbon-14 + carbon-13 follow the instructions for precipitating SrCO3 in the field.
· Chemistry: Please send two bottles (100 ml for cations, acidified with 3 drops of conc. HNO3, and the second, untreated with 250 ml for other analyses). If samples contain sediments, appropriate filters should be used.

ADDITIONAL INFORMATION COLLECTED IN THE FIELD

COUNTRY AND PROJECT CODE: _____ **DATE:** ___/___/_____

INSTITUTE: _____ **Responsible Officer:** _____

No.	Sample Code (local name)	Aquifer name	amp. dept (a)	Coordinates		Altitude (m)	Field data			
				Latitude N/S DDMMSS.DD	Longitude W/E DDDMMSS.DD		Cond µS/cm	Temp. degC	pH units	Alk mg/l
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

(a) For samples collected from aquifers, lakes and reservoirs, the sampling depth field (spec. depth, range of depths or screen ranges) should always be f
(b) If possible taken with a GPS, otherwise from a 1:50,000 topographic map.
If relevant, please provide a short description of the lithologies of the aquifers in the study area.
Lithological units:

ANEXO 3

DESCRIPCIÓN DE SITIOS DE MUESTREO

Descripción de los transectos y áreas específicas de muestreo

Como ya se ha señalado, por "transecto" se entiende una lineación aproximada de puntos de muestreo con significado estructural o hidrogeológico. La extensión longitudinal de cada transecto se indica a continuación. En cuanto a la anchura aproximada de cada transecto (extensión transversal), se ha acordado una banda de unos 100 km para poder incluir pozos que por sus características constructivas y nivel de explotación sean de interés. Esto significa que deben incluirse todos los pozos profundos disponibles y que cumplan las condiciones especificadas en el apartado 3.3.

La selección de transectos y pozos en la zona de Brasil que aquí se hace es preliminar. Según la información recogida por R. Aravena en su reciente visita a Curitiba (posterior a la reunión de Montevideo en la que se gestó este documento), la selección final de los pozos a los que se puede tener acceso se hará una vez se disponga de la información recogida por las personas que hay tenido participación directa en muestreo de aguas subterráneas en proyectos del Fondo de Universidades. Esto se hará a través de los profesores Ernani F. da Rosa Filho y Eduardo Hindi (este último participó en el muestreo de proyecto piloto 16 del Fondo de Universidades), quienes se encargarán de entregar la información sobre los pozos en el Paraná.

La definición de los puntos de muestreo en la zona brasileña se realizará utilizando como base los puntos de muestreo que se encuentran en la tesis de Silva (1983), quien realizó un extenso estudio químico e isotópico en el SAGuaraní, así como el trabajo de Kimmelmann et al. (1989).

El trazado de los transectos propuestos y su justificación es la siguiente:

- **Transecto I (T-I en Fig. 1):** de E a O va desde el afloramiento SAG en Riberao Preto hasta el afloramiento del SAG en Campo Grande, pasando por la zona confinada central.

Su trazado es aproximadamente paralelo a las direcciones regionales de flujo de agua subterránea en la zona, pasando muy cerca de la parte más profunda del acuífero.

Debería estar constituido por unas 8 muestras en zona de recarga (4-5 en cada extremo del perfil) y el resto en el sector confinado. El total de muestras no debería ser inferior a 35. Algunos de los pozos que necesariamente serán incluidos son (nomenclatura tomada de Kimmelmann et al., 1989):

1-GO, Itajá
9-MS, Casilandia
10-MS, Casilandia
2-MS, Camapña
3-MS, Corguinho

4-SS, Campo Grande
1-MS, Dois Irmaos
5-MS, Sidrolandia
6-MS, Tres Sagoes
8-MS, Inocencia

- **Transecto II (T-II en Fig. 1):** va desde el afloramiento del SAG en la latitud de Sao Paulo (al NE) a la intersección de los ríos Iguazú y Paraná (al SO), y desde aquí hasta el afloramiento de las areniscas del SAG a la altura (latitud) de la ciudad Coronel Oviedo (Paraguay).

El tramo oriental del este transecto (hasta el río Paraná) es transversal a las estructuras de Arco de Ponta Grossa y los fallamientos y diques asociados a la misma (Fig. 2). El objetivo es doble: completar la información ya disponible (proyecto 16 del Fondo de Universidades) acerca del papel de las estructuras en el flujo subterráneo y estudiar la posible descarga de flujos profundos en la parte central del valle del Paraná, tal como indican trabajos anteriores. El informe del BGR (2005) indica la existencia de aguas muy evolucionadas químicamente (de tipo Na-SO_4-Cl) justo al Norte de la intersección Paraná-Iguazú, sin que exista información isotópica sobre su edad.

El tramo occidental (desde el Paraná hasta Paraguay) tiene por objetivo conocer la dirección y sentido del flujo regional de agua subterránea en la zona con la ayuda de la evolución hidroquímica e isotópica de las aguas. La escasa información piezométrica existente (mapa de Araujo et al., 1999 y mapa de Gastmans y Hung, 2005) parece indicar que el flujo regional en la zona va de NE a SO, lo cual no es a priori coherente con la estructura geológica. La información disponible sugiere un sentido regional de NO a SE, con independencia de que localmente el sentido pueda estar invertido por efecto de la explotación del acuífero, concentrada a lo largo del afloramiento de los materiales del SAG (Fig. 3). Por tanto, se trata de una de las zonas de mayor incertidumbre en cuanto al funcionamiento del flujo.

En conjunto deben ser tomadas unas 8 muestras en zona de recarga (ambos lados del perfil) y el resto en zona confinada. El total de muestras no deberá ser inferior a 35.

Para el tramo oriental la selección de pozos debe incluir todos los ya muestreados en el proyecto 16 del Fondo de Universidades, más un grupo adicional de muestras a establecer conjuntamente con el Prof. Ernani F. da Rosa Filho, de la Universidad Federal de Paraná

Para la selección de pozos del tramo occidental se debería contar, si es posible, con el conocimiento del personal del BGR, intentando complementar los pozos actualmente en estudio por este organismo con otros situados al Norte de su zona de trabajo. En cualquier caso, se deberán incluir necesariamente los pozos denominados Caazepá (238 m de profundidad), San Juan Nepomuceno (186 m) y Tavai (250 m).

- **Transecto III (T-III en Fig. 1):** su trazado tiene dirección SE-NO, y va desde el afloramiento del SAG en Santa Caterina, a la altura (latitud) de Florianópolis, hasta la intersección de los ríos Paraná e Iguazú.

  Según la información piezométrica existente (Araujo et al., 1999), parte del perfil sería paralelo al sentido regional de flujo y parte sería perpendicular al mismo. No obstante, dada la escasez de datos el objetivo es conocer el sentido del flujo regional del agua subterránea desde la zona de recarga a través de la evolución hidroquímica e isotópica. El trazado del transecto aprovecha los pozos profundos existentes ya muestreados por Kimmelmann et al (1989).

  En conjunto se deberían tomar unas 5 muestras en la zona de recarga y el resto en zona confinada. El total de muestras no debería ser inferior a 20. La selección de pozos a muestrear debe incluir las siguientes perforaciones (nomenclatura de Kimmelmann et al, 1989; algunos de ellos están a algo más de 100 km de la línea Santa Caterina-Iguazú):

  7-PR, Ignacio Martínez
  8-PR, Cruz Machado
  2-SC, San Cristóbal do Sul
  1-SC, Pedra Alta
  1-RS, Encantado
  2-RS, Felix3-RS, S. Ant. Patrulha

- **Transecto IV (T-IV en Fig. 1)**: según una dirección aproximada E-O, va desde el afloramiento del SAG en la zona de Tacuarembó-Rivera (Brasil-Uruguay) hasta el río Uruguay en Salto-Concordia, y desde aquí hasta el Paraná en el límite entre las provincias de Entre Ríos y Santa Fé (ciudad de La Paz).

  El tramo oriental es aproximadamente paralelo al sentido regional del flujo de agua subterránea entre Tacuarembó-Rivera y el río Uruguay. El objetivo es conocer la evolución hidroquímica e isotópica del agua a lo largo del sentido del flujo.

  El tramo occidental tiene por objetivo conocer el origen del agua subterránea explotada por las captaciones profundas recientes de Entre Ríos y la posible contribución de agua recargada en el SAG.

  El número de muestras a tomar en la zona oriental de recarga es de 3-5. En el resto del perfil se tomará un mínimo de 19 muestras, incluyendo necesariamente los siguientes pozos:

  - En Uruguay (9 pozos): Salsipuedes, La Calera, OSE410, Colonia Viñar, Arapey, OSE en Salto, Guaviyú, San Nicanor, Daimán.

- En Argentina (10 pozos): Federación, Chajarí, Concordia-Vertientes, Colón, Villa Elisa, Gualeguaychú 2, San José, Basavilvaso, María Grande y La Paz.

Los muestreos en la parte uruguaya se realizarán en coordinación con el equipo uruguayo del proyecto (Sres. A. Oleaga y F. Pacheco). Los muestreos de la parte argentina se realizarán en coordinación con la Sra. María Santi, jefe de aguas subterráneas de la Dirección de Hidráulica de Provincia de Entre Ríos. Las personas mencionadas facilitarán la labor de acceso a los pozos.

Áreas de muestreo no incorporadas a los transectos

Para cumplir los objetivos de la actividad se proponen muestreos en las áreas no incorporadas a transectos que se muestran en la Fig. 1. Estas se han propuesto teniendo en cuenta la existencia de muestreos anteriores, conocidos a través de publicaciones de investigación. La selección final de puntos de muestreo está condicionada a la disponibilidad de la base de datos de esas zonas y, para la parte brasileña, a la información que aportarán los investigadores brasileños antes mencionados.

- **Área MG-MS (Minas Gerais-Mato Grosso do Sul)**: el objetivo es muestrear de nuevo los pozos ya muestreados por Kimmelmann et al. (1989) y de buscar otros posibles pozos profundos en la zona. El número mínimo de muestras a tomar debería estar entre 7 y 10.

- **Área NOSP (NO de Sao Paulo):** el objetivo es muestrear los pozos profundos existentes al NO del afloramiento del SAG en el estado de Sao Paulo, entre las ciudades de Sao Paulo y Riberao Preto. El número mínimo de muestras a tomar debería estar entre 5 y 7.

- **Área NOAPG (NO Arco Punta Grossa)**: el objetivo es identificar y muestrear posibles pozos profundos cercanos al sector más profundo y confinado del acuífero SAG. La zona debería abarcar desde el extremo del Arco hasta el río Paraná. El número mínimo de muestras a tomar debería estar en torno a 5.

- **Área ARG (Arco de Río Grande)**: el objetivo es conocer el papel de la estructura geológica en el flujo de aguas subterráneas Se desconoce la existencia de pozos profundos en la zona, que deberán buscarse en la base de datos o en campo. Se recomienda tomar un mínimo de 10-12 muestras entre Porto Alegre y Rivera-Santana do Livramento, de las cuales 2-3 serán de zona de recarga (afloramiento SAG).

- **Área IARG (Itaquí-Arco de Río Grande)**: es la zona más estrecha del valle del Paraná. El objetivo es confirmar la posible existencia de flujo de agua subterránea de NE a SO, y si se trata de agua reciente (flujos someros), como parece sugerir la

estructura geológica, o si también participa en esos flujos agua antigua (flujos profundos).

Se recomienda tomar un mínimo de 7-8 muestras. Entre los pozos a muestrear deben estar los siguientes (nomenclatura de Kimmelmann et al., 1989):

4-RS, Alegrete
5-RS, S. Francisco de Asís
6-RS, Itaquí
8-RS, S. Luis Gonzaga

- **Área EÑB (esteros de Ñeembucú, Paraguay)**: el objetivo es estudiar la posible contribución de descargas regionales del SAG a estos humedales.

  Se tomarán muestras para análisis químico e isotópico de pozos someros y profundos (si los hay) en torno a los humedales, y muestras de estos en la zona más cercana a la posible ubicación de la descarga regional del SAG (borde oriental de los esteros). Las muestras de agua superficial deben ser tomadas en época seca o de estiaje para minimizar la contribución de la recarga local y, además, ser tomadas cerca del fondo, evitando mezclas con las aguas más someras. El número de muestras a colectar será de unas 12.

- **Área EIB (esteros del Iberá, Argentina)**: el objetivo es el mismo que en el área anterior y el muestreo debe tener las mismas características que en esa zona. El número de muestras a colectar será 12 aproximadamente.

- **Muestreo en el Río Paraná:**
  Sector: margen izquierda del río Paraná en el Estado de Paraná.
  3 estaciones de muestreo en el río Paraná ubicadas entre la desembocadura del río Paranapanema y Salto de Guaira.

  Muestras en cada estación: 3 muestras en un perfil vertical en cada una, ubicadas en el FONDO, PARTE MEDIA Y DEBAJO DE LA SUPERFICIE en cada perfil vertical.

  Total: 9 muestras para análisis químicos e isotópicos más 9 determinaciones de las mismas in situ con temperatura incluida.

  Al elegir el sitio de muestreo considerar lo siguiente:

  - Buscar zonas de poca corriente (pero no estancamiento),
  - Tomar al menos en tres perfiles verticales por cada transecto (dos junto a cada margen y una en la parte más profunda),

- Realizar perfiles verticales de temperatura y conductividad eléctrica en cada perfil vertical antes de hacer el muestreo (esto puede ser de gran ayuda para decidir a qué profundidad se toman las muestras),
- Empezar siempre tomando de arriba hacia abajo (como en los sondeos) para minimizar mezclas.
- Tomar al menos: 0,1 L para aniones; 0,1 L acidulados para trazas, 0,1 L acidulados para cationes, 0,05 L para 18O +2H y 0,5 L para 3H.

ANEXO 4

PARAMETRO, PRESERVADOR, ENVASE y TIEMPO DE PRESERVADO
PROTOCOLOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

PRESERVADOR, ENVASE y TIEMPO DE PRESERVADO

PARAMETRO	PRESERVADOR	ENVASE	TIEMPO DE PRESERVADO
Aceites y grasas	pH < 2, (c), refrigerada HCl °C a 4	V. ámbar x 1L o 2 x 250 ml	28 días
Alcalinidad	s/p, refrigerada a 4 °C	P o V x 500 ml	14 días
Amoníaco	pH < 2, SO_4H_2 (c), refrigerada a 4 °C	P o V x 1 L	28 días
Arsénico (colorimétrico)	pH < 2, HNO_3 (c)	P o V (A) x 250 ml	6 meses
Bifenilos policlorados (PCB´s)	Refrigerada a 4°C. Si contiene cloro residual eliminar con 1 ml de tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Bifenilos policlorados (PCB´s) – Congéneres	Refrigerada a 4°C. Si contiene cloro residual eliminar con 1 ml de tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Boro	s/p	P x 250 ml	28 días
BTEX	pH < 2, HCl (c), refrigerada a 4 ºC. Si contiene cloro residual eliminar con 2 gotas de tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar 2 viales x 40ml. Tapa a rosca y septum de Teflon	14 días
Calcio	pH < 2, HNO_3 (c)	P o V x 500 ml	6 meses
Cianuro	pH>12, NaOH (20 lentejas)	P o V x 1 L	14 días
Cloruro	s/p	P o V x 1 L	28 días
Coliformes fecales y totales	s/p, refrigerada a 4 °C	P, estéril.	6 horas
Escherichia Coli	s/p, refrigerada a 4 °C	P, estéril.	6 horas
Conductividad	s/p, refrigerada a 4 ºC	P o V x 1L	28 días
2,4 – D	pH < 2, HCl (1+1), refrigerada a 4 ºC. Si contiene cloro residual eliminar con 1 ml de tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Demanda química de oxígeno (DQO)	pH < 2, SO_4H_2 (c), refrigerada a 4 ºC	P o V x 1 L	28 días

PARAMETRO	PRESERVADOR	ENVASE	TIEMPO DE PRESERVADO
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	s/p, refrigerada a 4 ºC	P o V x 1 L	2 horas
Detergentes SAAM	s/p, refrigerada a 4 ºC	P o V (A) x 1 L	2 días
DRO (Rango Diesel)	pH < 2, HCl (c), refrigerada a 4 ºC	V ámbar 2 x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Dureza	pH < 2, HNO_3 (c)	P o V x 500 ml	6 meses
Fenoles (Colorimétrico)	pH < 2, H_3PO_4(c), refrigerada a 4 ºC.	V ámbar x 1L	28 días
Fenoles (Cromatografía gaseosa)	pH < 2, SO_4H_2 (c), refrigerada a 4 ºC. Si contiene cloro residual eliminar con 0,25 ml tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar 2 x 250 ml, Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Flúor	s/p	P x 1 L	28 días
Fósforo Total	pH < 2, SO_4H_2 (c), refrigerada a 4 ºC	V x 250 ml	7 días
GRO (Rango gasolina)	200 µl de HCl 50% por vial. Refrigerada a 4 °C.	V ámbar 2 viales x 40 ml,Tapa a rosca y septum de Teflon	14 días
Hidrocarburos totales	pH < 2, HCl (c), refrigerada a 4 °C	V ámbar x 1L	28 días
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PAH´s)	Refrigerada a 4°C. Si contiene cloro residual eliminar con 1 ml tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Magnesio	pH < 2, HNO_3 (c)	P o V x 500 ml	6 meses
Mercurio	pH < 2, HNO_3 (c)	P(A) o V(A) x 500 ml	28 días
Metales	pH < 2, HNO_3 (c)	P(A) o V(A) x 500 ml	6 meses
Nitrógeno de nitrato	pH < 2, SO_4H_2 (c), refrigerada a 4 ºC	P o V x 1L	2 días
Nitrógeno de nitrito	s/p, refrigerada a 4 ºC	P o V x 1L	2 días
Nitrógeno total Kjeldhal (NTK)	pH < 2, SO_4H_2 (c), refrigerada a 4 ºC	P o V x 1L	28 días
Ortofosfato soluble	s/p, refrigerada a 4 ºC	V ámbar x 250 ml	2 días

PARAMETRO	PRESERVADOR	ENVASE	TIEMPO DE PRESERVADO
Oxígeno disuelto	Fijada en campo	Frasco de DBO	Inmediato
PH	Refrigerada a 4 ºC	P o V	2 horas
Pesticidas organoclorados	Refrigerada a 4°C. Si contiene cloro residual eliminar con 1 ml tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Compuestos organofosforados	Refrigerada a 4 °C. Si contiene cloro residual eliminar con 1 ml tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar x 1L. Tapa a rosca y contratapa de Teflon	7 días
Potasio	pH < 2, HNO_3 (c)	P o V x 500 ml	6 meses
Sólidos suspendidos totales	Refrigerada a 4 ºC	P o V x 1L	7 días
Sulfato	s/p, refrigerada a 4 ºC	P o V x 500 ml	28 días
Sulfuros	4 gotas de Acetato de cinc 2 N por cada 100 mL Refrigerada a 4 ºC	P o V x 250 ml	28 días
Trihalometanos (THM´s)	pH < 2, HCl (c), refrigerada a 4 ºC. Si contiene cloro residual eliminar con 2 gotas tiosulfato de sodio 10%.	V ámbar 2 viales x 40ml. Tapa a rosca y septum de Teflon	14 días
Turbidez	Refrigerada a 4 ºC	P o V x 500 ml	7 días

PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Protocolo Analítico Base

ENSAYO	NORMAS SM (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)	
	METODO DE ENSAYO	**Límite de detección**
Carbono orgánico total	SM 5310 D – SM 20th Ed. 1998	0.3 mg/L
Cloruros	SM 4500-Cl(-) B – SM 20th Ed. 1998	0.2 mg/L
Demanda bioquímica de oxigeno (DBO)	SM 5210 -B – SM 20th Ed. 1998	2 mg/L
Demanda química de oxigeno (DQO)	SM 5220 -D – SM 20th Ed. 1998	5 mg/L
Dureza total	SM 2340- C – SM 20th Ed. 1998	0.04 mg/L
Aluminio disuelto y total	SM 3500- Al B– SM 20th Ed. 1998	0.006mg/L
Arsénico disuelto y total	SM 3114 B (SM 20th Ed. 1998)FI HG FAAS/	10 µg/L
Bario disuelto y total	Sulfonazo III-Espectrofotometría	0,15 mg/L
Boro disuelto y total	SM 4500-B B – SM 20th Ed. 1998	0.2 mg/L
Cadmio disuelto y total	SM 3500-Cd D – SM 20th Ed. 1998	0.01 mg/L
Calcio	SM 3500-Ca B – SM 20th Ed. 1998	0,04 mg/L
Cobre disuelto y total	SM 3500-Cu C – SM 20th Ed. 1998	0.02 mg/L
Cromo disuelto y total	SM 3500-Cr B – SM 20th Ed. 1998	0.001mg/L
Fósforo total	SM 4500-P C – SM 20th Ed. 1998	0.2 mg/L
Hierro disuelto y total	SM 3500-Fe B – SM 20th Ed. 1998	0.01 mg/L
Litio disuelto y total	SM 3500-Li B – SM 20th Ed. 1998	n.d.
Magnesio	SM 3500-Mg B – SM 20th Ed. 1998	0,025 mg/L

Protocolo Analítico Base

ENSAYO	NORMAS SM (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)	
	METODO DE ENSAYO	**Límite de detección**
Manganeso disuelto y total	SM 3500-Mn B – SM 20th Ed. 1998	0.04 mg/L
Mercurio disuelto y total	FI CV AAS/SM 3112 B (SM 20th Ed. 1998)	1 µg/L
Níquel disuelto y total	SM 321 C – SM Ed. 1985	0.05 mg/L
Plomo disuelto y total	SM 3111 A (SM 20th Ed. 1998)	30 µg/L
Potasio	SM 3500-K B (SM 20th Ed. 1998)	100 µg/L
Selenio Disuelto y Total	SM 3500-Se C – SM 20th Ed. 1998	0.01 mg/L
Silicio	SM 4500-SiO2 C – SM 20th Ed. 1998	1 mg/L
Sodio	SM 3500-Na B (SM 20th Ed. 1998)	100 µg/L
Zinc disuelto y total	SM 3500-Zn B – SM 20th Ed. 1998	0.02 mg/L
Fluoruros	SM 413 D - SM Ed. 1985	0.01 mg/L
Fosfatos de ortofosfato	SM 4500-P C – SM 20th Ed. 1998	0.2 mg/L
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH3 C – SM Ed. 1992	0.02 mg/L
Nitrógeno de nitratos	SM 4500-NO3(-) B – SM 20th Ed. 1998	0.01 mg/L
Nitrógeno de nitritos	SM 4500-NO2(-) – SM Ed. 1992	0.005mg/L
Sólidos disueltos totales (SDT)	SM 2540 C – SM 20th Ed. 1998	0.001mg/L
Sólidos totales (110°C)	SM 2540 B – SM 20th Ed. 1998	0.001mg/L
Sulfatos	SM 4500-SO4(-2) E – SM 20th Ed. 1998	1 mg/L
Coliformes totales	SM 9222 – SM 20th Ed. 1998	1UFC/100 ml
Coliformes fecales	SM 9222 – SM 20th Ed. 1998	1UFC/100 ml

Protocolo Analítico Base

ENSAYO	**NORMAS SM (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)**	
	METODO DE ENSAYO	**Límite de detección**
Escherichia coli	SM 9222 – SM 20th Ed. 1998	1UFC/100 ml
Microalgas	SM 10200 – SM 20th Ed. 1998	1 UFC/L

PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Protocolo Analítico Adicional

ENSAYO	NORMAS METODO DE ENSAYO	Límite de detección
HTP (hidrocarburos totales de petroleo)	DEQ, Oregon, EEUU METODO NWTPH-HCID	0.63mg/L
GRO (hidrocarburo rango gasolina)	DEQ, Oregon, EEUU METODO NWTPH-HCID	0.25mg/L
DRO (hidrocarburo rango diesel)	DEQ, Oregon, EEUU METODO NWTPH-HCID	0.63mg/L
BTEX (VOCs) Benceno Tolueno Etilbenceno Xilenos Estireno	ASTM D 6520-00/cromatografía de gases	entre 1 μg/L y 1mg/L
THM (VOCs) Cloroformo Diclorobromometano Dibromoclorometano Bromoformo	ASTM D 6520-00/cromatografía de gases	entre 1 μg/L y 1mg/L
Volatiles halogenados (VOCs) 1,1-dicloroeteno 1,2-dibromoetano 1,2-diclorobenceno 1,2-dicloroetano 1,2-dicloropropano 1,2-diclorobenceno 1,4-diclorobenceno 1,2,4-triclorobenceno Cloruro de vinilo Hexaclorobutadieno Monoclorobenceno Tetracloroeteno	ASTM D 6520-00/cromatografía de gases	entre 1 μg/L y 1mg/L

Protocolo Analítico Adicional

ENSAYO	NORMAS METODO DE ENSAYO	Límite de detección
Tetracloruro de carbono		
Organoclorados (SVOCs)		
4,4'-DDD	SPE/cromatografia de gases (método base EPA 505)	0.1 µg/L
4,4'-DDE		
4,4'-DDT		0.1 µg/L
Aldrin		0.02 µg/L
Clordano		0.05 µg/L
Dieldrin		0.01 µg/L
Endosulfan I		0.05 µg/L
Endrin		0.05 µg/L
Heptacloro		0.03 µg/L
Heptacloro epoxido		0.02 µg/L
Hexaclorobenceno		0.005 µg/L
Lindano		0.01 µg/L
Metoxicloro		0.1 µg/L
Organofosforados (SVOCs)	SPE/cromatografía de gases con detectores selectivos	
Clorpirifos		0.1 µg/L
Diazinon		0.1 µg/L
Dimetoato		0.4 µg/L
Disulfoton		0.5 µg/L
Etion		0.1 µg/L
Fenitrotion		0.3 µg/
Forato		0.5 µg/L
Malation		0.1 µg/L
Metil-paration		0.05 µg/L
Metolaclor		0.5 µg/L
Monocrotofos		2 µg/L
Paration		0.5 µg/L
Ronnel		0.5 µg/L

Protocolo Analítico Adicional

ENSAYO	NORMAS METODO DE ENSAYO	Límite de detección
Clorofenoles Pentaclorofenol (PCF)	SPE/cromatografía de gases con ECD	0.5 µg/L
2,4,6-triclorofenol (T)		
PAHs (SVOCs) Naftaleno Acenaftileno Acenafteno Fluoreno Fenantreno Antraceno Fluoranteno Pireno Benzo(a)antraceno Crisceno Benzo(b)fluoranteno Benzo(k)fluoranteno Benzo(a)pireno Indeno-(1,2,3-cd)-pireno Dibenzo(a,h)-antraceno Benzo-(g,h,l)-perileno	ASTM D 6520-00/cromatografía de gases	entre 1 µg/L y 1mg/L
Herbicidas Atrazina y sus metabolitos	Cromatografía Liquida de Alta Resolución	1 µg/L
Herbicidas	Técnica basada en método EPA 555	0.5 µg/L
2,4-D MCPA 2.4.5-T		
Aroclores 1016 1221 1232	SPE/Cromatografía de gases (método base EPA 505)	0.3 µg/L

Protocolo Analítico Adicional

ENSAYO	NORMAS METODO DE ENSAYO	Límite de detección
1242 1248 1254 1260		

ANEXO 5

CADENA DE CUSTODIA

MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA

Nº PLANILLA:

PROYECTO:

CADENA DE CUSTODIA DE ENVASES VACIOS

RESPONSABLE RECEP. ENVASES:

SITIO DE RECEPCION	FECHA	HORA	CANTIDAD DE ENVASES	ENVASE		EMBALAJE	ELEMENTO SEGURIDAD (Precinto,etc)		ENTREGA	RECIBE	OBSERVACIONES
				TIPO	VOL.		TIPO	IDENTIFIC.			

	CADENA DE CUSTODIA DE LA MUESTRA	**FECHA : / /**
	PROYECTO:	**N° Planilla:**
	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	

CÓDIGO DE ESTACIÓN	HORA EXTRACCIÓN MUESTRA	MEDIO	ENVASES TOT.	PARÁMETRO							Nº de Precinto	Código dado por Laboratorio	NOTAS
				$N\text{-}NO_2$	$N\text{-}NO_3$	NTK	DBO	DQO	Fenol	Metales			

FECHA	HORA	ENTREGA				RECEPCIÓN				OBSERVACIONES	T° C
		ORGANIZACIÓN	NOMBRE	CIP	FIRMA	ORGANIZACIÓN	NOMBRE	CIP	FIRMA		

CADENA DE CUSTODIA

ESTADO DE RECEPCION DE MUESTRAS

PROYECTO:	Nº

Fecha: Hora: Conservadora Nº:

A. EXAMEN INICIAL

Información de personal de transporte: _____
(Nombre y Firma, Matricula del Vehículo de Transporte)

Información del precinto/faja de seguridad: _____
(Número de precinto/faja)

¿Ha llegado el precinto de seguridad sano? SI / NO
¿Está el formulario de cadena de custodia (CDC) en la conservadora SI / NO
¿Fue la CDC completada por la persona que ha entregado la conservadora al laboratorio? SI / NO
¿Fue la CDC completada por la persona que ha recibido la conservadora? SI / NO
¿Se ha empacado la conservadora con refrigerante suficiente? SI / NO
Tipo de refrigerante_____ Temperatura del testigo_____ ° C

B. FASE DE CONTROL

Día en que las muestras han sido controladas:
Tipo de embalaje utilizado en las conservadoras:_____
¿Han llegado los envases en condiciones adecuadas? SI / NO
Si la respuesta anterior es negativa, por favor detalle:_____
_____
¿Están las etiquetas completas (día, hora, firma) SI / NO
¿Han sido preservadas las muestras (con reactivos)? SI / NO
¿Coinciden las etiquetas de las muestras con los datos del formulario de CDC? SI / NO
Si la respuesta anterior es negativa, por favor detalle:_____
_____
¿Se han utilizado los envases correctos para los análisis químicos indicados? SI / NO
¿Estaban ausentes de burbujas los viales de 50 ml? SI / NO
Si la respuesta anterior es negativa, por favor detalle los envases que contienen burbujas, identificándolos con su código_____

ENTREGA: _____
(Firma y aclaración)

RECIBE: _____
(Firma y aclaración)

CADENA DE CUSTODIA

PROYECTO:

LABORATORIO ANALITICO | **N°**

RECEPCION DE MUESTRAS

Fecha	Hora	Identificacion Muestra	Precinto N°	N° Frascos	Referencia Laboratorio	Parametros	Tipo de Envase/ Volumen	Preserv./ Temp.

OBSERVACIONES:

ACEPTADA: **SI** **NO**