Historia e identificación de los cambios				
Versión	Fecha	Preparado por	Aprobado por	Cambios efectuados
00	12/06/2008	Depto. de Conservación y Protección Recursos Hídricos	Jefatura Dpto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos	Se modifican instructivos generados en capacitación de hidromensores 2008

1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es proporcionar criterios y recomendaciones técnicas para monitorear la calidad de las aguas subterráneas y adecuarse a la normativa vigente.

2. ALCANCE

Este instructivo se aplica a las operaciones de toma de muestras de agua subterráneas realizadas en terreno por los hidromensores de la DGA en regiones, las que posteriormente serán analizadas en el Laboratorio Ambiental de DGA, en su dependencia de la ciudad de Santiago.

Este instructivo aplica a la campaña de muestreo de aguas subterráneas tanto en condiciones de control rutinario como en situaciones de emergencia ambiental.

3. DUEÑO PROCESO

Director Regional de DGA:

El Director Regional de DGA deberá conocer este instructivo y efectuar las coordinaciones necesarias con el Jefe de Laboratorio Ambiental de DGA de modo que el trabajo de los hidromensores y de los químicos del Laboratorio Ambiental de DGA que se encuentren en terreno, se desarrolle acorde a las indicaciones del mismo. El Director Regional de DGA podrá designar otro profesional responsable de atender esta actividad a nivel regional y/o provincial.

Hidromensores:

Los hidromensores tienen la responsabilidad de seguir este instructivo efectuando todos los pasos descritos. Además deberán comunicar al encargado de calidad del Laboratorio Ambiental las modificaciones que a su criterio resulten necesarias en virtud de las necesidades del trabajo diario, las características especiales de cada región y/o provincia, considerando la mejora continua.

Será responsabilidad del funcionario hidromensor que ejecuta la toma de muestras, cumplir con las indicaciones descritas en este instructivo, además de las normas y reglas de acuerdo a lo definido en el reglamento interno de orden, higiene y seguridad del Ministerio de Obras Públicas.

4. DEFINICIONES

a) Acuífero: formación de suelo y/o roca permeable capaz de almacenar y trasmitir cantidades aprovechables de agua.
b) Agua subterránea: agua contenida en un acuífero, la que puede ser extraída o alumbrada a través de una perforación desde la superficie.
c) Pozo: agujero o perforación, excavado o taladrado en la tierra para extraer agua o para efectuar mediciones. Para efectos de este instructivo y en consideración a su objetivo, un pozo tiene un diámetro mayor a 200 mm.
d) Sondeo o piezómetro: perforación que penetra en el acuífero y permite obtener información puntual del nivel freático o altura piezométrica, tomar muestras del agua subterránea, conocer la estratigrafía del suelo y/o realizar ensayos de bombeo. Para efectos de este instructivo, se considerará como referencia una perforación con diámetro igual o menor a 200 mm.

e) Camisa; encamisado: tubo sólido usado como revestimiento permanente o temporal para un pozo o piezómetro, con el objeto de impedir la entrada de materiales sólidos en la perforación o para asegurar que el agua subterránea sólo entre a la perforación mediante un tubo criba a una profundidad específica.
f) Tubo criba: tipo de tubo de revestimiento con aberturas (agujeros, ranuras, etc.) diseñado para permitir el ingreso de agua desde el acuífero al pozo, impidiendo la entrada de material sólido a éste.
g) Nivel de agua subterránea: elevación, en un lugar y momento dado, del nivel freático o piezométrico de un acuífero.
h) Pozómetro o sonda de nivel: instrumento portátil utilizado para medir el nivel de agua subterránea. Consta de un carrete, una huincha milimetrada de longitud determinada y un sensor en su extremo que al contacto con el agua emite una señal acústica y/o luminosa.
i) Bomba: dispositivo utilizado para extraer agua subterránea en un pozo.
j) Tubo de muestreo o Bailer: dispositivo utilizado para obtener manualmente una muestra de agua subterránea.

5. INDICADORES DE GESTIÓN

Este instructivo no cuenta con indicadores de gestión.

6. REFERENCIAS

a) APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for Water and Wastewater Examination (2005), 21th Edición en Inglés. (Título en Español Manual de Métodos Estándares para Análisis de Aguas y Aguas Residuales).
b) Laboratorio Ambiental, Dirección General de Aguas, Instructivo N°2 V°0 Muestreo de Aguas Subterráneas. Método Bailer.
c) Norma Chilena 411/3 Of.96. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
d) NCh 411/11.Of 98 “Calidad del agua – Muestreo – Parte 11: Guía para el muestreo de aguas subterráneas”.
e) CENMA-DGA. 2010. Estudio: “Diagnóstico y Acompañamiento al Muestreo de las Redes de Calidad de Aguas de la Dirección General de Aguas”.
f) Agència Catalana de l’Aigua. 2005. Protocol: Mostreig d’aigües subterrànies; Guía Pràctica.
g) Reglamento interno de orden, higiene y seguridad del Ministerio de Obras Públicas.

7. REGISTROS

Identificación y código	Responsable	Almacenamiento			Disposición
		Tiempo retención	Medio de soporte	Lugar y responsable	
Original de muestreo	Hidromensor	4 años	Papel y digital	Dirección Regional - Hidromensor	Eliminar después de 4 años
Ficha de terreno para emergencias Ambientales	Hidromensor	4 años	papel	Dirección Regional - Hidromensor	Eliminar después de 4 años

8. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DE MUESTREO

La actividad de muestreo de aguas subterráneas considera diferentes etapas que siguen el orden indicado en el esquema siguiente. Este instructivo aborda la descripción de las tres primeras etapas: “Preparación de materiales”, “Medición de parámetros in situ” y “Extracción de muestras”.

El muestreo comienza antes del acto de llenar un envase con agua y no termina hasta que todos los envases son recibidos satisfactoriamente en el laboratorio de análisis.

El personal que ejecuta el muestreo es responsable de que los envases contengan una muestra representativa de la porción de agua subterránea y que la misma llegue de manera íntegra a la oficina regional y posteriormente al laboratorio, de modo que sea factible realizar un análisis representativo de las concentraciones reales de los analitos presentes en la muestra.

A continuación se describe cada una de las etapas mencionadas anteriormente:

8.1 Preparación de materiales

El hidromensor deberá preparar los siguientes insumos **ANTES** de salir a terreno, de modo de asegurar un muestreo correcto. Es altamente recomendable sistematizar estos criterios de modo de lograr agilidad en la preparación. En el Anexo A – Figura A1 se representan las principales tareas dentro de la planificación de una campaña en terreno, la preparación de materiales de muestreo y la logística asociada. En la misma línea, se presenta en el Anexo A - Tabla A1, un listado de indicaciones detalladas para la preparación de materiales y la logística a considerar antes de salir a terreno.

En cada epígrafe a continuación, se describen las características generales de los materiales a preparar, destacando su función dentro del proceso de muestreo.

8.1.1 Envases

Todos los envases utilizados en los muestreos de aguas subterráneas son proporcionados por el Laboratorio Ambiental de la Dirección General de Aguas. El laboratorio selecciona y prepara los envases de acuerdo a los parámetros a determinar según lo establecido en procedimiento interno.

Los envases corresponden a botellas de plástico (polietileno) de 250 mL de capacidad.

El laboratorio enviará los envases de cada dependencia regional o provincial de modo de garantizar la toma de muestra en todos los puntos comprendidos en la red de calidad de aguas de la Región o Provincia antes de iniciar las etapas de muestreo, por lo cual el hidromensor sólo debe utilizar dichos envases.
El hidromensor debe asegurarse de portar una cantidad suficiente de envases.

8.1.2 Preservantes

La preservación corresponde a la adición de diferentes compuestos químicos y/o a condiciones físicas que se utilizan durante el proceso de muestreo para minimizar las modificaciones de las características de los parámetros de interés durante el tiempo que transcurre desde que se extrae la muestra hasta que se realiza el análisis de la misma, por consiguiente también incluye el tiempo de empacado, transporte, recepción y entrega para análisis. (Ver instrucciones detalladas en Instructivo Preservación de muestras y etiquetado de envases- LADGA-IM-03)

La determinación de los analitos de interés presentes en el agua y sus respectivos métodos de análisis requieren condiciones específicas de preservación, almacenamiento y tiempo de espera, que permiten asegurar la calidad de los resultados, dependiendo de las propiedades de cada uno de los parámetros a analizar. La modificación de las condiciones recomendadas de preservación, conservación y/o tiempo de espera puede invalidar el resultado del análisis ante una reclamación.

El hidromensor debe asegurarse de portar una cantidad suficiente de botellas, etiquetas, lápiz indeleble, ice packs y contenedor termoaislantes para el almacenamiento y traslado de las muestras.

8.1.3 Equipamiento e instrumentación

- **Equipamiento para mediciones en terreno.**

Algunos parámetros deben ser determinados en terreno, mediante el uso de la sonda multiparámetro. Estos parámetros son: conductividad eléctrica, temperatura, pH, oxígeno disuelto y porcentaje (%) de saturación de oxígeno.

El manejo de sondas multiparámetro incluye varias etapas previas a su uso en terreno, las cuales se describen de modo general a continuación:

a) **Revisión de manuales de uso e instrucciones**: debe conocerse el modo de uso recomendado por los fabricantes así como los errores más frecuentes y las acciones para solucionarlos (ver Instructivo Calibración y uso de sondas multiparámetro - LADGA-IM-09).

b) **Verificación de su estado técnico**: Chequear el estado de las conexiones, cables, estado de las membranas y dispositivos, sensores, soluciones internas, entre otras.

c) **Calibración previa**: Este paso deberá efectuarse justo antes de comenzar el trabajo. Al comenzar el día de trabajo realice la calibración de la sonda según las instrucciones del fabricante. Para ello, utilice soluciones patrones conocidas de modo de contrastar su respuesta.

d) **Verificación de condiciones de suministro**: Se deberá verificar anticipadamente el estado de todos los detalles para asegurar un funcionamiento adecuado, lo que incluye el estado y carga de las baterías, estado y carga de baterías de recambio, estado de cables, enchufes, conexiones**.**

e) **Recalibración del sensor de oxígeno**: Se deberá recalibrar en terreno el sensor de oxígeno utilizando las soluciones correspondientes indicadas por el fabricante, (ver

manual específico e Instructivo Calibración y uso de sonda multiparámetro - LADGA-IM-09).

f) **Llenado de registro**: Llene el registro correspondiente al uso, mantención y calibración de la sonda.

Implementos para obtener información relevante adicional (aplica especialmente en caso de emergencias ambientales; ver instructivo LADGA-IM-07).

Durante el muestreo de aguas, deberá registrarse información adicional sobre el lugar de la toma de muestras, que no se limita exclusivamente a lo medido con equipos. Este registro de información aplica especialmente en condiciones de emergencias ambientales (ver instructivo LADGA-IM-07)

- **Implementos para la extracción y transporte de muestras.**

Para la extracción y transporte de muestras se utilizan implementos varios que incluyen:

  - Muestreador Bailer.
  - Pozómetro.
  - Cuerdas.
  - Peso (en caso que se requiera medir la profundidad del pozo).
  - Vaso o Jarro plástico de 1000 mL
  - Envases (botellas de polietileno de 250 mL).
  - Agua destilada, en cantidad suficiente (0.5 a 1 litro por punto de muestreo).

- **Implementos de conservación y/o preservación.**
  - Cajas termoaislantes (cooler) para colocar los envases.
  - Ice-pack congelado.
  - Preservantes: ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4).
  - Bolsas de plástico.
  - Papel absorbente de uso general.

- **Implementos.**
  - Etiquetas autoadhesivas.
  - Lápiz con tinta indeleble
  - Cinta adhesiva transparente.

8.1.4 Registros

El funcionario a cargo de la toma de muestras deberá verificar la disponibilidad de los formularios correspondientes a su región (o provincia), de modo de registrar toda la información relevante, como se indica más adelante (revisar Documento Registro Original de Muestreo).

8.1.5 Implementos de seguridad

La obtención de una muestra de agua, en ninguna circunstancia deberá poner en riesgo la integridad del personal que realiza el muestreo. De modo general, el muestreo deberá realizarse por al menos dos personas considerando la participación de un auxiliar o de un chofer, y nunca se realizará en lugares peligrosos o de gran riesgo para la vida. El chofer no participará en el muestreo, su función será la de conducir el vehículo.

Antes de salir a terreno, el funcionario que esté a cargo deberá asegurarse de que dispone de los implementos de seguridad personal tales como:

- Arneses y cuerdas de protección personal.
- Guantes de látex.
- Botas de agua y/o zapatos de seguridad apropiados.
- Traje impermeable.
- Chaleco reflectante.
- Lentes de seguridad (oscuros y transparentes)
- Repelente de insectos.
- Protector solar.
- Mascarilla
- Teléfono celular, satelital o de radio según disponibilidad.
- Cargador de teléfono.
- GPS y/o mapas.

8.1.6 Transporte

El chofer, previo a salir al terreno, deberá verificar las condiciones del vehículo a utilizar: nivel de aire y estado de los neumáticos, estado batería, combustible necesario, implementos de seguridad (extintor, triángulo), herramientas, cadenas (aplicable a algunos lugares), entre otros.

El chofer deberá contar con su licencia para conducir al día, así como los permisos para conducir un vehículo de DGA.

En el Anexo A, Figura A1 se muestran indicaciones para el proceso de preparación y logística del muestreo en terreno.

8.2 Medición de parámetros in situ

8.2.1 Reconocimiento de la zona

Al llegar a terreno, el hidromensor deberá reconocer la zona, identificando si la estación tiene incorporada una bomba para la extracción del agua, la que podrá utilizarse de manera preferencial.

NOTA: La extracción de la muestra de agua debe realizarse ANTES de que el agua alcance el sistema de desinfección, si existiera dicho sistema en el pozo muestreado y antes mezclarse con un estanque de acumulación.

En caso de que el pozo no disponga de equipo de bombeo, deberá utilizarse el muestreador bailer para extraer la porción de agua necesaria, verificando la homogeneidad de los parámetros medidos in situ (descrito más adelante en el apartado 8.2.2.2).

Completar la información acerca del reconocimiento de la zona en el Registro Original de Muestreo y en caso de emergencias ambientales (ficha de emergencia: Instructivo LADGA-IM-08).

En todos los puntos, proceder **primero a la medición de parámetros en terreno y posteriormente a extraer la muestra de agua** destinada al envío a laboratorio, **EN ESE ORDEN**.

8.2.2 Medición In Situ

Sea que se controle la calidad del agua subterránea en un pozo o en un sondeo, debe verificarse siempre que sea posible la profundidad del nivel freático o piezométrico antes de utilizar la sonda multiparámetro o de tomar muestras de agua.

Medición de nivel: Introducir la sonda o pozómetro en el pozo, una vez que ésta tiene contacto con el agua se activa una señal auditiva o luminosa (dependiendo del equipo). En ese momento se debe registrar la lectura del nivel de agua con la cinta métrica (cable graduado) del pozómetro, anotando en el respectivo documento de registro. Seguidamente, se debe retirar cuidadosamente el pozómetro del pozo, procurando que éste no se enganche en algún elemento (fierros, cables, etc.) que pudiera estar presente en el interior del pozo.

Posterior al registro de nivel piezométrico, se debe tomar la muestra de agua subterránea, cuyo procedimiento variará de acuerdo a las características del pozo o sondeo y si éste dispone de equipo de bombeo.

8.2.2.1 Si el pozo o sondeo dispone de bomba

a) Si el pozo dispone de equipo de bombeo, y éste fue utilizado **hace menos de 48 horas**, se puede asumir que el agua almacenada en el pozo representa las características del acuífero.

a.1 Si existe una forma segura de introducir la sonda multiparámetro en el pozo, proceda a la medición de los parámetros en terreno: pH, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno, temperatura y conductividad eléctrica, bajando la sonda al interior del pozo y sumergiéndola bajo el agua.
Verificar la estabilidad de los parámetros
Registrar los valores medidos de los parámetros en el formulario correspondiente.

a.2 Si no es posible bajar la sonda al interior del pozo, por ejemplo porque el pozo es muy profundo y no alcanza el cable de la sonda a llegar al agua, o bien porque presenta riesgos de que la sonda multiparámetro pueda quedar atrapada, se deberá recoger una porción de agua usando la misma bomba. En este caso accione la bomba y deje correr el agua por al menos 1 minuto, verificando que el agua salga limpia (incolora, cristalina), asegurándose con esto la renovación el agua de la tubería.

Descargar agua en un recipiente plástico o jarro de capacidad de 1000 mL (ambientar previamente). Introduzca la sonda en el recipiente y proceda a la medición de los parámetros: pH, temperatura y conductividad eléctrica verificando que las magnitudes se observen relativamente constantes (la concentración de oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación de oxígeno en el agua NO SON REGISTRADOS con los demás parámetros en el documento Original de Muestreo, sino que debe **registrarse dentro la las observaciones del formulario**).

b) Si el pozo fue utilizado **hace más de 48 horas**, se debe proceder a activar la bomba al menos 5 minutos hasta que se haya extraído el agua de la tubería y ésta se vea limpia (incolora, cristalina).

b.1 Si existe alguna forma segura de introducir la sonda multiparámetro en el pozo, proceda a la medición de los parámetros en terreno: pH, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno, temperatura y conductividad eléctrica, bajando la sonda al interior del pozo. Registre los valores medidos en el formulario correspondiente.

b.2 Si no puede introducir la sonda multiparámetro en el pozo o sondeo, recoja parte del caudal bombeado en el recipiente plástico o jarro de capacidad de 1000 mL, ambientándolo 3 veces.

Ya ambientado el envase, recoja una primera muestra de agua e introduzca la sonda multiparámetro en el recipiente, proceda a la medición de los parámetros: pH, temperatura y conductividad eléctrica. Anote en borrador los valores de los parámetros y luego elimine el volumen de agua controlado. Vuelva a recoger una muestra de agua y repita el procedimiento antes descrito, eliminando luego la muestra. Finalmente, se debe recoger una tercera muestra para realizar la medición de parámetros in situ. La decisión de registrar oficialmente estas últimas mediciones depende de si se ha constatado una estabilización de sus magnitudes. Se considera que los parámetros están estabilizados cuando la diferencia de temperatura entre la segunda y tercera medición no supera los 0.2 °C; así también, el pH y conductividad eléctrica resultan en magnitudes muy próximas. Si los parámetros se han estabilizado, se procede a registrar las últimas magnitudes medidas. Si los parámetros no se han estabilizado, se debe repetir el procedimiento de toma de muestra y medición de parámetros hasta alcanzar la estabilidad

8.2.2.2 Si el pozo o sondeo no dispone de bomba y se utiliza muestreador bailer

Inicialmente se deberá identificar si existe forma de introducir la sonda multiparámetro en el pozo.

a) Si existe una forma segura de introducir la sonda multiparámetro, proceda a la medición de los parámetros directamente dentro del pozo o sondeo: pH, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno, temperatura y conductividad eléctrica. Para ello se debe introducir el equipo en el pozo o sondeo y bajarlo cuidadosamente, procurando no engancharlo o golpearlo bruscamente. Una vez que el equipo se sumerge en el agua, se debe verificar que las mediciones de los parámetros sean similares en distintas profundidades. Registre los valores medidos en el formulario correspondiente.

b) Si no es posible bajar la sonda al interior del pozo (por ejemplo porque el pozo sea muy profundo y no alcance el cable de la sonda), se deberá recoger una porción de agua usando un bailer. Antes de tomar la muestra se debe ambientar el bailer y comprobar la estabilizaciones de los parámetros medidos in situ. Usando el bailer, tome una muestra de agua y viértala en un recipiente plástico o jarro de capacidad de 1000 mL. Introduzca la sonda en el recipiente y proceda a la medición de los parámetros: pH, temperatura y conductividad eléctrica. Registre los valores medidos en borrador y repita el proceso **3 veces**, constatando la estabilización de sus magnitudes (diferencia máxima de temperatura de 0.2 °C entre mediciones y valores muy próximos de conductividad eléctrica y pH; el procedimiento es similar al descrito en la letra b.2 del numeral 8.2.2.1). Finalmente, complete el formulario correspondiente.

En el Anexo A - Figura A2 se presenta un diagrama de flujo con los procedimientos sugeridos para evaluar las condiciones de purga y muestreo de aguas subterráneas en un pozo y sondeo.

En el Anexo A - Tabla A2 se resumen criterios prácticos para evaluar el registro de parámetros in situ considerando la existencia de bomba, el tiempo desde el último bombeo y la factibilidad de introducir la sonda multiparámetro en el sondeo o pozo.

8.3 Extracción de muestras

8.3.1 Recolección de una muestra desde pozo con bomba

Prepare los envases, colocando las etiquetas correspondientes a cada uno.
Retire las tapas y dispóngalas en un lugar seguro evitando su contaminación.

Una vez finalizado la etapa de medición de los parámetros in situ, proceda a tomar la muestra de agua que será enviada a laboratorio.

En caso de pozo o sondeo con bomba, acerque los envases a la boca de la bomba (o válvula de muestreo), ambientar los envases y llenar cada uno de ellos evitando tocar la boca de la bomba (o de la válvula de muestreo) con el envase.

Verifique que todos los envases hayan sido llenados hasta el volumen mínimo necesario (hombro en envase). En caso de que no se alcance el volumen mínimo, desechar la muestra y repetir la operación anterior.

Coloque las tapas a los envases.

Muévase a un lugar seguro para proceder a la preservación de las muestras (en caso que se realice este procedimiento en terreno) (ver Instructivo Preservación de muestras y etiquetado de envases - LADGA-IM-03).

8.3.2 Extracción usando muestreador bailer

8.3.2.1 Medición de nivel de agua

Como se describe al inicio del numeral 8.2.2 Medición In Situ, la primera operación antes de extraer una muestra adecuada para determinaciones físico químicas, es medir el nivel del agua en el pozo. Para esto se utiliza la sonda de nivel o pozómetro.

8.3.2.2 Purga de sondeo usando muestreador bailer

A continuación se efectúa la purga de los sondeos con el objetivo de desalojar el agua estancada y así obtener muestras representativas del acuífero. El volumen a extraer es variable y el proceso de purga se realiza con el muestreador bailer.

El procedimiento de muestreo mediante la utilización de bailers considera un volumen de purga equivalente a **tres (3) veces** el volumen de agua contenido en el sondeo antes de efectuar el

muestreo definitivo de agua. De este modo se asegura que el agua extraída para el análisis químico sea representativa de las condiciones del acuífero y no del agua almacenada en el mismo (pudiendo ésta ser diferente a la del acuífero, por variaciones ocurridas durante su estancamiento en el interior del sondeo).

Para determinar el número teórico de extracciones que se deben realizar en cada sondeo con el bailer, primero se debe calcular el volumen almacenado en cada sondeo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_{sondeo} = \frac{\pi \cdot D_{sondeo}^{2}}{4} \cdot \left(H_{sondeo} - H_{Agua}\right) \cdot 1000 \qquad \textit{Ecuación 1}$$

Donde:

V_{Sondeo} = Volumen del sondeo, [litros]
D_{Sondeo} = Diámetro de la habilitación del sondeo, [m]
H_{Sondeo} = Profundidad total perforada del sondeo, [m]
H_{Agua} = Profundidad del agua subterránea en el sondeo, [m]

Una vez determinado el V_{Sondeo} y junto con conocer el volumen del bailer (V_{Bailer}), se calcula el número teórico de extracciones (N_{Ext}) para purgar 1 vez el volumen del sondeo, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$N_{Ext} = \frac{V_{Sondeo}}{V_{Bailer}} \qquad \textit{Ecuación 2}$$

Nota: el bailer utilizado en la red de monitoreo DGA tiene un volumen total de 1 litro.

El número teórico de extracciones calculado según estas ecuaciones puede resultar muy alto y por consiguiente puede ser un procedimiento impracticable por el excesivo tiempo que demandaría su aplicación. Para representar esta situación, se puede revisar los ejemplos de cálculo adjuntos en el Anexo B.

8.3.2.3 Método abreviado para muestreo representativo del acuífero

El método que aquí se describe es una alternativa abreviada en comparación con la extracción de 3 veces el volumen del sondeo usando el muestreador bailer, descrito en el numeral 8.3.2.2.

Para ello se requiere asegurar la representatividad de la muestra de agua sobre las condiciones naturales del acuífero.

a) Realice una **primera extracción** de agua con el bailer; verter su contendido en un vaso de precipitado o recipiente adecuado para ambientarlo. Este envase se utilizará para medir los parámetros in situ, por lo que es deseablemente que tenga una capacidad un 1 Litro.
b) Realice una **segunda extracción** y descargue el agua en el mismo vaso de precipitado o recipiente adecuado.
c) Introduzca la sonda multiparámetro en el recipiente con agua y registre el valor de temperatura, conductividad eléctrica y pH en un documento borrador.
d) Realice una **tercera extracción** y descargue el agua en el vaso de precipitado o recipiente adecuado.

e) Introduzca la sonda multiparámetro en el recipiente con agua y registre los valores de temperatura, conductividad eléctrica y pH un documento borrador.
f) Compare las magnitudes de los parámetros medidos. Si las dos medidas de pH y conductividad eléctrica son aproximadamente iguales y la diferencia de temperaturas es menor a 0.2°C, se considera que la representatividad de la muestra es Conforme.
g) Si la diferencia entre los dos registros es mayor a 0.2°C se considera que la representatividad de la muestra es No Conforme y se deben repetir las extracciones sucesivas hasta obtener Conformidad respecto de la representatividad de la última muestra.
h) Una vez demostrada la representatividad Conforme del agua extraída, registre los valore medidos en la última extracción como valores de medición in situ para los parámetros pH, temperatura y conductividad eléctrica en el registro correspondiente (ficha original de muestreo o ficha de emergencia ambiental).
i) En este momento es posible extraer una nueva muestra de agua que será distribuida en los envases plásticos destinados para su análisis en laboratorio.

Par llevar a cabo el procedimiento de muestreo de aguas subterráneas utilizando bailer:

a) Ubique los envases en un lugar seguro evitando que se ensucien.
b) Coloque las etiquetas a los envases.
c) Retire las tapas y ubíquelas en un lugar donde no se ensucien.
d) Sumerja el bailer en el pozo o sondeo y extraiga una porción de agua.
e) Descargue el agua en cada uno de los envases. Ambientar los envases y las tapas.
f) Verifique que hayan sido llenados hasta el volumen mínimo necesario (hombro en envase). En caso de que no se alcance el volumen mínimo, desechar la muestra y repetir la operación anterior.
g) Colocar las tapas a los envases.
h) Muévase a un lugar seguro para proceder a la preservación de las muestras (en caso que esto se realice inmediatamente en terreno).

8.1 Operaciones en terreno

Una vez que la muestra ha sido recolectada, proceder a aplicar el instructivo de preservación y etiquetado de las muestras (LADGA-IM-03).

8.2 Registro de la información en formularios correspondientes

Toda la información relativa al lugar de extracción de la muestra deberá ser registrada en un formulario.

En el caso de puntos de muestreo que conforman la red de calidad, completar documento Registro Original de muestreo.

En caso de emergencias ambientales, utilizar instructivos:

- Procedimientos ante emergencias ambientales (LADGA-IM-07).
- Instructivo llenado de ficha de emergencias (LADGA-IM-08).

8.3 Transporte de muestras

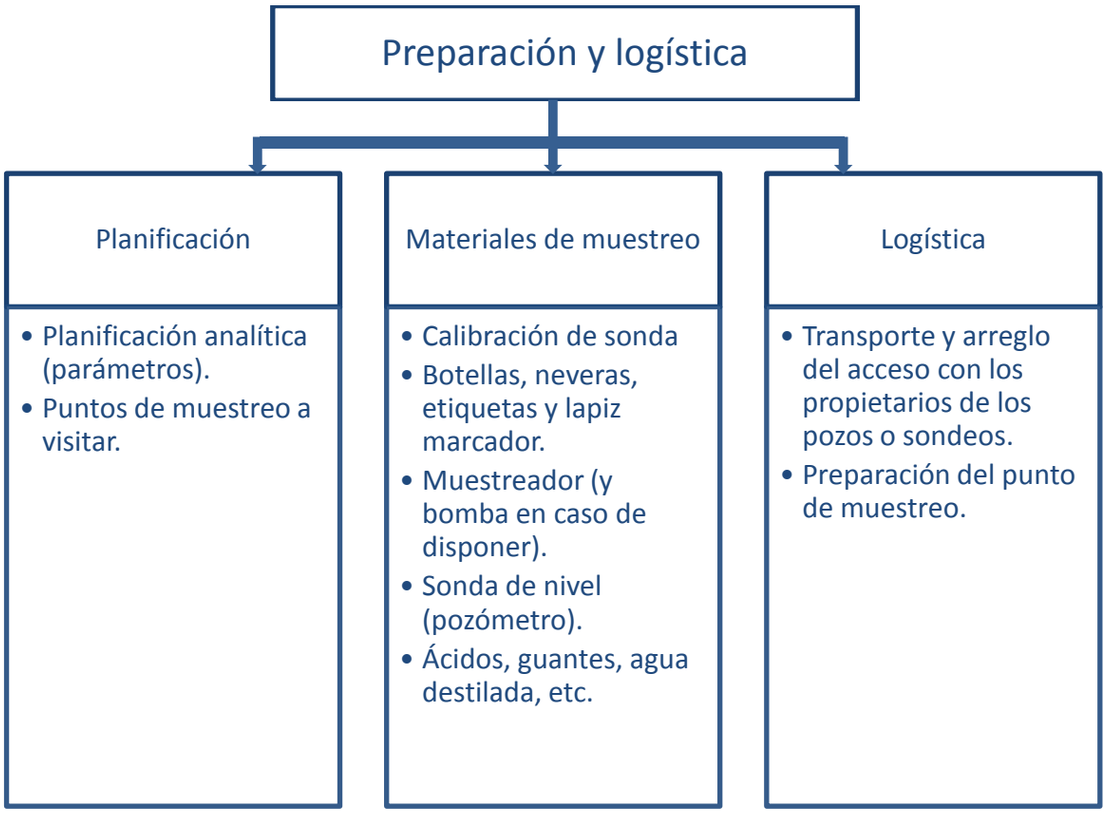
Las condiciones de traslado de botellas desde el punto de muestreo a la oficina de la Dirección Regional, está establecido en el Instructivo Envío y traslado de muestras (LADGA-IM-06).

8.4 Entrega de muestras en el laboratorio

Las condiciones de traslado de botellas desde la oficina de la Dirección Regional hasta el Laboratorio Ambiental DGA, está establecido en el Instructivo Envío y traslado de muestras (LADGA-IM-06).

ANEXO A

Figura A1: Indicaciones para el proceso de preparación y logística del muestreo en terreno.

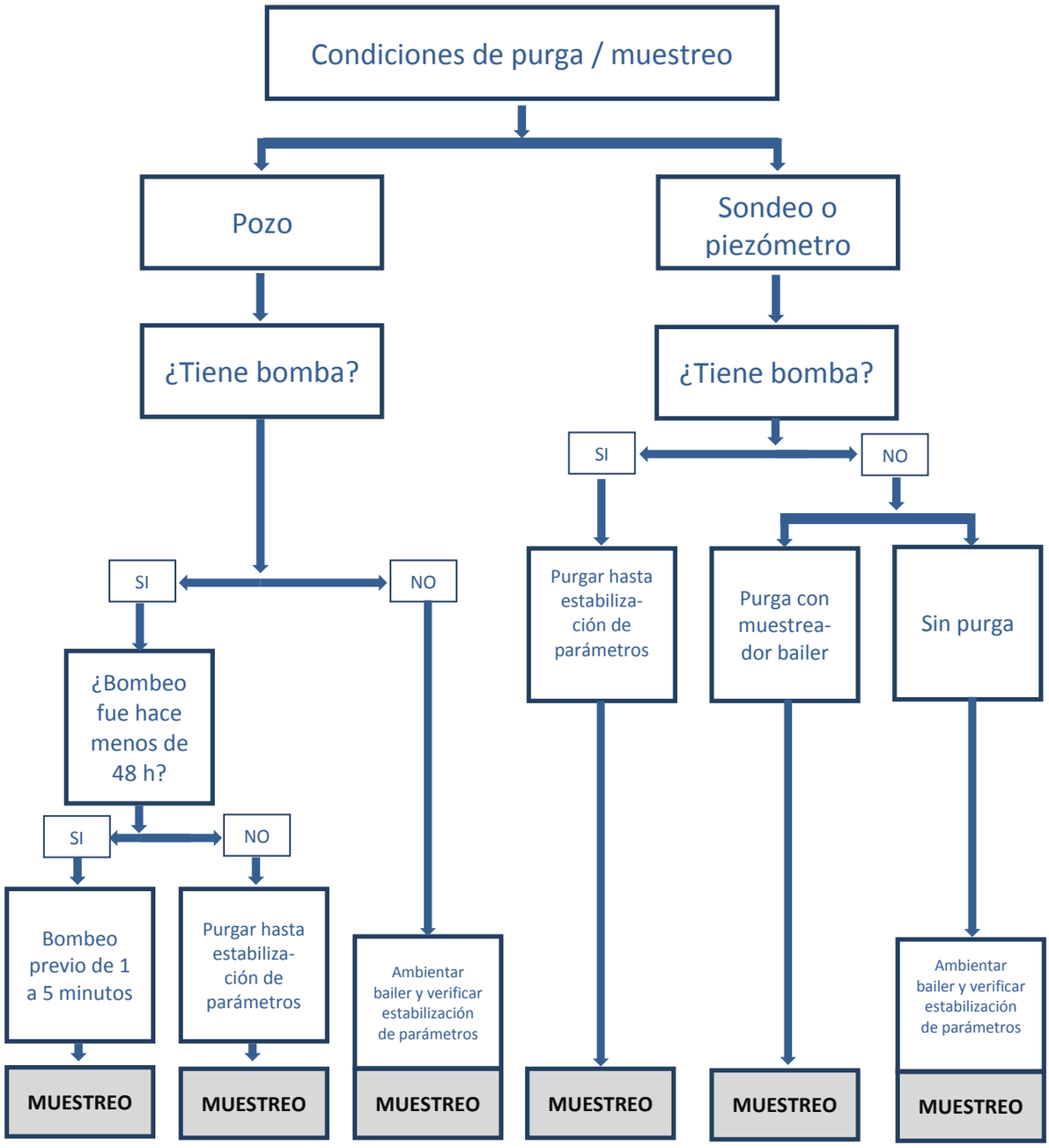


(Modificado de: Guia Pràctica Protocol: mostreig d'aigües subterrànies. ACA, 2005)

Tabla A1: Resumen indicativo de la etapa de preparación de materiales para la campaña en terreno de muestreo de aguas subterráneas.

Logística
Coordinar acceso y puesta en marcha de la captación con el responsable, siempre que sea necesario.
Laboratorio
Asegurarse de contar con la cantidad suficiente de contenedores, ice-pack, botellas y etiquetas.
Acordar fecha, número de muestras y requisitos (especialmente en caso de emergencias ambientales).
Historial
Revisar resultados de los análisis previos (parámetros registrados en terreno).
Portar mapa de la ubicación.
Preparación
Organizar el equipamiento y materiales necesarios (incluidos los implementos de seguridad).
Comprobar la carga de las pilas.
Verificar el funcionamiento de los aparatos de medida (sonda multiparámetro). Revisar manual si se requiere.
Inspeccionar visualmente el estado de los aparatos (bailer, recipiente 1 L).
Disponer de GPS, cámara fotográfica, lápiz indeleble, fichas de registro de datos en terreno.
Recomendable: portar herramientas (destornillador, cinta aislante, tijeras), bolsas plásticas, cinta métrica.
Materiales de purga y de bombeo
Bomba de purga y accesorios (tubos, cables, enchufes, etc.)
Generador /alimentador de corriente.
Sonda de nivel.
Muestreador bailer y carrete con cuerda (incluir peso en caso de necesidad de medir la profundidad del pozo).
Herramientas específicas de muestreo.
Instrumentos para medir los parámetros de campo
Sensores de temperatura, conductivímetro, pH-metro, medidor de oxígeno disuelto (Sonda multiparámetro).
Estándares de calibración para cada sensor de la sonda.
Pilas de recambio.
Envase para depositar agua y hacer las medidas con la sonda.
Equipos de limpieza
Envases para preparar la solución de limpieza.
Agua destilada: 0.5 a 1 litro por pozo.
Rollos de papel absorbente para secar.

Figura A2: diagrama de flujo de procedimientos sugeridos para evaluar condiciones de purga y muestreo de aguas subterráneas.



(Modificado de: Guia Pràctica Protocol: mostreig d'aigües subterrànies. ACA, 2005)

Tabla A2: Resumen de aplicación de criterios para el control de parámetros in situ en aguas subterráneas y la recolección de muestras.

¿El pozo o sondeo a monitorear cuenta con equipo de bombeo?

¿El pozo estuvo en uso recientemente?

¿Se puede ingresar la sonda al pozo?

SI	Bombeo hace menos de 48 h		Puede meter sonda	Si	Introducir sonda y medir en profundidad (pH, T, Cond, OD)	Purgar tubería	Tomar muestra en superficie.
				No	Purgue la tubería		Tomar muestra y mida en superficie (pH, T, Cond).
	Bombeo hace más de 48 h	Purgar pozos, comprobar Estabilidad de paráme-tros	Puede meter sonda	Si	Introducir sonda y medir en profundidad (pH, T, Cond, OD)		Tomar muestra en superficie
				No	Tomar muestra y medir en superficie (pH, T, Cond).		

NO	Puede meter sonda	Si	Introducir sonda y medir en profundidad (pH, T, Cond, OD)	Tomar muestra en profundidad usando bailer.
		No	Tomar muestras en profundidad usando bailer	Verificar parámetros en superficie (pH, T, Cond) y tomar muestra.

ANEXO B

Ejemplo de cálculo de número de extracciones de agua usando un bailer en un sondeo de diferentes dimensiones.

Sondeo	D_{Sondeo} (m)	H_{Sondeo} (m)	H_{Agua} (m)	V_{Sondeo} (litros)	V_{Bailer} (litros)	N_{Ext} (1 vez V_{Sondeo})	N_{Ext} (3 veces V_{Sondeo})
Sondeo 1	0,05	10	5	9,8	1,0	10	30
Sondeo 2	0,05	15	5	19,6	1,0	20	60
Sondeo 3	0,05	20	5	29,5	1,0	30	90
Sondeo 4	0,10	15	5	78,5	1,0	79	237
Sondeo 5	0,20	15	5	314,2	1,0	315	945
Pozo 1	1,00	8	5	2356,2	1,0	3257	4713

Donde:

D_{Sondeo} = Diámetro de la habilitación del sondeo, [m]
H_{Sondeo} = Profundidad del sondeo, [m]
H_{Agua} = Profundidad del agua subterránea en el sondeo, [m]
V_{Sondeo} = Volumen del sondeo, [litros]
V_{Bailer} = Volumen del bailer, [litros]
N_{Ext} = Número de extracciones para purgar 1 vez el volumen del sondeo.

Memoria de cálculo para purga de Sondeo 1:

$$V_{Sondeo1} = \frac{\pi \cdot D_{sondeo1}^{2}}{4} \cdot \left(H_{sondeo1} - H_{Agua}\right) = \frac{\pi \cdot 0{,}05^{2}}{4} \cdot (10-5) \cdot 1000 = 9{,}8\, litros$$

$$N_{Ext} = \frac{V_{Sondeo}}{V_{Bailer}} = \frac{9{,}8\ litros}{1{,}0\ litros} = 10\ extracciones\ (purga\ de\ 1\ vez\ el\ volumen\ del\ sondeo)$$

NOTA:
En general, un gran número de extracciones de agua con el bailer hace impracticable purgar un sondeo o un pozo mediante el uso de este instrumento. Para casos como éstos, se recomienda llevar a cabo el procedimiento alternativo descrito en el numeral **8.3.2 Extracción usando muestreador bailer**.