



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Y GESTIÓN HÍDRICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA PRESENTAR ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN HÍDRICA (DIGH) DEL SENARA, PROYECTOS NUEVOS O EXISTENTES Y TRÁMITES DE PERFORACIÓN DE POZOS (MAYO DEL 2017)

Se presentan y detallan a continuación los términos de referencia con las respectivas especificaciones y metodologías a seguir en cada ítem; esto para la elaboración de los estudios hidrogeológicos a ser presentados para los trámites que atiende la DIGH del SENARA, de acuerdo a lo establecido en la Matriz de Términos de Referencia para la ejecución de Estudios Hidrogeológicos a tramitar en el SENARA, para proyectos nuevos y proyectos existentes según la actividad, obra o proyecto a desarrollar y para trámites de perforación de pozos (Apéndice 1).

Deben presentar al SENARA estudios hidrogeológicos detallados las siguientes actividades, obras o proyectos:

- a. Las actividades, obras o proyectos catalogados como de alta toxicidad.
- b. Las actividades, obras o proyectos a desarrollar en zonas sin mapas de vulnerabilidad y recarga aprobados por SENARA y con densidad poblacional mayor a 80 habitantes por hectárea.
- c. Las actividades, obras o proyectos a desarrollar en zonas sin mapas de recarga aprobados por SENARA donde la cobertura del terreno de la propiedad sea superior al 20%.
- d. Las actividades, obras o proyectos que deseen o requieran evaluar en detalle las características hidrogeológicas del sitio a desarrollar.
- e. Las actividades, obras o proyectos que requieren de altos movimientos de tierra (mayores a 200 m³) que puedan afectar la cobertura natural del terreno, poner en riesgo el acuífero y llegar a afectar la calidad del recurso hídrico.
- f. Las actividades que para efectos de renovación de permisos requieran presentar la Evaluación de sitio para actividades existentes. Los valores para definir si un sitio presenta contaminación serán los establecidos en el Decreto 37757-S - Reglamento sobre valores guías en suelos para la descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames, Gaceta N° 132 del 10 de Julio del 2013; en el decreto ejecutivo 39144-S - Reglamento para la calidad de agua potable, Gaceta N° 84 del martes 3 de mayo del 2005 y modificación del Alcance Digital 69 del 1 de septiembre del 2015, y en la legislación vigente.

No requiere pronunciamiento de SENARA cuando la actividad obra o proyecto a desarrollar por sus características es de baja amenaza y cumple todos los siguientes puntos:

- a. Que no utilicen sustancias de alta toxicidad.
- b. Con la cobertura del terreno inferior o igual al 20% del área de la propiedad.
- c. Con densidades menores o iguales de 80 habitantes / hectárea.

Los siguientes términos de referencia corresponden a los mínimos requisitos a cumplir en los estudios, sin embargo, con base en criterio técnico, el SENARA podrá solicitar la ampliación de los estudios, ya sea por la complejidad hidrogeológica de la zona a desarrollar o bien de las características del proyecto:

ITEM	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, METODOLOGÍAS Y ESCALAS DE TRABAJO
<p>1. Descripción del proyecto</p>	<p>Se debe presentar una descripción detallada del proyecto que se va a desarrollar, incluyendo la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Copia de Plano Catastrado y Número de Finca legibles. • Mapa de ubicación del proyecto con la ubicación de la propiedad, el derrotero geo-referenciado y especificar las coordenadas del centroide de la propiedad. • Datos del desarrollador del proyecto, ya sea persona física o persona jurídica, y nombre del representante legal. • Indicación de la persona autorizada para recibir notificaciones, número de teléfono y correo electrónico. • En caso de que no sea el desarrollador del proyecto quien realiza los trámites en SENARA, se debe aportar la debida autorización por parte del desarrollador del proyecto indicando el nombre y cédula de la persona que realizará los trámites. • Descripción del proyecto a desarrollar, el espacio geográfico en que se instalará con coordenadas levantadas en campo, y otros datos para la evaluación del proyecto, como por ejemplo: tamaño de tanques de almacenamiento, sustancias a almacenar y a utilizar, densidad de población, área de impermeabilización, u otros aspectos relevantes para el conocimiento y evaluación de la actividad a desarrollar.
<p>2. Geología local a escala 1:10 000 con sus respectivos perfiles geológicos</p>	<p>MAPA GEOLÓGICO REGIONAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el Mapa Geológico Regional a escala 1:50 000 para la zona de estudio.

	<p>MAPA GEOLÓGICO LOCAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el Mapa Geológico Local a escala 1:10 000 de un kilómetro cuadrado alrededor del proyecto. • La sección de geología regional y local tienen que ser debidamente correlacionadas. • La escala de las curvas de nivel tiene que ser a 1:10 000 en las zonas donde la información está disponible y a 1:25 000 cuando en el sitio de estudio no exista información a escala 1:10 000; la misma tiene que ser indicada en los mapas impresos. • Solamente para los lugares en donde no exista la información a escala 1:10 000 o 1:25 000 se acepta el uso de las capas a escala 1:50 000. • Aportar Mapa de Afloramientos y Estructuras Geológicas a nivel local de al menos 1 kilómetro alrededor de la zona de estudio. • Elaborar al menos dos perfiles geológicos locales que atraviesen el área de proyecto, con sus respectivas escalas horizontal y vertical, orientación, identificación y simbología. • Se tiene que utilizar la proyección geográfica Costa Rica Lambert Norte o CRTM 05 en caso de que exista la cartografía oficial por parte del IGN.
<p>3. Análisis de información existente de pozos, manantiales, captaciones superficiales y concesiones en base de datos institucionales, (MINAET, SENARA, operadores de servicio de agua potable y otras)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procesar la información de las bases de datos consultadas en las diferentes instituciones, a un radio de 1000 metros como mínimo con respecto al punto central del proyecto, se tienen que confeccionar las bases de datos y el mapa de pozos registrados en las bases de datos del MINAE (Dirección de Agua y SINAC), SENARA, Municipalidad, y acueductos de la zona de estudio o del cantón (AyA, ASADAS, otros). El contenido de las bases de datos es el siguiente: código, expediente de concesión, coordenadas ((longitud-(x), latitud-(y) y altura-(z)), propietario, profundidad total, litología, profundidad del nivel estático, profundidad del nivel dinámico, armado, caudal, medición de niveles en caso de mezcla de acuíferos, minuta de prueba de bombeo, parámetros hidráulicos calculados en la prueba de bombeo, análisis de calidad del agua, información de la concesión de la Dirección de Agua en el MINAE y caudal otorgado. • Realizar el Mapa de Pozos, Manantiales, Tomas superficiales de Agua y Concesiones.
<p>4. Levantamiento de pozos en el campo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para un radio de 500 metros con respecto a la zona del proyecto y con énfasis en la finca, se tiene que realizar el levantamiento en el campo de los pozos (perforados y excavados). • Proceder a medir los niveles estáticos o dinámicos y otra información accesible de los pozos levantados en el campo. • Los pozos levantados en el campo se tienen que geo-referenciar con algún sistema de posicionamiento global (GPS).

<p>5. Levantamiento de manantiales en el campo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para un radio de 500 metros con respecto a la zona del proyecto, se tienen que levantar los manantiales en el campo, se tienen que geo-referenciar con algún sistema de posicionamiento global (GPS). • Establecer si están captados o no; medición del caudal y el uso del agua, litología de la cual aflora el agua subterránea.
<p>6. Levantamiento de captaciones para uso de abastecimiento público de agua superficial (tomas en ríos y/o quebradas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de captaciones para uso de abastecimiento público de agua superficial (tomas de ríos y/o quebradas), esto para un radio de 500 metros con respecto a la zona del proyecto.
<p>7. Determinación in situ de las características hidráulicas de la zona no saturada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>En superficie</u> se deben aportar: la conductividad hidráulica con ensayos utilizando la metodología del ensayo de doble anillo, la clasificación del suelo/roca meteorizada con la norma del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), los análisis de Capacidad de Campo, Punto de Marchitez y Densidad aparente (muestra sin raíces), debidamente suscritos por los profesionales responsables del laboratorio y de geología. Se deben tomar al menos 2 muestras por hectárea para realizar estas pruebas y análisis, las cuales tienen que ser distribuidas en el área del proyecto. Para áreas menores de 1 hectárea se deben tomar 2 muestras como mínimo. • <u>Para la zona no saturada</u>, para los proyectos que requieren la perforación exploratoria (según punto 8) para cada estrato identificado a partir del nivel de desplante del proyecto propuesto, se deben realizar análisis de laboratorio para la determinación de porosidad y clasificación de suelo/roca meteorizada, con la norma del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Incluir curva granulométrica para cada capa de suelos o rocas meteorizadas. Los informes originales se tienen que incluir como el anexo al estudio, debidamente suscritos por el profesional responsable del laboratorio. • Para medios fracturados los datos de porosidad pueden ser presentados de referencia bibliográfica, la cual debe estar citada. • Reportar y analizar la profundidad de los niveles de agua en la zona del proyecto, como insumo fundamental para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual y determinar si son niveles muy superficiales, freáticos o piezométricos. • Determinar la conductividad hidráulica para cada estrato encontrado en la zona no saturada, desde el nivel de desplante del proyecto hasta el nivel de agua subterránea o techo del acuífero (con una profundidad de investigación máxima igual a la de la perforación exploratoria). Es necesario indicar la profundidad de las pruebas y especificar el material que se está ensayando.

	<p>Se pueden utilizar los métodos de: Porchet, Doble Anillo, Le Franc, Guelph, Hvorslev; todas las pruebas deberán ser supervisadas por el profesional encargado en geología.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algunas de la especificaciones técnicas sobre las diferentes metodologías a utilizar en las pruebas de infiltración son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <u>Pruebas de Porchet:</u> dimensiones del agujero de 40 cm profundidad x 20 cm diámetro y la duración mínima de la prueba 60 minutos. Se deben realizar con saturación del suelo de al menos 2 horas previas a los ensayos. <u>Prueba de anillos:</u> Ensayos a nivel del terreno, la duración mínima de la prueba es de 120 minutos. Se deben realizar con saturación del suelo de al menos 2 horas previas a los ensayos. <u>Prueba Guelph:</u> Ensayos a nivel de terreno, duración mínima de 60 minutos. <u>Prueba Le Franc:</u> Ensayos en profundidad con una duración de 60 minutos como mínimo, especificar detalladamente la configuración a utilizar y el tiempo de las mediciones. <u>Prueba de Hvorslev:</u> especificar la geometría del ensayo, profundidad y el tiempo de las mediciones; con una duración mínima de 60 minutos. • Si se define una sola capa de suelo o roca meteorizada se tienen que hacer dos pruebas de infiltración a diferentes profundidades. • Se tiene que aportar como anexo al estudio hidrogeológico, el informe de las pruebas realizadas, con la respectiva metodología, fotografías, la memoria de cálculo, gráfica de análisis (según lo amerite la metodología) y los resultados obtenidos del procesamiento de la información.
<p>8. Realizar perforaciones exploratorias para determinar localmente la estratigrafía y características hidráulicas de la zona de interés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La perforación se debe llevar a cabo mediante el método de rotación con recuperación de núcleos, como mínimo con diámetro de NQ (3 pulgadas). • Ante casos con presencia de fuentes puntuales de contaminación, la ubicación de la perforación exploratoria se tiene que realizar a unos 3 a 5 metros de distancia aguas abajo de la posible fuente de contaminación puntual, según la dirección de flujo modelada esto con base en el diseño de sitio; si eventualmente se ubica en otro sitio diferente al especificado anteriormente, deberá ser justificado técnicamente por parte del profesional en geología. Se debe armar con tubería de 2 pulgadas de diámetro como mínimo. • La profundidad mínima del sondeo de exploración tiene que ser de 20 metros por debajo del nivel de desplante del proyecto. En caso de que se determine la profundidad del nivel del agua subterránea, la profundidad final del pozo será como mínimo de 5 metros por debajo del nivel de agua encontrado.

	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de estudios de zonas de protección de nacientes, la perforación debe ubicarse aguas arriba de la naciente y la profundidad mínima de perforación corresponde a 5 metros por debajo del nivel de afloramiento de la naciente. • Se tiene que aportar el reporte o informe de perforación como anexo al estudio hidrogeológico, el cual tiene que ser debidamente suscrito por el profesional en geología responsable de la supervisión de la perforación del pozo. <u>Ver detalles que tiene que llevar un informe de perforación exploratoria (Apéndice 2).</u> • Si el pozo de exploración NO será utilizado como piezómetro de monitoreo, una vez obtenido el pronunciamiento técnico de SENARA, se tiene que sellar la perforación con una mezcla de concreto y bentonita hasta la superficie, en una relación 3:1. <p>Para los estudios hidrogeológicos que acompañen los trámites de permisos de perforación, en caso que el SENARA considere que la información técnica aportada no sustenta la caracterización del modelo hidrogeológico y las estimaciones realizadas, se podrá autorizar la perforación exploratoria para obtener los parámetros hidráulicos y a partir de estos evaluar la viabilidad técnica de la explotación del pozo para continuar los trámites de concesión. En caso contrario, si se valora que no es viable la explotación, el solicitante deberá proceder con el sellado definitivo de la perforación exploratoria.</p>
<p>9. Análisis de aguas o suelos (bacteriológicos, físico-químicos, orgánicos o pesticidas)</p>	<p>Para proyectos que almacenen y manejen sustancias de alta toxicidad se tienen que realizar análisis de la siguiente manera:</p> <p>Análisis de suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si en la perforación exploratoria no se detecta el nivel de agua subterránea se tiene que realizar análisis de suelos para contenido de hidrocarburos u otras sustancias tóxicas de acuerdo a la actividad a desarrollar o existente. La muestra a procesar se tiene que obtener a 2s metros de profundidad del nivel de desplante de los tanques de almacenamiento de las sustancias. • La muestra tiene que ser referenciada y ubicada espacialmente en el proyecto. • La recolección de la muestra tiene que ser realizada por el personal capacitado del laboratorio en donde se realizarán los análisis y supervisada por el geólogo responsable del estudio hidrogeológico. • Los análisis deben estar en función de las sustancias tóxicas que manejen en la actividad. • En el caso de estaciones de servicio de combustible o tanques de almacenamiento de hidrocarburos, se tienen que realizar análisis de laboratorio para determinación de benceno, tolueno, xileno, etilbenceno, benzo-alfa-pireno e hidrocarburos policíclicos aromáticos; todos los ensayos tienen que estar acreditados y con sus respectivos límites de detección y cuantificación.

	<ul style="list-style-type: none"> • El reporte de los resultados del laboratorio debe ser original y venir debidamente suscrito por el profesional responsable del laboratorio que realizó los ensayos y se tiene que indicar límites de cuantificación y detección, esto como anexo al estudio hidrogeológico. <p>Análisis de aguas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si en la perforación exploratoria se determinan niveles de aguas subterráneas, se tienen que realizar análisis de agua para contenido de hidrocarburos u otras sustancias tóxicas de acuerdo a la actividad a desarrollar o existente. • La muestra tiene que ser referenciada y ubicada espacialmente en el proyecto. • La recolección de la muestra tiene que ser recolectada por el personal capacitado del laboratorio en donde se realizarán los análisis y supervisada por el geólogo responsable del estudio hidrogeológico. • Los análisis deben estar en función de las sustancias tóxicas que manejen en la actividad. • En el caso de estaciones de servicio de combustible o tanques de almacenamiento de hidrocarburos, se tiene que realizar análisis de laboratorio para determinación de benceno, tolueno, xileno, etilbenceno, benzo-alfa-pireno e hidrocarburos policíclicos aromáticos. Todos los ensayos tienen que estar acreditados y con sus respectivos límites de detección y cuantificación. • El reporte de laboratorio tiene que venir debidamente suscrito por el profesional responsable e indicar límites de cuantificación y detección; esto como anexo al estudio hidrogeológico. • El objetivo de realizar estos muestreos para los proyectos nuevos es establecer estudios de línea base de control y monitoreo de la calidad del agua subterránea una vez que entre en operación el proyecto. En los casos de proyectos existentes se busca identificar si existe contaminación producida por la actividad que se desarrolla en el sitio. • En el caso de otros proyectos existentes que requieran evaluaciones de SENARA debido a la solicitud de alguna otra institución gubernamental, el SENARA determinará los tipos de análisis que se deben realizar en suelos y en agua.
<p>10 Aforos de ríos (influencia – efluencia)</p>	<p>Se tiene que describir la metodología y aportar en el estudio hidrogeológico la memoria de cálculo (instrumentos utilizados, ancho de la sección, áreas, velocidades, caudales, software utilizado en el análisis de los datos); esta información se aporta como anexo al estudio hidrogeológico. Se pueden utilizar los métodos de: trazadores, volumétrico, molinetes, químicos, vertederos. Todas las pruebas deberán ser realizadas por el geólogo responsable.</p> <p>La separación entre secciones en el río o quebrada queda a criterio del profesional responsable.</p>

<p>11 Realizar el modelo hidrogeológico conceptual</p>	<p>Realizar un modelo hidrogeológico conceptual que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de acuíferos, espesor de los acuíferos, zona no saturada (cobertura de los acuíferos), parámetros hidráulicos de los acuíferos (porosidad de la zona saturada, porosidad eficaz en la zona saturada, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento), nivel freático o piezométrico, curvas equipotenciales del agua subterránea, dirección del flujo del agua subterránea, cálculo del gradiente hidráulico. • Se tiene que complementar con al menos dos perfiles hidrogeológicos que atraviesen el área de interés. • La correlación entre la información para elaborar perfiles tiene que ser a una distancia menor de 1000 metros. • En caso de que no se cuente con suficiente información en un radio de 1000m, se tiene que complementar la información geológica en profundidad con Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's) u otra metodología de geofísica que permita determinar la estratigrafía de la zona. • Para caracterización de la zona saturada, dentro de la perforación exploratoria se tienen que realizar ensayos para determinar parámetros hidráulicos por medio de pruebas de bombeo o ensayos de permeabilidad de carga constante o variable. Se tienen que especificar las configuraciones, tiempos de medidas utilizadas y se tiene que aportar la minuta de las mediciones realizadas. • Se pueden utilizar los métodos de: Le Franc, Hvorslev, pruebas de bombeo analizadas mediante Jacob, Newman, Theis; todas las pruebas deberán ser supervisadas por el profesional encargado en geología. • Las pruebas de bombeo de pozos cercanos a un radio de 1000m pueden ser utilizadas para obtener la K y T del acuífero, siempre y cuando se tenga certeza de que se capta el mismo acuífero localizado en el subsuelo del área del proyecto, y que se refleje una curva de abatimiento para la evaluación de los parámetros del acuífero. • Se tiene que indicar de dónde se toman los parámetros hidráulicos del acuífero, los análisis de pruebas de bombeo, análisis de la información gráfica y numérica. • Las curvas equipotenciales que se generen deben reflejar los aspectos de efluencia e influencia de ríos, además debe contar con suficientes datos de pozos para la interpolación y tener congruencia con los datos topográficos. Es necesario aportar un cuadro donde indique cuáles pozos utilizó para la construcción de las equipotenciales, e indicar el número de pozo, la altura del pozo, la profundidad del nivel de agua subterránea y la elevación del nivel de agua subterránea. • Se debe aportar el mapa hidrogeológico del sitio, donde se incluyan los pozos y nacientes cercanos al proyecto, el trazo de las equipotenciales (isofreáticas o piezométricas) y líneas de flujo. Se deben indicar explícitamente los números de pozos o nacientes, y la elevación del nivel de agua subterránea en los puntos utilizados para la construcción de las equipotenciales.
---	---

<p>12 Determinación del tiempo de tránsito en la zona no saturada y en la zona saturada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El tiempo de tránsito en la zona no saturada se debe realizar con respecto al nivel de desplante del proyecto, considerando la disminución de la zona no saturada por efecto de excavación y remoción de tierra. • La porosidad total a utilizar debe ser la obtenida por análisis de laboratorio para la zona no saturada. • Para la conductividad hidráulica se tienen que utilizar los datos obtenidos en los ensayos de campo mediante las metodologías y los ensayos indicados en el ITEM 7. • El tiempo de tránsito en la zona saturada se debe realizar en función del gradiente hidráulico y la dirección de flujo, hacia un punto de control que puede ser un pozo, manantial, río o quebrada. • Para la zona saturada se debe utilizar el dato de porosidad efectiva. Se pueden realizar análisis de laboratorio o tomar valores de referencia según la litología encontrada. <p>Para el cálculo de tiempo de tránsito de sustancias bacteriológicas debe aplicarse la metodología de Rodríguez 1994 "Normas para el cálculo de tiempo de tránsito entre los drenajes de tanques sépticos y las fuentes de agua subterránea". En caso de que el componente sea de tipo orgánico e inorgánico debe aplicarse la ecuación de retardación. Ver apéndices 3 y 4 respectivamente.</p>
<p>13 Realizar las respectivas zonas de captura o protección de los pozos y manantiales</p>	<p>Realizar las respectivas zonas de captura o protección de los pozos y manantiales reportados y levantados en el campo, así como los ubicados en la propiedad a desarrollar. También a una distancia de 500 metros de los linderos de la propiedad en relación a fuentes de abastecimiento público, y una distancia de 200 metros para otras fuentes. Se debe delimitar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La zona operacional de protección absoluta de 15 metros para pozos y manantiales en acuíferos libres, y de 10 metros para el caso de pozos y manantiales captando acuíferos confinados. • La geometría de las zonas de captura y protección, correspondiendo a las isócronas de: <ol style="list-style-type: none"> a) Zona de protección absoluta para un tiempo de tránsito (t) de 70 ó 100 días, medio poroso o fracturado respectivamente. b) Zona de protección intermedia para un tiempo de tránsito (t) de 5 años, (1825 días). <p>La metodología completa, para el cálculo de las zonas de protección se puede consultar en el Apéndice 5 sobre las metodologías y fórmulas a utilizar.</p> <p>En caso de que no se cuente con los parámetros necesarios para realizar las zonas de captura, se deben contemplar las zonas de protección establecidas por ley. Queda a criterio de SENARA valorar si procede la justificación indicada.</p>

<p>14 Análisis de la Vulnerabilidad Hidrogeológica</p>	<p><u>Vulnerabilidad intrínseca</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Para valorar la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de los acuíferos, se utilizará como base el mapa hidrogeológico local y el modelo hidrogeológico conceptual local. • Realizar la valoración de la vulnerabilidad intrínseca por medio de la metodología GOD (Foster e Hirata, 2002), u otro método, el cual se tiene que justificar según las características de la zona no saturada y el tipo de acuífero modelado a nivel local. • Si se utiliza la metodología GOD, para la asignación del parámetro G se tiene que usar la categorización del parámetro realizada por el SENARA, según el gráfico del GOD que aparece en el Apéndice 6. • El análisis debe realizarse a nivel de desplante donde se ubicarán las posibles fuentes potenciales de contaminación.
<p>15 Análisis de amenaza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las cargas contaminantes (en cuanto a toxicidad y densidad de población), características de los efluentes potenciales esperados del proyecto, y en función de la cobertura por infraestructura o impermeabilización.
<p>16 Análisis de recarga</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Debe aplicarse la metodología de cálculo de Balance Hídrico de Suelos de Schosinsky, G. (2006), "Cálculo de la Recarga Potencial de los Acuíferos mediante un balance hídrico de suelos", publicada en la Revista Geológica de América Central 34-35:13-30 pág. • La conductividad hidráulica en superficie se tiene que obtener mediante la metodología de doble anillo (ITEM 7). • La definición de nivel de recarga acuífera para un sitio específico se calculará según los siguientes parámetros establecidos por SENARA: <ul style="list-style-type: none"> ○ Alta recarga: Cuando el valor de la recarga potencial en el sitio del proyecto corresponde a un valor > de 30 % de la precipitación media anual de la zona. ○ Media recarga: Cuando el valor de la recarga potencial para el sitio corresponde a valores entre 10 % y 30 % de la precipitación media anual de la zona. ○ Baja recarga: Cuando el valor de la recarga potencial para el sitio corresponde a valores < a 10% de la precipitación media anual de la zona.

<p>17 Riesgo de afectación a la calidad y cantidad de las aguas subterráneas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analizar el riesgo a la afectación a la calidad y cantidad de las aguas subterráneas.
<p>18 Disponibilidad de agua para el proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se tiene que indicar la fuente o el ente operador de abastecimiento de agua en la zona. Si el abastecimiento es por medio de operador debe aportar la carta de disponibilidad y si es por autoabastecimiento debe presentar la concesión dado por la Dirección de Agua del MINAE para el proyecto.
<p>19 Evaluación del riesgo de la intrusión salina*</p>	<ul style="list-style-type: none"> La metodología completa para el análisis de riesgo de intrusión salina requerido se puede consultar en el Apéndice 7.
<p>20 Disminución de zona de protección de pozos*</p>	<p>Para el caso de una solicitud nueva de un permiso de perforación de un pozo, o de pozos existentes, se deben delimitar los siguientes puntos, esto para el cálculo de la disminución de la zona de protección de los 40 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> La zona operacional de protección absoluta de 15 metros para pozos en acuíferos libres, y de 10 metros para el caso de pozos captando acuíferos confinados. La geometría de las zonas de captura y protección, correspondientes a las isócronas de: <ol style="list-style-type: none"> Zona de protección absoluta para un tiempo de tránsito (t) de 70 ó 100 días, medio poroso o fracturado respectivamente. Zona de protección intermedia para un tiempo de tránsito (t) de 5 años (1825 días). <p>La metodología completa, para el cálculo de las zonas de protección se puede consultar en el Apéndice 8 sobre las metodologías y fórmulas a utilizar.</p>
<p>21 Radio de interferencia entre pozos y otros cuerpos de agua*</p>	<ul style="list-style-type: none"> La metodología completa para el análisis del radio de interferencia entre pozos y otros cuerpos de agua se puede consultar en el Capítulo 6: Radios de influencia entre pozos y cuerpos de agua, publicada en el Alcance 105 de la Gaceta 147, del 12 de julio de 2012.
<p>22 Análisis de disponibilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración del cálculo de disponibilidad de agua en el acuífero por medio de la metodología $Q=TiL$, de acuerdo a lo establecido en oficio DIGH-CIR-004-2012, la cual se basa en lo indicado en el acuerdo del Comité



**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Y GESTIÓN HÍDRICA**
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

de agua en zonas con características hídricas especiales*	Técnico Interinstitucional SENARA-AyA-MINAET del 18 de octubre de 2011 y la modificación del 21 de febrero del 2012, (Apéndice 9).
23 Declaración jurada de los estudios hidrogeológicos entregados	<ul style="list-style-type: none">• El profesional en geología deberá redactar un documento en donde acepta la responsabilidad profesional por la información técnica-científica que aporta en el mismo y los respectivos anexos, así como por las conclusiones y recomendaciones obtenidas en los análisis de la información.

*Aplican para solicitudes de permisos de perforación de pozos

APÉNDICE 1

**MATRIZ DE TERMINOS DE REFERENCIA PARA LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS
HIDROGEOLOGICOS A TRAMITAR EN EL SENARA, PROYECTOS NUEVOS Y PROYECTOS
EXISTENTES**

APÉNDICE 2

**ASPECTOS QUE DEBE INCLUIR UN INFORME DE PERFORACIÓN DE PIEZOMETROS DE
INVESTIGACIÓN Y DE MONITOREO PARA ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS**

APÉNDICE 3

**METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE TIEMPO DE TRANSITO DE SUSTANCIAS
BACTERIOLÓGICAS**

APÉNDICE 4

**METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE TIEMPO DE TRANSITO DE SUSTANCIAS
ORGÁNICAS E INORGÁNICAS**

APÉNDICE 5

**METODOLOGÍA PROPUESTA POR LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN
HÍDRICA DEL SENARA PARA LE REDEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE CAPTURA DE POZOS Y
MANANTIALES**

APÉNDICE 6

**GRÁFICO DE CATEGORIZACIÓN DEL PARÁMETRO G DE LA METODOLOGÍA GOD
REALIZADA POR EL SENARA**

APÉNDICE 7

METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE INTRUSIÓN SALINA

APÉNDICE 8

**METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL ÁREA DE PROTECCIÓN BACTERIOLÓGICA DE
POZOS**

APÉNDICE 9

**DIGH-CIR-004-2012 – TERMINOS DE REFERENCIA DE ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS
PARA LA PERFORACION DE POZOS EN LAS ZONAS REGULADAS CON ESTUDIO DEL VALLE
CENTRAL**