Consejo de Gobierno del
Régimen Especial
de Galápagos

1. DATOS INICIALES DEL ESTUDIO DE PREINVERSIÓN

1.1. **Tipo de solicitud de dictamen: CUP No.** 040450000.0000.378247,
1.2. **Dictamen de prioridad: Oficio No. SENPLADES-SZ5M-2014-0654-=F**

Nombre del estudio de pre inversión:

Estudios de pre factibilidad para la exploración y cuantificación del recurso hídrico subterráneo y protección de las zonas de interés hidrogeológico en las islas pobladas de Galápago.

1.3. **Entidad:** Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos**,** Dirección de Planificación.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Antecedentes

El Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, como órgano rector de la política pública, la administración y regulación de las actividades que se realizan en la provincia (Constitución Art. 258; COOTAD Disposiciones transitorias) tiene en sus atribuciones:

1. Ejecutar obras en cuencas y micro cuencas y planificar y construir, operar y mantener sistemas de riego en el marco de las políticas nacionales del órgano rector correspondiente (Numeral r, disposiciones transitorias COOTAD);

   s). Fomentar las actividades productivas provinciales (Numeral s, disposiciones transitorias COOTAD);

   c). Elaborar y presentar al Consejo de Gobierno para su aprobación la propuesta del Plan de Desarrollo y Ordenación del Territorio del Régimen Especial de Galápagos (Numeral c, disposiciones transitorias COOTAD).

   d). Identificar en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados, la Dirección del Parque Nacional Galápagos y las demás instituciones que integran la función ejecutiva, *las prioridades en materia de investigaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales*, marinos y terrestres, *aguas subterráneas y superficiales para el abastecimiento de usos agrícolas, para la adopción de medidas de planeamiento ambiental para el ejercicio sostenible y sustentable de las actividades agrícolas dentro de la Provincia* (Numeral d, disposiciones transitorias COOTAD).

El Consejo Nacional de Competencias, en el 2011 mediante Registro Oficial No. 8, en su Art. 4 establece al ¨*Consejo de Gobierno de Galápagos, órgano de administración de la*

Provincia, le corresponde ejercer la rectoría local, la regulación, la planificación el control en todos los sistemas de riego y drenaje dentro de la Provincia¨. Este mismo instrumento, en su Art. 3 establece que ¨El ente rector del sector agropecuario deberá actualizar el déficit hídrico de la provincia.

Históricamente, el Consejo de Gobierno, ex Consejo del INGALA, conjuntamente con otras entidades de estado y la cooperación internacional, ha realizado estudios exploratorios para entender la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo en las islas (INGALA, ORSTOM y PRONAREG, 1989). Más recientemente, a partir del año 2003, d´Ozouville y su equipo de trabajo ¨Estudios Integrados del Agua¨, conjuntamente con la Universidad Pierre y Marie Curie, la Escuela Politécnica Nacional y el École Normale Supérieure de Francia, en coordinación de las entidades provinciales gubernamentales, han realizado estudios hidrológicos e hidrogeológicos principalmente en las islas Santa Cruz y San Cristóbal para entender la hidrología y hidrogeología de las islas.

Los estudios exploratorios geofísicos e hidrogeológicos, indican la posible presencia de acuíferos subterráneos de gran importancia en las islas San Cristóbal y Santa Cruz (Auken et al. 2009; INGALA, PRONAREG, ORSTOM, 1989). En Santa Cruz, los datos de resistividad sugieren la presencia de un acuífero subterráneo de 50 km^2 en el lado sur de la isla. En San Cristóbal, el sistema de acuíferos subterráneos, alimenta el sistema de cuencas y los manantiales[1] superficiales en el lado de barlovento[2] de la isla. Se han realizado análisis y generado mapas detallados del rango de resistividades conocidas como correspondientes a basaltos saturados en agua o roca alterada arcillosa saturada en agua 30-70 ohm.m y 50-200 ohm.m. Se ha calculado el grosor de la capa de baja resistividad. Se cuenta con mapas de la interfaz de la intrusión salina en el acuífero basal y se determinado las zonas importantes para la recarga hídrica desde 1989, sin embargo estos resultados no han derivado en acciones concretas para la protección de las mismas, existiendo el riesgo de contaminación y alteración del ciclo hidrológico.

En la isla San Cristóbal, se han contado por lo menos unos 30 manantiales que fluyen a la superficie de forma permanente. La Honda por ejemplo, ha tenido escorrentía permanente incluso durante la época de sequía prolongada de 1984-1985, lo cual confirma el *origen esencialmente subterráneo del agua de las cañadas (*Quang, 1985). Actualmente se han determinado los caudales de algunos de los manantiales existentes como El Plátano (6 l/s), Cerro Gato (27 l/S), la Toma de los Americanos (19 l/s), La Policía (6 l/S/), el Chino (20 l/s), la Honda (30 l/s), las Goteras y se ha construido cierta infraestructura de almacenamiento.

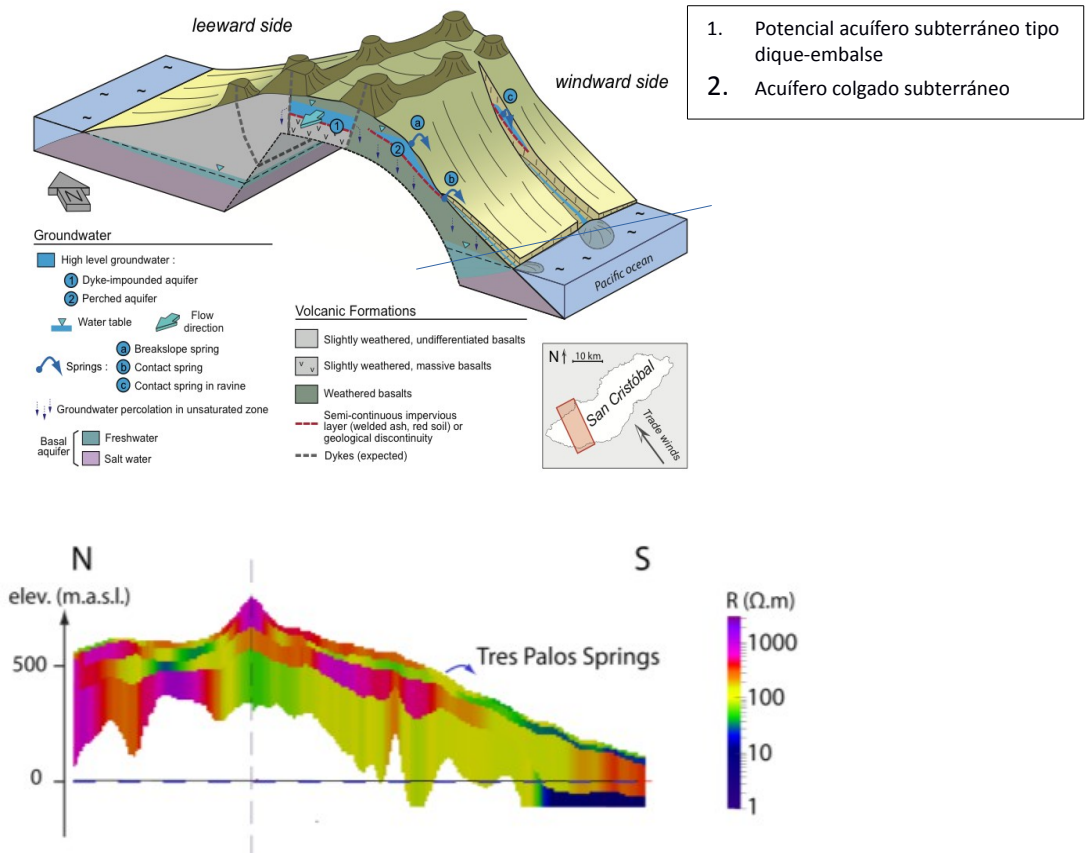
La planta de agua potable que administra el GAD de San Cristóbal, utiliza el agua proveniente de Cerro Gato. En San Cristóbal tanto SENAGUA como la Universidad Politécnica, la Universidad Pierre et Marie Curie a través de estudiantes ecuatorianos,

1Manantial: Fuente natural de agua que brota de la tierra o las rocas alimentado por un acuífero subterráneo

2Barlovento: área sur-este donde los vientos marinos dejan la humedad en forma de garúa y lluvia

toman datos para determinar el balance hídrico de las cuencas y modelar la disponibilidad de agua presente y futura. Sin embargo, es importante complementar la información con perforaciones verticales para determinar la disponibilidad subterránea del acuífero colgado.

Fig. 1. Geofísica e interpretación San Cristóbal (d'Ozouville et al., 2008 y Pryet et al. 2011, 2012)

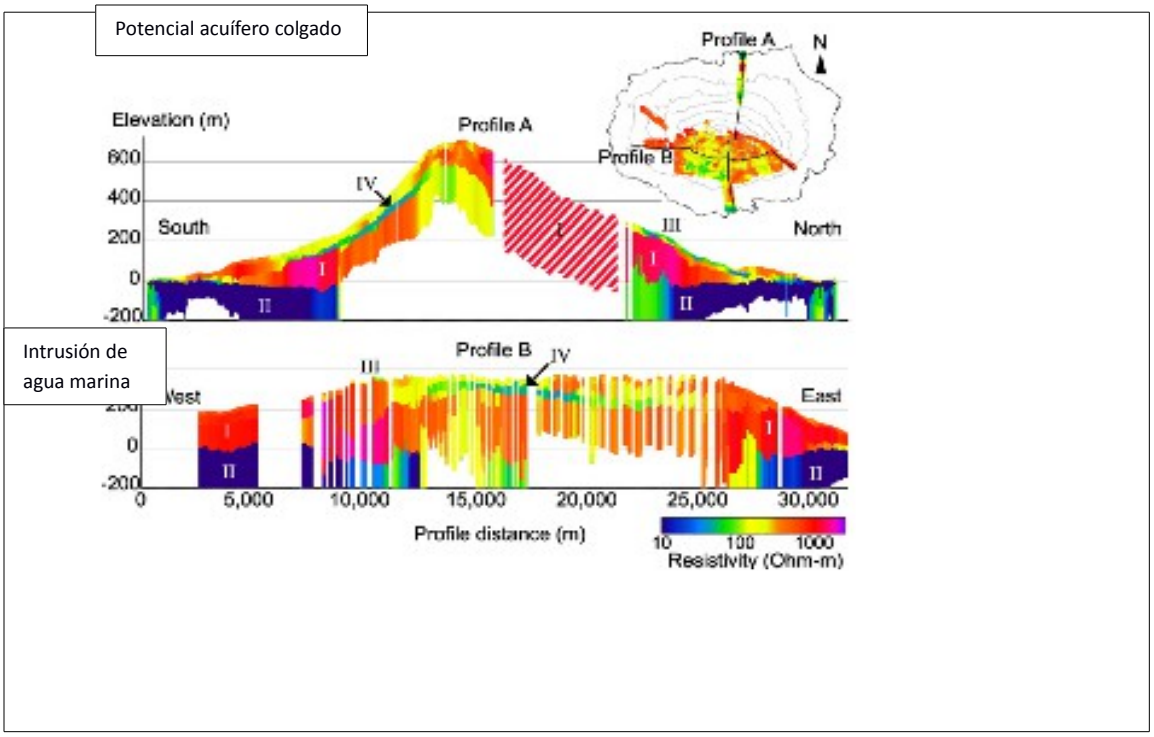


Santa Cruz carece de agua dulce superficial y existe desabastecimiento de las poblaciones rurales en épocas de sequía, debido a que dependen exclusivamente del agua de lluvia que colectan en pequeños tanques de almacenamiento. La población de Puerto Ayora se abastece de agua salobre de un acuífero denominado el Pozo Profundo, localizado a unos 3 km de Pto. Ayora, la cual es bombeada por turnos a la población quien amacena en pequeños tanques que suplen sus necesidades de 1-3 días. Santa Rosa se abastece de un

pequeño manantial ¨la Vertiente¨ (menos de 1 l/s). El resto de la población rural colecta agua de lluvia en los techos y se abastece de esa forma todo el año. En épocas de sequía las poblaciones de las zonas altas compran tanqueros de agua salobre que es extraída en las zonas costeras de los poblados. Eso es costeado por los agricultores por lo menos unos 4-6 meses al años por lo que el costo de los productos suben. El agua extraída de las grietas cercanas a la costa, tiene altos contenidos de cloruros (Santa Cruz e Isabela) y está lamentablemente contaminadas con residuos orgánicos y químicos. La principal fuente de contaminación de las grietas es el vertido directo de aguas servidas negras, grises aguas por parte de las viviendas, hoteles, talleres de automotores y pequeñas fábricas.

Los estudios de geofísica usando métodos de resistividad electromagnética, realizados por el proyecto ¨Estudios Integrados del Agua¨, liderados por d`Ozouville, han sugerido la posible presencia de un acuífero de 50 km^2 en el lado sur de la isla (Auken et al. 2009). Estas zonas coincidirían con valores de baja resistividad (50-130 ohm.m) el cual tendría un grosor de 10 m. en las zonas más bajas y hasta 80-160 m en las zonas más altas (Auken et al. 2009). Estos estudios preliminares demuestran que este potencial acuífero descargaría en algún punto al acuífero base de agua salada y no tiene salida hacia el exterior en forma de manantiales. La intrusión de agua marina se observa desde la costa hasta unos 5 km hacia el interior de la isla y agua dulce-salobre hasta los 30 m.s.n.m en el lado sur y en el lado norte hasta los 90 m.s.n.m. Los estudios de geofísica presentados por Auken et al. 2009, deben ser acompañados de estudios de perforaciones verticales u horizontales para evaluar la calidad y cantidad de agua presente y su potencial para uso humano.

Fig. 2. Geofísica e interpretación Santa Cruz (d'Ozouville et al., 2008; Auken et al. 2009)



En Isabela al igual que en Santa Cruz, no existen escorrentías superficiales de agua dulce, la población se abastece de agua salobre extraída por bombeo de las grietas, cercanas a la costa por lo que el agua contiene altos niveles de cloruros y está contamianda por falta de un sistema de saneamiento. En las zonas rurales, la población colecta agua de lluvia en los techos de las casas, la cual escacea en la época de sequía. Los potenciales acuíferos subterráneos, se basan en el conocimiento de los estudios del INGALA-ORSTOM PRONAREG (1989). Se conoce por ejemplo que esto acuíferos estarían alrededor de las cumbres de Sierra Negra sin embargo aún hace falta la exploración geofísica del sitio utilizando métodos eléctricos debido a la posible profundidad de los mismos. Aunque es posible que siendo una isla joven a diferencia de las demás islas pobladas, esto acuíferos estarían confinados a pequeñas zonas. Se conoce que existe descarga de manantiales de agua salobre visibles en marea baja como la del Estero cuyo caudal es del orden de 500 l/s (15 mm3/año) (Quang, 1985). Lo que indicaría la retención de agua de lluvia en acuíferos basálticos aguas arriba. Los estudios de geofísicos con tecnología especializada están por realizarse en esta isla al igual que Floreana.

Floreana La población se abastece de un manantial llamado el Asilo de la Paz la cual tiene un caudal muy pequeño. El agua es distribuida a las casi 60 familias de la isla dos veces por semana por una o dos horas. La isla sufre seriamente por desabastecimiento de agua, principalmente en la época seca. La cuantificación y exploración de aguas subterráneas ha sido sugerido ya desde los primeros estudios exploratorio realizados en las islas en los 80´ (Quang 1985; INGALA-ORSTOM-PRONAREG) debido a que mejorarían la calidad de agua, mejorarían los sistemas productivos y de riego, serían más económicos que desalinizar el agua y serían una fuente permanente de aprovisionamiento en caso de ocurrir un desastre en las costas causados por el cambio climático. Igualmente en el 2011, el CGREG conjuntamente con SENAGUA (Quito) el equipo de expertos del grupo Estudios Integrados del Agua, esbozaron un proyecto exploratorio para conducir estudios subterráneos del agua, sin embargo es conocido que no se dio debido al cambio de autoridades en esa época por lo que actualmente el Consejo de Gobierno ha decidido retomar dichos estudios.

Los estudios geomorgológicos, realizados por el INGALA-ORSTOM-PRONAREG (1989), demuestra la presencia de potenciales acuíferos subterráneos formados por las capas basálticas principalmente en la parte central y los flancos meridionales de las cumbres de Cerro Pajas o de la Paz. Al igual que en Isabela aún hace falta complementar la fase geofísica y de perforaciones verticales.

Ausencia de un sistema de almacenamiento de agua en caso de riesgos:

El Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en conjunto con la Secretaría de Gestión de Riesgos, analiza y ha dispuestos zonas seguras de evacuación en las zonas alejadas de los puertos, pero

ninguna de éstas cuenta con sistemas de abastecimiento de agua en caso de ocurrir un desastre en las costas. Todas las fuentes de aprovisionamiento en la isla Santa Cruz e Isabela están en las costas y las islas San Cristóbal y Floreana por lo que se hace necesario la identificación de fuentes de aprovisionamiento permanentes en la forma de acuíferos subterráneos en las zonas altas en caso de tsunamies.

Zonas de recarga hídrica e importancia hidrogeológica y los riesgos de contaminación

Las zonas de recarga hídrica, han sido ya identificadas desde 1989 con los estudios geomorfológicos e hídricos (INGALA, ORSTOM, PRONAREG, 1989). Más recientemente, d´Ozouville mediante estimaciones inferidas de datos de precipitación, transpiración y evapotranspiración, ha definido las zonas de recarga hídrica para la isla Santa Cruz. Se han estudiado las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo que han servido para determinar la potencialidad de infiltración del agua hacia las zonas de recarga Adelinet (2008). Los suelos de las zonas húmedas de Santa Cruz y San Cristóbal (sobre los 300 m.s.n.m), tienen una conductividad hidráulica menor a 10^{-5} m s^{-1}. Estos suelos, por tener una exposición constante a la humedad contienen arcilla y poseen poros muy pequeños facilita la retención de agua, así en las épocas de lluvia, se forman pozas superficiales permanentes y temporales de agua dulce, y en épocas de abundante lluvia se formen cauces de escorrentías de agua formando las conocidas ¨encañadas¨ que desembocan en el mar. En las islas pobladas, estas zonas corresponden a las zonas agrícolas donde se realizan actividades como la agricultura, uso de herbicidas, turismo, construcción de infraestructura, entre otras. Todas estas actividades ponen en riesgo la recarga natural de los acuíferos subterráneos en las islas pobladas.

Oferta y demanda

En 1985 una misión realizada por la UNESCO (Quang, 1985), calculó el potencial hidráulico basado en datos de precipitación, transpiración y evapotranspiración. Sin embargo estos estudios están desactualizados y fueron hechos de forma exploratoria y en base a supuestos. Es necesario actualizar dicho estudio pero con datos seriados basados en redes de estaciones hidro meteorológicas. Actualmente, el Instituto de Educación para el agua de la UNESCO a través de una estudiante ecuatoriana, realiza un proyecto sobre el cálculo de la demanda hídrica en la islas Santa Cruz. Aunque éstos son buenos avances lideradas por iniciativas individuales, no son proyectos que abarcan un cálculo que inlcluya a la provincia y sobre todo en temas de riego para la agricultura, ganadería, pequeña industria y uso doméstico, incluidos en esta propuesta.

2.2. Características del estudio

El presente estudio tienen los siguientes componentes:

2.2.1. **Definición participativa de las zonas de recarga hídrica y interés hidrológico en las islas pobladas de Galápagos; Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana e Isabela**

Actualmente, se han identificado las zonas de importancia hidrogeológica de las islas Santa Cruz y San Cristóbal, utilizando los datos de geofísica y heliportada y se cuenta con estudios limitados, para las islas Isabela y Floreana. Aún con estos datos, no se ha realizado una definición participativa con los propietarios de fincas (la mayor parte de las mismas está en las zonas agrícolas) para lograr acuerdos de buenas prácticas de protección de las de recarga hídrica e interés hidrogeológico. Los datos de geofísica arrojan información de la posible presencia de potenciales acuíferos subterráneos, mas las áreas ni las zonas están delimitadas en el campo ni con las autoridades competentes. No se tienen normativas de uso de suelo para proteger estas zonas de usos que pongan en riesgo la cantidad y la calidad del recurso.

La lluvia en las zonas de recarga de los acuíferos son la principal y más importante fuente de abastecimiento de agua para los diferentes cursos, manantiales y cuerpos de agua subterráneos. Sin embargo, muchas de las prácticas en actividades como la agricultura, la ganadería, la invasión de especies exóticas, el desarrollo urbanístico o la industria alteran las características de las zonas de recarga hídrica y dificultan la infiltración del agua al erosionar, compactar, impermeabilizar y dejar descubierto el suelo, lo cual altera la escorrentía superficial, disminuye la recarga de los acuíferos y por ende el nivel de las aguas subterráneas (acuíferos). Además de la calidad del agua, que con frecuencia se vuelve inadecuada para el consumo humano u otros usos como el riego (Matus, 2009). En buena medida, el deterioro de las zonas de recarga hídrica y la disminución de la recarga se debe, por una parte, a que no se sabe dónde se ubican las principales áreas de recarga y, por otra, a que los actores locales u organismos responsables del manejo de las cuencas no disponen de metodologías prácticas necesarias para identificar dichas zonas. Según Faustino (2006), de acuerdo con el movimiento del agua en el suelo, subsuelo y manto rocoso, las zonas de recarga hídrica se pueden clasificar en:

Zonas de recarga hídrica superficial: corresponden a prácticamente toda la cuenca hidrográfica, excepto las zonas totalmente impermeables. Después de cada lluvia, la zona de recarga hídrica superficial se humedece y origina escorrentía superficial, dependiendo de las condiciones de drenaje (relieve del suelo y saturación). La medición de ese caudal se realiza en el cauce principal del río y se conoce como descarga superficial o caudal de escorrentía superficial.
Zonas de recarga hídrica subsuperficial: corresponden a las zonas de la cuenca donde los suelos tienen capacidad para retener el agua o almacenarla superficialmente sobre una capa impermeable que hace que el flujo horizontal en el subsuelo se concentre aguas abajo

en el sistema de drenaje. Es la ocurrencia de caudales en la red hídrica, aun cuando las lluvias hayan finalizado, que dependen de la cantidad de precipitación y el efecto "esponja" del suelo (libera lentamente el agua). Este caudal se mide igual que en el caso anterior y puede ocurrir después de las lluvias y en épocas secas, cuando el agua proviene de bosques.

Zonas de recarga hídrica subterránea: corresponden a las zonas de la cuenca (sitios planos o cóncavos y rocas permeables) donde el flujo vertical de la infiltración es significativo; esta es la que forma o alimenta los acuíferos. Para la evaluación se pueden considerar dos métodos: directo (estudios geofísica realizados ya para Santa Cruz y San Cristóbal) e indirecto (mediante el balance hidrogeológico planteados en este estudio).

2.2.2. Perforación y monitoreo de acuíferos subterráneos en las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana

La exploración de agua subterránea se hace a través de perforaciones en zonas predichas por los análisis geofísicos. Las islas Santa Cruz y San Cristóbal y cuentan con dichos estudios y el presente incorporará las dos islas faltantes; Isabela y Floreana. En base a los resultados de la campaña de geofísica heliportada que se realizó en Galápagos en Mayo 2006, y que se analizó entre el año 2007 y 2011, se presenta la hipótesis de la existencia de un acuífero colgado en la parte alta de la isla Santa Cruz y dos acuíferos en San Cristóbal. En Santa Cruz, a diferencia de San Cristóbal, este acuífero no tiene salida a la superficie por lo cual no se manifiesta presencia de vertientes o ríos permanente en esta isla pero estaría confinado a unos 160 m. de profundidad.

2.2.3. Determinación de la demanda actual y futura de agua

Si bien existe actualmente un estudio para determinar la demanda de agua en las zonas urbanas y costeras de la isla Santa Cruz, que puede ser extrapolado par las demás islas pobladas, aún no se ha realizado un estudio sobre la demanda hídrica para los sectores agropecuario, riego, industria (avícolas, lácteos, etc.) y se establezca el déficit en base al cálculo de la oferta.

2.2.4. Propuesta de normativa para protección de las cuencas hidrográficas de las islas y las zonas de recarga e importancia hidrogeológica

Si bien para la parte continental se trabaja en la ley de aguas y se han formulado ya las políticas de protección del recurso hídrico por parte de SENAGUA, es necesario revisar las existentes a nivel nacional definir las normativas dentro del régimen especial. El sistema hidrológico de las islas, por sus características volcánicas, requiere de un enfoque particular a la protección del recurso hídrico.

2.2.5. Educación y sensibilización de la conservación del agua

Al momento el Consejo de Gobierno no cuenta con un plan de sensibilización y educación para la protección del recurso hídrico con un enfoque de cuenca dirigido a la ciudadanía. Si bien, existen varias publicaciones científicas, no se ha difundido propiamente esta información existiendo un desconocimiento generalizado en cuanto a la dinámica del recurso en las islas. Se ve en las zonas pobladas desperdicio lo que indica que no se tiene una idea clara de lo limitado que es el recurso, así como también prácticas no sustentables en las zonas de recarga. Por ello el Consejo de Gobierno quiere definir algunas campañas de información y sensibilización sobre lo que se conoce al momento del agua y las prácticas sustentables que son necesarias por parte de la ciudadanía para conservar el recurso a largo plazo.

2.2.6. Estudios de geofísica en las islas Isabela y Floreana

Los estudios geofísicos utilizando técnicas electromagnéticas y eléctricas modernas han sido conducidos únicamente en Santa Cruz y San Cristóbal pero no en Isabela y Floreana. Los métodos geofísicos son utilizados para la exploración de las aguas subterráneas como métodos indirectos o estructurales, para determinar las zonas con potencial hidrogeológico Se usan métodos como la resonancia magnética protónica, que es capaz de medir la frecuencia de resonancia de los protones (H+) contenidos en el agua en presencia de un campo magnético estático, permitiendo la detección directa del agua subterránea. Otros métodos usados son sísmicos y eléctricos. Los últimos incluyendo los electromagnéticos son los más utilizados y los mejor dotados para resolver la mayor parte de los problemas planteados con una mejor relación coste/beneficio. Los primeros estudios realizados por el INGALA, ORSTOM, PRONAREG (1989); Quang, 1985, determinaron que el mayor potencial del recurso hídrico de las Galápagos está en forma subterránea.

2.3. Diagnóstico y problema

- ✓ Si bien se han identificado las zonas importante de recarga del recurso hídrico en las islas pobladas, no se ha realizado un demarcación física con el conocimiento de los actores. Las zonas de recarga involucran tanto áreas protegidas como privadas y es necesario esbozar un plan de acción participativa para la protección de éstas zonas y aquellas importantes para la protección de los recursos subterráneos a través de buenas prácticas con la población local.

- ✓ Los estudios de geofísica realizados en el 2006, identifican las zonas de importancia hidrogeológica sin embargo estas zonas no se encuentran dentro de una zonificación de importancia hídrica con políticas de ordenamiento territorial que garanticen su conservación. Para complementar los estudios de geofísica, es importante realizar perforaciones exploratorias verticales u horizontales en las zonas de menor resistividad electromagnética en las islas que cuentan con estos datos (Santa Cruz y San Cristóbal);

- ✓ Actualmente existen nueve (9), estaciones hidrometereológicas en dos islas de las Galápagos (Santa Cruz y San Cristóbal). Existe tres entidades que colectan la información de forma separada y sin protocolos de difusión periódica de la información, pues ésta permanece en forma dispersa e incompleta por lo que resulta necesario el planteamiento de un proyecto de inversión para expandir el número estaciones en las zonas de recarga hídrica y en donde se han localizado los acuíferos subterráneos para el cálculo de la recarga y otros parámetros dentro del balance hídrico;

- ✓ Se tiene experiencia en perforaciones exploratorias subterráneas en las islas Galápagos. Actualmente el pozo profundo abastece a la población de Bellavista (ap. 2.420 hab) en la isla Santa Cruz. Por otro lado, los estudios para determinar los caudales y la oferta de agua en sistemas subterráneos necesitan de datos seriados a través del tiempo, personal altamente experto. Por lo que este proyecto complementará los estudios ya realizados y en marcha en las islas.

- ✓ Existe escasez del recurso en todas las islas pobladas, principalmente en las zonas agrícolas de las islas. Este problema se ve intensificado en la época de sequía. Incluso en la isla San Cristóbal, por lo que se vuelve necesario explorar y comprobar la presencia de acuíferos subterráneos en base a los estudios realizados. La presencia de cloruros en la agua de consumo doméstico en las islas Santa Cruz e Isabela, incrementan los problemas de salud y de costos en la desalinización.

- ✓ El agua salobre abastece las zonas urbanas de las islas Santa Cruz e Isabela, sin embargo es de mala calidad debido a que las fuentes se encuentran muy cercanas a la costa. Los estudios de resistividad electromagnética, sugieren la presencia de un acuífero subterráneo colgado pero, no ha existido perforaciones en las zonas indicadas para comprobar la disponibilidad del recurso en cuanto a cantidad.

- ✓ El turismo y la población local incrementa, sobre todo en los centros poblados y no se ha tenido en cuenta la disponibilidad del recurso hídrico. Incluso en Floreana existiendo un déficit crítico incluso para la población local.

- ✓ No se conoce la demanda actual de agua para el sector agropecuario, pequeña industria, riego y uso doméstico para cada isla. Esto es importante para todos los temas de planificación. Si bien se lleva a cabo un estudio para conocer la demanda hídrica en la zona urbana con particular énfasis en la demanda hotelera, se desconoce para las demás actividades.

- ✓ No se cuenta con un marco legal del Régimen Especial que permita conservar las zonas de recarga, cuencas y acuíferos subterráneos por lo que es necesario realizar los lineamientos que tendría este marco legal, el cual debe tener revisando la legislación nacional y aplicándola a las islas. En el caso de la conservación de las zonas de recarga, será un ejemplo para el resto del país.

- ✓ La población local desconoce la realidad del recurso hídrico y no se han implementado buenas prácticas de uso del mismo, aun cuando es salobre en las islas Santa Cruz e Isabela. Existe contaminación en las zonas de recarga, grietas, se deforesta especies que son importantes asociadas a la captación de lluvia. Por ello es necesario contar con un plan de educación y sensibilización del recurso hídrico dirigido a la población.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE PREINVERSIÓN

3.1. Objetivo general

Evaluar la disponibilidad y la demanda de agua en las islas pobladas de Galápagos como una herramienta para la planificación en relación al crecimiento turístico, demográfico y productivo, garantizando el uso sostenible y sustentable del recuso.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Delimitar las zonas de recarga hídrica e interés hidrogeológico en las islas pobladas de Galápagos y dictar las políticas de manejo y ordenamiento territorial;
3.2.2. Conducir estudios de pre-factibilidad, factibilidad y diseños definitivos para realizar perforaciones exploratorias en acuíferos subterráneos en base a los datos de geofísica en las islas pobladas;
3.2.3. Contar con campañas de información y sensibilización de la realidad del recurso hídrico en las islas y de las buenas prácticas necesarias para la conservación y uso sustentable del mismo;
3.2.4. Contar con un marco legal para la protección de las zonas de importancia hidrogeológica de las islas;
3.2.5. Determinar la demanda actual y futura del recurso hídrico para las actividades ganaderas, riego, industria y uso doméstico de las cuatro islas pobladas;
3.2.6. Conducir los estudios de geofísica para las islas Isabela y Floreana

4. ALCANCE Y FASES

4.1. Alcance

El alcance del presente estudio será bajo la modalidad de consultorías, las cuales serán llevadas a cabo con equipos nacionales e internacionales: (i) Definición, marcaje y acuerdos ciudadanos de políticas para la protección y uso en las zonas de recarga hídrica e interés hidrogeológico; ii). Exploración y perforaciones exploratorias en zonas de potenciales acuíferos subterráneos en las islas Santa Cruz y San Cristóbal. iii). Campañas de sensibilización e información de las prácticas sustentables en el uso del recurso hídrico. iv). Propuesta normativa protección zonas de interés hidrogeológico dentro del Régimen Especial de Galápagos. v). Estudio de la demanda de agua en las islas pobladas. vi).

Conducir estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos de geofísica para las islas Isabela y Floreana.

4.2. Fases

Fase 1.

- Recopilación y análisis de estudios de geofísica
- Delimitación de las zonas de recarga hídrica e interés hidrogeológico, políticas
- Acuerdos inter-institucionales y asesoría especializada nacional e internacional
- Estilos de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos de perforaciones exploratorias en base a estudios de geofísica en las islas Santa Cruz y San Cristóbal
- Licenciamiento ambiental para la realización de las perforaciones exploratorias
- Plan de educación y comunicación para el uso y la conservación del recurso hídrico
- Elaboración de un proyecto de pre-inversión para ampliar la red de estaciones hidrológicas
- Primera fase del estudio de la demanda de agua en las las islas pobladas

Fase 2.

- Revisión del marco normativo y propuesta para el régimen especial
- Estudios de prefactibiliad, factibilidad y diseños definitivos para estudios de geofísica en las islas Floreana e Isabela
- Realización de las perforaciones exploratorias
- Primera fase del estudio de la demanda de agua en las las islas pobladas
- Instrumentación de equipo de medición red hidrogeológica

Fase 3

- Aplicación de las políticas y de normativa provincial para el Régimen Especial de Galápagos que permita proteger las zonas de recarga hídrica y vegetación asociada.
- Segunda fase de estudio de demanda de agua en las islas pobladas
- Toma de datos de la red hidrogeológica y cálculo del balance hídrico

5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Aspectos generales de la metodología de trabajo

El proyecto tiene varias consultorías especializadas. En cada fase se desarrollarán los productos dentro de un cronograma valorado y de estricto cumplimiento.

5.1. Metodología de trabajo

5.1.1. Definición participativa y acuerdos con actores de las zonas de recarga hídrica y zonas de importancia hidrológica en las zonas agrícolas y pobladas de las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana e Isabela

- Documento metodológico de definición de las zonas de recarga participativa y de importancia hidrogeológica socializado con la comunidad.
- Capacitación e información a los actores de la Zonas de recarga hídrica y de interés hidrogeológico (ZRHIG); Aparte de los métodos sofisticados de GIS, se deberá emplear métodos simples que ayuden a la comunidad a visualizar el proceso de infiltración de agua, medición de pendientes y textura del suelo, criterios indispensables para definir las zona de recarga hídrica. Se deberá presentar un modelo de la importancia de la vegetación en el balance hídrico.
- Identificación participativa de las fuentes de agua con la comunidad
- Identificación participativa de aquellas prácticas que afectan la conservación de las zonas de recarga y fuentes de agua en las zonas altas de las islas
- Identificación de las prácticas sustentables de la conservación de las zonas de importancia agroecológica
- Evaluación de los elementos del modelo: Pendiente, micro-relieve, tipo de suelo, roca, cobertura vegetal, uso de suelo
- Análisis de suelo
- Medición cobertura vegetal (alta, muy alta, moderada, baja y muy baja)
- Marcaje en el campo de las zonas de recarga e importancia hidro-geológica y elaboración de cartografía
- Caracterización de las zonas identificadas
- Caracterización de conflictos de uso de suelo debidamente cartografiadas
- Propuesta de estrategias y acciones de manejo de la ZRHIG
- Informes técnicos de avance y final.

5.1.1. Perforación y monitoreo de acuíferos subterráneos. Exploración de aguas subterráneas en las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana

Existe poca experiencia de realizar perforaciones en las islas Galápagos. La mayoría de los ensayos se han realizados en la isla Santa Cruz en la zona costera para abastecimiento en agua de la población en los años 80 y en la parte alta para la ubicación de un sismómetro en los años 90. En el año 2002, se realizó la perforación del "pozo profundo" ubicado en la carretera entre Puerto Ayora y Bellavista, el cual hoy en día bombea agua desde 158 m de profundidad en el acuífero base y distribuye a la población de Bellavista. Este pozo a probado lo difícil perforar en el medio ambiente volcánico fracturado, con brocas, por la pérdida de los fluidos de enfriamiento y la necesidad de colmatar las fisuras a los largo de la perforación.

Las perforaciones deben ser realizadas solo en los sitios identificados por la teledetección y la geofísica como sitios de máxima potencialidad. El tipo de perforación a realizar dependerá de la profundidad de perforación requerida y del tipo de subsuelo que se encontrará en la zona. Se estima que la máxima profundidad de perforación será de 160 m. y que se utilizará una metodología de perforación que permite sacar calicatas.

Se tomarán muestras para ensayos de resistencia, en el laboratorio. Los ensayos de permeabilidad pueden ser del tipo Lugeon o Lefranc, dependiendo del tipo de material y condiciones hidrogeológicas que se vayan atravesando. Las muestras seleccionadas de los procesos descritos anteriormente serán tratadas y embaladas debidamente, bajo la supervisión del personal técnico de la consultora, de manera tal que mantengan sus condiciones naturales.

a. **Tres perforaciones de pequeño diámetro, profundidad máxima 160 m**

En base las mapas que caracterizan el nivel de resistividad entre 30 y 70 ohm.m, el cual tiene el mayor potencial hidrológico, proponemos la realización de tres perforaciones de pequeño diámetro de 3" en la zona de mayor grosor, menor profundidad y mayor elevación en cada una de las islas pobladas. En el tiempo de perforación, será necesario vigilar los diferentes niveles atravesados en base a la profundidad, notar la presencia de agua y niveles saturados. Al encontrar una capa saturada en agua, que puede ser roca basáltica o formaciones coluviales, será necesario proceder con mucho cuidado hasta encontrar la capa dura subyacente que permite sostener el nivel acuífero, sin por lo tanto atravesar este nivel.

b. Muestro y geofísica vertical de pozo

Durante la perforación se colectará muestras de los diferentes niveles encontrados. En particular al llegar al nivel de baja resistividad, se considerará la posibilidad de cambiar la broca de perforación para poder realizar una perforación con generación de muestra sólida de esta capa. Al terminar la perforación se realizará un log geológico de la perforación. Además, se realizará una serie de mediciónes con equipos geofísico a lo largo del pozo para la caracterización in-situ. En caso de presencia de un nivel saturado, se realizará un monitoreo del nivel freático en el pozo

Estos se ejecutarán en laboratorios que sean aprobados por SENAGUA. Todos los ensayos se ejecutarán siguiendo los procedimientos establecidos en las normas INEN vigentes y, a su falta, según indican las normas ASTM o AASTHO correspondientes.

c. **Realización de prueba de bombeo**

Con el fin de caracterizar las propiedades hidro dinámicas de substratum y del nivel de agua del acuífero es necesario prever una perforación de diámetro de 10" en el sitio de mayor resultado en base a las tres perforaciones exploratorias. En este pozo se hará

también toma de muestras, log, medición del nivel freático e instalación de una bomba para poder realizar pruebas de bombeo. Estas pruebas nos permitirán determinar las características del acuífero y la viabilidad técnica y los criterios técnicos de su eventual explotación.

En los lugares que lo permite (especialmente Santa Cruz e Isabela) se instalaran en los pozos y las grietas, sondas de presión adaptadas para las condiciones de agua salobre, que pueden medir el nivel del agua, la temperatura del agua y la conductividad eléctrica. Estas sondas serán acompañadas en el caso necesario de las sondas de presión barométricas para realizar la compensación de los datos. La calibración de los datos se realizará con nivelación de los puntos de medición con GPS diferencial y con medición manual con sonda piezometrica manual. El paso de medición será de 1 hora. Los datos serán descargados cada mes.

d. Datos meteorológicos

Las estaciones meteorológicas deben cumplir con los siguientes parámetros de medición: precipitación, evapotranspiración, dirección e intensidad de viento, temperatura, humedad relativa, radiación, humedad del suelo. La central de adquisición deberá tener una autonomía de batería de mínimo un mes y la capacidad de guardar en memoria todos los registros de datos realizados con paso de medición de 1 hora, en la hora. Los datos serán descargados cada mes en la computadora de campo del cual el reloj será siempre ajustado al tiempo universal para asegurar coherencia entre todas las estaciones y evitar problemas con la deriva de los relojes internos de las computadoras. Los pluviómetros automáticos deberán ser instalados en áreas abiertos al menos 1 o 2 metros encima del suelo. En los lugares de la parte alta, se considerará la posibilidad de realizar medición de la intercepción producida por el fenómeno de neblina conocido como “garúa”. El mantenimiento regular de los equipos es un componente esencial del trabajo que debe ir regularizándose para garantizar la calidad de los datos.

a. Análisis geoquímico del agua encontrada

Existen algunos datos de características geoquímicas de las aguas de las islas, pero se requiere un inventario completo de las características generales, en época de garúa y de invierno. Además, se realizará el análisis de la calidad bacteriológica del agua. Y se analizará posibles contaminaciones por uso de pesticidas.

b. Análisis bacteriológico

Se realizará una línea base de la contaminación bacteriológica de las fuentes de agua, utilizando los coliformes totales y el *Escheria coli* como indicadores de contaminación ambiental y contaminación fecal respectivamente.

c. Análisis de pesticidas

Luego de realizar una investigación sobre los tipos de productos que se utilizan en la parte agro-pecuaria y en la parte de control de plagas por el Parque Nacional Galápagos, se realizarán monitoreos específicos de puntos de agua que pueden ser afectados por este tipo de contaminación y se mandará a analizar los componentes específicos correspondientes a los productos que se han identificados. El laboratorio quien realizará los análisis proveerá la información sobre la metodología de muestreo.

d. **Mediciones base**

En cada visita al campo y a los sitios del agua, se tomará los valores de temperatura, pH, y conductividad eléctrica.

e. Cationes e aniones, elementos menores

- El primer set de muestras que se tomará en forma extensiva se enviará para realizar las pruebas básicas de cationes e aniones mayores y elementos menores. Se pedirá al laboratorio quien realizará los análisis (aprobado por el SENAGUA) que provee la metodología de muestro y de preservación de las muestras. Para los análisis que se deben realizar en el campo, se capacitará a uno de los técnicos para realizarlas.
- Este muestreo se realizará en época de garúa y en época de invierno para ver las diferencias en base a los eventos de recarga o las tasas elevadas de evaporación.

f. Otros análisis

Con aprobación del SENAGUA la consultora podrá determinar un número definido de muestras que deberán ser enviadas para análisis isotópico y de datación. Los isotopos estables del agua 18-0 y 2-H permiten obtienen información sobre las diferentes masas de agua. El 14-C y el 3-H permitirá tener las edades de las aguas y determinar tiempos de residencia.

g. Posibles expropiación de terrenos

En vista de que los sitios de mayor interés para la perforación se encuentran en fincas privadas de la parte alta de Santa Cruz, en la zona agropecuaria, será necesario, antes de proceder a la perforación de un pozo de prueba, de realizar la expropiación del terreno o a su vez llegar a acuerdos con los propietarios. En base a los resultados de esta perforación y de la prueba de bombeo, será necesario realizar también la expropiación de una zona más amplia como zona de protección alrededor del pozo.

5.1.2. Determinación de la demanda actual y futura de agua

Las islas Galápagos no cuentan con un sistema de información continua y homogénea del uso del agua de los sectores productivos. Sin embargo una aproximación a la demanda hídrica se puede obtener a partir de los volúmenes de producción sectorial y de factores de consumo de agua por tipo de producto o servicio. El Consultor propondrá un diseño de medición continua y homogénea que permita calcular la demanda de agua para los diferentes sectores productivos en las 4 islas pobladas o una como modelo (según análisis respectivo). Instalará los equipos de medición necesario para lograr este objetivo y capacitará al personal técnico de las entidades provinciales (MAGAP, GADS y CGREG, SENAGUA, PNG) para la toma de datos y muestreos. El Consultor tras el primer año de monitoreo, presentará al CGREG los resultados de la demanda de agua en las cuatros islas pobladas en los diferentes sectores productivos. Los datos posteriores, serán responsabilidad de las entidades del ramo correspondientes. Esta fase incluirá la propuesta de un modelo para determinar bajo distintos escenarios la oferta y demanda del recurso usando los datos del monitoreo.

5.1.3. Propuesta de normativa para protección de las cuencas hidrográficas de las islas y las zonas de recarga e importancia hidrogeológica

- Revisión del marco legal nacional
- Revisión del marco legal local
- Propuesta de normativa para el Régimen Especial
- Presentación de la propuesta al Comité Provincial del Agua
- Inclusión de los criterios del Comité a las normativas

En pasos posteriores el CGREG socializará con los diferentes actores sociales la propuesta de dicha normativa. La normativa será presentada por la Secretaría Técnica del CGREG al Pleno del CGREG para aprobación.

5.1.4. Educación y sensibilización de la conservación del agua

- Compilación y revisión de la información científica y técnica existente
- Diseño de campañas televisivas, radiales y de actividades con la comunidad involucrando varios sectores y grupos sociales
- Presentación de las propuestas al CGREG y a las entidades involucradas en el manejo del recurso hídrico.

5.2. Información que será entregada por la entidad

- Información de las zonas de importancia hidrogeológica de las islas
- Cartografía base

- Estudios y publicaciones en inglés y español de los estudios realizados en las islas. La entidad contratante podrá también a su criterio solicitar información a las personas o entidades que considere necesario
- Informes técnicos en los cuales se basarán para realizar las perforaciones y exploraciones en las 4 islas pobladas
- Permisos con los propietarios locales y los GADS para realizar los estudios de Sísmica y con los GADs para las perforaciones.

5.2.1. **Estudios geofísicos para las islas Isabela y Floreana**

El objeto principal de las investigaciones geofísicas será el obtener junto con otros métodos la exploración directa (pozos, sondeos mecánicos, trincheras) el máximo conocimiento del sub-suelo a profundidades someras o relativamente grandes. El uso de métodos geofísicos ayudará a una mejor información de las investigaciones: espesor de las capas, tipo de material, profundidad del nivel freático. La investigación geofísica en las islas Isabela y Floreana, será enfocada en caracterizar en forma más precisas sitios de mayor interés y potencial para perforaciones en base a los resultados existentes de la investigación de geofísica heliportada realizada en el año 2006. Las metodologías que se podrán utilizar son sondeos eléctricos verticales y electromagnetismo en dominio temporal. En la isla Isabela, investigaciones profundizadas tienen que ser realizadas en el lado barlovento. Una cobertura extensiva de sondeos eléctricos verticales, hasta ahora nunca realizados en esta isla, indicarán las zonas específicas donde se pueden complementar con el electromagnetismo en dominio temporal. De forma similar, las investigaciones en la isla Floreana deben ser extensivas para cubrir la mayor parte de la zona agrícola donde existe el mayor potencial de recarga y aislamiento del acuífero base, y utilizar varias metodologías complementarias antes de intentar planificar la perforaciones.

Trabajos de Campo

- Se ejecutarán sondajes geoeléctricos, utilizando el método Shlumberger, por ser éste de mayor detalle para los fines que se persigue.
- La longitud de la línea geoeléctrica en superficie dependerá de la profundidad que se desea investigar y por consiguiente de la magnitud de la obra a implantarse en el sitio.
- La investigación geoeléctrica, dependiendo de la magnitud de la obra, deberá realizarse en líneas paralelas o en sistema de red de varias líneas geoeléctricas, deberá ser autorizado por la supervisión de campo.

6. ACTIVIDADES A REALIZARSE

6.1. Caracterización participativa con los actores de las zonas de recarga hídrica y zona de importancia hidrogeológica

- Compilación de la información existente
- Convenio CGREG-ENS análisis datos de geofísica
- Entrevistas, reuniones de coordinación, convenios con expertos locales, nacionales e internacionales
- Reuniones periódicas con el Comité Inter-Institucional del Agua
- Presentación de metodología de trabajo al CGREG y al Comité
- Talleres comunitarios sector rural
- Salidas al campo
- Marcaje y delimitación
- Elaboración y difusión de mapas
- Presentación de la problemática actual de uso de suelo en las zonas de recarga
- Acuerdos ciudadanos de buenas prácticas
- Propuesta de políticas y plan de acción para las zonas de recarga hídrica e interés hidrogeológico
- Elaboración propuesta de red de estaciones metereológicas

6.2. Perforación y monitoreo de acuíferos subterráneos en las islas pobladas

- Estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos de perforaciones exploratorias en base a estudios de geofísica para las islas Santa Cruz y San Cristóbal
- Revisión de la información técnica y científica existente
- Entrevistas con el personal técnico inter-institucional
- Identificación de las zonas de estudio
- Preparación de informes técnicos del equipo consultor de procedimientos
- Consultas con entidades locales
- Obtención de permisos en tierras privadas
- Licenciamiento ambiental
- Informes al CGREG y Comité del Agua
- Toma de muestra, análisis

6.3. Educación y sensibilización de la conservación del recurso hídrico en las islas Galápagos

- Procesamiento de la información disponible en informes técnicos y publicaciones científicas sobre el recurso hídrico
- Diseño y elaboración de campañas de buenas prácticas del recurso hídrico
- Elaboración de campañas televisivas
- Elaboración de campañas radiales

- Propuestas de actividades con la comunidad para la protección de las zonas de importancia hidrogeológica en la islas

6.4. **Propuesta de normativa para la protección de las zonas de importancia hidrogeológica en las islas; incluye cuencas hidrológicas**

- Compilación de estudios y marco legal nacional y provincial
- Evaluación de las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas de cada isla poblada para tomar en cuenta en la normativa del Régimen Especial
- Presentación del marco normativo al GREG y Comité Inter-Institucional del Agua

6.5. **Determinación de la demanda actual y futura del agua**

- Diseño y presentación al CGREG y Comité Inter-Institucional del Agua una propuesta de medición seriada y periódica para el cálculo de la demanda de agua en los sectores productivos y usos domésticos de las cuatro islas pobladas
- Coordinación con MAGAP para afinar métodos y compartir datos que ambas entidades tengan
- Instalación de medidores
- Cálculo de la demanda en las cuatro islas pobladas
- Cálculo del potencial hidráulico de las islas en base a la información existente
- Cálculo de déficit hídrico en las islas en cada una de las actividades mencionadas
- Modelamiento diferentes escenarios la oferta y de demanda del recurso

6.6 Análisis de zonas sensibles para posibles expropiaciones (compra de terrenos para el Estado)Estudios geofísicos para las islas Isabela y Floreana

- Estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos estudios de geofísica en las islas Floreana e Isabela
- Permisos y licenciamiento ambiental
- Subcontratación del equipo experto por parte de la consultora con previa consulta y autorización del equipo técnico del CGREG
- Reuniones con equipos inter-institucionales y expertos locales por parte del equipo contratado
- Presentación metodológica al CGREG y al comité del agua provincial por parte del equipo contratado
- Obtención de permisos de exploración
- Exploración de zonas
- Presentación de informes y presentaciones de avance y finales al CGREG

7. PRODUCTOS E INFORMES A PRESENTARSE

7.1. Productos

7.1.1. Definición de las zonas de recarga hídrica y de importancia hidrológica en las zonas agrícolas y pobladas de las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana e Isabela

- Informe de geofísica con resultados de los sitios importantes para las zonas de recarga y de interés hídrogeológico, señalando las zonas de baja resistividad, en donde se recomiendan las perforaciones exploratorias;
- Documento metodológico de definición de las zonas de recarga y de importancia hidrogeológica
- Planos georreferenciados que muestren las zonas de importancia hidrogeológica en las cuatro islas pobladas
- Cuatro talleres ciudadanos participativos con sus respectivos informes y memorias
- Políticas de uso de suelo para su protección
- Propuesta de una normativa provincial participativa, para su protección
- Actas de acuerdos ciudadanos

7.1.2. Perforaciones en las cuatro islas pobladas

De los estudios de perforaciones se entregarán los resultados que incluirán al menos la siguiente información:

- Plano de ubicación plani-altimétrica de los sondeos
- Perfiles estratigráficos del suelo
- Resultados de los ensayos
- Posición del nivel freático en diferentes épocas del año
- Informes de resultados de agua de cada uno de los puntos de muestreo
- Manual metodológico de toma de muestras de la red de monitoreo tanto para los acuíferos como grietas de agua salobre
- Manuales metodológicos para los monitoreos periódicos que pueda ser replicado en ocasiones futuras
- Informe completo de resultados con recomendaciones socializado al CGREG y al público en general

7.1.3. Campañas de educación y sensibilización para la conservación del recurso hídrico

- Campañas en formatos publicables para televisión y radio
- Guía de actividades comunitarias con estudiantes, agricultores y comunidad en general para la protección del recurso hídrico
- Cronograma de ejecución de las campañas para dos años consecutivos

7.1.4. Propuesta de normativa para la protección de las zonas de importancia hidrogeológica de las islas

- Propuesta legal socializada con el Comité presentada al CGREG

7.1.5. Determinación de la demanda actual, futura del agua y potencial hidrogeológico de las islas

- Presentación de un diseño de monitoreo seriado y periódico de las demandas de agua.
- Instalación de un sistema de medición modelo en cada uno de los sectores
- Documentos metodológicos de procedimientos de toma de datos y muestreos
- Informe del cálculo de la demanda actual en los diversos sectores; ganadero, riego e industrial y doméstico de las cuatro islas pobladas en base a mediciones indirectas. Incluyendo un informe detallado de los supuestos realizados para el estudio.
- Informe final del potencial hidráulico
- Informe final del déficit hídrico por isla y actividad
- Modelamiento distintos escenarios la demanda de las islas

7.1.6. Estudios de geofísica para las islas Isabela y Floreana

- Generación de cartografía y metadatos de las zonas con potencial hidrogeológico
- Informes completos de los aspectos metodológicos del estudio
- Informe de geofísica de avance y final con resultados, recomendaciones e implicaciones de manejo
- Presentación del estudio y resultados público y al comité del Agua

7.2. Informes

Los informes serán presentados en los formatos que el CGREG indicara. Serán presentados antes de iniciar la actividad en cada una de las fases para tener una idea clara de la metodología y los pasos a seguir. Habrá también informes de avance y finalmente informes finales. Todos los datos compilados por la consultora serán de propiedad pública y serán entregados al Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. La Consultora no podrá entregar a ninguna entidad más todos los productos de esta consultoría.

7.3. Supervisión técnica

La supervisión técnica estará a cargo del Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, específicamente bajo la Dirección de Planificación de la entidad. Además, el CGREG, activará una comisión técnica inter-institucional conformada por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS), el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), las Juntas Parroquiales, ONG´s (Estudios Integrados del Agua), el Parque Nacional Galápagos y expertos en el tema hídrico en las islas para informar sobre el avance del proyecto. Este equipo de profesionales coadyuvará la supervisión de las diferentes etapas del proyecto.

De acuerdo al Art. 4 del Decreto Ejecutivo No. 8 del Consejo Nacional de Competencias, es el *¨Consejo de Gobierno de Galápagos, órgano de administración de la Provincia, le corresponde ejercer la rectoría local, la regulación, la planificación el control en todos los sistemas de riego y drenaje dentro de la Provincia¨*

Uno de los objetivos primordiales en de este estudio, es generar una cultura participativa en el uso y manejo de los recursos hídricos. Actualmente las islas cuentan con un Comité Provincial de uso y conservación del Recurso hídrico sin embargo este comité no se ha reunido en el 2014. El Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos lidera las acciones de coordinación de la provincia y por ende este Comité por ello a través de este estudio el CGREG activará el comité para iniciar un proceso participativo en todas las fases del proyecto. El comité estará conformado por:

- El Secretario Técnico del CGREG o su delegado(a)
- Representante de SENAGUA nacional o su delegado(a)
- Un representante de la Dirección del Parque Nacional Galápagos o su delegado(a)
- Representante de los GADS o su delegado(a)
- Representa de las Juntas Parroquiales o delegado(a)
- Representante de grupo de investigación Estudios Integrados del Agua
- Representante del MAGAP o su delegado(a)

En concordancia con el cronograma, el Consultor solicitará a la entidad, con la respectiva anticipación, la presencia del profesional especialista en la actividad que esté en el estudio, ya sea de campo o de oficina; de esta forma existirá el compromiso y los ingenieros delegados deberán asistir y verificar la ejecución y avance de los trabajos. De todos modos el Consultor no paralizará la ejecución de los mismos, reservándose la entidad el derecho de revisar y examinar detenidamente en gabinete. El Consultor promoverá reuniones técnicas, para definir y analizar ciertos criterios durante el avance del proyecto, al final del cual se elaborará un informe con las conclusiones y recomendaciones.

8. PRESUPIESTO REFERENCIAL

El presupuesto referencial del proyecto es de **950.000 USD (Novecientos cincuenta mil dólares)**

		Externas		Internas				TOTAL
Actividades	**Grupo de gastos**	**Crédito**	**Cooperación**	**Crédito**	**Fiscales**	**Autogestión**	**A. Comunidad**	
Delimitación zonas de recarga hídrica/interés hidrogeológico.								20.000
Estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos para perforaciones exploratorias								500.000
Campañas de Educación y sensibilización de la conservación del agua/Propuesta de comunicación y educación								20.000
Propuesta de normativa para protección de las zonas de importancia hidrogeológica en las islas pobladas								10.000
Expropiaciones-compra de terreno								90.000
Estudio de demanda de agua								10.000
Estudios de geofísica en las islas Isabela y Floreana								300.000
TOTAL								950.000

9. PLAZO, CRONOGRAMA VALORADO Y FORMA DE PAGO

9.1. Plazo

El plazo es de 24 Meses

9.2. Cronograma valorado

Productos	Porcentaje Monto	Monto	Plazo de entrega Meses																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Definición de las zonas de recarga hídrica/importancia hidrogeológica.	100%	20.000																								
Propuesta de comunicación y educación	50%	10.000																								
Campañas, talleres, maquetas hídricas	50%	10.000																								
Estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos para perforaciones exploratorias	100%	500.000																								
Propuesta de normativa para protección de las zonas de importancia hidrogeológica en las islas pobladas	100%	10.000																								
Adquisición terrenos	100%	90.000																								
Estudio demanda de agua	100%	10.000																								
Estudios de geofísica en las islas Isabela	50%	150.000																								
Estudios de geofísica en las islas Floreana	50%	150.000																								
TOTAL		950.000																								

9.3. Forma de pago

El plazo total de ejecución de toda las consultorías será de dos (2) años, los mismos que empezarán a correr a partir de la fecha de subscripción del contrato y la entidad notifique a la firma consultora que el anticipo está disponible para ser cobrado.

La Consultora podrá establecer, si considera conveniente, grupos de trabajo y cronogramas diferentes para los varios componentes del proyecto, según el grado de dificultad previsto en los estudios, especialmente en lo referente a las obras y acciones; esto con el objeto de sujetarse al plazo solicitado.

La Consultora recibirá los pagos correspondientes por su trabajo de acuerdo a lo establecido en el respectivo **Contrato de Consultoría**.

10. CARÁCTERÍSTICAS DEL PROVEEDOR

10.1. Perfil del proveedor

La empresa consultora deberá:

- Coordinar con instituciones nacionales, regionales y locales – Senagua, Consejo de Gobierno, Gobiernos Autónomos, Ministerio del Ambiente
- Coordinar entre expertos científicos, ingenieros, y técnicos de manejo – Universidad, Parque Nacional Galápagos, ONGs locales
- Presencia continua de personal en las islas estudiadas
- Tener experiencia demostrada de campo y de investigación en Galápagos en el campo de hidrología e hidrogeología.
- Sub-contratar las investigaciones geofísicas y perforación de pozos
- Capacitar a representantes de las entidades encargadas del proyecto principalmente al Consejo de Gobierno en temas de monitoreo y resultados obtenidos

La empresa consultora deberá estar en capacidad de tener instalaciones y equipos o sub-contratar lo siguiente:

- Equipamiento de computación y software necesario para recompilar la información y generar la base de datos y los productos cartográficos.
- Equipos de monitoreo permanente de los puntos de agua subterránea y superficiales
- Equipos para muestreo de agua
- Imágenes satelitales de las islas de interés para el estudio
- Investigación geofísica
- Investigación por perforación de pozo
- Vehículo para el traslado en las islas.

10.2. Personal requerido

- Coordinador general del proyecto. Titulado de un doctorado en hidrogeología o afines, con experiencia en las metodologías que se buscan aplicar y con experiencia en las islas Galápagos.
- Ingeniero en sistemas de información geográfica. Será necesario contar con un profesional quien podrá armar la base de datos y generar los mapas temáticos.
- Ingeniero geólogo o afines. Ayudará con los sub-contratos en la geofísica y la perforación de pozos. Este proyecto requiere una experticia muy particular en perforaciones verticales. Se recomienda trabajar con expertos en perforación petrolera, por la razón que no se puede pasar el nivel impermeable que sostiene el acuífero y que

se necesitará realizar una cierta cantidad de pruebas de geofísica en el pozo, lo cual es común en estos casos

- Geofísico: Con el fin de maximizar los resultados de la geofísica que se realizó en 2006 y la geofísica que se debe realizar alrededor de los pozos, la presencia de geofísicos en este proyecto es esencial. Es importante incluir en este proyecto los científicos quienes realizaron el trabajo de la geofísica heliportada en Santa Cruz y San Cristóbal y quienes tienen mucho conocimiento del campo, de los recursos hídricos en las islas, su dinámica. Ellos pueden realizar el análisis profundizado de los resultados que genera este proyecto.
- Ingeniero hidráulico. Ayudará en el establecimiento y el buen funcionamiento de las estaciones de medición y las instrumentaciones de largo plazo.
- Un asistente cooperación técnica para asegurar la facilitación de la información entre las diferentes entidades
- Un supervisor del proyecto: Ayudará a supervisar el proyecto por parte del CGREG, deberá tener formación en conservación y manejo de recurso hídricos y procesos participativos comunitarios.

Sub-contratos

- Investigación geofísica. Un equipo de cinco personas para realizar la investigación y el análisis de los datos.
- Perforación de pozos. Un equipo de diez personas para realizar las perforaciones, las investigaciones in sitio de los pozos y el análisis de los datos.

11. MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y/O TECNOLOGÍA

- La Consultora presentará un plan de capacitación para los representantes de las entidades involucradas en el proyecto
- La Consultora presentará manuales de metodológicos del trabajo realizado y guías de monitoreo las cuales quedarán en repositorio de las entidades
- Involucrará a catedráticos universitarios para la capacitación
- Durante las fases claves de investigación en el campo, se preverá el acompañamiento del personal técnico local del grupo inter-institucional
- En la presentación de informe de avances, se realizará medio día de casa abierta sobre el proyecto para que el personal pueda informarse y capacitarse en punto específicos

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adelinet, M., J. Fortin, N. d´Ozouville, S. Violette. The relationship between hydrodynamic properties and weathering of soils derived from volcanic rocks, Galápagos Islands. *Environmental Geology (2008) 56: 45-58*

Auken, E., S. Violette. N. D' Ozouville, B. Deffontaines, D. K. I. Sorensen, A. Viezzoli, G. de Marssily. 2009. An integrated study of the hydrogeology of volcanic islands using helicopter borne transient electromagnetic: Application in the Galápagos Archipelago. *Geosciencie. Doi: 10.1016/j.crte.2009.07.006*. Pp. 9.

D' Ozouville, **N.,** D.C. Guiseppe, F. Ortiz, F, Koning, S. Koning, S. Henderson, E. Pidgeon. 2010. Galápagos de cara al cambio climático: consideraciones para la biodiversidad y el bienestar humano asociado. En: Informe Galápagos 2009-2010. Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador. Pp. 174-180.

D'Ozouville, **N.,** E. Auken, K. Sorensen, S. Violette. G. de Marsily, B. Deffontaines, G. Merlen. 2008. Extensive perched aquifer and structural implications revealed by 3D resistivity mapping in a Galapagos volcano. Earth and Plametary Letters 269. Pp. 518-522.

D'Ozouville, N., B. Deffontaines, J. Benveniste, U. Wegmuller, S. Violette, G. Marsilly. 2008. DEM generation using ASAR (ENVISAT) for addressing the lack of freshwater ecosystems management, Santa Cruz Island, Galapagos. Remote Sensing of Environment. 112. 4131-4147.

INGALA, PRONAREG, ORSTOM. 1989. Inventario cartográfico de los recursos naturales de las islas Galápagos, Ecuador. Instituto Geográfico Militar, IGM. Quito, Ecuador.

Pryet, A., N. D'Ozouville, S. Violette, B. Deffontaines, and E. Auken. 2012. Hydrogeological settings of a volcanic island (San Cristóbal, Galapagos) from joint interpretation of airborne electromagnetic and geomorphological observations. Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, Pp. 4571-4579.

Quang, N. 1985. Los Recursos de Agua del Archipiélago de Galápagos. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). París, Francia