

# AGUA

ISSN # 3007-860

EDICIÓN # 6

**LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS:  
UN VALIOSO TESORO A PROTEGER  
MÁS Y APROVECHAR MEJOR**

**IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA  
EXCAVAR POZOS: ENTRE LA MAGIA Y  
EL DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**ING. CARLOS VALLE: MAESTRO DE  
MAESTROS EN HIDROGEOLOGÍA**

**JULIO  
2024**



**REVISTA DIGITAL**

**dahO**  
POZOS  
Desde 1964

60  
Años

## PERFORACIÓN DE POZOS DE AGUA

[www.dahopozos.com](http://www.dahopozos.com)



**AFT**  
Pumps  
Tecnología que *fluye*

## BOMBAS Y MOTORES SUMERGIBLES PARA POZOS

DESDE 0.5 HP HASTA 300 HP

[www.aftpumps.com](http://www.aftpumps.com)





Desde 1964, Daho Pozos ha sido sinónimo de calidad y confiabilidad en el sector hidráulico. Como empresa regional líder, ofrecemos una gama completa de servicios, incluyendo perforación de pozos, implementación de equipos sumergibles, tratamiento de agua, mantenimiento y rehabilitación. Celebramos seis décadas de compromiso y dedicación en toda la región.

### ***Innovación y Compromiso***

En Daho Pozos, combinamos tecnología avanzada y un profundo conocimiento del ciclo del agua para proporcionar soluciones eficientes y sostenibles. Nuestro compromiso con el medio ambiente asegura que cada proyecto se ejecute con la máxima calidad y responsabilidad, contribuyendo a un futuro saludable para todos.

### ***Servicios Destacados***

- **Perforación de Pozos:** tecnología avanzada para pozos eficientes y duraderos.
- **Equipos Sumergibles:** soluciones de alta calidad para diversas necesidades.
- **Tratamiento de Agua:** técnicas innovadoras para garantizar agua limpia y segura.
- **Mantenimiento y Rehabilitación:** servicio post-venta excepcional para la satisfacción continua del cliente.

### ***Impacto y Reconocimiento***

Nuestro compromiso con la excelencia nos ha permitido consolidar la confianza y ganar el respeto de clientes en toda la región. En cada proyecto, hemos dejado una huella positiva, transformando vidas y fortaleciendo comunidades. Como líder en el sector, continuamos innovando y adaptándonos para superar las expectativas y necesidades de nuestros clientes.

### ***Contacto***

Para más información sobre nuestros servicios y cómo podemos ayudarte en tu próximo proyecto, visita nuestro sitio web.

**[www.dahopozos.com](http://www.dahopozos.com)**



# XXXIX CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**“Gestión Responsable de los Recursos para un Planeta Sostenible. El Rol de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental”**

## LIMA 2024



**EXPO  
AGUA  
PERÚ  
INTERNACIONAL**

**26 a 29 de noviembre 2024**

**Centro de Convenciones de Lima, Perú**



**32**

Países de América y del Caribe



**32000+**

Asociados



**20+**

Divisiones Técnicas

Desarrollo sostenible de aguas subterráneas · Tema de RWSN  
GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



## Rural Water Supply Network

### ¿Qué pasa cuando el pozo se seca?

Incluso con una bomba bien mantenida y un pozo en buenas condiciones, las cosas pueden salir mal. Es esencial comprender cómo se comporta el agua subterránea y cómo la calidad y la cantidad de agua de un pozo pueden verse afectadas por las actividades naturales y humanas. Pero, ¿cómo se puede hacer de manera rentable? RWSN está buscando buenas historias sobre cómo se monitorea y gestiona adecuadamente el agua subterránea, por parte de individuos, comunidades, proveedores de servicios y gobiernos.

Algunos ejemplos de proyección y gestión de aguas subterráneas con enfoque local incluyen:

- **Planificación de la seguridad del agua (PSA) - por la Organización Mundial de la Salud (OMS)**
- **Planificación de la protección de las fuentes de agua por parte del Gobierno de Uganda**
  - **Planes maestros de uso del agua (WUMP) - por Helvetas Nepal**
- **Gestión comunitaria integrada de los recursos hídricos (GIRH) - por WaterAid**

El programa UPGro está realizando una labor científica interdisciplinaria sobre las aguas subterráneas para estudiar cómo se puede gestionar mejor el agua subterránea en el África subsahariana en beneficio de los pobres. De este trabajo, realizado por muchos de los principales hidrogeólogos del mundo, esperamos obtener pruebas sólidas y herramientas eficaces para una gestión rentable.

### ¿ ¿Es usted nuevo en el tema de las aguas subterráneas?

Si eres un científico social (o un científico con conocimientos limitados sobre aguas subterráneas) y quieres aumentar tus conocimientos, consulta estos artículos:

- ¿Qué son las aguas subterráneas? (KQED QUEST)
- Las aguas subterráneas, fuente oculta de vida (IGRAC)
  - ¿Qué es un acuífero? (Videos de geociencias)

# ÍNDICE



09

PUEDE KIRITIMATI CONVERTIRSE EN UNA SOCIEDAD MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR?



12

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS: UN VALIOSO TESORO A PROTEGER MÁS Y APROVECHAR MEJOR



15

EL ROBO DE AGUA SUBTERRÁNEA: UNA VERDAD INCÓMODA



18

EL TESORO OCULTO DE LAS NACIONES EN TIEMPOS DE CAMBIO CLIMÁTICO



20

HOMENAJE AL INGENIERO CARLOS VALLE GUTIÉRREZ



26

IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA EXCAVAR POZOS



31

RELACIÓN ENTRE EL AGUA SUBTERRÁNEA Y LA SUBSIDENCIA DEL TERRENO

37

DIRECTORIO DE EMPRESAS CONSULTORAS DE PROYECTOS HÍDRICOS, JULIO 2024

45

MARCO NORMATIVO SOBRE EL MANEJO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN NICARAGUA

## Nota del editor

**H**ace dos años la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) mencionó en un reporte, que se estima que a nivel global la contribución económica de las aguas subterráneas a la agricultura era de US\$ 230,000 millones de dólares anualmente. A pesar de esta importancia económica, pareciera que se da por un hecho la existencia de este recurso hídrico, tal vez porque no lo vemos, como sucede con los lagos, lagunas y ríos. Pareciera también como si no tuviera riesgos y que lo podemos seguir usando indefinidamente con los bajos costos que significa su explotación.

Pero no es así. Si bien las aguas subterráneas no están sujetas a los esfuerzos ambientales directos de las aguas superficiales, también tienen riesgos y es conveniente para todos que los conozcamos y reconozcamos para evitar tragedias en el futuro.

Los gobiernos nacionales como las empresas públicas y privadas cuyos planes nacionales estratégicos de desarrollo consideran a los recursos hídricos como un insumo estratégico, podrían valorar más todavía a las aguas subterráneas como uno de los mayores aliados para el desarrollo.

En esta edición de la revista Agua iniciamos con varios artículos que procuran hacer más visible a los lectores, lo que hasta ahora pareciera invisible. Dos estudios recientes del Banco Mundial y del BID, resaltan la importancia crucial de las aguas subterráneas. El informe del Banco Mundial es claro al señalar que este recurso es un activo importante en el portafolio de recursos de un país, pero también calcula los costos de su mala gestión, así como las oportunidades de aprovechar su potencial. El estudio del BID introduce también la variable climática e indica que la sobreexplotación de los acuíferos incrementa la vulnerabilidad de las ciudades ante el cambio climático, pues pone en riesgo la disponibilidad futura de las fuentes y reduce la resiliencia ante eventos climáticos extremos. Para los tomadores de decisiones y planificadores estratégicos, estas lecturas son un insumo importante para repensar las políticas públicas relacionadas con el uso de las aguas subterráneas.

También en esta edición hemos querido hacer un homenaje a un Hidrólogo e Hidrogeólogo con una enorme capacidad humana como lo fue el ingeniero Carlos Valle, de origen salvadoreño y radicado en Nicaragua. Como compañero de trabajo, profesor de la Maestría y como amigo, nos dejó grandes enseñanzas que aún las recordamos, a cuatro años de su partida.



Fotografía: <https://www.freepik.es/>

En un tercer bloque nos adentramos en temas más técnicos pero importantes e interesantes, dirigidos tanto a los estudiantes de universidad a los que estamos llegando, como a los especialistas en la rama de la hidrogeología y a las empresas privadas ligadas con esta profesión por medio de los bienes que ofrecen, como motores, equipos de bombeo, tubería ranurada y muchos otros.

Nuevamente tenemos el gusto de presentar en la revista el directorio de consultores y empresas privadas que trabajan en el sector hídrico de Nicaragua, invitando a otros especialistas y empresarios de otros países a hacer lo mismo por medio de esta revista que ya llega a toda Latinoamérica y el Caribe.

En las métricas de la plataforma ISSUU que es la que utilizamos para convertir las versiones pdf en Flipbook, se indica que la revista es vista prácticamente en todos los países de Latinoamérica y que desde el 23 de mayo que se comenzó a divulgar hasta inicios de julio, fue vista por 1,709 lectores, todos especialistas de agua en el continente americano, estudiantes de algunas universidades y algunos países de Europa.



**BOMONSA**

BOMBAS Y MOTORES DE NICARAGUA S.A.

*El Poder de la Experiencia*



AGUA



ENERGÍA



AIRE



AGRICULTURA

# Soluciones Óptimas de Bombeo

[bomonsa.com](http://bomonsa.com) | [@bomonsanic](https://twitter.com/bomonsanic)



+505 7652 3180



ventascliente@bomonsa.ni



Km 3 Carretera Sur, contiguo a Gasolinera UNO



## CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

**Director y Editor:** [revistaagua@outlook.com](mailto:revistaagua@outlook.com)  
MSc. en Ingeniería Ambiental, Nelson Medina Rocha [y director@revistaagua.info](mailto:director@revistaagua.info)  
Cel. (505) 885 50144

**Diagramación:** [highquality.dc@gmail.com](mailto:highquality.dc@gmail.com)  
Lic. Oscar Céspedes, Director High Quality. Cel. (505) 7721 5453

**Editor página web:**  
Ingeniero Eléctrico Víctor Valle Solórzano [vicvalles@hotmail.com](mailto:vicvalles@hotmail.com)  
Cel. (505) 8455 6963

Lic. Allan Herrera. [allan.herrera@prixup.com](mailto:allan.herrera@prixup.com)  
Cel. (505) 5811 7783

## COLABORADORES

MSc. Ruth Méndez  
MSc. Juan Carlos Valle

### DISTRIBUCIÓN, con el agradecimiento a:

Rural Water and Sanitation Network (RWSN): **Global**  
Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA): **Global**

**AIDIS:** Presidentes de 34 capítulos de AIDIS en el Continente Americano  
**México:** FCEA A.C.

**Guatemala:** RASGUA; **Honduras:** PTPS;

**Nicaragua:** Instituciones, Sector Privado, PIENSA/UNI y RASNIC de Nicaragua

**Portugal:** APEMETA

**A todos, muchas gracias por su esfuerzo y apoyo.**

A partir de esta edición, la Revista ya cuenta con un Registro de la International Standard Serial Number International Center (ISSN). **El número asignado a la Revista Agua es el # 3007-860.** El ISSN (International Standard Serial Number – Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas) identifica todas publicaciones periódicas y recursos continuos, de cualquier soporte, ya sean impresos en papel o en formato digital. Igualmente, se cuenta a partir de esta edición de un número de registro en la Oficina Nacional de Derechos de Autor y Derechos Conexos Registro de la Propiedad Intelectual (RPI) Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) de Nicaragua. El número asignado a la Revista Agua es el # OL-1060-2024.

Y también tenemos el gusto de dar a conocer a partir de este mes el funcionamiento de la página web de la Revista, el cual servirá como un depositario de artículos completos ligados con las ediciones de la revista y de documentos especializados en Agua.

# PUEDE KIRITIMATI CONVERTIRSE EN UNA SOCIEDAD MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR? EL AGUA Y EL SANEAMIENTO COMO POSIBLES PUNTOS DE ENTRADA



## Red SuSanA

Únase a la red y conéctese con personas con ideas afines.

La isla de Kiritimati es un lugar único. Está situada dentro del archipiélago de las Islas de la Línea de la República de Kiribati, un país insular que se extiende por casi 3,5 millones de km<sup>2</sup> de océano y no es fácil de localizar en un mapa. El aeropuerto internacional más cercano (aparte del propio) está en Honolulu, a más de 2.000 km de distancia. La capital de su propio país está aún más lejos. A pesar de ser el atolón de coral más grande del mundo, en 2020 solo vivían allí 7.369 personas.

Es famosa por sus hermosas costas, sus habitantes amigables y su importancia como zona de reproducción de aves marinas, pero también por sus desafíos a la hora de sustentar asentamientos humanos. Las únicas fuentes de agua subterránea importantes en la isla existen en forma de lentes de agua subterránea poco profundas. Debido a la naturaleza porosa del suelo de la isla, las aguas subterráneas poco profundas son susceptibles a la contaminación de los sistemas de saneamiento y la intrusión de agua de mar. El suelo tampoco es propicio de forma natural para el cultivo de frutas o verduras comestibles, cuya diversidad es limitada en la isla. La mayoría de los materiales de construcción, combustible y otros suministros deben importarse a través de barcos y aviones que pasan con poca frecuencia, lo que tiene un alto precio.



Fotografía:

<https://www.visit-kiribati.com/exploring-kiribati/5-best-destinations-tourist-attraction-kiribati/>

1. Director de Investigación - Instituto para el Desarrollo Sostenible. Universidad de Tecnología de Sidney, Australia
2. Fundador y Gerente. Solución espacial limpia, Kiribati
3. Oficial de WASH. UNICEF Pacífico, Kiribati



Sin embargo, Kiribati tiene muchas cualidades que la hacen autosuficiente. La isla es tranquila y en ella impera un fuerte sentido de comunidad. Sus habitantes han tenido que arreglárselas durante mucho tiempo con los pocos recursos materiales de los que disponían, lo que ha contribuido a crear una cultura de inventiva. La isla en sí es grande para los estándares de un atolón y tiene mucho espacio abierto, tanto que el Gobierno de Kiribati está trabajando para incentivar a la gente a mudarse allí desde su abarrotada capital. Este esfuerzo de reubicación va acompañado de inversiones por parte del Gobierno y otras organizaciones para convertirla en un futuro hogar sostenible para más del doble de su población actual para 2045.

Los enfoques de la economía circular tienen mucho que ofrecer a un lugar como Kiribati, que tiene potencial para convertirse en un modelo de sociedad de economía circular. Las reservas de agua dulce deben gestionarse y regenerarse con cuidado, lo que es posible mediante la protección de las capas freáticas de las fuentes de contaminación y la reposición de las mismas después de que el agua haya sido extraída y utilizada. La pesca, una fuente importante de alimentos en la isla, puede cultivarse de forma sostenible y también protegerse de la contaminación. Incluso los alimentos cultivados en tierra tienen el potencial de prosperar si las aguas residuales domésticas se tratan de forma inteligente y se reutilizan como fertilizante.

El proyecto de investigación CIRCLE WASH tiene como objetivo explorar las oportunidades de la economía circular dentro de los sistemas de saneamiento que podrían contribuir a que Kiribati se convierta en un lugar más autosuficiente. El Instituto para Futuros Sostenibles de la Universidad de Tecnología de Sídney (UTS-ISF), en colaboración con UNICEF Pacific, pasó recientemente un tiempo en Kiribati para hablar con funcionarios gubernamentales sobre el marco de las 8R del proyecto y lo utilizó para facilitar ideas para un futuro de economía circular.

Las posibilidades son muchas. Los tanques sépticos con fugas y los retretes de pozo contribuyen de manera significativa a la contaminación de las preciadas capas de agua subterránea. Mientras tanto, los desechos humanos compostados se utilizan a veces como acondicionador del suelo y fertilizante en Kiribati, como lo han hecho muchas otras sociedades durante miles de años, lo que puede ser completamente seguro con los procesos adecuados. ¿Qué sucedería si esas aguas residuales (o deberíamos llamarlas aguas de recurso?) pudieran capturarse en su totalidad para que no se filtren a las aguas subterráneas y, en cambio, se transformen de manera segura en un producto que permita cultivar y regar alimentos nutritivos en la isla? Esto también podría ayudar a evitar que la contaminación por saneamiento llegue a las pesquerías a medida que aumenta la población de la isla, un desafío importante en la capital, Tarawa del Sur. El atractivo de una innovación de este tipo aumenta si se considera la oportunidad de utilizar materiales existentes o reciclados para capturar desechos de manera segura en lugar de depender del cemento importado.



Es necesario pensar mucho en cómo se pueden hacer realidad innovaciones como estas y en cómo garantizar que sean asequibles para los hogares con ingresos más bajos y satisfagan las necesidades y aspiraciones de las diversas personas que viven en Kiribati. Pero la necesidad es grande, en particular si se consideran los posibles efectos del cambio climático en la prolongación de las sequías, lo que amenazaría aún más la seguridad hídrica, y en la intensificación de las lluvias, que aumentan el riesgo de eventos de contaminación. El proyecto CIRCLE WASH está en marcha hasta 2024 y tiene como objetivo destacar las oportunidades potenciales que, con suerte, se aprovecharán más allá de la vida del proyecto.

# LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS: UN VALIOSO TESORO A PROTEGER MÁS Y APROVECHAR MEJOR

El agua en general, superficial o subterránea, es de por sí un tesoro. Pero como indica The Nature Conservancy<sup>1</sup> <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/aguas-subterraneas-nuestro-recurso-mas-valioso/> ] en su página web, las aguas subterráneas son nuestro recurso oculto más valioso. ¿Más que los tesoros ocultos como el oro, el platino, el petróleo? Se puede calcular cuánto más, pero el argumento más contundente es que sin esos otros bienes materiales la humanidad puede vivir y progresar, pero sin el agua, es imposible.



**L**as estadísticas<sup>2</sup> globales que presenta la SEMARNAT [ SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de México. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/06\\_agua/cap6\\_1](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/06_agua/cap6_1) ] de México sobre los recursos hídricos a nivel global nos hacen comprender visualmente que los volúmenes de agua fresca en el mundo son pocos comparados con los totales, que incluyen el agua de los océanos (2.5 % contra 97.5 %). Sin embargo, dentro de ese 2.5 %, de las aguas frescas disponibles, es decir, apartando los glaciares, el 96 % restante son aguas subterráneas. Aquí su importancia en términos macro. En proporción, el restante 4 % del agua fresca está en los ríos, lagos y lagunas, por inmensos que nos parezcan a la vista.

Para tener una perspectiva numérica, mientras las aguas subterráneas se contabilizan en 10,500,000 Km<sup>3</sup>, los lagos y ríos contienen 93,120 Km<sup>3</sup>. El problema es que esa cantidad inmensa de agua fresca subterránea no se ve y por tanto, en algunos países su administración y control no es fácil.

Fotografía:  
<https://geo-webonline.com/aguas-subterraneas/>

1. <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/aguas-subterraneas-nuestro-recurso-mas-valioso/>

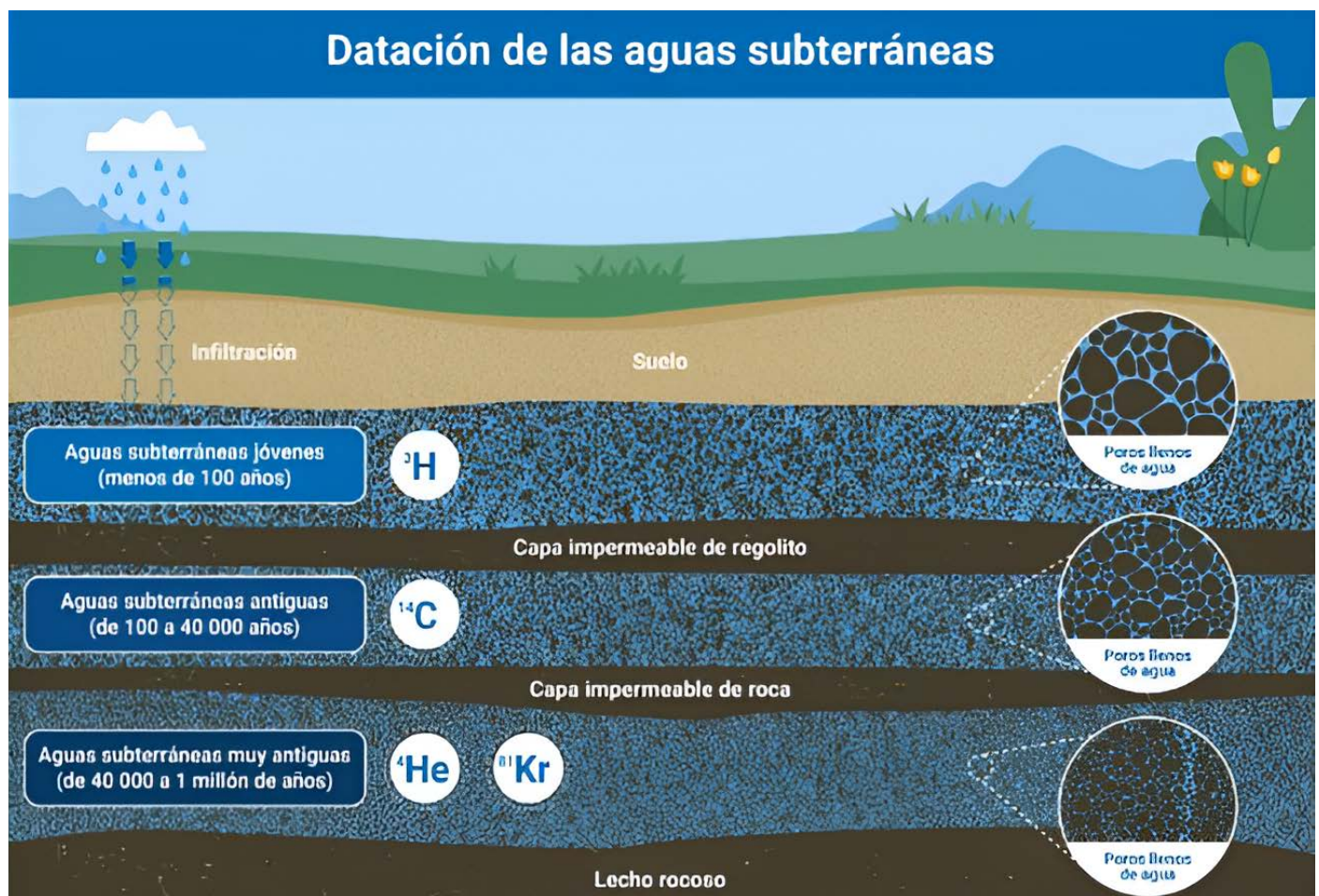
2. SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de México. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/06\\_agua/cap6\\_1](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/06_agua/cap6_1)

Aun así, el volumen disponible de aguas subterráneas no es aprovechable en su totalidad. Hay sitios en donde el agua subterránea está en contacto con capas de minerales, que hacen al agua no consumible y por tanto requiere de potabilizarse. En otros lugares el agua subterránea explotable está a altas profundidades, lo que hace que se requieran equipos de bombeo de considerables dimensiones para extraer el agua y además, demandan altos costos de energía eléctrica para su explotación. Sin embargo, existe la solución tecnológica para ambos casos, de tal forma que el problema reside en lo económico.

El tratamiento del agua de mar también es un problema tecnológico resuelto en gran medida, por lo que en el futuro, los estudios económicos primarán sobre los tecnológicos para determinar qué fuente de agua aprovechar.

A) Si la marina, que es la que tiene la mayor cantidad (aunque también contaminada);

B) La de lagos y ríos, cuyo volumen es mucho menor y también contaminado pero que puede estar cerca de los sitios de consumo y las aguas subterráneas.



<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/aguas-subterranas-como-se-estudia-su-polucion-y-sostenibilidad>

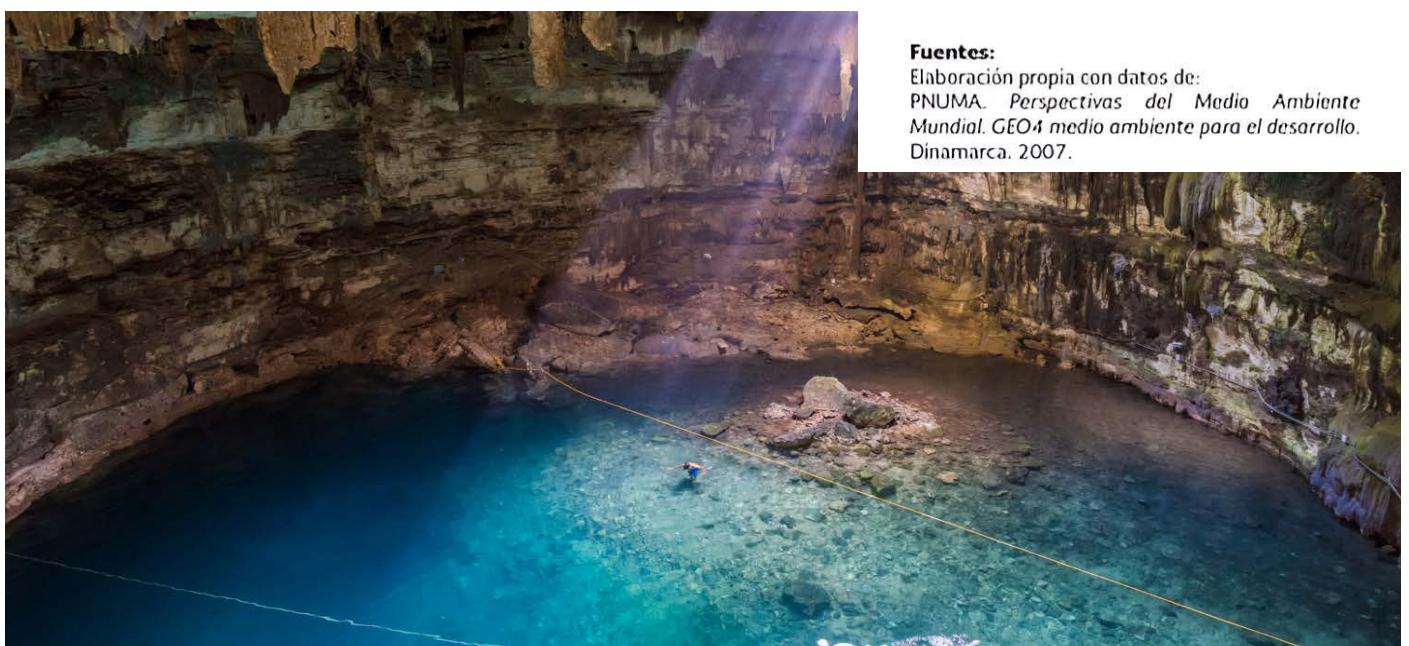
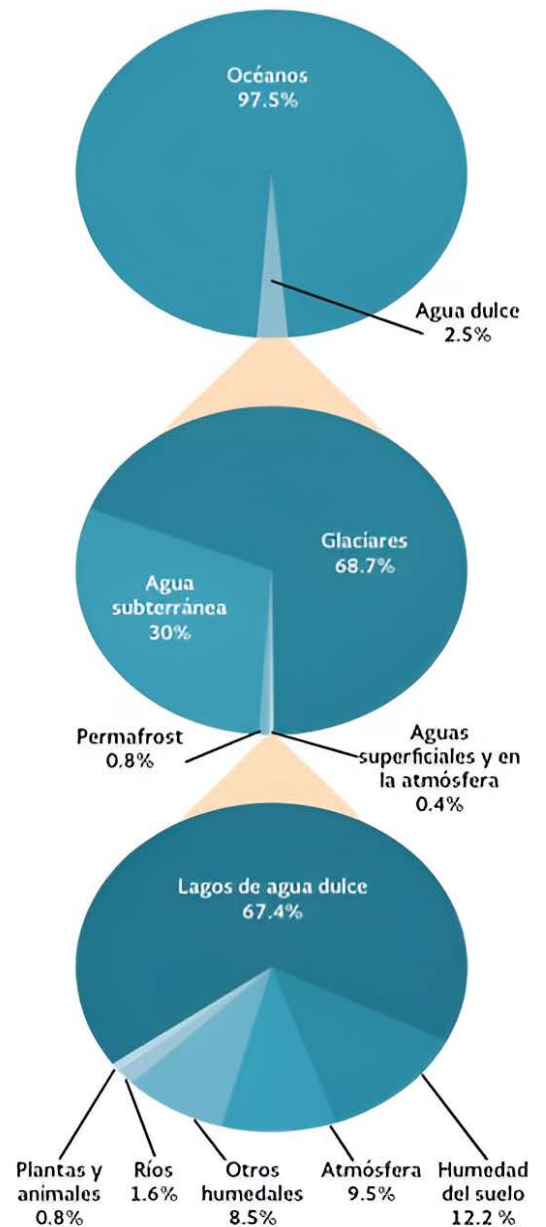
Actualmente, una comparación económica favorece a las aguas subterráneas y por ello, según los cálculos de la UICN, "El agua subterránea abastece casi el 50% del agua potable mundial y 43% de toda el agua utilizada para riego en la agricultura".

A pesar de ser un valioso tesoro, en algunos países otras actividades de la vida económica de los países utilizan más este recurso y lo sobre explotan, con consecuencias negativas que se mencionarán más adelante. Este tipo de recursos se recapitaliza cada ocasión que las aguas de lluvia se infiltran en el subsuelo, pero buena parte de esta agua "se ahorra" a grandes profundidades, con edades que pueden llegar al millón de años, como se puede ver en el esquema.

También más adelante se mencionará que este recurso de la naturaleza es posible aprovecharlo más que en la actualidad, pero hay que hacerlo con un alto grado de conocimiento de los sitios en donde se puede aprovechar.

Si se hace bien, las aguas subterráneas pueden seguir siendo ese valioso tesoro, base para alcanzar los derechos humanos del agua a toda la población mundial y como fundamento de un mayor desarrollo económico en actividades como la agricultura, la agroindustria, la ganadería y la industria.

Percibir las aguas residuales como un valioso tesoro puede abrir las puertas a muchas oportunidades de negocios ligados con la provisión de agua para consumo humano, para el riego y para actividades industriales o recreativas.



**Fuentes:**  
Elaboración propia con datos de:  
PNUMA. *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. GEO4 medio ambiente para el desarrollo.* Dinamarca. 2007.

# EL ROBO DE AGUA SUBTERRÁNEA: UNA VERDAD INCÓMODA

## EL USO INDEBIDO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN AGRICULTURA, INDUSTRIA Y TURISMO



En mayo del presente año, la consultora Marta Santafé escribió un blog en el medio español "iagua" (<https://www.iagua.es/blogs/marta-santafe/robo-agua-se-esta-bebiendo-nuestros-acuiferos>) sobre un tema preocupante que es factible de suceder en varios países: el robo del agua subterránea. Aunque el blog se centra en el caso de España, la importancia del agua como insumo de muchos negocios, puede estar llevando a personas o empresas de algunos países a sobre explotar los acuíferos, aprovechando condiciones nacionales de falta de legislación, desconocimiento o de falta de recursos para el control.

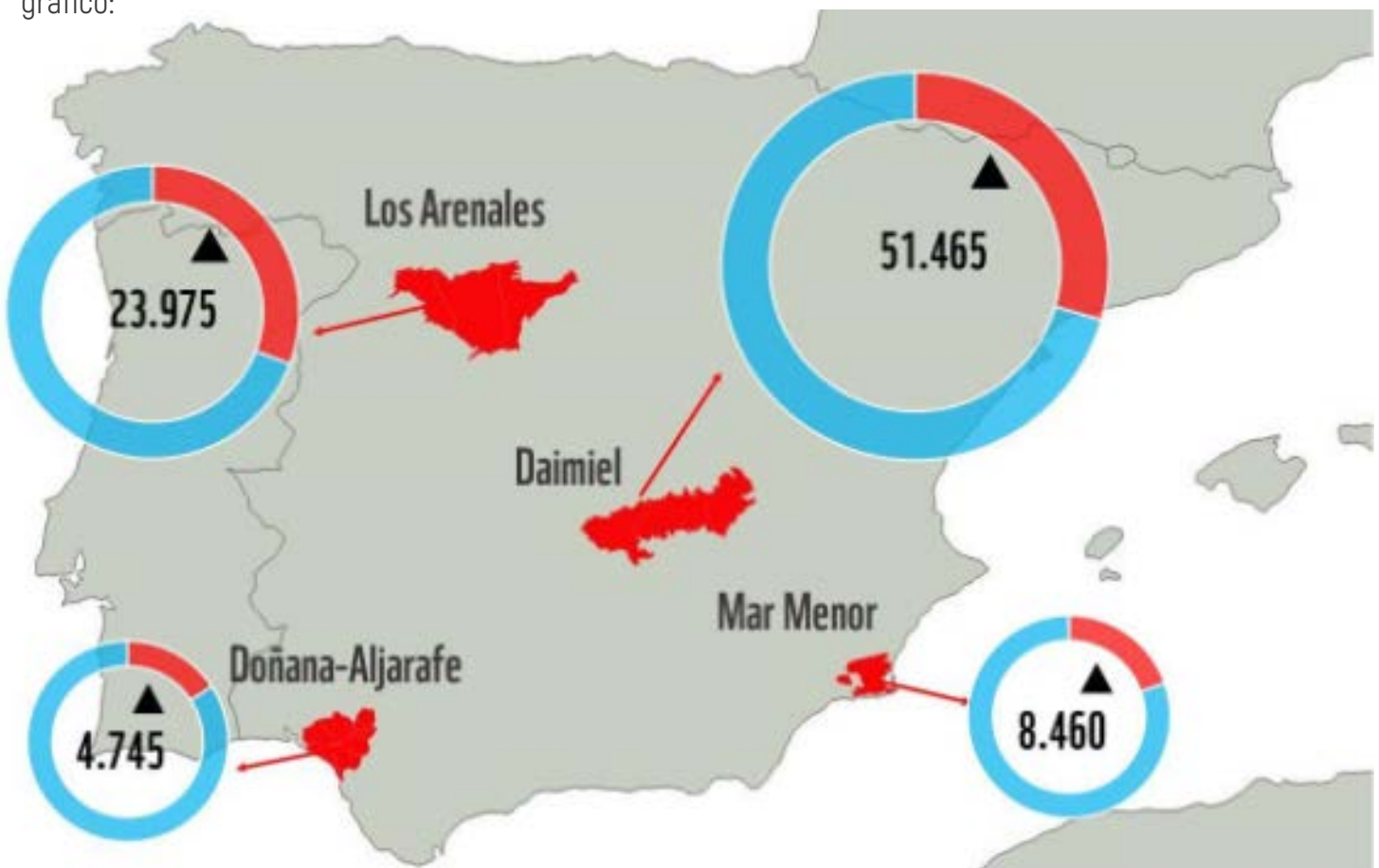
### En Agricultura

En España, la consultora explica con claridad que "la forma más habitual de robar agua es a través de extracciones ilegales y pozos no autorizados", además de canales clandestinos y ramificaciones subterráneas. A eso se agregan, menciona la escritora, los casos en los que se excede la concesión autorizada o se explota el agua en épocas de restricción.



En esta competencia desleal, el uso agua para consumo humano pierde la batalla contra el uso para agricultura. En este país, esta actividad económica consume el 80 % de los recursos hídricos, por lo que si se observa escasez en las ciudades o poblados rurales, una causa importante es la perforación de pozos para regadío.

Un estudio conducido por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) condujo a identificar amplias áreas del país en donde se extrae agua para regadío, lo que se muestra en el siguiente gráfico:



*Número de hectáreas regadas (legales e ilegales) en las cuatro zonas estudiadas. Fuente: Bea Martínez, M.; Fernández Lop, A.; Gil, T.; Seiz Puyuelo, R. y cols. (2021). El robo del agua. Cuatro ejemplos flagrantes del saqueo hídrico en España. WWF España*

### En la Industria

El robo de agua subterránea no se circunscribe a la madre patria ni la agricultura es la única señalada. En febrero de 2024, una empresa dedicada a la fabricación de piso cerámico en un acuífero del Estado de Hidalgo, México, perforó ilegalmente dos pozos sin el aval requerido. Curiosamente, fue un particular quien hizo este señalamiento y acusó al Estado Mexicano ante la Comisión de Cooperación Ambiental suscrito al Tratado de Libre Comercio (T-MEC) de no tomar acciones para evitar este hurto al acuífero del Estado.

<https://vanguardia.com.mx/noticias/denuncian-a-mexico-por-omisiones-en-robo-a-acuifero-de-hidalgo-GC11029609>

## En el Turismo

Robar es una palabra fuerte y no puede ser aplicada a todos los casos de explotación del agua subterránea, sin embargo, el uso intensivo del recurso hídrico en las islas del Caribe por parte de la industria turística, la rápida urbanización y la falta de gobernanza, hace que los niveles de los pozos para consumo humano descendan, lo que lleva a muchas comunidades rurales costeras o insulares, a tener pozos con agua salobre, producto de la intrusión salina. Los acuíferos en determinadas zonas son muy frágiles y requieren de una regulación y control aún más estricto que en otras áreas. <https://theconversation.com/sed-en-el-paraiso-la-crisis-del-agua-en-las-islas-del-caribe-230307>

## La legislación sin conocimiento ni recursos

Desafortunadamente, cuando se observa la realidad no se ven resultados, por lo que las palabras de WWF son reveladoras en el caso español: **“La clave para entender el robo del agua está en que las administraciones responsables desconocen cuánta agua se extrae de pozos por encima de lo autorizado, ya que no tienen capacidad de medir todas las extracciones, ni suficientes medios humanos para controlar estos recursos subterráneos. En algunos casos tampoco está claro cuánto se ha extraído por encima de los recursos disponibles. La continua expansión de la agricultura industrial y de los cultivos en regadío, promovida con ayudas públicas, alimentan esta situación ya que, en sus trámites y autorizaciones para las ayudas de la Política Agraria Común (PAC), la administración agraria responsable no ha exigido a los agricultores solicitantes presentar el derecho de uso de agua concedida”**

Si se utilizaran las aguas superficiales de forma intensiva en la época de lluvias, sin tocar las aguas subterráneas, estas podrían ser el almacenamiento estratégico en cualquier país para utilizarlas en las épocas secas. El reto es saber compaginar los extremos: tanto los beneficios económicos que deja la agricultura y la Industria, con el derecho humano al agua en las poblaciones; el uso público y el uso privado del agua; la época de lluvias con la de sequías.

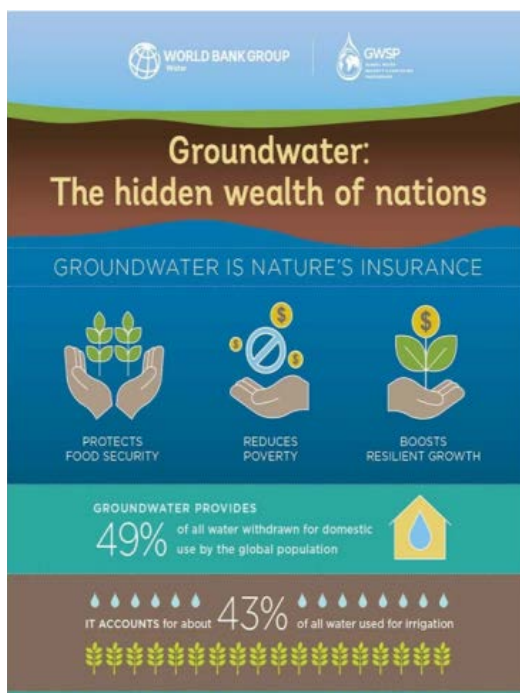
Aunque en muchas ocasiones la solución de los problemas pasa por el uso de palabras diplomáticas, cuando las tragedias se van extendiendo cada vez a más países en las épocas de sequía, es necesario usar palabras que lleven a la acción en materia legal, normativa y punitiva.



# EL TESORO OCULTO DE LAS NACIONES EN TIEMPOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

En un estudio publicado en el 2023, el Banco Mundial compartió hallazgos muy interesantes de conocer, analizar y comentar porque aun cuando se aborda desde una perspectiva global, tiene aplicaciones prácticas a nivel de cada país.

Las siguientes infografías que resumen el contenido del estudio, muestran datos que llaman la atención y que si se analizan bien, son un llamado a la acción en todos los niveles.

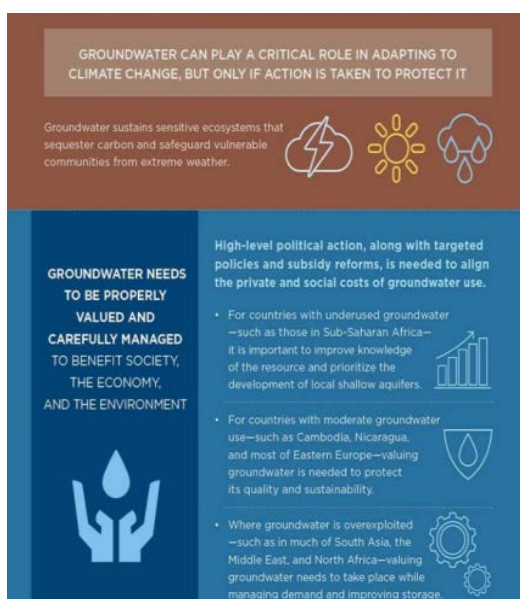


Cuando se diagnóstica la situación de los recursos hídricos de un país y en consecuencia se realizan planes nacionales sobre los mismos, la variable "aguas subterráneas" sigue tan invisible o poco visible, como rezaba el lema que se utilizó en el año 2020, en ocasión del Día Mundial del Agua: "Hacer visible lo invisible".

En realidad, conocer qué pasa bajo el suelo con este recurso del que hacemos uso no es fácil, excepto para los especialistas de la hidrogeología, quienes deben acudir a complejas ecuaciones y tecnología de avanzada para comprender y diagnosticar mejor la dinámica de las aguas subterráneas.

Conocer a cabalidad este valioso recurso demanda recursos, pero su investigación es de las mejores inversiones que pueden hacerse en una sociedad.

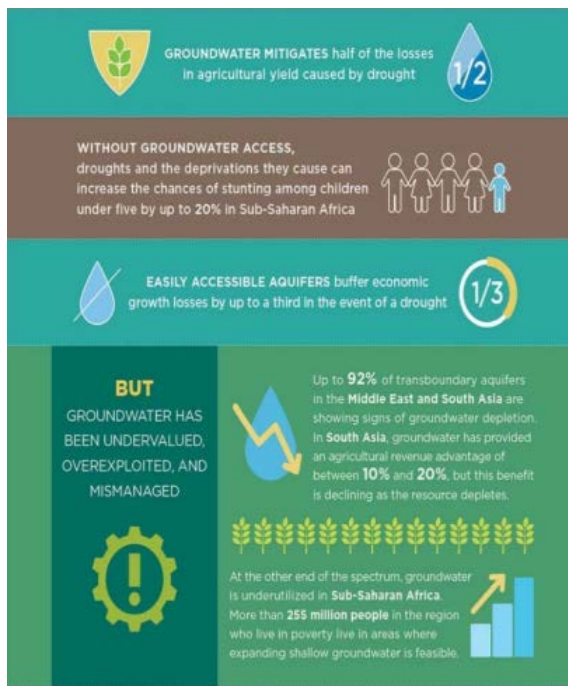
Abrazar con conocimiento de causa la importancia de este recurso permite comprender bien esta mención del Banco Mundial de que "las aguas subterráneas son un seguro de la Naturaleza", al proteger la seguridad alimentaria, reducir la pobreza e impulsar el crecimiento económico resiliente. No es para menos si las aguas subterráneas proveen el 49 % de toda el agua que consumimos los seres humanos y el 43 % de la que utilizamos para riego.



Las aguas subterráneas pueden jugar un rol crítico en la adaptación al cambio climático, siempre y cuando se toman acciones para proteger este recurso.

El recurso, por lo tanto, necesita ser adecuadamente evaluado y cuidadosamente manejado, para bien de la sociedad, la economía y el ambiente.

Cambodia, Nicaragua y la mayor parte de países de Europa del Este, requieren incrementar el valor a sus aguas residuales para proteger su calidad y sostenibilidad.



El cambio climático, actualmente cada vez más reconocido, saca a luz una realidad que da a las aguas subterráneas una mayor relevancia: cuando se presentan las épocas de mayor sequía, este tesoro oculto permite que se mitiguen a la mitad, las pérdidas. Este abordaje va acercándose a los cálculos económicos que significa su importancia.

Pero además, se reconoce que la falta de acceso a las aguas subterráneas por medio de pozos incrementa las posibilidades de la falta de crecimiento en los niños menores de 5 años hasta en un 20 % en el caso de la África Sub-Sahariana.

Acuíferos fácilmente accesibles reducen las pérdidas del crecimiento económico cuando se presentan sequías. No obstante, subraya el estudio, las aguas subterráneas han sido sub evaluadas, sobre explotadas y poco manejadas.

El estudio patrocinado por el Banco Mundial trae en su contenido cálculos importantes que pueden ser aplicados a nivel de los países, lo que puede llegar a analizar las políticas públicas ambientales y de infraestructura, con las cuales pueda definirse un horizonte económico en donde la columna vertebral sea el cuidado de las aguas subterráneas.

El libro puede encontrarse en la dirección:

<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099257006142358468/idu0fb2550de013100434708d920a3e3bec6afb1>

<https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2023/06/13/groundwater-the-hidden-wealth-of-nations>





## HOMENAJE AL INGENIERO CARLOS VALLE GUTIÉRREZ

Quienes recibimos clases de Maestría en Ingeniería Ambiental en el programa PID-MA de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) todavía recordamos con mucho cariño a nuestro Maestro de la clase de Hidrología aplicada a la Ingeniería Ambiental en el año 1987, el Ingeniero Carlos Valle Gutiérrez. Mis compañeros de esa primera generación recordamos hasta la visita de campo guiada por él en su clase, en una zona del departamento de Carazo en donde nos describía con lujo de detalles las características de una pared en donde se podían distinguir diferentes niveles litológicos. Ni olvidamos por supuesto el viaje de regreso cuando el Ingeniero Valle, conectado con la energía de estos jóvenes adultos, unos 20 años menos que él, disfrutaba como uno más del grupo.

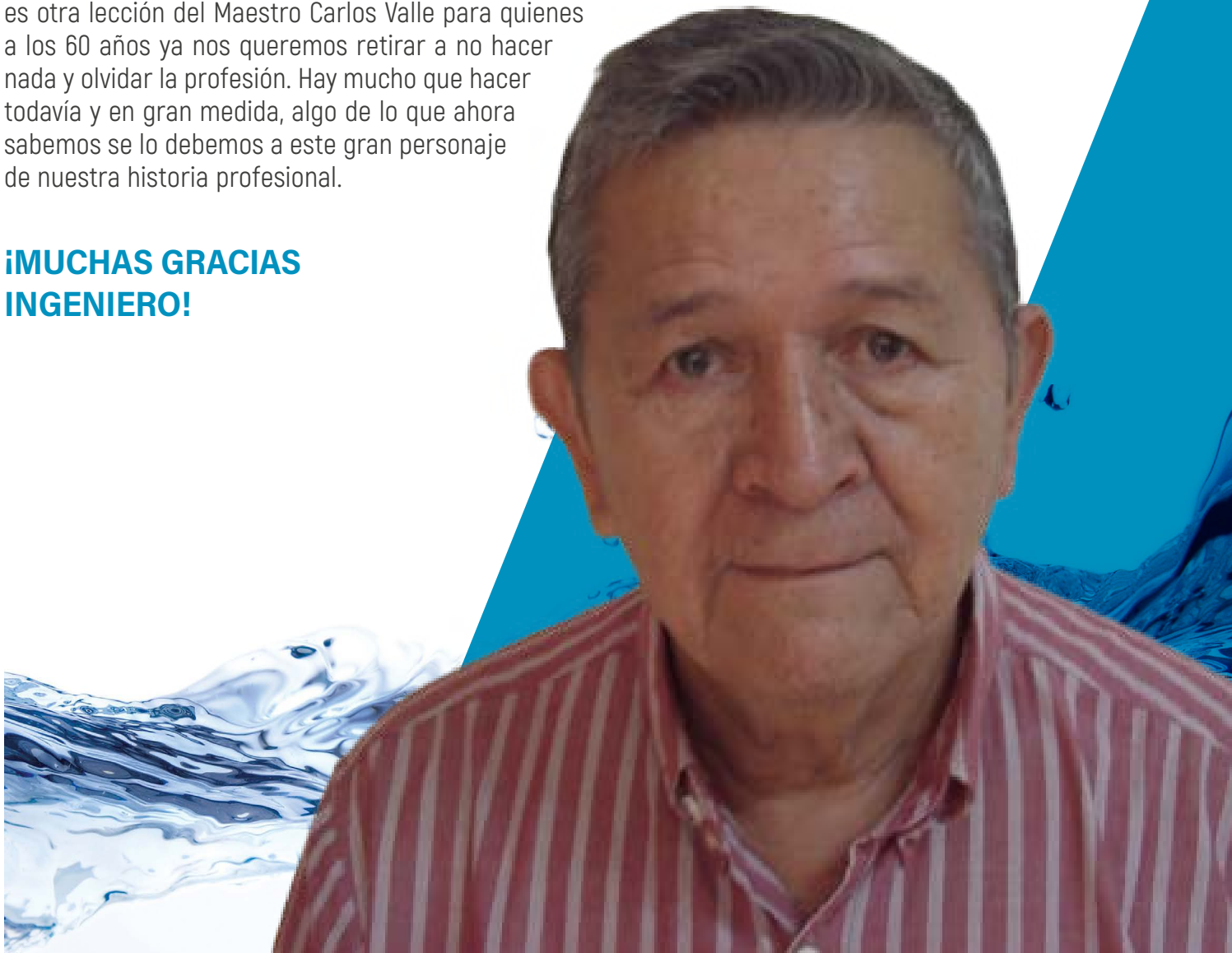
**E**n la década siguiente el Ingeniero Valle fue nuestro compañero de trabajo en el entonces INAA, hoy ENACAL, desempeñándose como el principal referente en todo lo que significaba el tema de la hidrogeología. En una institución cuyas fuentes de agua son casi el 80 % aguas subterráneas, tener un experto de esta categoría era una obligación y un privilegio al mismo tiempo. Además de la información que nos brindaba el Ingeniero Valle, siempre se recuerda su tono, diría yo de sabio, como expresaba las ideas y planteaba sus propuestas.

Y años después, como miembro de la Asociación Nicaragüense de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ANISA), también tuvimos el honor de conversar con él y conocer cada vez más a sus hijos a quienes tengo el privilegio de conservar su amistad. Juan Carlos, precisamente, es quien me ha brindado elementos para escribir este pequeño homenaje.

De su historia académica, sabemos que nació en el año de 1937 en El Salvador, en donde también cursó sus estudios universitarios en la Universidad Nacional de ese país cercano y hermano. Refinó sus estudios de geología en la Universidad de Chile, en el Instituto Geológico y Minero de España y en Tucson, Arizona. A sus 33 años comenzó a trabajar en el Servicio Geológico de Nicaragua y durante los siguientes 50 años de trabajo continuo, laboró como empleado público en INAA, organismos internacionales y haciendo consultorías.

A sus 83 años de edad todavía seguía trabajando, hasta que el Señor le pidió que lo acompañara a descansar. Esta es otra lección del Maestro Carlos Valle para quienes a los 60 años ya nos queremos retirar a no hacer nada y olvidar la profesión. Hay mucho que hacer todavía y en gran medida, algo de lo que ahora sabemos se lo debemos a este gran personaje de nuestra historia profesional.

**¡MUCHAS GRACIAS  
INGENIERO!**



# EL ABC DE LA HIDROLOGÍA EN MAPAS

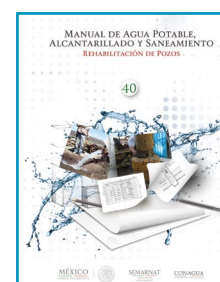
La CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) de México, dispone de una biblioteca pública que denomina MAPAS (Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento) cuyo enlace adjuntamos y que consta de 55 volúmenes. Dos de estos manuales son: "Captación en Pozos Profundos" y "Rehabilitación de pozos". Compartimos estos enlaces por la temática de esta edición de la Revista, pero la biblioteca abarca más temas, que pueden ser útiles para los estudiantes de pregrado y maestría de esta carrera, así como para aquellos que desean mantenerse actualizados durante su vida profesional.



Agradecemos al Ingeniero Juan Carlos Valle, quien compartió el enlace del libro sobre Captación en Pozos profundos, como parte de su guía para incluir en esta edición, temas que sean de interés para los lectores.



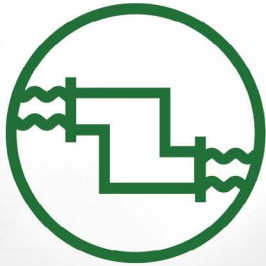
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGA-PDS-1-15-Libro8.pdf>



<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGA-PDS-1-15-Libro40.pdf>

# McGregor

CULTURA DE FELICIDAD Y BIENESTAR



## DIVISIÓN HIDRÁULICA

# SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

En la división hidráulica nos dedicamos al diseño, suministro e instalación de sistemas de abastecimiento de agua. Nuestra vasta experiencia desde 1938 en sistemas municipales, riego, industrial, doméstico y en la explotación de recursos hídricos provenientes de cualquier cuerpo de agua, nos han colocado a la vanguardia del manejo de agua en Nicaragua. Nuestro enfoque yace alrededor de lograr la máxima eficiencia en el uso del agua y en el costo energético.



▪ AGUA POTABLE ▪ AGUAS RESIDUALES ▪ CONTRA INCENDIOS  
▪ POZOS ▪ INDUSTRIAL & MUNICIPAL





# PROYECTOS DIVISIÓN HIDRÁULICA

En la división de proyectos hidráulicos: Diseñamos, suministramos e instalamos sistemas de abastecimiento de agua, tales como:

- Sistemas de protección contra incendios
- Sistemas de presión constante
- Sistemas de bombeo y rebombeo municipales
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Sistemas de desinfección mediante cloración, rayos ultravioletas, ozono, etc.
- Equipamiento de pozos con su tubería de revestimiento.

# McGregor

CULTURA DE FELICIDAD Y BIENESTAR

## NUESTRA CULTURA

### ¿PORQUE HACEMOS LO QUE HACEMOS?

Porque nos apasiona mejorar la calidad de vida brindando felicidad y bienestar a nuestros colaboradores, sus familias, nuestros clientes y comunidad en general.



### ¿QUE ES LO QUE HACEMOS?

Proveemos soluciones tecnológicas integrales y confiables que mejoran la eficiencia y rentabilidad de nuestros clientes.



### ¿CÓMO LO HACEMOS?

Por medio de nuestros valores



Confiableidad



Actitud Positiva



Bienestar y Felicidad

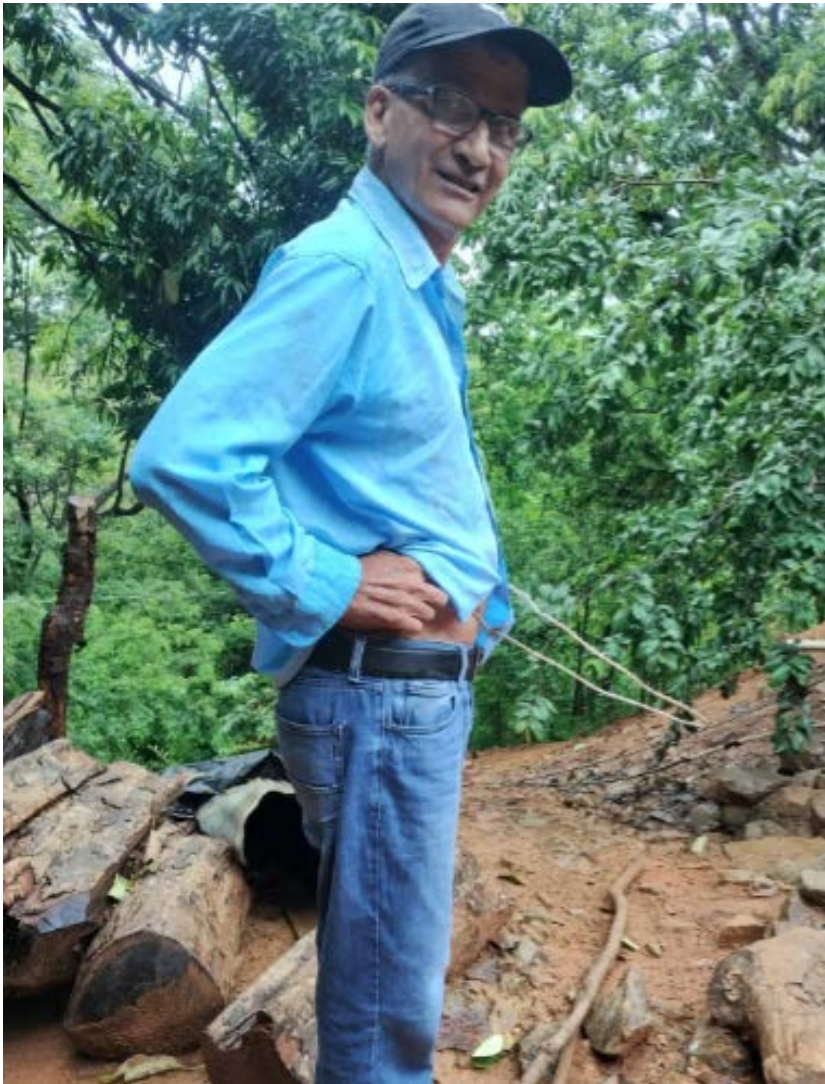


Trabajo en Equipo



Excelencia

# IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA EXCAVAR POZOS: ENTRE LA MAGIA Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO



**Don Feliciano Castillo, identificando sitios de agua subterránea**

WikiWater, una página exclusiva a atender temas de agua dice que alrededor del año 1,250 A.C. Moisés ya aparecía buscando agua en el desierto del Sinaí con su bastón de zahorí. Por su parte, la Biblia en el libro del Éxodo, refiriéndose al mismo caso, indica que Dios le dijo a Moisés: “Cuando llegues allá, golpea la roca con la vara. Así saldrá agua de la roca, y todos podrán beber.” Queda de cada uno interpretar lo que sucedió en el desierto, pero afortunadamente, gracias a lo realizado, Moisés logró que los israelitas, sedientos y molestos, tuvieran agua suficiente.

La historia refiere que un zahorí es una persona que con un instrumento de metal y “algunas cualidades personales”, consigue encontrar agua en el subsuelo, actividad que, según otras fuentes, se realiza desde hace 4,500 años.

## La radiestesia

A esta práctica de identificar fuentes de agua subterránea a través del uso de unas varillas se le llama radiestesia y aunque parezca extraño, aún hoy se utiliza en muchos países. Por ejemplo, Don Feliciano Castillo, un campesino hondureño que practica la radiestesia y con quien tuvimos gusto de conversar nos dijo: “Hay que tener el don para encontrar agua”.

Más indagaciones nos llevaron a encontrar zahoríes en Chile, España, Guatemala y Nicaragua recientemente, lo cual confirma que la radiestesia es de actualidad y mundial.

Wikipedia dice que "experimentos controlados no han confirmado nunca los efectos proclamados debido a que sus resultados no van más allá del azar y que se basa en la afirmación de que los estímulos eléctricos, electromagnéticos, magnetismos y radiaciones de un cuerpo emisor pueden ser percibidos y, en ocasiones, manejados por una persona por medio de artefactos sencillos mantenidos en suspensión inestable como un péndulo, varillas "L", o una horquilla que supuestamente amplifican la capacidad de magnetorrecepción del ser humano. "

### ¿Qué es esto de la "capacidad de magnetorrecepción"?

Se habla de este término como "la capacidad que tienen algunos seres vivos de detectar la dirección y sentido del campo magnético, obteniendo así información sobre el sentido y latitud, tales como las palomas mensajeras, algunas tortugas e insectos como las abejas, hongos y hasta ciertas bacterias. En cuanto a los seres humanos, se afirma que tenemos depósitos de materiales magnéticos en el hueso etmoides de la nariz, y hay indicios de una cierta capacidad de magnetorrecepción.

Entonces, así como algunas personas tenemos más desarrollado algún sentido, como la vista, el olfato, el gusto, el tacto o el oído, ¿será también que algunas personas tendrán más desarrollada esta capacidad de percibir el magnetismo terrestre?

Hasta el momento, como dice Wikipedia, no se encuentran estudios sólidos que certifiquen el uso de esta capacidad humana para detectar agua en el subsuelo, sin embargo, tampoco se puede negar el hecho de que hay personas que utilizan la radiestesia y les da resultado.

### La tecnología China

Antes de ser conclusivos en el tema de la radiestesia, es importante conocer un poco sobre las tecnologías que se utilizan hoy en día para identificar agua subterránea, una de ellas, las de origen chino.

En Internet se pueden encontrar una gran variedad equipos y métodos para identificar agua subterránea, entre los más accesibles esta uno de fabricación china, conocido como ADMT-600ZN. Este equipo es una máquina de estudio de agua subterránea lanzada por la marca Aidu en 2023. Cuenta con un muestreo rápido y es capaz de completar una prueba de un punto en 10 segundos. El equipo, que se puede ver en la imagen abajo muestra costos entre US\$ 800 y US\$ 2,200 aproximadamente y según usuarios del mismo, tiene una buena resolución. De hecho, la firma HYDINGSA de Nicaragua ya lo utiliza para sus investigaciones. La diferencia de costos se debe a que hay varias series una con más ventajas que la otra.

En la página de YouTube ([https://www.youtube.com/watch?v=wg\\_gg740FDk](https://www.youtube.com/watch?v=wg_gg740FDk)) puede verse su funcionamiento, en principio, simple. De acuerdo con sus especificaciones técnicas, el equipo puede medir hasta 600 metros de profundidad la presencia de agua subterránea.



### Tecnología de punta en la prospección de aguas subterráneas

La prospección de aguas subterráneas es la identificación de estas fuentes por medios que son, algunos de ellos, pagados, aunque con la ventaja de proveer de información más segura y los otros, gratis.

Uno de estos medios es el uso de imágenes gratuitas de Landsat con USGS Earth Explorer para lo cual primero hay que crear una cuenta en USGS. El procedimiento para usar estas imágenes es el siguiente:

1. Establecer los criterios de búsqueda
2. Seleccionar los datos que se desean descargar
3. Filtrar los datos
4. Revisar los resultados y descárgalos

La siguiente página de USGS contiene en texto y en video la explicación con detalles de este procedimiento:

<https://gisgeography.com/usgs-earth-explorer-download-free-landsat-imagery/>

Con las imágenes satelitales gratuitas y por medio del método "árbol de decisiones", el cual involucra parámetros tales como: el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), índice diferencial de agua normalizada (NDWI), temperatura y pendientes se puede prospectar agua subterránea.

Se presenta un ejemplo del uso de estas metodologías en una zona de San Marcos – Cajamarca, en Perú, en donde se hizo el siguiente procedimiento:

A. Se realizó el cálculo del NDWI que está relacionada con la humedad del suelo, vegetación y patrones de drenaje.

B. Luego se calculó el NDVI para los patrones de vegetación.

C. Se estimó la temperatura media superficial del suelo en base a la banda 10 y 11 de la imagen Landsat 8.

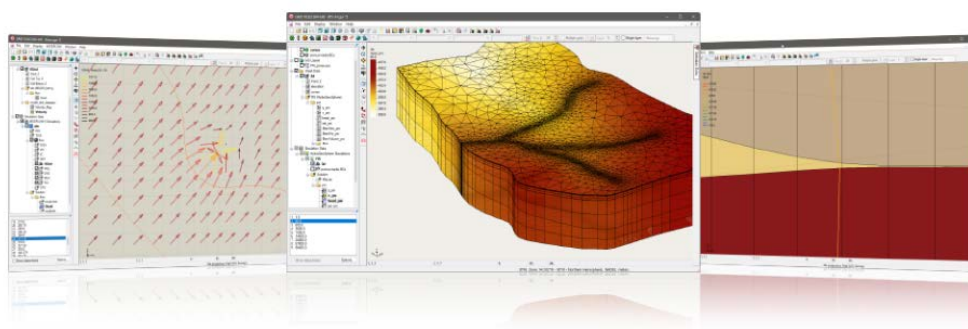
D. Se realizó un modelo digital de elevaciones de las pendientes del terreno en base a la imagen ASTER GDEM.

E. Se combinó toda esta información por medio del método de árbol de decisiones, obteniendo una certeza de 92% de precisión en la ubicación de agua subterránea.

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1845>

## Modelación de Aguas Subterráneas

El propósito principal de la utilización de modelos en las aguas subterráneas es el de determinar el comportamiento del sistema de flujo sujeto a acciones naturales (recarga por precipitación y por percolación de los ríos) y artificiales (extracción o inducción de agua por medio de pozos). Existen varios tipos de modelos, entre los que se mencionan: los analógicos, los matemáticos analíticos y los numéricos. Estos últimos utilizan ecua-



ciones de flujos de aguas subterráneas para sus soluciones numéricas, especialmente la ecuación de Darcy. El programa freeware MODFLOW-96 (del Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey, USGS) hace la simulación del flujo de aguas subterráneas en tres dimensiones, con opciones de estado estacionario y transiente, y mediante la utilización del método de diferencias finitas, el cual requiere que el dominio, sobre el cual se realiza la simulación, se divida en una malla rectangular de filas (x), columnas (y) y capas (z). Este programa es la base para diferentes programas de interface gráfica, uno de ellos es el denominado Visual MODFLOW realizada por Waterloo Hydrogeologic Inc (WHI).

Otro es el GMS, esta plataforma GMS v10.8 simula el funcionamiento de las aguas superficiales y subterráneas con la cual se construye una representación de alto nivel del modelo utilizando objetos SIG conocidos: puntos, arcos y polígonos con lo cual se actualiza el modelo según sea necesario. El modelado conceptual en GMS comienza en \$ 2,815 (incluida la visualización en 3D) y llega hasta los \$13,520, como licencia local y desde US\$ 4,425 hasta US\$ 20,000 como licencia flex. Los modelos requieren datos de muchas fuentes diferentes. Es por eso por lo que GMS está diseñado para importar fácilmente numerosos tipos de archivos: a) Imágenes rasterizadas, incluida la georreferencia y la compatibilidad con la proyección; b) Mapas topográficos y datos de elevación; c) Datos de sondeo, incluida la estratigrafía y los datos geofísicos; d) Archivos MODFLOW nativos; e) Archivos MODFLOW de Visual MODFLOW, Groundwater Vistas y PM Win; f) Servicios de datos web como TerraServer; g) Bases de datos geográficas y shapefiles de ArcGIS; h) Archivos CAD en formatos .dwg, .dgn y .dxf; i) Soporte de proyección mundial, incluidos sistemas cartesianos y geográficos y j) Asistente de importación de archivos para archivos de texto delimitados y hojas de cálculo.



# HYDING S.A.

## HydroIngeniería S.A.

[www.hydingsa.com](http://www.hydingsa.com)

HydroIngeniería, S.A. (Hyding, S.A.) es una empresa Nicaragüense con profesionales multidisciplinares de muy alto nivel y experiencia en las ramas de:

- Ingeniería Civil
- Hidrogeología
- Hidrología
- Ingeniería Sanitaria (Agua y Saneamiento)
- Drenaje Pluvial
- Ingeniería Ambiental
- Topografía
- Geotecnia
- Geofísica
- Urbanismo

Quienes en conjunto conforman la Empresa de Consultoría en Ingeniería con la capacidad, experiencia y profesionalismo para desarrollar proyectos de Ingeniería en todas las etapas de Factibilidad, Estudios Específicos, Diseño Detallado, Evaluación, Supervisión, Construcción, Puesta en marcha y Administración.

[www.hydingsa.com/](http://www.hydingsa.com/)

**HYDROINGENIERÍA, S.A.**  
Colonial Los Robles, No.51, Managua, Nicaragua.  
Apartado Postal / P.O. Box C-78, Centro Comercial Managua.  
Tel: (505) 2270 – 4321, 8674 – 3103

# RELACIÓN ENTRE EL AGUA SUBTERRÁNEA Y LA SUBSIDENCIA DEL TERRENO

MSc. Ruth Méndez, Máster en ciencias de la Ingeniería, Ing. Civil, mendez.rivas.ruth@gmail.com, 87860040 (tigo) 505 5726 4413 (claro)



La subsidencia del terreno (ST) es el hundimiento lento o rápido de ciertas partes de la superficie del suelo, debido a la consolidación de sedimentos y, por lo tanto, al movimiento subsuperficial de los materiales terrestres como resultado del aumento de la tensión efectiva (Ma et al., 2018; Bagheri-Gavkosh et al., 2021). Las crecientes demandas de recursos hídricos subterráneos, debido al desarrollo urbano y agrícola, son los principales impulsores del ST, sobre todo en las regiones áridas y semiáridas (Motagh et al., 2008). Actualmente, la ST es una geoamenaza inducida por el hombre y la naturaleza en todo el mundo y requiere una cuidadosa consideración en muchos países (Liu et al., 2017).

El rol de la extracción de agua en el aumento de las tensiones efectivas de sobrecarga y la reducción de los espacios vacíos de las capas de suelo ha sido estudiado desde la década de 1940 (Terzaghi, 1943). En 1965, la UNESCO adoptó la ST como uno de los principales proyectos de investigación (UNESCO e IASH, 1970). Poland y Davis (1969) realizaron una revisión titulada «hundimiento del terreno debido a la retirada de fluidos» hace más de medio siglo. Es probable que, la «Guía de estudios sobre la subsidencia del terreno debida a la extracción de aguas subterráneas» de Poland (1984) sea la primera referencia que introduce la extracción de aguas subterráneas como el motor de ST.

Recientemente, los impactos ambientales y económicos de ST se observan con frecuencia en muchas regiones, por ejemplo, Ciudad de México, Shanghái y Bangkok, y es considerado una amenaza para las infraestructuras urbanas (Lyu et al., 2020). Por lo tanto, la predicción y la evaluación del riesgo de daños a la infraestructura inducidos por ST desempeñan un papel crucial en la mitigación de los impactos de esta geoamenaza (Jin et al., 2016). Varios métodos matemáticos, como el proceso de jerarquía analítica difusa (Zou et al., 2013), las reglas de red bayesianas (Jin et al., 2018; Sierra et al., 2018) y el método de Gray (Ishikawa et al., 1993; Wang et al., 2014) se han desarrollado y utilizado para cuantificar la evaluación del riesgo de los impactos de ST.

Los factores (impulsores), magnitud y distribución de ST varían espacialmente en todo el mundo (Figueroa-Miranda et al., 2018). Los acuíferos multicapa, incluidos los acuíferos confinados profundos y las capas gruesas de arcilla compresible, presentes en muchas condiciones geológicas e hidrogeológicas, facilitan el desarrollo de ST (Guo et al., 2015, Wang et al., 2019). Se necesita una revisión exhaustiva de la ocurrencia, los mecanismos, las técnicas de monitoreo, los impactos y los impulsores del fenómeno ST basada en estudios mundiales y que presente la información esencial en un marco unificado para la gestión, el control y la mitigación de esta geoamenaza.



De acuerdo a Bagheri-Gavkosh et al., (2021), el 72.97% de la ST observado ha sido generado por la actividad humana y el 59.75% corresponde a las extracciones de agua subterránea. Cabe señalar que el asentamiento de la superficie terrestre tiene una respuesta retardada al cambio del nivel de agua subterránea. Por lo tanto, es necesario establecer un sistema de control eficaz a largo plazo para la observación continua del bombeo de aguas subterráneas, el nivel de las aguas subterráneas y el hundimiento del terreno, y decidir el volumen de bombeo teniendo en cuenta el cambio del nivel de las aguas subterráneas y el movimiento del terreno.

Un seguimiento eficaz de la tasa de desplazamiento del terreno mediante técnicas precisas de teledetección y terrestres, especialmente en las zonas afectadas por la subsidencia, y la elaboración de un mapa de riesgos utilizando los factores más afectados (por ejemplo, el descenso del nivel de las aguas subterráneas, el grosor del acuífero o la arcilla blanda) y su inclusión en una infraestructura de base de datos dinámica pueden ayudar a gestionar y controlar eficazmente las zonas de subsidencia. Dado que existe un desfase temporal entre el ST y la extracción de aguas subterráneas, la alerta temprana de este peligro mediante mediciones espaciales podría ser útil para prevenir daños mayores en el futuro. Estas bases de datos ayudarán a desarrollar modelos para simular la evolución de los procesos de ST.



## DIRECTORIO DE CONSULTORES ESPECIALISTAS EN PROYECTOS HÍDRICOS DE NICARAGUA, JULIO 2024

| # | Nombre                         | Email                      | Teléfono  | Especialidad  |
|---|--------------------------------|----------------------------|-----------|---|
| 1 | Alvaro Largaespada             | alargaespada61@gmail.com   | 8100 7574 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |
| 2 | Bismark Contreras Ruiz         | bjcruiz@hydingsa.com       | 8674 3103 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |
| 3 | Carlos Morales Castillo        | moralesc201154@hotmail.com | 8680 8092 | Estudios analíticos y Evaluación de Proyectos   |
| 4 | Carlos Vanegas Benavides       | carlinhosnica@gmail.com    | 8972 3211 | Diseño de sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial. Estudios hidrológicos y crecidas de cauces. |
| 5 | Carmen Pong                    | carmenpongw@gmail.com      | 7734 8848 | MSc Ingeniería Hidráulica, Especialista en gestión de programas de agua y saneamiento.                                      |
| 6 | Craudy Norori                  | craudyni@yahoo.es          | 8894 3561 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |
| 7 | Cony Montenegro                | montenegro.ing8@gmail.com  | 8997 3268 | Medio ambiente, PGA, EIA, auditorías ambientales  |
| 8 | Dannette Bernica Robinson Ubau | ing.drobinson@gmail.com    | 8684 0162 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |
| 9 | Derling Uriel Torres Martínez  | d.urielt@yahoo.es          | 8531 0408 | Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental, Sistemas Contra Incendios, Sistemas de Vapor                                       |

| #  | Nombre                 | Email                             | Teléfono  | Especialidad  |
|----|------------------------|-----------------------------------|-----------|---|
| 10 | Elizabeth Peña Solano  | elisa_pes01@hayoo.com             | 8643 8880 | Estudios hidrológicos, hidrogeológicos, vertidos, Evaluaciones de calidad de agua , supervisión de pozos y piezómetros convencionales |
| 11 | Felipe Gonzalez        | felipegonzalez@slcengineering.com | 8881 5496 | Ingeniero de Recursos Hídricos con especialidad en diseño de drenaje pluvial urbano e ingeniería hidráulica.                          |
| 12 | Félix Tapia Avilés     | ftapia50@gmail.com                | 5813 0043 | Hidráulica, Planificación estratégica   |
| 13 | Francisco Carranza     | fcarranza200@gmail.com            | 8250 1982 | PhD en Ingeniería Sanitaria. Estudios y Diseños AP, AS, PTAP, PTAR  |
| 14 | Iván García            | ivagaresearch@proton.me           | 8203 9781 | Ingeniero Civil, con conocimientos en Aplicaciones de Inteligencia Artificial   |
| 15 | Ivette García          | iveth.garcia@dihsa.com            | 7751 7875 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |
| 16 | Jaime José Matus Vigil | dscmatus@gmail.com                | 8883 7154 | Ingeniería Sanitaria (ERIS), MAE y Doctorado en Ciencias  |
| 17 | José Ángel Mejía Paz   | josemejiap@gmail.com              | 8653 6141 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |
| 18 | José Ernesto Zeledón   | detecciones@gmail.com             | 8888 3444 | Experiencia en Gerencia de Proyectos de Agua y Saneamiento. Especialidad en detección de Fugas de Agua. Detección de Tuberías         |

| #  | Nombre                          | Email                         | Teléfono  | Especialidad   |
|----|---------------------------------|-------------------------------|-----------|--|
| 19 | Juan Carlos Valle               | juancarlos.valle@hydingsa.com | 88849857  | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP   |
| 20 | Loyda Isamar Mendieta Sotelo    | loydams@gmail.com             | 88213002  | Tecnologías de tratamiento de aguas residuales   |
| 21 | María Laura Salinas R,          | Proisa@ymail.com              | 86322306  | Estudios Especializados de Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP, Manejo de Sistemas Municipales, recolección y tratamiento de desechos sólidos, Diseño de sistemas contra incendio bajo normativas NFPA |
| 22 | Manuel I. Salinas M.            | manosalinas2007@yahoo.com     | 84639762  | Ingeniero Civil, Ambiental, Diseño de sistemas contra incendio bajo normativa NFPA, sistemas de agua potable y saneamiento   |
| 23 | Marvin Palacios Rodríguez       | palaciosmarvin@yahoo.com      | 86048937  | Arquitecto, MSc en Ingeniería Ambiental.   |
| 24 | Máximo Edelberto Angulo Jarquín | maximo.angulo30@gmail.com     | 81062441  | Estudios Hidrogeológicos, Hidrológicos, Vertidos de aguas residuales, estudios de Tarifas.   |
| 25 | Mirta Violeta Bravo Mendoza     | mbravomendoza@yahoo.com       | 88417323  | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP   |
| 26 | Nelson Medina Rocha             | medinanelson2022@outlook.com  | 88550144  | Estudios analíticos, Optimización de Operaciones y Sector Rural  |
| 27 | Noelia Lazo Sosa                | noelia.lazo@gmail.com         | 8600-7054 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP   |
| 28 | Ricardo R. Alvarado Cuadra      | ralvarado93@gmail.com         | 8851-8365 | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP   |

| #  | Nombre        | Email                       | Teléfono               | Especialidad  |
|----|---------------|-----------------------------|------------------------|---|
| 29 | Ruth Méndez   | mendez.rivas.ruth@gmail.com | 8786 0040<br>5726 4413 | Estudios hidrogeológicos, hidrológicos, vertidos, análisis de calidad de agua, pruebas de bombeo, monitoreo de pozos y piezómetros. |
| 30 | Tatiana Pérez | info@dihisa.com             | 8676-5694              | Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP  |

# AGUA

VISITA NUESTRA  
PÁGINA WEB Y REDEFINE TU  
RELACIÓN CON EL AGUA

DESCUBRE  
MUCHO MÁS  
DE ESTE  
VITAL LIQUIDO



<https://new.revistaagua.info/>



## DIRECTORIO DE EMPRESAS CONSULTORAS DE PROYECTOS HÍDRICOS, JULIO 2024

| # | Nombre                       | Email                         | Teléfono               | Página web  | Especialidad   |
|---|------------------------------|-------------------------------|------------------------|---|--|
| 1 | HYDINGSA                     | juancarlos.valle@hydingsa.com | 2270 4321<br>8674 3103 | <a href="https://hydingsa.com/">https://hydingsa.com/</a>     | Ingeniería Civil, Hidrogeología, Hidrología, Ingeniería Sanitaria (Agua y Saneamiento), Drenaje Pluvial  |
| 2 | INYSSA                       | info@inyssa.com               | 5701 7640              | <a href="https://inyssa.com/">https://inyssa.com/</a>         | Estudios de factibilidad de proyectos de agua y saneamiento, Diseño y supervisión de proyectos de sistemas de agua potable y saneamiento   |
| 3 | DIHISA                       | info@dihisa.com               | 8600 7054<br>7751 7875 | <a href="https://dihisa.com/">https://dihisa.com/</a>         | Dimensionamiento de redes de distribución de agua, redes de recolección de aguas residuales y drenaje pluvial. Tratamiento de aguas residuales y potabilización.                     |
| 4 | PROISA                       | Proisa@ymail.com              | 8632 2306              |   | Estudios Especializados de Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP, Manejo de Sistemas Municipales, recolección y tratamiento de desechos sólidos, Diseño de sistemas contra incendio. |
| 5 | VIELCA Ingenieros, Nicaragua | vielca@vielca.com             | +34 96 360 42 85       | <a href="https://www.vielca.com/">https://www.vielca.com/</a> | Obras Hidráulicas: Saneamiento, Abastecimiento, Encauzamiento, Presas, Riegos, Modelizaciones Hidráulicas, Uni y dimensional.  |

| #  | Nombre   | Email                              | Teléfono           | Página web                 | Especialidad  |
|----|--|------------------------------------|--------------------|----------------------------|---|
| 6  | Ingeniería Procon                                | info@ingenieriaprocon.com          | +{34} 96 573 37 22 | www.ingenieriaprocon.com   | Gestión Integral de Proyectos de Ingeniería, Urbanismo y Arquitectura |
| 7  | Hydro LOGICA                                     | info@HydroLOGICA.com               | 2226 3362          | https://piensa.uni.edu.ni/ | Laboratorio, Estudios y Diseño  |
| 8  | CIRA UNAN  | ape@cira.unan.edu.ni               | 2278 6981          | https://cira.unan.edu.ni/  | Laboratorio de Calidad de Aguas                                       |
| 9  | PIENSA/ Universidad Nacional de Ingeniería       | atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni | 8152 7314          | https://piensa.uni.edu.ni/ | Laboratorio, Estudios y Diseño  |
| 10 | Bio Analítica                                    | info@bioanalitica.net              | 8519 9979          | https://labnica-ragua.com/ | Laboratorio de Calidad de Aguas                                       |
| 11 | Centro de Investigación en Biotecnología/UNAN    | mlacayo@unan.edu.ni                | 2270 1287          | https://www.unan.edu.ni/   | Laboratorios y Elaboración de Informes                                |
| 12 | CAPRONIC   | servicios@capronic.com.ni          | 8257 7057          | https://capronic.com/      | Estudios Ambientales  |
| 13 | AMBAGUA  | ambaguaconsultor@gmail.com         | 8166 8020          |                            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS                |
| 14 | Desarrollo Industrial y Medio Ambiente           | yeldaruiz@hotmail.com              | 8750 0060          |                            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS                |
| 15 | CYA Ambiental. Consultoría y Auditoría Ambiental | karina.sinclair@cyaambiental.com   | 7537 7577          |                            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS                |

| #  | Nombre  | Email                             | Teléfono  | Página web | Especialidad   |
|----|---|-----------------------------------|-----------|------------|--|
| 16 | EMANIC.<br>Especialistas en Monitoreo del Agua  | karinaema.nic.gerencial@gmail.com | 8239 2437 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 17 | HENASA  | henasa.gerencia.2021@gmail.com    | 2276 1307 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 18 | SOLTECASA                                       | gerencia@soltecasa.com.ni         | 2293 7907 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 19 | BTZ, SA   | btzconsultores@hotmail.com        | 8494 0284 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 20 | Constructora Agrícola, Civil e Hidráulica, S.A. | cach.esteli@gmail.com             | 8854 4219 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 21 | AGEGSA  | gerencia@acegsa.com               | 8850 3012 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 22 | CEMASA  | mariajo2983@gmail.com             | 8716 5057 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 23 | SOLUCIONA                                       | elispot17@hotmail.com             | 5765 1474 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 24 | MFK   | mflores@mfkinnova.com             | 8855 8373 |            | Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS |
| 25 | HASER   | proyectos.haser@gmail.com         | 8786 0040 |            | Estudio, manejo y protección de recursos hídricos      |

## DIRECTORIO DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE BIENES Y SERVICIOS, A JULIO 2024

| # | Nombre   | Email                                | Teléfono  | Página web  | Especialidad   | Marcas representadas  |
|---|--|--------------------------------------|-----------|---|--|---|
| 1 | Casa McGregor  | ehernandez@casamcgregor.com.ni       | 2266 6151 | <a href="https://casamcgregor.com.ni/">https://casamcgregor.com.ni/</a>   | Bombas, motores, consultoría.                                  | BARMESA, FRANKLIN ELECTRIC, PAM SAINT GOBAIN, PEERLESS PUMPS, VIKINGS |
| 2 | PAM Saint Gobain. Distribuidor exclusivo : Casa McGregor | alexander.contreras@saint-gobain.com | 2266 6151 | <a href="https://www.pamline.com/">https://www.pamline.com/</a>           | Tuberías y accesorios de hierro fundido dúctil.                | PAM SAINT GOBAIN  |
| 3 | Aquatec, parte del Grupo AQUACORP                        | servicioalcliente@aquacorp.com       | 2255 9797 | <a href="https://aquatec.com.ni">https://aquatec.com.ni</a>               | Bombas, motores, consultoría                                   | AFT y AQUAPRO.  |
| 4 | Bomonsa  | contactos@bomonsa.ni                 | 8285 2582 | <a href="https://bomonsa.com">https://bomonsa.com</a>                     | Bombas, motores, consultoría                                   | GRUNDFOS, GOULD PUMPS, BERMAD, GLOBALWATER.                           |
| 5 | La Casa del Tanque                                       |                                      | 2269 6423 | <a href="https://lacasadeltanque.com/">https://lacasadeltanque.com/</a>   | Tanques para Agua Potable, Aguas Residuales, Equipos de Bombeo | ECOTANK, PEDROLLO   |
| 6 | Válvulas y Filtraciones                                  | info@valvulas.com.ni                 | 2254 8106 | <a href="https://www.vfhidraulica.com/">https://www.vfhidraulica.com/</a> | Válvulas, Medidores de Agua, Filtros                           | KITS, ARMAS, AMERICAN VALVES, BAR METERS                              |



| #  | Nombre                                       | Email                      | Teléfono  | Página web  | Especialidad   |                            |
|----|--|----------------------------|-----------|---|--|----------------------------|
| 7  | Stefani Nicaragua                            | info@stefaninicaragua.com  | 8220 4480 | <a href="https://www.pamline.com/">https://www.pamline.com/</a>                   | Actividad: Filtros para vivienda.                                  |                            |
| 8  | Influtec                                     | info@influtecnicaragua.com | 2220 5734 | <a href="https://www.influtecnicaragua.com">https://www.influtecnicaragua.com</a> | Bombas sumergibles, Perforación de pozos                           | RHINO POWER, STS, ROTOPLAS |
| 9  | Durman Esquivel Industrial de Nicaragua, S.A | nicaragua@alixis-la.com    | 2233 1254 | <a href="http://www.durman.com">http://www.durman.com</a>                         | Tuberías y accesorios  | PROPIOS.                   |
| 10 | Hydro soluciones                             | ventas@hydrosoluciones.com | 2279 1716 | <a href="https://hydrosoluciones.com/">https://hydrosoluciones.com/</a>           | Proyectos de agua a nivel residencial, comerciales e industriales. | ROTOPLAS                   |

## DIRECTORIO DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS, A 15 DE MAYO, 2024

| # | Nombre                               | Teléfono            | Email                        |
|---|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1 | Aguirre Pozo Construcciones          | 8353 3500           | aguirrepozoc43@hotmail.com   |
| 2 | AITA Nicaragua S.A                   | 8430 5015           | nivcantarero@aitasc.com      |
| 3 | Asesoría & Construcción S.A (ACONSA) | 2251 7279           | aconsa@gmail.com             |
| 4 | ATICO S.A.                           | 2270 1788           | aticosa@yahoo.com.mx         |
| 5 | Calero Pereira Construcciones, S.A.  | 277 1048 / 270 8436 | lorena@calero_pereira.com.ni |

| #  | Nombre   | Teléfono            | Email                        |
|----|--|---------------------|------------------------------|
| 6  | Construcciones Lacayo Fiallos, S.A.                                  | 2270 0320           | rmelendez@lacayofiallos.com  |
| 7  | Constructora Meco S.A. Nicaragua<br>Constructora Meco S.A. Nicaragua | 7732 2047           | info@constructorameco.com    |
| 8  | Diseño, Presupuesto y Construcción, S.A. (DIPRECO, S.A.)             | 266 7364 / 266 7365 | dipreco@turbonet.com.ni      |
| 9  | Llansa ingenieros  | 2249 0580           | info@llansaingenieros.com.ni |
| 10 | NAP Ingenieros, S.A.   | 2270 9997           | naping@tmx.com.ni            |

LOS CONSULTORES, EMPRESAS CONSULTORAS, PROVEEDORES DE BIENES Y SERVICIOS Y COMPAÑÍAS CONSTRUCTORAS, A QUIENES LES LLEGA ESTA REVISTA, ESTÁN INVITADOS A AMPLIAR LA INFORMACIÓN QUE SE HA COMPARTIDO EN ESTOS BREVES Y PRELIMINARES DIRECTORIOS.

ESTE MEDIO LLEGA A TODOS LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA, ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ POR MEDIO DE LAS AIDIS DEL CONTINENTE, ASÍ COMO A EUROPA POR MEDIO DE ORGANIZACIONES COMO APEMETA Y RWSN. POR LO TANTO, EMPRESAS DE ESTOS PAÍSES INTERESADAS EN ASOCIARSE CON CONSULTORES O EMPRESAS NACIONALES EN PROYECTOS LICITADOS A NIVEL INTERNACIONAL, PUEDEN TENER EN ESTOS DIRECTORIOS INFORMACIÓN DE INICIO PARA HACER ESTAS ASOCIACIONES.

LA REVISTA CUENTA CON TARIFAS ACCESIBLES BIMESTRALES, POR SU CARACTERÍSTICA DE SER DIGITAL. EL MEDIO SE DISTRIBUYE GRATUITAMENTE A TODOS LOS LECTORES, QUE A NIVEL INTERNACIONAL SE ESTIMA EN MÁS DE 2,000 LECTORES.

| ESPACIO                     | DESCIPCIÓN                       | U\$ |
|-----------------------------|----------------------------------|-----|
| Contraportada Fiallos, S.A. | Ultima página de la Revista      | 100 |
| Portada Interna             | Parte trasera de la Portada      | 200 |
| Contraportada interna       | Penúltima página de la Revista   | 100 |
| Bisagra                     | 2 páginas continuas              | 300 |
| 1 Página                    | En cualquier parte de la edición | 100 |
| 1/2 página                  | En cualquier parte de la edición | 75  |
| 1/4 página                  | En cualquier parte de la edición | 50  |
| Publirreportaje por página  | En cualquier parte de la edición | 100 |

## EMPRESAS DE ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS Y PERFORADORAS DE POZOS EN NICARAGUA

En Nicaragua funcionan una serie de empresas privadas dedicadas a realizar estudios hidrogeológicos, de las cuales se ofrece a continuación información breve y sus principales referencias, para contactarlas en caso de requerirlas



Forma parte del Grupo Aquacorp y funciona desde 1964. La empresa tiene a disposición un Sistema de Información Geográfico (SIG) que cuenta con un registro geo referencial, con datos técnicos y experiencias de perforaciones anteriores, con la cual se analiza la estructura geológica del subsuelo y se define las zonas con mayor potencial hídrico. Cuenta con registro eléctrico para identificar formaciones geológicas permeables y cámara de video sumergible para inspeccionar el interior de los pozos. Utiliza productos certificados por NSF amigables al ambiente. <https://dahopozos.com/>



HydroIngeniería, S.A. (Hyding, S.A.) es una empresa Nicaragüense con profesionales multidisciplinarios en las ramas de: Ingeniería Civil; Hidrogeología; Hidrología; Ingeniería Sanitaria (Agua y Saneamiento); Drenaje Pluvial; Ingeniería Ambiental; Topografía; Geotecnia; Geofísica y Urbanismo. El grupo de expertos de Hydingsa tienen la capacidad, experiencia y profesionalismo para desarrollar proyectos de Ingeniería en todas las etapas de Factibilidad, Estudios Específicos, Diseño Detallado, Evaluación, Supervisión, Construcción, Puesta en marcha y Administración. [www.hydingsa.com](http://www.hydingsa.com)



La empresa tiene 62 años de experiencia y afirma haber perforado 8,000 pozos hasta la fecha en su página de Facebook. IPEMSA ofrece servicios de mantenimiento a los equipos de bombeo sumergibles y verticales para los sectores agrícola y residencial así como a pozos existentes.

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100064041154824>



Esta empresa ofrece realizar evaluaciones hidrológicas previas a la perforación para identificar el mejor punto, definir mejor el presupuesto, el costo y el profundidad esperado.

Dispone de perforadoras que llegan hasta los 300 metros de profundidad y sus camiones transportistas tienen capacidad de 2,100 galones de agua y 200 galones de combustible.

Cuentan con más de 20 años de experiencia perforando pozos y con certificaciones mundiales que les permiten emplear técnicas de acuerdo con los estándares nacionales e internacionales.

Ofrecen una extensa variedad de servicios además de los estudios hidrológicos y perforaciones. También ofrecen instalación de bombas, inspecciones y rehabilitaciones de pozos, entrenamiento y venta de suministros.



Gauss ofrece, entre otras especialidades, servicios de estudios geofísicos, soluciones especializadas para la caracterización del subsuelo y la obtención de información geológica. Su equipo de expertos utiliza diversas técnicas geofísicas, como la sísmica de reflexión y refracción, la tomografía eléctrica, el magnetometría y la gravimetría, para analizar las propiedades y estructuras del subsuelo. Realizan estudios detallados para la identificación de recursos naturales, la detección de acuíferos, el mapeo geológico y la evaluación de riesgos geotécnicos. <https://gaussingenieros.com/>

**Otras empresas que trabajan en Hidrogeología que tienen representantes en el país, serán presentadas en futuras ediciones de la revista.**

# MARCO NORMATIVO SOBRE EL MANEJO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN NICARAGUA

Las aguas subterráneas son de una importancia muy alta a nivel global, al punto que proporcionan el 49 % de toda el agua que la población mundial extrae para uso doméstico y alrededor del 43 % del total de agua utilizada para riego, según el estudio "The hidden wealth of nations" (La riqueza oculta de las naciones), publicado en el año 2023 por el Banco Mundial, mencionado en artículos anteriores.

[http://www.inaa.gob.ni/marco\\_normativo/leyes](http://www.inaa.gob.ni/marco_normativo/leyes)

**E**l estudio, subtítulo "La economía de las aguas subterráneas en tiempos de cambio climático", es enfático en indicar que las aguas subterráneas son esenciales para la actividad económica y el crecimiento, la seguridad alimentaria, el desarrollo socioeconómico y la adaptación a los impactos del cambio climático.

Las aguas subterráneas, dicen, son como un seguro de la naturaleza, que nos ayudan a reducir la pobreza, impulsar un crecimiento económico resiliente y proteger la seguridad alimentaria; sin embargo, aseguran que es un recurso que está siendo amenazado por la sobreexplotación y la contaminación, por lo que es necesario que los encargados de formular políticas públicas comprendan mejor y gestionen este activo fundamental de los países.

Los autores del estudio proporcionan nuevos datos y pruebas de que, si se implementan las políticas adecuadas, se pueden maximizar los beneficios de la captación de aguas subterráneas, tanto en el presente como en el futuro.

Resulta por tanto conveniente a todas luces que países que no utilizan lo suficiente sus aguas subterráneas las usen más y que otros, en donde ya se muestran signos de agotamiento, las administren mejor.

El estudio menciona el caso de países con un uso moderado de aguas subterráneas –como Camboya, Nicaragua y los de la mayor parte de Europa oriental–, en donde es necesario comprender mejor el valor del activo para asegurar la protección de su calidad y la preservación de su sostenibilidad.

Basados en esta mención a Nicaragua, decidimos revisar el marco normativo nacional y la página web en materia legislativa y normativa, encontrando lo siguiente:

## Marco Legislativo y normativo

A. La Constitución Política de la República de Nicaragua, establece en su Artículo 102 la categoría de patrimonio nacional a los recursos naturales, por lo cual, se insta a la elaboración de leyes creadoras y orgánicas de las instituciones estatales con mandatos específicos o sectoriales en materia de recursos naturales y medio ambiente.

**B. Ley de reforma a la Ley N° 620, Ley General de Aguas Nacionales.** El artículo 1 de la presente Ley indica expresamente: La presente Ley tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente, así como, la regulación, fiscalización y normación del sector de agua potable y saneamiento del país." La Ley 620, reformada, hace especial énfasis en su relación con el Plan Nacional de los Recursos Hídricos (PNRH) y en el reforzamiento de las Instituciones ligadas a este Plan y principalmente al Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza, en donde se definen las políticas de Cambio Climático.

<http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a-6206257265005d21f9/d730a9e0da470b6a0625862b0058f7a9?OpenDocument>

**C. Decreto N.° 17-2011 Reforma al Decreto N.° 20-2008,** Cobros para coadyuvar conservación y protección de acuíferos. El Decreto toma en consideración "La proliferación de pozos privados sin regulación alguna, y que extraen agua de los acuíferos de forma irracional, para emplearlas como materia prima en los procesos productivos, es asunto que urge ser normado, porque afecta la producción y distribución del servicio de agua potable que se brinda mediante la red de distribución de agua a nivel nacional." Por tanto, establece las bases jurídicas para regular el cobro por la extracción de agua subterránea realizada a través de pozos privados con fines industriales donde el agua resulte ser una materia prima del proceso productivo y el agua transformada en producto final, sobre la base de la necesidad de acometer obras de conservación y protección de los acuíferos, como medida que coadyuve con garantizar el derecho de los nicaragüenses de habitar en un ambiente saludable".

**D. Normativa Técnica Obligatoria Nicaragüense 09 06-11.** La NTON está dirigida a normar los aspectos referentes a los requisitos ambientales para la construcción, operación y cierre de pozos de extracción de agua. Esta norma es aplicable a personas naturales y jurídicas que tienen responsabilidad en las actividades de planificación, diseño, construcción y explotación de pozos para la extracción de las aguas nacionales, así como su clausura. Entre estas personas se incluyen a las empresas perforadoras durante la fase de construcción y a los dueños o titulares durante las fases de operación (explotación) y clausura de pozos.

**E. Normativa de Calidad del Agua.** Actualmente sigue vigente la Norma de CAPRE sobre esta materia, sin embargo, se está trabajando en una Norma nacional que regule estos aspectos.



Universidad  
Nacional de  
Ingeniería



**¡JUNTOS...  
SOMOS EL  
AMBIENTE!**

## Servicios de Ensayos de Laboratorio

- CALIDAD DEL AIRE

Medición de ruidos, partículas y metales pesados (bajo la normativa NTON 05-012-02)

- AGUAS RESIDUALES

Análisis físico - químico de aguas industriales, domésticas y crudas

- AGUAS NATURALES

Determinación de 23 parámetros físico - químicos bajo la norma CAPRE

## Servicios de Consultoría

- DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PTAR

- ESTUDIOS DE GENERACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS

- ELABORACIÓN Y SEGUIMIENTO A PGA

- ESTUDIOS TÉCNICOS EN P+L

### CONTÁCTENOS



(505)2270-1517 / 8152-7314



atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni



piensa.uni.edu.ni



Avenida Universitaria, frente a la escuela de danza  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA





## NUESTROS SERVICIOS

1. Estudios hidrológicos e hidrogeológicos
2. Monitoreos de niveles de agua subterránea
3. Aforo de caudales en ríos mediante el uso de molinete
4. Pruebas de infiltración utilizando el permeámetro de Guelph
5. Desarrollo e interpretación de pruebas de bombeo
6. Informes técnicos anuales de vertidos y títulos de concesión para el aprovechamiento de agua subterránea
7. Diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales
8. Diseño de estrategias para el aprovechamiento de agua lluvia

## CONTÁCTANOS

Tigo +505 8786 0040

Claro +505 5726 4413

[proyectos.haser@gmail.com](mailto:proyectos.haser@gmail.com)