

Situación Actual del Agua Subterránea en el Ecuador: Análisis al Reporte de Pruebas de Bombeo 2016 a 2023

Present Condition of Subterranean Resources in Ecuador, by Deep Well Pumping Tests 2016 2023

S. Tenelema¹ , M. Vaca² , E. Catota³  y A. Anilema⁴ 

- 1 Investigadora Independiente; temasita@hotmail.com
- 2 Investigadora Independiente; elisa.lucero3000@gmail.com
- 3 Investigador Independiente; edg_1720@hotmail.com
- 4 Investigadora Independiente; alieleireyes@hotmail.com

Resumen: La determinación de la situación actual del agua subterránea en Ecuador es de gran importancia para enfocar los esfuerzos en el manejo sostenible de este recurso vital. Debido a la escasa información a nivel país sobre la cantidad y calidad de este recurso, se ha visto la necesidad de analizar la sobre explotación de los acuíferos a partir de los reportes de las pruebas de bombeo en pozos profundos entregado por consultores como parte de la documentación habilitante para la obtención de un certificado de disponibilidad de agua para fuentes subterráneas ante el ente regulador. Se recolectó la información de 427 reportes desde el año 2016 hasta el año 2023, se identificaron y analizaron 21 parámetros de pruebas de bombeo y se determinó que los parámetros de Transmisividad (T) y Caudal Recomendado (Qrecom) serían de relevancia para el análisis de la situación actual del agua subterránea en el país; a partir de estos dos parámetros se analizaron 336 reportes comprendidos desde el año 2021 al año 2023, de esta población, se tomó en consideración para el análisis 187 reportes con la información de los parámetros de transmisividad y caudal recomendado, puesto que el valor de T indica la posibilidad de explotación del acuífero, y Qrecom es la recomendación de caudal para no sobre explotar el acuífero por parte del profesional que ejecutó la prueba de bombeo, por lo que se realizó una comparación de estos valores con lo investigado por expertos en hidrogeología, a través de una cuadro de calificación de los acuíferos acorde a la de transmisividad. Los hallazgos encontrados fueron, el 55 % de pruebas de bombeo reportadas recomiendan un caudal acorde al valor de Transmisividad, lo que indica que no existirían indicios de sobre explotación del acuífero, mientras que, el 45 % de pruebas de bombeo reportadas recomienda un caudal mayor al rango de Transmisividad, lo que ocasionaría la posible sobre explotación del acuífero, esto infiere en la importancia de recomendar un caudal de explotación que garantice la cantidad de agua frente al desafío de la sostenibilidad hídrica subterránea en el territorio ecuatoriano. Recomendar.

ÉLITE 2025, VOL. (7). NÚM. (1)
ISSN: 2600-5875

Recibido: 22/01/2025
Revisado: 12/02/2025
Aceptado: 01/03/2025
Publicado: 30/03/2025

Palabras clave: Acuíferos; Ecuador; Pruebas de bombeo; Transmisividad.

Abstract: Determining the current situation of groundwater in Ecuador is of great importance to focus efforts on the sustainable management of this vital resource. Due to the scarce information at the country level on the quantity and quality of this resource, it has been necessary to analyze the overexploitation of aquifers from the reports of pumping tests in deep wells delivered by consultants as part of the enabling documentation for obtaining a certificate of water availability for groundwater sources before the regulatory body. Information was collected from 427 reports from 2016 to 2023, 21 parameters of pumping tests were identified and analyzed and it was determined that the parameters of Transmissivity (T) and Recommended Flow Rate (Qrecom) would be of relevance for the analysis of the current situation of groundwater in the country; Based on these two parameters, 336 reports from 2021 to 2023 were analyzed; of this population, 187 reports with information on transmissivity and recommended flow parameters were taken into consideration for the analysis, since the value of T indicates the possibility of exploiting the aquifer, and Qrecom is the flow recommendation for not overexploiting the aquifer by the professional who carried out the pumping test, so a comparison of these values was made with the research carried out by hydrogeology experts, through a table of aquifer qualification according to transmissivity. The findings were: 55% of the pumping tests reported recommend a flow rate according to the Transmissivity value, which indicates that there would be no evidence of overexploitation of the aquifer, while 45% of the pumping tests reported recommend a flow rate higher than the Transmissivity range, This implies the importance of recommending an exploitation flow that guarantees the quantity of water in the face of the challenge of groundwater sustainability in Ecuadorian territory. Recommend.

Key words: Aquifers; Ecuador; Pumping tests; Transmissivity.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador se tiene información dispersa y desactualizada, sobre los pozos a nivel nacional. Mediante las pruebas de bombeo analizadas en el periodo comprendido entre los años 2016 a 2023, podemos evidenciar datos técnicos sobre las fuentes subterráneas.

Se han identificado de esta manera parámetros relevantes que nos indican el estado actual del pozo, y que se consideran muy importantes estén presentes en las pruebas de bombeo que se realicen; tales como: la transmisividad, el caudal recomendado, coordenadas geográficas de ubicación, nivel estático, nivel dinámico, abatimiento, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica.

De los análisis que se han realizado en las pruebas de bombeo en estudio, se puede determinar que existen algunas zonas a nivel nacional con mayor concentración de pozos, los cuales se destinan para diferentes usos.

Realizando un análisis de los parámetros de los pozos encontrados en las pruebas de bombeo en estudio, se puede determinar si los datos obtenidos van de la mano con la capacidad que tiene cada acuífero para abastecer de agua a los pozos y que sea sostenible.

Mediante un análisis estadístico multivariable, realizado por el equipo investigador, al identificar los rangos de la transmisividad (acorde a Iglesias, 2022), permite analizar si en una zona determinada existe cierta capacidad de extracción de agua, o si podría incurrirse en una sobre explotación del acuífero; al comparar los caudales recomendados explotables que

se presentan en las pruebas de bombeo con los rangos de transmisividad establecidos.

De esta manera, se busca por medio de la presente investigación, con base en las pruebas de bombeo determinar la situación actual del agua subterránea en el Ecuador en donde se han realizado las mismas e incentivar a que se creen programas y políticas públicas basadas principalmente en un manejo sostenible del agua subterránea. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015).

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el estudio responde a lo siguiente:

2.1. Metodología de investigación

Se utilizó la investigación de tipo cuantitativa, para identificar y recolectar 21 parámetros de pruebas de bombeo de pozos y sus respectivos informes técnicos reportados al ente regulador en materia de agua en Ecuador, desde el año 2016 al 2023 en territorio continental, es decir se recolectaron datos de un período de 7 años consecutivos.

Se empleó, además, el método deductivo, para analizar dos parámetros concretos, transmisividad (T) y caudal recomendado de explotación (Qrecom) en pozos para el período 2021 a 2023 por la frecuencia de reporte en esos años, que responde a una mayor revisión de requisitos y exigencia en estos parámetros a partir del año 2021 por el ente regulador ecuatoriano.

De acuerdo a la legislación ecuatoriana en materia de recursos hídricos, toda persona sea natural o jurídica que desee obtener el permiso de uso o aprovechamiento del agua de fuentes hídricas en el Ecuador, debe obtener entre otros requisitos, el

certificado de disponibilidad de agua (ARCA A. d., 2014), este documento es emitido por la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) y para el caso de fuentes hídricas subterráneas, se emite sobre la base de un informe de prueba de bombeo o prueba hidráulica de un pozo, suscrito por un profesional que debe recomendar los parámetros hidrogeológicos de los pozos exploratorios o de explotación, cuyas aguas son el objeto del permiso gubernamental (Portal Único de Trámites Ciudadanos, 2021).

2.2. Cronología de la investigación

Se citan las actividades relevantes que se ejecutaron en las etapas de recolección de datos, depuración, tabulación, sistematización, etc.

Tabla 1. Actividades ejecutadas en la etapa de investigación.

Actividad	Duración /semanas	Población	Método empleado
Recolectar datos	12	427 informes de pruebas de bombeo	Revisión de registros reportados a la ARCA del 2016 al 2023
Recolectar datos	1	336 informes de pruebas de bombeo	Revisión de registros reportados a la ARCA del 2021 al 2023
Depurar base de datos	0,5	187	Criterios de exclusión (Si cuentan con T y Qrec) 2021 a 2023
Tabular datos	0,5	427 (1er análisis) y 336 (2do análisis)	Estadística descriptiva de la población Por año y % de reporte
Segmentar los datos	0,5	1er. análisis	sistemas de acuíferos

2do. análisis (muestra de 187)	Por provincia y por uso de agua
--------------------------------	---------------------------------

Equipo investigador, 2025.

Respecto de la recolección de datos de los años 2016 a 2023, los investigadores partieron de una base de datos entregado por el ente regulador, que contenía 21 parámetros previamente establecidos por frecuencia de reporte, aunque, el equipo investigador recolectó y analizó los documentos principales de donde se obtuvieron estos datos; es decir, se revisaron los informes de pruebas de bombeo (total revisados 427), de estos, se modificaron en la base de datos aquellos que contenían inconsistencias y se completó los años que no contenían datos (2021 a 2023), además se añadieron las magnitudes de dos parámetros (T y Qrecom) para realizar la segmentación.

Cabe señalar que, la investigación realizada responde a los resultados de pruebas de bombeo de pozos ejecutadas por consultores y que han sido entregados al ente regulador; es decir, los valores numéricos de T y Qrecom fueron de estricta responsabilidad de los consultores que ejecutaron los ensayos en campo y los cálculos realizados por estos. De igual forma, los informes revisados no contenían la caracterización de los acuíferos y pozos, por ello, los investigadores relacionaron la T y Qrecom en función de los rangos establecidos por Iglesias (2022).

La presente investigación tiene el carácter de preliminar, ya que en la revisión bibliográfica no se hallaron estudios de pozos de rendimiento con datos de los parámetros hidráulicos e hidrogeológicos en todo el territorio ecuatoriano, por ello se insta a otros investigadores a realizar indagaciones de pozos con información que contenga otros parámetros como: calidad de agua, coeficiente de almacenamiento,

capacidad específica, entre otros, con la finalidad de obtener la situación actual del agua subterránea en Ecuador en una muestra mayor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados de la investigación realizada conforme los 2 (dos) análisis realizados.

3.1. Análisis cuantitativo de 21 parámetros de acuerdo a frecuencia de reporte

En el período comprendido entre los años 2016 a 2023, se reportaron un total de 427 informes de pruebas de bombeo, las cuales fueron analizados por el equipo investigador y se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 1.

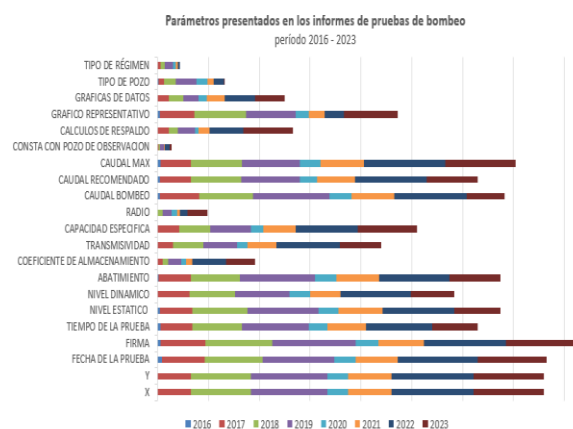


Figura 1. Reporte de parámetros presentados en informes de prueba de bombeo por año reportado.

Los 21 parámetros reportados fueron: Coordenada X, coordenada Y, fecha de la prueba, firma de responsabilidad, tiempo de la prueba de bombeo, nivel estático, nivel dinámico, abatimiento, coeficiente de almacenamiento, transmisividad, capacidad específica, radio de influencia, caudal de bombeo, caudal recomendado de explotación, caudal máximo de explotación, pozo de observación, cálculos de respaldo (cálculo de parámetros hidráulicos e hidrogeológicos), gráfico representativo (litología,

construcción del pozo), gráficas de datos (gráfico logarítmico de descensos y/o recuperación), tipo de pozos (profundo, somero), tipo de régimen. El año que presenta un mayor reporte de datos corresponde al año 2022.

De los parámetros citados, el que mayor porcentaje de reporte presenta es la firma con un 96,49%, aunque no es representativo para efectos de la investigación. Entre los parámetros que definen las posibilidades de explotación de los acuíferos según Villarroya (2009) se encuentran el coeficiente de almacenamiento, la transmisividad, y un tercero considerado por los investigadores, la capacidad específica; de éstos, en el período 2016 a 2023, representan un 22,48%; 51,52% y 59,72% respectivamente, del total de reportes (Figura 2).

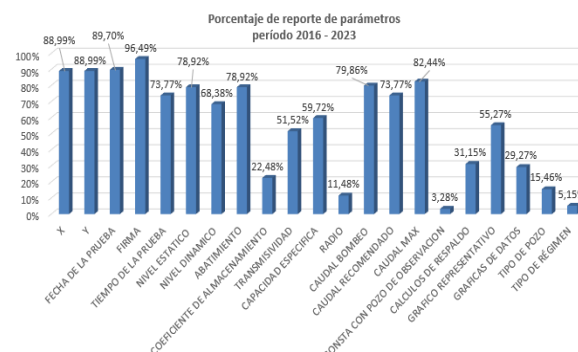


Figura 2. Porcentaje (%) de reporte de parámetros presentados en informes de prueba de bombeo período 2016-2023.

Al considerar, la segmentación de la población de 427 informes de pruebas de bombeo (que representan 427 pozos estudiados), sobre la cobertura de los sistemas de acuíferos, presentados por CISPDR (2015), se obtiene la ubicación de los puntos con coordenadas X (m) y Y(m) de los pozos en estudio, tal y como se muestra en la Figura 3.

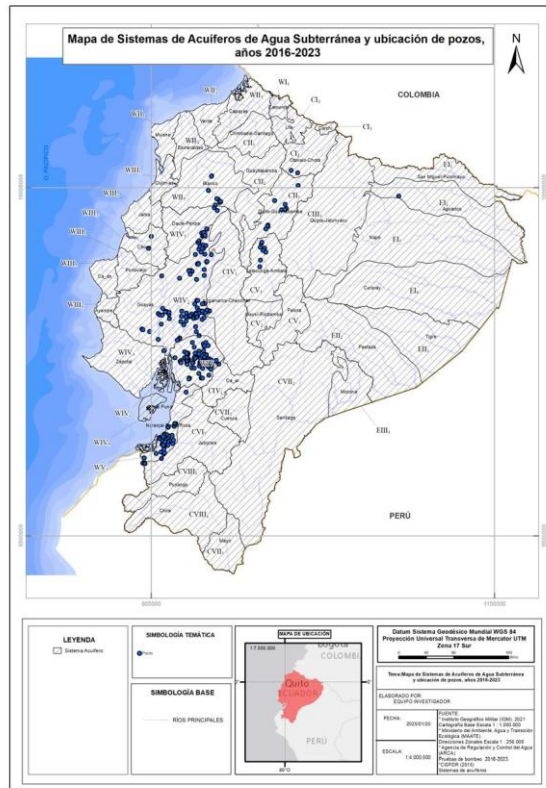


Figura 3. Ubicación de pozos estudiados en el período 2016- 2023, por sistemas de acuíferos.

El CHANGJIANG INSTITUTE OF SURVEY, PLANNING, DESIGN AND REARCH (CISPDR) realizó en el año 2015 el levantamiento de información sobre Hidrogeología de Ecuador, como parte de la planificación hídrica nacional liderado por la extinta Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). En este levantamiento, se presentaron los sistemas de aguas subterráneas del Ecuador; conformada por 43 sistemas de acuíferos: 18 en la costa, 18 en la sierra y 7 en la Amazonía, clasificados por sistema de acuíferos fisurado y no fisurado.

De los 427 pozos estudiados, la gran mayoría se encuentran en los sistemas de acuíferos de Guayas y Taura, siendo acuíferos no fisurados.

3.2. Análisis de disponibilidad de agua subterránea con base a la Transmisividad y al Caudal recomendado de explotación.

El criterio para seleccionar la población en este segundo análisis (período 2021 – 2023) fue: la población de estudio que contenía un valor numérico de transmisividad y caudal recomendado de explotación a la vez, es así que, la población analizada fue de 336 informes de pruebas de bombeo, de los cuales 197 poseen información de transmisividad (59%) y 277 poseen información de caudal recomendado lo que representa el 83% de la población analizada. Mientras que, de estos, solo 50, no cuentan con información (15% de la población).

Finalmente, la muestra seleccionada fue de 187 informes de pruebas de bombeo analizadas en el período 2021 a 2023, que corresponde a 187 pozos profundos analizados.

La transmisividad ($T.m^2/día$) es uno de los parámetros hidráulicos fundamentales para caracterizar un acuífero, ya que indica las posibilidades de explotación del mismo (Villarroya, 2009). Este parámetro se calcula en base a modelos matemáticos establecidos y en función de los resultados de pruebas de bombeo en pozos.

De acuerdo a investigaciones realizadas por expertos en hidrogeología, teóricamente la transmisividad califica a los acuíferos referente a la producción acorde a lo mostrado en la Tabla 2.

Tabla 2. Calificación de acuíferos, acorde a rangos de transmisividad.

T (m ² /día)	Calificación	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Menos de 1 l/s con 10 metros de depresión
10 < T < 100	Baja	Entre 1 y 10 l/s con 10 metros de depresión
100 < T < 500	Media a alta	Entre 10 y 50 l/s con 10 metros de depresión

Pozos y Acuíferos, M. Villanueva y A. Iglesias, 2002.

La calificación de T de acuerdo a los valores numéricos reportados y de acuerdo a la clasificación de Iglesias (2022), se muestra en la Figura 4 segmentado por provincia.

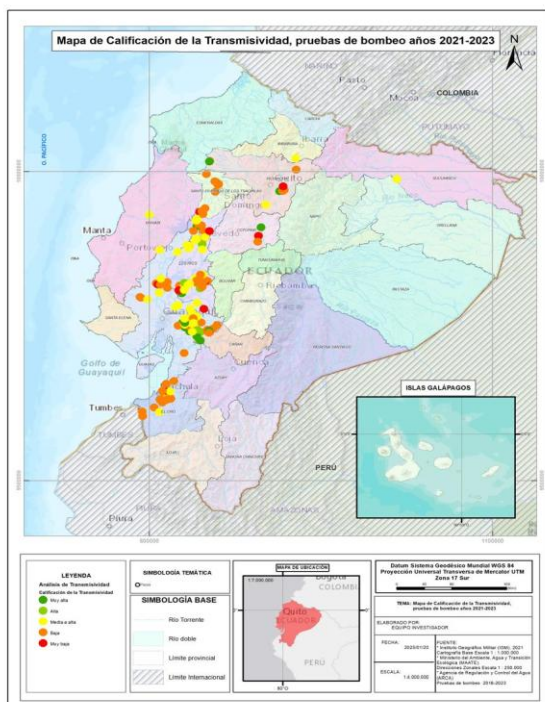


Figura 4. Calificación de Transmisividad en el período 2016- 2023, por provincias.

Los pozos estudiados que califican con una transmisividad baja y muy baja (situación crítica), se encuentran en su mayor parte en las provincias de Guayas (34 pozos) y Los Ríos (32 pozos), tal y como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Provincias con pozos con calificación de transmisividad, baja y muy baja.

Provincia	Calificación T	Número
Cañar	Baja	1
Cotopaxi	Baja	1
	Muy baja	1
El Oro	Baja	17
	Muy baja	1
Guayas	Baja	31
	Muy baja	3
Los Ríos	Baja	28
	Muy baja	4
Pichincha	Baja	4
	Muy baja	1
Santo Domingo de los Tsáchilas	Baja	6
Total	-	98

Fuente: Equipo investigador, 2025.

Esto quiere decir, que, de 187 pozos analizados, el 52% califican con una transmisividad baja y muy baja.

De igual forma, los pozos que se califican con una transmisividad de alta y muy alta, son un total de 74 pozos; de estos, 13 se encuentran en la provincia de Guayas.

Y los pozos que se califican con una transmisividad de media a alta, son un total de 25 pozos; de estos, 36 se encuentran en la provincia de Guayas y 29 en la provincia de Los Ríos

Del análisis realizado, se obtuvo que 98 pozos que califican a T como baja y muy baja, los pozos que califican a T como alta y muy alta son 74 y 25 que califican a T como media a alta, sumando un total de 197 pozos que cuenta con T.

Cabe destacar que, las pruebas de bombeo analizadas no contenían la caracterización de los acuíferos, por ello, el equipo investigador, generaliza la clasificación

de los acuíferos de acuerdo a la Tabla 2 y acorde a las transmisividades y caudales recomendados reportados.

En lo referente a los caudales recomendados (Qrecom.l/s) reportados en los informes de pruebas de bombeo, se refieren al caudal que el profesional que ejecutó la prueba de bombeo, recomienda explotar con la finalidad de cuidar el acuífero y evitar la sobreexplotación.

En este sentido, para realizar el análisis de la información recopilada, se consideró que, los caudales recomendados de explotación, no podrán ser mayores a los rangos establecidos en la Tabla 2; es decir, a las posibilidades que tienen los acuíferos de explotar agua.

Es así que, los hallazgos encontrados fueron:

De los 187 pozos profundos analizados que cuentan con T y Qrecom a la vez, 84 (45%) garantiza la explotación responsable de los recursos subterráneos del país, frente a 103 que no garantizan la sostenibilidad hídrica de los acuíferos en Ecuador (55%), tal y como lo muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Existencia de sobreexplotación de pozos período 2021 - 2023.

Existe presunta sobreexplotación	Nro. Pozos	Porcentaje
No	103	55%
Si	84	45%
Total	187	100%

Fuente: Equipo investigador, 2025.

Para visualizar el análisis de presunción de sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos en Ecuador, en la Figura 5 se muestra la condición por provincia.

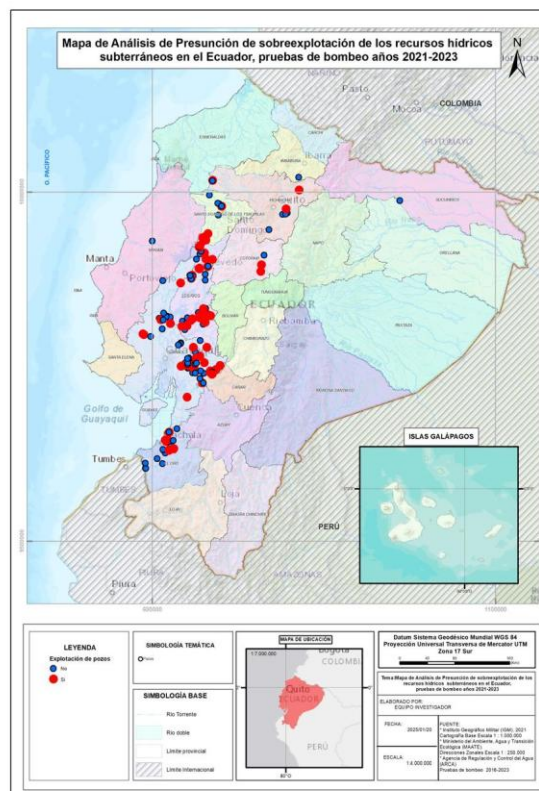


Figura 5. Análisis de presunción de sobreexplotación de pozos período 2016- 2023, por provincias.

Las provincias con mayor presunción de sobreexplotación de las aguas subterráneas son Guayas con 15 pozos, Los Ríos con 7 pozos y El Oro con 6 pozos presuntamente sobreexplotados.

Al estudiar los usos y aprovechamientos de agua, en la Figura 6, se evidencia la presunción de sobreexplotación por uso y aprovechamiento de agua, entendiendo como aprovechamiento: acuicultura, industrial y riego, y uso a consumo humano acorde a normativa legal, Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua en el Ecuador.

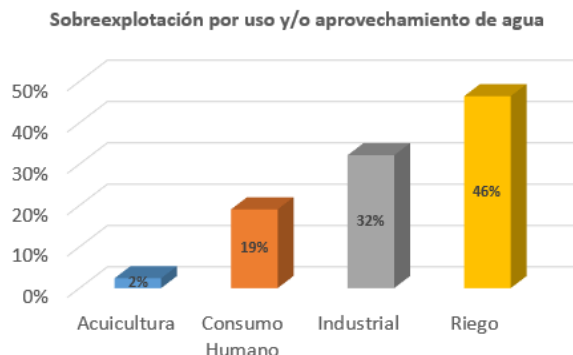


Figura 6. Análisis de presunción de sobreexplotación de pozos período 2016- 2023, por uso y/o aprovechamiento.

Las provincias con mayor presunción de sobreexplotación de aguas subterráneas son Guayas, Los Ríos y El Oro, en donde se concentran el uso y aprovechamiento del agua destinada para riego.

3.3. Sostenibilidad hídrica

La sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos, influye en el fenómeno de intrusión salina lo que ocasiona el agotamiento y retroceso del agua dulce de los pozos y el avance de la cuña salina. (Almudena, Concepción, & Carolina, 2024).

La sobreexplotación de pozos, podría no solo poner en riesgo la cantidad de agua en el tiempo, si no, también la calidad de agua de los acuíferos; ya que, los pozos ubicados en el margen costero presentan una mayor vulnerabilidad a la contaminación (López Vera & Alulema Del Salto, 2016).

Frente a este escenario, los desafíos de sostenibilidad hídrica subterránea en territorio ecuatoriano son elevados; la respuesta está en el manejo sostenible de acuíferos, para lo cual, se puede poner en práctica ciertas recomendaciones:

- Proteger las áreas de recarga de las cuencas hidrográficas (pozos que se alimentan de estas cuencas,
- Cuidar la cobertura vegetal en el área de influencia de pozos,
- Explotar responsablemente los acuíferos, implementando prácticas de gestión sostenible del agua subterránea, estableciendo límites de extracción y fomentando la recarga de acuíferos (Grupo ESGINNOVA, 2024).
- Disminución en la medida de lo posible de la actividad antrópica en las áreas de protección hídrica de pozos o vertientes,
- Distanciamiento de explotación ganadera en las inmediaciones del pozo explotado,
- Adoptar técnicas agrícolas sostenibles, como la agricultura de precisión, el riego por goteo y la rotación de cultivos (Grupo ESGINNOVA, 2024).

Un ejemplo claro de sostenibilidad hídrica en fuentes subterráneas, se presentan en el caso de estudio del acuífero ubicado en la comunidad de Olón presentado por los autores Almudena, Concepción (2024). La Comuna de Olón, parroquia Manglar Alto, de acuerdo al mapa de unidades hidrogeológicas del Ecuador (Napoleón, Simón, & Efrén, 2015), se encuentra superpuesto en la unidad hidrogeológica Santa Elena.

CONCLUSIONES

- Las pruebas de bombeo a lo largo de los años, presentan un avance en lo referente a los parámetros presentados.

- El año que presenta un mayor reporte de datos corresponde al año 2022, esto debido al incremento en la revisión de requisitos y exigencia en estos parámetros por el ente regulador ecuatoriano, lo que demuestra la importancia de las políticas públicas diseñadas e implementadas de manera acertada.
- Durante el período comprendido entre los años 2016 al 2023 se han analizado un total de 427 Informes de pruebas de bombeo, se ha identificado que el año de mayor cantidad de parámetros reportados en las pruebas de bombeo ante el ente regulador, es el año 2022.
- Las provincias que concentran la transmisividad en un rango bajo y muy bajo son Guayas y los Ríos, estos son los más frecuentes de acuerdo al análisis realizado. (Ver Figura 4 y Tabla 3).
- Los rangos de transmisividad que se califican como media a alta, es decir, los acuíferos tienen posibilidades de abastecer con agua entre 10 y 50 l/s.; se encuentran en las provincias de Guayas y Los Ríos.
- Los rangos de transmisividad que se califican como alta y muy alta, es decir que los acuíferos tienen posibilidades de abastecer con agua con más de 100 l/s.; se encuentran en la provincia del Guayas.
- Para el análisis de la sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos, se tomó en consideración las pruebas de bombeo de pozos profundos que cuentan con la información de los dos parámetros: transmisividad y caudal recomendado, en total 187; al respecto se concluye que el 55% de pozos no se encuentran sobreexplotados y 45% pozos se encuentran sobreexplotados lo que ocasiona un alto riesgo en la sostenibilidad de los recursos hídricos subterráneos.
- Las provincias con mayor sobreexplotación de las aguas subterráneas son Guayas, Los Ríos y El Oro, en donde se concentran el uso y aprovechamiento del agua destinadas para riego. (Ver Figura 5 y Figura 6).

REFERENCIAS

1. Almudena, d. l., Concepción, P. B., & Carolina, G. A. (21 y 22 de Marzo de 2024). HIDROEODIA, Una experiencia de divulgación de las aguas subterráneas en España y otros países, Ecuador - Agua y Sociedad: resiliencia comunitaria y gestión sostenible. *Asociación Internacional de Hidrogeólogos*. Valencia, Valencia, España. Obtenido de https://www.aih-ge.org/wp-content/uploads/Hidrogeodia_2024_experiencia_divulgacion.pdf
2. ARCA, A. d. (6 de Agosto de 2014). Ley Orgánica de Usos y Aprovechamientos del Agua - LORHUYA. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de ARCA: <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
3. ARCA, A. d. (31 de Agosto de 2024). Obtenido de https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/12/Guia_tecnica_pmi%CC%81nimos_prueba_de_bombeo_29_8_2024-signed.pdf
4. Grupo ESGINNOVA. (2024). Obtenido de <https://www.esginnova.com/sostenibilidad/sostenibilidad-de-recursos-hidricos-perspectivas-para-la-gestion-responsable-del-agua/>
5. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Introducción a la Hidrogeología del Ecuador*. Quito: INAMHI.
6. López Vera, S., & Alulema Del Salto, R. (2016). Análisis de Vulnerabilidad a la contaminación en los acuíferos de la Unidad Hidrogeológica Huaquillas, FIGEMPA: Investigación y Desarrollo. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/892>
7. Napoleón, B. O., Simón, B. P., & Efrén, P. s. (1 de Agosto de 2015). *Introducción a la Hidrogeología del Ecuador 2da Edición*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/HIDROGEOLOGIA_2%20EDICION_2014.pdf
8. Portal Único de Trámites Ciudadanos. (2024 de mayo de 2021). Requisitos Emisión de Certificados de Disponibilidad de Agua. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://www.gob.ec/arca/tramites/emision-certificado-disponibilidad-agua-proceso-autorizacion-uso-aprovechamiento-agua>
9. Villarroja, F. (2 a 4 de junio de 2009). *Jordanas Técnicas sobre aprovechamiento de aguas subterráneas para riego*. Torrejón de Ardoz (madrid), España. Obtenido de <http://chilorg.chil.me/download-doc/86199>