



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1179>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

*Evaluación del aprovechamiento empírico del agua subterránea somera del
cantón Morona-Ecuador*

*Evaluation of the empirical use of shallow groundwater in the Morona-Ecuador
canton*

*Avaliação do uso empírico de águas subterrâneas rasas no cantão de Morona-
Equador*

Christian Orlando Camacho-López ^I
christian.camacho@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4876-9583>

Verónica Mariela Astudillo-Fernández ^{II}
veronica.astudillo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7176-5129>

***Recibido:** 10 de febrero de 2020 ***Aceptado:** 18 de abril de 2020 *** Publicado:** 30 de abril de 2020

- I. Máster of Science in Hydrogeological Engineering, Ingeniero en Biotecnología Ambiental, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación de Recursos Mineros e Ingeniería. Macas, Ecuador.
- II. Estudiante de la Facultad de Recursos Naturales en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.

Resumen

El acceso al agua es un derecho humano irrenunciable que debe ser garantizado, facilitando el acceso de la población a fuentes y reservas de agua de calidad, sin embargo, en ciertos lugares el agua potable es de difícil acceso, permitiendo que las fuentes subterráneas jueguen un rol preponderante, pues permiten obtener agua de fácil acceso y altísima calidad, sin embargo, su aprovechamiento no ha alcanzado un nivel importante, y se ha centrado mayoritariamente en localidades reducidas. El presente estudio identifica fuentes desconocidas de agua subterránea, especialmente de origen somero presentes en el cantón Morona, evaluando su uso y explotación, considerando que el 53,9% de la población del cantón habita en el área rural y la cobertura de agua por red pública del alcanza el 75.1%. La identificación de puntos de agua subterránea es realizada utilizando el método de observación participativa y exploración de campo, posteriormente la información relevante de cada punto de agua identificado como su tipo, localización, uso y potencial hídrico es tabulada con la finalidad de transformarlos a un modelo vectorial que permita generar un mapa del cantón Morona con los puntos de agua subterránea identificados. Así, el estudio establece que el cantón Morona cuenta con diferentes puntos de agua subterránea ubicados en cada una de sus nueve parroquias, siendo la mayoría manantiales seguida de pocos pozos excavados de origen somero, además se establece que las fuentes con mayor capacidad hídrica son utilizadas en actividades antrópicas como la silvicultura (2%), piscicultura (30%) y consumo doméstico (28%), mientras que otros recursos hídricos subterráneos con menor aporte no generan un beneficio antrópico (40%). La información generada es considerada de vital importancia para generar nuevas rutas de agua potable y alcantarillado, aportando al desarrollo de cada una de las provincias del cantón.

Palabras claves: Agua subterránea; calidad del agua; pozo excavado; manantial; Ecuador.

Abstract

Access to water is an inalienable human right that must be guaranteed, facilitating the population's access to quality water sources and reserves, however, in certain places drinking water is difficult to access, allowing underground sources to play a role. preponderant role, since they allow to obtain water of easy access and very high quality, however, its use has not reached an important level, and has focused mainly on small towns. The present study identifies unknown sources of

groundwater, especially of shallow origin present in the Morona canton, evaluating its use and exploitation, considering that 53.9% of the canton's population lives in rural areas and the water coverage by network public of reaches 75.1%. The identification of groundwater points is carried out using the participatory observation and field exploration method, then the relevant information of each water point identified as its type, location, use and water potential is tabulated in order to transform them into a model. vector to generate a map of the Morona canton with the identified groundwater points. Thus, the study establishes that the Morona canton has different groundwater points located in each of its nine parishes, the majority being springs followed by few shallow wells excavated, and it is established that the sources with the greatest water capacity are used in anthropic activities such as forestry (2%), fish farming (30%) and domestic consumption (28%), while other groundwater resources with less contribution do not generate an anthropic benefit (40%). The information generated is considered of vital importance to generate new routes for drinking water and sewerage, contributing to the development of each of the canton's provinces.

Keywords: Groundwater; water quality; well dug; spring; Ecuador.

Resumo

O acesso à água é um direito humano inalienável que deve ser garantido, facilitando o acesso da população a fontes e reservas de água de qualidade; no entanto, em certos lugares é difícil o acesso à água potável, permitindo que fontes subterrâneas desempenhem um papel. papel preponderante, uma vez que permitem obter água de fácil acesso e de altíssima qualidade, seu uso ainda não atingiu um nível importante, concentrando-se principalmente em cidades pequenas. O presente estudo identifica fontes desconhecidas de água subterránea, especialmente de origem superficial presente no cantão de Morona, avaliando seu uso e exploração, considerando que 53,9% da população do cantão vive em áreas rurais e a cobertura de água por rede pública atinge 75,1%. A identificação dos pontos de água subterránea é realizada usando o método participativo de observação e exploração de campo; em seguida, as informações relevantes de cada ponto de água identificadas como tipo, localização, uso e potencial hídrico são tabuladas para transformá-las em modelo. vetor para gerar um mapa do cantão de Morona com os pontos de água subterránea identificados. Assim, o estudo estabelece que o cantão de Morona possui diferentes pontos de água subterránea localizados em cada uma de suas nove paróquias, sendo a maioria nascentes seguidas de poucos

poços rasos escavados, e é estabelecido que as fontes com maior capacidade hídrica são utilizadas em atividades antrópicas como silvicultura (2%), piscicultura (30%) e consumo doméstico (28%), enquanto outros recursos hídricos subterrâneos com menos contribuição não geram benefício antrópico (40%). As informações geradas são consideradas de vital importância para gerar novas rotas de água potável e esgoto, contribuindo para o desenvolvimento de cada uma das províncias do cantão.

Palavras-Chave: Águas Subterrâneas; qualidade da água; bem cavado; primavera; Equador

Introducción

La actual Constitución del Ecuador, establece que el agua es un derecho humano irrenunciable, en consecuencia, su consumo es un derecho que debe ser garantizado, facilitando el acceso de la población a fuentes y reservas de agua de calidad, sin embargo, en ciertos lugares el agua potable es de difícil acceso, permitiendo que las fuentes subterráneas jueguen un rol preponderante, pues permiten obtener agua de fácil acceso y altísima calidad.

Según cifras de 2016, en el Ecuador el 88,7% de la población es capaz de acceder a agua pública por red potable, y un 70,1% cuenta con agua segura, es decir, cuenta con agua suficiente, sin contaminación fecal y con instalaciones de potabilización cercanas. Sin embargo, estos datos difieren ampliamente si comparamos entre el área urbana y rural, así, en el área urbana el 79,1% de la población tiene agua segura, mientras que en el área rural este valor alcanza el 51,4%, es decir, en el área rural la mitad de la población no cuenta con agua segura.

Igualmente, esta diferencia es visible entre regiones, siendo la Sierra la región con más alta cobertura de agua segura con un 75,7%, seguida por la región Costa con una cobertura de 68,1%, y finalmente la Amazonia, que cuenta con la menor población con acceso a agua segura alcanzando un 42,5% de cobertura, es decir, en la región amazónica, 6 de cada 10 personas no cuentan con agua segura. Así, se establece que los lugares de menor cobertura de agua se encuentran principalmente en la Amazonia, especialmente en áreas rurales de la región Oriental, donde se presentarían carencias más fuertes de acceso a agua segura. (Molina-Vera, Pozo, & Serrano, 2018)

El consumo de agua en el Ecuador borda los 9700 Hm³ anualmente, de esta cantidad aproximadamente el 82% se utiliza para el riego, el 12,5% para uso doméstico y 5,5% en el sector industrial. De esta cifra, la región amazónica alcanza aproximadamente un 20% con actividades

Evaluación del aprovechamiento empírico del agua subterránea somera del cantón Morona-Ecuador

económicas limitadas, las mismas que generan una menor demanda de agua, a pesar de ello, la región amazónica es la zona con mayor disponibilidad de recursos hídricos, alcanzado cifras que rodean el 85% del total disponible en el territorio ecuatoriano. (Burbano, Becerra, & Pasquel, 2015) Así, a pesar de que el Ecuador posee una gran cantidad de recursos hídricos, una porción significativa de sus habitantes tiene dificultades para acceder a agua potable y en otros casos este servicio es inexistente. Así, por ejemplo, ciertas zonas agrícolas habitadas por familias de escasos recursos, tienden a tener problemas de abastecimiento de agua tanto para el consumo doméstico, como para riego de cultivos, forjando al uso de fuentes hídricas subterráneas, sin embargo, el aprovechamiento de estas fuentes hídricas no ha alcanzado un nivel importante, y se ha centrado mayoritariamente en localidades reducidas o proyectos relativamente pequeños, por lo que constituye un recurso esencial para la seguridad alimentaria y de carácter vital para el funcionamiento de los ecosistemas. (CEPAL, 2012).

Ahora bien, Morona, cantón de la Provincia de Morona Santiago es un territorio dedicado a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, con una extensión aproximada de 4.664 km² y una población de 41.155 habitantes, de los cuales 46,1% pertenecen al área urbana y un 53,9% al área rural, según datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010 realizado por el INEC. Su cobertura de agua por red pública es del 75,1% y sus principales sistemas hídricos pertenecen a las cuencas Pastaza, Morona y Santiago, especialmente las sub-cuencas de los ríos Upano, Chiguaza, Mangosiza, Morona y Yaupi. (MAGAP-PRAT, 2015) (SENPLADES, 2014) (GAD Municipal del Cantón Morona, 2015).

A pesar de ello, la actividad agropecuaria que se desarrolla en el cantón Morona es mayoritariamente sobre tierras que no disponen de riego con 43.884 hectáreas ocupadas por pastizales y cultivos de plátano, mientras que las zonas de riego ocupan tan solo 39 hectáreas, representadas por pasto cultivado que se halla al sur del poblado Río Blanco, bajo este contexto, el uso de recursos subterráneos permiten la obtención de agua dulce, sin embargo, estos recursos son poco conocidos y la información disponible es limitada.

Las aguas subterráneas provienen de la infiltración, es decir, se encuentran bajo la superficie terrestre, específicamente en los espacios porosos o en las fracturas y cavidades del material consolidado y sin consolidar, representando la mayor fuente de agua dulce fácilmente accesible del planeta Tierra. (Rojas & Paredes, 2015) El agua subterránea es obtenida mayoritariamente

mediante pozos y manantiales, que permiten el aprovechamiento del recurso para su consumo humano, así como en cosechas, ganado e industria. Un pozo excavado es un orificio cilíndrico en el terreno cuyo diámetro típicamente oscila entre uno y dos metros, formando pequeños depósitos a los cuales migra el agua subterránea y de los cuales puede bombearse a la superficie, mientras que los manantiales se producen cuando el nivel de agua subterránea intersecta la superficie terrestre, generando un flujo natural de salida del agua subterránea. (Tarbuck & Lutgens, 2005) (Martínez, 2018).

Bajo este contexto, el presente estudio está enfocado en la identificación de fuentes desconocidas de agua subterránea, especialmente de origen somero presentes en el cantón Morona, evaluando su uso y explotación que generalmente se realizan de manera empírica en áreas rurales.

Metodología

Identificación de puntos de agua subterránea

La identificación de puntos de agua subterránea fue realizada utilizando el método de observación participativa y exploración de campo, permitiendo conocer la ubicación de captaciones que aprovechen el recurso hídrico subterráneo de forma artesanal o empírica, para labores generalmente de piscicultura, ganadería, agricultura o uso domiciliario, así como otros recursos que puedan ser potencialmente utilizados, considerando como unidad de estudio el cantón Morona.

La observación participativa permitió obtener información preliminar de las nueve parroquias del Cantón Morona mediante el método de boca a boca generando una base de datos inicial. Posteriormente, se realizó la exploración en campo con la finalidad de confirmar la información obtenida en la primera fase de la investigación, realizando recorridos en los puntos previamente obtenidos.

Recopilación de información

Una vez identificados los puntos de agua subterránea en las distintas parroquias del cantón Morona, se tabuló una matriz con información relevante de cada punto de agua identificado, registrando su tipo, localización, uso, mantenimiento y datos hidrométricos en el caso de manantiales o piezométricos en pozos excavados.

La localización fue registrada utilizando las coordenadas geográficas proporcionadas por un GPS previamente validado y calibrado. Posteriormente, el uso y mantenimiento de cada punto de agua subterránea, se obtuvo utilizando el método de encuesta con preguntas abiertas realizado a los propietarios de cada captación. Finalmente, los datos hidrométricos fueron valorados realizando mediciones de caudal con molinete en el caso de manantiales, mientras que, en el caso de pozos excavados se realizó la medición de la profundidad del nivel piezométrico con respecto a la superficie del suelo.

Elaboración de un mapa de captación empírica de agua subterránea

Los datos recopilados en las fases previas fueron transformados a un modelo vectorial utilizando el Software ArcGIS®, con el fin de generar un mapa del cantón Morona que permita visualizar fácilmente los puntos de agua subterránea identificados, con su respectiva información de tipo, uso y potencial hídrico; generando el primer mapa del cantón Morona con este tipo de información.

Resultados y Discusión

Se identificaron alrededor de 50 puntos de agua subterránea en el cantón Morona distribuidos en el interior de sus nueve parroquias, cuyo tipo y uso varía conforme se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Captaciones empíricas de agua subterránea del cantón Morona

| Tipo de pozo | Parroquia | Uso | Nivel piezométrico (m) | Caudal (m ³ /s) |
|---------------|------------|-------------|------------------------|----------------------------|
| Manantial | Cuchaentza | Agricultura | NA | 0.034 |
| Manantial | Cuchaentza | Piscícola | NA | 0.00502 |
| Manantial | Cuchaentza | Doméstico | NA | 0.000202 |
| Manantial | San Isidro | Ninguno | NA | 0.00108 |
| Pozo excavado | San Isidro | Piscícola | 1 m | NA |
| Pozo excavado | San Isidro | Piscícola | 0.4 m | NA |
| Manantial | San Isidro | Doméstico | NA | 0.0002 |
| Manantial | Río Blanco | Piscícola | NA | 0.0005 |
| Manantial | Río Blanco | Doméstico | NA | 0.01 |
| Manantial | Río Blanco | Ninguno | NA | 0.001 |
| Manantial | Río Blanco | Doméstico | NA | 0.017 |
| Manantial | Río Blanco | Ninguno | NA | 0.0009 |
| Manantial | Río Blanco | Ninguno | NA | 0.02 |
| Manantial | Río Blanco | Piscícola | NA | 0.023 |

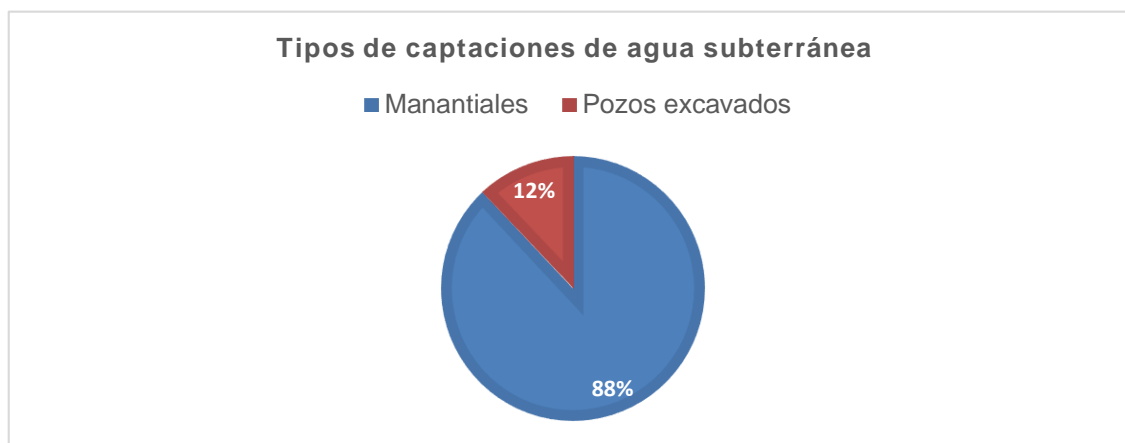
Evaluación del aprovechamiento empírico del agua subterránea somera del cantón Morona-Ecuador

| | | | | |
|---------------|-------------------|-----------|---------|---------|
| Pozo excavado | Macas | Piscícola | 0.87 m | NA |
| Manantial | Macas | Ninguno | NA | 0.001 |
| Manantial | Macas | Ninguno | NA | 0.0025 |
| Pozo excavado | General Proaño | Doméstico | 0.77 m | NA |
| Pozo excavado | Sevilla Don Bosco | Doméstico | 5.10 m. | NA |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Doméstico | NA | 0.00008 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Doméstico | NA | 0.00028 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Doméstico | NA | 0.0003 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Doméstico | NA | 0.00104 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Ninguno | NA | 0.018 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Piscícola | NA | 0.022 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Ninguno | NA | 0.0087 |
| Manantial | Sevilla Don Bosco | Doméstico | NA | 0.0012 |
| Manantial | Sinaí | Piscícola | NA | 0.00101 |
| Pozo excavado | Sinaí | Doméstico | 0.63 m | NA |
| Manantial | Sinaí | Ninguno | NA | 0.025 |
| Manantial | Sinaí | Ninguno | NA | 0.002 |
| Manantial | Sinaí | Doméstico | NA | 0.0018 |
| Manantial | Sinaí | Piscícola | NA | 0.021 |
| Manantial | Zuñac | Piscícola | NA | 0.75 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.1625 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.00099 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.00055 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.058 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.064 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.033 |
| Manantial | Zuñac | Ninguno | NA | 0.09 |
| Manantial | Alshi | Ninguno | NA | 0.016 |
| Manantial | Alshi | Ninguno | NA | 0.008 |
| Manantial | Alshi | Doméstico | NA | 0.6 |
| Manantial | Alshi | Piscícola | NA | 0.085 |
| Manantial | Alshi | Piscícola | NA | 0.075 |
| Manantial | Alshi | Piscícola | NA | 0.065 |
| Manantial | General Proaño | Ninguno | NA | 0.075 |
| Manantial | General Proaño | Piscícola | NA | 0.087 |
| Manantial | Macas | Doméstico | NA | 0.062 |

La mayor cantidad de puntos de agua subterránea aprovechados de manera empírica en el cantón Morona fueron manantiales, mientras que los pozos excavados fueron encontrados en menor

cantidad debido a su difícil construcción y mantenimiento, dicha variación se visualiza de mejor manera en la figura 1.

Figura 1. Tipo de captación de agua subterránea.

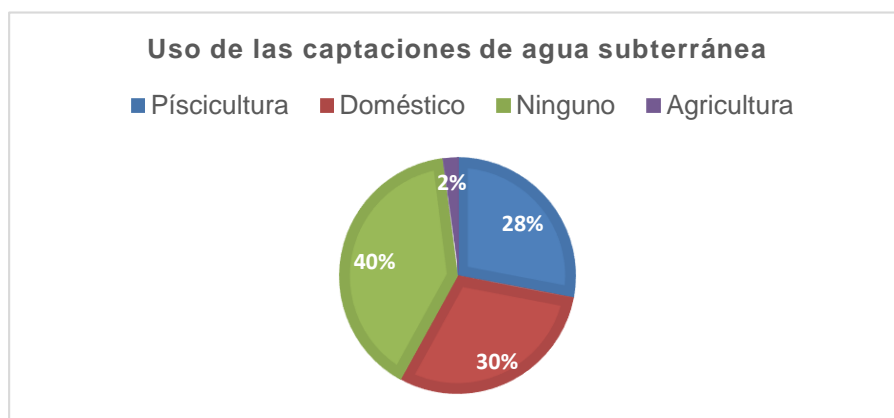


Fuente: Elaboración propia

El uso de las diferentes fuentes de agua subterránea es mayoritariamente piscícola y doméstico, existiendo solo dos por ciento utilizado para la agricultura, así mismo, un gran porcentaje de fuentes subterráneas no son utilizadas en ninguna actividad, como se visualiza en la figura 2, esta tendencia, se explica debido a sus bajos caudales, pues, las captaciones utilizadas para actividades piscícolas, agrícolas y domésticas tienen mayor potencial hídrico. Es importante considerar que este tipo de prácticas para la identificación de aguas subterráneas concuerdan con lo establecido por la Constitución del Ecuador en su artículo 413, donde señala la necesidad de uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, en este caso para la detección de zonas con presencia de agua que pudiesen servir de apoyo a la agricultura.

Evaluación del aprovechamiento empírico del agua subterránea somera del cantón Morona-Ecuador

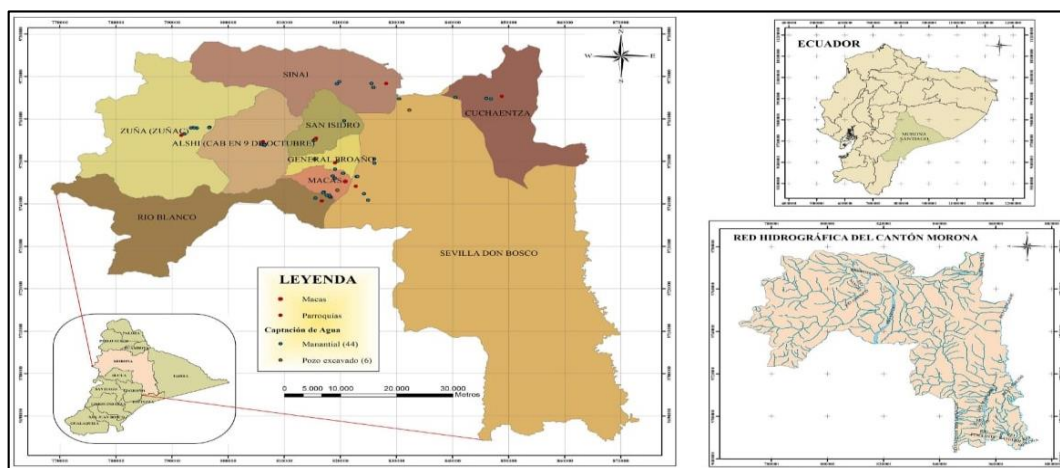
Figura 2. Uso de las captaciones de agua subterránea.



Fuente: Elaboración propia

La ubicación de las diferentes fuentes de agua subterránea se extiende en todas las parroquias del cantón Morona como se visualiza en la figura 3, siendo Sevilla Don Bosco la parroquia con la mayor cantidad de fuentes de agua subterránea, seguida por Zuñac y Río Blanco.

Figura 3. Mapa de las captaciones de agua subterránea de uso empírico

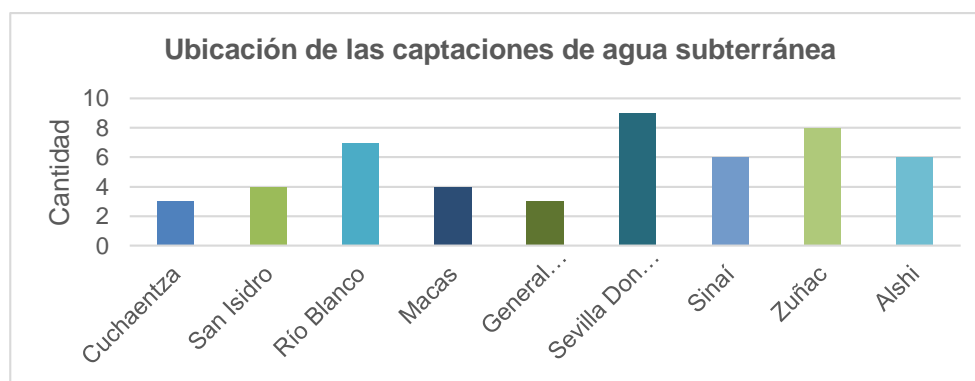


Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 3 y 4 existe una gran cantidad de puntos de agua en las parroquias de Sevilla Don Bosco y Zuñac, sin embargo, se evidencia una gran diferencia en el uso de estos recursos hídricos, en efecto, mientras en Sevilla Don Bosco gran parte de las fuentes de agua subterránea tienen utilidad en actividades antrópicas, en Zuñac la mayoría de estas no generan un

beneficio económico, este comportamiento se podría deber a dos factores, el primero es que la población de Zuñac es sumamente inferior a la ubicada en Sevilla Don Bosco, y el segundo debido a que los manantiales localizados en Zuñac no tienen un gran potencial para el aprovechamiento hídrico, debido a su bajo aporte volumétrico.

Figura 4. Ubicación de las captaciones de agua subterránea por parroquia



Fuente: Elaboración propia

El cantón Morona cuenta con diferentes fuentes de agua subterránea ubicadas en cada una de sus nueve parroquias, siendo la mayoría presentada en forma de manantiales, cuya tendencia se explica por la dificultad de realizar pozos excavados y su posterior mantenimiento, cabe destacar que el total de estas captaciones son de origen somero, pues se encuentra muy cercanas a la superficie del suelo. Además, las fuentes de agua subterránea con mayor capacidad hídrica son utilizadas en actividades antrópicas como la silvicultura, piscicultura y consumo doméstico, como se observa en la parroquia de Sevilla Don Bosco, mientras que otros recursos hídricos subterráneos con menor aporte hídrico no generan un beneficio antrópico, como se visualiza en la parroquia de Zuñac.

Estos resultados concuerdan con lo señalado en el Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2012 según el cual Ecuador tiene problemas de contaminación de los recursos hídricos, por vertimiento de aguas residuales y la disposición final de residuos sólidos, agroquímicos y nutrientes. Es necesaria la generación de información sobre el estado de las fuentes hídricas, los balances hídricos, el control de la calidad; así como, fortalecer el trabajo entre Gobierno Central y los gobiernos autónomos descentralizados, para un manejo sustentable del agua, la cual debe ser tratada como lo hace la Constitución: como un derecho (Constitución del Ecuador, art. 12).

Finalmente, se deduce que las diferentes fuentes de agua subterránea son utilizadas mayoritariamente en piscicultura con un 30% y el área doméstica con un 28% del total de puntos de agua explorados alrededor del cantón Morona, cabe mencionar que este tipo de información es de vital importancia para generar nuevas rutas de agua potable y alcantarillado, aportando al desarrollo de las nueve provincias del cantón.

Referencias

1. Asamblea Nacional Constituyente. (2008), Constitución de la República del Ecuador. Quito: Jurídicas
2. Burbano, N., Becerra, S., & Pasquel, E. (2015). Introducción a la Hidrogeología del Ecuador. Quito, Ecuador: INAHMI.
3. CEPAL. (2012). Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador. Quito, Ecuador: SENAGUA.
4. GAD Municipal del Cantón Morona. (2015). Estudio de alternativas de manejo para la creación de un área ecológica de conservación municipal en el cantón Morona, provincia de Morona Santiago . Morona, Ecuador: GAD Municipal del Cantón Morona.
5. MAGAP-PRAT. (2015). Levantamiento de Cartografía Temática: Escala 1:25000, Lote 2, Memoria Técnica: Cantón Morona. Quito, Ecuador: MAGAP.
6. Martínez, P. (2018). Hidrogeología: principios y aplicaciones. Madrid, España: McGraw-Hill España.
7. Molina-Vera, A., Pozo, M., & Serrano, J. C. (2018). Agua, Saneamiento e Higiene: Medición de los OMS en el Ecuador. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos y UNICEF (INEC-UNICEF). Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf
8. Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2019 Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013
9. Rojas, D., & Paredes, J. (2015). Compendio de Geología General. Lima, Perú: Macro EIRL.
10. SENPLADES. (2014). Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

11. Tarbuck, E., & Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física*. Madrid, España: Pearson Educación.

References

1. National Constituent Assembly. (2008), *Constitution of the Republic of Ecuador*. Quito: Legal
2. Burbano, N., Becerra, S., & Pasquel, E. (2015). *Introduction to the Hydrogeology of Ecuador*. Quito, Ecuador: INAHMI.
3. ECLAC. (2012). *Diagnosis of Water Statistics in Ecuador*. Quito, Ecuador: SENAGUA.
4. Municipal GAD of the Morona Canton. (2015). *Study of management alternatives for the creation of an ecological area for municipal conservation in the Morona canton, Morona Santiago province*. Morona, Ecuador: Municipal GAD of the Morona Canton.
5. MAGAP-PRAT. (2015). *Survey of Thematic Cartography: Scale 1: 25000, Lot 2, Technical Report: Canton Morona*. Quito, Ecuador: MAGAP.
6. Martínez, P. (2018). *Hydrogeology: principles and applications*. Madrid, Spain: McGraw-Hill Spain.
7. Molina-Vera, A., Pozo, M., & Serrano, J. C. (2018). *Water, Sanitation and Hygiene: WHO measurement in Ecuador*. Quito, Ecuador: National Institute of Statistics and Censuses and UNICEF (INEC-UNICEF). Obtained from https://www.eficienterencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf
8. *National Plan for Good Living 2017-2019 National Secretariat for Planning and Development - Senplades, 2013*
9. Rojas, D., & Paredes, J. (2015). *Compendium of General Geology*. Lima, Peru: Macro EIRL.
10. SENPLADES. (2014). *Drinking water and sewerage to eradicate poverty in Ecuador*. Quito, Ecuador: National Secretariat for Planning and Development.
11. Tarbuck, E., & Lutgens, F. (2005). *Earth Sciences: An Introduction to Physical Geology*. Madrid, Spain: Pearson Education.

Referências

1. *Assembléia Nacional Constituinte*. (2008), *Constituição da República do Equador*. Quito: Jurídico

Evaluación del aprovechamiento empírico del agua subterránea somera del cantón Morona-Ecuador

2. Burbano, N., Becerra, S. e Pasquel, E. (2015). Introdução à Hidrogeologia do Equador. Quito, Equador: INAHMI.
3. CEPAL. (2012). Diagnóstico das estatísticas da água no Equador. Quito, Equador: SENAGUA.
4. GAD Municipal do Cantão de Morona. (2015). Estudo de alternativas de gestão para a criação de uma área ecológica para conservação municipal no cantão de Morona, província de Morona Santiago. Morona, Equador: GAD Municipal do Cantão de Morona.
5. MAGAP-PRAT. (2015). Levantamento de Cartografia Temática: Escala 1: 25000, Lote 2, Relatório Técnico: Canton Morona. Quito, Equador: MAGAP.
6. Martínez, P. (2018). Hidrogeologia: princípios e aplicações. Madri, Espanha: McGraw-Hill Spain.
7. Molina-Vera, A., Pozo, M., & Serrano, J. C. (2018). Água, saneamento e higiene: medição da OMS no Equador. Quito, Equador: Instituto Nacional de Estatística e Censos e UNICEF (INEC-UNICEF). Obtido em <https://www.eficienterencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA, SANEAMIENTO e HIGIENE.pdf>
8. Plano Nacional de Bem-Estar 2017-2019 Secretaria Nacional de Planejamento e Desenvolvimento - Senplades, 2013
9. Rojas, D. & Paredes, J. (2015). Compêndio de Geologia Geral. Lima, Peru: Macro EIRL.
10. SENPLADES. (2014). Água potável e esgoto para erradicar a pobreza no Equador. Quito, Equador: Secretaria Nacional de Planejamento e Desenvolvimento.
11. Tarbuck, E., & Lutgens, F. (2005). Ciências da Terra: Uma Introdução à Geologia Física. Madri, Espanha: Pearson Education.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).