



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EVALUACIÓN DE LAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN RELACIÓN A
LAS FORMACIONES VEGETALES EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA**

AUTORAS:

Marelys Lizbeth Jaramillo Loayza

Tatiana Lisseth Merchán Rosero

DIRECTOR:

Blgo. Renato Oquendo MSc.

IBARRA – ECUADOR

2018

HOJA DE VIDA



APELLIDOS: JARAMILLO LOAYZA

NOMBRES: MARELYS LIZBETH

C. CIUDADANÍA: 100391020-3

TELÉFONO CELULAR: 0979863062

CORREO ELECTRÓNICO: marelysbeth_27@hotmail.com

DIRECCIÓN: Ibarra - Imbabura

FECHA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO: 05 de noviembre de 2018

HOJA DE VIDA



APELLIDOS: MERCHÁN ROSERO

NOMBRES: TATIANA MERCHÁN

C. CIUDADANÍA: 172108006-5

TELÉFONO CELULAR: 0987157627

CORREO ELECTRÓNICO: tatys1209@gmail.com

DIRECCIÓN: Quito - Pichincha

FECHA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO: 05 de noviembre de 2018

EVALUACIÓN DE LAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN RELACIÓN A LAS FORMACIONES VEGETALES EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA

Marelys Jaramillo, Tatiana Merchán, Renato Oquendo
Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Av. 17 de julio 5-21 y José Córdova,
Ibarra-Ecuador

*Autores correspondientes: e-mail: marelysbeth_27@hotmail.com, tatys1209@gmail.com

RESUMEN

Angochagua se caracteriza por poseer fuentes hídricas superficiales y subterráneas en ecosistemas altoandinos de páramo, bosque y vegetación arbustiva. Sin embargo, la existencia de prácticas agrícolas y pecuarias sin las debidas medidas de conservación, crecimiento de la frontera agrícola e incendios forestales, han provocado la pérdida de cobertura vegetal y la reducción en la disponibilidad del recurso hídrico. El objetivo de este estudio fue evaluar las zonas de recarga hídrica en relación a las formaciones vegetales presentes en la parroquia Angochagua, a través de la metodología de Matus (2007). Donde, se identifica cartográficamente las zonas potenciales de recarga hídrica presentes en las diferentes formaciones vegetales en función a la pendiente, litología, tipo de suelo, uso de suelo y cobertura vegetal permanente.

De los resultados obtenidos las zonas de recarga con mayor superficie corresponden a recarga hídrica alta con 4001,15 ha presentes en las comunidades de La Rinconada y Zuleta y RH muy alta con 151,65 ha en la comunidad de Zuleta. Se determinó que el tipo de formación vegetal es uno de los factores de mayor incidencia en la posibilidad de recarga hídrica, los suelos cubiertos de bosque natural presentan una posibilidad de recarga hídrica alta, debido a que este tipo de bosque se caracteriza por tener una vegetación madura con sistema de raíces profundos, mayor densidad boscosa y alto contenido de materia orgánica, características

que mejoran las propiedades del suelo e incrementan la capacidad de almacenamiento de agua.

SUMMARY

Angochagua is characterized by having superficial and subterranean water sources in high Andean ecosystems of páramo, forest and shrub vegetation. However, the existence of agricultural and livestock practices without proper conservation measures, growth of the agricultural frontier and forest fires, have caused the loss of vegetation cover and the reduction in the availability of water resources. The objective of this study was to evaluate the water recharge zones in relation to the plant formations present in the Angochagua parish, through the methodology of Matus (2007). Where, cartographically, the potential water recharge zones present in the different plant formations are identified according to slope, lithology, soil type, land use and permanent vegetation cover. For areas that have a high and very high water recharge potential, guidelines for the management and conservation of natural resources are proposed. It was determined that the type of plant formation is one of the factors with the highest incidence in the possibility of water recharge, the soils covered by natural forest present a possibility of high water recharge, because this type of forest is characterized by having a vegetation mature with deep root system, higher forest density and high content of organic matter, characteristics that improve soil properties and increase water storage capacity.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de cobertura vegetal, la deforestación, los incendios forestales y el crecimiento de la frontera agrícola son causas que impactan en la estabilidad hidrológica, en la disponibilidad y calidad de recursos hídricos presentando un escenario de creciente amenaza, riesgo y vulnerabilidad. Si bien la altura y las condiciones climáticas en las zonas andinas del Ecuador permiten una extensión territorial importante de páramo y la presencia de diferentes ecosistemas, la intervención antropogénica puede cambiar este funcionamiento ecosistémico (Serrano y Galárraga, 2015).

Angochagua al poseer fuentes hídricas superficiales y subterráneas es la parroquia que abastece del recurso hídrico al cantón de San Miguel de Ibarra en la provincia de Imbabura, a través de la fuente de agua Guaraczapas con un caudal de 158 l/s, sin embargo se debe tomar conciencia de que esta abundancia no es tal si consideramos que su distribución geográfica es altamente desigual y que la explotación excesiva del recurso hídrico y su contaminación representa una amenaza para la disponibilidad y calidad de agua (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Angochagua, 2014).

El deterioro de las zonas de recarga hídrica y la contaminación de los ríos, causa una reducción en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, esta situación está siendo causada por la intervención del hombre a través de actividades agrícolas y pecuarias en suelos de páramo, incendios forestales, deforestación, introducción de especies, desplazamiento de comunidades en las partes altas de la montaña. Esta problemática surge en virtud de una mala planificación del territorio y el manejo inadecuado de tierras, trayendo como resultado la pérdida de biodiversidad, contaminación del suelo y fuentes hídricas (Nieto, 2013).

El conocimiento que existe actualmente sobre el papel que cumplen las formaciones vegetales en el ciclo hidrológico, no es suficiente, debido a que no se conoce la

influencia en la regulación de caudales donde se encuentra presente cada formación vegetal y menos aún en la parroquia Angochagua. Es por ello que esta investigación tiene por objeto conocer que formaciones vegetales son convenientes para exista zonas de recarga hídrica con potencial alto y muy alto, teniendo en cuenta las características del lugar.

El enfoque económico-social involucra problemas para lograr la sustentabilidad económica en los habitantes de la parroquia Angochagua, debido a que existen situaciones de pobreza, es por ello que se deben tomar decisiones oportunas y eficaces que permitan adoptar medidas de prevención o mitigación frente a estos problemas ambientales. Estas medidas deben darse a través de políticas públicas, interés por parte de la comunidad científica y el empoderamiento de la población (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Angochagua, 2015).

Los bosques, páramos y vegetación nativa de la parroquia Angochagua son un sustento social, económico y cultural para sus habitantes, 925 familias se han beneficiado de los proyectos ambientales implementados en el 2014, llegando al 23% de los hogares de sus habitantes. Desde este punto de vista es importante mejorar el estado y manejo de los bosques y páramos e integrarlos a la situación actual, tendencias y perspectivas del desarrollo rural del país (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Angochagua, 2014).

Las formaciones vegetales de la parroquia Angochagua brindan diversos servicios ambientales como son el mantenimiento, recarga y flujo del recurso hídrico, el conocer acerca de la abundancia y diversidad de la cobertura vegetal proporciona información referente a los efectos que generan sobre los mantos acuíferos y la gestión que se podría realizar en las zonas de recarga hídrica en la parroquia (Gonzaga, 1993).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar las zonas de recarga hídrica se utilizó la metodología de Matus 2007, la utilización de sistemas de información geográfica, salidas de campo y el conocimiento de los actores locales de la parroquia.

A través de la realización de cartografía temática se identificó las zonas potenciales de recarga hídrica evaluando los siguientes elementos biofísicos: pendiente y microrelieve, tipo de suelo, tipo de roca, formaciones vegetales y uso del suelo, con ponderaciones del 1 al 5 para valorar cada elemento, donde 1 corresponde al valor más

Para determinar la litología de la parroquia se utilizó como insumo base la cartografía hidrogeológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuicultura y Pesca del año 2005, escala 1:100.000.

La elaboración del mapa de uso de suelo de la parroquia se analizó la información base de uso de suelo del cantón Ibarra, escala 1:50.000 del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra y a través de la utilización de imágenes satelitales actualizadas dentro del software ArcGis 10.2.

El mapa de formaciones vegetales se realizó en base a modelamientos biofísicos, interpretación de imágenes satelitales y validación en campo a través de factores de tipo biótico y abiótico, que incluyen temperatura, precipitación, geoforma y la estructura general de la vegetación.

Finalmente se determinó el potencial de recarga hídrica de la parroquia, a través de la sobreposición de los elementos evaluados anteriormente: pendiente, litología, tipo de suelo, uso de suelo y formaciones vegetales, con los distintos rangos analizados, interpretados, clasificados y mapeados.

Utilizando la herramienta Map Algebra del software ArcGis 10.2 y la fórmula de Matus (2007), se sustituyó cada elemento multiplicado por su respectivo valor constante de importancia y se realizó la suma de todos los elementos, obteniendo como resultado la posibilidad de recarga hídrica.

La caracterización de formaciones vegetales se evaluó la estructura de la vegetación, determinando las siguientes formaciones

bajo, es decir las características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica y 5 corresponde al valor más alto.

La representación cartográfica de tipo de suelo, pendiente y microrelieve, se generaron mapas en base a la información obtenida por el del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra escala 1:50.000. vegetales:

Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera Oriental de los Andes

Bosque siempreverde montano del norte de la cordillera oriental de los Andes

Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes

Arbustal siempreverde y herbazal de páramo

En cada formación vegetal con potencial de recarga hídrica alto y muy alto se realizaron 4 Pruebas de infiltración en 6 intervalos de 10 minutos, evaluando la presencia y ausencia de la vegetación superficial en época seca y lluviosa y se establecieron transectos de 2 x 50 metros para medir árboles y arbustos y cuadrantes de 4 x 4 metros para medir vegetación herbácea.

RESULTADOS

Evaluación de las zonas de recarga hídrica en la parroquia Angochagua

En las seis comunidades de la parroquia Angochagua se identificó cinco categorías de pendientes: relieve plano a casi plano, con o sin rugosidad, relieve moderadamente ondulado o cóncavo, relieve ondulado o cóncavo, relieve escarpado y relieve fuertemente escarpado (Figura. 1)

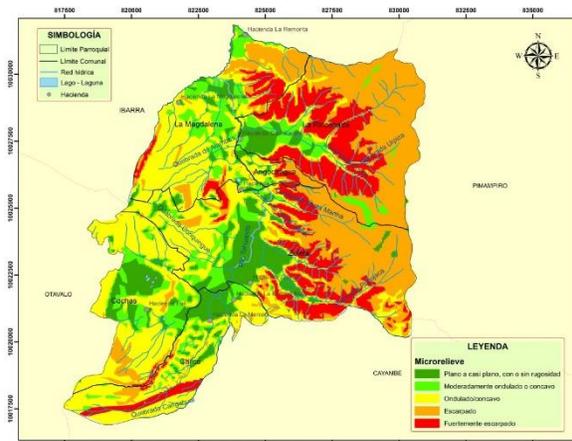


Figura 1. Mapa de pendiente

La litología del área de estudio corresponde a depósito aluvial, depósito coluvial, derrumbe, andesita-aglomerado, andesita-brecha-aglomerado, andesita-aglomerado-lahar, ceniza-piroclastos de pómez, terrazas indiferenciadas y depósitos glaciales (Figura 2).

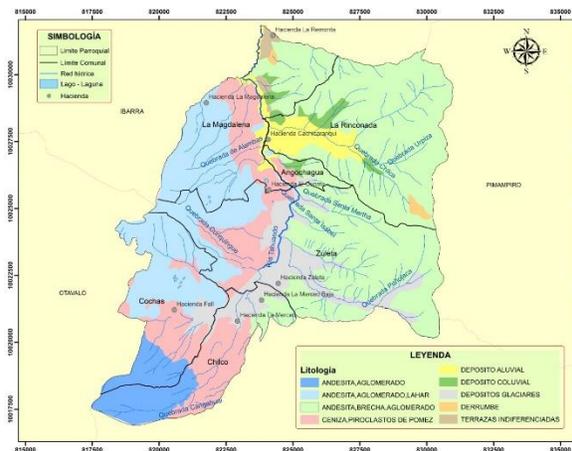


Figura 2. Mapa litológico

La evaluación de uso de suelo se realizó a partir de las actividades y visualizando los diferentes usos de suelo presentes en el área de estudio, siendo 42 categorías de uso de suelo, cuyas áreas se especifican en la figura 3.

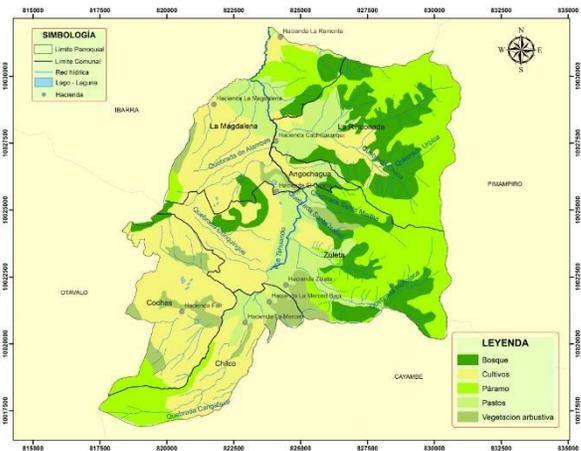


Figura 3. Mapa de uso de suelo

La evaluación del tipo de suelo se realizó en base a las salidas de campo; en cada punto de muestreo se determinó la textura de suelo al tacto, para ellos se humedeció y amasó el suelo con las manos hasta formar una pasta homogénea la cual sirvió para analizar las características físicas observadas, tomando como muestra suelos presentes en diferentes sitios de una misma formación vegetal. En la figura 4 se identifica los diferentes tipos de textura de suelo presentes en la parroquia.

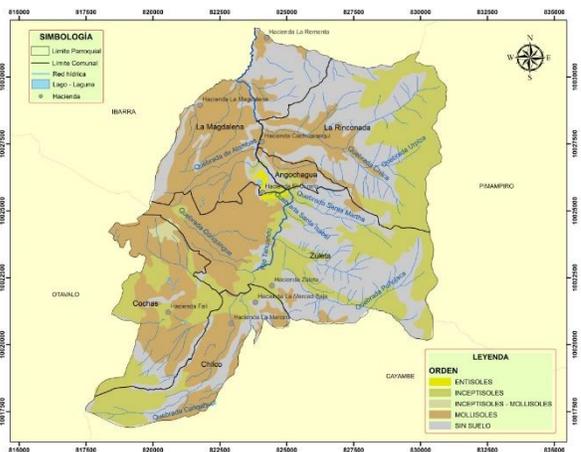


Figura 4. Mapa de tipo de suelo

Para el análisis de formaciones vegetales (Figura 5) se hace referencia a la ponderación de posibilidad de recarga hídrica de acuerdo al porcentaje de cobertura vegetal permanente o formaciones vegetales establecido por Matus (2007) y el Ministerio del Ambiente.

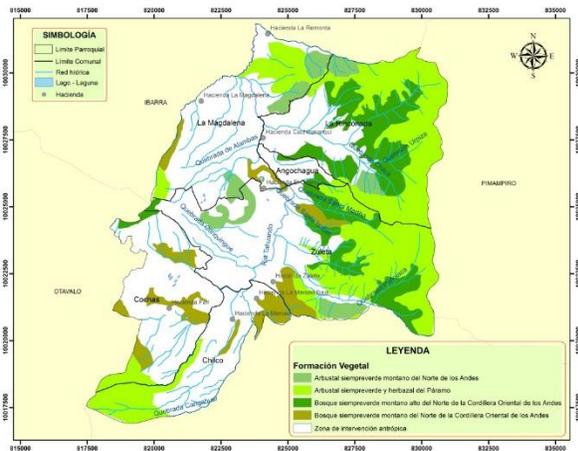


Figura 5. Mapa de formaciones vegetales

El potencial de recarga hídrica se desarrolló en base al tipo de pendiente y microrelieve, textura de suelo, litología, uso actual y formaciones vegetales (Figura 6).

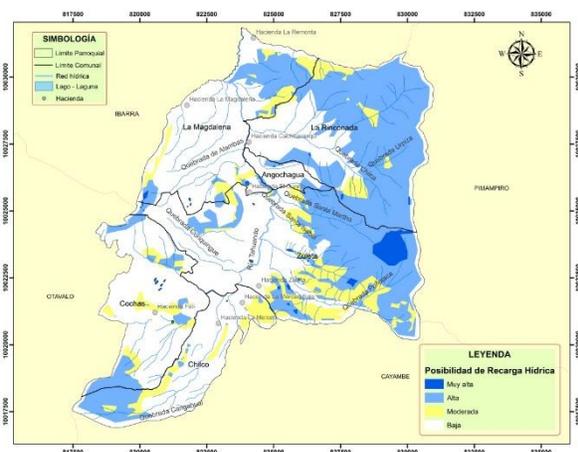


Figura 6. Mapa potencial de recarga hídrica

Las zonas con potencial de recarga hídrica muy alta presentan un rango de precipitación entre los 1200 – 1300 mm/año, se encuentran en las comunidades de Zuleta, La Rinconada y La Magdalena caracterizándose por presentar un microrelieve plano a casi plano con un rango de inclinación de 0-6 %, presentes en suelos en evolución (inceptisoles) y suelos con presencia de carga orgánica alta (molisoles), con sustratos rocosos de origen volcánico presentes en Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes y Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.

Las zonas con categoría alta se encuentran distribuidas en toda la parroquia con rangos de

precipitación que van de 1000 – 1400 mm/año, presentes en Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes y Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes en pendientes escarpadas con rangos de inclinación de 45 – 65% y la presencia de lavas y brechas volcánicas, caracterizándose por ser suelos en evolución y tener carga orgánica alta.

Las zonas con potencial de recarga hídrica moderada, presenta un rango de precipitaciones que va 1100 – 1400 mm/año, abarcando las seis comunidades de la parroquia Angochagua, el tipo de suelo corresponde al orden molisoles que se caracterizan por poseer una capa superficial profunda y tiene gran concentración de materia orgánica y nutrientes, la litología corresponde a las formaciones geológicas provenientes de los depósitos de toba volcánica “cangahua” y sustratos rocosos cubiertos por lahares coluviales, se encuentra en Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes y Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.

Las zonas potenciales de recarga hídrica con categoría baja se encuentran en un rango de precipitación entre los 1400 a 1500 mm/año ubicado los sectores urbanos de la parroquia, presentan suelos con formaciones rocosas la litología corresponde a las formaciones geológicas andesita, brecha aglomerado en cuanto a la cobertura vegetal y uso de suelo existe la presencia de Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.

Caracterización de las formaciones vegetales en las zonas de recarga hídrica

En la formación vegetal de Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes con potencial de recarga hídrica alta presente en las comunidades de Zuleta y La Rinconada, se registraron 11 especies de flora, que en su mayoría corresponden a vegetación arbórea, al

realizar la comparación con las especies identificadas en el diagnóstico del uso actual y determinación de oportunidades de uso productivo y conservacionista del páramo de la parroquia Angochagua (2013), se identificó que no existe similitud entre las familias y géneros de especies que se encuentran en Bosque Natural, presumiendo el desplazamiento de especies de montaña hacia altitudes superiores como consecuencia del cambio climático. En el estudio realizado por Herrera (2017), las zonas categorizadas con potencial de recarga hídrica alta se encuentran en cobertura vegetal o uso de suelo que corresponde a zonas de vegetación arbustiva baja o páramo y bosques.

Las zonas con potencial de recarga hídrica muy alta se determinaron en la comunidad de Zuleta en formación vegetal de páramo, donde se registraron 13 especies de flora, que en su mayoría corresponden a vegetación herbácea, al comparar con la guía de páramos de Zuleta – Ecuador realizado por Aguilar, Hidalgo y Ulloa (2009), observamos que la vegetación se asemeja entre sí aproximadamente en un 70%. En el estudio realizado por Herrera (2016), las áreas que presentan la mayor recarga potencial muy alta, se localizan en una cobertura vegetal y uso del suelo que corresponden a vegetación arbustiva baja o páramo.

Las zonas con potencial de recarga hídrica baja se encuentran presentes en los sectores urbanos de la parroquia, en formaciones vegetales arbustivas, donde se registraron 9 especies de flora que en su mayoría corresponden a vegetación herbácea y arbustiva, al comparar con la información de las especies presentes en matorral de Angochagua de Pabón (2008), se determina que existe la presencia de Familias representativas como Verbenaceae y Asteraceae. En el estudio realizado por Chamorro (2016), las zonas con potencial de recarga hídrica bajo o nulo son lugares que corresponden a las zonas urbanas donde la población se ha establecido.

Para bosque intervenido en recarga hídrica moderada presentes en las comunidades de Angochagua, La Magdalena y Zuleta, se encontraron 18 especies de flora entre árboles,

arbustos y hierbas, las familias representativas son Asteraceae, Berberidaceae y Rubiaceae, correlacionando con la investigación de Pabón (2008), en el que realiza un estudio sobre las especies presentes en bosque de la parroquia Angochagua, se encontró un 50% de similitud de especies de flora presentes en este tipo de vegetación. Chamorro (2016), realizó un estudio de caracterización de zonas de recarga hídrica en el acuífero de Guaracapas en Angochagua determinando a este lugar como una zona con potencial de recarga moderada, concordando con los resultados encontrados en el presente estudio

Estrategias de Conservación para las zonas de recarga hídrica muy alta y alta en relación a las formaciones vegetales

Para proponer estrategias de conservación se realizó un análisis de los resultados obtenidos en las seis comunidades mediante proyectos los cuales integran actividades y acciones que mitiguen la problemática identificada en las formaciones vegetales y zonas de recarga hídrica alta y muy alta que presenten mayor vulnerabilidad.

- **Educación Ambiental**

Este proyecto consiste en capacitar a los pobladores de las comunidades de Zuleta y La Rinconada sobre la importancia de los recursos hídricos y florísticos que posee la zona, enfocado en la difusión de la información obtenida en la investigación con el fin de que la población participe de manera directa sobre el manejo de los recursos y el cuidado ambiental.

- **Pago por servicios ambientales del recurso hídrico como una alternativa de conservación en la parroquia Angochagua**

Esta propuesta se basa en una ayuda dirigida a los usuarios y propietarios de las tierras en donde existen recargas hídricas con potencial alto y muy alto, a través de beneficios que se otorgan por la conservación de los bosques y suelos ligados al mantenimiento del recurso hídrico generando un cambio en el uso de la tierra, reduciendo perjuicios a las poblaciones río abajo, reducción de la infiltración de agua, contaminación, escorrentía superficial.

- **Diseño de una Guía Botánica de la parroquia Angochagua**

En este proyecto se realizó una Guía Ilustrada de las especies de flora que se registraron en la parroquia Angochagua, con el fin de dar a conocer a la ciudadanía y a la comunidad la diversidad florística que existe en la zona, fortaleciendo así los servicios ecoturísticos.

CONCLUSIONES

Las zonas potenciales de recarga hídrica de la parroquia Angochagua se determinaron según el potencial de retención de agua, encontrándose zonas de recarga muy alta y alta en zonas comprendidas en la comunidades de Zuleta y La Rinconada, zonas de recarga moderada en las comunidades de Angochagua, Cochabamba, Chilco y La Magdalena, sin embargo las zonas de menor recarga hídrica se encuentran en las zonas pobladas del sitio de estudio.

En este estudio se encontró cuatro tipos de formaciones vegetales presentes en la parroquia: Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, Bosque siempreverde montano del norte de los Andes, Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes, Arbustal siempreverde y herbazal de Páramo.

Las estrategias conservación están planteadas en tres proyectos los cuales permitirán realizar un manejo adecuado del recurso hídrico en las diferentes formaciones vegetales que presentan potencial de recarga hídrica alta y muy alta, garantizando la sostenibilidad de los recursos naturales de la parroquia Angochagua.

Dentro de la parroquia se determinó zonas con potencial de recarga hídrica alta y muy alta en las formaciones vegetales de Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes y Arbustal siempreverde y herbazal de Páramo.

RECOMENDACIONES

Concertar acciones de intervención a fin de trabajar de manera integral y coordinada para el manejo y la conservación de los recursos hídricos y las formaciones vegetales presentes.

Evaluar zonas de recarga hídrica en otras formaciones vegetales que provean agua a centros poblados de la provincia de Imbabura, para la proponer de estrategias de preservación y manejo de las mismas.

Realizar un estudio de las utilidades ecológicas que brindan las especies presentes en las distintas formaciones vegetales.

Crear un material didáctico educativo con un lenguaje entendible a nivel comunitario sobre la diversidad de flora y la importancia de cada especie.

BIBLIOGRAFÍA

Chamoro, M. (2016). Identificación y caracterización de las zonas de recarga hídrica mediante la herramienta SIG de los acuíferos la Carbonería, Guaracazapas, Yuyucocha y Santa Clara para la protección de las fuentes de aprovisionamiento de agua en la zona urbana de Ibarra . Ibarra: (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ecuador .

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Angochagua. GADPA. (2015). Plan de Desarrollo Ordenamiento Territorial Parroquia Angochagua 214-2019. . Imbabura- Ecuador.

Gonzaga, L. (1993). Efecto de las coberturas vegetales ciprés, pino y rastrojo sobre la humedad del suelo en dos microcuencas de Piedras Blancas, Antioquía. Crónica Forestal y del Medio Ambiente. Obtenido de Colombia.

Herrera, F. (2017). "Identificación hidrológica de zonas de recarga de las fuentes de abastecimiento de agua en la comuna La Esperanza, provincia del Carchi" (Tesis de Pregrado). Ibarra- Ecuador : Universidad Técnica del Norte.

Matus, O. (2007). Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenta del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua . Turrialba- Costa Rica : (Tesis de Maestría) Centro Agronómico Tropical del

Investigación y Enseñanza.

Matus, O., Faustino, J., y Jiménez, F. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua. Turrialba- Costa Rica : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Nieto, S. (2013). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. Universidad de Medellín Colombia.

Serrano, D., y Galarraga, R. (2015). El páramo andino: características territoriales y estado ambiental. Aportes interdisciplinarios para su conocimiento

