UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

PROPUESTA DE RESTAURACIÓN FORESTAL MEDIANTE EL USO DEL SIG EN LOS ALREDEDORES DE LAS CAPTACIONES DE AGUA UBICADAS EN LA ECO-ZONA 1 DEL CANTÓN PASTAZA.

AUTOR(ES):

Andrea Nathaly Cárdenas Játiva
Raiza Mishell Vargas Vargas

DOCENTE - TUTOR:

Msc. María Katharina Elisabeth de Decker

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

Propuesta de restauración forestal mediante el uso del SIG en los alrededores de las captaciones de agua ubicadas en la ECO-ZONA 1 del Cantón Pastaza

Andrea Nathaly Cárdenas Játiva
for2017019@uea.edu.ec

Raiza Mishell Vargas Vargas
for2017090@uea.edu.ec

María Katharina Elisabeth de Decker
mdedecker@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera De Ingeniería Forestal (1)

Resumen

Las captaciones de agua son aquellas que acumulan cierta cantidad de agua y cumplen con el papel de abastecer agua para la población. En el presente proyecto se desarrolla la propuesta de restauración forestal en la zona de influencia de las captaciones de agua de la ECO-ZONA1 mediane el software ArcMap. Mediante un análisis geopedológico, se encontraron las características dominantes: el tipo de suelo pertenece a los órdenes Inceptisol y Andisol, su textura es franco arenoso y areno francoso y su drenaje natural es bueno. Se observan ecosistemas remanentes, pero una gran cantidad corresponde a intervención. A pesar de ser un área de protección hídrica, requiere de una restauración forestal activa para mitigar el impacto del cambio de uso de suelo y con eso la cantidad y calidad de agua para la ciudad de Puyo. Se empleó una zona de influencia de 200 metros desde las vertientes hasta la captación en las áreas que presentan actividades agropecuarias, obteniendo 86 hectáreas para el río Puyo y 106 hectáreas para el río Pampay. La propuesta para la restauración se seleccionó el método de plantación a tres bolillos con una densidad de 4m x 5m plantas recomendada por Rodriguez (2006). Las especies propuestas son nativas arbustivas, frutales y maderables que cumplen con las características de planta multipropósito de raíces profundas, protección del suelo ante la erosión hídrica o eólica, aumentar la retención de humedad, reducir el flujo rápido de las aguas lluvias y la conservación de la vida silvestre.

***Palabras Claves**:* Restauración forestal, SIG, Zona de recarga hídrica, área de protección municipal, zona de influencia.

Abstract

Water catchments accumulate a certain amount of water and fulfill the role of supplying water for the population. In this project, a forest restoration proposal is developed in the area of influence of the water catchments of the ECO-ZONE1 using the software ArcMap. Through a geopedological analysis, the dominant characteristics were found: the type of soil belongs to Inceptisol and Andisol orders, its texture is sandy loam and loamy sand, and its natural drainage is good. Remaining ecosystems are observed, but a large number corresponds to intervention. Despite being a water protection area, it requires active forest restoration to mitigate the impact of land use change and with it the quantity and quality of water supply for the city of Puyo. An influence zone of 200 meters was used from the slopes to the catchment in the areas that present agricultural activities, obtaining 86 hectares for the Puyo River and 106 hectares for the Pampay River. The proposal for the restoration selected the method of planting three bobbins with a density of 4m x 5m plants recommended by Rodriguez (2006). The proposed species are native shrubs, fruit trees and timber trees that meet the characteristics of a multipurpose plant with deep roots, soil protection against water or wind erosion, increased moisture retention, reduced rapid flow of rainwater and conservation of wild life.

***Keywords**:* Forest restoration, GIS, water catchments, municipal protection area, zone of influence

1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) alerta que la seguridad hídrica de 8 de cada 10 personas en el mundo está amenazada. En consecuencia, de que las cuencas hidrográficas boscosas y los humedales aportan alrededor del 75% de los recursos de agua dulce del planeta, mientras que más de un tercio de los mayores núcleos urbanos del mundo dependen de bosques protegidos para una proporción importante de su agua y el suministro y la regulación del agua en distintas formas, desde recargar los acuíferos y controlar la erosión a promover la lluvia por evapotranspiración, depende de los bosques (El Telegrafo, 2016).

Ecuador vive esta problemática, en la frontera con Perú hay sistemas acuáticos que han desaparecido por la tala de bosques, y en la Costa, otros ríos se han reducido por la actividad minera. Además, en zonas como la Amazonía, donde está la mayor diversidad de especies de agua dulce del país, los peces se enfrentan a los impactos causados por proyectos de captación de agua o hidroeléctricas que obstaculizan su paso y empiezan a declinar las poblaciones (Nugra, 2018).

La actual constitución de la República de Ecuador y la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, reconocen al agua como un derecho humano fundamental y garantizan la conservación de las fuentes de agua. Los GADs tienen entre sus competencias el ordenamiento territorial, cuidado de cuencas hidrográficas, regulación del uso del suelo y el suministro de agua potable (municipios) (Asamblea Nacional, 2008). En este caso los municipios son los encargados que determinarán el área de influencia inmediata de toda actividad que genere desechos, siendo los generadores los responsables de mantener limpias dichas áreas) (Asamblea Nacional, 2008). Hasta la fecha, en Ecuador, se han establecido 14 áreas de protección hídrica que cubren una superficie de 61.729,18 hectáreas de ecosistemas nativos, con el objetivo de garantizar la dotación de agua como elemento esencial para la vida de los seres humanos y la naturaleza (MAATE, 2021).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza (GADPPz), ha venido ejecutando varios proyectos en diferentes comunidades de la provincia en beneficio de la conservación ambiental; esta propuesta contribuye específicamente al cuidado del agua y la

sensibilización a los beneficiarios de la importancia de la conservación del medio como riqueza hídrica, biológica y turística (Zambrano, 2018). De ahí, el manejo de fuentes y zonas de recarga de agua en la microcuenca es el medio para posibilitar el balance hídrico y por ende mantener la disponibilidad de cantidad y calidad de agua, esta y otras razones como la crisis ambiental actual obliga a generar estrategias de conservación de los recursos naturales a través de programas interdisciplinarios y la aprobación de varias ordenanzas (GADPPz, 2018).

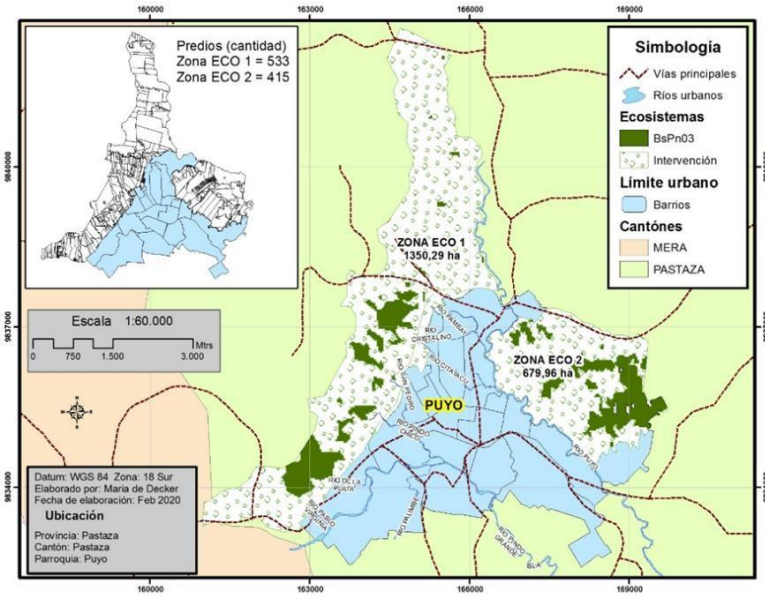
En el presente proyecto de investigación se desarrolla una propuesta de restauración forestal en la zona de influencia de las captaciones de agua mediante el SIG (Sistema de Información Geográfica), herramienta eficaz para diseñar plantaciones sin la necesidad de visitar el lugar con la ayuda de imágenes satelitales, formando esquemas gráficos con la ayuda del programa ArcMap que procesa las coberturas de bosques, rondas hídricas y cultivos, optimizando el manejo y cuidado de los ecosistemas de bosques y recursos hídricos. Con esto se busca mitigar el efecto del cambio de uso de suelo en la zona de protección y recarga hídrica municipal ubicada en la ECO-ZONA1 en la urbanización de la parroquia Puyo del cantón Pastaza. Para ello se plantearon tres objetivos específicos; el primero, analizar el área de la ECO-ZONA 1 en donde se encuentran las captaciónes del agua, el segundo, calcular el área requerida para la restauración forestal, y el tercero, desarrollar una propuesta de restauración forestal del sitio mediante el programa Arcmap.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Localización del área de estudio

El área de estudio está comprendida como la ECO-ZONA1 en el cantón Pastaza de la Provincia de Pastaza ubicada en la Región Amazónica del Ecuador (RAE) (Figura 1), la cabecera cantonal es la ciudad de Puyo la cual cuenta con un clima tropical. De acuerdo a Köppen y Geiger (1884), el clima se clasifica como Af: Ecuatorial; indica que es de un clima cálido y lluvioso durante todo el año, sin estaciones, es el clima de la selva lluviosa. La temperatura promedio es 20.1 °C y una cantidad significativa de lluvia durante el año con una precipitación aproximada de 2233 mm (Climate-Data.org, 2022).

Figura 1. Ubicación de las zonas ECO – cantón Pastaza



Elaborado por: María de Decker (UEA)

Esta área está ubicada sobre la cota 950msnm y está considerada como Patrimonio natural de protección de fuentes hídricas (GADPz, 2015), que deberá ser recuperada con protección natural para garantizar la recarga hídrica de la ciudad de Puyo ya que en ella se encuentran cinco captaciones que abastecen a la población (Tabla 1).

Tabla 1. Captaciones de la ECO-ZONA1

Captaciones	x	y
CAPTACIÓN COLEGIO PASTAZA	164133,537	9836210,59
CAPTACIÓN RÍO PAMBAY	163049,0329	9838861,774
CAPTACIÓN RÍO ARBOLITO	163513,7639	9839003,406
CAPTACIÓN FÁTIMA	162054,8304	9842112,087
CAPTACIÓN RÍO PUYO	162408,3579	9842151,921

Elaborado por: Andrea Cárdenas y Raiza Vargas

2.2 Tipo de investigación

El presente Proyecto de Integración Curricular es una investigación tipo exploratoria ya que los resultados alcanzados son una primera aproximación en la determinación del área y diseño para la restauración forestal de los alrededores de la zona de recarga hídrica existente

en la ECO-ZONA1 de la parroquia Puyo, cantón Pastaza.

2.3 Materiales y herramientas

La base para este artículo es el computador con el Software ArcGIS 10.8 para procesar los Shapefile del uso de tierra y cobertura vegetal, textura del suelo a profundidad, tipo de suelo a nivel de orden, ecosistema, drenaje natural de Pastaza y calcular el área y desarrollar la propuesta, también el shapefile de los ríos; la base de datos e información obtenida en Internet en las páginas pertinentes del MAATE y MAG, y la búsqueda de artículos científicos relacionados al tema en SCielo, Redalic, entre otros buscadores.

2.4 Metodología

Para cumplir el primer objetivo "***Analizar el área de LA ECO-ZONA1 en donde se encuentra las captaciones de agua":***

Para el diagnostico actual del área de estudio con respecto al ecosistema y la cobertura vegetal **"Cobertura y Uso de la Tierra (CUT 2018)"**, se utilizó el Software ArcGIS 10.8 y se tomó como referencia los Shapefiles que se descargaron del mapa interactivo del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición ecológica (http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/) aplicando una escala del trabajo 1:100 000 (Zambrano Caicedo, 2015), estos fueron elaborados a partir de modelamientos biofísicos, interpretación de imágenes satelitales (2010-2012) y validación en campo.

El shapefile **"Cobertura y Uso de la Tierra (CUT 2018)"** fue elaborado considerando las seis clases definidas por la **IPCC** (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) para el primer nivel y 16 clases para el segundo nivel.

Para el análisis de diferentes aspectos geomorfológicos se descargó el Shapefile de **Unidad Geopedológica** del geoportal del Agro ecuatoriano (http://geoportal.agricultura.gob.ec). Se consideraron la clasificación de suelo a nivel de orden (otx), textura a profundidad (ttd) y drenaje natural (ndr).

Para cumplir el segundo objetivo ***"Calcular el área requerida para la restauración forestal".***

Se cortó el shapefile **"Cobertura y Uso de la Tierra (CUT 2018)"** con el área ECO-ZONA1 para posteriormente convertirle al formato **KML** para verificar su información con

el programa Google Earth. También se verificó la cobertura vegetal con imágenes actualizadas del satélite **Sentinel 2** (https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home). Una vez verificada la cobertura de la tierra se aplicó la opción **Calculate Geometry** para el cálculo del área por cada tipo de cobertura de la tierra.

Una vez analizado el lugar con la ayuda de los mapas y las varias fuentes bibliográficas que mencionan la distancia mínima de protección de los ríos, estas son normas impuestas por los GAD Municipales, GAD Provinciales, normativas para conservar y proteger zonas de recarga hídrica, y manuales, los que recomiendan un radio mínimo y obligando a cumplir la distancia de protección de los ríos de acuerdo a la zona de preservación ecológica hídrica y zonas de recarga hídrica, por consiguiente se propone el área alrededor de las captaciones a ser restauradas. Finalmente, en ArcGIS se aplicó la herramienta Buffer en las captaciones que presentan deterioro a su alrededor.

Para cumplir el tercer objetivo ***"Desarrollar una propuesta de restauración forestal del sitio mediante el programa SIG":***

Tabla 2. Variables para considerar

Variables	Condición
Objetivo del proyecto	
Nivel de degradación del sitio	Tipo/intensidad de acciones apropiadas para iniciar y favorecer el crecimiento de nueva vegetación
Potencial de regeneración	Tipo/intensidad del esfuerzo necesario para restaurar la diversidad de especies en el sitio.
Especie nativa	Sí
Función ecológica o valor social	Multipropósito y Nodriza
Adaptabilidad a las condiciones del sitio	Conocimiento local Información documentada Pruebas de selección
Disponibilidad de semillas y plántulas	Semillas capaces de germinar y prosperar en condiciones de vivero o en el sitio de siembra. Plántulas capaces de sobrevivir al estrés del trasplante al sitio de siembra.

Fuente: Adaptado de (Yanguas & Calle, 2015)

Previo la revisión bibliográfica en artículos científicos acerca de las especies nativas del ecosistema encontrado, aptos para la restauración de áreas deforestadas en cuencas hídricas y zonas de recarga hídrica, se procedió a la identificación de las especies de restauración aptas para la zona, esto es primordial ya que estas ayudarán a la restauración de los alrededores de las captaciones y mejoramiento de la calidad de agua en la ECO-ZONA1. Para esto se analizó a las especies más idóneas teniendo en cuenta los siguientes aspectos (Tabla 2).

Para el cálculo de la cantidad exacta de las plantas que se necesitará para la restauración forestal alrededor de cada captación, se aplicó la herramienta *Create Fishnet* con la ayuda de ArcGIS, previo la selección del diseño de plantación.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización del suelo de la ECO-ZONA1

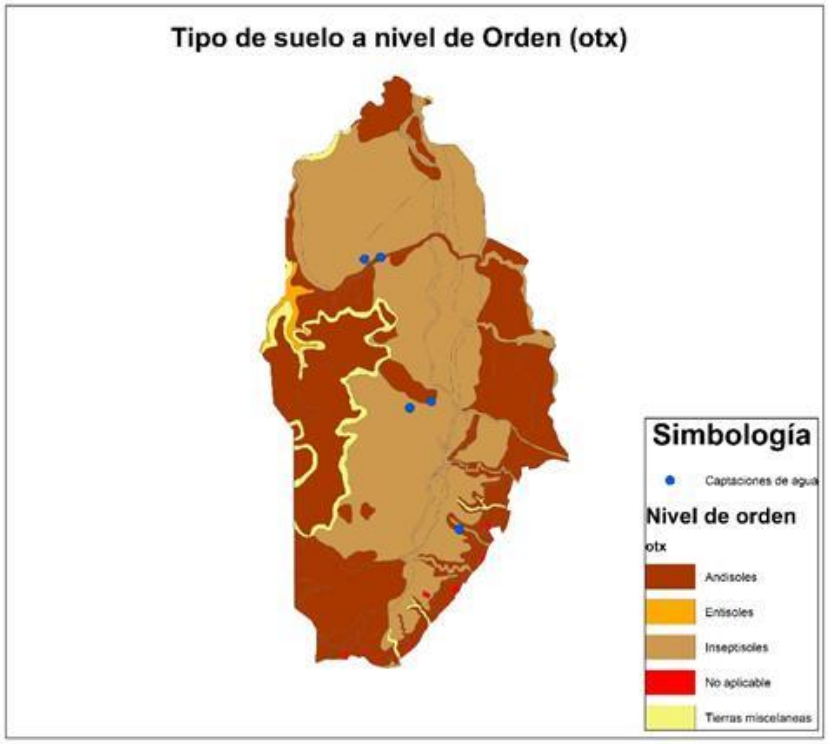
3.1.1 Tipo de suelo a nivel de orden

La ECO-ZONA1 tiene 5500 hectáreas de las cuales 2895 hectáreas corresponden al orden Inceptisoles (52,64 %), seguido por el orden Andisoles con 2316 hectáreas (42,11 %); las Tierras misceláneas 224 hectáreas (4,07 %); y en menor representación el orden Entisoles y No aplicable con 0,80 % y 0,38 % respectivamente, distribuidas en el mapa en donde las captaciones de agua se encuentran distribuidas en el suelo de orden Inceptisoles y Andisoles (Figura 2).

En la Provincia de Pastaza se encuentra el tipo de suelo Inceptisol, el cual se caracteriza por un desarrollo muy incipiente, lo que da lugar a la formación de horizontes alterados, son considerados poco maduros en su evolución. Son originados a partir de diferentes materiales ya sea de materiales volcánicos o sedimentarios con características de relieve variado de colinas fuertes a moderadas y bajas, relieves estructurales como mesas, cuestas y chevrones en donde las pendientes de igual manera son variadas de fuertes a bajas y por lo tanto su uso también es muy variado desde la protección total, agroforestería y uso agrícola muy restringido. Este tipo de suelo cubre la mayor parte con 2. 240.493 ha. Que corresponden al 77,06 % del total de la provincia (GADPPz, 2015).

El suelo Andisol se localiza en la parte intervenida de la provincia, en donde se encuentran la mayor concentración poblacional; en el parque Nacional Llanganates (PDOT & GADPZ, 2017). También conocidos como suelos negros de paisajes volcánicos, son aquellos originados sobre materiales volcánicos, a partir de rocas, cenizas y otros ricos en elementos vítrico, la aplicación estos suelos es ideal para el cultivo de diferentes plantas por su fertilidad y si las condiciones del relieve lo permiten (Pineda, 2022).

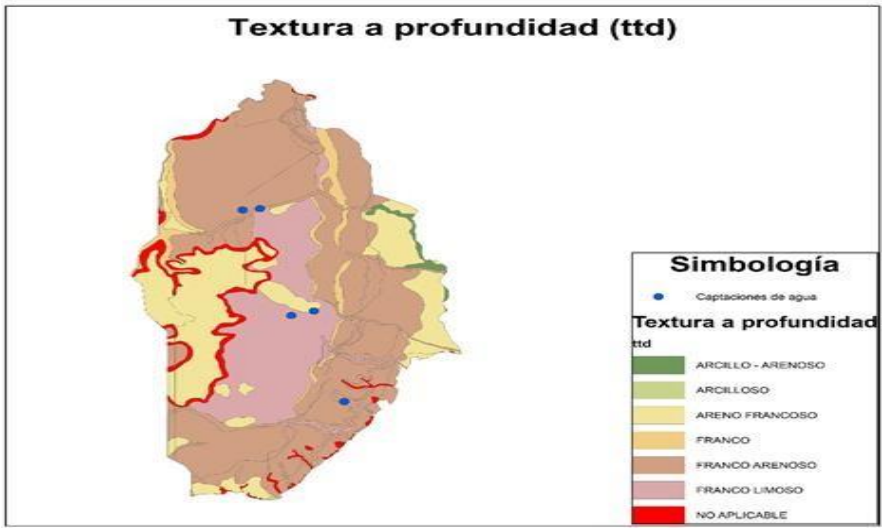
Figura 2. Clasificación del suelo en la ZONA-ECO 1



3.1.2 Textura del suelo

De acuerdo al mapa "TEXTURA A PROFUNDIDAD (ttd)" (Figura 3), se puede observar que la mayor parte representa el suelo FRANCO ARENOSO con una extensión de 2.843 hectáreas (51,69%) seguido de los suelos ARENO FRANCOSO con 1.125 hectáreas (20,45%) y en menor proporción de área se encuentra los suelos ARCILLOSOS los cuales presentan 3 hectáreas de extensión (0,05%). Las captaciones de agua están en las texturas de Franco arenoso, franco limoso y una en areno francoso.

Figura 3: Clasificación del suelo según la textura a profundidad de la ECO-ZONA1



La textura de los suelos en la provincia de Pastaza es franco-arcillosa, predominando la fracción limosa, que hace que esta fracción obstruya los poros del suelo, disminuya el contenido de aire y limite la respiración de las plantas por las raíces (Pérez, 2009).

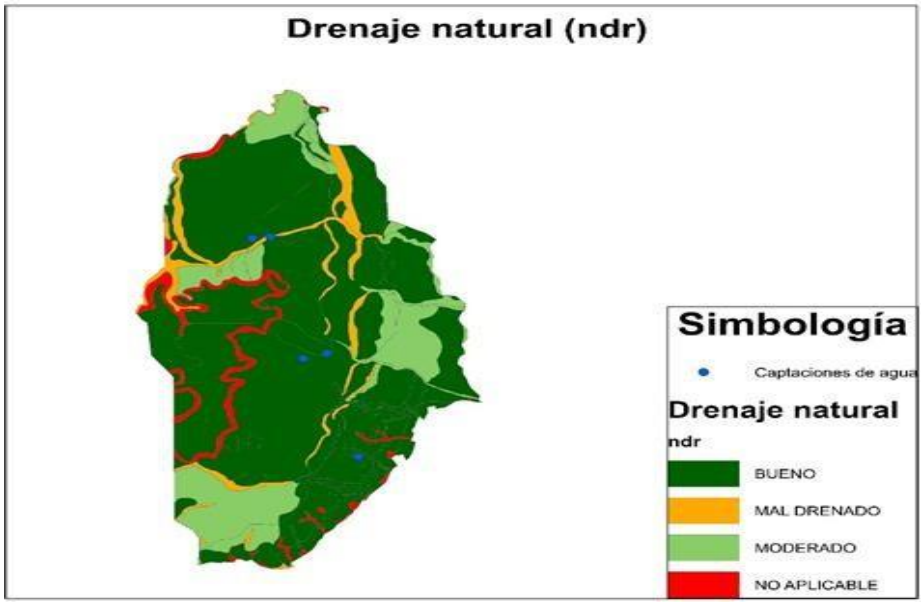
3.1.3 Drenaje natural del suelo

En su mayor parte el drenaje natural es "BUENO" con un 73,25% del área total y en menor porcentaje de "MODERADO", "NO APLICABLE" y "MAL DRENADO" en menor proporción no muy representativa. Cuatro de las captaciones tienen un drenaje Bueno y una tiene un Mal drenado (Figura 4).

Un drenaje "BUENO" de acuerdo a la "*La Clasificación del Drenaje Natural de las Tierras según Grupos CONEAT"* son tierras que poseen suelos de escaso desarrollo, sin horizonte lluvial (sin Bt), tienen texturas finas hasta gruesas, ocupan relieves fuertes: colinas y sierras con pendientes mayores a 6% en donde el agua es removida del suelo rápidamente y los suelos de estas tierras pertenecen al agrupamiento por drenaje interno Di I (Molfino JH & Califra A, 2004). De igual manera un drenaje "MODERADO" son tierras que poseen suelos con horizonte superficial de texturas medias a finas (a veces gruesas), algo a poco diferenciados, con un horizonte Bt relativamente impermeable que provoca en forma transitoria, en épocas de lluvia la existencia de agua libre a ese nivel. Esta última es removida

prontamente luego de algunos días sin agregado de agua. Este contenido de humedad no inhibe el crecimiento de las raíces, aunque puede limitar su desarrollo si las condiciones de humedad son largas o frecuentes, dependiendo de la sensibilidad a la asfixia radicular de los cultivos. Son tierras con relieve variable: lomadas con pendiente de 2 a 6 % (Molfino JH & Califra A, 2004).

Figura 4. Clasificación de los suelos según el drenaje natural de la ECO-ZONA1



3.1.4 Cobertura y uso de la tierra

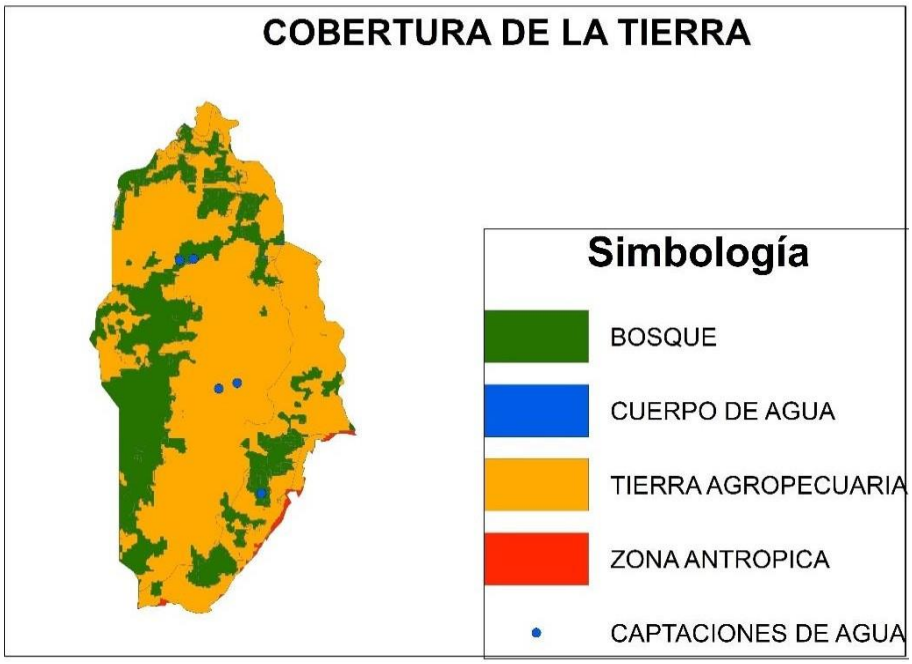
El área con mayor cobertura y uso de tierra corresponde a tierras agropecuarias con un área de 3842 ha de las cuales representan el 69,06% del área total, seguido a bosque con un área de 1687 hectáreas (30,33%) y en menor proporción la Zona antrópica de 0,56% y de Cuerpo de Agua (0,05%). Tres de las captaciones están rodeadas de bosque con tierras agropecuarias muy cercanas que afectan la calidad y cantidad de los recursos hídricos y dos captaciones de agua están rodeadas completamente de Tierra agropecuaria (Figura 5).

Las áreas agropecuarias están implantadas en el extremo Oeste del cantón Pastaza y algunas áreas pequeñas a lo largo de los ríos navegables; con una superficie de 93.620,58 ha. de las cuales los pastos cultivados representan el 84,32%, cultivos asociados 9,14%, cultivo semiperennes 5,67%, cultivo anual y semiperenne 0,61% y 0,26% respectivamente; las áreas

Agropecuarias están distribuidas principalmente en las zonas con accesibilidad carrozable, estas áreas por más de cuarenta años han sido utilizadas para estos fines, en especial la ganadería (pastos plantados) (GADMPz, 2015).

El 96,99% del cantón Pastaza, tiene uso de conservación y protección; son 1.933.899 ha en las que están incluidas coberturas naturales, bosque húmedo principalmente y en menor proporción, moretal, vegetación arbustiva y herbácea. El segundo uso en importancia es el pecuario bovino extensivo con 35.372 has y corresponde al 1,77% de la superficie del cantón; hacen referencia a las extensiones de pastizales ubicadas sobre todo al noroeste del cantón y su producción es de carne y leche (GADMPz, 2019).

Figura 5. Cobertura y uso de la tierra de la ECO-ZONA1



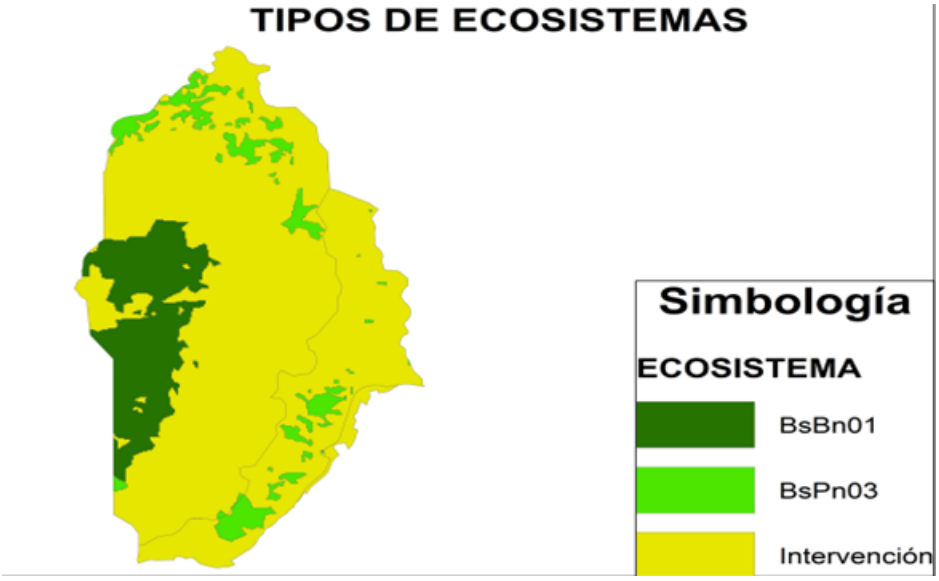
De acuerdo con la Estrategia Nacional de calidad de Agua (2016), al no tener un buen manejo y control con las reservas de agua en las industrias, el sector agrícola, los cambios de uso de suelo, que provocan la disminución del sector forestal los afectados son los habitantes que se encuentren cerca de la cuenca baja de los ríos en vista que ellos son las personas que consumirán el agua contaminada por falta de implementación de un sistema de tratamiento de agua.

Las partículas de los de agroquímicos, fertilizantes y plaguicidas que de alguna u otra manera se depositan en el agua, viaja a través de la escorrentía y llegan a los cuerpos de agua ya sea superficialmente o subterráneo, son los originarios del deterioro de la calidad de agua y por ende los mayores perjudicados son los pobladores que consumen esta agua (Vinelli, s. f.).

3.1.5 Tipo de Ecosistema

En la ECO-ZONA1 se encontraron dos ecosistemas sin intervención, los cuales son Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsBn01) con un área de 775 hectáreas (14,1%) así como el ecosistema Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsPn03) con un área de 358 hectáreas (6,51%). El mayor porcentaje de cobertura corresponde a "Intervención" con un área de 4363 hectáreas (79,39%) (Figura 6).

Figura 6. Tipo de Ecosistema de la ECO-ZONA1



En el cantón Pastaza hay principalmente dos tipos de bosque en función de la altitud a la que se encuentran. El más extendido, es un bosque correspondiente al piso bioclimático de tierras bajas (166 - 350 m.s.n.m.) que ocupa toda la zona centro y oriental del cantón. Más minoritario es el bosque piemontano (400 - 1.200 m.s.n.m.) que se encuentra en la parte más

occidental del cantón (MAG, 2015).

El BsBn01 (Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes) en su mayoría compuestos por árboles con fustes rectos, principalmente de las familias Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y ocasionalmente Moraceae (Mogollon & Guevara, 2004). Se componen de varios estratos que incluyen un dosel alto, subdosel, estrato arbustivo y herbáceo. El sotobosque es denso y es el resultado de la dinámica sucesional relacionada con deslaves frecuentes (Aguirre y Fuentes 2001). El estrato herbáceo y epifitico se caracteriza por la abundancia de especies de hojas grandes (e.g. Anthurium, Cyclanthus, Philodendron y Rhodospatha). En los claros del bosque es común encontrar Piptocoma discolor, Alchornea pearcei y Acalypha diversifolia. Hacia los límites superiores de este ecosistema se incrementa la abundancia de plantas epifitas en los troncos y ramas de los árboles (MAATE, 2013).

El BsPn03 (Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes) ecosistema formado por un bosque denso de 15 a 35 m de alto, la vegetación presenta una cobertura densa de estructura compleja con varios estratos, observándose ocasionalmente lianas. En la combinación florística es característica la presencia de varias especies andinas macrotérmicas, asociadas a flora del occidente de la Amazonía (Josse et al. 2003) El bosque tiene un dosel cerrado con rboles de 35 m y emergentes de hasta 40 m.

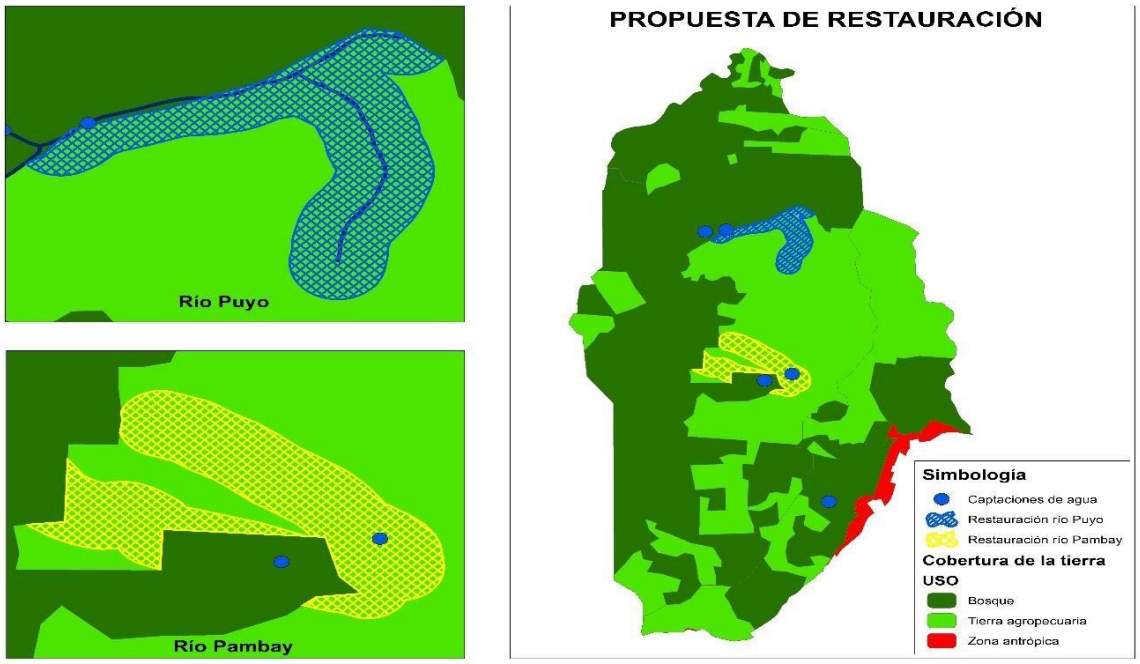
La diversidad local de árboles se ubica entre las más altas del mundo y las especies están representadas por un solo individuo en varias hectáreas; la especie Iriartea deltoidea (Arecaceae) es la más importante en la composición de los bosques de la Amazonía alta, dominando el paisaje y llegando a tener poblaciones de más de 300 individuos por hectárea y es abundante en todo el piedemonte sudamericano desde Ecuador hasta Bolivia (Mogollón y Guevara 2004). Las familias dominantes de árboles son: Myristicaceae, Fabaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Moraceae, Vochysiaceae y Melastomataceae (MAATE, 2013).

3.2 Área para la restauración

Para proteger las zonas de recarga hídrica para el abastecimiento de ciudades con agua potable se analizaron diferentes reglamentos nacionales y ordenanzas municipales que exigen distancias mínimas de protección a la fuente hídrica (Anexo 2).

Entre los rangos mínimos de protección de zonas de recarga hídrica son cinco metros en ríos de cauce permanente y el rango máximo de 200 metros en un pozo de extracción de agua para inspección sanitaria, por esta razón se tomó un radio de 200 metros alrededor de los ríos de las zonas degradadas desde la naciente hasta las captaciones para ser restauradas, en vista de proteger el agua que abastece a la población es esencial proteger la naciente (Figura 7).

Figura 7. Área para restaurar alrededor de las captaciones de la ECO-ZONA1



Las captaciones propuestas a ser restauradas es una captación del Río Puyo con 86 hectáreas y la captación del Río Pambay con 106 hectáreas.

3.3 Selección de especies y Diseño de plantación

La definición de diseño ecológico de plantaciones consta de las características de composición, estructura y función que se toman en cuenta para el establecimiento de una plantación y el manejo de estas (Rodríguez, 2006). Para ello se propone el diseño de plantación del método tres bolillos por el cual se determinó la densidad, la misma que fue de 4 metros de planta a planta y 5 metros de hilera a hilera, con un total de 61.162 plantas por las 106 has alrededor del río Pambay y para las 84 alrededor del río Puyo dio el resultado de 48.468 plantas. Este método permite minimizar la escorrentía reduciendo la concentración

del caudal y por ende la erosión hídrica (Rodríguez, 2006).

Las especies propuestas para la restauración de las áreas alrededor de las captaciones de agua en la ECO ZONA1 son tres especies forestales, una especie frutal y dos arbustivas nativas (Anexo 3). Estas estarán distribuidas alrededor de las captaciones con una distribución de estratos de arbustos Yutzu *(Calliandra angustifolia)* en la parte más próxima a la captación, luego la Caña guadúa *(Guadua angustifolia Kunth),* el siguiente estrato arbóreo alternando las especies forestales y frutales.

4 CONCLUSIONES

La caracterización de la ECOZONA 1 presenta suelos tipo Inceptisol (52,64%) y Andisol (42,11%), con textura franco arenoso (51,69%) y areno francoso (20,45%), el drenaje natural que se muestra es bueno (73,25 %). Los ecosistemas de esta ECOZONA 1 son del Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsBn01) y Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsPn03) sin embargo el área presenta en su mayor porcentaje degradación, representada con el 79,39 % con 4363 hectáreas del total de la ECO-ZONA1 que está rodeada de pastos para ganadería desde la colonización en los años setentas. A pesar de ser un área de protección hídrica requiere de una restauración forestal activa con especies arbustivas Yutzu (*Calliandra angustifolia),* Caña guadúa (*Guadua angustifolia* Kunth) y forestales nativas Guaba (*Inga spp*.), Cedrillo (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart), Chuncho *(Cedrelinga cateniformis* D. Duke*)*, Bálsamo (*Myroxylon pereirae*) seleccionadas minuciosamente por sus funciones en las cuencas hídricas y características y requerimientos de suelos y adaptación, estas se podrán plantar en un diseño de tres bolillos en el área de influencia de 200 metros desde la vertiente hasta la captación de agua que abastece a la población de la ciudad, así se logrará cumplir con los objetivos del buen vivir y desarrollo sustentable del Ecuador.

5 REFERENCIAS

Aeroterra, S. A. (2016). ¿Qué es SIG? | Sistemas de Información Geográfica - Aeroterra S.A. https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion

Asamblea Nacional. (2008, May). FORAGUA Y EL MINISTERIO DEL AMBIENTE – FONDO AMBIENTAL Y DEL AGUA. http://www.foragua.org/?p=1451

BambuExport. (2022). Bambú Guadua Angustifolia Kunth . http://www.bambuexport.com.ec/productos/bambu-guadua-angustifolia-kunth/

Cárdenas López, D., Arias García, J. C., & López Camacho, R. (2004). Árboles y arbustos de la ciudad de Leticia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. https://delamazonas.com/plantas/medicinales/bobinsana-calliandra-angustifolia/

Climate-Data.org. (n.d.). Clima Provincia de Pastaza: Climograma, Temperatura y Tabla climática para Provincia de Pastaza - Climate-Data.org. Retrieved January 18, 2022, from https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pastaza-56/

CONSORCIO NÚÑEZ & JIMÉNEZ. (2014). PLAN DE DESARROLLO AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE PASTAZA. Centro de ingeniería y geromorfología ambiental.

Cordero, M. de L., & Ullari, P. (2011). "FILTROS CASEROS, UTILIZANDO FERROCEMENTO, DISEÑO PARA SERVICIO A 10 FAMILIAS, CONSTANTE DE 3 UNIDADES DE FILTROS GRUESOS ASCENDENTES (FGAS), 2 FILTROS LENTOS DE ARENA (FLA), SISTEMA PARA APLICACIÓN DE CLORO Y 1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO." http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf

Correa, R. (2015). REGLAMENTO LEY RECURSOS HIDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. Registro Oficial. www.lexis.com.ec

de Decker, M., & Carvajal, T. (2020). UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA Cambio de cobertura y uso de la tierra en las ECOZONAS AUTORES TATIANA CARVAJAL.

DMT.Agency. (2021, May 12). Bobinsana (Calliandra angustifolia) - Planta Maestra - Usos Medicinales. https://delamazonas.com/plantas/medicinales/bobinsana-calliandra-angustifolia/

DOKUMEN. (2003, March). FICHA TECNICA (Guadua angustifolia Kunth). PROYECTO CORPEI – CBI "EXPANSIÓN DE LA OFERTA EXPORTABLEDEL ECUADOR. https://dokumen.tips/documents/ficha-tecnica-de-bambu-guadua-angustifolia-kunh.html

E. Junior. (2020, October). Guaba, ingá o pacae (Inga edulis): ficha y características. Infojardin.Com. https://archivo.infojardin.com/tema/guaba-inga-o-pacae-inga-edulis-ficha-y-caracteristicas.167193/

Enciclopedia Concepto. (2022). Especie Nativa - Concepto, especie endémica y ejemplos. https://concepto.de/especie-nativa/

Fiallos Luis; Santillán Valeria. (2019). PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA

REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS EN LA MICRO CUENCA DEL RÍO PASURCO, COMUNIDAD MURIALDO, PARROQUIA FÁTIMA, CANTÓN Y PROVINCIA DE PASTAZA. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/825/1/T.AMB.B.UEA.%20%203264.pdf

Foster; Hirata. (1988). ScienceDirect. https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/5_CapituloI_Diagnostico_Hidrogeologia.pdf

GADMP. (2017). CÓDIGO DE REGULACIÓN URBANA Y RURAL DEL CANTON PASTAZA PERIODO 2017 - 2025. Ordenanza N°68 . https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-10/codigo-de-regulacion-urbana-y-rural-del-canton-pastaza.pdf

GADMPz. (2019). PLAN DE USO Y GESTION DE SUELO DEL CANTON PASTAZA PERIODO 2020-2032. https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/departamentos/planificacion/pugs/pugs-pastaza-2020-2032.pdf

GADPPz. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pastaza al año 2025. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1660000170001_DIAGNOSTICO%20DEL%20PD%20Y%20POT%20DE%20LA%20PROVINCIA%20%20DE%20PASTAZA%20DEF%20-%2015%20MAYO_15-05-2015_14-18-30.pdf

GADPz. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1660000250001_PDyOT%20CANTON%20PASTAZA_19-04-2015_23-45-18.pdf

Guevara, J. (2014, April). EL AGUA ENTUBADA: CAPITULO II. EL AGUA ENTUBADA. http://jhonguevaraelagua.blogspot.com/p/capitulo.html

Istituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2019, August 1). ¿Qué es una cuenca? . https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369

ITTO. (2022). Cedrorana, Tornillo (Cedrelinga cateniformis) | ITTO. http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/

Köppen, W. (1884). Clasificación climática de Köppen - Meteo Navarra. http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm

Pan, F., J. (n.d.). METODOLOGÍA PARA DETERMINAR ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN MUNICIPIOS O COMUNIDADES CON RECURSOS FINANCIEROS LIMITADOS METHODOLOGY TO DETERMINE WATER RECHARGE AREAS IN MUNICIPALITIES OR COMMUNITIES WHIT LIMITED FINANCIAL RESOURCES.

MAATE. (2013). Sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental.

Ministerio Del Ambiente de Agua y Transición Ecológica, 111–112. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf

MAATE. (2015a). 2-Edición Especial No 272-Registro Oficial-Lunes 23 de febrero de 2015. REGISTRO OFICIAL.

MAATE. (2015b). Acuerdo No.0125. REGISTRO OFICIAL. http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu162523.pdf

MAATE. (2021, October 22). Ecuador cuenta con su décimo cuarta área de protección hídrica: Quinllunga de San Simón – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-cuenta-con-su-decimo-cuarta-area-de-proteccion-hidrica-quinllunga-de-san-simon/

MAG. (2015). MEMORIA TÉCNICA "LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 1" COBERTURA Y USO DE LA TIERRA SISTEMAS PRODUCTIVOS ZONAS HOMOGÉNEAS DE CULTIVO. Memoria Técnica-Cantón Pastaza/Bloque 1.3, 38. http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_PASTAZA_20150706.pdf

Mogollon, H., & Guevara, J. E. (2004). Caracterización vegetal de la biósfera del condor. Fundación Numashir Para La Conservación de Ecosistemas Amenazados y Ecociencia. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf

Molfino JH, & Califra A. (2004). EVALUACIÓN del DRENAJE NATURAL de las TIERRAS del URUGUAY (Primera aproximación). Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca . https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/Evaluacion%20del%20drenaje%20natural%20de%20las%20tierras%20del%20Uruguay%20primera%20aproximaci%C3%B3n.pdf

Nugra, F. (2018, January 19). Sistemas de agua dulce, amenazados . https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/sistemas-aguadulce-amenazados-ecuador-habitat.html

Pastaza, C. (2015). "LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 1." http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_PASTAZA_20150706.pdf

Pastor, A. (2017). Las capturas fluviales: contextos, causas y consecuencias. Una explicación de los procesos de captura fluvial en distintos contextos geológicos. Revista de Geografía Espacios, 3(5), 27. https://doi.org/10.25074/07197209.5.347

PDOT, & GADPZ. (2017). ATLAS GEOGRAFICO PROVINCIA DE PASTAZA CULTURA Y NATURALEZA by Gobierno Provincial de Pastaza - Issuu.

https://issuu.com/gobiernoprovincialdepastaza/docs/atlas_provincia_de_pastaza_cultura_y_naturaleza

Pérez, M. (2009). . Evaluación agroproductiva de cuatro sectores de la provincia de Pastaza en la Amazonía. Ecuatoriana. Cultivos Tropicales , 30(1), 5–10. www.iniap.gob.ec

Pineda, J. (2022). Suelos Andosoles qué son, Suelos sobre Ceniza Volcánica, Grupo WRB. https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-andosoles/

Prem Ingrid, & Olatz Cases María. (2010). Áreas de Conservación Municipal . Una Oportunidad Para La Conservación de La Biodiversidad y El Desarrollo Local. https://conservation-development.net/index.php?L=4&ds=325

Proamazonia. (2021). RESTAURACIÓN . Programa de Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. https://www.proamazonia.org/conservacion-de-bosques/restauracion/

Rodríguez-Trejo, D. A. (2007). NOTAS SOBRE EL DISEÑO DE PLANTACIONES DE RESTAURACIÓN. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente, 12(2), 111–123. https://www.redalyc.org/pdf/629/62912204.pdf

Sánchez, P. (2012). LA TELEDETECCION ENFOCADA A LA OBTENCION DE MAPAS DIGITALES.

Telégrafo. (2016, June 27). La FAO alerta que la seguridad hídrica de 8 de cada 10 personas en el mundo está amenazada. El Suministro Del Agua, En Peligro Por Falta de Bosques . https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/el-suministro-del-agua-en-peligro-por-falta-de-bosques

UICN. (2015). ¿Qué es un área protegida? | UICN. https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida

Ulloa, C., & Moller, P. (2018). Inga en Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador . Www.WFloras.Org. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=201&taxon_id=116421

Yanguas, E., & Calle, A. (2015). Restauración activa: La reforestación. Elti. http://elti.fesprojects.net/2015_AguaSalud/Charla6.pdf

Zambrano, M. (2018). Reforestación en las zonas de recarga hídrica de las captaciones de agua para el consumo humano de la provincia de Pastaza. MapJournal. https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=683f206038c64a45b08540a608fa3e37

ANEXOS

ANEXO 1. MARCO TEÓRICO

Captura de agua

Una captura fluvial ocurre cuando el flujo de un cuerpo de agua o cauce fluvial (cauce capturado) es desviado hacia otro cauce (cauce captor) con mayor potencial erosivo. De este modo, los cauces favorecidos por mayores pendientes, precipitaciones o condiciones de suelo logran expandir sus áreas de drenaje a costa de los menos favorecidos. (Pastor, 2013)

Agua potable, agua entubada

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales (Cordero & Ullauri, 2011). Mientras que se denomina agua entubada o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, se puede aplicar cloro al tanque o poner un filtro para purificar el agua. no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales. Se puede entubar el agua de casi cualquier fuente, pero los manantiales y represas son las más comunes. La fuente menos costosa es la que está cuesta arriba de donde vive la comunidad, de tal forma que el agua fluye cuesta abajo por la fuerza de la gravedad (Guevara, 2014).

Imágenes satelitales

Una imagen satelital es el resultado que se obtiene del capturar la radiación emitida o reflejada por la superficie de la tierra mediante un sensor colocado a bordo de un satélite artificial. Existen diferentes tipos de imágenes satelitales las cuales poseen varias características como colores, resolución, elevación, etc. (Sánchez, 2012)

Sistema de Información Geográfica (SIG)

Un sistema de información geográfica (SIG) es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes (Aeroterra, s.f.).

Área de protección o Área protegida

Un área protegida es "un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados" (UICN, 2008). A través de actividades económicas, como el turismo entre otras, muchas áreas protegidas son importantes para el desarrollo sostenible de comunidades locales, especialmente pueblos indígenas que dependen de ellos para su supervivencia (UICN, 2015).

Restauración forestal

La restauración forestal es el conjunto de actividades relacionadas con la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas, el restablecimiento de condiciones que favorezcan la evolución de los procesos naturales en áreas degradadas y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos (PROAmazonía, 2021).

Área de conservación municipal

Las áreas de conservación municipal (ACM) son un fenómeno relativamente nuevo en América Latina y reflejan el creciente interés de alcaldes, concejos municipales, comunidades y organizaciones no gubernamentales en la gestión de las áreas protegidas (Prem Ingrid & Olatz Cases María, 2010).

Zona de recarga hídrica superficial

Es la que corresponde a las zonas de la cuenca con suelos con capacidad de retención de agua o almacenamiento superficial sobre una capa impermeable, que permite que el flujo horizontal en el subsuelo se concentre aguas abajo en el sistema de drenaje. Es la ocurrencia de caudales en le red hídrica, aun cuando las lluvias hayan finalizado, también dependen de la cantidad de precipitación y el efecto "esponja" del suelo (Pan, 2019).

Especie nativa

Se dice de una especie animal, vegetal o de otro tipo que es una especie nativa cuando es originaria de un sitio geográfico determinado, o sea, que es oriunda de esa región sin intervención humana de ningún tipo. Esto aplica incluso si posteriormente se ha extendido hacia otras regiones del mapa (en las que, por el contrario, pasará a ser una especie introducida o exótica). También se les conoce como especie indígena o especie autóctona (Enciclopedia Concepto, 2022).

Árboles nodriza

Especies de rápido crecimiento que facilitan el desarrollo de otras especies en un ambiente hostil, hasta que éstas puedan enfrentar las condiciones. Cumple varias funciones; abrigan a especies de crecimiento más lento, cierran el dosel rápidamente, creando sombra que reduce la competencia con pastos, mejoran las condiciones del microclima o del suelo, regulan las condiciones del ambiente, reduciendo susceptibilidad a plagas, heladas, etc., generan interacciones positivas, estas pueden ser plantados o árboles remanentes del paisaje (Yanguas & Calle, 2015).

Árbol multipropósito

Especies que proporcionan una variedad de funciones o valores (Yanguas & Calle, 2015).

Cuenca hidrográfica

Es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, es decir, es una especie de "embudo" del territorio por el que escurre el agua desde las partes altas, hasta llegar a un punto en común, de donde sale toda el agua que fluye hacia otro lado (Istituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2019).

ANEXO 2

Tabla 3. Distancias mínimas de protección de zonas de recarga hídrica

Tipo de vertiente	Características	Distancia mínima de protección	Fuente
Afloramiento topografía de agua subterránea u "ojo de agua"	Cualquiera sea su topografía	Desde el centro demarcar un radio de 50 metros a su alrededor.	(GADMP, 2017)
Río de cauce permanente de 3 a 10 metros.	En áreas anexas a la zona de conversión legal	10 metros	(MAATE, 2015)
	En distintas áreas	5 metros	
	En áreas anexas a la zona de conversión	20 metros	

	legal.		
	En áreas distintas	15 metros en áreas	
Espejo de agua	Menor a 5 ha	10 metros de ancho de BAPEH (Banda de preservación Ecológica Hídrica)	(GADMP, 2017)
	Entre 10 a 30 ha	20 metros de ancho de BAPEH (Banda de preservación Ecológica Hídrica)	
	Entre 30 a 50 ha	30 metros de ancho BAPEH (Banda de preservación Ecológica Hídrica)	
Río que abastece a la población	Ancho menor a 10 metros	10 metros de ZOPEH *(Zona de Preservación Ecológica Hídrica)* y 10 metros en BAPEH	(GADMP, 2017)
	De 10,1 metros hasta 20 metros de ancho	15 metros de ZOPEH y mayor o igual 30 metros de BAPEH	
	Ancho superior a 20,1 metros	20 metros de ZOPEH y mayor o igual 30 metros de BAPEH	
Pozo de extracción de agua	Zona operacional del pozo	20 metros	(Foster; Hirata, 1988)
	Zona inspección sanitaria	200 metros	
	Zona de protección Hídrica	100 metros	(Correa, 2015)

ANEXO 3

Tabla 3. Especies propuestas para la restauración forestal

Especie	***Características***	***Requerimientos***
Yutzu (Calliandra angustifolia)	Arbusto de 3 a 4 metros de alto, sistema radicular profundo; es ramificada y de copa extendida y frondosa (DMT.Agency, 2021). Tiene un crecimiento relativamente rápido y un promedio largo de vida (Cárdenas López et al., 2004).	Suelos profundos, francos arenosos, ricos en materia orgánica (Fiallos Luis y Santillán Valeria, 2019).
Chuncho (Cedrelinga cateniformis D. Duke)	Árbol de porte alto de la Amazonía, de 30 a 48 m de altura; copa irregular, el principal agente dispersor es el viento, pero su hábitat son los lugares húmedos e inclusive pantanosos con materia orgánica, también se da en los bosques de tierra firme, prefiere los nacimientos de agua y en el curso superior de riachuelos, en las márgenes bajas de los corrientes en terrenos arcillosos (ITTO, 2022).	Suelos franco arenosos profundos con buen drenaje, suelos franco arcillosos con pH neutro a ligeramente Ácido (Fiallos Luis; Santillán Valeria, 2019).
Guaba (Inga sp.)	Árboles glabrescentes o pubescentes. Hojas alternas, pinnaticompuestas. Flores hermafroditas, fruto legumbre, semillas con arilo pulposo y suculento, generalmente blanquecino comestible (Ulloa & Moller, 2018).	Temperaturas medias iguales o superiores a 20°C; precipitación entre 1,000 y más de 5,000 mm, suelos ácidos con pH 4,0 y alta saturación con aluminio (E. Junior, 2020).
Cedrillo (Cabralea canjerana (Vell.) Mart)	Árbol nativo de la familia Meliaceae de aproximadamente 25metros, hojas compuestas, alternas, y flores unisexuales pequeñas y fruto de capsula globosa (Fiallos Luis; Santillán Valeria,	Suelos ricos, aluviales, bien drenados franco limoso (Fiallos Luis;

	2019).	Santillán Valeria, 2019).
Bálsamo (Myroxylon pereirae)	Árbol de aproximadamente 14 metros de alto de la familia Fabaceae, fuste liso y recto, con hojas simples, alternas verdes, flores blancas, frutos elipsoides, es una especie nativa de los bosques primarios y secundarios de la Amazonía ecuatoriana (Fiallos Luis; Santillán Valeria, 2019).	Temperatura optima de 16-28ºC, precipitación de 387 mm con una altitud de 800 msnm y prefiere suelos ricos en materia orgánica en nutrientes (Fiallos Luis; Santillán Valeria, 2019)
Caña guadúa (Guadua aangustifolia Kunth)	Es una gramínea de tallo leñoso, que se presenta como intermedia entre las maderas y las plantas fibrosas. pertenece a la familia de las gramíneas, tribu Bambuseae verae, subgénero bambusa (BambuExport, 2022). Planta rizomatosa, perenne, algo trepadora, erecta en la base, las cañas de 6-20 m de altura (raramente 30 m), láminas foliares linear-lanceoladas, sinflorescencia aglomerada, florece una sola vez en su vida. Crece 15 a 20 m en 120 días; su diámetro máximo 2 dm, se aprovecha entre 4 a 5 años de plantado (DOKUMEN, 2003).	La altitud ideal es entre los 400 y 1200 msnm; en suelos areno-limosos, arcillosos, profundos; y la temperatura entre 18 y 28 ºC, con una precipitación superior a 1.200 mm y una humedad relativa de al menos 80 % (DOKUMEN, 2003).