



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE ESTRÉS HÍDRICO EN LAS
ESTRIBACIONES DEL CERRO CASAHUALA DE LA PARROQUIA
PASA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión
Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible

Autor:

Lasluisa Chacha Andrés Sebastián. Ing.

Tutor:

Zumbana López Edison Damián. MSc.

**LATACUNGA –ECUADOR
2023**

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación "Identificación del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del Cerro Casahuala de la parroquia Pasa, provincia de Tungurahua" presentado por Andrés Sebastián Lasluisa Chacha para optar por el título magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, mayo, 2023

Edison Damián Zumbana López

MSc. Edison Damián Zumbana López
CC.: 1804630398

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: Identificación del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del Cerro Casahuala de la parroquia Pasa, provincia de Tungurahua, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, junio, 2023



.....
Ph.D. Patricio Manuel Clavijo Cevallos
CC: 0501444582
Presidente del tribunal



.....
Ing. Lara Landázuri Renan Arturo
CC: 0400488011
Lector 2



.....
Ing. José Luis Agrega Oña
CC: 0401332101
Lector 3

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación principalmente a mis padres que gracias a su inmensurable esfuerzo, apoyo y aliento me han acompañado en este transcurso. Gracias a ti madre por enseñarme el lado cálido de la vida, la sensibilidad que guarda cada comento, la franqueza y lo duro que puede golpear la realidad sin embargo siempre vendrán tiempos mejores. Gracias a ti padre por enseñarme que el mundo es cruel, y que solo las personas con gran carácter, disciplinadas pueden llegar a cumplir sus sueños. Gracias a ustedes y a sus experiencias que hoy he llegado lejos. Y ya es mi momento de volar y surcar por los cielos

AGRADECIMIENTO

A mis padres que han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Esta es nuestra meta juntos, y hay que sentirnos orgullosos de este momento.

“Sí caminas solo, iras más rápido. Pero si caminas acompañado llegarás más lejos”,
Proverbio Chino.

He llegado rápido en este lapso de tiempo, me ha costado entenderlo con el tiempo. Sin embargo, ahora llegare más lejos. Por qué cuento con amistades que me están enseñando una nueva cosmovisión del mundo que no conocía, una parte de mí que no sabía que existía. Gracias Carlita eres una chica que admiro y respeto bastante. A ti también María José, nuestros caminos se enlazaron de forma muy particular, el regalo que me gusta de ti es; sueles hacer de pequeños instantes, grandes momentos. Gracias por aparecerte en mi camino. Rick and Morty son la trascendencia de este efímero momento.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Ambato, junio, 2023


.....
Ing. Lastuza Chacha Andrés Sebastián
CC: 1850235126

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

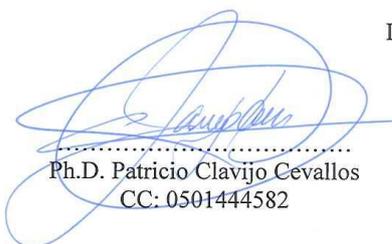
Ambato, Latacunga, 12 de junio, 2023


.....
Ing. Lasluisa Chacha Andrés Sebastián
CC: 1850235126

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: Identificación del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del Cerro Casahuala de la parroquia Pasa, provincia de Tungurahua, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la Pre defensa.

Latacunga, junio, 2023



.....
Ph.D. Patricio Clavijo Cevallos
CC: 0501444582

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Título: “Identificación del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del Cerro Casahuala de la parroquia Pasa, provincia de Tungurahua”

Autor: Andrés Sebastián Lasluisa Chacha

Tutor: MSc. Edison Damián Zumbana López

RESUMEN

La presente tesis se desarrolló en la parroquia de Pasa del cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, la investigación se realizó para estimar el nivel de estrés hídrico en las estribaciones del cerro Casahuala, cuya área de estudio está compuesta por 5089,88 hectáreas de tierras comunales. En las que 2314, 53 ha, pertenecen a paramo. Siendo esta un área de captación hídrica de la cual 7631 habitantes reciben para uso agrícola, hidroeléctrico, piscícola, termales, uso doméstico, potable, turístico. Empleando la metodología establecida por las Naciones Unidas que permitió estimar el indicador 6.4.2 Nivel de estrés hídrico del objetivo 6, es garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos de los objetivos de desarrollo sostenible. En coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, Ministerio de agua Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, se determinó el porcentaje de estrés hídrico con los datos de estaciones Hidrometereológicas, aforos semestrales proporcionados por las entidades. Dando un nivel de 127% de estrés correspondiente a un estado crítico, debido al uso ineficiente del recurso ya que 294.31 l/s son destinados para actividades agrícolas.

PALABRAS CLAVE: Agua; Caudal; Cerro; Precipitación; Saneamiento

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO
SOSTENIBLE**

Topic: " Water stress level identification in the spurs from Casahuala Hill in the Pasa parish, Tungurahua province".

Author: Lasluisa Chacha Andrés Sebastián

Tutor: MSc. Edison Damian Zumbana Lopez.

ABSTRACT

The current thesis was developed in the Pasa parish from Ambato canton, Tungurahua province, the research was made to estimate the water stress level in the spurs from Casahuala Hill, whose study area is made up of 5089.88 communal land hectares. Into which 2314, 53 ha belong to paramo. Being this a water catchment area from which 7631 inhabitants receive for agricultural, hydroelectric, fish farming, thermal, domestic, drinking, and tourist use. At employing the methodology established by the United Nations, which allow to estimate the indicator 6.4.2 Water stress level aim 6, is to ensure the availability and water and sanitation sustainable management for all sustainable development aims. Into coordination with the Decentralized Autonomous Governments, the Honorable Provincial Government from Tungurahua, the Water Ministry, the Environment, Water and Ecological Transition Ministry, it was determined the water stress percentage with data from Hydrometeorological stations, semi-annual gauging provided by the entities. Giving a 127% level stress corresponding to a critical state, due to the resource inefficient use, since 294.31 l/s are destined for agricultural activities.

KEYWORDS: Water, flow, hill, precipitation, sanitation.

Yo, Marco Paúl Beltrán Semblantes con cédula de identidad número: 0502666514 Magíster en Lingüística Aplicada en la enseñanza del Idioma Inglés como Lengua Extranjera con número de registro de la SENESCYT ; 1020-2021-2354162: **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **"IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE ESTRÉS HÍDRICO EN LAS ESTRIBACIONES DEL CERRO CASAHUALA DE LA PARROQUIA PASA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"** de: **Lasluisa Chacha Andrés Sebastián**, aspirante a Magíster en la Maestría en Gestión Ambiental. Mención Desarrollo Sostenible.

Latacunga, Junio del 2023.

Atentamente,



Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes



**CENTRO
DE IDIOMAS**

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CC: 0502666514

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos de la Investigación	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos:	3
CAPITULO I.....	4
1. Fundamentación teoría.....	4
1.1 Agua.....	4
1.1.1 Calidad de agua	5
1.2 Ciclo del agua	6
1.2.1 Evaporación.....	6
1.2.2 Condensación.	6
1.2.3 Precipitación.....	6
1.2.4 Sublimación.....	6
1.2.5 Evapotranspiración.....	7
1.2.6 Infiltración.....	7
1.3 Escorrentía	7
1.3.1 Tipos de escorrentía.....	7
1.3.1.1 Escorrentía superficial.	7
1.3.1.2 Escorrentía hipodérmica.	7
1.3.1.3 Escorrentía subterránea.....	7
1.4 Disponibilidad del agua	8

1.4.1	La disponibilidad del agua en el Ecuador.....	8
1.5	Fuentes de agua dulce	9
1.5.1	Lluvia.....	9
1.5.2	Aguas subterráneas.....	9
1.5.3	Hielo.	10
1.5.4	Ríos, lagos, arroyos y manantiales naturales.....	10
1.6	Usos del agua	10
1.6.1	Usos del agua en el Ecuador.....	11
1.6.2	Agrícola.	11
1.6.3	Doméstico.....	12
1.6.4	Industrial.....	12
1.6.5	Energético.....	12
1.6.6	Recreativo.....	12
1.6.7	Medioambientales.....	12
1.7	Objetivos de Desarrollo Sostenible – Agenda 2030 (ODS)	13
1.7.1	Estrés hídrico.....	14
1.7.2	OBJETIVO 6 DE LAS ODS - 2030: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.	14
1.8	Indicador 6.4.2 - Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles.....	15
1.8.1	Porcentaje (%) de estrés hídrico.	15
1.8.2	Recursos renovables totales de agua dulce (TRWR).	16
1.8.2.1	Los recursos hídricos renovables internos (IRWR).....	16
1.8.2.2	Los recursos hídricos renovables externos (ERWR).	16
1.8.3	La extracción total de agua dulce (TFWW).	16
1.8.4	Requisitos de caudales ambientales (ERF).....	18

1.8.4.1 Caudal ecológico.	19
1.8.4.2 Método Tennat.....	19
1.9 Plan de ordenamiento territorial “PDOT”	21
1.9.1 Gobierno descentralizado de la Parroquia Rural de Pasa - PDOT.....	22
CAPÍTULO II.	25
2. Marco metodológico	25
2.1 Enfoque de la investigación.....	25
2.1.1 Tipo de investigación.	25
2.1.2 Investigación Bibliográfica.....	25
2.1.3 Investigación Exploratoria.....	25
2.1.4 Investigación de campo.	26
2.2 Población	26
2.3 Métodos	26
2.3.1 Método analítico – sintético.	26
2.3.2 Método inductivo.....	26
2.3.3 Método sistémico.....	26
2.4 Técnicas	26
2.4.1 Observación directa.....	26
2.4.2 Análisis de Datos.....	27
2.5 Área de estudio	27
2.5.1 Relieve.....	27
2.5.2 Geología.	27
2.5.3 Suelos.	27
2.5.4 Usos de suelo.....	28
2.5.5 Factores climáticos.	29
2.5.5.1 Precipitación.	30

2.6	Procedimiento metodológico acorde a los objetivos planteados	31
2.6.1	Identificación del área de estudio.....	31
2.6.2	Identificación de la metodología de estudio.....	31
6.2.3	Recolección de datos.....	32
6.2.4	Análisis y sistematización de datos.....	32
6.2.4.1	Análisis y sistematización de datos disponibles.....	32
6.2.6	Completación de datos.	33
6.2.7	Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce como porcentaje de los recursos de agua dulce disponibles.....	33
6.2.7.1	Cálculo de los recursos renovables totales de agua dulce (TRWR).....	33
6.2.7.2	Cálculo de los recursos renovables internos (IRWR).	34
6.2.7.3	Cálculo de los recursos hídricos renovables externos (ERWR).....	34
6.2.7.4	Cálculo de la extracción total de agua dulce.....	35
6.2.8	Cálculo de los requisitos ambientales.....	35
6.2.8.1	Completación de datos.....	35
6.2.8.2	Cálculo del método Tennat.	35
CAPÍTULO III.....		37
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1	Resultados.....	37
3.1.1	Identificación del área de estudio.....	37
3.1.2	Metodología de estudio.....	37
3.1.3	Recolección de datos.....	37
3.1.4	Análisis y sistematización de datos.....	48
3.1.4.1	Análisis y sistematización de datos disponibles.....	48
3.1.4.2	Completación de datos.....	49

3.1.5	Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce como porcentaje de los recursos de agua dulce disponibles.....	52
3.1.5.1	Cálculo de los recursos renovables totales de agua dulce.	52
3.1.5.1.1	Cálculo de los recursos renovables internos.	53
3.1.5.1.2	Cálculo de los recursos hídricos renovables externos.	53
3.1.5.2	La extracción total de agua dulce (TFWW).....	54
3.1.5.3	Requisitos de caudales ambientales (EFR).....	54
3.2	Análisis y discusión de resultados	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		56
CONCLUSIONES.....		56
RECOMENDACIONES		57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		58
ANEXOS.....		63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Potencial hídrico del Ecuador	9
Figura 2 Porcentaje de nivel de estrés Hídrico	16
Figura 3 Mapa de ubicación de la parroquia Pasa	24
Figura 4 Mapa de los principales usos de suelo de la Parroquia Pasa	29
Figura 5 Mapa de Isoyetas	30
Figura 6 Mapa de Isotermas.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Extracción Total de agua dulce (TFWW)	17
Tabla 2	Regímenes de caudales recomendables	20
Tabla 3	Características de la parroquia Pasa	22
Tabla 4	División interna de la parroquia Pasa.....	23
Tabla 5	Tabla de usos y cobertura del suelo	28
Tabla 6	Temperatura de la Parroquia de Pasa	29
Tabla 7	Usos del Agua - Parroquia Pasa	39
Tabla 8	Caudales del Rio Sachapamba	44
Tabla 9	Caudales del Rio el Tingo	45
Tabla 10	Caudales del Rio Pumahua.....	47
Tabla 11	Datos de Precipitaciones	48
Tabla 12	Caudales anuales de la parroquia rural de Pasa	49
Tabla 13	Usos del agua de la parroquia rural de Pasa.....	49
Tabla 14	Datos completados de la estación H0763.....	51
Tabla 15	Caudal ecológico	54

Información general

Título del Proyecto:

Identificación del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del Cerro Casahuala de la parroquia Pasa, provincia de Tungurahua

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Grupo de Investigación:

Sostenibilidad Ambiental

INTRODUCCIÓN

La creciente escasez de agua dulce y el aumento del estrés hídrico en el mundo son los principales retos para el desarrollo sostenible, Organización de las Naciones Unidas. La ONU (2019) argumenta que este desafío se hará más importante conforme la población a nivel mundial siga en aumento, el nivel de vida crezca, las dietas se diversifiquen y las consecuencias del cambio climático se intensifiquen.

El estrés hídrico es un indicador que está dentro del objetivo seis, trata sobre el Agua limpia y saneamiento. Este uno de los principales retos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que es fundamental para la transición hacia sociedades más sostenibles y resilientes. El enfoque de este indicador para el año 2030 es que se garantice la disponibilidad y la gestión sostenible del agua conforme al saneamiento para todos (ONU, 2015).

Según la ONU (2015) menciona que el objetivo está centrado en el agua potable, el saneamiento ya que estos corresponden a derechos humanos. Con la finalidad de identificar el nivel de estrés hídrico en el marco del objetivo que está sometido en las estribaciones del cerro Casahuala perteneciente a la parroquia Pasa, cantón Ambato Provincia de Tungurahua, es asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez del recurso y reducir considerablemente el número de personas que sufren de carencia de agua.

JUSTIFICACIÓN

La escasez de agua en determinados sitios del mundo es un problema grave ya que durante el siglo pasado aumentó más de siete veces. Esto quiere decir que a medida que crece la población, crecen las actividades económicas, la industria, y la generación de energía eléctrica por ende se presentan mayores requerimientos del recurso, Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional (UNAM, 2018)

Según los reportes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía – INAMHI (2018) los niveles de precipitación sobre la zona central de la Costa ecuatoriana y la Serranía continúan siendo deficitarios, a pesar que se ha producido el incremento de lluvias, especialmente en el subtrópico. En el centro y sur del área andina se reportan algunas precipitaciones, relativamente baja a los promedios históricos esperados para la temporada. Este déficit hídrico continúa afectando los sectores de producción agropecuaria e hidroeléctrica.

Es por ello, que se ha visto la necesidad en la parroquia rural de Pasa, el estimar el porcentaje del nivel de estrés hídrico. Ya que, cuenta con vertientes que alimentan a la sub cuenca del río Patate perteneciente a la cuenca del río Pastaza. El porcentaje de estrés hídrico es determinado mediante las ODS, esta es una metodología que propone la ONU, considera los usos totales de agua en relación al agua total generada en la zona. Como punto principal de la metodología, mediante el agua concesionada se puede identificar el uso eficiente de este recurso.

Planteamiento del problema

El mal uso del recurso agua, por parte de las entidades y las juntas en la parroquia provocan una fuerte crisis, del líquido vital.

La presente investigación sobre la estimación del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del cerro Casahuala emplea una metodología expuesta por la Organización de las Naciones Unidas para determinar la eficiencia del uso del recurso.

¿Cuál es el porcentaje de estrés hídrico que existe en la parroquia de Pasa?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Identificar el nivel de estrés hídrico en las estribaciones del cerro Casahuala de la parroquia Pasa, provincia de Tungurahua.

Objetivos Específicos:

Identificar el área a la que pertenece el cerro Casahuala y sus vertientes principales.

Establecer los parámetros metodológicos de la agenda 2030 del indicador 6.4.2 nivel de Estrés Hídrico.

Calcular el nivel de estrés hídrico extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles en la Parroquia

CAPITULO I

1. Fundamentación teoría

1.1 Agua

El agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante (71 %) de la superficie del planeta Tierra. Además, es una sustancia bastante común en el sistema solar y el universo, aunque en forma de vapor en su forma gaseosa o de hielo siendo su forma sólida, (Álvarez, et al., 2021)

En nuestro planeta según Aguirre (2017) argumenta que el “agua se encuentra contenida principalmente en los mares y océanos (96,5 %), en los glaciares y casquetes polares (1,74 %) y en depósitos acuíferos y permafrost (1,72 %).” Por lo tanto, el resto del agua del planeta (0,04 %) queda repartido entre lagos, humedad de los suelos, vapor atmosférico, embalses, ríos y en el cuerpo mismo de los seres vivos.

El agua es indispensable para la vida como la conocemos, ya que fue en el medio en donde tuvieron lugar el desarrollo de las primeras formas de vida del mundo. También ha ocupado un lugar central en la imaginación de las civilizaciones humanas, donde por lo general ha sido atribuida a alguna deidad, o al mítico diluvio con que los dioses arrasan a las culturas descarriadas, (Andrade, 2016)

Por otro lado, el agua del planeta se encuentra sometida a un ciclo natural conocido como el ciclo hídrico o hidrológico, en el que las aguas líquidas se evaporan por acción del sol y ascienden a la atmósfera en forma gaseosa, luego se condensan en

las nubes y vuelven a precipitarse al suelo como lluvia. Este circuito es vital para la estabilidad climática y biológica del planeta. (Armijos, 2010)

1.1.1 Calidad de agua

Si bien su definición es aplicable a cualquier forma en la que se pueda presentar, conviene aclarar que existen varios tipos de agua en función de sus características químicas, físicas o biológicas (Bateman, 2007).

Según Fernández (2021) argumenta que “El agua potable es aquella destinada para el consumo humano. El agua dulce se encuentra en la superficie terrestre de manera natural, así como en ecosistemas subterráneos.” Por lo tanto, el agua salada posee una concentración de sales minerales disueltas de cerca del 35%. Según Puma (2019), argumenta que se encuentra en océanos y mares, tiene más sales disueltas que la dulce, pero menos que la salada. (Alvares, 2021) establece que:

- Dura es aquella que contiene en particular sales de magnesio y calcio. A veces se da como límite para denominar a un agua como dura una dureza superior a 120 mg/L CaCO₃. (FACSA, 2017)
- Blanda se encuentra disuelta una mínima cantidad de sales con menos de 0,5 partes por mil de sal disuelta. También caracteriza por tener una concentración de cloruro de sodio ínfima y una baja cantidad de iones de calcio y magnesio. (KINETICO, 2019)
- Destilada es cuando ha sido purificada o limpiada mediante destilación. Está limpia de electrolitos, sales minerales, microorganismos y otras sustancias contaminantes en su composición entran solamente el oxígeno y el hidrógeno. Esto le da un aspecto muy transparente. Por ello, también desaparece radicalmente todo sabor y olor. (AQUAE, 2021)
- Residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia del ser humano puede contener diversos contaminantes.
- Negras se les conoce como aguas residuales, aguas servidas o aguas cloacales. contienen materia orgánica, residuos vegetales, animales, grasas, aceites, entre otros elementos. También tiene materia inorgánica que pueden ser sólidos pequeños o grandes como telas, plásticos, químicos, arena, entre otros compuestos.

- Grises o conocida como agua usada, es aquella que proviene del uso doméstico contienen generalmente jabón y pequeños residuos sólidos. Entre sus características destaca que poseen un nivel mucho menor de contenido fecal.
- Cruda o bruta esta no ha recibido ningún tratamiento y suele encontrarse en fuentes y reservas naturales.

1.2 Ciclo del agua

El ciclo del agua o también conocido como el ciclo hidrológico es uno de los procesos bioquímicos más importantes ya que el agua sufre una serie de transformaciones y desplazamientos en los que va pasando por sus tres estados pasa a líquido, sólido y gaseoso. Este ciclo se compone de varias etapas, que se desarrollan de forma sucesiva y simultánea, y se repiten y compenetran con otras. (Ochoa, 2009).

1.2.1 Evaporación.

Corresponde al proceso en donde el calor del sol incide sobre los océanos y del resto de superficies acuáticas hace que se cargue de humedad. Por lo tanto, en esta misma fase del ciclo hidrológico estarían incluidas la transpiración y sudoración de los seres vivos y la sublimación que se produce en la superficie de los glaciares. (Álvarez, 2022)

1.2.2 Condensación.

La condensación ocurre cuando las moléculas de agua reducen su movilidad y se unen sobre partículas sólidas suspendidas en el aire, esto produce la condensación al enfriarse el agua y así es como se forman las nubes. (Fernandes, 2021).

1.2.3 Precipitación.

Es un proceso en donde se enfrían y condensan las gotas, crecen de tamaño y acaban cayendo debido a su peso, produciéndose las lluvias además también en este fenómeno incluye llovizna, nieve, aguanieve, granizo (Taborda, 2015)

1.2.4 Sublimación.

El agua se evapora no solo de las plantas y los animales por evaporación y transpiración directa, sino también por sublimación que es el cambio directo de agua sólida a vapor de agua. (Ochoa, 2009)

1.2.5 Evapotranspiración.

La evapotranspiración se da como resultado del proceso de transferencia de agua. De líquido a gas, directamente desde la superficie, o a través de las plantas. (Taborda, 2015).

1.2.6 Infiltración.

Es el proceso por el cual el agua que cae sobre la tierra penetra en el suelo a través de las lluvias. Una parte queda en la zona más superficial y es aprovechada por la naturaleza y los seres vivos. Otros atraviesan grietas hasta llegar al nivel freático, la capa interna de roca que almacena agua. (Ochoa, 20009).

1.3 Escorrentía

Es un proceso físico que trata en el escurrimiento del agua de precipitaciones por la red de drenaje hasta alcanzar la red fluvial. Este es uno de los procesos básicos que pertenece al ciclo del agua. (Valdivieso, 2022)

1.3.1 Tipos de escorrentía.

1.3.1.1 Escorrentía superficial.

La escorrentía superficial según AQUAE (2010) argumenta que “es la más rápida ya que no llega a infiltrarse en la superficie del terreno por la acción de la gravedad”. Además, la escorrentía superficial o directa suele ser la que lleva a mares y océanos. Esta escorrentía a menudo se ve afectada por la actividad humana, ya que la corriente arrastra basuras, químicos y otros contaminantes que afectan de forma negativa a la calidad del agua y del medio ambiente.

1.3.1.2 Escorrentía hipodérmica.

Hace referencia a una parte de la precipitación que se infiltra en el terreno llegando a circular por el subsuelo a poca profundidad y en una corta distancia. Una vez encuentra un canal de flujo pasa a convertirse en escorrentía superficial poco después de la lluvia sin llegar a ser nunca subterránea. (AQUAE, 2010)

1.3.1.3 Escorrentía subterránea.

El agua llega a infiltrarse hasta alcanzar el nivel freático. La humedad del suelo, la intensidad de la precipitación o las características geológicas son algunos de los factores que influyen en la creación de este tipo de escorrentía. (JAPAC, 2016)

1.4 Disponibilidad del agua

La incertidumbre en la disponibilidad del agua causada por el cambio climático, los conflictos y los desastres naturales sobre los sistemas urbanos de abastecimiento de agua, sumado al rápido crecimiento de la población urbana y la industrialización, nos obligan a pensar cómo responder a este gran desafío para las ciudades. (Taborda, 2015)

Las cifras que dan cuenta del crecimiento urbano y su relación con el agua, son bien elocuentes de por sí. Según la ONU (2018) “la mitad de la humanidad vive hoy en ciudades, y dentro de dos décadas, casi el 60% de la población mundial vivirá en zonas urbanas”. Las ciudades de los países en desarrollo son las que están creciendo más rápido, agregando un promedio de 5 millones de habitantes por mes. El 77% de la población de América Latina vive en ciudades, y el nivel de urbanización sigue aumentando.

Las ciudades están creciendo debido al crecimiento vegetativo de la población urbana (50%), así como a la reclasificación de las zonas rurales como áreas urbanas (25%) y a la migración de los pueblos a las ciudades. El crecimiento explosivo de la población urbana plantea unos retos sin precedentes, entre los cuales el suministro de agua y el saneamiento son los más urgentes y los que se sienten de forma más dolorosa cuando no se tienen. La falta de agua potable y saneamiento trae como consecuencia enfermedades como la diarrea, y brotes de malaria y cólera. (Palacios, 2019)

1.4.1 La disponibilidad del agua en el Ecuador.

Según información de la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA (2015), el Ecuador tiene una alta disponibilidad hídrica que bordea los 20.700 m³/habitante/año, que supera por mucho la media mundial de alrededor de 1700m³/habitante/año UNESCO, (2012) lamentablemente, debido a la distribución de la población en el Ecuador, el 88% de los habitantes viven en la vertiente Pacífico y se estima una dotación de 5.200 m³/hab/año, que contrasta con la vertiente amazónica en donde viven el 12% de los ecuatorianos con una dotación de 82.900m³/hab/año. En la Figura 1, se denota el potencial hídrico del país desde la vertiente del pacifico y la vertiente amazónica.

Figura 1:
Potencial hídrico del Ecuador



Fuente: SENAGUA, 2018

1.5 Fuentes de agua dulce

1.5.1 Lluvia.

Una importante fuente de agua dulce que se suele pasar por alto es el agua pluvial. Esta es el producto del agua de la Tierra que se ha evaporado en la atmósfera y se ha convertido en lluvia. Durante ese proceso, el agua se vuelve dulce y se almacena en muchos lugares de todo el mundo para ser utilizada como un suministro adecuado de agua potable y para regar los cultivos. La recolección de agua de lluvia es una tecnología que fue utilizada por las civilizaciones antiguas y todavía se utiliza ampliamente en muchas zonas rurales para sacar el máximo provecho de una fuente inagotable de agua dulce que se suele dar por sentada. (Benavides, 2019)

1.5.2 Aguas subterráneas.

Debajo de la superficie de la Tierra se encuentra una gran fuente de agua dulce. El agua subterránea es la mayor fuente de agua dulce en el planeta y la segunda más grande fuente de agua, junto con la presente en los océanos. Al igual que el agua de

mar salada, la mayor parte no es comestible para humanos o animales. Sin embargo, parte del agua subterránea es dulce y puede desalinizarse y tratarse para brindar a las personas agua potable segura. (WWF, 2010).

1.5.3 Hielo.

Un importante tema de debate en torno a los problemas del cambio climático de la Tierra es el derretimiento de los casquetes polares y la reducción de las barreras de hielo en todo el Ártico. Junto con el agua subterránea, el hielo constituye la segunda fuente más grande de agua dulce en el planeta, lo que representa un poco menos del 2 por ciento del agua de la Tierra. Una parte del agua dulce conservada en hielo, especialmente en las capas de hielo de la Antártica, tiene miles de años de antigüedad. Así como con el agua subterránea y de mar, también es difícil de usar agua de los hielos como una fuente de agua potable para el consumo, pero es posible. (Samboni et al., 2007)

1.5.4 Ríos, lagos, arroyos y manantiales naturales.

Los ríos, lagos, arroyos y manantiales naturales son considerados como fuentes de agua superficial y componen la última fracción de un porcentaje del agua dulce de la Tierra (0.0014 por ciento). A pesar de que hay millones de lagos de agua dulce y muchos kilómetros de ríos y arroyos en el planeta, estas fuentes de agua representan una cantidad casi insignificante de agua dulce. Sin embargo, siguen siendo de vital importancia: Una gran cantidad de nuestra agua potable de consumo procede de ellos. El agua superficial sigue siendo una de nuestras fuentes más importantes de agua dulce del planeta. (Sierra, 2011).

1.6 Usos del agua

Las aguas superficiales, ríos, arroyos, lagos, pueden ser consideradas para su utilización desde diferentes puntos de vista, entre los cuales destacan los siguientes: como recurso natural, como fuente de suministro, como medio receptor de otros flujos hídricos, y como fuente y medio receptor de energía térmica y mecánica. (AMBIENTUM, 2022)

El agua como recurso natural se caracteriza por su gran movilidad y por el hecho de ser uno de los medios naturales con más actividad de la biosfera. Su régimen hidráulico, torrencial o lento, y la interacción con el territorio que le rodea marcan

el proceso en el tiempo y la evolución física, química y biológica. (Bozoğlu, et al., 2007)

1.6.1 Usos del agua en el Ecuador.

De acuerdo a Benavides (2019) menciona que el país cuenta con un volumen total de recursos hídricos de aproximadamente 375 Km³ y hace una década el Ecuador tuvo un consumo de 15.80 Km³ siendo distribuido 1.48 Km³ para consumo doméstico (9.4%), 13.05 Km³ para consumo agrícola (82.6%), y 1.27 Km³ por consumo de agua para la producción industrial (8%). La superficie del territorio ecuatoriano que puede destinarse para riego es de 28000 km², ubicándose en la cuenca del Pacífico (93%) y en la vertiente del río Amazonas (7%). Es así que, el 18% de la superficie está bajo riego y el 82% pertenece al sector privado. La mayor cuenca hidrográfica es la del río Guayas ya que se estima que cuenta con algo más del 40% de la superficie regable, seguido de la cuenca del Río esmeraldas que cuenta con aproximadamente 13%. Es importante mencionar que del volumen que es destinado para riego en el sector agrícola se estima un 25% aproximado de fugas desde su captación hasta la distribución en la parcela.

Por otra parte la contaminación de las aguas superficiales ocurre en todo el país y cada región presenta fuentes diferentes de contaminación: En la Costa, la contaminación por pesticidas y fertilizantes por la producción de banano y palma africana, en la zona costera por actividades camaroneras y acuícola; en la Sierra, sistemas agrícolas tradicionales y cultivos de exportación como flores y brócoli con uso excesivo de pesticidas y fertilizantes; en la Amazonia, contaminación de ríos y lagunas debido a las actividades petroleras y mineras (Alarcon et, al., 2028).

A continuación, se contextualiza los diferentes usos del agua presentes en la zona de estudio:

1.6.2 Agrícola.

Comprenden aquellos relacionados con la agricultura. Representan el mayor consumo porcentual. (AMBIENTUM, 2022). De acuerdo a BIRF (2022) el agua es un insumo fundamental para la producción agrícola y desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo.

1.6.3 Doméstico.

Comprenden las necesidades de agua de los hogares, comercio y servicios públicos. (Bozoğlu, et al., 2007). Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que usted hace en su casa: tomar agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarse los dientes por lo cual hay un elevado contenido de tensoactivos o conocidos como detergentes. (USGS, 2017)

1.6.4 Industrial.

El agua se utiliza en multitud de procesos industriales en gran variedad de usos como materia prima, refrigerante, agente de limpieza, depósito de vertidos, etc. (AMBIENTUM, 2022). Según la ley orgánica de recursos hídricos (2014) las aguas destinadas para el aprovechamiento industrial, una vez utilizadas, serán descargadas por el usuario, previo su tratamiento, cumpliendo con los parámetros técnicos que dicte la Autoridad Ambiental Nacional.

1.6.5 Energético.

El agua se utiliza fundamentalmente para la producción de energía eléctrica. (Bozoğlu, et al., 2007). Según Valdivieso (2022) argumenta que todas las fuentes de energía requieren del agua en sus procesos de producción: para la extracción de materias primas, la refrigeración de plantas térmicas, los procesos de limpieza, la producción de biocombustibles y para el funcionamiento de las turbinas.

1.6.6 Recreativo.

Comprenden la utilización de embalses, ríos, lagos y mares para ocio y actividades deportivas. (Bozoğlu, et al., 2007). EL uso que se refiere a la utilización del agua en actividades de ocio realizadas en embalses, ríos y parajes naturales de un modo no consuntivo, así como aquellas en las que el uso del agua se hace de forma indirecta. (RAE, 2022).

1.6.7 Medioambientales.

Se refieren a la cantidad mínima de agua que deben tener los ecosistemas acuáticos para mantener el equilibrio ecológico. (AMBIENTUM, 2022). Aquello está relacionado con conservar, adecuar o restaurar el funcionamiento ecológico y los servicios ambientales que proveen los sistemas naturales.

1.7 Objetivos de Desarrollo Sostenible – Agenda 2030 (ODS)

Estos objetivos constituyen un llamamiento universal para poder poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar la calidad de vida y las perspectivas de las personas de todo el mundo. (ONU, 2015). En el año 2015, los miembros de las Naciones Unidas aprobaron los 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzar los Objetivos en 15 años. (ONU, 2015)

El plan maestro para un futuro sostenible para todos ONU (2015) plantea que se interrelacionan entre sí todas las propuestas e incorporan en los desafíos mundiales a los que se enfrenta cada día, tales como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la paz, la injusticia, y la prosperidad.

Las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030, ONU (2015) argumenta que para el Desarrollo Sostenible. Esta agenda brinda a los países y sus comunidades la oportunidad de emprender nuevos caminos para mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. En la agenda hay 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, De la erradicación de la pobreza a la lucha contra el cambio climático, de la educación a la igualdad de la mujer, de la protección del medio ambiente al desarrollo urbano. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, establece una visión innovadora para la sostenibilidad económica, social y ambiental entre sus 193 signatarios y sirve como guía de referencia para las acciones de su organización para alcanzar el éxito. Esta es la visión para los próximos 15 años. (ONU, 2015)

ONU (2015) plantea que la nueva hoja de ruta de objetivos incluye prioridades regionales tales como acabar con la pobreza extrema, reducir la desigualdad, un crecimiento económico inclusivo que genere empleo para todos, ciudades sostenibles y cambio climático. Como tal, representa una oportunidad histórica para América Latina y el Caribe.

La información sobre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible asociados a esta agenda evalúa a los países de la región como punto de partida y analiza cómo pueden alcanzar colectivamente esta nueva visión del desarrollo sostenible. Esto se verá reflejado en la Agenda 2030. (ONU, 2015)

Los objetivos de desarrollo sostenible también son una herramienta para la planificación y el seguimiento nacional tanto a nivel nacional como local. Según ONU (2015), “Gracias a su visión a largo plazo, constituirán un apoyo para cada país en su senda hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente”, (p. 6). Ayudan a los países en el camino hacia un desarrollo sostenible, inclusivo y ambientalmente racional.

Según ONU (2015) plantea que la Agenda 2030 es una agenda civilizatoria que se centra en la dignidad humana y la igualdad Como es ambicioso y con visión de futuro, su implementación requerirá la participación de todos los sectores de la sociedad y el gobierno.

ONU (2015) argumenta que se insta a los representantes del gobierno, la sociedad civil, la academia y el sector privado a adoptar esta importante agenda, debatirla y utilizarla como una herramienta para construir sociedades inclusivas y justas que sirvan a las personas de nuestro tiempo. Esto es y las futuras generaciones.

1.7.1 Estrés hídrico.

El estrés hídrico degrada la cantidad o se refiere al uso excesivo de acuíferos, degradación de ríos, etc. y a la calidad en este caso sería la eutrofización, contaminación orgánica, salinización, etc. de los recursos de agua dulce. (ONU, 2018)

Según la ONU (2018), se estiman que sólo 200.000 kilómetros cúbicos de los 1.400 millones de kilómetros cúbicos de agua de la Tierra es agua dulce para consumo humano.

1.7.2 OBJETIVO 6 DE LAS ODS - 2030: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

El objetivo 6 de la agenda 2030 tiene como prioridad garantizar “El agua libre de impurezas y accesible para todos, es parte esencial del mundo en que queremos vivir. Hay suficiente agua dulce en el planeta para lograr este sueño.” (ONU, 2015, p. 37). Ya que la ONU (2015) establece que la escasez de agua, la calidad del agua y el saneamiento inadecuado afectan negativamente la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y Brindar oportunidades educativas a las familias más pobres del mundo. Como resultado, la sequía afecta a algunos de los países más

pobres del mundo, provocando hambre y desnutrición para 2050, al menos una de cada cuatro personas podría vivir en un país con escasez crónica y frecuente de agua dulce.

1.8 Indicador 6.4.2 - Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles.

El nivel de estrés hídrico es en base a la extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles.

Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles; es la razón entre el total de agua dulce extraída por los principales sectores económicos y el total de recursos hídricos renovables, teniendo en cuenta las necesidades ambientales de agua. Este indicador también se conoce como intensidad de extracción de agua y medirá los progresos hacia la meta 6.4 de los ODS. (FAO, 2022.)

La meta para 2030, es aumentar significativamente la eficiencia del uso del agua en todos los sectores y garantizar la sostenibilidad de la extracción y el suministro de agua dulce para abordar la escasez de agua y reducir la cantidad de personas que sufren escasez de agua.

1.8.1 Porcentaje (%) de estrés hídrico.

Este indicador proporciona una estimación de la presión sobre los recursos renovables de agua dulce de todas las áreas del país. La baja presión sobre los recursos hídricos significa que la producción total de todos los sectores es insignificante en relación con los recursos, con poco impacto en la sostenibilidad de estos recursos y la competencia potencial entre los usuarios. Indica una situación en la que la entrega no es posible. Los altos niveles de estrés hídrico implican que las extracciones totales de agua por parte de todos los sectores representan una parte significativa de los recursos renovables de agua dulce totales. Esto puede tener consecuencias más serias para la estabilidad de los recursos y el potencial de conflicto y competencia entre los usuarios. (FAO, 2022.)

Figura 2
Porcentaje de nivel de estrés Hídrico



Fuente: ODS

1.8.2 Recursos renovables totales de agua dulce (TRWR).

Los recursos renovables totales de agua dulce se refieren a la cantidad máxima teórica anual de agua dulce renovable para un país. A demás también se refiere a agua dulce disponible para su uso en un territorio e incluye el agua superficial (lagos, ríos y arroyos) y el agua subterránea.

1.8.2.1 Los recursos hídricos renovables internos (IRWR).

Se instituyen como el flujo anual promedio a largo plazo de los ríos y la recarga de agua subterránea para un país determinado generados por la precipitación endógena, menos la superposición entre el agua superficial y el agua subterránea.

La superposición se refiere a la parte de los recursos de agua dulce renovables que es común para aguas superficiales y aguas subterráneas, en donde es igual al drenaje del agua subterránea a los ríos en donde es típicamente el flujo base de los ríos.

1.8.2.2 Los recursos hídricos renovables externos (ERWR).

Representan la parte los recursos hídricos renovables anual promedio a largo plazo de un país que no se generan en el país. Los recursos hídricos renovables externos incluyen flujos provenientes de los países río arriba, tales como las aguas superficiales y subterráneas y una parte del agua de los lagos fronterizos. Además, incluye aguas no reguladas por el tratado y aguas garantizadas por el Tratado. Además, la ERWR tiene en cuenta los flujos reservados para los países aguas abajo en virtud de tratados o acuerdos.

1.8.3 La extracción total de agua dulce (TFWW).

Es la cantidad de agua dulce extraída de una fuente de agua usada para agricultura, industria y servicios provenientes de los ríos, lagos, acuíferos. Esta se evalúa por

nivel con tres sectores principales: agricultura, servicios, producción de agua doméstica e industrial. Es la sumatoria de todos los usos del agua acorde a la Tabla 1.

Tabla 1
Extracción Total de agua dulce (TFWW)

EXTRACCIÓN TOTAL DE AGUA DULCE (TFWW)

□ Agua dulce superficial □ Agua subterránea renovable □ Agua subterránea fósil □ uso directo de recursos hídricos no convencionales (uso directo de aguas residuales tratadas, uso directo de agua de drenaje agrícola, agua desalinizada)

EXTRACCIÓN DE AGUA DULCE PARA USOS AGRÍCOLAS

Sector A de la CIU

Extracción de agua dulce para el riego	Usos en el riego	Extracción de agua para la agricultura
	Forraje irrigado	Extracción de agua para la agricultura
	Praderas y pastizales irrigados	Extracción de agua para la agricultura
Extracción de agua para el ganado	Agua para el ganado	Extracción de agua para la agricultura
	Saneamiento	Extracción de agua para la agricultura
	Limpieza de los establos etc.	Extracción de agua para la agricultura
	Forraje irrigado	Extracción de agua para la agricultura
Extracción de agua dulce para la acuicultura	Praderas y pastizales irrigados	Extracción de agua para la agricultura
	Usos en la acuicultura	Extracción de agua para la agricultura
	Sin embargo, si el agua viene de/está conectada a la red pública de suministro de agua, ya está incluida en la categoría	La extracción de agua para los servicios (extracción de agua para la

de extracción de agua para los servicios, Independientemente de su uso	agricultura, si hay datos disponibles)
Transformación de productos agrícolas	Extracción de agua para la industria
Extracción de agua para la industria	
Sectores b, c, d y f de la CIU	
Industrias autoabastecidas no conectadas a la red de distribución pública	Extracción de agua para la industria
Refrigeración de centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y nucleares	Extracción de agua para la industria
Hidroelectricidad	No contabilizado
Pérdidas por evaporación de lagos artificiales utilizados para la producción De energía hidroeléctrica Sin embargo, si el agua viene de/está conectada a la red pública de suministro de agua, ya está incluida en la categoría de extracción de agua para los servicios, Independientemente de su uso	Extracción de agua para la industria Extracción de agua para los servicios (extracción de agua para la industria, si hay datos disponibles)
Extracción de agua dulce para los servicios¹	
Sectores e, g-t de la CIU	
Agua total extraída por la red de distribución pública	Extracción de agua para los servicios
Agricultura e industrias conectadas a La red de distribución municipal	Extracción de agua para los servicios

Fuente: ODS sistema AQUASTAT

1.8.4 Requisitos de caudales ambientales (ERF).

Se refieren a la cantidad y a la periodicidad de los flujos de agua necesarios para mantener los componentes, las funciones, los procesos y la capacidad de

recuperación de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a las personas en aquellos lugares donde los flujos están regulados.

1.8.4.1 Caudal ecológico.

Es un instrumento de gestión que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad. (WWF, 2010)

El caudal ecológico (CE) de acuerdo a la WWF (2010) argumenta que en ríos y humedales es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad. El CE concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura. (Rodríguez et al., 2013)

El CE busca reproducir en alguna medida el régimen hidrológico natural (RHN), conservando los patrones estacionales de caudales mínimos y máximos junto con la temporada de sequías y lluvias, respectivamente, su régimen de crecidas y tasas de cambio. De especial interés para la gestión de infraestructura hidráulica o hidroeléctrica. Estos componentes del RHN determinan la dinámica de los ecosistemas acuáticos y su relación con los ecosistemas terrestres. (Sharafati y Pezeshki, 2019).

1.8.4.2 Método Tennant

El método Tennant identifica diferentes niveles de caudales recomendados como adecuados para la vida acuática con base en diversas proporciones de los caudales medios (Acreman & Dunbar, 2004), proporciona de manera rápida y económica una aproximación de los caudales ecológicos, considerando a éstos como un porcentaje del caudal medio anual (Pyrce, 2004).

El sistema de Tennant o Montana (1976) define el caudal ecosistémico como el porcentaje de caudal de agua que asegura el desarrollo de los organismos acuáticos y el bienestar de sus hábitats (Lanza Espino et al., 2014). Estos caudales tienen

nombres como caudal de reserva ecológica o caudal ecológico mínimo o simplemente caudal ecológico (Infante et al., 2018). En los Estados Unidos, el concepto de caudales ambientales nació en la década de 1960 para proteger los ecosistemas acuáticos del salmón. Desde entonces, este concepto se ha centrado en otros organismos.

Tabla 2
Regímenes de caudales recomendables

Descripción de caudales	Regímenes de caudales recomendados	
	Estación lluviosa	Estación seca
Máximo	200% del caudal medio	200% del caudal medio
Rango óptimo	60 -100% del caudal Medio	60 -100% del caudal medio
Sobresaliente	40%	60%
Excelente	30%	50%
Bueno	20%	30%
Justo o degradable	10%	30%
Pobre o mínimo	10%	10%
Grave degradación	10%	10%

Fuente: (Donald L. Tennant, 1976)

- Completación de datos

La completación de datos se realizó mediante el método de la media aritmética, para datos faltantes menores al 10%.

- Media aritmética

La media aritmética es un método que a partir de obtención de todos los valores dividida entre el número de sumandos. (Rondero y Font, 2015)

1.9 Plan de ordenamiento territorial “PDOT”

El plan de desarrollo y ordenamiento territorial o mejor conocido por sus siglas PDOT “es la principal herramienta de planificación en los niveles de gobierno descentralizados, según lo establece la Constitución, el Código de Planificación y Finanzas Públicas -CPYFP” (SOT, 2021). Y la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo - LOOTUGS. El alcance de cada uno es específico, ya que el plan ayuda a determinar las áreas regionales y el desarrollo bajo los poderes constitucionales de cada nivel de gobierno.

No obstante, según SOT (2021), “La elaboración del PDOT parte del conocimiento y análisis de las características de cada territorio, de los intereses y necesidades de su población” se complementa con la propuesta de las autoridades electas, contenida en su plan de trabajo.

Aunque según la SOT (2021), “Un PDOT bien elaborado debe contener o estar diseñado bajo los siguientes parámetros: diagnóstico, propuesta y modelo de gestión; y, al ser la herramienta principal de planificación de los niveles descentralizados”, todos los GAD provinciales, cantonales y parroquiales están, por ley, obligados a realizarlo.

SOT (2021) plantea que los planes de zonificación y los reglamentos de zonificación podrán ser debidamente justificados por el GAD en cualquier momento. Mejorar y revisar los planes existentes, dictar normas urbanísticas, actualizar los proyectos, revisar la información cartográfica, incorporar y ordenar los instrumentos de planificación y gestión, desarrollar la información y coordinarse con los municipios vecinos o evaluar su idoneidad.

No obstante, según la SOT (2021) “es obligación hacerlo al inicio de gestión de las autoridades locales, cuándo un proyecto nacional de carácter estratégico se implanta en dicha jurisdicción y, por motivos de fuerza mayor o la ocurrencia de un desastre”. SOT (2021) plantea en cuanto al Régimen Especial de Galápagos, la denominación del plan difiere de “Plan de Desarrollo Sostenible y Ordenamiento Territorial”, pero ello no afecta su contenido ni finalidad. Según la SOT (2021) “El proceso de formulación y/o actualización de los planes de desarrollo de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados”. La cual se regula por la norma técnica que expide el Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo – CTUGS.

1.9.1 Gobierno descentralizado de la Parroquia Rural de Pasa - PDOT

Pasa (2015) plantea que el Plan de Gestión y Desarrollo del Distrito de Pasa es una herramienta de planificación participativa de cuatro partes. La primera describe el contexto general de la iglesia en sus aspectos más particulares. También se presenta los resultados obtenidos durante el proceso de diagnóstico. Estos resultados se reflejan en las oportunidades y desafíos de la región.

La población de Pasa ha sido golpeada por la migración. Según Pasa (2015): Pasa, si bien es cierto que sus habitantes se han visto afectados por la inmigración y la falta de oportunidades específicas de creación de empleo, recursos humanos, naturales y sobre todo su forma de vida comunitaria de inclusión e igualdad, posee hoy por hoy, el apoyo de entidades gubernamentales y privadas, que vaticinan mejores días para los habitantes de este territorio, con un nuevo modelo de desarrollo plasmado en este plan de desarrollo y ordenamiento territorial. (p 2)

Esto indica que la comunidad de Pasa se vio afectada por la migración, pero actualmente ya cuenta con el apoyo gubernamental para el desarrollo y ordenamiento.

Tabla 3
Características de la parroquia Pasa

Nombre del GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Pasa
Fecha de creación	La fecha de parroquialización es el 20 de mayo de 1861
Localización	Geográficamente se localiza en el sector occidental de la provincia de Tungurahua, a 17 km de distancia de la cabecera cantonal Ambato
Extensión	4884 ha, de los cuáles 1987 ha son de páramo.
Límites	Al Norte: Parroquia Quisapincha Al Sur: Parroquias Juan B. Vela y Pilahuín Al Este: Parroquias Quisapincha y Santa Rosa

	Al Oeste: Parroquia San Fernando
Red hidrográfica	Su territorio forma parte de la microcuenca del Río Ambato, con unidades hidrográficas del río Alajua, río Pumahua y quebradas de El Tingo y Cubillín
Red vial	Está atravesada por una red de conexión intercomunitaria que parte de la vía antigua a Guaranda hacia el centro parroquial y las comunidades que conforman la parroquia, tiene 370,47 km entre vías y senderos, de las cuales 81,25 km son asfaltadas.
Rango altitudinal	2713 msnm. a 4465 msnm.
Población total al 2015	7104 habitantes proyectados del Censo 2010

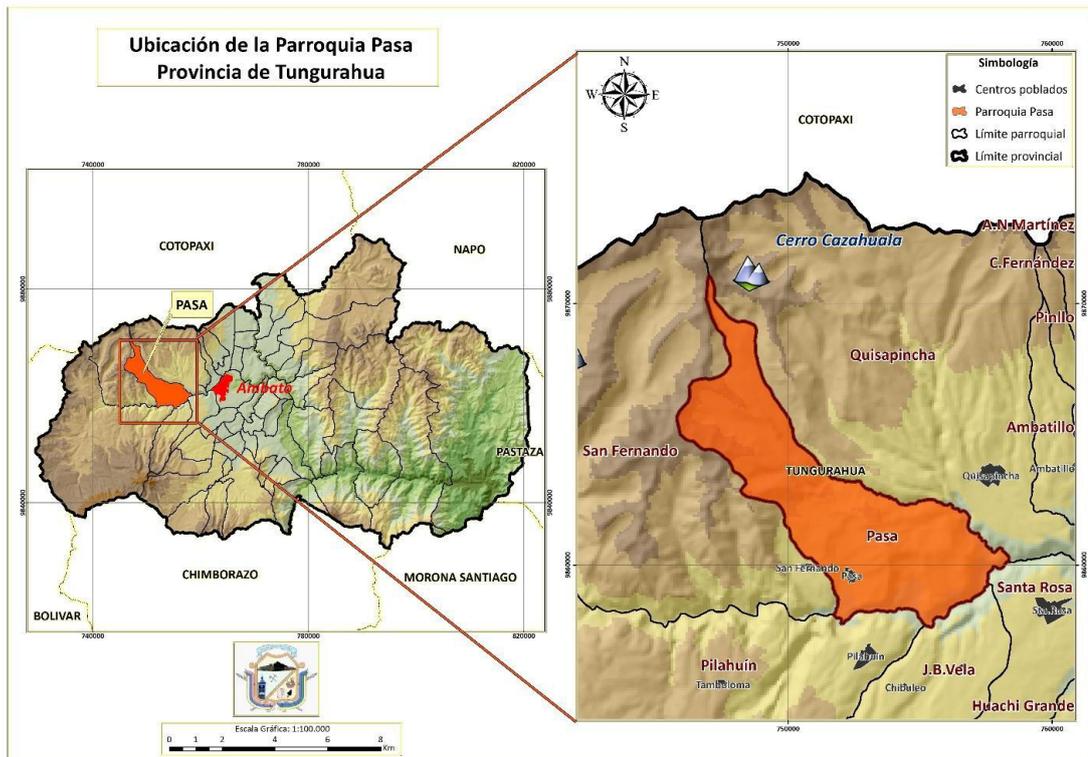
Fuente: Diagnostico, parroquial 2015 - Unidad Técnica de Planificación Territorial – GAD Pasa

Tabla 4
División interna de la parroquia Pasa

División interna	Altitud	Comunidad	No. Sectores
Zona de paramos	3500 - 4465	Paramos y tierras comunales	
Zona de altura	3320	Lirio Langojin	5
3300 a 3500 msnm	3464	Tilivi	4
	3360	Siguitag	5
		Punguloma	
	3375	Siguitag Pucaucho	4
	3312	Castillo cajamarca	5
Zona baja rural	3288	Cuatro esquinas	5
2713 A 3300 msnm	3164	Chillipata	2
	3037	Llullalo	4
	3115	Mogato	4
	2971	Caserio	2
		Quindivana	
Zona urbana	3115	Centro parroquial	12

Fuente: Diagnostico, parroquial 2015 - Unidad Técnica de Planificación Territorial – GAD Pasa

Figura 3
Mapa de ubicación de la parroquia Pasa



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2013 - Unidad Técnica de Planificación Territorial – GAD Pasa

CAPÍTULO II

2. Marco metodológico

La información se obtuvo de instituciones públicas tales como el Ministerio de Agua y de Transición Ecológica (MAATE) la cual brindó información de los distintos usos del agua. El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua – Dirección de Recursos hídricos apoyo con datos de caudales aforados en la zona de estudio durante el periodo 2019-2020.

2.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación responde a un enfoque cualitativo, fueron analizados de datos de caudales de las vertientes de agua, usos del agua que posee la zona de estudio. Los cuales fueron recolectados del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua – Dirección de Recursos Hídricos y Conservación Ambiental, así como también del Ministerio del Ambiente, Agua y de Transición Ecológica

2.1.1 Tipo de investigación.

2.1.2 Investigación Bibliográfica.

Se recopiló información respecto a los caudales de los ríos de los usos de agua, datos de las estaciones hidrometeorológicas, mediante solicitudes, oficios a las entidades competentes.

2.1.3 Investigación Exploratoria.

Se relacionó los distintos usos del agua en la zona para poder estimar que uso es el más predominante. A su vez poder determinar la totalidad de agua destinada a esa actividad.

2.1.4 Investigación de campo.

Los datos de caudales, de estaciones se las obtuvo asistiendo regularmente a las instituciones competentes del Ministerio de Agua y de Transición Ecológica y del Departamento de Recursos Hídricos y Conservación Ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

2.2 Población

La población de estudio es la Parroquia de rural de Pasa ya que en el Censo 2020 cuenta con 7631 habitantes, de ellos el 58% son hombres y el 62% son mujeres.

2.3 Métodos

2.3.1 Método analítico – sintético.

En el presente método valida la información a través de mecanismos verificables, por lo tanto, se analizó los diferentes usos de agua y caudal. Con el fin de integrarlas en la metodología establecida y así poder determinar el porcentaje del nivel de estrés hídrico en las estribaciones del cerro Casahuala.

2.3.2 Método inductivo.

El método parte de un hecho en concreto para formular un procedimiento general. Por lo tanto, se analizó la información obtenida para determinar el nivel de estrés que se genera por los diferentes usos del agua en relación a los caudales.

2.3.3 Método sistémico.

La metodología es una herramienta organización con la que se analiza un contexto y la relación de los elementos que lo conforman. Por ello Se identificó la relación entre los diferentes usos de agua con los distintos datos de caudales obtenidos de las diferentes fuentes para poder estimar el porcentaje de nivel del estrés hídrico en el cerro Casahuala.

2.4 Técnicas

2.4.1 Observación directa.

Permitió identificar las instituciones mediadoras para la obtención de datos de las cuales fueron el Ministerio del Ambiente de Agua y Transición Ecológica, Departamento de Recursos Hídricos y Conservación Ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

2.4.2 Análisis de Datos

Los análisis de datos se realizaron una vez fueron entregada la información por parte de las entidades públicas. Se revisó la información disponible sobre el período solicitado de investigación y recolección de datos. Se determinó la calidad de los datos al igual que los datos faltantes y se determinó la metodología para la completación de datos.

2.5 Área de estudio

El área de investigación se lo llevó a cabo en la Parroquia de Pasa. Este es en el cantón Ambato de la provincia de Tungurahua. El cerro Casahuala pertenece a la zona y forma parte de la cuenca del río Pastaza, sub cuenca el río Patate y micro cuenca del Río Pumahua la cual es lo puede identificar en la (Figura 3).

2.5.1 Relieve.

La geomorfología puede definirse como una porción del territorio, identificable con respecto a las de su entorno inmediato, desde el punto de vista perceptivo, la parroquia presenta relieves bastante variables, de forma ondulados y montañosos característico de estribaciones de la cordillera de la serranía ecuatoriana.

La zona alta de Pasa, se caracteriza por una topografía accidentada, los suelos forman relieves montañosos, con una fisiografía similar que determina pendientes que oscilan entre 14 a 24%, hasta llegar a los páramos.

2.5.2 Geología.

La parroquia presenta en su delimitación territorial, derivados de materias piro plásticas, su suelo caracterizado por ser franco, franco limosos y franco arenoso, con excelente capacidad de retención de agua, una composición y estructura interna de origen volcánico, se encuentran sobre superficies andaditos y riolíticos del Plioceno, perteneciente a la contextura de la formación del Pisayambo que está compuesto por andesita basáltica y de andesita de dos piroxenos, probablemente constituidos por paquetes de lavas, tobas, aglomerados y sedimentos.

2.5.3 Suelos.

Muestra gran cantidad de aspectos, fertilidad y características físicas en función de los materiales orgánicos que lo forman; la acción conjunta de los factores que condicionan la formación y evolución del suelo conducen al desarrollo de diferentes

perfiles o tipos de suelos. Estos suelos retienen muy bien la humedad, tienen un pH ligeramente ácido y son ricos en materia orgánica, especialmente los suelos de turba; por lo tanto, en términos de conservación del agua y de fijación de CO₂, aunque también por sus mismas características son también liberadores de metano a la atmosfera.

2.5.4 Usos de suelo.

En la parroquia también está presente el uso y aprovechamiento de tierras comunales, este espacio al parecer es fruto del proceso de acceso a la tierra, consecuencia de las luchas y el empoderamiento de las comunidades ante el Estado, y que han contribuido de manera directa o indirecta a la tenencia colectiva de la tierra por parte de la población; su manejo y gestión son de gran importancia económica y social, por lo que existen normas y reglas, fruto de acuerdos y consensos entre sus líderes y quienes integran las comunidades. (Tabla 5)

Tabla 5

Tabla de usos y cobertura del suelo

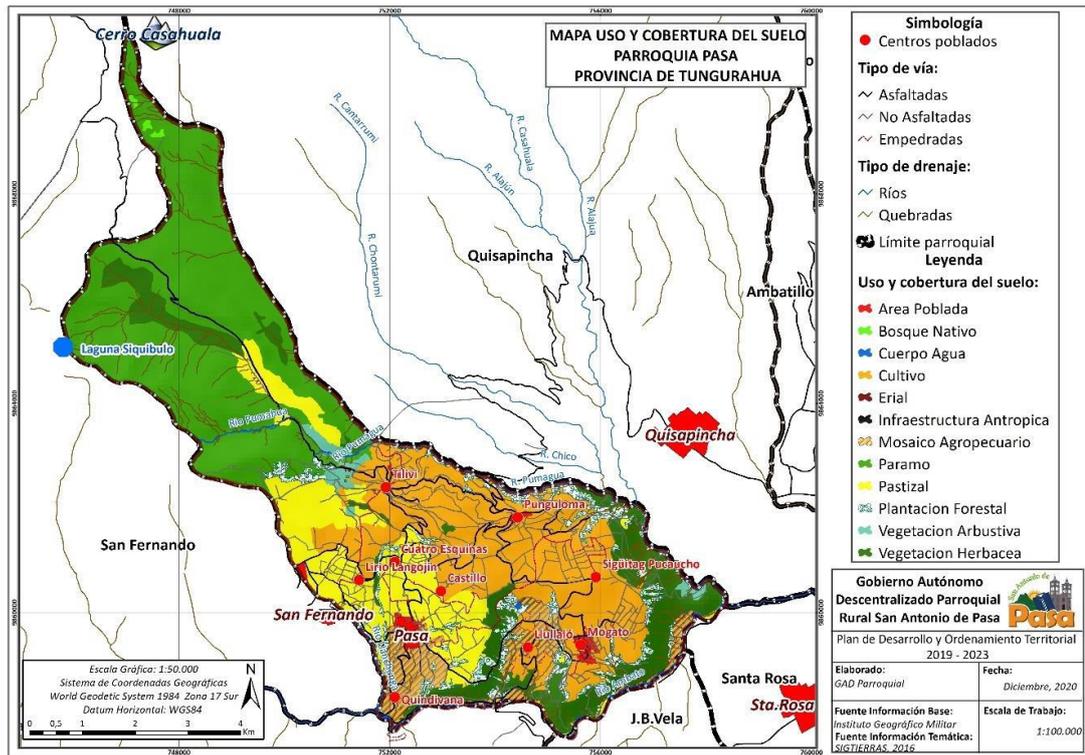
Uso y Cobertura del Suelo	Superficie (ha)	%
Área poblada	52,29	1.07
Bosque nativo	7.98	0.16
Cuerpo de agua	1.23	0.002
Cultivo	1.218,36	24.94
Erial	1.69	0.03
Infraestructura	0.21	0.0004
Antrópica		
Mosaico agropecuario	271.98	5.60
Paramo	1.647,05	33.75
Pastizal	725.04	14.84
Plantación Forestal	285.40	5.84
Vegetación Arbustiva	64.52	1.32
Vegetación Herbácea	608.38	12.45
TOTAL	4.884,12	100,00

Fuente: SIG, Tierras 2016.

Elaboración: Plan de ordenamiento territorial de Pasa

San Antonio de Pasa se caracteriza también por la producción agrícola; en la que predomina en la zona alta cultivos como: papas, habas, cebolla, maíz, pastos y en la zona baja frutales como la pera, claudia, cultivos de arveja, maíz, pastos, hortalizas. (Figura 4).

Figura 4
Mapa de los principales usos de suelo de la Parroquia Pasa



Fuente: SIGTIERRAS 2016

Elaborado por: Plan de ordenamiento Territorial de Pasa

2.5.5 Factores climáticos.

La temperatura general de la zona oscila entre los 8 °C – 12 °C de forma anual. Adicionalmente la temperatura máxima es de 14 °C y una temperatura mínima de 2 °C. en la (Tabla 6) se puede visualizar

Tabla 6
Temperatura de la Parroquia de Pasa

Sector – comunidad	Temperatura °C
Aguaján, riveras del Río Ambato y Río Alajua	12-14

Llullaló, Mogato, Pasa Centro, Sigüitag Pucaucho	10-12
Castillo, Cuatro Esquinas, Lirio, Tiliví	8-10
Zona de Páramo	8-2

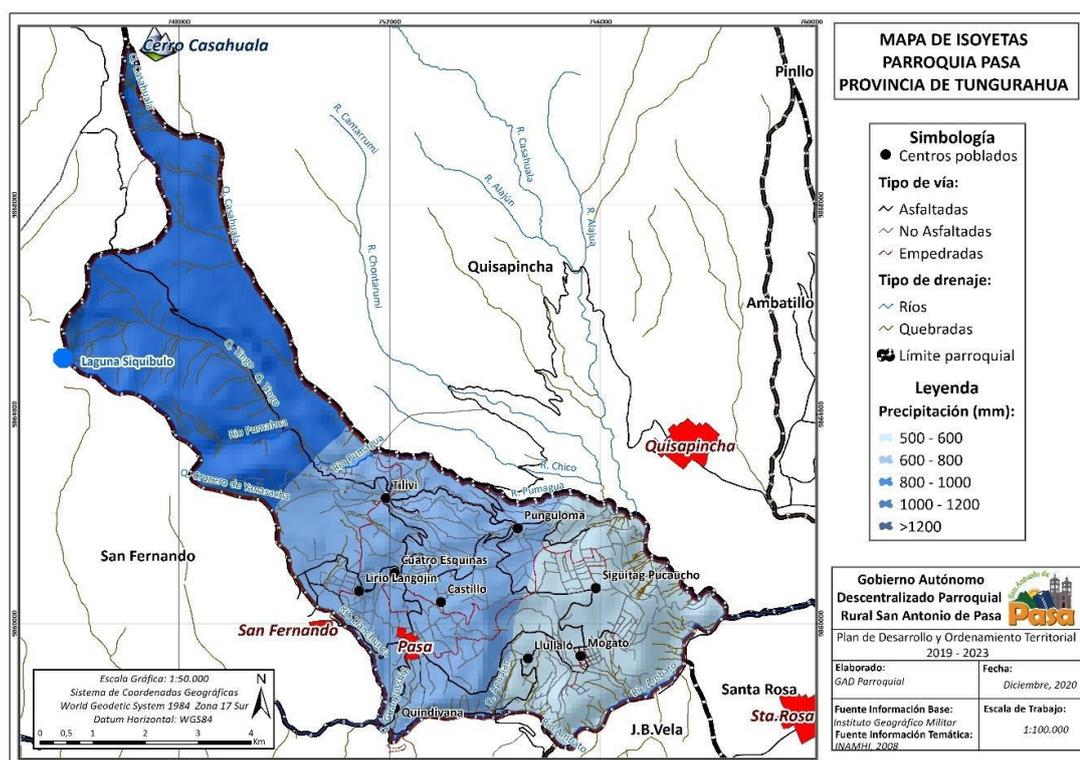
Fuente: INAMHI 2008

Elaborado por: Plan de ordenamiento territorial de Pasa

2.5.5.1 Precipitación.

Las precipitaciones de las zonas varían desde los 500 a 800 mm anuales en las zonas pobladas, mientras que, en la zona alta y páramos, las precipitaciones varían desde los 800 a 1200 y en la zona más alta de páramo mayor a 1200 mm anuales, en la Figura 5 se encuentra el mapa de las precipitaciones.

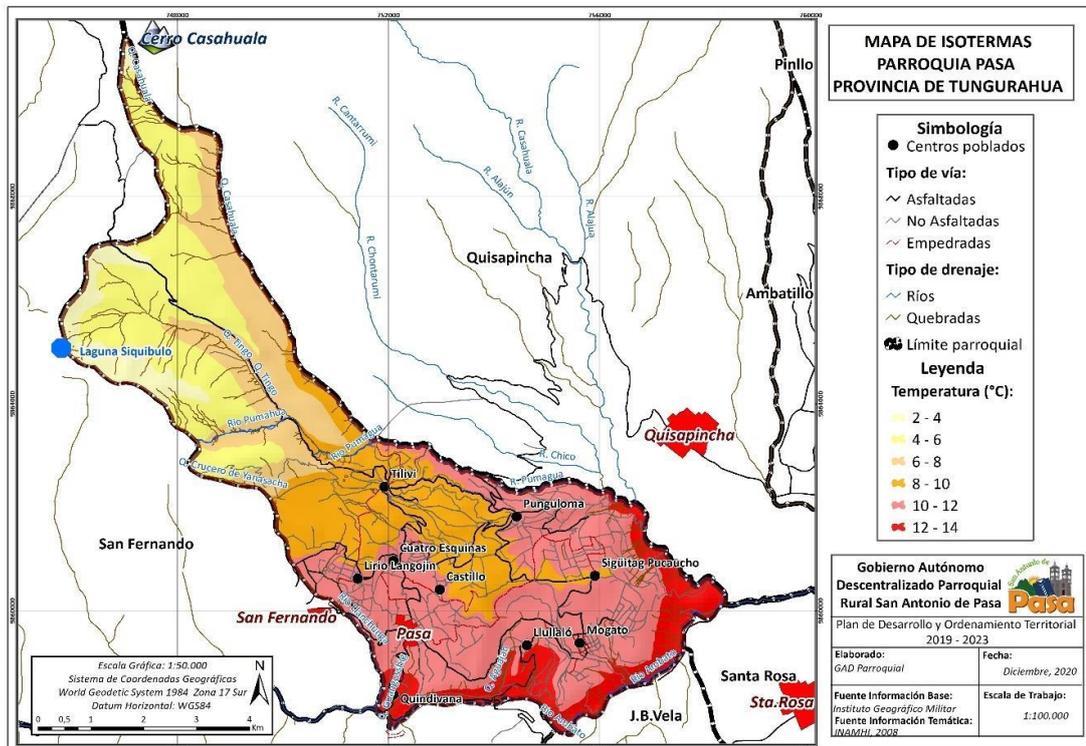
Figura 5
Mapa de Isoyetas



Fuente: INAMHI 2008

Elaborado por: GAD San Antonio de Pasa

Figura 6
Mapa de Isotermas



Fuente: INAMHI 2008

Elaborado por: GAD San Antonio de Pasa

2.6 Procedimiento metodológico acorde a los objetivos planteados

2.6.1 Identificación del área de estudio.

El área de investigación se lo llevo a cabo en la parroquia rural de Pasa, cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

Se lo caracterizo de la siguiente manera:

- Identificación de la Ubicación del cerro Casahuala.
- Recopilación de datos de la parroquia.
- Establecimiento del área de estudio.

2.6.2 Identificación de la metodología de estudio.

La metodología de estudio se lo caracterizo por medio de los objetivos de desarrollo sostenible, propuesta por la organización de las naciones unidas.

Se lo caracterizó de la siguiente manera:

- Se identificó los objetivos de desarrollo sostenible
- Se identificó el objetivo más relevante de las ODS
- Se estableció la metodología en conjunto con el indicador para el estudio.

6.2.3 Recolección de datos.

La recolección de datos se obtuvo de diferentes instituciones públicas tales como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, el Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

La obtención de datos se realizó de la siguiente manera:

- Identificación de entidades públicas que administran los usos y concesiones del agua.
- Redacción de oficios con los datos requeridos junto con el tipo de datos requeridos
- Entrega de oficios a las entidades públicas
- Recepción de datos disponibles de las entidades.

6.2.4 Análisis y sistematización de datos.

6.2.4.1 Análisis y sistematización de datos disponibles.

- **Datos del departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental**

Los datos obtenidos del Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Se lo caracterizó de la siguiente manera:

- Se identificó los datos obtenidos de caudales y precipitaciones
- Se identificó los ríos de la zona de estudio
- Se estableció el periodo de datos aforados
- **Datos obtenidos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica**

Los datos obtenidos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica corresponden a los distintos usos del agua.

Se lo caracterizó de la siguiente manera:

- Se identificó los distintos usos del agua
- Se agrupo los datos por usos de agua
- Se determinó el total de los usos de agua por sector

6.2.6 Completación de datos.

Los datos se completaron por medio de la media aritmética aplicando la fórmula 1.10.4.1, se lo obtuvo de la siguiente manera:

- Se identifico una estación hidrológica
- Se estableció el rango disponible de datos
- Se caracterizaron la cantidad de datos faltantes
- Se completo los datos

6.2.7 Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce como porcentaje de los recursos de agua dulce disponibles.

La metodología de estrés hídrico se la estableció en base a los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030. De la organización de las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. La fórmula:

$$\text{Estrés Hídrico (\%)} = \frac{TFWW}{TRWR - EFR} * 100$$

- Obtención de los datos de los recursos renovables totales de agua dulce
- Obtención del total de extracción del agua dulce
- Obtención de los requisitos de caudales ambientales
- Obtención del porcentaje total de estrés hídrico

6.2.7.1 Cálculo de los recursos renovables totales de agua dulce (TRWR).

Los recursos renovables totales de agua dulce se obtuvieron de los recursos hídricos renovables internos y recursos hídricos renovables externos con ayuda de la fórmula:

IRWR = Recursos hídricos renovables internos

ERWR = Recursos hídricos renovables externos

Así tenemos:

$$TRWR = IRWR + ERWR$$

Se caracterizo de la siguiente manera:

- Se identificó los recursos hídricos renovables internos
- Se identificó los recursos hídricos renovables externos
- Aplicación de la formula
- Obtención de los recursos renovables totales de agua dulce

6.2.7.2 Cálculo de los recursos renovables internos (IRWR).

La caracterización de los recursos renovables internos se empleó la fórmula:

SW_P : Agua superficial producida internamente generada a partir de precipitaciones endógenas.

GW_R : Recarga de agua subterránea generada a partir de precipitación endógena.

Q_{OUT} : Drenaje de agua subterránea a los ríos (típicamente el flujo base de los ríos).

Q_{IN} : Filtración de los ríos en acuíferos.

En donde se obtiene:

$$IRWR = SW_P + GW_R - (Q_{OUT} - Q_{IN})$$

se desarrolló:

- Identificación de las variables
- Reemplazo en la formula
- Obtención de los recursos renovables internos

6.2.7.3 Cálculo de los recursos hídricos renovables externos (ERWR).

La caracterización de los recursos renovables externos se aplicó la fórmula:

SW^1_{IN} : Agua superficial que entra en el la zona o país y que no está regulada por ningún tratado.

SW^2_{IN} : Agua superficial que entra en la zona o país y que está garantizada por tratados.

SW_{PRL} : Flujo contabilizado de ríos y/o lagos fronterizos

SW_{OUT} : Agua superficial que sale del país y que está reservada por tratados o acuerdos para zonas río abajo.

GW_{IN} : Agua subterránea

Así tenemos:

$$ERWR = SW^1_{IN} + SW^2_{IN} + SW_{PRL} - SW_{OUT} + GW_{IN}$$

Se desarrolló:

- Identificación de las variables
- Reemplazo en la fórmula
- Obtención de los recursos renovables internos

6.2.7.4 Cálculo de la extracción total de agua dulce.

La extracción total del agua dulce se tomó en cuenta los parámetros de la Tabla 1, se caracterizó de la siguiente manera:

- Identificación de los usos del agua
- Reemplazo de datos en la tabla 1
- Obtención de la extracción total de agua dulce

6.2.8 Cálculo de los requisitos ambientales.

6.2.8.1 Completación de datos.

Los datos se completaron por la media aritmética tomando en consideración el 10% de datos faltantes por lo cual se obtuvo de:

$n = \text{numero total de datos}$

$x_1 + x_2 \dots = \text{valores obtenidos}$

Así obtenemos:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{x_1 + x_2 \dots + x_n}{n}$$

6.2.8.2 Cálculo del método Tennant.

El método Tennant se lo calculo con los requisitos de caudales ambientales:

QE (10%): Caudal mínimo recomendable para mantener la sobrevivencia de la mayoría de las formas de vida acuática.

QE (30%): Caudal recomendable para mantener un hábitat adecuado para las diversas formas de vida acuática.

QE (60%): Caudal recomendable para lograr excelentes condiciones de hábitat para las formas de vida acuática, durante los periodos de crecimiento inicial.

Q_m = modulo interanual del periodo de estudio.

Tabla 7
Método Tennant

Descripción de caudales	Regímenes de caudales recomendados	
	Estación lluviosa	Estación seca
Máximo	200% del caudal medio	200% del caudal medio
Rango óptimo	60 -100% del caudal Medio	60 -100% del caudal medio
Sobresaliente	40%	60%
Excelente	30%	50%
Bueno	20%	30%
Justo o degradable	10%	30%
Pobre o mínimo	10%	10%
Grave degradación	10%	10%

Fuente: (Donald L. Tennant, 1976)

- Se determino los caudales medios, máximos y mínimo
- Se calculo el promedio anual
- Se determino el 10%, 20%,30%
- Se determino el caudal ecológico

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Identificación del área de estudio.

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Tungurahua, siendo el área de estudio la parroquia rural de Pasa cantón Ambato. Cuenta con una superficie total de 5089,88 ha, de las cuales 2314,53 corresponden a Páramo. Se encuentra a 2800 msnm y 4400 msnm. Acorde al PODT del 2015 y 2019 actualmente existe un crecimiento demográfico y poblacional. La zona cuenta con tres ríos principales; el Río Tingo, Pumahua, Sachapamba. Esta es una parroquia productiva con alrededor de 1.218,36 ha de cultivos.

3.1.2 Metodología de estudio.

La metodología que se determinó para la estimación del porcentaje del estrés hídrico corresponde a los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 establecidas por la ONU.

Esta metodología permite estimar el porcentaje de estrés hídrico de una zona específica en base a los datos levantados por las entidades públicas. Mediante la sistematización de la información obtenida en la que se considera usos del agua, caudal ecológico y el caudal total generado en la microcuenca.

3.1.3 Recolección de datos.

Los datos se obtuvieron en formato de Excel de la zona de estudio. El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica apoyo con datos de los diferentes usos

del agua de la parroquia de Pasa. La Tabla 7 contiene los distintos usos que son empleados en la parroquia. El Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del HGPT, apoyo con datos de ríos aforados en el periodo 2019-2020 Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10 y con datos de precipitaciones del mismo periodo Tabla 11.

Tabla 8*Usos del Agua de la Parroquia Pasa*

Junta	Nombre Vertiente	Uso Agua	Litros	m.s.n.m.
Lozada Pérez Luz Angelica	Vertiente Propiedad Dolores Saltos	Agua Potable	0.16	3100
Junta Administradora De Agua Potable, La Dolorosa Y La Libertad	Vertiente Tilipamba	Agua Potable	0.60	3258
EMAPA	Vertiente Quindivana EMAPA	Agua Potable	17.410	2910
Municipio De Ambato Y Empresa Municipal De Agua Potable De Ambato	Rio Alajua/Empresa Municipal De Agua Potable De Ambato	Agua Potable	100.000	2700
Comunidad Chillipata San Antonio	Vertiente Tinta Turo Pamba 1/Acequia Sin Nombre	Agua Potable	1.200	3400
Comunas Tilivi, Cinco Esquinas Y San Miguel De Llullalo	Vertiente Yanasacha/Acequia Sin Nombre	Agua Potable	2.700	3550
Junta Administradora De Agua Potable De Cashapotrero	Vertiente Culag/Yunapanta José	Agua Potable	0.100	3240
Consejo Provincial De Tungurahua	Coronarias Unificadas	Hidroeléctricas	84.000	3680
Lozada Pérez Luz Angelica	Vertiente Propiedad Dolores Saltos	Industria	0.08	3100
Chamba Segundo Tomas Y Otros	Vertiente Quillopungo O Larcapamba	Piscícola	0.540	3950
Directorio De Aguas De La Acequia Tansaleo Santo Suelo	Vertiente Santo Suelo/Acequia Santo Suelo	Riego	1.500	3440
Directorio De Aguas De La Acequia Tansaleo Santo Suelo	Rio Pumagua/Acequia Tercera Coronaria	Riego	2.900	2890

Directorio De Aguas De La Acequia Segunda Coronaria	Rio Pumagua/Acequia Segunda Coronaria	Riego	18.800	3720
Directorio De Aguas De La Acequia Primera Coronaria	Rio Alajua/Acequia Primera Coronaria	Riego	53.500	3740
Lluga Toapanta Segundo Abelardo Y Otros	Rio Pumagua/Acequia Tercera Coronaria	Riego	1.000	2890
Amaguaña Víctor Y Medina Carmen Emitelia	Rio Ambato/Acequia Tilulum Aguajan	Riego	0.180	2680
Velastegui Saltos Edison Marcelo	Vertiente Lagrimeo Cuneta	Riego	0.100	3100
Directorio De Las Aguas De Riego Vertientes Cashapotrero	Vertiente Cashapotrero, Vertiente Sin Nombre Y Quebrada El Censo	Riego	18.550	3115
Carvajal Calvache Ximena De Las Mercedes	Vertiente Aguajan/Cavajal Ximana	Riego	1.870	2840
Carvajal Calvache Ximena De Las Mercedes	Vertientes De Aguajan/Acequia Sin Nombre	Riego	1.870	2840
Quilligana De La Cruz Segundo Manuel	Vertiente Cashapotrero 1/Quilinga Segundo	Riego	0.700	3200
Directorio De Aguas De La Acequia Pogyo - Calvache	Vertiente Poglyo De Los Calvache/Canis	Riego	5.000	2970
Directorio De Aguas De La Acequia Llanhuga Puculeo	Quebrada Llanhuga/Acequia Llanhuga Puculeo	Riego	16.300	3040
Lozada Diogenes Estuardo	Vertiente Toalombo Miguel	Riego	0.220	2960
Toalombo Miguel	Vertiente Toalombo Miguel	Riego	0.170	2960
Directorio De Aguas De La Acequia Puculeo Tauripata	Quebrada Llanhuga/Acequia Puculeo Tauripata	Riego	10.410	2980

Directorio De Aguas Quindivana N° 2	Quebrada Llanhuga/Acequia Quindibana N.- 2	Riego	3.880	3040
Ramirez Capuz José Antonio	Vertiente Sin Nombre/Propiedad De Toalombo Mariano	Riego	0.260	3005
Directorio De Aguas De La Acequia Guangusi Quindivana	Vertientes Quindivana/Acequia Guangasi Quindivana	Riego	2.561	2980
Pilliza Narcisa Y Pilliza Toapanta Carmen Imelda	Quebrada Quindivana/Vertientes Solar-Corazon	Riego	0.190	2910
Asociación Artesanal De Producción De Bienes Agrícolas Y Pecuarios Los Pachas De La Comunidad De San Miguel De Llullalo	Remanentes De Las Vertientes De Aguajan	Riego	3.440	2810
Galarza Ocaña Antonio Humberto Y Otros	Vert. No 1; 2 Y 3	Riego	0.960	2913
Comunidad De Mócalo	Vertiente Laigua/Acequia Sin Nombre	Riego	0.500	3350
Comunidad De Mócalo	Vertiente Pusunyuyo/Acequia Pusunyuyo	Riego	6.300	3410
Tamayo Palomo Segundo Y Otros	Rio Ambato/Acequia San Francisco Tilulun	Riego	20.000	2710
Directorio De Aguas De La Acequia Alta San Francisco	Rio Ambato/Acequia Alta San Francisco	Riego	16.000	2755
Directorio De Aguas De La Acequia Baja San Francisco	Rio Ambato/Acequia Baja San Francisco	Riego	30.000	2735
Directorio Acequia Aguajan San José	Rio Ambato/Acequia Aguajan San José	Riego	20.000	2835

Directorio De Aguas De La Acequia Guayama	Vertiente Guayama/Acequia Guayama/Quebrada Galarza	Riego	10.500	3265
Directorio De Aguas Ac. Aguajan	Rio Ambato/Acequia Aguajan	Riego	2.010	2850
Chamba Segundo Tomas Y Otros	Vertientes Jalusa N°2 Y Pogyohuco	Riego	1.330	3950
Comunidad Tilivi	Vertiente Jalusa N°1	Riego	1.600	3950
Directorio De Aguas Quindivana N°1	Quebrada Llanhuga/Acequia Quindivana N°1	Riego	6.430	3040
Directorio De La Acequia Tercera Coronaria De Pasa	Vertiente Tasanleo Santo Suelo	Riego	8.800	2890
Directorio Acequia Lirio Langojin Y Mócalo	Vertiente Yanasacha/Acequia Yanasacha	Riego	6.800	3390
Directorio De Aguas De Riego De La Acequia Culag Pogyo	Vertiente Culag Pogyo/Acequia Culag Pogyo	Riego	6.300	3322
Velastegui Saltos Edison Marcelo	Vertiente Lagrimeo Cuneta	Riego	0.100	3122
Directorio Acequia Guayama	Vertiente Guayama/Acequia Guayama/Quebrada Galarza	Riego	12.900	3296
Naranjo Lalama Fernando	Vertiente Aguajan	Riego	0.38	2861
Carvajal Poveda Justo Aníbal	Vertientes De Aguajan/Acequia Sin Nombre	Termales	6.760	2840
Naranjo Lalama Fernando	Vertiente Aguajan	Turístico	4.75	2861
Naranjo Lalama Fernando	Vertiente Aguajan	Uso Doméstico	0.42	2861
Junta Parroquial De Pasa	Vertientes La Playa A Y B	Uso Doméstico	4.500	3280
Cashabamba Segundo Abel Y Otros	Vertiente Sin Nombre/Cuneta Derecha De La Carretera Pasa Tilivi	Uso Doméstico	0.220	3294
Moradores Del Caserio Quindivana	Vertiente Canis Quindivana	Uso Doméstico	0.900	2838

Comunidad Llullalo	Vertiente Cashapotrero/Acequia Comunidad Llullalo	Uso Doméstico	0.810	3200
Comité Pro Agua Potable Comuna Tilivi Y Mogato	Vertientes Tiungopamba Y Potrero Uco	Uso Doméstico	3.450	3950
Junta Administradora Del Sector Casha Potrero	Vertiente Cashapotrero - Cuatro Esquinas	Uso Doméstico	0.700	3350
Guamán Cesar Augusto Y Otros	Vertiente Illapa V1, V2, V3	Uso Doméstico	0.500	3350
Comunidades Siguitag, Pungoloma, Castillo Cajamarca	Vertientes Colesyacu Y Tingo/Acequia Comunidad Siguitag	Uso Doméstico	1.850	4080
Caserio Quishuar Yerbabuena	Vertiente Quishuar Yerbabuena/Acequias Quishuar - Yerbabuena 1 Y 2	Uso Doméstico	0.470	3150
Moradores Del Barrio Lirio La Dolorosa De La Parroquia Pasa	Vertientes Llugllipamba/El Lirio	Uso Doméstico	1.300	3320
Consejo Provincial De Tungurahua / Parroquia Pasa	Vertiente Llanhuga N°1	Uso Doméstico	2.200	3200
Consejo Provincial De Tungurahua / Miembros De La Comuna La Libertad	Vertientes Tilipamba	Uso Doméstico	0.600	3265
Barrio Cuti San Vicente	Vertiente Quishuar Hierba Buena	Uso Doméstico	0.100	3200
Junta Administradora De Agua Potable Sector 4 Esquinas Pasa	Vertiente Tasanleo Santo Suelo 1	Uso Doméstico	1.700	3440
Comunidad San José De Mogato	Vertiente Jalusa N°1	Uso Doméstico	1.600	3950
Chamba Chango Mariano	Vertiente Pogyo Uco	Uso Doméstico	0.017	3427

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022)

Tabla 9
Caudales del Río Sachapamba

Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua				
Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental				
Programa Aguas y Cuencas de Tungurahua				
Aforador: Ángel Toalombo				
Subcuenca:	Concesionario: Directorio de Aguas			
Chimborazo				
Microcuenca:	Punto de aforo:			
Chimborazo				
Código Pfafstetter:	Coordenadas Punto de aforo:			
Código Pfafstetter:	Coordenadas Punto de aforo: M 0749265: 9864837			
Fuente 1:	Altura: 3745			
Fuente 2:	Caudal concesionado F2: xx l/s			
Fuente 3:	Caudal concesionado F3: xx l/s			
ANGEL				
RESP TOALOMBO				
Río:	Sachapamba			
N° de Aforos	Caudal aforado Q (l/s)	Estado del tiempo	Fechas	Método de medición / Observación
	138	Sombra	28/2/201 9	Aforos con ADC
	83	Sombra	20/3/201 9	Aforos con ADC
	377	lluvia	12/6/201 9	Aforos con ADC
	244	soleado	11/7/201 9	Aforos con ADC
	223	Sombra	21/8/201 9	Aforos con ADC

		25/10/20	Aforos con
326	Sombra	19	ADC
		28/11/20	Aforos con
180	Sombra	19	ADC
		11/3/202	Aforos con
84	Sombra	0	ADC
		28/8/202	Aforos con
121	sombra	0	ADC
		23/10/20	Aforos con
80	soleado	20	ADC
		11/12/20	Aforos con
112	sombra	20	ADC

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022)

Tabla 10
Caudales del Rio el Tingo

Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua	
Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental	
Programa Aguas y Cuencas de Tungurahua	
Aforador: Ángel Toalombo	
Subcuenca: Chimborazo	Concesionario: Directorio de Aguas
Microcuenca: Chimborazo	Punto de aforo:
Código Pfafstetter:	Coordenadas Punto de aforo: M 0749202
Código Pfafstetter:	Coordenadas Punto de aforo: 9863482
Fuente 1:	Altura: 3750
Fuente 2:	Caudal concesionado F2: xx l/s
Fuente 3:	Caudal concesionado F3: xx l/s
ANGEL	
RESP TOALOMBO	

Rio:		El Tingo		
N° de Aforos	Cauda aforado Q (l/s)	Estado del tiempo	Fechas	Método de medición / Observación
			28/2/201	Aforos Con
	80	Sombra	9	ADC
			20/3/201	Aforos Con
	34	soleado	9	ADC
			12/6/201	Aforos Con
	167	lluvia	9	ADC
			11/7/201	Aforos Con
	78	soleado	9	ADC
			21/8/201	Aforos Con
	84	Sombra	9	ADC
			25/10/20	Aforos Con
	140	Sombra	19	ADC
			28/11/20	Aforos Con
	50	soleado	19	ADC
			11/3/202	Aforos Con
	54	Sombra	0	ADC
			28/8/202	Aforos Con
	70	Sombra	0	ADC
			23/10/20	Aforos Con
	40	soleado	20	ADC
			11/12/20	Aforos Con
	51	sombra	20	ADC

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022)

Tabla 11
Caudales del Rio Pumahua

Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua				
Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental				
Programa Aguas y Cuencas de Tungurahua				
Aforador: Ángel Toalombo				
Subcuenca:	Concesionario: Directorio de Aguas			
Chimborazo				
Microcuenca:	Punto de aforo:			
Chimborazo				
Código Pfafstetter:	Coordenadas Punto de aforo: M 0750290			
Código Pfafstetter:	Coordenadas Punto de aforo: 9863620			
Fuente 1:	Altura: 3632			
Fuente 2:	Caudal concesionado F2: xx l/s			
Fuente 3:	Caudal concesionado F3: xx l/s			
ANGEL				
RESP TOALOMBO				
Rio:	Pumahua			
N° de Aforos	Caud aforado Q (l/s)	Estado del tiempo	Fechas	Método de medición / Observación
	147	Sombra	28/2/20 19	Aforos con ADC.
	33	Sombra	20/3/20 19	Aforos con ADC.
	xxxx	lluvia	12/6/20 19	Aforos con ADC.

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022)

Tabla 12
Datos de Precipitaciones

Año	16-ene	16-feb	16-mar	16-abr	16-may	16-jun	16-jul	16-ago	16-sep	16-oct	16-nov	16-dic
01/07/2013								40.4	30.2	73.4	24.7	35.2
01/07/2014	31.9	35.1	40.2	54.6	113.0	167.0	13.9	122.0	53.2	71.2	84.3	71.4
01/07/2015	108.0	64.2	99.3	86.5	87.2	212.0	200.0	77.0	34.3	85.3	63.5	49.6
01/07/2016	52.1	90.7	105.0	163.0	86.1	233.0	74.8	53.3	74.9	44.5	49.6	43.9
01/07/2017	112.0	65.3	165.0	95.1	70.5	84.2	145.0	64.6	40.3	96.5	90.0	104.0
01/07/2018	83.0	60.5	50.0	115.0	150.0	132.0	97.0	111.0	51.6	20.0	117.0	74.9
01/07/2019	118.0	71.8	97.2	57.5	119.0	198.0	116.0	115.0	43.0	90.0	65.2	113.0
01/07/2020	122.0	90.9	53.0	81.3	142.0	131.0	123.0	59.2	79.2	59.1	95.1	89.7
01/07/2021	73.8	66.6	131.0	113.0	136.0	181.0	153.0	71.1	80.3	90.1	113.0	79.5
01/07/2022	50.2	27.0	71.7	95.2	30.9	119.0	155.0	3.9				

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos y conservación ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022)

3.1.4 Análisis y sistematización de datos.

3.1.4.1 Análisis y sistematización de datos disponibles.

- **Datos del departamento de recursos hídricos y conservación ambiental**

Los datos corresponden a tres ríos principales de la parroquia Pasa; río Sachapamba Tabla 8, Río el Tingo Tabla 9, Río Pumahua Tabla 10, estos son aforados por el HGPT, el periodo de aforo es desde el 2019 hasta el 2020.

La Tabla 9, correspondiente al Río Sachapamba en el periodo 2019 – 2020, fue aforado 11 veces en el cual se obtuvieron diferentes medidas de caudales. En el que se observa la época de avenida y estiaje. El Río el Tingo, Tabla 10, se encuentra a una altura de 3750 msnm, el periodo que fue aforado es desde febrero del 2019 hasta diciembre del 2020 dando un total de 11 mediciones en el periodo de 2 años. El Río Pumahua tiene tan solo 3 aforos siendo desde febrero hasta marzo del 2019, se encuentra a una altura de 3632 msnm.

La Tabla 12, corresponde a los datos de precipitaciones de la estación HGPT-MT-01 - Embalse Chiquiurcu cuenta con las coordenadas X = 9866064, Y = 743787 a 3875 msnm, con un periodo de datos desde el 2013 hasta el 2022 siendo un periodo de 10 años.

En la Tabla 13 se encuentran la información anual promediada y sumada de cada río de la zona de estudio.

Tabla 13
Caudales anuales de la parroquia rural de Pasa

Caudales anuales de la Parroquia de Pasa	
Ríos	l/s
Sachapamba	179
Tingo	77
Pumahua	90
Total	346

- **Datos obtenidos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica**

La parroquia rural de Pasa cuenta con ocho usos de agua, Tabla 13, siendo riego la actividad que más consume con un total de 294.31/s, dando un total de 533.95l/s de uso total en la zona, luego se encuentra el agua potable con un total de 122.17l/s y para hidroeléctrica un total de 84l/s.

Tabla 14
Usos del agua de la parroquia rural de Pasa

Usos De Agua	L/S
Agua potable	122.17
Hidroeléctricas	84.00
Industria	0.08
Piscícola	0.54
Riego	294.31
Termales	6.76
Turístico	4.75
Uso doméstico	21.34
Total	533.95

3.1.4.2 Completación de datos

Los datos se obtuvieron de la estación hidrológica H0763 - QDA. Mulacorral Aj Calamaca. Ubicada en las coordenadas latitud -1,246944, longitud -78,828056, altitud 3430 m.s.n.m. Se determino el periodo de datos desde 1997 hasta el 2014, dando un total de un rango de 17 años de datos.

Los datos faltantes corresponden al 92% por lo que se utilizó el método de la media aritmética para poder completarlos. Tabla 15. Contiene los datos ya completados de la estación H0763 - Mulacorral - Calamaca.

Tabla 15*Datos completados de la estación H0763*

ID	año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
H0763	1997	0.33	0.54	0.65	0.67	1.05	0.47	0.95	0.66	0.58	0.35	0.62	0.64
H0763	1998	0.39	0.39	0.41	0.51	0.65	1.29	1.42	0.62	0.33	0.30	0.41	0.20
H0763	1999	0.39	0.68	0.74	1.02	0.85	0.62	0.73	1.09	0.52	0.36	0.47	0.11
H0763	2000	0.28	0.70	0.91	0.63	1.12	1.13	1.11	0.70	0.58	0.41	0.20	0.20
H0763	2001	0.23	0.25	0.27	0.50	0.46	2.00	1.38	1.16	0.78	0.45	0.42	0.47
H0763	2002	0.44	0.49	0.72	1.33	1.53	1.24	1.86	1.21	0.43	0.35	0.89	0.45
H0763	2003	0.24	0.27	0.28	0.42	1.28	1.32	1.20	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
H0763	2004	0.70	0.70	0.70	0.70	0.78	1.66	0.86	0.86	0.44	0.29	0.34	0.50
H0763	2005	0.22	0.30	0.76	1.17	0.63	1.01	0.82	0.44	0.34	0.23	0.26	0.49
H0763	2006	0.33	0.66	0.33	0.53	0.60	1.06	0.87	0.54	0.52	0.50	0.84	0.91
H0763	2007	0.83	0.42	0.23	0.45	0.86	2.01	0.81	0.81	0.84	0.36	0.80	0.93
H0763	2008	0.97	1.16	1.03	0.96	0.49	0.78	1.23	0.92	0.79	0.64	0.69	0.46
H0763	2009	0.75	0.76	0.53	0.53	0.58	1.24	1.34	0.60	0.66	0.70	0.57	0.40
H0763	2010	0.29	0.46	0.46	0.31	0.37	0.77	0.95	0.70	0.70	0.70	0.70	0.73
H0763	2011	0.52	0.74	0.50	0.69	0.79	0.90	1.51	0.63	0.58	0.58	0.64	0.79
H0763	2012	0.93	1.11	1.09	0.93	0.52	0.70	0.95	0.92	0.62	0.42	0.35	0.28
H0763	2013	0.38	0.69	0.79	0.75	0.61	0.75	0.88	0.95	0.59	0.64	0.55	0.54
H0763	2014	0.59	0.56	0.53	0.70	0.70	0.70	1.31	1.18	1.22	0.70	0.70	0.70

3.1.5 Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce como porcentaje de los recursos de agua dulce disponibles.

Para el cálculo del porcentaje del nivel de estrés hídrico se considera la fórmula:

En donde tenemos TFWW, TRWR, EFR:

Datos:

$$TRWR = 443.75$$

$$TFWW = 533$$

$$EFR = 0.70$$

Se reemplazan valores.

$$\text{Estrés Hídrico (\%)} = \frac{TFWW}{TRWR - EFR} * 100$$

$$\text{Estrés Hídrico (\%)} = \frac{533}{443.05 - 0.70} * 100$$

$$\text{Estrés Hídrico (\%)} = 121\%$$

El porcentaje de estrés hídrico de la parroquia Pasa es da como resultado un total de 121%. Lo que conlleva a un excedente del 100% a su vez representa que está sometido a un nivel crítico de estrés.

3.1.5.1 Cálculo de los recursos renovables totales de agua dulce.

Para el cálculo de los recursos renovables totales de agua dulce se refieren a la cantidad máxima teórica anual de agua dulce renovable que se dispone, se empleó:

Datos:

$$IRWR = 97.75$$

$$ERWR = 345.30$$

Reemplazamos en la fórmula

$$TRWR = IRWR + ERWR$$

$$TRWR = 97.75 + 346$$

$$TRWR = 443.05$$

Los recursos renovables anuales renovables de la zona de estudio son de 443.05l/s.

3.1.5.1.1 Cálculo de los recursos renovables internos.

Para el cálculo de los recursos renovables internos se aplicó la fórmula de los recursos renovables internos y obtenemos:

Datos:

$$SW_P : 97.05 \text{ mm/año}$$

$$Q_{OUT} : 0.70 \text{ l/s}$$

Aplicamos los datos obtenidos a la fórmula

$$IRWR = SW_P + GW_R - (Q_{OUT} - Q_{IN})$$

$$IRWR = 97.05 + 0 - (0.70 - 0)$$

$$IRWR = 97.05 + 0.70$$

$$IRWR = 97.75$$

Los recursos renovables internos de la zona de estudio son de 97.75 mm/año

3.1.5.1.2 Cálculo de los recursos hídricos renovables externos.

El cálculo de los recursos renovables externos corresponde a que se representan la parte de los recursos hídricos renovables anuales promedio a largo plazo de una zona que no se generan en la zona, o país.

Datos:

$$SW_{PRL} : 346 \text{ l/s}$$

$$SW_{OUT} : 0.70 \text{ l/s}$$

Reemplazamos en la fórmula

$$ERWR = SW^1_{IN} + SW^2_{IN} + SW_{PRL} - SW_{OUT} + GW_{IN}$$

$$ERWR = 0 + 0 + 346 - 0.70 + 0$$

$$ERWR = 345.30 \frac{l}{s}$$

La recarga anual de agua largo plazo que se genera en la zona son de 345.30l/s.

3.1.5.2 La extracción total de agua dulce (TFWW).

La extracción total de agua dulce es la sumatoria de todos los usos de agua Tabla 13. Dando como resultado una extracción total de 533.95 l/s de agua.

$$TFWW= 533$$

La extracción total de agua dulce de la zona de estudio corresponde a un total de 533l/s de todas las actividades correspondientes.

3.1.5.3 Requisitos de caudales ambientales (EFR).

El caudal ecológico se lo determinó con la metodología de Tennant con la estación H0763, dando un caudal ecológico de 0.70 l/s., correspondiente al valor de los requisitos de caudales ambientales.

Tabla 16
Caudal ecológico

Meses	Q medio	Bueno (20-30%)	Excelente (30-50%)	Excepcional (40-60%)	Mínimo
E	0.49	0.15	0.24	0.29	0.05
F	0.60	0.18	0.30	0.36	0.06
M	0.61	0.18	0.30	0.36	0.06
A	0.71	0.21	0.36	0.43	0.07
M	0.77	0.23	0.39	0.46	0.08
J	1.09	0.22	0.34	0.44	0.11
J	1.12	0.22	0.24	0.45	0.11
A	0.82	0.16	0.19	0.33	0.08
S	0.62	0.12	0.14	0.25	0.06
O	0.48	0.10	0.17	0.19	0.05
N	0.56	0.11	0.16	0.23	0.06
D	0.53	0.11	0.21	0.21	0.05
	0.70				

$$EFR= 0.70 \text{ l/s}$$

Los requisitos de caudales ambientales se lo calculo por el método Tennant que dio como resultado 0.70l/s siendo este el caudal medio.

3.2 Análisis y discusión de resultados

El porcentaje de nivel de estrés hídrico en el Ecuador representa en un total de 6.78%, lo cual es un nivel bajo o sin estrés hídrico. A su vez los caudales ecológicos tienen un total 296.2 m³/año siendo este acorde a los criterios del método Tennant los ríos del país poseen niveles aptos para el desarrollo de la vida. Por otro lado, el agua liberada para diferentes fines es igual a 9,9158 m³/año, que es el volumen anual que utiliza la población para satisfacer todas las necesidades, que es la cantidad de recursos renovables que se reincorporan al ciclo hídrico son de 442.4 m³/año. (ONU, 2021).

El de porcentaje de estrés hídrico determinado con la metodología de las ODS, corresponde a un total de 121% siendo un nivel crítico (Figura 2) en la zona de estudio. Según a la FAO y la ONU, la zona rural estará sometida bajo estrés hídrico y se presentará problemáticas por el uso ineficiente del recurso. Puesto que este análisis se lo realizo en la parroquia rural de Pasa se obtuvo el nivel crítico. Acertando el criterio planteado por las dos organizaciones internacionales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El área de estudio es la parroquia Pasa del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua, cuenta con un crecimiento demográfico y poblacional acorde a los PDOT, del 2015 al 2019 la superficie aumento de 4884 ha a 5089.88 ha, de 7104 habitantes a 7631 en los últimos 4 años. A demás la parroquia se encuentra situada a una altitud de 2800 msnm hasta los 4400 msnm, los principales productos que se producen en esta área son la papa, cebolla, zanahoria. Cuenta con 3 vertientes principales que son aforadas por el HGPT las cuales son el Rio Sachapamba, El Tingo y el Rio Pumahua.
- La metodología que se aplicó corresponde a los objetivos de desarrollo sostenible establecida por la ONU, para la estimación del porcentaje de estrés hídrico en países, regiones, provincias, cantones y parroquias. Este método hace énfasis en la recolección de datos anuales de caudales que se generan en el área de estudio, usos de agua, como también valores de precipitaciones y a su vez del caudal ecológico. Estos datos son relacionados entre los usos de agua con el agua total generada para el posterior calculo con la formula del porcentaje de estrés hídrico.
- El porcentaje de nivel de estrés hídrico en la parroquia de pasa provincia de Tungurahua, corresponde a un total del 121%. El cual se obtuvo con los datos proporcionados por el HGPT, y el MAATE. Acorde a la Figura 2, el área de estudio presenta un porcentaje de nivel crítico de estrés hídrico, al uso ineficiente del recurso agua ya que cuenta con cinco usos principales del recurso, siendo riego la actividad a la que más está destinada dando un total de 294.31 l/s.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las personas naturales o jurídicas para la recopilación de datos públicas para una futura determinación de análisis de estrés hídrico. Reforzar sus oficios con la normativa nacional vigente que garantice el acceso a los mismos con la finalidad de disminuir los tiempos de entrega y socialización de los datos pertinentes.
- Se recomienda al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua y al GAD de Ambato aplicar la metodología de las ODS con la finalidad de estimar a que porcentaje está sometida la provincia, el cantón y poder tomar las alternativas adecuadas.
- Se recomienda al GAD de la parroquia rural de Pasa, fortalecer la tecnificación de la agricultura con la finalidad de optimizar el recurso agua en la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A. (2017). *Validación Numérica De La Cuantificación Del Transporte De Sedimentos*. Repositorio de la Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28549/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>
- Alarcón, I. (2018). *En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región*. <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuadorgasto-agua-cifras-latinoamerica.html>
- Álvarez, O. (2022). *Concepto de Agua*. <https://concepto.de/agua/>
- AMBIENTUM, (2022). Usos del agua. https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/ usos_de_l_agua.asp
- Andrade, A. (2016). *Monografía De La Cuenca Del Río Napo En Su Parte Ecuatoriana*. Nueva España.
- AQUAE, (2010). La escorrentía: un proceso clave en el ciclo del agua. Aquae ODS <https://www.fundacionaquae.org/wiki/escorrentia/#:~:text=Existen%20diferente%20tipos%20que%20van%20desde%20la%20superficial%2C%20hipod%3A9rmica%20y%20subterr%3A1nea.&text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%2C%20Pesca,para%20evaluar%20los%20recursos%20h%C3%ADdricos>.
- Armijos, E. (2010). *Determinación de caudales ecológicos*. España.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica Y Aplicada*. Grupo de Investigación en transporte y Sedimentos.

- Benavides, H. (2019). *¿En Ecuador donde se concentra la mayor demanda de agua? ¿Es realmente en el sector agrícola? Dialoguemos La academia en la comunidad.* <https://dialoguemos.ec/2019/05/en-ecuador-donde-seconcentra-la-mayor-demanda-de-agua-es-realmente-en-el-sector-agricola/>
- Bozoğlu, M., Ceyhan, V., Cinemre, H. A., Demiryürek, K., & Kiliç, O. (2007). *Important factors affecting trout production in the Black Sea Region, Turkey.* Czech Journal of Animal Science, 52(9), 308–313.
- Castillo, L. (2010). *Parámetros de costos: diseño y aplicación.* México: Limusa.
- FAO, (2022). *Indicador 6.4.2 - Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles.* <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/642/es/>
- Fernandes, A. (2021). *Qué es el ciclo del agua y cuáles son sus etapas.* Ciencia.
- Gunther, M. (2011). *El agua: como un recurso natural renovable.* Trillas
- Guerrero, M., Schifter, I. (2011). *La huella del agua.* Fondo de cultura Económica
- Infante, P., Salomón, M., Guisasola, L., Rodríguez, S., & Delgado, J. (2018). *Caudales ecológicos en el Río Grande.* https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/11289/infante.pdf
- INAMHI, (2018). *Pronostico Cuantitativo espacial y puntual de la Precipitación para Ecuador con uso del modelo WRF.*
- JAPAC, (2016) *El agua dulce puede provenir de diferentes fuentes sobre la Tierra.* Agua y salud para todos. <https://japac.gob.mx/2016/04/01/cuales-son-las-cuatro-fuentes-de-agua-dulce/>

- Lanza Espino, G., Salinas Rodríguez, S. A., & Carbajal Pérez, J. L. (2014). *Cálculo del flujo ambiental como sustento para la reserva de agua al ambiente del río Piaxtla, Sinaloa, México*. Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, 87, 25–38.
- Maestu, A. (2007). *El agua en la economía española: situaciones y perspectivas*. Madrid.
- Ochoa, S. (2009). *Ecuador: Emergencia por déficit hídrico - Informe de Situación No. 3*. <https://reliefweb.int/report/ecuador/ecuador-emergencia-por-d%C3%A9ficit-h%C3%ADdrico-informe-de-situaci%C3%B3n-no-3>
- ONU, (2015). *GEMI – Monitoreo Integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 - Metodología de monitoreo paso a paso para el Indicador 6.4.2*. FAO
- ONU, (2018). *El agua y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*
- ONU, (2021). *Progresos en el nivel de estrés hídrico – Estado mundial y necesidades de la aceleración del indicador 6.4.2 de los ODS*. ONU-Agua, 2022
- Palacios, C. (2019) *Economic Analysis Of Services And Uses Of Water In Ecuador*. Universidad de Alcala
https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/42152/TFM_Palacios_Carranza_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=
- Pareja, D. (2017). *Análisis económico de los servicios de agua en la República de Panamá*. Universidad de Alcalá y Universidad de Rey Juan Carlos
- PDOT, (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial – Tungurahua, Ambato, Pasa 2015-2019*. GAD Parroquial.

- PDOT, (2015). *Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial – Tungurahua, Ambato, Pasa 2019-2023*. GAD Parroquial.
- Puma, I. (2019). *¿Estrés hídrico: nos estamos quedando sin agua??* Fundación UNAM.
- Rodríguez Torres, S., & Gómez Balandra, M. A. (2013). *Caracterización del régimen de caudal natural para la asignación del agua en la cuenca del Río Verde, Oaxaca, México*. Aqua-LAC, 5(1), 70–83.
- Samboni, N., Carvajal, Y., Escobar, J. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. Revista Ingeniería e Investigación. Vol 27 (3). 1-10.
- Sharafati, A., & Pezeshki, E. (2019). *A strategy to assess the uncertainty of a climate change impact on extreme hydrological events in the semi-arid Dehbar catchment in Iran*. Theoretical and Applied Climatology, 139(1), 389–402.
- SENAGUA, (2012). *El agua en el Ecuador*. Ecuador.
- SENAGUA, (2015). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador*. Ecuador
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Bogotá: Universidad de Medellín
- SOT, (2021) *El PDOT, qué es, cómo y cuándo formularlo*. <https://www.sot.gob.ec/noticia/el-pdot%2C-que-es%2C-como-y-cuando-formularlo/1724/esp#:~:text=Este%20plan%20sirve%20para%20definir,de%20cada%20uno%20es%20particular.>
- Taborda, A. (2015). *La disponibilidad de agua en las ciudades*. BID-Mejorando Vidas

UNESCO, (2012). La disponibilidad del agua en el Ecuador. <https://agua-ecuador.blogspot.com/2012/03/iniciamos-este-blog-para-compartir.html#:~:text=La%20disponibilidad%20del%20agua%20en,habitante%2Fa%C3%B1o%20>

UNAM, (2018). *Evaluación de las mediciones de lluvia en la Ciudad de México utilizando la red de disdrómetros y su comparación con respecto a la red de pluviómetros de balancín*. Ingeniería del agua.

Valdivieso, A. (2022). *Ciclo del agua*. IAGUA.

WWF, (2010). *Caudal ecológico, Agua Salud al ambiente, agua para la gente*. http://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf

ANEXOS

Entrega de Datos por parte de la junta de agua las Coronarias



Documento de agua concesionada

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA

competente para conocer y resolver esta clase de procesos, de conformidad con las competencias establecidas en el instrumento jurídico Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del Ministerio del Ambiente y Agua, emitida mediante acuerdo ministerial No. MAAE-2020-011 de fecha 06 de julio del 2020, en concordancia con el Art. 123 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.- **SEGUNDO.**- A fojas 4 de los autos consta la copia de resolución que se encuentra caducada en el que se le otorgo el caudal de 84,00 l/s, permanente. A fojas 14 a 73 del proceso consta el catastro actualizado que adjunta.- **TERCERO.**- A fojas 109 a 117 del proceso consta el informe técnico emitido por el Ing. Manuel Oñate Villarruel, funcionario del Centro de Atención al Ciudadano de Ambato, constante del memorando No. SDHP.18.2-2020-0131-M, de fecha 27 de mayo 2020, del mismo se desprenden los siguientes aspectos técnicos: 1.- El área de terreno que disponen para los diez sectores conforme se detalla en el catastro unificado actualizado resulta ser superior al caudal que tienen autorizado, por lo que al momento el agua no alcanza para satisfacer al 100% el riego porque resulta ser deficitario.

LISTADO DE USUARIO ACEQUIA CORONARIAS UNIFICADAS

ORDEN	SECTOR	AREA HAS.	BENEFICIARIOS
1.-	Llulalo	123,05	1171
2.-	Mogato	214,71	281
3.-	Pucacho	113,4	108
4.-	Pucaloma	108,94	141
5.-	Tilivi	31,69	145
6.-	Castillo Tercera	34,621	87
7.-	Castillo Cuatro Barrios	49,43	100
8.-	Cuatro Esquinas	13,53	31
9.-	Pasa Centro	15,13	43
10.-	Playa Pucará	43,15	132
		775,521	1211

El caudal de demanda hídrica que se requiere para atender el pedido según el cuadro de Izo líneas de evapotranspiración, relación de altura dotación, según la fórmula de Blaney y Criddle, se establece como dotación 0.40 l/s, considerando el área de terreno de los solicitantes que justifican es de 775,521 hectáreas. Por lo que su necesidad hídrica resulta ser las siguientes: $RH = 0.32 \times 775,521 = 248,16$ l/s. Por consiguiente, existe un

Recepción del Oficio de Solicitud de Datos



Socialización para la entrega de Datos. Técnico del Ministerio de Agua y Transición de Ecológica.



Socialización para la entrega de los Planes De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial



Entrega de datos de Caudales de la parroquia Pasa.



Estribaciones del cerro Casahuala.

