



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CENTRO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN SILVICULTURA. MENCIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÁSTER EN
SILVICULTURA, MENCIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES**

INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE AGUA DE UN ECOSISTEMA BOSQUE ANDINO EN EL SUR DEL ECUADOR

AUTOR: Luis Fernando Díaz Ordóñez


DIRECTOR: Dr. C. Ricardo Vinicio Abril Saltos, Ph.D

**Puyo – Ecuador
2018**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, LUIS FERNANDO DIAZ ORDOÑEZ con cédula de identidad 1104726607, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado: “INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE UN ECOSISTEMA BOSQUE ANDINO EN EL SUR DEL ECUADOR”, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación y Desarrollo son de exclusiva responsabilidad del autor; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.



LUIS FERNANDO DIAZ ORDOÑEZ

C.I. 1104726607

AUTOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

Departamento de Posgrado

AVAL

Quien suscribe Dr. Ricardo Abril Satos PhD, Director del trabajo de titulación, modalidad Proyecto de innovación titulado: “INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE UN ECOSISTEMA BOSQUE ANDINO EN EL SUR DEL ECUADOR” a cargo del Ing. Luis Fernando Diaz Ordoñez egresado de la primera cohorte de la Maestría en Silvicultura, mención manejo y conservación de recursos forestales de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de innovación para que sea presentado ante la Dirección de Posgrado como forma de titulación como Magíster en Silvicultura, mención Manejo y conservación de recursos forestales y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 30 días del mes de octubre del 2018.

Atentamente,

Dr. Ricardo Abril Saltos, Ph.D

DIRECTOR DE TESIS

DOCENTE TITULAR UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



Oficio No. 054-IL-UEA-2018

Puyo, 15 de noviembre de 2018

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente al ING. LUIS FERNANDO DÍAZ ORDÓÑEZ, con C.I. 1104726607, con el Tema: **"INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE UN ECOSISTEMA BOSQUE ANDINO EN EL SUR DEL ECUADOR "**, de la Maestría en Silvicultura, Mención Manejo y Conservación de Recursos Forestales, Director de proyecto DR. Ricardo Abril, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 1%, Informe generado con fecha 7 de noviembre de 2018 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

**EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO CERTIFICA QUE:**

El presente trabajo: **INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE AGUA DE UN ECOSISTEMA BOSQUE ANDINO EN EL SUR DEL ECUADOR**, bajo la responsabilidad del egresado señor LUIS FERNANDO DÍAZ ORDÓÑEZ, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....
Dr. C. Yoel Rodríguez, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Dr. C. Carlos Bravo, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Dra. C. Dunia Chávez, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco por todo lo dado, lo que me está dando y lo que me dará a Dios, porque cada acontecimiento en mi vida tiene su momento adecuado, Gracias!!!

Agradezco a mi madre, razón de inspiración de vida; a mis hermanos, mis acompañantes de vida; a mi familia y amigos que siempre han estado cuando los he necesitado.

Un agradecimiento especial al Dr. Ricardo Abril, director de mi Proyecto de Investigación y al Dr. Yudel García, Coordinador de la Maestría en Silvicultura, les agradezco por el apoyo brindado en el desarrollo de la maestría y la elaboración de mi proyecto de Investigación, gracias por la confianza depositada en mí.

Un agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica y a los docentes de la Maestría en Silvicultura, mención manejo y conservación de recursos forestales, agradezco por los conocimientos impartidos y por las condiciones realizadas para poder generar capacidades profesionales y personales en sus maestrantes.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El avance de la frontera agrícola disminuye las coberturas de bosque que sirven como zonas de recarga hídrica para abastecer de agua de consumo humano. El objetivo de investigación fue determinar la influencia de la cobertura vegetal en el caudal de cuatro captaciones en la parroquia Pózul. Se caracterizó la cobertura vegetal usando parámetros ecológicos, índices de diversidad Shannon y de similitud de Sorensen. Las variables climáticas fueron obtenidas de estaciones meteorológicas cercanas; el caudal se determinó con el método volumétrico. Se determinó el número de curva en condición II de humedad y la infiltración del suelo. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa InfoStat y se usó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre el caudal y las diferentes variables.

El área de las cuatro zonas de recarga hídrica es de 51 ha. La cobertura vegetal predominante en las cuatro zonas es el pastizal con 46 % de la superficie, seguido por el bosque con 38 % y el matorral con 16 %. Los tres tipos de cobertura son afectados con pastoreo extensivo, extracción de madera y leña. El caudal de agua mínimo se presentó en noviembre con 3,23 l/seg y el máximo en abril con 6,60 l/seg, generando un caudal promedio de 4,3 l/seg. El caudal de las zonas de recarga hídrica no muestra una relación directa con la superficie de la cobertura boscosa. El coeficiente de Pearson no halló una relación significativa entre el caudal de agua y las variables de precipitación e infiltración del suelo, presentando valores desde -0,01 hasta -0,118.

Cobertura vegetal, caudal, precipitación, captaciones de agua, suelo.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The advance of the agricultural frontier reduced the amount of water for human consumption. The objective of the research was to determine the influence of plant cover on the flow of four captures in the Pózul parish. The vegetation cover was characterized using ecological parameters, Shannon diversity indices and Sorensen similarity. The climatic variables were obtained from nearby meteorological stations; the flow was determined with the volumetric method. The curve number in condition II of humidity and infiltration of the soil was determined. The statistical analyzes were performed with the InfoStat program and the Pearson correlation coefficient was used to determine the relationship between the flow and the different variables. The area of the four water recharge zones is 51 ha. The predominant vegetation cover in the four zones is the pasture with 46% of the surface, followed by the forest with 38% and the scrub with 16%. The three types of cover are affected with extensive grazing, extraction of wood and firewood. The minimum water flow was presented in November at 3.23 l / sec and the maximum in April at 6.60 l / sec, generating an average flow of 4.3 l / sec. The flow of the water recharge zones does not show a direct relationship with the surface of the forest cover. The Pearson coefficient did not find a significant relationship between water flow and the variables of precipitation and soil infiltration, presenting values of -0.01 to -0.118.

Plant cover, flow, precipitation, water harvesting, soil.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Las coberturas vegetales y su relación con los caudales de agua	4
2.2. El cambio climático y su influencia en la disponibilidad de agua.....	7
2.3. Humedad e infiltración del suelo para establecer la condición hidrológica d terreno	7
2.3.1. Estimación del número de la curva en condiciones precedentes a humedad	12
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Localización.....	14
3.2. Clasificación de ecosistemas	15
3.3. Tipo de Investigación.....	15
3.4. Métodos de investigación	15
3.4.1. Variables utilizadas.....	16
3.4.2. Diseño experimental	16
3.4.3. Recolección, sistematización y análisis de datos	18
3.5. Recursos humanos y materiales utilizados en la investigación	25
3.5.1. Recursos humanos	25
3.5.2. Materiales utilizados.....	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Caracterización de la vegetación, suelo y factores climáticos.....	26
4.1.1. Variables Climáticas	27
4.1.2. Caudal de agua	29
4.1.3. Composición Florística y parámetros ecológicos.....	30
4.2. Relación entre la vegetación, suelo, factores climáticos y la disponibilidad del caudal de agua.....	36
4.2.1. Relación entre precipitación y caudal de agua.....	36
4.2.2. Número de curva en condición II de humedad	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nomograma para determinar la condición hidrológica del terreno	10
Figura 2. Ubicación Geográfica del sitio en donde se realizó la investigación.....	14
Figura 3. Diseño para determinar la relación entre las variables climáticas, biológicas y edáficas	17
Figura 4. Aforo de caudales con el método volumétrico en las zonas de recarga uno y dos	19
Figura 5. Zonas de recarga hídrica que abastecen de agua de consumo a la parroquia San Juan de Pózul ubicadas en la parte media de la microcuenca del río Alamor.....	20
Figura 6. Dimensión de parcelas para el levantamiento de información florística	20
Figura 7. Fórmulas para determinar los parámetros ecológicos	22
Figura 8. Distribución de las zonas de recarga hídrica y sus coberturas vegetales	27
Figura 9. Promedio de temperatura anual de la zona de estudio de los últimos 20 años atrás	28
Figura 10. Promedio de humedad relativa de la zona durante los últimos 20 años atrás	28
Figura 11. Precipitación anual de la zona de estudio durante los últimos 20 años atrás.	29
Figura 12. Vista panorámica del estrato arbóreo de la zona de recarga dos.....	30
Figura 13. Índice de diversidad de Shannon de las cuatro zonas de recarga hídrica.....	31
Figura 14. Vista panorámica del matorral de la zona de recarga dos	34
Figura 15. Vista panorámica del pastizal de la zona de recarga uno.....	35
Figura 16. Relación entre la precipitación y el caudal de las cuatro zonas de recarga hídrica	36
Figura 17. Porcentaje de superficie por uso de la tierra en cada zona de recarga hídrica ...	37
Figura 18. Presencia de los horizontes A y B / Presencia de hojarasca en el estrato de bosque.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de suelo según su tasa mínima de infiltración.....	08
Tabla 2. Valores para la estimación del número de curva.....	11
Tabla 3. Condiciones de humedad del suelo en atención a las precipitaciones previas	12
Tabla 4. Conversión del número de curva de la condición II a las condiciones I y III.....	13
Tabla 5. Variables climáticas, biológicas, edáficas utilizadas en la investigación.....	16
Tabla 6. Interpretación usada para el índice de Shannon	22
Tabla 7. Interpretación usada para el índice de Sorensen.....	23
Tabla 8. Superficies de cada zona de recarga hídrica por tipo de uso de la tierra.....	26
Tabla 9. Caudal de las cuatro vertientes de las zonas de recarga hídrica	29
Tabla 10. Índice de similitud de Sorensen de la zonas de recarga uno y dos.....	32
Tabla 11. Índice de similitud de Sorensen de la zonas de recarga tres y cuatro.....	33
Tabla 12. Composición florística del estrato arbustivo o matorral de la zona de recarga uno	34
Tabla 13. Composición florística del estrato arbustivo o matorral de la zona de recarga dos	35
Tabla 14. Composición florística del estrato herbáceo o pastizal de la zona de estudio.....	36
Tabla 15. Superficies de cada zona de recarga hídrica por tipo de uso de la tierra.....	37
Tabla 16. Número de curva en condición II de humedad.....	38
Tabla 17. Análisis de correlación de Pearson entre las variables del caudal, variables climáticas y variables edáficas	40

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El suroccidente de la provincia de Loja se caracteriza por tener dos épocas marcadas de regímenes de lluvias; la época seca que va desde junio a enero y la época de lluvias que va desde abril a mayo (Aguirre, *et al.*, 2006).

Esta situación ha generado de manera tradicional la implementación de actividades productivas agrícolas y pecuarias de temporada o en secano en zonas que no tienen riego, la época seca dura de siete a ocho meses y la única fuente de provisión de agua para consumo humano y riego es aquella que se genera de los remanentes boscosos de las partes altas de estos ecosistemas (Vázquez, *et al.*, 2005).

En estos ecosistemas de transición (MAE, 2013) existen complejos procesos de intercambio que se desarrollan entre los sucesos de estímulo y de respuesta en la cuenca. Con esta investigación se pretende entenderlos de forma relativamente rápida con un análisis de correlación de variables, de aquí la importancia de promover el uso de metodologías que se acondicionen a las realidades y características de cada sitio. Se busca el efecto diferencial sobre el ciclo hidrológico de diferentes coberturas vegetales en la regulación de caudales.

Con los resultados de esta investigación se pretende generar herramientas prácticas y fundamentadas para los tomadores de decisiones y actores claves del territorio en manejo de recursos naturales. Que sirvan como sustento técnico antes de implementar proyectos de impacto ambiental como la conservación de recursos naturales, impactos sociales como la provisión de agua de consumo humano, económicos como la generación de oportunidades de emprender en proyectos de desarrollo local y científicos generando un base de datos que permita contrastar estos resultados con otros que se desarrollen en diferentes latitudes del país.

Sirven también como insumo para que instituciones estatales puedan incorporar este enfoque en sus diagnósticos y planificaciones como los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. La presente investigación se estableció en un ecosistema de transición entre el bosque seco y el bosque andino en el Suroccidente del Ecuador, en la parroquia San Juan de Pózul, cantón Celica, provincia Loja. La toma de datos de caudales se realizó desde el mes de septiembre del

2017 hasta el mes de julio del 2018, se analizó la disponibilidad del caudal en tres momentos: antes, durante y después de la época de lluvias, además de la capacidad de acumulación de agua de diferentes tipos de cobertura vegetal mediante pruebas estadísticas de relación y correlación entre variables.

El avance de la frontera agropecuaria es la principal problemática que enfrentan las coberturas boscosas en estos ecosistemas frágiles, están asociados al manejo sostenible de la tierra, cuando se implementan cultivos tradicionales de la zona en pendientes pronunciadas provocan la degradación de los suelos por erosión hídrica y eólica, en algunas zonas como aquellas en donde se cultiva maíz se suma a la problemática el arrendamiento de tierras, situación que agrava la degradación de los suelos ya que los arrendatarios tienen como necesidad obtener réditos económicos por la producción antes que el interés de conservar los recursos naturales.

Aunque las actividades productivas en estos ecosistemas son importantes para el desarrollo de un pueblo en las partes rurales del país, la prioridad del recurso hídrico es para el consumo humano.

En la sierra ecuatoriana y principalmente en la región sur del Ecuador la falta de investigaciones que provean de información accesible sobre esta problemática ha limitado que se desarrollen propuestas técnicas fundamentadas en estudios científicos para el manejo de zonas de recarga hídrica, hay experiencias sobre el pago por servicios ambientales en la provincia de Loja, sin embargo, necesitan ser reforzadas para fortalecer procesos de gestión que permitan canalizar recursos económicos nacionales y extranjeros para el manejo de estas zonas de recarga hídrica.

La mayoría de zonas pobladas de la provincia de Loja utilizan el agua de consumo humano proveniente de lugares altos y apartados de las zonas y pobladas e incluso desde otras microcuencas, esto ya es un problema también social que con el paso del tiempo si se sigue con esta problemática y tendencia desembocará en conflictos sociales, políticos económicos y ambientales dentro de las mismas jurisdicciones administrativas del país.

Se conoce poco sobre la capacidad de acumulación de agua de diferentes tipos de cobertura vegetal, forestal, pastos, matorrales, cultivos y otros, teniendo como insumo básico información

hidrológica de fácil obtención. Esta investigación busca establecer una línea base y generar insumos para modelar los escenarios futuros de disponibilidad de agua, que son cruciales para la toma de decisiones oportunas y la planificación en el manejo de recursos y el desarrollo socioeconómico de la región.

PROBLEMA CIENTÍFICO

El problema de la presente investigación es la falta de agua de consumo humano para abastecer del recurso a los habitantes de la parroquia San Juan de Pózul, para lo cual se estudió la relación y dinámica entre las diferentes variables climáticas, edáficas y biológicas de la zona con el caudal de agua que se genera de los remanentes boscosos.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hay una relación directa entre el porcentaje de la superficie boscosa dentro una zona de escurrimiento y la disponibilidad del caudal de agua de cuatro captaciones en un ecosistema de bosque andino en la parroquia Pózul, cantón Celica, provincia Loja.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la cobertura vegetal en el caudal de cuatro captaciones de un ecosistema de bosque andino en la parroquia Pózul, cantón Celica, provincia Loja.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar la cobertura vegetal, suelo y factores climáticos que influyen en la disponibilidad del caudal de cuatro captaciones que abastecen de agua para consumo humano en la parroquia San Juan de Pózul, cantón Celica, provincia Loja.

Establecer la relación que existe entre las características de cobertura, factores edafoclimáticos y la disponibilidad del caudal de cuatro captaciones que abastecen de agua para consumo humano en la parroquia San Juan de Pózul, cantón Celica, provincia Loja.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Las coberturas vegetales y su relación con los caudales de agua

En la actualidad un tema crítico y que cada vez toma mayor importancia para el desarrollo de la sociedad es la gestión del agua (Andrade y Ríos, 2014) para el abastecimiento del recurso hídrico de manera continua en calidad y cantidad.

Es reconocido el papel que cumplen las coberturas boscosas en la regulación de los caudales (Torres, *et al.*, 2010), sin embargo, la capacidad de regulación dependerá del tipo de uso de cobertura forestal (Patiño, *et al.*, 2007).

En la región sur occidental del Ecuador confluyen diferentes tipos de coberturas vegetales como bosques, plantaciones forestales, matorrales, pastizales y cultivos agrícolas, cada una de estas coberturas condiciona la capacidad hidrológica que tienen los suelos para absorber el agua afectando la magnitud y distribución temporal del caudal (Jobbágy, *et al.*, 2013).

La descarga media anual y estacional de una cuenca dependerá en primera instancia del patrón espacial y temporal de la precipitación y en segundo lugar de la interacción con otros factores tales como el uso y cobertura del suelo (Ej. forestal, pasto, urbano, etc.), topografía, suelo, elevación y tamaño de la cuenca (Reyes, *et al.*, 2002)

Una vez que se ha producido un cambio de uso de tierra a cualquier tipo de vegetación, especialmente al convertir la vegetación nativa a pastos o agricultura, hace que los procesos biofísicos que controlan el régimen hidrológico también cambien (Puchi, 2012; Bernal y Prado, 2015) y por lo tanto los servicios hidrológicos proporcionados por el ecosistema se degraden.

Al eliminarse la vegetación del bosque la cantidad del agua disminuirá debido a la erosión del suelo desprotegido; esto reducirá la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, lo cual provocará que los caudales base sean menores y duren menos tiempo (Quintero,

2010), el cambio de uso de suelo hace que además la calidad del agua a nivel físico-químico tenga alteraciones considerables (Auquilla y Jiménez, 2005)

Crespo, *et al.*, (2014) mencionan que el caudal de salida de una microcuenca cultivada es menor que de la cuenca con cobertura natural en un ecosistema de páramo. Estos efectos cobran una relevancia especial en áreas montañosas de regiones secas con temporadas puntuales de precipitaciones, dado su papel importante en la provisión de agua (Jobbágy, *et al.*, 2013).

Según Muñoz, *et al.*, (2015) los bosques de niebla desde el punto de vista hidrológico son importantes por sus rendimientos hídricos generalmente altos, producto de la combinación de altas entradas de precipitación, aportes de agua adicionales por la interceptación de niebla y bajas pérdidas por evapotranspiración, los bosques almacenan agua y recargan los acuíferos durante las épocas de lluvia.

Estudios como los desarrollados por (Muñoz, *et al.*, 2015; Jobbágy, *et al.*, 2013) mostraron que la cobertura vegetal de pastizal presenta una mayor variabilidad en sus regímenes hidrológicos, además, reveló ser un sistema bastante más responsivo a la precipitación comparado con los bosques y plantaciones forestales, una más baja tasa de infiltración debido a la compactación del suelo por el pastoreo y su menor interceptación de lluvia, son factores que en conjunto pueden explicar este comportamiento.

Otero, *et al.*, (1994) señala que las cuencas cubiertas por bosque nativo alcanzan niveles superiores en cantidad de caudales de hasta un 28% en época de verano, en comparación a cuencas cubiertas por plantaciones de pino. Las plantaciones forestales pueden modificar distintos aspectos del balance hidrológico, afectando la partición de las precipitaciones entre el agua que es interceptada en forma directa por el canopeo (intercepción) y el agua que alcanza la superficie del suelo (precipitación efectiva) (Nosetto y Jobbágy, 2014).

Puente, *et al.*, (2010) mencionan que conforme disminuya la superficie de bosque en la zona alta de una cuenca, el volumen, la magnitud y la inmediatez del escurrimiento en la zona baja de la cuenca aumentará, esta situación hace que la sociedad deba priorizar la

importancia de las coberturas boscosas cada vez con más frecuencia respecto al impacto en el ciclo hidrológico a través de la disponibilidad, calidad y ordenación de los recursos hídricos (Calder, *et al.*, 2007; Rodríguez, 2013).

El pastoreo extensivo con quemas puntuales anuales lleva a una disminución en la cantidad de agua que sale de la cuenca (Crespo, *et al.*, 2014) por lo tanto, los cambios de uso de la tierra deben ser controlados y regulados si es preciso para salvaguardar los recursos hídricos de los ecosistemas.

La influencia que ejerce la cobertura boscosa se refleja en la reducción del impacto de la lluvia, la interceptación y almacenamiento de los árboles de los bosques, la cantidad interceptada y evapotranspirada, así como la protección a los suelos contra la erosión (Puente, *et al.*, 2010).

Acuña y Cárdenas, (2012) mencionan que una cobertura de bosque nativo produce más agua en el año que plantaciones forestales de rápido crecimiento, especialmente en la estación de verano cuando existe mayor demanda por este recurso. El efecto de la remoción de la cubierta vegetal es de mayor importancia en eventos de períodos de retorno menores a un año (Castillo, 2005).

Además de la demanda de agua para consumo humano, el recurso es utilizado como insumo para la producción agropecuaria e industrial y para la generación hidroeléctrica, con lo que se recalca que el papel de la regulación y provisión hídrica de los bosques de montaña es especialmente importante en los países andinos (Armenteras, *et al.*, 2007).

Bajo un escenario de cambio climático global, el abastecimiento de agua en cantidad y calidad se convierte en una de las principales funciones ecosistémicas de los bosques (Oyarzún, *et al.*, 2005). El estado a través de sus ministerios, los GADs, ONGs y sociedad civil por lo general impulsa campañas de reforestación como medida de restauración activa de tierras en abandono o degradadas, con el propósito de acelerar procesos de recuperación de bosques y sus servicios hidrológicos (Muñoz, *et al.*, 2015).

2.2. El cambio climático y su influencia en la disponibilidad de agua

El cambio climático es un fenómeno que afectará la temperatura, la precipitación, y otras variables hidrológicas, las que provocarían un cambio en la disponibilidad de agua en ríos, lagos, etc, (González M. J., 2010).

Sin lugar a dudas, el cambio climático afectará el acceso futuro a agua potable, así como a agua para saneamiento, riego y agricultura, operaciones mineras y generación de energía hidroeléctrica en los Andes tropicales. Algunos de estos cambios se percibirán directamente por las alteraciones en los regímenes de las precipitaciones, la cantidad total de lluvia o nevadas o la duración de las estaciones lluviosas (Vuille, 2013).

La frecuencia de episodios de precipitación intensa (o la proporción total de lluvia descargada por lluvias intensas) aumentará muy probablemente en la mayoría de las áreas durante el siglo XXI, repercutiendo así en el riesgo de inundaciones provocadas por lluvias (IPCC, 2008).

Al mismo tiempo, aumentará la proporción de superficie terrestre que padece sequía extrema (probable), y se manifestará una tendencia a la sequía en el interior de los continentes durante el verano, particularmente en las regiones subtropicales de latitudes bajas y medias (IPCC, 2008).

2.3. Humedad e infiltración del suelo para establecer la condición hidrológica del terreno

Para establecer la condición de humedad del suelo se usa el número de la curva siguiendo la siguiente metodología:

1. Fijar el tipo de suelo según su tasa mínima de infiltración.
2. Determinar el tipo de vegetación presente en el sitio donde se realiza las mediciones de infiltración.
3. Establecer la condición hidrológica del terreno
4. Obtener el número de curva utilizado

Para la determinación del tipo hidrológico de suelo se selecciona los datos de infiltración acumulada a una hora respectivamente de cada zona de recarga hídrica, de estos valores se selecciona el mínimo valor de infiltración y se fija el tipo de suelo con los datos de la (Tabla 1), este procedimiento se realiza para cada una de las zonas de recarga hídrica.

Ruiz y Martínez (2015), definen la clasificación de los cuatro grupos de suelo, según la siguiente tasa mínima de infiltración:

- **Grupo A.-** Suelos que presentan tasas bajas de escorrentía, poseen tasas grandes de infiltración, los suelos presentan gran cantidad de arenas bien drenadas, gravas o gravillas.
- **Grupo B.-** Presentan moderadas capacidades de escorrentía e infiltración, son suelos moderadamente profundos y drenados, presentan texturas finas.
- **Grupo C.-** Presentan tasas moderadamente altas de escorrentía, las tasas de infiltración son demasiado bajas (infiltración lenta), esto es debido a que cercano a la superficie se presente alguna capa que dificulte el movimiento del agua, presentan texturas finas.
- **Grupo D.-** Suelos que presentan tasas grandes de escorrentía, ya que la infiltración es demasiado lenta, son suelos arcillosos y pocos profundos.

Tabla 1. Tipos de suelo según su tasa mínima de infiltración

GRUPO	TASA DE INFILTRACIÓN MÍNIMA (f_c según el modelo de Horton) ($\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$)
A	7,62 - 11,43
B	3,81 - 7,62
C	1,27 - 3,81
D	0,00 - 1,27

Fuente: Ruiz y Martínez (2015)

Según Martínez *et al.*, (2003) para determinar el número de curva se diferencian 14 tipos de vegetación:

- 1 **Barbecho.** - Los terrenos agrícolas no cultivados pueden estar desnudos o tener una cubierta de residuos vegetales que proteja el suelo, procedente de cultivos anteriores.

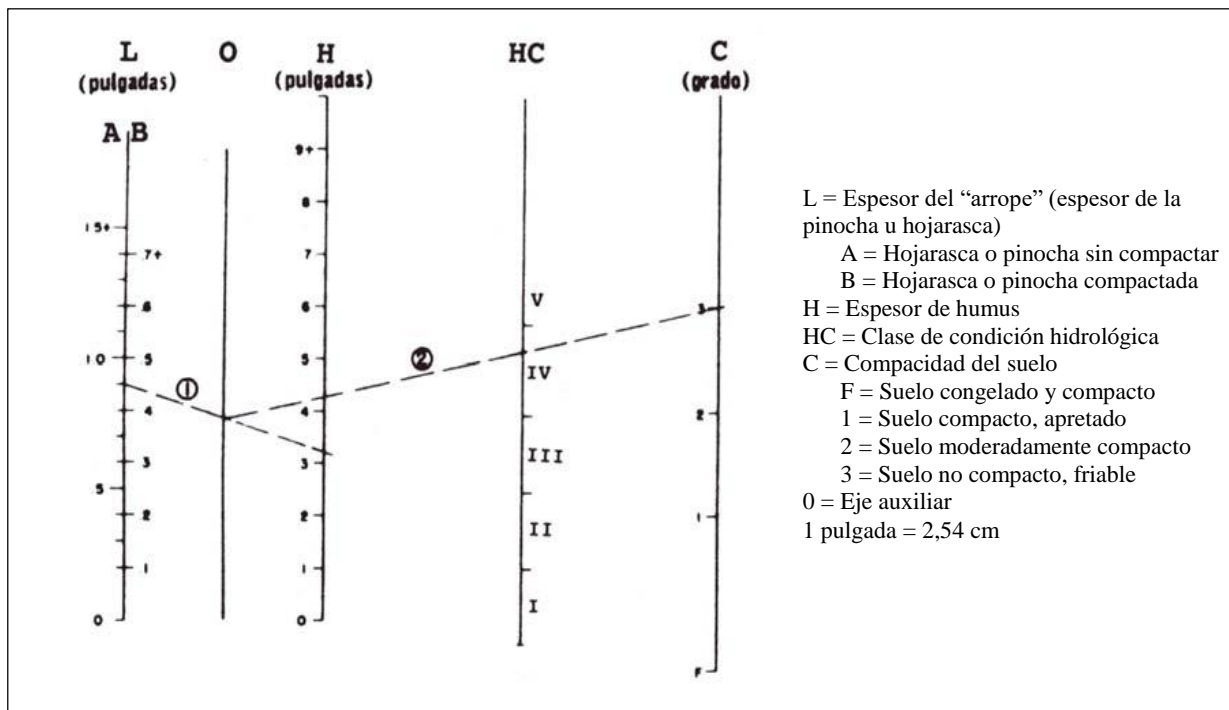
- 2 y 3 Cultivos alineados y no alineados o con surcos pequeños y mal definidos.** - Cuando las labores agrícolas se realizan en líneas pueden ejecutarse en la dirección de la pendiente, según curvas de nivel, o incluso en terrenos aterrazados. En todos estos casos se considera la posibilidad de que el suelo esté protegido por restos vegetales.
- 4 Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia.** - Sólo se consideran las posibilidades de cultivos a favor de la pendiente, según curvas y aterrazados de nivel.
- 5 y 6 Pastizales o pastos naturales y Pastizales.** - Se clasifican en tres grupos (pobres, regulares y buenos) teniendo en cuenta consideraciones hidrológicas y no la producción de forraje. Se consideran pobres los que soportan una alta carga ganadera por lo que tienen escasa materia orgánica sobre el terreno; también aquéllos en los que las plantas cubren menos del 50 % de la superficie total. Los regulares son los que tienen una cubierta vegetal que alcanza entre un 50 % y un 75 % de la superficie del terreno y son moderadamente pastados. Y, finalmente, los buenos son aquéllos cuya cubierta vegetal supera el 75 % de la superficie del terreno y son ligeramente pastados. Mientras que los pastizales la diferencia es que las labores se efectúan sobre curvas de nivel.
- 7 Prados permanentes.** - Este tipo de formaciones no son pastadas. Su vegetación es permanente, cubre el 100 % de la superficie del terreno. Son prados de siega para henificar.
- 8 Matorral-herbazal, siendo el matorral preponderante.** - Dentro de este grupo se hacen 3 subdivisiones, en función de la superficie cubierta. Así, se distingue entre pobre (si la cubierta del suelo es inferior al 50 %), regular (del 50 % al 75 % de la cubierta vegetal) y buena (si hay una cubierta vegetal superior al 75 %).
- 9 Combinación arbolado-herbazal.** - Los números de curva que se indican se refieren a un 50 % de la cubierta proporcionada por el arbolado y un 50 % por el herbazal.
- 10 Montes con pastos.** - Se establecen 3 clases basadas en factores hidrológicos y no de producción. La diferenciación, se realiza mediante observación del terreno. De esta

manera, los montes con pastos se consideran pobres cuando se dan labores al terreno o cuando son abundantemente pastados o incluso quemados, de modo que el monte está sin arbustos, matas, pastos y restos vegetales. Se consideran regulares cuando son pastados, pero nunca labrados o quemados, de manera que la superficie del terreno presenta pastos y mantillo. Por último, son buenos aquéllos en que, protegidos del pastoreo, el terreno aparece cubierto de matas abundantes, pastos naturales y restos orgánicos de toda clase.

11 Bosques. - Establece 5 clases hidrológicas, desde muy pobre hasta muy buena. Se basan en la consideración de la profundidad y el grado de consolidación de las capas de mantillo, de modo que cuanto mayor sea el espesor de dichas capas y menos compactas e impermeables aparezcan tanto mejor será la condición hidrológica resultante para la infiltración. En este caso, la clase hidrológica se determina mediante un nomograma.

12 13 y 14 Caseríos, caminos en tierra y caminos con firme. - Existen tablas específicas del número de curva desarrolladas para zonas urbanas.

Para determinar la condición hidrológica del terreno se basa en la combinación de factores como se muestra en el siguiente nomograma (Figura 1):



Fuente: Martínez, *et al.*, (2003).

Figura 1. Nomograma para determinar la condición hidrológica del terreno

Para la obtención del número de curva, se basa en los tres pasos anteriores, con la guía de la (Tabla 2) se estima el número de la curva.

Tabla 2. Valores para la estimación del número de curva

Tipo de vegetación	Tratamiento*	Condición xcHidrológica	Tipo de suelo				
			A	B	C	D	
Barbecho	Desnudo	-	77	86	91	94	
	CR	Pobre	76	85	90	93	
	CR	Buena	74	83	88	90	
Cultivos alineados	R	Pobre	72	81	88	91	
	R	Buena	67	78	85	89	
	R + CR	Pobre	71	80	87	90	
	R + CR	Buena	64	75	82	85	
	C	Pobre	70	79	84	88	
	C	Buena	65	75	82	86	
	C + CR	Pobre	69	78	83	87	
	C + CR	Buena	64	74	81	85	
	C + T	Pobre	66	74	80	82	
	C + T	Buena	62	71	78	81	
	C + T + CR	Pobre	65	73	79	81	
	C + T + CR	Buena	61	70	77	80	
	Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobre	65	76	84	88
		R	Buena	63	75	83	87
R + CR		Pobre	64	75	83	86	
R + CR		Buena	60	72	80	84	
C		Pobre	63	74	82	85	
C		Buena	61	73	81	84	
C + CR		Pobre	62	73	81	84	
C + CR		Buena	60	72	80	83	
C + T		Pobre	61	72	79	82	
C + T		Buena	59	70	78	81	
C + T + CR		Pobre	60	71	78	81	
C + T + CR		Buena	58	69	77	80	
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia	R	Pobre	66	77	85	89	
	R	Buena	58	72	81	85	
	C	Pobre	64	75	83	85	
	C	Buena	55	69	78	83	
	C + T	Pobre	63	73	80	83	
	C + T	Buena	51	67	76	80	
Pastizales o pastos naturales	-	Pobres	68	79	86	89	
	-	Regulares	49	69	79	84	
	-	Buenas	39	61	74	80	
Pastizales	C	Pobres	47	67	81	88	
	C	Regulares	25	59	75	83	
	C	Buenas	6	35	70	79	
Prados permanentes	-	-	30	58	71	78	
Matorral-herbazal, siendo	-	Pobres	48	67	77	83	

el matorral preponderante	-	Regulares	35	56	70	77
	-	Buenas	≤30	48	65	73
Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas leñosos	-	Pobres	57	73	82	86
	-	Regulares	43	65	76	82
	-	Buenas	32	58	72	79
Montes con pastos (aprovechamientos silvopastorales)	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
	-	Buenas	25	55	70	77
Bosques	-	I Muy pobre	56	75	86	91
	-	II Pobre	46	68	78	84
	-	III Regular	36	60	70	76
	-	IV Buena	26	52	63	69
	-	V Muy buena	15	44	54	61
Caseríos	-	-	59	74	82	86
Caminos en tierra	-	-	72	82	87	89
Caminos con firme	-	-	74	84	90	92

Fuente: Martínez, *et al.*, (2003).

***Significado de las abreviaturas:**

- CR = Con cubierta de residuos vegetales que ocupe al menos el 5% de la superficie del suelo durante todo el año.
- R = Si las labores de la tierra (labrar, gradear, sembrar, etc.) se realizan en línea recta, sin considerar la pendiente del terreno.
- C = Si el cultivo se realiza siguiendo las curvas de nivel.

2.3.1. Estimación del número de la curva en condiciones precedentes a humedad

Para establecer el número de curva en condiciones precedentes a humedad se realiza con el dato de la tasa mínima de infiltración y con los datos de precipitación (mm) de los 5 días antes de la medición de infiltración y se determina la condición en función a la (Tabla 3).

Tabla 3. Condiciones de humedad del suelo en atención a las precipitaciones previas.

LLUVIA TOTAL CAÍDA DURANTE LOS CINCO DÍAS ANTERIORES		
Condición	En el periodo humedo (oct-mar) o durante la dormancia	En el periodo seco (abr-sep) o durante el crecimiento
I	Menos de 12,5 mm	Menos de 35,5 mm
II	De de 12,5 a 28 mm	De 35,5 a 53 mm
III	Mas de 28 mm	Mas de 53 mm

Fuente: Ibáñez, Moreno y Gisber (2011).

Luego de identificar la condición precedente de humedad, se realiza una conversión del número de curva de la condición II a las condiciones I y III, mediante la (Tabla 4) , la condición II se obtiene de la estimación del número de la curva en condición II de humedad.

Tabla 4. Conversión del número de curva de la condición II a las condiciones I y III

CONVERSION DEL NUMERO DE CURVA DE LA CONDICION II A LAS CONDICIONES I Y III		
Número de curva en las correspondientes condiciones		
II	I	III
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

Fuente: Ibáñez, Moreno, y Gisbert (2011).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El lugar de investigación se realizó en la parte alta de la microcuenca del río Alamor, cuenca del río Catamayo-Chira, en el cerro denominado Pircas, parroquia Pózul, cantón Celica, provincia de Loja. El territorio de estudio son cuatro zonas de escurrimiento en propiedades privadas que abastecen de agua de consumo a la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la parroquia San Juan de Pózul, la cual tiene 300 usuarios y representan la mayor parte de la población de la parroquia (Figura 2).



Figura 2. Ubicación Geográfica del sitio en donde se realizó la investigación

Se encuentra entre las siguientes coordenadas: Latitud 605800 Norte y Longitud 9546000 Sur, en el sistema de coordenadas WGS 84, en un rango de altitud que va desde los 1850 m.s.n.m. hasta los 2081 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 16 °C, humedad relativa promedio anual del 90 %, y precipitación anual que oscila los 1100 mm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2018). El sitio de estudio se caracteriza por ser una zona con presencia de neblina durante los meses de diciembre a mayo, las coberturas boscosas tienen musgos y epífitas en su composición.

3.2. Clasificación de ecosistemas

Según la clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013), es un bosque siempreverde estacional montano bajo del Catamayo – Alamor; el cual es un ecosistema que continúa al bosque siempreverde estacional piemontano, principalmente al sur de la cuenca del río Puyango sobre terrazas, vertientes, estribaciones andinas con fuertes pendientes, crestas y cumbres de las elevaciones del Catamayo - Alamor sobre los 1600 m.s.n.m.

El bosque es multi-estratificado con un dosel que alcanza los 20 m de alto con fustes de hasta 100 cm de DAP. La composición varía de acuerdo a la región florística con la que limita, tratándose entonces de un ecosistema de transición, entre los bosques húmedos y los bosques secos del sur del Ecuador. Se aprecia una reducción de la diversidad y abundancia de trepadoras e incremento de epifitas de briofitos y vasculares de las familias Araceae y Bromeliaceae (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

3.3. Tipo de Investigación

El tipo de investigación desarrollada es descriptiva porque comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. Para mejorar la comprensión entre variables se las ha categorizado en diferentes grupos que se detallan posteriormente.

3.4. Métodos de investigación

Los métodos de investigación desarrollados son la observación y la modelación de los

procesos naturales que rigen el comportamiento de los caudales en función de las variables biológicas, climáticas y edáficas de la zona de estudio.

3.4.1. Variables utilizadas

Las variables utilizadas en la presente investigación se designan como independientes porque no se tiene control sobre estas y se detallan en la (Tabla 5):

Tabla 5. Variables climáticas, biológicas, edáficas utilizadas en la investigación

Variable	Tipo	Unidad de medida
Precipitación	Climática	mm/mes
Temperatura	Climática	°C promedio mensual
Humedad relativa	Climática	% promedio mensual
Caudal	Climática	Litros/segundo/15 días
Cobertura vegetal	Biológica	Superficie por cobertura/ha
	Biológica	Composición florística
Zona de escurrimiento	Biológica	Estructura
	Edáfica	Superficie/ha
Pendiente	Edáfica	Porcentaje/ %
	Edáfica	Profundidad/m
Suelo	Edáfica	Cantidad de materia orgánica
	Edáfica	Cantidad de hojarasca
	Edáfica	Color
	Edáfica	Velocidad de infiltración mm/hora
	Edáfica	Horizontes

3.4.2. Diseño experimental

Es un diseño descriptivo correlacional que permite comparar variables (Calvo, 2015), se tomaron las cuatro zonas de escurrimiento que abastecen las cuatro captaciones para el consumo humano, cada zona de escurrimiento tiene diferentes superficies de coberturas vegetales: bosque, matorral (regeneración natural) y pasto cultivado.

A cada cobertura vegetal se le determinó su composición y estructura florística, con muestras representativas en cada zona de escurrimiento. La investigación se centró en la relación entre la superficie de cada cobertura vegetal, variables climáticas y edáficas del sitio con la disponibilidad de agua en los caudales (Figura 3).

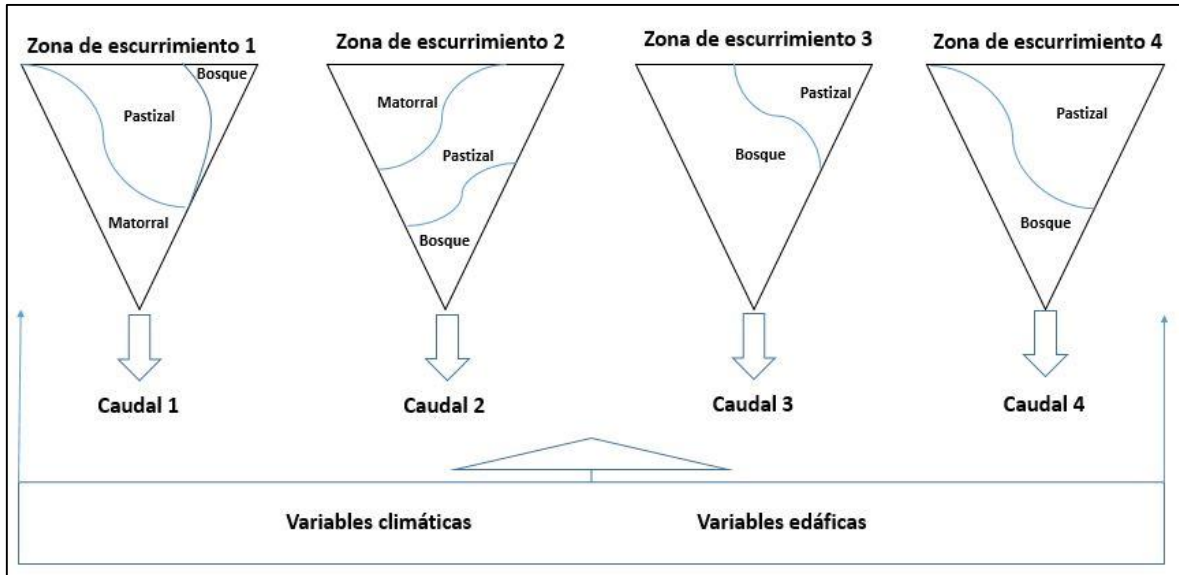


Figura 3. Diseño para determinar la relación entre las variables climáticas, biológicas y edáficas

Se realizó una caracterización morfométrica de cada zona de escurrimiento, las variables de superficie de cobertura vegetal fueron obtenidas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica - SIG (ArcGis, versión 10.3 full, 2015). Para determinar las superficies se realizaron recorridos con GPS a los perímetros de las zonas de recarga hídrica y las coberturas vegetales.

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró lo propuesto por Crespo, *et al.*, (2014), donde las coberturas vegetales están asociadas a puntos de aforo y monitoreo, están identificadas y cuantificadas ya que se constituyen en las unidades experimentales del estudio.

Se analizaron cuatro zonas de escurrimiento de pequeña extensión (5, 8, 13 y 25 ha), con régimen climático uniforme para todos sus puntos geográficos, condiciones edáficas similares y puntos sobre la red de drenajes claramente asociados a coberturas vegetales que cubren el área de captación respectiva.

Además, desde la perspectiva hidrogeológica y estratigráfica, la cuenca internamente no permite potenciales movimientos laterales subsuperficiales y/o transvases de agua. De esta

manera se minimiza las diferencias entre clima, geología, topografía y suelos (Crespo, *et al.*, 2014).

3.4.3. Recolección, sistematización y análisis de datos

3.4.3.1. Variables Climáticas

Las variables de precipitación, temperatura y humedad relativa fueron obtenidas de los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) desde el año 1998 hasta el 2015, la información meteorológica del año 2013 al 2015 proviene de las hojas de registro de dicha estación, la información meteorológica del año 2016 al 2018 proviene de la tabulación de los registros diarios de la estación meteorológica del colegio agropecuario “Teniente Maximiliano Rodríguez” de la Parroquia Pózul.

La información de las variables climáticas fue obtenida con el fin de analizar su comportamiento durante los últimos 20 años, poder ver la variabilidad de éstas sobre la zona de estudio y que sirvan para futuras propuestas de manejo y conservación de los recursos naturales principalmente los remanentes boscosos para la provisión de agua de consumo.

3.4.3.2. Caudal de agua

El caudal de agua de las cuatro captaciones fue medido con el método del aforo volumétrico Nuñez, *et al.*, (2015), con ayuda de un tubo PVC, recipiente con medida de 8 litros, gps y libreta de apuntes, cada 15 días durante once meses (septiembre 2017 a julio del 2018).

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Dónde:

Q = Caudal l/seg

V = Volumen en litros

T = Tiempo en segundos

En cada captación se realizó seis mediciones del caudal de agua con intervalos de tiempo dos minutos entre cada medición y luego se obtuvo el promedio, dos de las captaciones de

agua cuentan con estructuras físicas en donde se presentó las condiciones para realizar el aforo con el método volumétrico, las dos restantes fueron condicionadas para realizar dicha medida (Figura 4).

La dinámica de la medición de los caudales de agua corresponde a las épocas de baja, mediana y alta precipitación, esto permitió observar y analizar la influencia directa de la precipitación y cobertura vegetal sobre los caudales de agua en las zonas de escurrimiento.



Figura 4. Aforo de caudales con el método volumétrico en las zonas de recarga uno y dos

Para visualizar la relación entre la precipitación y el caudal de agua total de las cuatro captaciones durante el tiempo de la investigación (rendimiento hídrico), se utilizó del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, *et al.*, 2014). Se realizó además un diagrama de doble eje (Patiño, *et al.*, 2007). Para la visualización de la superficie de cada zona de recarga hídrica, promedio del caudal de agua y su porcentaje de superficie de cobertura vegetal se utilizaron gráficos de pasteles.

3.4.3.3. Composición Florística

Para determinar la composición y estructura florística se consideraron las ubicaciones de las zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca, las cuales están ubicadas en la parte media de la microcuenca del río Alamor a una altitud promedio de 1900 m.s.n.m. (Figura 5).

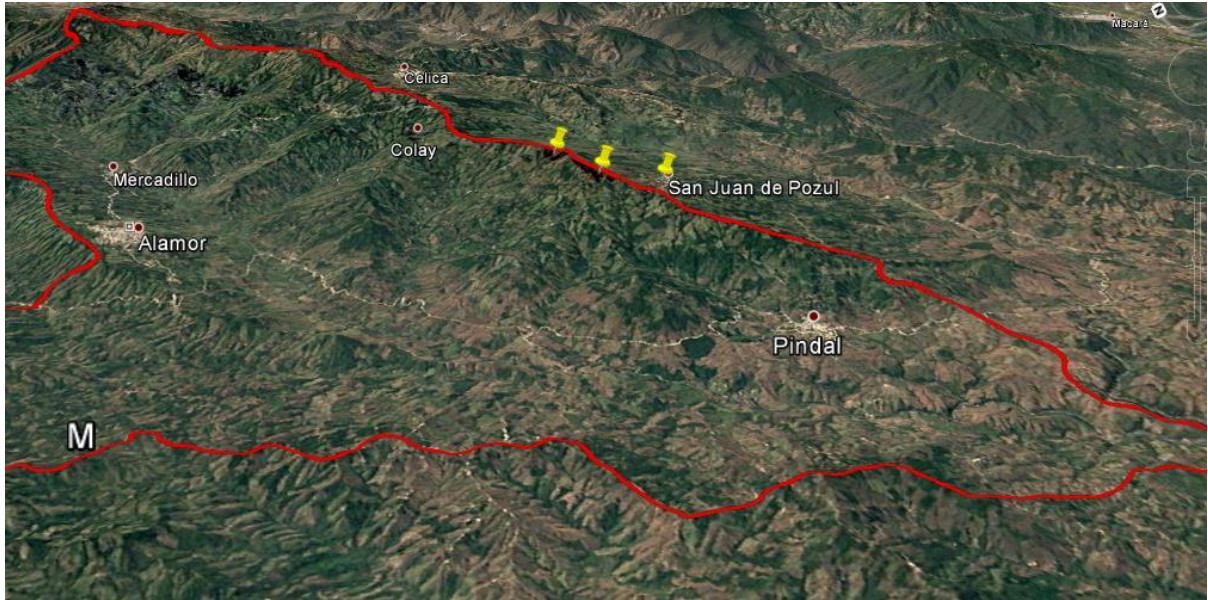


Figura 5. Zonas de recarga hídrica que abastecen de agua de consumo a la parroquia San Juan de Pózul ubicadas en la parte media de la microcuenca del río Alamor

Se consideró lo propuesto por Aguirre, (2015), el cual menciona que para el levantamiento de parcelas de árboles se establecen parcelas temporales de 400 m² (20 x 20 m), para arbustos (regeneración natural) se utilizan parcelas de 25 m² (5 x 5 m) y para hierbas parcelas de 1 m² (1 x 1 m), (Figura 6).

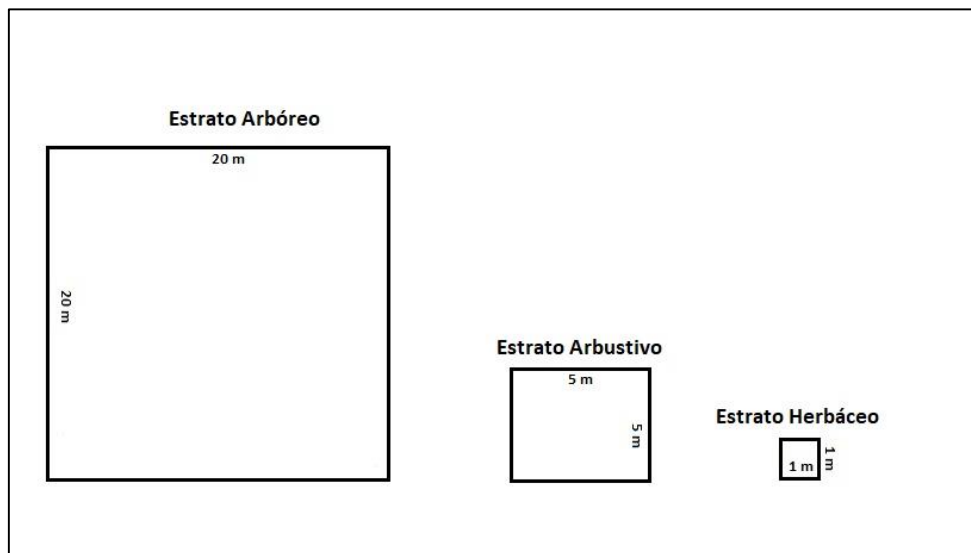


Figura 6. Dimensión de parcelas para el levantamiento de información florística

Según la metodología de Aguirre, (2015) se consideró un alejamiento de al menos 50 m a partir de los límites del bosque para evitar el efecto de borde, las parcelas deben estar separadas a una distancia de 250 m el uno del otro. La superficie de las cuatro zonas de recarga hídrica es de 51 ha, el área de las superficies boscosas es de 19,20 ha. Para la determinar la composición y estructura florística del estrato arbóreo se utilizó como unidad de muestreo el 2 % del área de la superficie boscosa distribuida en ocho parcelas temporales de 400 m² en la cobertura boscosa de las zonas de escurrimiento.

Para la cobertura del estrato arbóreo, cada parcela fue homogénea, tuvo las mismas características de pendientes y estructura arbórea. Se recopiló información de cada uno de los individuos iguales o mayores a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (Aguirre, 2015), se colectó muestras botánicas fértiles de todas las especies para luego ser identificadas en el herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja. Se realizaron ocho parcelas para el estrato arbóreo en la cobertura boscosa, dos parcelas en cada zona de recarga hídrica.

En la cobertura de matorral se establecieron 4 parcelas (en las dos primeras zonas de recarga hídrica, debido a que en las dos restantes no hubo presencia del estrato arbustivo) en donde se registró el número de individuos y se estimó el porcentaje de cobertura del conjunto de individuos de cada especie.

En la cobertura de pastizal cultivado se establecieron 8 parcelas (dos en cada zona de recarga hídrica) en donde se registró la presencia del tipo de pasto y su porcentaje de ocupación en cada parcela.

Para el análisis de los parámetros estructurales del estrato arbóreo se utilizó lo propuesto por Maldonado y Ramírez (2008), en donde se determinó la composición florística: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR%), frecuencia relativa (Fr), dominancia relativa (DmR%) e índice de valor de importancia (IVI%), (Figura 7).

$\text{Densidad absoluta (D) \# ind/m}^2 = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del \u00e1rea muestreada}}$
$\text{Densidad relativa (DR)\%} = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$
$\text{Dominancia relativa (DmR) \%} = \frac{\text{\u00c1rea basal de la especie}}{\text{\u00c1rea basal de todas las especies}} \times 100$
$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{\text{N\u00famero de cuadrantes en que est\u00e1 la especie}}{\text{N\u00famero total de cuadrantes evaluados}} \times 100$
$\text{\u00cdndice de valor de importancia IVI \%} = \text{Dr} + \text{Dmr} + \text{Fr}.$

Fuente: Maldonado y Ram\u00edrez (2008)

Figura 7. F\u00f3rmulas para determinar los par\u00e1metros ecol\u00f3gicos

Para la estimaci\u00f3n de la diversidad de especies se determin\u00f3 la diversidad alfa que es la riqueza de especies de cada zona de recarga h\u00eddrica utilizando el \u00cdndice de diversidad de Shannon y la diversidad beta, que es el grado de cambio o reemplazo en la composici\u00f3n de especies entre diferentes zonas de recarga h\u00eddrica utilizando el \u00cdndice de similitud de Sorensen, (Aguirre, 2015). Se us\u00f3 los valores de interpretaci\u00f3n usados por Maldonado y Ram\u00edrez, (2008) respectivamente (Tablas 6 y 7).

(2)

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad \text{\u00f3} \quad H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

D\u00f3nde:

H = \u00cdndice de Shannon

S = N\u00famero de Especies

P = Proporci\u00f3n del n\u00famero total de individuos que constituye la especie i.

Tabla 6. Interpretaci\u00f3n usada para el \u00cdndice de Shannon

Valores	Interpretaci\u00f3n
0 - 0,35	Diversidad baja
0,36 - 0,75	Diversidad media
0,76 - 1	Diversidad alta

Fuente: Maldonado y Ram\u00edrez (2008)

$$ISS = 2C / A + B \quad (3)$$

Dónde:

ISS = Índice de similitud de Sorensen

A = Número de especies del muestreo a.

B = Número de especies del muestreo b.

C = Número de especies compartidas entre a y b.

Tabla 7. Interpretación usada para el índice de Sorensen

Valores	Interpretación
0 - 25	No se parece
26 - 50	Se parece poco
51 - 75	Medianamente parecido
76 - 100	Muy similar

Fuente: Maldonado y Ramírez (2008)

3.4.3.4. Variables edáficas

La determinación de la pendiente se hizo con la metodología de (Ibañez, *et al.*, 2010). Con ayuda de barrenos se realizó la obtención de muestras de aproximadamente 400 gr en cada cobertura vegetal, en total se obtuvo 20 muestras de suelo, 2 por cada cobertura vegetal, esto con el fin de determinar las características físicas del suelo en cuanto a textura, estructura, porosidad y color.

Luego se procedió a determinar las características de humedad en el laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica. La profundidad, horizontes, cantidad de materia orgánica y presencia de hojarasca se determinó mediante calicatas de 1 x 1 x 1 m, en cada zona de recarga hídrica.

Para determinar la velocidad de infiltración se utilizó el método del infiltrómetro de anillo simple (Coello, 2005), el cual consiste en determinar la velocidad básica de infiltración vertical del suelo, para ello se introdujo un anillo que se incorporó en el suelo a una profundidad de 10 cm, hasta que este enterrado y nivelado. Luego se procedió a llenarlo con

agua hasta la altura de 10 a 12 cm (en un cilindro de cuatro litros se agregó tres litros de agua y la altura a la que llegó la lámina de agua dependió del tipo de cobertura vegetal).

El método consistió en tomar lecturas del descenso del nivel del agua en el anillo. Cuando se consiguió que la tasa de infiltración sea constante (cuando entre una medida y otra existen diferencias inferiores al 5%), la prueba terminó (Coello, 2005). Se realizó las pruebas en cada cobertura vegetal de las 4 zonas de recarga hídrica (en total 10 pruebas de infiltración), para el desarrollo de la tabla de infiltración se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Infiltración Parcial = Valor anterior de la lectura parcial – Actual valor parcial
- Infiltración Acumulada = Valor de la infiltración parcial + Anterior valor de la infiltración acumulada.
- Velocidad de Infiltración = Infiltración Acumulada ÷ Tiempo acumulado
- Velocidad constante de Infiltración = Valor actual de velocidad de infiltración + Velocidad de infiltración anterior.

La condición hidrológica del terreno fue determinada mediante la estimación del número de la curva en condición II de humedad detallado en el acápite de revisión bibliográfica.

Para analizar la relación entre variables se empleó el coeficiente de correlación de Pearson (R) y el coeficiente de determinación de Pearson (R²) (Vinueza, 2016). Se realizó el análisis de tres grupos de variables para cada zona de escurrimiento:

1. Variables climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa) -----vs----- > Caudal
2. Variables de cobertura (tipo de cobertura vegetal, ha, estructura y composición)----vs----- >Caudal
3. Variables edáficas (pendiente, textura, profundidad, infiltración, materia orgánica)-vs-- >Caudal

La relación entre cada grupo de variables y el caudal de agua fue visualizada y analizada mediante una matriz de correlación para cada zona de escurrimiento utilizando el programa estadístico Infostat/L Vs 2014.

3.5. Recursos humanos y materiales utilizados en la investigación

A más de los materiales que se mencionan y detallan en la metodología los recursos humanos y materiales utilizados en la investigación se detallan a continuación:

3.5.1. Recursos humanos

Se contó con el apoyo del egresado Elvis Díaz de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja para el desarrollo del levantamiento en campo del componente florístico y edáfico de la zona de estudio.

Se contó con el apoyo del operador de la Junta Administradora de agua potable y alcantarillado de la parroquia San Juan de Pózul para la toma de los caudales de agua en las cuatro zonas de recarga hídrica.

Se contó con el apoyo de seis personas para poder desarrollar las pruebas de infiltración en el territorio.

3.5.2. Materiales utilizados

Se utilizó las instalaciones del Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja para realizar la identificación de las especies de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de las cuatro zonas de recarga hídrica.

Se utilizó las instalaciones del departamento de suelos de la Universidad Estatal Amazónica para realizar la determinación de las características físicas de las muestras de suelo tomadas en las cuatro zonas de recarga hídrica de la zona de estudio.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la vegetación, suelo y factores climáticos

La caracterización de la cobertura vegetal o coberturas de usos de la tierra de cada zona de recarga hídrica dio como resultado lo siguiente (Tabla 8).

Tabla 8. Superficies de cada zona de recarga hídrica por tipo de uso de la tierra

Zona de Escurrimiento (ha)	Cobertura Vegetal (ha)			TOTAL
	Bosque	Matorral	Pastizal	
Zona de Recarga 1	1,82	2,73	3,75	8,3
Zona de Recarga 2	4,1	5,44	3,04	12,58
Zona de Recarga 3	12,32	0,00	12,95	25,27
Zona de Recarga 4	0,96	0,00	3,87	4,83
TOTAL	19,2	8,17	23,61	50,98

Las cuatro zonas de recarga hídrica tienen una superficie de 50,98 ha. La zona de recarga hídrica 1 tiene una superficie de 8,30 ha y contiene las coberturas bosque (1,82 ha), matorral compuesto por regeneración natural (2,73 ha) y pastizal (3,75 ha).

La zona de recarga hídrica 2 tiene una superficie de 12,58 ha y contiene las coberturas bosque (4,10 ha), matorral compuesto por regeneración natural (5,44 ha) y pastizal (3,04 ha). La zona de recarga hídrica 3 tiene una superficie de 25,27 ha y contiene las coberturas bosque (12,32 ha), y pastizal (25,27 ha). La zona de recarga hídrica 4 tiene una superficie de 4,83 ha y contiene las coberturas bosque (0,96 ha), y pastizal (3,87 ha).

Las coberturas vegetales identificadas coinciden con la mayoría de coberturas que sirven como zonas de recarga hídrica para el abastecimiento de agua para el consumo humano tal y como lo mencionan Guerrero, *et al.*, (2014) los cuales identificaron coberturas de bosques, cultivos y zonas de transición en la cuenca media y baja del Catatumbo, Colombia.

Las zonas de recarga hídrica están definidas geográficamente, sin embargo, las coberturas boscosas se visualizan como parches aislados entre el pastizal que es la cobertura que predomina en el ecosistema (Figura 8).

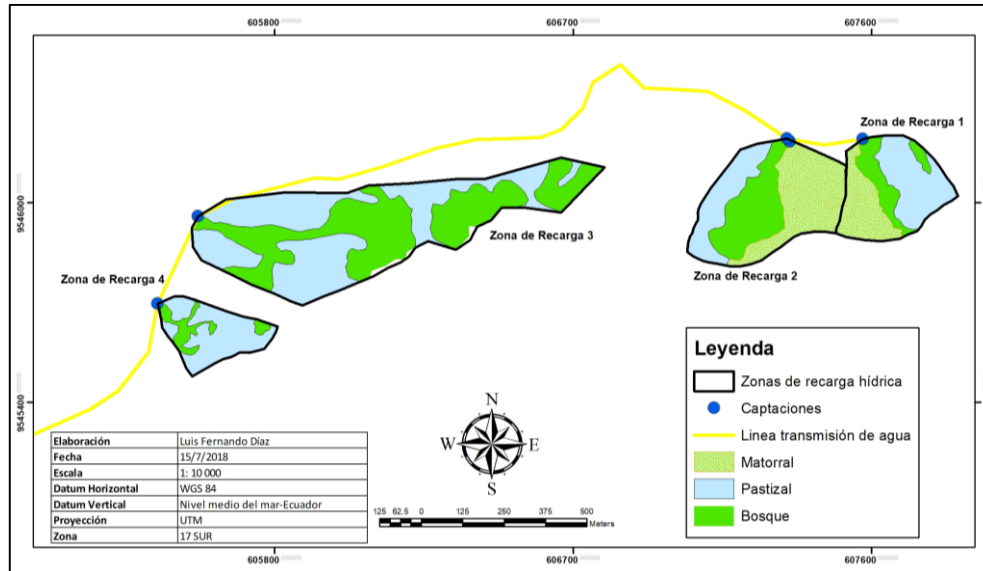


Figura 8. Distribución de las zonas de recarga hídrica y sus coberturas vegetales

Las zonas de recarga 1 y 2 están unidas, tienen una superficie similar y comparten la cobertura de matorral, sin embargo, no hay flujos de agua entre ellas que puedan afectar el caudal de agua generado en cada captación. Las zonas de recarga 3 y 4 están separadas a una distancia de 700 m y son por un lado la más grande y por el otro la más pequeña de todas.

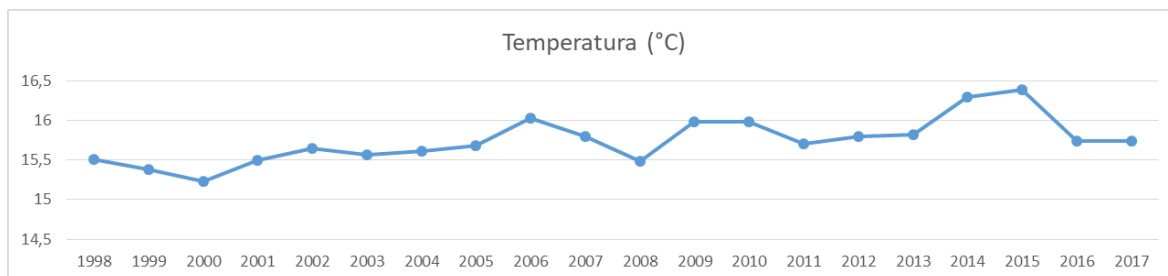
4.1.1. Variables Climáticas

La información de las variables climáticas de precipitación, temperatura, humedad relativa que generó la estación meteorológica del INAMHI Celica M048 desde el año 1998 hasta el año 2012 se muestran en el (Anexo 1).

La información del año 2018 fue obtenida de los registros diarios de la estación meteorológica del colegio de Pózul (Anexo 2). La información de temperatura se presenta de manera mensual (promedio) con tiempo de retorno de 20 años (Anexo 3).

La temperatura muestra un incremento de 0,23 °C desde el año 1998 hasta el 2017, información corroborada por (García-Garizábal, *et al.*, 2017), el cual menciona que hay un incremento de temperatura anual en la costa ecuatoriana gracias al análisis de la serie histórica de 1982 al 2011 y predice un incremento de 0,038 °C/año desde el 2012 al 2099; esta investigación se relaciona directamente con el incremento de temperatura

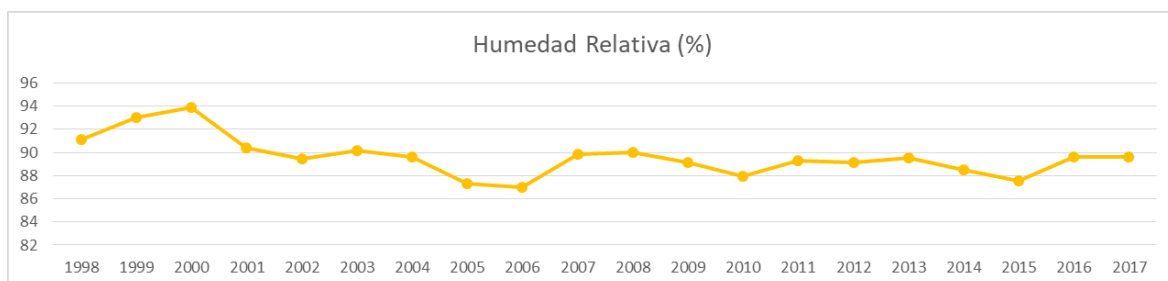
gradual en todos los países de América del Sur (Reyes *et al.*, 2016) (Figura 9).



Fuente: INAMHI, (2018)

Figura 9. Promedio de temperatura anual de la zona de estudio de los últimos 20 años atrás

La información de la humedad relativa se presenta de manera mensual (promedio) con un tiempo de retorno de 20 años (Anexo 4). De manera gráfica muestra una leve disminución desde el año 1998 hasta el 2018, se relaciona de manera directa con el incremento de temperatura a nivel mundial debido a la influencia del cambio climático (Figura 10).

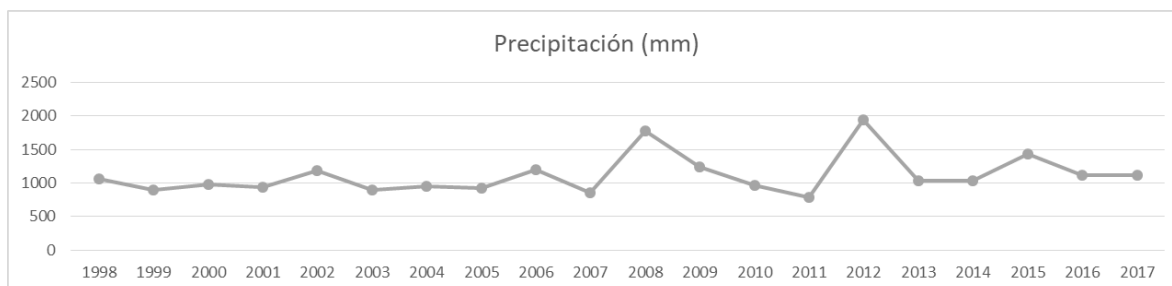


Fuente: INAMHI, (2018)

Figura 10. Promedio de humedad relativa de la zona durante los últimos 20 años atrás

La información de la precipitación se presenta de manera mensual (sumatoria) con un tiempo de retorno de 20 años (Anexo 5). De manera gráfica no muestra una tendencia clara de disminución o incremento desde el año 1998 hasta el 2018. Aguirre, *et al.*, (2015) mencionan que por el fenómeno del cambio climático variables climáticas se verán alteradas, por lo tanto la entrada de precipitación para los acuíferos superficiales y sub-superficiales sufrirán cambios en su cantidad, intensidad y distribución espacial y temporal.

En esta investigación, la precipitación presenta unos picos de incrementos para los años 2008 con 1770 mm y 2012 con 1934 mm, estos se relacionan con la presencia de intensas lluvias a causa de la corriente del Niño en esa zona (Figura 11).



Fuente: INAMHI, (2018)

Figura 11. Precipitación anual de la zona de estudio durante los últimos 20 años atrás.

4.1.2. Caudal de agua

El caudal de agua medido durante once meses cada 15 días en las cuatro vertientes de las zonas de recarga hídrica se detalla en la siguiente (Tabla 9):

Tabla 9. Caudal de agua de las cuatro vertientes de las zonas de recarga hídrica

Año	Fecha	Mes/Nombre-referencia	Caudal L/segundo				Caudal Total
			Captación 1 Polo Polo	Captación 2 Unidas	Captación 3 Grande	Captación 4 Fácil	
2017	01/09/2017	Septiembre	0,94	0,87	1,66	0,61	4,08
	14/09/2017		0,90	0,84	1,58	0,60	3,92
	03/10/2017	Octubre	0,86	0,80	1,52	0,56	3,74
	18/10/2017		0,84	0,74	1,56	0,37	3,51
	03/11/2017	Noviembre	0,79	0,72	1,38	0,34	3,23
	16/11/2017		0,80	0,72	1,39	0,35	3,26
	02/12/2017	Diciembre	0,75	0,71	1,29	0,58	3,33
	15/12/2017		0,76	0,70	1,35	0,59	3,40
	01/01/2017	Enero	0,84	0,64	1,20	0,66	3,34
	16/01/2017		0,86	0,66	1,24	0,68	3,44
	04/02/2018	Febrero	0,85	0,79	1,48	0,55	3,67
16/02/2018	0,89		0,84	1,56	0,58	3,87	
2018	03/03/2018	Marzo	1,10	1,33	1,71	0,70	4,83
	17/3/2018		1,28	1,50	1,98	0,89	5,65
	01/04/2018	Abril	1,31	1,93	2,44	0,91	6,60
	15/04/2018		1,58	1,88	1,65	0,71	5,82
	01/05/2018	Mayo	1,53	1,84	1,60	0,62	5,59
	18/05/2018		1,41	1,30	1,74	0,79	5,24
	02/06/2018	Junio	1,31	1,20	1,72	0,69	4,92
	17/06/2018		1,13	0,99	1,74	0,65	4,51
01/07/2018	Julio	1,09	0,94	1,67	0,61	4,31	
16/07/2018		1,03	0,91	1,64	0,60	4,18	

El histórico de la toma de datos de los caudales de agua de las cuatro vertientes se detalla en el Anexo 6. El caudal de agua promedio es de 4,3 l/seg. Va desde 3,23 l/seg, como caudal mínimo en el mes de noviembre y 6,60 l/seg, como caudal máximo en el mes de abril.

Este resultado se relaciona de manera directa con las mayores épocas de sequía y las mayores épocas de lluvia en la zona de estudio, resultados similares a los que reportan (Pizarro, *et al.*, 2011) En donde analizan la variación temporal de las precipitaciones y caudales en la cuenca del Maipo, Chile.

4.1.3. Composición Florística y parámetros ecológicos

Para el estrato arbóreo en las cuatro zonas de recarga hídrica se encontraron 18 familias, 38 especies en 394 individuos (Figura 12). En la zona de recarga 1 se registraron 15 familias, 28 especies en 72 individuos. En la zona de recarga 2 se registraron 15 familias, 26 especies en 79 individuos. En la zona de recarga 3 se registraron 17 familias, 31 especies en 170 individuos. En la zona de recarga 4 se registraron 16 familias, 26 especies en 73 individuos (Anexo 7).



Figura 12. Vista panorámica del estrato arbóreo de la zona de recarga dos

Dendrophorbium sp, *Nectandra laurel* Nees, *Cupania americana* L, *Guarea kuntiana* A. Juss, *Aniba sp*, *Euphorbia laurifolia* Juss y *Mauria heterophylla* Kunth son las especies más importantes en la zona de recarga 1 porque tienen la mayor presencia de individuos. *Cupania americana* L, *Myrcianthes discolor* (Kunth) Mc Vaugh, *Guarea kuntiana* A. Juss, *Mauria heterophylla* Kunth, *Nectandra laurel* Nees, *Guarea sp.*, y *Aniba sp.*, son las especies más importantes en la zona de recarga 2.

Guarea kuntiana A. Juss, *Nectandra laurel* Nees, *Meriania tomentosa* (Cogn.) Wurdack, *Aniba* sp, *Euphorbia laurifolia* Juss, *Delostoma integrifolium* D. Don y *Guarea* sp, son las especies más importantes en la zona de recarga 3. *Nectandra laurel* Nees, *Guarea kuntiana* A. Juss, *Myrcianthes discolor* (Kunth) Mc Vaugh, *Dendrophorbium* sp, *Aniba* sp, *Critoniopsis* sp y *Cupania americana* L, son las especies más importantes en la zona de recarga 4.

Chicaiza (2016) en su investigación en las microcuencas del río Pantaví y río Piñán en un ecosistema de bosque andino menciona que la cobertura vegetal tiene una relación directa en la producción de agua, cuando incrementa la cobertura vegetal lo mismo pasa con los caudales de agua, este resultado no muestra relación con lo obtenido en la presente investigación ya que no se estudia el aumento o disminución de cobertura vegetal, pero se evidencia que no hay una relación directa entre la cantidad de superficie de bosque y el caudal de agua generado en las cuatro captaciones de agua.

Según el índice de Shannon, el índice de diversidad de las cuatro zonas de recarga hídrica es medio porque se encuentra en los rangos de 0,36 hasta 0,75: zona de recarga hídrica 1 de 0,75; zona de recarga 2 de 0,69; zona de recarga 3 de 0,61 y zona de recarga 4 de 0,70 (Figura 13), los datos para el cálculo del índice de diversidad se encuentran en el Anexo 8.

Estos resultados coinciden con un estudio realizado en los remanentes del bosque Achiral en el cantón Celica realizado por Maldonado y Ramírez, (2008) en donde determinaron una diversidad media. La mayor parte de remanentes boscosos se encuentran intervenidos.

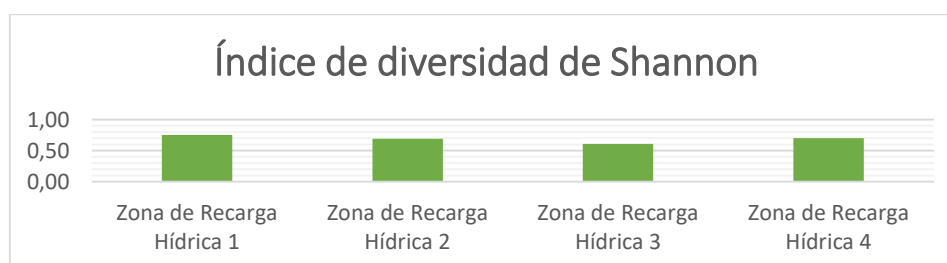


Figura 13. Índice de diversidad de Shannon de las cuatro zonas de recarga hídrica

Según Sorensen, el índice de similitud florístico entre la zona de recarga 1 y 2 es de

0,82; lo cual significa que son muy similares, esto debido a que las dos zonas de recarga hídrica se encuentran adyacentes (Tabla 10).

Tabla 10. Índice de similitud de Sorensen de la zonas de recarga uno y dos

Índice de Similitud de Sorensen entre la ZR1 y la ZR2			
Especie	Individuos Z R 1	Individuos Z R 2	Individuos Compartidos
<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	x		
<i>Aniba</i> sp.	x	x	X
<i>Clusia elliptica</i> Kunt	x		
<i>Clusia pallida</i> Engl.	x	x	X
<i>Critoniopsis</i> sp.	x	x	X
<i>Cupania americana</i> L.	x	x	X
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	x	x	X
<i>Dendrophorbium</i> sp.	x	x	X
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli		x	
<i>Erythrina</i> sp.		x	
<i>Eugenia</i> sp.	x	x	X
<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	x	x	X
<i>Ficus</i> sp.	x		
<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	x	x	X
<i>Genipa americana</i> L.	x		
<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	x	x	X
<i>Guarea</i> sp.	x	x	X
<i>Hyeronima duquei</i> Cuatrec.	x	x	X
<i>Hyeronima</i> sp.	x		
<i>Juglans neotropica</i> Diels	x	x	X
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	x	x	X
<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	x	x	X
<i>Miconia</i> sp.	x	x	X
<i>Miconia</i> sp1.	x		
<i>Morus</i> sp.	x	x	X
<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	x	x	X
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	x	x	X
<i>Nectandra laurel</i> Nees	x	x	X
<i>Nectandra</i> sp 2.	x	x	X
<i>Nectandra</i> sp.	x	x	X
<i>Ocotea</i> sp.	x		
<i>Palicourea</i> sp.	x	x	X
<i>Solanum hypacarthrum</i> Bitter.	x		
TOTAL	31	25	23
	ISS=2C/A+B		
	ISS=		0,82

El índice de similitud entre la zona de recarga 3 y 4 es de 0,86; lo cual significa que son muy similares, en cuanto a que las dos zonas de recarga hídrica también se encuentran adyacentes (Tabla 11).

Tabla 11. Índice de similitud de Sorensen de la zonas de recarga tres y cuatro

Índice de Similitud de Sorensen entre la ZR3 y la ZR4			
Especie	Individuos	Individuos	Individuos
	Z R 3	Z R 4	Compartidos
<i>Alchornea</i> sp.	X		
<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	x	x	X
<i>Aniba</i> sp.	x	x	X
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	X		
<i>Clusia pallida</i> Engl.	x	x	X
<i>Critoniopsis</i> sp.	x	x	X
<i>Cupania americana</i> L.	x	x	X
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	x	x	X
<i>Dendrophorbium</i> sp.	x	x	X
<i>Eugenia</i> sp.	x	x	X
<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	x	x	X
<i>Ficus</i> sp.	X		
<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	x	x	X
<i>Genipa americana</i> L.	X		
<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	x	x	X
<i>Guarea</i> sp.	x	x	X
<i>Juglans neotropica</i> Diels	x	x	X
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	x	x	X
<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	x	x	X
<i>Miconia</i> sp.	x	x	X
<i>Miconia</i> sp1.	x	x	X
<i>Morus</i> sp.	x	x	X
<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	x	x	X
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	x	x	X
<i>Nectandra laurel</i> Nees	x	x	X
<i>Nectandra</i> sp 2.	x	x	X
<i>Nectandra</i> sp.	x	x	X
<i>Ocotea</i> sp.		X	
<i>Palicourea</i> sp.	x	x	X
<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter.	x	x	X
<i>Symplocos pluribracteata</i> B. Stahl	X		
<i>Trichilia</i> sp.	X		
<i>Weinmannia</i> sp.	X		
	32	26	25
	ISS=2C/A+B		
	ISS=		0,86

El estrato arbustivo o matorral está conformado por la regeneración natural que se forma luego de la intervención antrópica por siembra de cultivos de ciclo corto de predominancia maíz (Tablas 12 y 13) (*Zea mays* L.) y arveja (*Pisum sativum* L.) (Figura 14).



Figura 14. Vista panorámica del matorral de la zona de recarga dos

Tabla 12. Composición florística del estrato arbustivo o matorral de la zona de recarga uno

Parcela 1

Familia	Especie	N° individuos	% cobertura
Pteridiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.)	2	5
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	1	2
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> spp	3	4
Asteraceae	<i>Munosia</i> spp	2	5
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schtdl.	1	2
Melastomataceae	<i>Miconia</i> spp	1	2
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	3	4
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	4	9
Lamiaceae	<i>Hyptis floribunda</i> Briq. ex Micheli	3	6
Poaceae	<i>Chusquea</i> spp	7	40
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob	2	5
Lamiaceae	<i>Salvia</i> spp	1	4
Lamiaceae	<i>Hyptis sidifolia</i> (L'Hér.) Briq.	2	5
TOTAL		32	93

Parcela 2

Familia	Especie	N° individuos	% cobertura
Lamiaceae	<i>Hyptis floribunda</i> Briq. ex Micheli	2	5
Poaceae	<i>Chusquea</i> spp	6	30
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob	1	3
Lamiaceae	<i>Salvia</i> spp	2	4
Lamiaceae	<i>Hyptis sidifolia</i> (L'Hér.) Briq.	3	4
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tiliifolia</i> Wedd.	2	5
Apocynaceae	<i>Mesechites trifidus</i> (Jacq.) Müll. Arg.	4	6
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L.) Spreng	2	4
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	3	5
Boraginaceae	<i>Cordia</i> spp	1	3
Solanaceae	<i>Solanum</i> spp	2	4
TOTAL		28	73

Tabla 13. Composición florística del estrato arbustivo o matorral de la zona de recarga dos

Parcela 1

Familia	Especie	Nº individuos	% cobertura
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	2	4
Melastomataceae	<i>Miconia</i> spp	1	2
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	3	4
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	4	4
Lamiaceae	<i>Hyptis floribunda</i> Briq. ex Micheli	3	5
Poaceae	<i>Chusquea</i> spp	9	60
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob	1	4
Lamiaceae	<i>Salvia</i> spp	3	5
Lamiaceae	<i>Hyptis sidifolia</i> (L'Hér.) Briq.	2	5
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tiliifolia</i> Wedd.	1	2
Apocynaceae	<i>Mesechites trifidus</i> (Jacq.) Müll. Arg.	2	2
TOTAL		31	97

Parcela 2

Familia	Especie	Nº individuos	% cobertura
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> spp	4	6
Asteraceae	<i>Munusia</i> spp	1	5
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	3	7
Melastomataceae	<i>Miconia</i> spp	1	5
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	1	5
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	1	5
Lamiaceae	<i>Hyptis floribunda</i> Briq. ex Micheli	2	5
Poaceae	<i>Chusquea</i> spp	4	20
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob	2	4
Lamiaceae	<i>Salvia</i> spp	1	4
TOTAL		20	66

El estrato herbáceo o pastizal está constituido en su mayoría por el pasto localmente llamado Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.), y en pequeños remanentes los pastos llamados Paja de cerro (*Calamagostis intermedia* J. Presl) Steud.), y el pasto denominado paja brava (*Paspalum paniculatum* L) (Tabla 14 y Figura 15).



Figura 15. Vista panorámica del pastizal de la zona de recarga uno

Tabla 14. Composición florística del estrato herbáceo o pastizal de la zona de estudio

Nombre común	Nombre científico	Porcentaje de ocupación (%)
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hocht. Ex Chiov	75
Paja de cerro	<i>Calamagostris intermedia</i> J. Presl) Steud.)	20
Paja brava	<i>Paspalum paniculatum</i> L	5

4.2. Relación entre la vegetación, suelo, factores climáticos y la disponibilidad del caudal de agua

4.2.1. Relación entre precipitación y caudal de agua

El caudal de agua total de la cuatro zonas de recarga hídrica durante el estudio presentó un promedio de 4,3 litros/segundo, presentando sus valores más bajos en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, mientras que los valores más altos se presentaron en los meses de enero, febrero, marzo y mayo.

La precipitación presentó sus picos más altos en los meses de enero y febrero. Se evidencia que luego de las precipitaciones más altas existe un incremento gradual del caudal de agua que generan las cuatro zonas de recarga hídrica, resultado que coincide Castillo, (2005) el cual destaca la importancia del suelo en la diferencia de la respuesta de escorrentía entre coberturas vegetales (Figura 16).

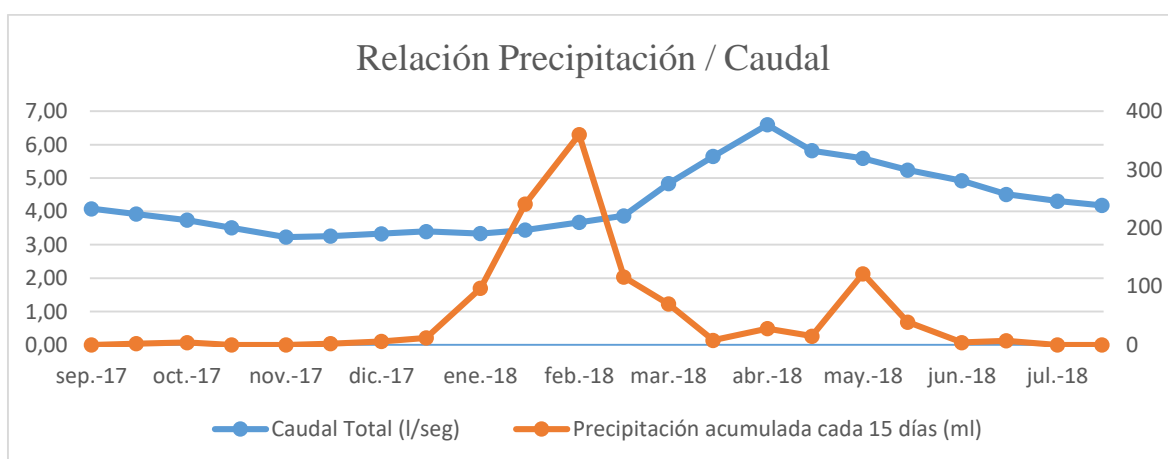


Figura 16. Relación entre la precipitación y el caudal de las cuatro zonas de recarga hídrica

El tamaño de las zonas de recarga hídrica no evidencian una relación directa o tendencia en función al porcentaje de bosque o matorral presentes en cada sitio. Este resultado coincide con Martínez *et al.*, (2017) los cuales mencionan que las diferentes coberturas vegetales no causan mayor impacto en la hidrología de las microcuencas andinas, sin embargo, la combinación de las variables climáticas, biológicas y edáficas descritas anteriormente generan un caudal de agua promedio de 4,3 litros/segundo por 51 ha de superficie de las cuales el 54 % son bosque intervenido y regeneración natural (Tabla 15 y Figura 17).

Tabla 15. Superficies de cada zona de recarga hídrica por tipo de uso de la tierra

Zona de Escurrimiento (ha)	Cobertura Vegetal (ha)			TOTAL
	Bosque	Matorral	Pastizal	
Zona de Recarga 1	1,82	2,73	3,75	8,3
Zona de Recarga 2	4,1	5,44	3,04	12,58
Zona de Recarga 3	12,32	0,00	12,95	25,27
Zona de Recarga 4	0,96	0,00	3,87	4,83
TOTAL	19,2	8,17	23,61	50,98

Las zonas de recarga hídrica 1 y 2 a pesar de tener diferentes superficies tienen un caudal promedio similar (1,04 l/seg). La zona de recarga hídrica 3 tiene la superficie más grande y el mayor caudal promedio (1,6 l/seg) y la zona de recarga hídrica 4 que es la más pequeña en superficie, tiene el caudal promedio más pequeño (0,62 l/seg) (Figura 17).

Estos resultados muestran similitudes con aquellos generados por González *et al.*, (2016), donde al analizar la influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río Catamayo, concluyen que el cambio de cobertura vegetal no influye significativamente en la fluctuación del coeficiente de escorrentía promedio.

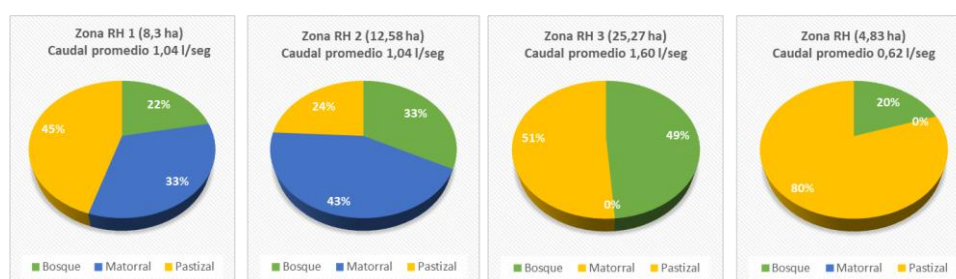


Figura 17. Porcentaje de superficie por uso de la tierra en cada zona de recarga hídrica

4.2.2. Número de curva en condición II de humedad

El suelo para las cuatro zonas de recarga hídrica según su tasa mínima de infiltración corresponde al grupo C (pastizales), ya que los valores mínimos de infiltración fueron de 2,17 mm, 2,15 mm, 1,37 mm y 1,55 mm respectivamente (Anexo 9). Son suelos que presentan tasas moderadamente altas de escorrentía, las tasas de infiltración son demasiado bajas, esto puede ser debido a que la superficie de los pastizales dificultan la infiltración del agua por el pisoteo de ganado bobino y equino.

Por otro lado la condición hidrológica del suelo es de condición II (para las zonas de recarga 1 y 4) y III (para las zonas de recarga 2 y 3), que es pobre. El tipo de vegetación es pastizal. El número de curva de escorrentía corresponde al número 86 para las cuatro zonas de recarga hídrica (cobertura pastizal). La condición precedente a humedad es de condición I, ya que el total de precipitación caída durante los 5 días antes de la infiltración fue de 0 mm de lluvia. Con la tabla de conversión del número de curva da un valor de 0 (Tabla 16).

Tabla 16. Número de curva en condición II de humedad

Zona de Recarga Hídrica	Menor tasa de infiltración (mm)	Cobertura Vegetal de la menor tasa de infiltración	5 días antes de infiltración	Tipo de suelo	Condición hidrológica del suelo	Numero de Curva/conversión	Numero de curva
1	2,17	Pastizal	0	C	II Pobre	0	86
2	2,25	Pastizal	0	C	III Pobre	0	86
3	1,37	Pastizal	0	C	III Pobre	0	86
4	1,55	Pastizal	0	C	II Pobre	0	86

Los suelos de la zona de estudio presentan características similares en las cuatro zonas de recarga hídrica, tienen una pendiente fuerte, con rangos del 60% al 100%. Presenta textura arcillosa, y arcillo limosa, con una estructura compacta para los pastizales y agregada para la cobertura de bosque y matorral.

El promedio de humedad del suelo para las cuatro zonas de recarga hídrica es del 15%, lo que evidencia la falta de precipitaciones en los meses de septiembre y octubre que fue donde se realizó el estudio de las variables edáficas.

La profundidad de las raíces de la cobertura de pastizal va desde los 15 cm hasta los 20 cm, (Horizonte A) para las especies herbáceas y arbustivas (Figura 18); y de aproximadamente de 1 a 2 m para los árboles (Horizonte B). La cantidad de materia orgánica es nula para los pastizales y de 1 a 3 cm de espesor para el bosque y matorral (Horizonte O).

Estos suelos son pobres en materia orgánica en comparación con otros ecosistemas de montaña. Esta información corrobora lo dicho por Pucha (2014), el cual menciona que la capa orgánica del bosque primario y secundario ubicado en la Estación Científica San Francisco en el límite entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe fluctúa entre los 23 a 64 cm de los cuales el 45% corresponde a las partículas humificadas, el 48% a las raíces y el 6% a la hojarasca.



Figura 18. Presencia de los horizontes A y B / Presencia de hojarasca en el estrato de bosque
No hay presencia de hojarasca en el pastizal y en el bosque y matorral tiene un espesor de 1 cm a 3 cm (Figura 18). El color del suelo para el bosque y matorral es gris oscuro y para el pastizal amarillo oscuro.

El análisis de correlación de Pearson no encontró una relación significativa entre el caudal de agua con las lluvias previas, las lluvias acumuladas y la velocidad de infiltración. El análisis de correlación establece una relación significativa directa entre las lluvias previas y las lluvias acumuladas así como las diferentes velocidades de infiltración, pero estas relaciones de variables no aplican a los objetivos de la presente investigación por ser relaciones directas entre las mismas variables.

La matriz de resultados del coeficiente de Pearson se detalla en la (Tabla 17) y la información de las variables utilizadas en el análisis del coeficiente de Pearson se detalla en el Anexo 10.

Tabla 17. Análisis de correlación de Pearson entre las variables del caudal, variables climáticas y variables edáficas

	caudal	lluvia promedio un día antes	lluvia promedio dos días antes	lluvia promedio tres días antes	lluvia promedio cuatro días antes	lluvia promedio cinco días antes	lluvia promedio acumulada un día antes	lluvia promedio acumulada dos días antes	lluvia promedio acumulada tres días antes	lluvia promedio acumulada cuatro días antes	lluvia promedio acumulada cinco días antes	Velocidad Infiltración Instantanea	Velocidad infiltración 30 min	Velocidad infiltración 60 min	velincmh
caudal	1	-0,118	-0,09	0,028	-0,01	-0,046	-0,054	-0,049	-0,015	-0,018	-0,046	-0,09	-0,105	-0,113	-0,113
lluvia promedio un día antes	-0,118	1	,447**	,785**	,722**	,478**	,749**	,720**	,753**	,733**	,478**	0	0	0	0
lluvia promedio dos días antes	-0,09	,447**	1	,510**	,405**	,939**	,797**	,807**	,544**	,534**	,939**	0	0	0	0
lluvia promedio tres días antes	0,028	,785**	,510**	1	,555**	,645**	,693**	,675**	,652**	,614**	,645**	0	0	0	0
lluvia promedio cuatro días antes	-0,01	,722**	,405**	,555**	1	,512**	,870**	,864**	,983**	,988**	,512**	0	0	0	0
lluvia promedio cinco días antes	-0,046	,478**	,939**	,645**	,512**	1	,849**	,859**	,655**	,640**	1,000**	0	0	0	0
lluvia promedio acumulada un día antes	-0,054	,749**	,797**	,693**	,870**	,849**	1	,999**	,939**	,933**	,849**	0	0	0	0
lluvia promedio acumulada dos días antes	-0,049	,720**	,807**	,675**	,864**	,859**	,999**	1	,935**	,930**	,859**	0	0	0	0
lluvia promedio acumulada tres días antes	-0,015	,753**	,544**	,652**	,983**	,655**	,939**	,935**	1	,999**	,655**	0	0	0	0
lluvia promedio acumulada cuatro días antes	-0,018	,733**	,534**	,614**	,988**	,640**	,933**	,930**	,999**	1	,640**	0	0	0	0
lluvia promedio acumulada cinco días antes	-0,046	,478**	,939**	,645**	,512**	1,000**	,849**	,859**	,655**	,640**	1	0	0	0	0
Velocidad Infiltración Instantanea	-0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	,998**	,998**	,998**
Velocidad infiltración 30 min	-0,105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	,998**	1	1,000**	1,000**
Velocidad infiltración 60 min	-0,113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	,998**	1,000**	1	1,000**
velincmh	-0,113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	,998**	1,000**	1,000**	1

* Relación significativa al 0.05 y ** Relación significativa al 0,01

CONCLUSIONES

La cobertura vegetal predominante en las cuatro zonas de recarga hídrica es el pastizal con 46 % de la superficie, seguido por el bosque con 38 % de superficie y el matorral con el 16 % de la superficie total.

El área total de las cuatro zonas de recarga hídrica analizadas tienen una superficie de 51 ha, generando un caudal agua promedio de 4,3 l/seg. El caudal de agua mínimo se presentó en el mes de noviembre con 3,23 l/seg y el caudal de agua máximo se presentó en el mes de abril con 6,60 l/seg.

La elevada pendiente en las cuatro zonas de recarga hídrica hace que haya presencia mínima y nula de materia orgánica y hojarasca disminuyendo la capacidad de infiltración del suelo.

El caudal de agua de las zonas de recarga hídrica no muestra una relación directa con la superficie de la cobertura boscosa. El coeficiente de Pearson no halló una relación entre el caudal de agua y las variables de precipitación e infiltración del suelo, presentando valores desde -0,01 hasta -0,118.

RECOMENDACIONES

Replicar esta investigación en sitios en donde las zonas de recarga hídrica sean de una sola cobertura para cada captación: bosque, matorral o pastizal. Con el fin de documentar de mejor manera y mayor exactitud la relación entre las variables climáticas, biológicas y edáficas en la provisión de agua a través de los caudales de agua de cada zona de recarga hídrica.

Replicar esta investigación en zonas de recarga hídrica que tengan como cobertura plantaciones forestales de diferente tipo para cada captación, esto con el fin de poder analizar la dinámica de los caudales de agua de estos ecosistemas y compararlos con aquellos que se establecen en bosques primarios o secundarios.

Considerar dos fuentes de información para la recepción de información meteorológica, como la toma de información de dos estaciones meteorológicas que se encuentren en un perímetro de 15 km a la redonda en sistemas de montaña para evitar algunos posibles vacíos de información debido a cualquier causa externa.

Hacer captaciones que tengan estructura de hormigón o algún otro tipo de material que facilite la medición del caudal de agua por el método volumétrico, esto debido a que en las épocas lluviosas se incrementa el caudal de agua y dificulta su medición.

Replicar esta investigación en zonas de recarga hídrica más grandes y con un solo tipo de cobertura por captación por un periodo de al menos cuatro años, que cuenten con un sistema de medición de caudales práctico y que no exista la presencia de fugas de caudal de agua o movimientos por otro sitio de la microcuenca que no sea la captación establecida.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, A., y Cárdenas, C. (2012). Efectos de corto plazo de la restauración ecológica de bosques nativos en la provisión de los servicios ecosistémicos, cantidad y calidad de agua. *Investigación para optar por el título de Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales*. Valdivia, Chile.
- Aguirre, N., Eguiguren, P., J, M., V, C., Samaniego, N., Ojeda-Luna, T., y Aguirre-Mendoza, Z. (2015). *Vulnerabilidad al cambio climático en la región sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z. (2015). Métodos para medir la biodiversidad. *Documento Guía*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., Kvist, L., y Sanchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 162-187.
- Andrade, L., y Ríos, C. (2014). Variabilidad Climática y Caudales Mínimos en los Andes Ecuatorianos. *Revista Politécnica*, 9.
- Armenteras, P., Cadena, C., y Moreno, R. (2007). *Evaluación del estado de los bosques de niebla y de meta 2010 en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Aquilla, R., y Jiménez, F. (2005). Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal. *Recursos Naturales y Ambiente*, 81-92.
- Bernal, S., y Prado, C. (2015). Análisis de la influencia de la cobertura vegetal en la generación de caudales de la cuenca de la quebrada Granadillo en los años 1993 y 2009 a partir de aerofotografías y cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Recursos Hídricos*. Bogotá, Colombia.
- Calder, I., Hofer, T., Vermont, S., y Warren, P. (2007). Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua. *Unasyuva*, 229,58.
- Castillo, C. (2005). Análisis de caudales máximos en cuencas experimentales para distintas condiciones de cobertura arbórea. *Trabajo de Titulación presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Forestal*. Valdivia, Chile.
- Chicaiza, J. (2016). Análisis multitemporal del recurso hídrico de las microcuencas del río Pantaví y río Piñán, para determinar el caudal de aporte al embalse del proyecto multipropósito Piñán-Tumbabiro. *Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales*. Urcuquí, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6913>
- Coello, C. (2005). Analisis de métodos de estimacion conductividad hidraulica. *Tesis de*

Grado. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/8.-Analisis-de-Metodos.pdf>

- Crespo, P., Célleri, Buytaert, W., Ochoa, B., Cárdenas, I., Iñiguez, V., y De Bièvre, B. (2014). Impactos del cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos. *Avances en investigación para la conservación de los páramos Andinos*, (March), 288-304.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. (2014). *Grupo INFOSTAT*. Retrieved from Universidad Nacional de Córdoba: <http://www.infostat.com.ar>
- García-Garizábal, I., Romero, P., Jiménez, S., y Jordá, L. (2017). Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático. *SciELO*, 8.
- Guerrero, T., García, C., y Gallardo, R. (2014). *Identificación de coberturas vegetales a partir de imágenes satelitales sobre la cuenca media y baja del Catatumbo*. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 8 p.
- González, A., Álvarez-Figueroa, P., Fuertes, M., y Aguirre, Z. (2016). Influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río Catamayo,. *CEDAMAZ*, 61.
- González, M. J. (2010). Efecto del cambio climático en la seguridad de suministro de agua potable en el Gran Santiago. *Memoria para optar al título de Ingeniero Civil*. Santiago, Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE. Recuperado el 27 de 11 de 2018, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104002/cf-gonzalez_ma.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2008). *El cambio climático y el agua. Documento técnico VI del IPCC*. Ginebra: Secretaría del IPCC. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>
- Ibañez, S., Gisbert, J., y Moreno, H. (2010). La Pendiente del Terreno. *Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10776/La%20pendiente%20del%20terreno.pdf>
- Ibañez, S., Moreno, H., y Gisbert, J. (2011). Valores del n° de curva (cálculo de la escorrentía). Universidad Politecnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10783/Valores%20del%20n%C2%BA%20de%20curva.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). *INAMHI*. Retrieved from <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

- Jobbágy, E., Acosta, A., y Noretto, M. (2013). Rendimiento hídrico en cuencas primarias bajo pastizales y plantaciones de pino de las sierras de Córdoba. *Ecología Austral*, 87-96.
- Maldonado, L., y Ramírez, D. (2008). Composición florística, estructura y valor de uso etnobotánico en dos remanentes del bosque Achiral cantón Celica provincia de Loja. *Tesis de Grado previa la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental*. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Martínez, A., Mongil, J., y Del Río, J. (2003). *Pequeña guía de uso del modelo MODIPÉ*. Obtenido de Oasificación: <http://www.oasification.com/archivos/Peque%C3%B1a%20gu%C3%ADa%20de%20uso%20del%20modelo%20MODIP%C3%89.pdf>
- Martínez, E., Coello, C., y Feyen, J. (2017). Análisis comparativo del comportamiento de la escorrentía de tres microcuencas andinas con diferente régimen de precipitación y cobertura vegetal. *Maskana*, 16.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Muñoz-Villers, L., Holwerda, F., Alvarado-Barrientos, M., Geissert, D., Marín-Castro, B., Gómez-Tagle, A., y Adrian Bruijnzeel, L. (2015). Efectos hidrológicos de la conversión del bosque de niebla en el centro de Veracruz, México. *Bosque (Valdivia)*, 395-407.
- Noretto, M., y Jobbágy, E. (2014). *Plantaciones Forestales: Sus Servicios E Impactos Hidrológicos*. Retrieved 08 16, 2018, from http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/Noretto_Jobbagy_Produccion_Forestal_2014.pdf
- Núñez, A., Rosales, A., Caro, R. G., y Hurtado, E. (2015). *Manual N° 5. Medición del Agua*. Lima: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego - DGIAR. Ministerio de Agricultura y Riego.
- Otero, L., Contreras, A., y Barrales, L. (1994). Efectos ambientales del reemplazo de bosque nativo por plantaciones (Estudio en cuatro microcuencas en la Provincia de Valdivia). *Ciencia e Investigación Forestal*, 253-276.
- Oyarzún, C., Nahuelhual, L., y Núñez, D. (2005). Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Ambiente y Desarrollo*, 88-97.
- Patiño, J., León, J., Montes, L., y Hernández, L. (2007). Propuesta metodológica para comparar el efecto de diferentes coberturas vegetales en la regulación de caudales en cuencas hidrográficas. Aplicación en la microcuenca de la quebrada la murciélago, Antioquia. *Avances en recursos hidráulicos*, 89-100.
- Pucha, F. (2014). Evaluación de los parámetros hidráulicos (mualem –van genuchten) de la capa orgánica a través de una modelación inversa en un bosque húmedo de montaña

en el sur del Ecuador. *Tesis de grado previa a la obtención de título de Ingeniero Forestal*. Loja, Ecuador. Retrieved 06 23, 2018, from <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12138/1/Franz%20Leonardo%20Pucha%20Cofrep.pdf>

Puchi, P. (2012). Influencia de la transpiración en las variaciones del caudal a escala diaria en una cuenca cubierta con plantación de *Eucalyptus globulus* Labill. *Tesis para optar al Título de Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales*. Valdivia, Chile.

Puente, S., Cobian, V., y Fierro, A. (2010). Modelación Del Efecto Del Cambio En El Uso Del Suelo Y Su Relación Con El Escurrimiento En Una Cuenca Hidrológica. *Centro Internacional del Agua*. Zaragoza, España.

Quintero, M. (2010). *Servicios ambientales hidrológicos en la región andina. Estado del conocimiento, la acción y .* Lima: Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).

Reyes, N., Santos-Gómez, J., y Giraldo-Osorio, J. (2016). Evaluación de los cambios de precipitación y temperatura en seis grandes cuencas colombianas durante el siglo XX. *Revistas unilibre*, 13.

Reyes, V., Fallas, J., Miranda, M., Segura, O., y Sánchez, R. (2002). Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques plantaciones en Costa Rica. Costa Rica: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).

Rodríguez, M. (2013). Respuesta en los caudales y el transporte de sedimentos a eventos de precipitación durante invierno , en dos microcuencas cubiertas con bosque siempreverde del predio Llancahue, Región de los Ríos. *Trabajo de Titulación presentado para optar al Título de Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales*. Valdivia, Chile.

Ruiz, E., y Martínez, M. (2015). *Hidrología Aplicada. Infiltración y humedad del suelo*. Obtenido de Documento Guía: https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/4575/mod_resource/content/1/Material_Docente/Tema_4.pdf

Torres, J., Mesa, X., y Aguilar, A. (2010). Influencia de la cobertura de bosque nativo en la generación de escorrentía en el sur de Chile. *Tesis para optar al grado de magíster en ciencias de la ingeniería, mención recursos y medio ambiente hídrico*. Santiago de Chile, Chile.

Vázquez, M., Freile, J., Aguirre, Z., Delgado, T., Almeida, D., Nogales, F., y Bonaccorso, E. (2005). Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja. *Ecociencia*, 20.

Vinueza, P. (2016). *Correlación: teoría y práctica*. Retrieved 06 18, 2018, from Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Autónoma de México: http://www.ccg.unam.mx/~vinueza/R4biosciences/docs/Tema8_correlacion.pdf

Vuille, M. (2013). *El Cambio Climático y los Recursos Hídricos en los Andes Tropicales*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5826/SR2012_VUILLE_FIN_AL_ESP.pdf?sequence=1

ANEXOS

Anexo 1. Anuario Meteorológico de la estación del INAMHI Celica M48 desde el año 1998 hasta el año 2012

72 Anuario Meteorológico 1998														Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología																											
M148														CELICA														INAMHI													
MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (Pa)	PRECIPITACIÓN (mm)			Número de días con precipitación																								
		ABSOLUTAS		MEDIAS		Máxima	Mínima	Neutal	Máxima	Mínima	Media			Máxima	Mínima	Media		Máxima	Mínima	Media																					
ENERO		22.5	10	21.0	12.9							15.0	100				2				49	31	89	13.1	15.2	80.6	10.9	8	14												
FEBRERO				21.1		15.5	98	11	56	15	89	13.6	15.6	276.4	60.0	23	17																								
MARZO		21.5	2	20.7	13.1	15.8					90	14.1	16.2	382.2	70.5	27	20																								
ABRIL		24.5	1	21.2	13.4	15.0	100	15	80	2	91	13.5	15.5	208.5	20.0	2	24																								
MAYO				20.9		15.3					91	13.9	16.0	55.0	15.7	26	9																								
JUNIO		21.5	13	20.5		15.8	100	16	77	29	90	14.2	16.3	0.0	0.0	1	0																								
JULIO		22.5	15	21.0	13.5	15.6	98	11	84	16	92	14.3	16.4	1.0	1.0	16	1																								
AGOSTO		24.5	3	21.1	13.6	15.6	100	31	82	23	92	14.3	16.4	0.0	0.0	1	0																								
SEPTIEMBRE		22.5	10	21.0		15.7	100	16	82	18	92	14.4	16.5	0.0	0.0	1	0																								
OCTUBRE				21.1	13.5	15.7	100	30	73	1	93	14.4	16.5	0.0	0.0	1	0																								
NOVIEMBRE				21.1		15.6	100	10	74	13	92	14.3	16.5	13.6	5.2	5	3																								
DICIEMBRE		25.0	27	21.7	13.5	15.6					92	14.2	16.3	46.6	10.0	22	8																								
VALOR ANUAL				21.0		15.5					91	14.0	16.1	1063.9	70.5																										
MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)																								
	Suma	Máxima		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calma	Nº																												
ENERO			3	7.0	4	0.0	0	4.7	29	4.0	2	2.9	10	0.0	0	0.0	0	0.0	0	55	93	20.0	E																		
FEBRERO			3	4.5	5	0.0	0	5.6	26	2.0	4	2.0	4	0.0	0	0.0	0	0.0	0	62	94	20.0	E																		
MARZO			3	3.5	4	6.0	1	3.9	34	3.0	2	4.0	4	0.0	0	0.0	0	0.0	0	54	93	8.0	E																		
ABRIL			3	0.0	0	4.0	3	2.5	23	4.0	1	4.0	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	69	90	6.0	NE																		
MAYO																																									
JUNIO			1	5.3	3	4.0	1	4.6	39	2.0	1	4.5	9	0.0	0	6.0	1	0.0	0	46	90	20.0	E																		
JULIO			1	4.0	11	0.0	0	4.2	26	11.7	7	4.9	12	0.0	0	6.0	1	0.0	0	44	93	20.0	SE																		
AGOSTO			1	3.0	2	0.0	0	5.9	31	0.0	0	6.9	8	4.0	1	9.3	3	0.0	0	55	93	20.0	E																		
SEPTIEMBRE			1	4.0	2	0.0	0	7.8	22	12.0	2	11.0	2	2.0	1	11.0	4	0.0	0	66	90	20.0	W																		
OCTUBRE			1	0.0	0	0.0	0	7.4	38	0.0	0	11.0	2	0.0	0	9.2	11	0.0	0	50	93	20.0	E																		
NOVIEMBRE																																									
DICIEMBRE			2	0.0	0	6.0	1	6.1	22	0.0	0	5.0	2	0.0	0	6.0	8	0.0	0	68	93	20.0	E																		
VALOR ANUAL			1																																						

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

Estadística mensual y anual de Estaciones Climatológicas 75

M148														CELICA														INAMHI													
MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (Pa)	PRECIPITACIÓN (mm)			Número de días con precipitación																								
		ABSOLUTAS		MEDIAS		Máxima	Mínima	Neutal	Máxima	Mínima	Media			Máxima	Mínima	Media		Máxima	Mínima	Media																					
ENERO		23.0	12	21.3	13.1							15.2	100				15				76	22	91	13.8	15.8	129.5	20.0	12	19												
FEBRERO				21.4		14.9	100	6	81	1	94	13.9	15.9	193.6	42.6	15	18																								
MARZO				22.3		15.3	100	13	80	25	94	14.4	16.4	278.4	50.9	19	18																								
ABRIL				21.6	13.2	15.3	100	23	68	12	94	14.3	16.4	57.2	25.4	27	8																								
MAYO				21.1	13.2	15.5	100	6	81	24	94	14.5	16.6	118.3	45.5	11	6																								
JUNIO				21.2		15.5	100	3	84	14	92	14.3	16.4	0.3	0.3	11	1																								
JULIO					13.4	15.8					90	14.2	16.3	0.0	0.0	1	0																								
AGOSTO				21.5	13.5	15.7	100	14	74	17	92	14.5	16.6	0.0	0.0	1	0																								
SEPTIEMBRE		22.5	2	21.3	13.4	15.6	100	19	84	9	93	14.5	16.5	6.2	3.3	24	5																								
OCTUBRE				21.5	13.6	15.5	100	14	85	1	94	14.6	16.6	4.5	3.5	22	3																								
NOVIEMBRE		11.5	25	21.4	13.1	15.3	100	17	80	24	94	14.3	16.4	17.2	4.3	20	6																								
DICIEMBRE		12.0	1	21.2	13.0	15.0	98	1	80	4	94	14.1	16.2	98.2	30.2	20	6																								
VALOR ANUAL						15.3					93	14.2	16.3	903.4	50.9																										
MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)																								
	Suma	Máxima		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calma	Nº																												
ENERO			3	2.0	1	0.0	0	4.3	28	0.0	0	0.0	0	0.0	0	5.3	10	0.0	0	61	93	10.0	E																		
FEBRERO			4	2.0	1	0.0	0	2.9	26	0.0	0	4.0	2	0.0	0	4.0	5	0.0	0	66	94	8.0	E																		
MARZO			5	3.6	10	0.0	0	3.7	23	4.0	1	3.3	9	2.7	3	4.6	8	0.0	0	47	93	10.0	W																		
ABRIL			4	2.4	6	3.0	2	4.6	18	3.0	2	2.9	10	0.0	0	3.3	3	0.0	0	59	90	16.0	E																		
MAYO			2	2.5	4	0.0	0	3.9	19	0.0	0	2.5	4	0.0	0	5.3	9	0.0	0	63	93	10.0	W																		
JUNIO			1	0.0	0	0.0	0	4.6	22	0.0	0	0.0	0	0.0	0	9.5	4	0.0	0	73	90	20.0	W																		
JULIO			1																																						
AGOSTO			1	0.0	0	0.0	0	6.8	42	10.0	1	3.3	3	0.0	0	5.3	8	0.0	0	46	93	16.0	E																		
SEPTIEMBRE			1	4.0	2	0.0	0	6.1	32	6.0	1	3.4	6	0.0	0	4.5	4	2.0	1	53	90	18.0	E																		
OCTUBRE			1	0.0	0	0.0	0	3.1	29	0.0	0	2.7	7	0.0	0	3.3	13	0.0	0	52	93	8.0	E																		
NOVIEMBRE			2	0.0	0	0.0	0	3.6	29	2.0	1	4.0	1	8.0	1	3.5	12	4.0	1	54	90	10.0	W																		
DICIEMBRE			2	3.0	2	0.0	0	2.9	26	0.0	0	2.0	2	0.0	0	3.7	7	0.0	0	63	93	8.0	E																		
VALOR ANUAL			2																																						

M148														CELICA										INAMHI			
MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCID (°C)	TENSION DE VAPOR (Pa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación											
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máx	Mín	Med	Máx			Mín	Med	Suma		Máx	Mín									
		Máx	Mín	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med						
ENERO		22.5	18	21.1	13.0	15.0	98	3	75	19	95	14.3	16.4	138.7	40.0	30	10										
FEBRERO		22.0	1	20.5	12.6	14.6	100	6	66	22	96	14.0	16.0	460.1	59.0	23	26										
MARZO		22.0	7	20.3		14.5			95			13.7	15.7	274.7	33.5	8	26										
ABRIL				20.8		14.8	100	21	82	14	96	14.2	16.3	88.2	20.3	4	17										
MAYO				20.6	13.3	15.1	100	13	80	24	95	14.4	16.4	4.8	1.5	2	11										
JUNIO				21.1	13.5	15.7	98	2	67	12	93	14.6	16.7	12.2	7.5	15	4										
JULIO				21.1	13.2	15.4					94	14.4	16.4	0.1	0.1	17	1										
AGOSTO				21.1	13.6	15.6	100	6	82	3	95	14.8	16.9	0.0	0.0	1	0										
SEPTIEMBRE				21.2		15.2	100	19	77	7	93	14.0	16.1	1.6	1.3	13	2										
OCTUBRE				21.0		15.6	100	4	63	25	92	14.2	16.3	0.0	0.0	1	0										
NOVIEMBRE				21.8		15.8					90	14.1	16.1	0.0	0.0	1	0										
DICIEMBRE				21.5	13.8	15.4	100	16	82	22	93	14.3	16.4	5.5	4.0	5	2										
VALOR ANUAL				21.0		15.2					93	14.3	16.3	975.9	59.0												

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Oct)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)						
	Suma	Máx		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro										
	Méx	Máx		(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)		
ENERO			2	2.0	1	0.0	0	2.4	30	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.0	2	0.0	0	65	93	4.0	E
FEBRERO			3	0.0	0	0.0	0	2.5	17	7.0	2	2.0	8	4.0	1	2.0	5	0.0	0	67	87	8.0	SE
MARZO			3	2.0	1	2.0	4	2.8	20	0.0	0	2.0	3	2.0	1	2.8	5	0.0	0	65	93	9.0	E
ABRIL			3	0.0	0	0.0	0	3.1	28	3.0	2	2.0	1	0.0	0	3.0	4	0.0	0	64	90	8.0	E
MAYO			1	4.0	1	0.0	0	3.0	15	4.4	5	2.7	3	0.0	0	2.0	1	0.0	0	74	93	8.0	E
JUNIO			1	0.0	0	14.0	1	3.9	26	2.0	1	2.0	2	0.0	0	4.7	3	0.0	0	67	90	18.0	E
JULIO			1	0.0	0	0.0	0	5.0	24	2.8	4	2.0	3	2.0	1	4.0	4	0.0	0	63	93	8.0	E
AGOSTO			0	0.0	0	0.0	0	6.3	39	12.7	3	2.0	2	0.0	0	3.0	7	0.0	0	50	93	20.0	E
SEPTIEMBRE			2	2.4	6	6.0	1	2.9	29	3.0	2	2.0	2	0.0	0	4.0	6	2.0	1	53	90	8.0	E
OCTUBRE			0	0.0	0	0.0	0	3.6	31	5.0	2	7.0	2	0.0	0	4.2	12	8.0	1	52	93	12.0	S
NOVIEMBRE			1	2.0	1	5.6	6	2.8	32	5.0	4	4.0	3	0.0	0	3.5	13	0.0	0	40	90	8.0	E
DICIEMBRE			1																				
VALOR ANUAL			2																				

M148														CELICA										INAMHI			
MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCID (°C)	TENSION DE VAPOR (Pa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación											
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máx	Mín	Med	Máx			Mín	Med	Suma		Máx	Mín									
		Máx	Mín	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med						
ENERO		22.5	28	21.4	13.4	15.0			92	13.7	15.8	80.1	31.0	19	14												
FEBRERO		22.5	5	21.5	12.9							177.2	68.3	21	13												
MARZO		23.0	23	21.4		15.1	100	7	80	21	94	14.2	16.2	389.1	75.3	14	21										
ABRIL				21.3		15.5			93	14.4	16.5	174.6	60.4	24	13												
MAYO				21.1	13.6	15.4			93	14.3	16.4	27.7	12.0	28	3												
JUNIO		22.0	2	21.0	13.3	15.5						0.0	0.0	1	0												
JULIO				21.1	13.3	15.8			92	14.5	16.6	0.0	0.0	1	0												
AGOSTO				21.3	13.5	16.0			92	14.8	16.9	0.0															
SEPTIEMBRE				21.5	10.8	15.7			87	13.5	15.6	0.1															
OCTUBRE				21.8	8.0	15.9	100	10	60	18	82	12.8	14.8	14.0	13.2	22	3										
NOVIEMBRE				21.0	9.4	15.5			86	13.0	15.0	30.9	13.2	12	11												
DICIEMBRE		23.0	7	21.0	10.8	15.5	98	2	58	1	89	13.8	15.8	43.1	13.5	23	12										
VALOR ANUAL				21.3								936.8															

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Oct)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)						
	Suma	Máx		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro										
	Méx	Máx		(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)	(h)	(%)		
ENERO			2	3.0	2	4.0	1	3.1	28	6.0	1	4.0	3	0.0	0	4.0	7	0.0	0	58	93	10.0	E
FEBRERO			2	2.7	4	2.0	1	3.1	21	0.0	0	2.0	10	2.0	1	3.3	10	2.0	1	52	84	6.0	W
MARZO			3	2.0	1	0.0	0	3.4	14	0.0	0	2.3	7	2.0	1	7.0	4	2.0	1	72	93	12.0	W
ABRIL			4	3.6	17	0.0	0	5.8	11	3.0	2	3.3	17	8.1	2	4.7	7	0.0	0	44	90	18.0	E
MAYO			2	4.0	10	0.0	0	4.1	18	8.0	1	2.8	9	0.0	0	5.6	5	0.0	0	57	93	10.0	E
JUNIO			1	2.5	4	11.0	2	6.0	30	8.0	6	3.0	7	0.0	0	5.0	7	0.0	0	44	90	16.0	E
JULIO			1	6.0	5	0.0	0	4.7	34	5.2	5	3.2	14	8.0	1	5.5	4	0.0	0	38	93	18.0	E
AGOSTO			0																				
SEPTIEMBRE			2																				
OCTUBRE			2	3.0	2	0.0	0	4.1	15	6.3	9	6.0	4	6.5	4	5.8	17	9.0	2	46	93	12.0	W
NOVIEMBRE			4	6.0	2	0.0	0	4.0	1	4.0	3	3.7	8	5.3	3	4.0	27	0.0	0	56	90	10.0	W
DICIEMBRE			4	2.3	8	8.0	2	2.4	12	0.0	0	3.3	7	6.0	2	3.5	13	0.0	0	57	93	10.0	NE
VALOR ANUAL			2																				

M148 CELUCA INAMHI

MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DE LA AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPO R (Pa)	PRECIPITACION (mm)		Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máx. día	Mín. día	Med. día			Suma	Máx. día		Mín. día		
		Máx. día	Mín. día	Máx. día	Mín. día	Mez. día										Mez. día	24 h
ENERO		9.5	30	21.2	11.1	15.2			92	13.8	15.9	17.7	10.1	4	10		
FEBRERO				19.9	11.2	15.3			94	14.4	16.4	345.0	54.3	5	23		
MARZO		22.5	26	20.7	11.9	15.5	98	1	80	26	92	14.3	16.3	443.4	68.4	19	29
ABRIL		22.5	1	21.0	11.8	15.2	98	2	67	4	91	13.8	15.9	249.2	50.6	13	23
MAYO			10.0	21.1	12.5	16.3	100	13	67	8	91	14.9	17.0	14.2	4.5	23	8
JUNIO		22.0	4	21.0	12.0									0.2	0.2	11	1
JULIO			10.0	20.8	11.8	15.6			88	13.6	15.6	0.3	0.3	23	1	1	
AGOSTO				20.7	9.8	16.0			81	12.5	14.7	0.0	0.0	1	0	0	
SEPTIEMBRE		22.5	7	21.4	9.3	15.6			86	13.1	15.2	0.0	0.0	1	0	0	
OCTUBRE		22.5	1	21.3	9.4	15.8			87	13.5	15.5	31.0	13.0	22	7	7	
NOVIEMBRE				20.6	8.1	15.6			89	13.7	15.7	13.1	5.2	19	7	7	
DICIEMBRE		22.5	2	20.3	9.8	15.6			93	14.5	16.5	74.2	16.4	15	17	17	
VALOR ANUAL				20.8	10.7							1188.3	68.4				

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)		
	Suma	Máx. día		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	N/O
	Mez. día	24 h		(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%			%	%
ENERO			4	2.5	4	3.0	2	2.9	12	5.7	8	3.1	10	8.0	1	3.1	18	0.0	0	45	93	10.0	SE
FEBRERO			6	2.3	7	4.0	2	3.6	6	3.0	2	3.2	14	5.0	2	3.0	2	0.0	0	63	84	12.0	S
MARZO			5	2.9	16	6.0	1	3.0	13	0.0	0	3.4	8	0.0	0	3.6	11	0.0	0	52	93	8.0	S
ABRIL			5	2.9	20	0.0	0	2.5	13	0.0	0	3.3	9	0.0	0	4.6	11	0.0	0	47	90	16.0	W
MAYO			5	2.7	10	4.0	2	5.0	24	9.0	2	3.1	12	12.0	2	7.2	14	16.0	1	33	93	18.0	E
JUNIO			3	3.7	8	10.4	10	7.8	36	11.3	3	4.6	16	13.5	4	4.0	8	0.0	0	16	90	20.0	SW
JULIO			3																				
AGOSTO			3																				
SEPTIEMBRE			3	0.0	0	9.5	4	8.3	17	2.0	1	3.3	17	6.5	18	3.8	14	5.2	6	23	90	16.0	E
OCTUBRE			4	3.3	3	8.5	14	3.0	11	0.0	0	4.0	13	5.6	15	3.4	11	5.8	9	25	93	16.0	NE
NOVIEMBRE			4																				
DICIEMBRE			5	3.6	10	13.0	2	4.5	12	0.0	0	4.2	22	5.0	2	4.6	24	6.0	2	27	93	16.0	NE
VALOR ANUAL			4																				

M148 CELUCA INAMHI

MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DE LA AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPO R (Pa)	PRECIPITACION (mm)		Número de días con precipitación							
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máx. día	Mín. día	Med. día			Suma	Máx. día		Mín. día						
		Máx. día	Mín. día	Máx. día	Mín. día	Mez. día										Mez. día	24 h	día			
ENERO		21.5	8	7.0	4	19.8	9.9	15.3			96	14.7	16.7	120.5	16.5	21	20				
FEBRERO		20.5	6	7.0	20	19.0	9.7	15.3			97	14.7	16.8	195.3	82.8	27	23				
MARZO				7.0	25	19.5	9.7	15.7	100	2	60	7	93	14.6	16.7	301.2	107.2	14	18		
ABRIL		21.5	6	8.0	9	19.4	10.7	15.7	100	13	75	14	95	14.8	16.9	101.1	54.3	9	17		
MAYO				7.0	3	19.7	10.2	15.6			94	14.6	16.7	18.6	3.8	27	13				
JUNIO				7.0	9	19.4	10.0	15.1			92	13.8	15.9	18.5	7.5	14	5				
JULIO						20.5	9.4							4.3	2.3	10	3				
AGOSTO		24.0	8	21.1	9.1	15.6			100	1	61	28	84	12.8	14.8	0.0	0.0	1	0		
SEPTIEMBRE				3.0	9	21.7	8.7	15.7			100	8	62	15	84	12.8	14.9	0.0	0.0	1	0
OCTUBRE				7.0	4	21.5	9.3	15.8			98	8	57	3	85	13.1	15.2	1.3	1.3	7	1
NOVIEMBRE		22.8	1	21.5	9.0	16.1			100	23	59	3	85	13.4	15.4	17.4	15.2	7	4	4	
DICIEMBRE		23.2	7	21.0	9.2	15.6			100	21	40	9	89	13.7	15.7	113.0	63.1	27	15	15	
VALOR ANUAL				20.3	9.6									891.2	107.2						

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)		
	Suma	Máx. día		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	N/O
	Mez. día	24 h		(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%			%	%
ENERO			6	2.3	14	7.0	2	4.3	15	4.0	1	4.4	12	5.0	9	3.4	14	3.0	2	31	93	8.0	E
FEBRERO			6																				
MARZO			5	2.8	17	11.0	2	4.6	20	0.0	0	3.7	16	0.0	0	2.8	19	6.0	1	24	93	14.0	E
ABRIL			6	2.7	13	8.0	1	4.2	29	3.5	4	2.9	21	0.0	0	3.8	13	0.0	0	18	90	10.0	E
MAYO			4	3.7	13	8.0	2	5.3	26	0.0	0	3.7	24	0.0	0	3.5	16	0.0	0	19	93	16.0	E
JUNIO			4	2.1	17	8.0	1	5.6	31	0.0	0	3.8	21	0.0	0	2.9	12	0.0	0	18	90	16.0	E
JULIO			3																				
AGOSTO			2	5.3	10	14.0	1	8.1	28	10.0	1	4.2	26	6.0	3	3.4	19	8.0	1	11	93	18.0	N
SEPTIEMBRE			2																				
OCTUBRE			3																				
NOVIEMBRE			4	2.0	14	0.0	0	2.3	7	0.0	0	5.3	18	6.0	7	3.5	36	4.0	1	18	90	8.0	S
DICIEMBRE			4	2.6	19	6.0	1	2.6	8	2.0	1	3.7	28	4.0	3	3.4	23	0.0	0	17	93	8.0	S
VALOR ANUAL			4																				

M148 CELICA INAMHI

MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS			MEDIAS			Máx	Mín	da	Méd			Máx	Mín	da			
		Máx	Mín	da	Máx	Mín	Méas												
ENERO		22.0	18	7.0	5	19.6	8.8	15.0			93	13.9	15.9	188.4	50.1	7	17		
FEBRERO		20.4	24	7.0	3	19.0	8.6	15.1	100	2	74	28	94	14.2	16.2	227.8	42.9	20	25
MARZO		21.4	28	7.0	3	19.8	8.9	15.6	100	1	73	30	95	14.8	16.9	205.9	82.3	26	23
ABRIL		22.2	4	7.0	14	19.7	8.8	15.7	100	18	77	7	94	14.7	16.8	146.7	51.0	13	17
MAYO		23.8	6	7.0	3	20.1	8.6	15.9			93	14.7	16.8	52.1	30.8	18	11		
JUNIO		22.0	20	7.0	5	20.3	8.7	15.7			90	14.0	16.0	3.9	3.1	3	2		
JULIO		22.2	10	7.0	19	20.5	8.7	15.7	98	25	58	21	86	13.3	15.4	6.4	4.4	14	3
AGOSTO						21.1	8.6	15.7	100	14	60	13	84	13.0	15.1	0.0	0.0	1	0
SEPTIEMBRE		22.4	16	7.0	9	20.7	8.7	15.5	100	8	62	23	86	13.0	15.0	11.4	6.3	8	4
OCTUBRE		23.8	11	7.0	3	20.9	8.6	15.7	100	3	57	21	86	13.2	15.2	34.7	23.5	22	9
NOVIEMBRE				7.0	7	21.6	8.8	16.0	100	9	66	22	86	13.5	15.5	11.3	6.2	10	5
DICIEMBRE				7.0	3	20.3	8.4	15.7	100	15	66	26	88	13.7	15.7	63.3			
VALOR ANUAL						20.3	8.7	15.6			89	13.8	15.9	851.9					

MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD MEDIA (Octos)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)						
	Suma	Máx	Mín		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS										
	Méas	24 h	da												(h/s)	%			(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%
ENERO				5	2.7	22	4.0	1	3.0	2	0.0	0	3.6	26	8.0	1	3.0	26	0.0	0	23	93	8.0	W
FEBRERO				6	2.6	22	0.0	0	3.1	8	0.0	0	3.4	26	0.0	0	2.6	18	0.0	0	25	87	12.0	N
MARZO				6	2.3	14	4.0	2	3.8	17	0.0	0	3.1	26	4.0	1	3.3	15	0.0	0	25	93	10.0	E
ABRIL				5	2.7	24	0.0	0	3.6	12	4.0	1	3.3	22	0.0	0	2.5	12	0.0	0	28	90	8.0	N
MAYO				5																				
JUNIO				3	3.3	7	9.3	3	6.5	28	5.0	2	3.7	26	0.0	0	3.3	10	0.0	0	24	90	16.0	NE
JULIO				3	2.4	10	6.0	1	6.4	26	6.0	1	3.4	28	0.0	0	2.5	9	0.0	0	26	93	16.0	E
AGOSTO				2	2.3	9	15.3	3	10.6	28	8.0	1	4.3	24	0.0	0	4.8	17	0.0	0	18	93	16.0	NE
SEPTIEMBRE				3	2.4	16	7.2	6	5.4	11	9.0	2	3.4	20	3.0	2	3.9	26	0.0	0	18	90	12.0	SE
OCTUBRE				4	2.5	26	4.0	2	4.0	8	4.0	1	4.2	12	0.0	0	3.8	18	8.0	1	32	93	10.0	E
NOVIEMBRE				4	2.2	14	10.0	1	3.8	19	0.0	0	3.5	18	0.0	0	2.8	20	0.0	0	28	90	12.0	E
DICIEMBRE				5																				
VALOR ANUAL				4																				

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Estadística mensual y anual de Estaciones Climatológicas 129

M148 CELICA INAMHI

MES	HELIOFANIA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación						
		ABSOLUTAS			MEDIAS			Máx	Mín	da	Méd			Máx	Mín	da							
		Máx	Mín	da	Máx	Mín	Méas																
ENERO		22.4	24	7.0	1	20.0	8.5	15.5	100	11	68	7	90	13.8	15.8	60.8	9.0	10	14				
FEBRERO		20.6	5	7.0	2	18.9	8.3	14.9	100	3	81	10	95	14.1	16.1	271.3	42.0	12	24				
MARZO				7.0	4	19.5	8.2	15.5	100	14	78	14	94	14.6	16.7	312.2	66.5	13	25				
ABRIL		22.8	11			20.4	8.7	15.9	100	21	72	20	93	14.7	16.8	151.7	59.0	27	12				
MAYO						21.2	8.5	15.9	99	9	62	26	90	14.2	16.2	7.9	2.4	16	5				
JUNIO		22.6	26	7.0	2	20.8	8.3	15.8	99	5	62	15	88	13.8	15.9	28.6	20.9	29	5				
JULIO						20.7	8.8	15.9					84	13.2	15.3	0.0							
AGOSTO																0.0							
SEPTIEMBRE						21.3	12.2	15.9					83	12.9	15.0	2.1							
OCTUBRE						21.2	11.6	15.8	98	28	59	22	83	12.9	14.9	8.8	7.2	10	2				
NOVIEMBRE						21.5	10.2	15.7					77	11.1	13.7	21.1	13.6	10	5				
DICIEMBRE				5.0	17	20.2	8.7	15.4	98	22	48	1	87	13.1	15.2	55.1	24.7	22	9				
VALOR ANUAL																919.6							

MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD MEDIA (Octos)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)						
	Suma	Máx	Mín		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS										
	Méas	24 h	da												(h/s)	%			(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%
ENERO				5	2.2	12	0.0	0	3.6	22	0.0	0	3.3	24	4.0	3	2.5	11	2.0	1	28	93	8.0	E
FEBRERO				6	2.0	21	0.0	0	3.5	16	0.0	0	3.0	19	0.0	0	3.3	17	0.0	0	27	84	6.0	S
MARZO				5	2.2	10	0.0	0	3.0	11	0.0	0	3.6	10	0.0	0	3.3	13	0.0	0	57	93	10.0	W
ABRIL				5	2.8	6	5.3	3	4.2	24	5.3	3	3.5	30	0.0	0	3.6	6	0.0	0	28	90	16.0	E
MAYO				3	4.1	12	0.0	0	4.4	26	0.0	0	3.6	15	0.0	0	3.9	16	0.0	0	31	93	10.0	E
JUNIO				3	2.0	2	6.0	1	4.9	36	0.0	0	3.6	21	0.0	0	3.2	14	0.0	0	26	90	16.0	E
JULIO				2	4.0	15	10.0	2	7.2	31	0.0	0	4.8	24	12.0	1	5.8	11	0.0	0	16	93	18.0	E
AGOSTO				2																				
SEPTIEMBRE				2																				
OCTUBRE				4	2.1	27	5.0	3	3.6	18	5.4	8	4.0	9	6.0	2	4.3	22	3.3	3	9	93	10.0	SE
NOVIEMBRE				3	2.3	32	0.0	0	3.3	9	8.0	1	4.5	18	6.0	6	3.8	24	2.0	1	9	90	10.0	SW
DICIEMBRE				5	2.3	26	0.0	0	2.9	12	2.0	1	3.3	26	5.0	4	3.9	16	0.0	0	15	93	8.0	W
VALOR ANUAL				4																				

M148		CELICA										INAMHI						
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPORES (kPa)	PRECIPITACIÓN (mm)			# Gneros de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima	Mínima	Media	Máxima			Mínima	Media	Máxima		Mínima	24 h
		Máxima	mínima	Máxima	Mínima	Mezclal												
ENERO				19,2	10,3	15,2				92	13,8	15,9	17,1,4	63,3	19	15		
FEBRERO				18,4	13,0	15,4				97	14,9	17,0	315,8	62,9	14	23		
MARZO		22,6	11	19,7	12,2	15,9	100	8	58	21	94	14,8	16,9	362,6	43,5	13	23	
ABRIL			4,5	19,9	10,7	15,9	100	20	53	18	91	14,3	16,4	190,7	61,6	3	14	
MAYO		23,0	16	21,1	11,6	16,2	100	7	57	4	87	13,9	16,1	4,4	3,3	6	2	
JUNIO				20,3	11,2	16,1				85	13,4	15,5	0,0	0,0	1	0		
JULIO		22,6	31	20,6	11,4	16,1	100	16	54	7	82	12,9	15,0	0,0	0,0	1	0	
AGOSTO				21,6	11,1	16,5				80	12,9	15,0	0,0	0,0	1	0		
SEPTIEMBRE		23,4	21	21,3	12,0	16,4				84	13,5	15,6	0,0	0,0	1	0		
OCTUBRE		24,6	16	22,0	11,0	16,7				78	12,6	14,7	2,4	2,4	11	1		
NOVIEMBRE		23,4	3	21,1	10,2	16,1	100	3	39	19	84	13,2	15,3	40,0	13,4	26	7	
DICIEMBRE				19,9	11,9	15,9	100	22	53	15	90	14,2	16,3	105,6	35,9	21	12	
VALOR ANUAL				20,4	11,4	16,0				87	13,7	15,8	1192,9	63,3		97		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)						
	Suma	Máxima		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	NO										
	Mezclal	24 h												(h/s)	%			(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%
ENERO			6	2,3	22	5,0	2	3,9	17	2,0	1	4,2	27	5,1	8	4,0	12	4,0	2	10	93	10,0	E
FEBRERO			7	2,2	23	0,0	0	2,8	18	6,0	1	4,0	27	5,3	4	3,0	19	4,0	2	6	84	8,0	S
MARZO			6	2,6	18	4,0	1	4,0	19	0,0	0	3,3	23	0,0	0	3,3	12	2,0	1	26	93	10,0	E
ABRIL			6	2,2	27	9,0	2	4,5	22	6,0	1	3,5	19	5,0	2	3,3	9	0,0	0	18	90	16,0	E
MAYO			3																				
JUNIO			3	3,0	24	10,0	9	7,8	21	2,0	1	4,1	19	4,0	2	4,2	11	0,0	0	12	90	16,0	E
JULIO			3	3,5	16	10,9	12	7,6	23	4,0	1	3,5	22	4,0	3	4,0	17	0,0	0	7	93	16,0	NE
AGOSTO			2	4,0	5	11,1	12	7,1	24	0,0	0	4,1	29	4,0	2	5,2	17	0,0	0	11	93	16,0	E
SEPTIEMBRE			3																				
OCTUBRE			4	3,0	36	0,0	0	3,6	24	5,1	8	3,4	14	8,0	1	5,5	12	4,0	1	5	93	10,0	SE
NOVIEMBRE			5	3,1	30	0,0	0	3,8	19	5,3	3	3,8	14	6,0	6	4,9	8	0,0	0	20	90	10,0	W
DICIEMBRE			6	2,8	20	7,0	2	3,6	24	6,7	3	3,6	18	0,0	0	4,4	10	4,0	2	20	93	8,0	SE
VALOR ANUAL			5																				

M148		CELICA										INAMHI						
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPORES (kPa)	PRECIPITACIÓN (mm)			# Gneros de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima	Mínima	Media	Máxima			Mínima	Media	Máxima		Mínima	24 h
		Máxima	mínima	Máxima	Mínima	Mezclal												
ENERO				19,4	12,6	15,8				94	14,9	17,0	158,6	33,1	19	21		
FEBRERO			10,0	8	19,2	11,9	15,7				92	14,4	16,5	149,2	47,0	15	13	
MARZO					18,9	12,7	15,6				95	14,9	17,0	380,3	48,3	23	22	
ABRIL			12,5	18	19,5	13,4	16,0				95	15,2	17,4	113,7	20,3	7	22	
MAYO					19,5	12,8	15,9							16,3	6,0	17	5	
JUNIO					20,2	12,2								0,0	0,0	1	0	
JULIO					20,3	11,9								1,1	1,1	26	1	
AGOSTO					21,0	11,5								1,7	1,7	11	1	
SEPTIEMBRE					21,4	11,5								5,4	4,9	15	2	
OCTUBRE					21,2	12,2								9,1	6,6	22	3	
NOVIEMBRE			23,0	22	20,8	12,2								12,4	3,7	24	6	
DICIEMBRE			22,6	31	20,2	11,5								13,8	6,1	31	4	
VALOR ANUAL					20,1	12,2								801,6	48,3			

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)						
	Suma	Máxima		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	NO										
	Mezclal	24 h												(h/s)	%			(h/s)	%	(h/s)	%	(h/s)	%
ENERO			7	3,1	20	0,0	0	3,7	31	0,0	0	3,9	17	0,0	0	4,4	5	0,0	0	26	93	12,0	E
FEBRERO			6																				
MARZO			5	3,4	8	2,0	1	3,9	25	4,0	1	4,0	9	4,7	3	4,5	4	0,0	0	50	93	8,0	N
ABRIL			3	2,5	4	2,0	1	3,4	8	3,0	2	2,8	11	4,5	4	3,3	7	0,0	0	62	90	6,0	SW
MAYO			3																				
JUNIO			2																				
JULIO			2																				
AGOSTO			4	2,6	14	5,5	4	5,9	29	4,7	7	4,5	17	5,0	2	3,1	12	2,0	1	14	93	16,0	E
SEPTIEMBRE			3	3,6	10	8,0	7	8,1	24	0,0	0	3,8	9	5,2	6	4,5	19	0,0	0	26	90	18,0	W
OCTUBRE			3	2,4	5	3,3	7	3,3	9	4,0	4	2,8	5	5,7	7	5,8	12	4,4	5	46	93	12,0	SW
NOVIEMBRE			5																				
DICIEMBRE			5																				
VALOR ANUAL			4																				

M148 CELICA INAMHI

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (kPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máxima db	Mínima db	Meda			Suma Mesal	Máxima en 24hs db	dB			
		Máxima db	Mínima db	Máxima	Mínima	Mezcal											
ENERO				17.2	12.7	14.3	100	3	83	10	96	13.8	15.8	318.3	50.1	30	28
FEBRERO				17.1	12.3	14.8					96	14.2	16.2	522.9	65.2	26	25
MARZO				19.1	12.6	15.2					94	14.3	16.4	451.3	64.4	3	24
ABRIL				19.6	12.9	15.6					93	14.5	16.6	276.7	36.5	2	18
MAYO		11.8	5	19.7	12.9	15.7					91	14.2	16.3	52.0	15.4	1	9
JUNIO		11.0	5	20.7	12.9									12.7	6.0	20	4
JULIO			11.0	19	20.8	12.7								20.2	8.0	9	4
AGOSTO				21.2	12.3									0.7	0.7	31	1
SEPTIEMBRE				21.2	12.7									0.0	0.0	1	0
OCTUBRE		23.6	16	21.5	12.7									52.3	24.2	29	10
NOVIEMBRE				20.7	12.7									35.3	11.0	26	10
DICIEMBRE		22.4	12	20.1	12.0	15.0					90	13.4	15.4	27.5	10.3	7	9
VALOR ANUAL				19.9	12.6									1769.9	65.2		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)			
	Suma Mesal	Máxima en 24hs db		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	Nio OBS	
	(m/s)	(m/s)		(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)			(m/s)	(%)	(m/s)
ENERO			7	2.0	9	4.0	1	2.0	9	0.0	0	2.9	14	2.0	1	3.2	14	4.0	2	51	93	6.0	NW	
FEBRERO			7	3.9	10	0.0	0	3.3	13	0.0	0	2.8	12	0.0	0	3.8	12	4.0	1	53	87	8.0	W	
MARZO			7																					
ABRIL			6	4.0	1	4.0	2	5.0	13	2.0	1	3.3	12	0.0	0	4.4	6	0.0	0	64	90	16.0	E	
MAYO			4	3.0	2	0.0	0	6.6	11	4.0	1	4.0	1	4.7	3	4.5	4	4.0	3	74	93	16.0	E	
JUNIO			3																					
JULIO			4	2.6	8	0.0	0	6.7	43	4.7	3	4.5	4	0.0	0	4.0	4	9.0	2	36	93	14.0	E	
AGOSTO			4																					
SEPTIEMBRE			4	4.0	7	7.0	2	6.6	21	5.0	7	3.6	6	5.5	4	6.0	3	7.5	4	46	90	16.0	E	
OCTUBRE			4																					
NOVIEMBRE			4	2.0	1	0.0	0	3.2	6	0.0	0	2.0	1	5.0	7	3.0	7	3.7	7	72	90	8.0	E	
DICIEMBRE			5	2.2	11	0.0	0	4.0	10	0.0	0	2.5	4	4.5	4	3.3	10	4.5	4	57	93	10.0	E	
VALOR ANUAL			5																					

M148 CELICA INAMHI

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (kPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación								
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máxima db	Mínima db	Meda			Suma Mesal	Máxima en 24hs db	dB									
		Máxima db	Mínima db	Máxima	Mínima	Mezcal																	
ENERO				18.7	12.6	14.8				96	14.2	16.2	246.3	39.7	17	27							
FEBRERO				18.4	12.9	15.1				96	14.5	16.5	336.7										
MARZO		20.4	1	18.4	13.1	15.3	100	2	82	14	96	14.8	16.8	386.8									
ABRIL				19.2	12.8	15.6				95	14.8	16.9	129.3	72.1	7	16							
MAYO			12.2	6	20.4	13.1	16.2	100	1	68	14	91	14.6	16.7	48.8	24.7	2	7					
JUNIO				20.6	12.9	16.3	100	1	62	30	85	13.7	15.8	0.0	0.0	1	0						
JULIO				20.9	11.8	16.4				82	13.2	15.3	1.1										
AGOSTO				21.6	12.8	16.5	100	1	53	6	83	13.5	15.6	4.9	2.5	21	2						
SEPTIEMBRE		23.8	18	22.1	12.7	16.7	100	8	52	13	83	13.6	15.7	0.0									
OCTUBRE				22.5	12.5	16.3				86	13.8	15.9	2.9	2.9	21	1							
NOVIEMBRE				21.9	13.1	16.4				86	14.0	16.1	25.6	11.5	27	8							
DICIEMBRE				21.0	13.4	16.2	100	29	67	31	91	14.8	16.8	55.4	12.9	16	15						
VALOR ANUAL				20.5	12.8	16.0				89	14.1	16.2	1236.8										

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)			
	Suma Mesal	Máxima en 24hs db		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	Nio OBS	
	(m/s)	(m/s)		(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)			(m/s)	(%)	(m/s)
ENERO			6	2.0	1	2.5	4	3.0	7	0.0	0	2.5	4	4.0	1	3.3	7	2.0	2	74	93	6.0	E	
FEBRERO			6	2.0	6	0.0	0	3.3	13	0.0	0	2.7	4	4.0	1	0.0	0	0.0	0	76	94	8.0	E	
MARZO			7	2.0	10	3.3	3	2.5	14	0.0	0	3.0	2	2.0	1	4.0	2	2.0	2	66	93	6.0	W	
ABRIL			6	4.3	8	6.0	1	3.0	9	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.5	4	8.0	1	74	90	8.0	NW	
MAYO			4	2.6	5	0.0	0	6.4	27	3.0	2	4.0	5	4.0	1	3.0	2	2.0	1	56	93	18.0	E	
JUNIO			4	2.5	9	6.0	1	7.6	31	4.7	3	2.5	4	4.0	1	4.0	2	0.0	0	48	90	18.0	E	
JULIO			3																					
AGOSTO			3	4.0	2	5.3	3	9.1	25	16.0	1	7.3	3	3.5	4	4.0	3	3.3	3	55	93	18.0	E	
SEPTIEMBRE			3																					
OCTUBRE			4	2.4	5	6.5	4	7.6	11	4.0	1	4.0	4	4.0	3	6.0	7	7.0	2	62	93	16.0	E	
NOVIEMBRE			4																					
DICIEMBRE			5	3.6	5	0.0	0	3.1	10	0.0	0	2.0	4	3.0	2	4.3	8	3.7	3	68	93	8.0	W	
VALOR ANUAL			5																					

M148														CELICA														INAMHI													
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (kPa)	PRECIPITACION (mm)			#Omnro de días con precipitación																								
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	Mínima	Mensual			Máxima	Mínima	Mensual		24 hrs	día																						
		Máxima	día	Mínima	día																																				
ENERO		22.6	18	12.6	4	20.1	13.6	16.0	100	8	78	25	95	15.2	17.4	185.3	53.8	10	18																						
FEBRERO						19.5	14.1	16.4	100	2	70	28	95	15.6	17.8	270.5	75.0	6	18																						
MARZO						20.3	14.3	16.4	100	1	71	21	95	15.7	17.9	207.4																									
ABRIL																																									
MAYO						20.9	14.0	16.8	100	8	49	29	89	14.8	17.1	44.3	27.6	5	6																						
JUNIO						20.8	12.5	16.2	100	2	60	13	88	14.2	16.3	0.0	0.0	1	0																						
JULIO						20.6	12.5	15.7	100	5	56	23	88	13.7	15.8	15.6	8.6	13	2																						
AGOSTO						21.8	12.0	16.1	100	10	49	10	79	12.4	14.5	0.0	0.0	1	0																						
SEPTIEMBRE			10.8	4		21.1	11.8	15.7	100	20	51	11	83	12.7	14.8	0.0	0.0	1	0																						
OCTUBRE						21.4	11.7	15.6					83	12.5	14.6	9.7	8.2	19	2																						
NOVIEMBRE				10.6	8								80	11.9	14.0	7.7	3.3	14	3																						
DICIEMBRE		21.8	4	9.8	16								88	12.9	14.9	55.8	16.0	28	9																						
VALOR ANUAL																																									

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)							
	Suma	Máxima		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS											
	Mensual	24 hrs												(h/s)	(%)			(h/s)	(%)	(h/s)	(%)	(h/s)	(%)	(h/s)
ENERO			6	2.0	4	3.0	4	5.8	12	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.7	3	4.0	1	74	93	10.0	E	
FEBRERO			7																					
MARZO			6	3.0	3	10.0	1	5.4	14	4.0	3	0.0	0	0.0	0	3.2	5	3.6	5	68	93	12.0	E	
ABRIL																								
MAYO			5	4.0	1	9.0	4	6.2	13	5.0	2	3.0	2	0.0	0	2.0	3	0.0	0	74	93	16.0	NE	
JUNIO			4	2.0	2	8.8	6	5.5	21	6.0	3	0.0	0	2.0	1	4.0	1	2.0	1	64	90	16.0	E	
JULIO			4	2.8	5	4.0	1	5.2	18	0.0	0	3.0	4	4.0	1	2.5	4	4.5	4	61	93	14.0	E	
AGOSTO			3																					
SEPTIEMBRE			5	4.0	1	0.0	0	5.5	12	4.0	1	4.0	2	2.0	1	4.9	16	5.3	3	63	90	12.0	E	
OCTUBRE			3																					
NOVIEMBRE			4	3.5	4	0.0	0	2.0	2	0.0	0	3.3	7	5.6	6	4.0	12	6.0	2	67	90	8.0	W	
DICIEMBRE			6	2.0	1	0.0	0	2.0	3	2.0	1	4.0	4	4.0	3	4.3	9	6.7	3	75	93	10.0	NW	
VALOR ANUAL																								

M0148														CELICA														INAMHI													
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (kPa)	PRECIPITACION (mm)			#Omnro de días con precipitación																								
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	Mínima	Mensual			Máxima	Mínima	Mensual		24 hrs	día																						
		Máxima	día	Mínima	día																																				
ENERO						18.6	12.2	14.8					94	13.8	15.8	126.2	19.5	17	19																						
FEBRERO						18.1	12.4	14.8	100	5	72	26	95	14.0	16.0	197.2	78.3	6	14																						
MARZO						19.5	12.1	15.3	100	5	78	10	91	13.9	15.9	90.1	17.0	21	17																						
ABRIL		23.6	1	12.0	12	19.2	13.3	15.5	100	7	72	1	96	14.7	16.8	300.4	36.5	8	24																						
MAYO		23.4	25			21.1	12.6	16.3	100	20	46	8	86	13.7	15.9	6.0	4.5	27	2																						
JUNIO		22.6	28			21.2	12.2	16.2	100	3	67	15	88	14.2	16.3	7.9	4.1	3	4																						
JULIO																																									
AGOSTO																																									
SEPTIEMBRE				10.4	1	21.9	12.2	16.3	100	2	58	6	81	12.7	14.8	6.2	2.5	9	4																						
OCTUBRE																																									
NOVIEMBRE																																									
DICIEMBRE		23.4	22	11.2	16	19.8	12.3	15.2	100	10	78	15	96	14.5	16.5	71.4	14.1	28	17																						
VALOR ANUAL																																									

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (km/h)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)							
	Suma	Máxima		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS											
	Mensual	24 hrs												(h/s)	(%)			(h/s)	(%)	(h/s)	(%)	(h/s)	(%)	(h/s)
ENERO			7	2.0	4	2.0	2	1.8	5	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.4	12	2.0	2	75	84	4.0	W	
FEBRERO			7																					
MARZO			6	2.0	2	6.0	1	1.9	9	4.0	1	3.0	7	2.8	5	2.2	18	2.0	1	56	93	6.0	NE	
ABRIL			7	2.0	10	2.0	2	2.4	10	0.0	0	2.7	3	2.0	1	2.4	6	5.0	2	66	90	6.0	NW	
MAYO			4	2.8	5	3.3	3	6.1	22	4.0	1	3.0	2	2.0	1	2.0	4	0.0	0	61	93	20.0	E	
JUNIO			4	6.0	1	4.0	1	6.5	14	7.0	4	4.0	6	2.0	1	2.5	4	2.0	2	66	90	16.0	E	
JULIO																								
AGOSTO																								
SEPTIEMBRE			4	0.0	0	7.0	7	9.9	18	4.7	3	2.7	3	0.0	0	5.2	13	6.0	2	53	90	18.0	E	
OCTUBRE																								
NOVIEMBRE																								
DICIEMBRE			7	4.0	1	6.0	2	10.0	1	4.0	1	3.0	2	4.0	3	2.8	9	4.0	2	79	93	10.0	E	
VALOR ANUAL																								

M0148 CELUCA INAMHI

MES	HELIOFANIA		TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (Pp)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación				
	ABSOLUTAS		MEDIAS															
	Max	Min	Max	Min	Med	Max	Min	Med			Max	Min	Med					
ENERO			17.9	12.7	14.7	100	15	66	21	97	14.2	16.2	400.5	46.6	7	29		
FEBRERO			18.2	13.0	14.9	100	5	71	12	97	14.4	16.5	304.5	70.8	17	28		
MARZO			19.9	12.8	15.9					95	15.2	17.4	415.9					
ABRIL	22.4	15	12.4	12	19.7	13.1	16.0	100	6	82	23	95	15.3	17.5	187.6			
MAYO																		
JUNIO																		
JULIO			7.4	10	21.5	10.4	16.5	100	5	58	22	80	12.9	15.0	0.0	0.0	1	0
AGOSTO	24.0	30	6.8	5	21.6	9.8	16.2	100	1	51	19	81	12.7	14.8	0.0	0.0	1	0
SEPTIEMBRE			8.8	18	22.0	10.8	16.5					82	13.2	15.3	2.1	2.1	24	1
OCTUBRE	23.6	27			21.5	10.4	16.0	100	19	59	13	85	13.3	15.4	10.0			
NOVIEMBRE																		
DICIEMBRE																		
VALOR ANUAL																		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Oct)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO														Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)					
	Suma	Max		N		NE		E		SE		S		SW		W				NW		CALMA %	OBS	DIR
	Med	Med		(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)			(m/s)	(%)			
ENERO			7	2.0	1	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	7	3.3	3	87	93	6.0	NW	
FEBRERO			7	2.0	3	0.0	0	2.0	5	0.0	0	2.0	2	2.0	1	2.0	3	2.0	1	84	87	2.0	SW	
MARZO			7																					
ABRIL			6	2.1	16	0.0	0	3.7	13	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.3	8	2.0	1	60	90	10.0	E	
MAYO																								
JUNIO																								
JULIO			2	0.0	0	11.1	14	10.3	27	6.7	7	4.6	8	2.0	1	0.0	0	0.0	0	44	93	20.0	E	
AGOSTO			2	2.0	1	10.0	9	8.7	23	4.7	3	3.0	4	0.0	0	3.3	3	6.0	3	54	93	20.0	E	
SEPTIEMBRE			3	0.0	0	9.0	7	10.5	18	9.3	3	4.7	3	0.0	0	3.0	7	4.5	4	58	90	20.0	E	
OCTUBRE			4	0.0	0	0.0	0	7.3	9	4.7	3	3.5	4	4.8	5	3.6	5	6.0	4	69	93	18.0	E	
NOVIEMBRE																								
DICIEMBRE																								
VALOR ANUAL																								

Anexo 2. Registros diarios de la estación meteorológica de Pózul del año 2018.

Estación meteorológica del colegio de la parroquia Pózul																	
Fecha	TEMPERATURA (°C)			Promedio mensual	PRECIPITACIÓN (mm)		Fecha	TEMPERATURA (°C)			Promedio mensual	PRECIPITACIÓN (mm)					
	max	min	Prom		Cantidad	Total/mes		max	min	Prom		Cantidad	Total/mes				
1/1/2018	20	11,4	15,7	15,4	4,6	338,18	1/2/2018	20	11,2	15,6	14,9	4,2	476,2				
2/1/2018	20	10,5	15,25					2/2/2018	19,2	10,2		14,7			3,3		
3/1/2018	19,8	10,6	15,2					3/2/2018	20	11		15,5			11		
4/1/2018	20	10	15					4/2/2018	19	12,2		15,6			13		
5/1/2018	18,4	10,2	14,3				2	5/2/2018	18,2	11,4		14,8			1		
6/1/2018	19,2	11,2	15,2				7,28	6/2/2018	17,1	10,8		13,95			90		
7/1/2018	20	10,2	15,1				2	7/2/2018	17,3	11,2		14,25			3		
8/1/2018	21,2	10,8	16				0,2	8/2/2018	17,2	11,6		14,4			12		
9/1/2018	20	11,2	15,6					9/2/2018	18	11		14,5			26		
10/1/2018	19,1	10,2	14,65				2	10/2/2018	19,3	10,6		14,95			26		
11/1/2018	19,2	10,8	15				17	11/2/2018	20	12		16			19		
12/1/2018	20	10	15				4,1	12/2/2018	17,3	11,6		14,45			65		
13/1/2018	20	11,8	15,9				3,8	13/2/2018	17,3	10,6		13,95			4,2		
14/1/2018	20	12	16				50	14/2/2018	18,1	11,6		14,85			75		
15/1/2018	19,2	11	15,1				3,6	15/2/2018	17,1	12,2		14,65			7,2		
16/1/2018	21	10	15,5				1,5	16/2/2018	17,4	11,8		14,6			19		
17/1/2018	21	10,2	15,6				2	17/2/2018	17,1	11,2		14,15			9,8		
18/1/2018	21,3	10,4	15,85				3	18/2/2018	16,2	11,4		13,8			11,1		
19/1/2018	19,4	9,4	14,4				7,2	19/2/2018	18	12		15			20,3		
20/1/2018	21,2	10,5	15,85					20/2/2018	19	11,4		15,2			8		
21/1/2018	18,4	10,1	14,25					21/2/2018	17,4	11,8		14,6			27,2		
22/1/2018	20,2	10,2	15,2				90	22/2/2018	17,2	10,2		13,7			0,7		
23/1/2018	17,3	10,4	13,85				0,2	23/2/2018	20	11,2		15,6			2		
24/1/2018	20	13,6	16,8				1	24/2/2018	19	11,8		15,4			1,4		
25/1/2018	20	13,4	16,7				2,2	25/2/2018	19,2	11,4		15,3					
26/1/2018	20,4	13,8	17,1				0,5	26/2/2018	23,4	11,6		17,5			3,2		
27/1/2018	21	10,4	15,7				40	27/2/2018	18,4	10,4		14,4			7,1		
28/1/2018	18,2	10	14,1					28/2/2018	19,3	11		15,15			6,5		
29/1/2018	23	9	16				2										
30/1/2018	22	10	16				2										
31/1/2018	18,1	10,4	14,25				90										
1/3/2018	19,3	11,1	15,2	15,2		78	1/4/2018	19,2	11	15,1	15,9	2	43				
2/3/2018	19,3	11,1	15,2				6	2/4/2018	20	12,2		16,1			3		
3/3/2018	19,3	11,1	15,2				62	3/4/2018	19,2	11,4		15,3			3		
4/3/2018	19,3	11,1	15,2					4/4/2018	20,2	11,6		15,9			4		
5/3/2018	19,3	11,1	15,2					5/4/2018	21,3	10		15,65					
6/3/2018	19,3	11,1	15,2					6/4/2018	20,2	10,2		15,2					
7/3/2018	19,3	11,1	15,2					7/4/2018	21,1	10,4		15,75			9,7		
8/3/2018	19,3	11,1	15,2					8/4/2018	20,4	12		16,2			3		
9/3/2018	19,3	11,1	15,2					9/4/2018	21,2	10,4		15,8			2		
10/3/2018	19,3	11,1	15,2					10/4/2018	22	11		16,5					
11/3/2018	19,3	11,1	15,2					11/4/2018	19,3	11,2		15,25					
12/3/2018	19,3	11,1	15,2					12/4/2018	19,2	10,8		15			0,6		
13/3/2018	19,3	11,1	15,2					13/4/2018	19,2	10,8		15			0,3		
14/3/2018	19,3	11,1	15,2					14/4/2018	19,4	11		15,2					
15/3/2018	19,3	11,1	15,2				2	15/4/2018	19,4	12,4		15,9			0,2		
16/3/2018	19,3	11,1	15,2					16/4/2018	19,1	12,8		15,95					
17/3/2018	19,3	11,1	15,2				6	17/4/2018	21,3	11		16,15					
18/3/2018	19,3	11,1	15,2				2	18/4/2018	22	10,4		16,2					
19/3/2018	19,3	11,1	15,2					19/4/2018	22	10,2		16,1					
20/3/2018	19,3	11,1	15,2					20/4/2018	21	10,2		15,6					
21/3/2018	19,3	11,1	15,2					21/4/2018	20,4	12		16,2			0,9		
22/3/2018	19,3	11,1	15,2					22/4/2018	20	12,4		16,2					
23/3/2018	19,3	11,1	15,2					23/4/2018	18,1	12,8		15,45			0,6		
24/3/2018	19,3	11,1	15,2					24/4/2018	22	13		17,5			0,2		
25/3/2018	19,3	11,1	15,2					25/4/2018	19,2	12,6		15,9			1		
26/3/2018	19,3	11,1	15,2					26/4/2018	19,9	12,2		16,05			3		
27/3/2018	19,3	11,1	15,2					27/4/2018	19,3	12,4		15,85			4		
28/3/2018	19,3	11,1	15,2					28/4/2018	19,2	12,8		16			2,6		
29/3/2018	19,3	11,1	15,2					29/4/2018	20,1	13,2		16,65			1,4		
30/3/2018	19,3	11,1	15,2					30/4/2018	22,1	13		17,55			1,5		
31/3/2018	19,3	11,1	15,2														

1/5/2018	20,1	12,8	16,45	15,9	1	161,09	1/6/2018	21,4	10,2	15,8	16,7	11	
2/5/2018	21	12,6	16,8		2,8		2/6/2018	22	12	17			
3/5/2018	20	10,6	15,3		3/5/2018		20	10,6	15,3				
4/5/2018	21	10,2	15,6		3		4/6/2018	22	10,4	16,2			2,2
5/5/2018	19,4	10,1	14,75		5/5/2018		19,4	10,1	14,75				
6/5/2018	19,2	10,2	14,7		4,2		6/6/2018	21,3	11,8	16,55			
7/5/2018	20,1	13	16,55		1,6		7/6/2018	20,7	12,2	16,45			
8/5/2018	19,4	12,8	16,1		5,49		8/6/2018	21	13	17			
9/5/2018	21,2	11,6	16,4		10,2		9/6/2018	21	12,6	16,8			
10/5/2018	20,2	12,2	16,2		8,3		10/6/2018	20,2	12,8	16,5			
11/5/2018	19,6	11,6	15,6		11/5/2018		19,6	11,6	15,6	2			
12/5/2018	18,8	12,8	15,8		1,4		12/6/2018	21,2	11,8	16,5			
13/5/2018	17,8	12,4	15,1		8,9		13/6/2018	22	10,2	16,1			
14/5/2018	19	12,2	15,6		73,4		14/6/2018	23	9,8	16,4			
15/5/2018	19,6	11	15,3		2		15/6/2018	23	10,2	16,6			
16/5/2018	19	10,4	14,7		6,2		16/6/2018	23	10,2	16,6			
17/5/2018	18,8	10,6	14,7		1,5		17/6/2018	23	12,2	17,6			
18/5/2018	19,2	10,6	14,9		0,8		18/6/2018	22,3	12,6	17,45			
19/5/2018	19,4	11,8	15,6		8,7		19/6/2018	23	12,2	17,6			
20/5/2018	19,4	12,6	16		3,6		20/6/2018	19,2	10,6	14,9			
21/5/2018	20,1	12,2	16,15		1,7		21/6/2018	21	11	16			
22/5/2018	21	10,6	15,8		0,1		22/6/2018	22	12,4	17,2			
23/5/2018	20,4		20,4				23/6/2018	23	12,2	17,6			
24/5/2018	20,1	10,6	15,35		1		24/6/2018	22,4		22,4			
25/5/2018	21,2	13,2	17,2		9		25/6/2018	22,3	10,2	16,25			
26/5/2018	20,3	11,8	16,05		3,2		26/6/2018	23,1	9,2	16,15			
27/5/2018	20,2	10,2	15,2		1		27/6/2018	23	10,6	16,8			5,2
28/5/2018	21	12,2	16,6				28/6/2018	22,4	9,8	16,1			
29/5/2018	22	11,8	16,9				29/6/2018	23,1	10,5	16,8			
30/5/2018	22,1	10,2	16,15				30/6/2018	22,4	12	17,2			1,6
31/5/2018	21,2	10,6	15,9		2								
1/7/2018	23	12,4	17,7	16,8	0								
2/7/2018	20,2	11,9	16,05										
3/7/2018	20,4	10,2	15,3										
4/7/2018	24	10,6	17,3										
5/7/2018	24,2	10,2	17,2										
6/7/2018	23	11	17										
7/7/2018	24,1	12,2	18,15										
8/7/2018	23	12,6	17,8										
9/7/2018	23,4	11,4	17,4										
10/7/2018	20,2	12,8	16,5										
11/7/2018	20,3	13,2	16,75										
12/7/2018	20	13,2	16,6										
13/7/2018	19,4	11,8	15,6										
14/7/2018	24	12,6	18,3										
15/7/2018	23,2	13	18,1										
16/7/2018	24	10,2	17,1										
17/7/2018	24	10,2	17,1										
18/7/2018	24,2	9,8	17										
19/7/2018	24	10,3	17,15										
20/7/2018	24,2	10,2	17,2										
21/7/2018	19,4	12,8	16,1										
22/7/2018	20	11,8	15,9										
23/7/2018	19	12,2	15,6										
24/7/2018	19,4	12,6	16										
25/7/2018	24	12	18										
26/7/2018	21	12,4	16,7										
27/7/2018	21	12,8	16,9										
28/7/2018	20	11,8	15,9										
29/7/2018	21,2	12,2	16,7										
30/7/2018	21,4	10,4	15,9										
31/7/2018	21,2	9,8	15,5										

Anexo 3. Temperatura promedio mensual de las zonas de recarga hídrica

MES	TEMPERATURA (°C) / AÑO																				
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	15	15,2	15	15	15,2	15,3	15	15,5	15,2	15,8	14,3	14,8	16	14,8	14,7	15,2	15,2	15,9	15,2	15,2	15,4
Febrero	15,5	14,9	14,6	15	15,3	15,3	15,1	14,9	15,4	15,7	14,8	15,1	16,4	14,8	14,9	15,2	15	15,4	15,2	15,2	14,1
Marzo	15,8	15,3	14,5	15,1	15,5	15,7	15,6	15,5	15,9	15,6	15,2	15,3	16,4	15,3	15,9	16	15,6	15,5	15,5	15,5	15,2
Abril	15	15,3	14,8	15,5	15,2	15,7	15,7	15,9	15,9	16	15,6	15,6	16,6	15,5	16	15,8	16,4	15,7	15,7	15,7	15,9
Mayo	15,3	15,5	15,1	15,4	16,3	15,6	15,9	15,9	16,2	15,9	15,7	16,2	16,8	16,3	15,9	16,2	16,4	15,9	15,9	15,9	15,9
Junio	15,8	15,5	15,7	15,5	16	15,1	15,7	15,8	16,1	15,8	15,8	16,3	16,2	16,2	15,8	15,9	17,1	15,9	15,9	15,9	16,7
Julio	15,6	15,8	15,4	15,8	15,6	15,3	15,7	15,9	16,1	15,8	15,8	16,4	15,7	16,2	16,5	16	17,1	17,1	16,0	16,0	16,8
Agosto	15,6	15,7	15,6	16	16	15,6	15,7	15,9	16,5	16	16	16,5	16,1	16,2	16,2	16,1	16,6	17,2	16,1	16,1	
Septiembre	15,7	15,6	15,2	15,7	15,6	15,7	15,5	15,9	16,4	15,9	15,9	16,7	15,7	16,3	16,5	16	16,5	17,4	16,0	16,0	
Octubre	15,7	15,5	15,6	15,9	15,8	15,8	15,7	15,8	16,7	15,9	15,9	16,3	15,6	16	16	15,9	16,4	15,9	15,9	15,9	
Noviembre	15,6	15,3	15,8	15,5	15,6	16,1	16	15,7	16,1	15,8	15,8	16,4	15,5	15,6	15,8	15,9	16,8	17,1	15,9	15,9	
Diciembre	15,5	15	15,4	15,5	15,6	15,6	15,7	15,4	15,9	15,4	15	16,2	14,8	15,2	15,4	15,6	16,4	17,6	15,6	15,6	
VALOR ANUAL	15,51	15,38	15,2	15,5	15,6	15,57	15,61	15,68	16,03	15,8	15,48	16	15,98	15,7	15,8	15,82	16,29	16,38	15,74	15,74	

Fuente: INAMHI, (2018)

Anexo 4. Humedad relativa mensual de las zonas de recarga hídrica

MES	HUMEDAD RELATIVA (%) / AÑO																				
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	89	91	95	92	92	96	93	90	92	94	96	96	95	94	97	93	95	89	93	93	93
Febrero	89	94	96	93	94	97	94	95	97	92	96	96	95	95	97	95	97	95	95	95	95
Marzo	90	94	95	94	92	93	95	94	94	95	94	96	95	91	95	96	94	95	94	94	94
Abril	91	94	96	93	91	95	94	93	91	95	93	95	92	96	95	93	91	93	93	93	93
Mayo	91	94	95	93	91	94	93	90	87	91	91	91	89	86	91	91	94	91	91	91	91
Junio	90	92	93	92	89	92	90	88	85	89	89	85	88	88	89	89	91	89	89	89	89
Julio	92	90	94	92	88	88	86	84	82	87	87	82	88	85	80	87	88	81	87	87	87
Agosto	92	92	95	92	81	84	84	84	80	85	85	83	79	83	81	85	78	79	85	85	
Septiembre	92	93	93	87	86	84	86	83	84	86	86	83	83	81	82	86	82	83	86	86	
Octubre	93	94	92	82	87	85	86	83	78	86	86	86	83	86	85	88	83	86	86	86	
Noviembre	92	94	90	86	89	85	86	77	84	87	87	86	80	91	87	82	84	86	86	86	
Diciembre	92	94	93	89	93	89	88	87	90	91	90	91	88	96	91	89	85	84	90	90	
VALOR ANUAL	91,08	93	93,9	90,4	89,4	90,17	89,58	87,33	87	89,83	90	89,2	87,92	89,3	89,17	89,5	88,5	87,58	89,61	89,61	

Fuente: INAMHI, (2018)

Anexo 5. Precipitación mensual acumulada de las zonas de recarga hídrica

MES	PRECIPITACIÓN (mm) / AÑO																				
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	81	130	139	80	18	121	188	61	171	159	318	245	185	126	401	159	134	143	159	159	338
Febrero	276	194	450	177	345	195	228	271	316	149	523	337	271	197	805	299	170	175	299	299	476
Marzo	382	278	275	389	443	301	206	312	363	380	451	387	207	90	415	285	408	794	354	354	78
Abril	209	57	88	175	249	101	147	152	191	114	277	129	170	300	188	162	46	162	162	162	43
Mayo	55	118	5	28	14	19	52	8	4	16	52	49	44	6	34	43	181	43	43	43	161
Junio	0	0	12	0	0	19	4	29	0	0	13	0	0	8	6	6	13	6	6	6	11
Julio	1	0	0	0	0	4	6	0	0	1	20	1	16	4	0	3	0	1	3	3	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	0	1	0	1	0	1	1	1	
Septiembre	0	6	2	0	0	0	11	2	0	5	0	0	0	6	2	2	3	0	2	2	
Octubre	0	5	0	14	31	1	35	9	2	9	52	3	10	13	10	30	27	15	15	15	
Noviembre	14	17	0	31	13	17	11	21	40	12	35	26	8	19	19	2	19	80	21	21	
Diciembre	47	98	6	43	74	113	63	55	106	14	28	55	56	17	55	44	41	12	51	51	
VALOR ANUAL	1064	903	976	937	1188	891	952	920	1193	862	1770	1237	966	787	1934	1037	1041	1433	1116	1116	1107

Fuente: INAMHI, (2018)

Anexo 6. Histórico de la toma de caudales de agua de las cuatro vertientes de la zona de recarga hídrica

	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	8,61	8,43	4,31	13,02	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	9,39	9,07	5,30	13,82
	8,22	9,97	4,52	13,17		8,93	9,13	5,46	13,6
	8,62	9,74	4,50	13,23		8,59	9,89	5,76	12,9
	8,96	9,93	4,98	13,3		8,64	9,56	4,82	13,15
	8,28	8,15	5,52	13,5		8,66	9,56	4,81	13,22
	8,48	8,82	5,02	12,56		8,99	10,01	4,14	12,9
Promedio llenado	8,53	9,17	4,81	13,13	Promedio llenado	8,87	9,54	5,05	13,27
Caudal L/s	0,94	0,87	1,66	0,61	Caudal L/s	0,90	0,84	1,58	0,60
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	1/9/2017				Fecha	14/9/2017			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	9,21	10,13	5,31	14,02	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	9,41	10,8	4,76	21,02
	9,22	9,97	5,20	14,17		9,16	10,55	5,37	21,66
	9,12	9,74	5,40	14,23		9,76	11,44	4,89	21,94
	9,55	9,93	5,08	14,3		9,62	10,87	5,56	21,03
	9,28	10,15	5,02	14,46		9,68	10,48	4,82	21,69
	9,48	10,22	5,66	14,56		9,66	10,62	5,46	21,12
Promedio llenado	9,31	10,02	5,28	14,29	Promedio llenado	9,55	10,79	5,14	21,41
Caudal L/s	0,86	0,80	1,52	0,56	Caudal L/s	0,84	0,74	1,56	0,37
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	3/10/2017				Fecha	18/10/2017			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 10 L	recipiente 10 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 10 L	recipiente 10 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	10,87	11,32	7,3	30,37	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	10,00	11,2	7,3	28,37
	9,80	11,05	7,0	29,61		9,80	11,05	7,0	28,61
	9,48	11,28	7,5	30,28		10,20	11,28	7,5	28,65
	10,20	11,15	7,32	29,25		10,12	11,15	7,01	28,9
	9,99	11,07	7,24	28,82		9,99	11,07	7,24	28,82
	10,07	11,26	7,22	29,89		10,07	11,26	7,22	29,89
Promedio llenado	10,07	11,19	7,27	29,70	Promedio llenado	10,03	11,17	7,22	28,87
Caudal L/s	0,79	0,72	1,38	0,34	Caudal L/s	0,80	0,72	1,39	0,35
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	3/11/2017				Fecha	16/11/2017			

	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	10,77	11,06	5,53	14,24	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	10,77	11,6	5,53	13,24
	10,65	11,29	6,16	13,64		10,65	11,52	5,92	13,64
	10,59	11,38	6,82	13,72		10,59	11,38	5,41	13,72
	10,60	11,04	6,30	13,8		9,60	11,46	6,30	13,8
	10,60	10,87	6,17	13,59		10,80	10,87	6,17	13,59
	10,98	11,03	6,18	13,52		10,98	11,96	6,18	13,52
Promedio llenado	10,70	11,11	6,19	13,75	Promedio llenado	10,57	11,47	5,92	13,59
Caudal L/s	0,75	0,72	1,29	0,58	Caudal L/s	0,76	0,70	1,35	0,59
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	2/12/2017				Fecha	15/12/2017			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	9,41	12,79	6,76	12,02	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	9,11	12,8	6,76	11,04
	9,16	12,45	6,37	12,66		8,56	11,55	6,37	11,87
	9,76	12,44	6,69	11,94		9,76	12,44	6,89	11,69
	9,62	12,67	6,56	12,03		8,94	12,56	6,56	11,02
	9,68	12,28	6,82	11,96		9,68	11,48	6,82	12,45
	9,66	12,53	6,96	12,12		9,66	11,62	5,46	12,36
Promedio llenado	9,55	12,53	6,69	12,12	Promedio llenado	9,29	12,08	6,48	11,74
Caudal L/s	0,84	0,64	1,20	0,66	Caudal L/s	0,86	0,66	1,24	0,68
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	1/1/2018				Fecha	16/1/2017			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	9,61	10,43	5,31	14,82	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	8,61	9,43	4,30	13,82
	9,22	9,97	5,52	14,17		8,22	9,97	4,94	13,17
	9,62	9,74	5,50	14,23		8,62	9,74	5,50	13,23
	9,55	9,93	5,58	14,3		9,55	9,93	5,58	13,3
	9,28	10,15	5,52	14,5		9,28	9,15	5,52	14,5
	9,48	10,22	5,02	14,56		9,48	9,22	5,02	14,56
Promedio llenado	9,46	10,07	5,41	14,43	Promedio llenado	8,96	9,57	5,14	13,76
Caudal L/s	0,85	0,79	1,48	0,55	Caudal L/s	0,89	0,84	1,56	0,58
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	4/2/2018				Fecha	16/2/2018			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segundos	7,39	6,07	4,30	11,82	Tiempo de llenado de recipiente/segundos	6,11	5,26	3,15	8,96
	6,93	6,13	4,56	11,82		6,23	5,32	4,48	8,86
	7,59	5,89	4,76	11,9		6,01	5,47	4,34	8,65
	7,64	6,08	4,82	11,15		6,12	5,89	4,04	9,82
	7,05	6,02	4,81	11,22		6,36	5,58	4,04	8,86
	7,11	6,01	4,82	10,9		6,54	4,58	4,23	8,95
Promedio llenado	7,29	6,03	4,68	11,47	Promedio llenado	6,23	5,35	4,05	9,02
Caudal L/s	1,10	1,33	1,71	0,70	Caudal L/s	1,28	1,50	1,98	0,89
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	3/3/2018				Fecha	17/3/2018			

	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	6,09	3,99	3,84	9,06	Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	4,11	4,16	4,34	11,01
	6,09	4,08	3,85	8,95		5,23	4,02	5,38	11,23
	6,09	4,32	3,19	9,77		5,24	4,01	5,18	11,21
	6,08	3,99	2,93	8,03		5,09	4,25	5,11	10,82
	6,14	4,38	3,13	8,57		5,36	4,46	4,64	11,96
Promedio llenado	6,02	4,12	2,7	8,17	Promedio llenado	5,30	4,58	4,41	11,81
Caudal L/s	6,09	4,15	3,27	8,76	Promedio llenado	5,06	4,25	4,84	11,34
Referencia	1,31	1,93	2,44	0,91	Caudal L/s	1,58	1,88	1,65	0,71
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	1/4/2018				Fecha	15/4/2018			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	5,11	4,26	4,15	12,96	Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	5,11	6,26	4,89	10,05
	5,23	4,32	4,84	12,8		5,23	6,32	5,34	10,56
	5,24	4	5,02	12,67		5,01	6,47	5,02	10,56
	5,09	4,52	5,60	12,82		5,69	6,75	4,04	9,54
	5,36	4,46	5	12,8		6,36	6,58	4,04	9,87
Promedio llenado	5,30	4,58	5,41	12,81	Promedio llenado	6,54	4,58	4,23	9,84
Caudal L/s	5,22	4,36	5,00	12,81	Promedio llenado	5,66	6,16	4,59	10,07
Referencia	1,53	1,84	1,60	0,62	Caudal L/s	1,41	1,30	1,74	0,79
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	1/5/2018				Fecha	18/5/2018			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	6,03	6,86	4,00	11,97	Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	6,39	8,07	4,30	12,82
	6,22	6,73	5,00	11,63		6,93	8,13	4,56	12,65
	6,22	6,6	4,86	11,6		7,25	8,11	4,22	12,96
	6,16	6,73	4,55	11,31		7,64	8,08	4,82	12,15
	6,08	6,55	4,68	11,5		7,05	8,02	4,81	12,38
Promedio llenado	6,00	6,54	4,89	11,37	Promedio llenado	7,11	8,01	4,82	10,9
Caudal L/s	6,12	6,67	4,66	11,56	Promedio llenado	7,06	8,07	4,59	12,31
Referencia	1,31	1,20	1,72	0,69	Caudal L/s	1,13	0,99	1,74	0,65
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	2/6/2018				Fecha	17/6/2018			
	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L		recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L	recipiente 8 L
	captación 1	captación 2	captación 4	captación 5		captación 1	captación 2	captación 4	captación 5
Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	7,44	8,35	4,95	13,37	Tiempo de llenado de recipiente/segu ndos	8,14	8,58	5,02	13,37
	7,44	8,74	4,61	12,98		8,12	9,01	4,61	13,35
	7,51	8,49	4,55	13,06		7,58	9,06	4,55	13,06
	7,28	8,35	5,08	13,31		7,56	9,03	5,08	13,31
	7,17	8,48	4,75	13,25		7,49	8,48	5,01	13,25
Promedio llenado	7,32	8,42	4,74	13,17	Promedio llenado	7,58	8,59	5,01	13,17
Caudal L/s	7,36	8,47	4,78	13,19	Promedio llenado	7,75	8,79	4,88	13,25
Referencia	1,09	0,94	1,67	0,61	Caudal L/s	1,03	0,91	1,64	0,60
Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil	Referencia	polo polo	juntas	mas grande	mas fácil
Fecha	1/7/2018				Fecha	16/7/2018			

Anexo 7. Composición florística y parámetros ecológicos de la cobertura boscosa de la zona de recarga 1

Familia	Especie	N° Individuos	Área basal / ha	N° parcelas en dónde está presente la especie	DA (ind/m2)	DR	DmR	F	IVI
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	7	1,25	2	0,09	9,7	10,6	100	120,3
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Nees	6	1,19	2	0,08	8,3	10,1	100	118,4
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	5	1,06	2	0,06	6,9	9,0	100	116,0
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	5	0,75	2	0,06	6,9	6,4	100	113,3
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	4	0,69	2	0,05	5,6	5,9	100	111,4
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	4	0,67	2	0,05	5,6	5,7	100	111,2
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	4	0,54	2	0,05	5,6	4,6	100	110,1
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	3	0,52	2	0,04	4,2	4,4	100	108,6
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	3	0,51	2	0,04	4,2	4,3	100	108,5
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp 2.	3	0,44	2	0,04	4,2	3,7	100	107,9
Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> sp.	2	0,38	2	0,03	2,8	3,2	100	106,0
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	2	0,35	2	0,03	2,8	3,0	100	105,8
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	2	0,34	2	0,03	2,8	2,9	100	105,7
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	2	0,33	2	0,03	2,8	2,8	100	105,6
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	2	0,31	2	0,03	2,8	2,6	100	105,4
Myrtaceae	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	2	0,29	2	0,03	2,8	2,5	100	105,2
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	2	0,27	2	0,03	2,8	2,3	100	105,1
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter.	2	0,25	1	0,03	2,8	2,1	50	54,9
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	1	0,25	1	0,01	1,4	2,1	50	53,5
Clusiaceae	<i>Clusia elliptica</i> Kunt	1	0,24	1	0,01	1,4	2,0	50	53,4
Clusiaceae	<i>Clusia pallida</i> Engl.	1	0,23	1	0,01	1,4	2,0	50	53,3
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	1	0,19	1	0,01	1,4	1,6	50	53,0
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	1	0,19	1	0,01	1,4	1,6	50	53,0
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	1	0,13	1	0,01	1,4	1,1	50	52,5
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima duquei</i> Cuatrec.	1	0,11	1	0,01	1,4	0,9	50	52,3
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima</i> sp.	1	0,11	1	0,01	1,4	0,9	50	52,3
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	1	0,08	1	0,01	1,4	0,7	50	52,1
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	1	0,06	1	0,01	1,4	0,5	50	51,9
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	1	0,03	1	0,01	1,4	0,3	50	51,6
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1	0,01	1	0,01	1,4	0,1	50	51,5
TOTAL		72	11,77	2	0,9	100,0	100,0		

Composición y parámetros ecológicos de la cobertura boscosa de la zona de recarga 2

Familia	Especie	Nº Individuos	Área basal / ha	Nº parcelas en dónde está presente la especie	DA (ind/m2)	DR	DmR	F	IVI
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	8	0,95	2	0,10	10,1	10,3	100	120,4
Myrtaceae	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	8	0,86	2	0,10	10,1	9,3	100	119,4
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	6	0,77	2	0,08	7,6	8,3	100	115,9
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	6	0,62	2	0,08	7,6	6,7	100	114,3
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	6	0,61	2	0,08	7,6	6,6	100	114,2
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Nees	6	0,56	2	0,08	7,6	6,0	100	113,6
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	5	0,54	2	0,06	6,3	5,8	100	112,2
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	4	0,48	2	0,05	5,1	5,2	100	110,2
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	3	0,46	2	0,04	3,8	5,0	100	108,8
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	3	0,39	2	0,04	3,8	4,2	100	108,0
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	3	0,35	2	0,04	3,8	3,8	100	107,6
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp 2.	3	0,34	2	0,04	3,8	3,7	100	107,5
Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> sp.	2	0,32	2	0,03	2,5	3,5	100	106,0
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	2	0,31	2	0,03	2,5	3,3	100	105,9
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	2	0,29	1	0,03	2,5	3,1	50	55,7
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	2	0,28	1	0,03	2,5	3,0	50	55,6
Clusiaceae	<i>Clusia pallida</i> Engl.	1	0,22	1	0,01	1,3	2,4	50	53,6
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	1	0,19	1	0,01	1,3	2,1	50	53,3
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp.	1	0,19	1	0,01	1,3	2,1	50	53,3
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima duquei</i> Cuatrec.	1	0,13	1	0,01	1,3	1,4	50	52,7
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	1	0,11	1	0,01	1,3	1,2	50	52,5
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	1	0,11	1	0,01	1,3	1,2	50	52,5
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	1	0,08	1	0,01	1,3	0,9	50	52,1
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1	0,06	1	0,01	1,3	0,6	50	51,9
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	1	0,03	1	0,01	1,3	0,3	50	51,6
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	1	0,01	1	0,01	1,3	0,1	50	51,4
TOTAL		79	9,26	2	1,0	100,0	100,0		

Composición y parámetros ecológicos de la cobertura boscosa de la zona de recarga 3

Familia	Especie	Nº Individuos	Área basal / ha	Nº parcelas en dónde está presente la especie	DA (ind/m2)	DR	DmR	F	IVI
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	20	1,03	2	0,25	11,8	10,6	100	122,4
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Nees	19	0,96	2	0,24	11,2	9,9	100	121,1
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	13	0,83	2	0,16	7,6	8,6	100	116,2
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	11	0,62	2	0,14	6,5	6,4	100	112,9
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	9	0,61	2	0,11	5,3	6,3	100	111,6
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	8	0,56	2	0,10	4,7	5,8	100	110,5
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	8	0,55	2	0,10	4,7	5,7	100	110,4
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	8	0,48	2	0,10	4,7	5,0	100	109,7
Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> sp.	7	0,46	2	0,09	4,1	4,7	100	108,9
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	6	0,42	2	0,08	3,5	4,3	100	107,9
Myrtaceae	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	6	0,35	2	0,08	3,5	3,6	100	107,1
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	5	0,34	2	0,06	2,9	3,5	100	106,4
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp 2.	5	0,32	2	0,06	2,9	3,3	100	106,2
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	4	0,32	2	0,05	2,4	3,3	100	105,7
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	4	0,29	2	0,05	2,4	3,0	100	105,3
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	3	0,28	2	0,04	1,8	2,9	100	104,7
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	3	0,27	2	0,04	1,8	2,8	100	104,6
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	3	0,19	2	0,04	1,8	2,0	100	103,7
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	3	0,17	2	0,04	1,8	1,8	100	103,5
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	3	0,13	2	0,04	1,8	1,3	100	103,1
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter.	3	0,11	2	0,04	1,8	1,1	100	102,9
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp.	2	0,11	2	0,03	1,2	1,1	100	102,3
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	2	0,08	2	0,03	1,2	0,8	100	102,0
Clusiaceae	<i>Clusia pallida</i> Engl.	2	0,07	2	0,03	1,2	0,7	100	101,9
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	2	0,04	1	0,03	1,2	0,4	50	51,6
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	2	0,02	1	0,03	1,2	0,2	50	51,4
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	2	0,02	1	0,03	1,2	0,2	50	51,4
Symplocaceae	<i>Symplocos pluribracteata</i> B. Stahl	2	0,02	1	0,03	1,2	0,2	50	51,4
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	2	0,01	1	0,03	1,2	0,1	50	51,3
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	1	0,01	1	0,01	0,6	0,1	50	50,7
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	1	0,01	1	0,01	0,6	0,1	50	50,7
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp.	1	0,01	1	0,01	0,6	0,1	50	50,7
TOTAL		170	9,69	2	2,1	100,0	100,0		

Composición y parámetros ecológicos de la cobertura boscosa de la zona de recarga 4

Familia	Especie	Nº Individuos	Área basal / ha	Nº parcelas en dónde está presente la especie	DA (ind/m2)	DR	DmR	F	IVI
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Nees	8	0,91	2	0,10	11,0	10,7	100	121,7
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	7	0,76	2	0,09	9,6	9,0	100	118,6
Myrtaceae	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	6	0,65	2	0,08	8,2	7,7	100	115,9
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	5	0,58	2	0,06	6,8	6,8	100	113,7
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	4	0,56	2	0,05	5,5	6,6	100	112,1
Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> sp.	4	0,56	2	0,05	5,5	6,6	100	112,1
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	4	0,55	2	0,05	5,5	6,5	100	112,0
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	4	0,54	2	0,05	5,5	6,4	100	111,9
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	4	0,52	2	0,05	5,5	6,1	100	111,6
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	4	0,52	2	0,05	5,5	6,1	100	111,6
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	3	0,49	2	0,04	4,1	5,8	100	109,9
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter.	3	0,38	2	0,04	4,1	4,5	100	108,6
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	2	0,37	2	0,03	2,7	4,4	100	107,1
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	2	0,29	1	0,03	2,7	3,4	50	56,2
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp 2.	2	0,17	1	0,03	2,7	2,0	50	54,7
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	1	0,13	1	0,01	1,4	1,5	50	52,9
Clusiaceae	<i>Clusia pallida</i> Engl.	1	0,11	1	0,01	1,4	1,3	50	52,7
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	1	0,11	1	0,01	1,4	1,3	50	52,7
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	1	0,08	1	0,01	1,4	0,9	50	52,3
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1	0,07	1	0,01	1,4	0,8	50	52,2
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	1	0,04	1	0,01	1,4	0,5	50	51,8
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	1	0,02	1	0,01	1,4	0,2	50	51,6
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	1	0,02	1	0,01	1,4	0,2	50	51,6
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1	0,02	1	0,01	1,4	0,2	50	51,6
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	1	0,01	1	0,01	1,4	0,1	50	51,5
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	1	0,01	1	0,01	1,4	0,1	50	51,5
TOTAL		73	8,47	2	0,9	100,0	100,0		

Zona de Recarga Hídrica 3						
Familia	Especie	N° Individuos	Pi	Log2Pi	Pi(Log2Pi)	Índice de diversidad Shannon
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	20	0,118	-3,09	-0,363	
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Nees	19	0,112	-3,16	-0,353	
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	13	0,076	-3,71	-0,284	
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	11	0,065	-3,95	-0,256	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	9	0,053	-4,24	-0,224	
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	8	0,047	-4,41	-0,208	
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	8	0,047	-4,41	-0,208	
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	8	0,047	-4,41	-0,208	
Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> sp.	7	0,041	-4,60	-0,189	
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	6	0,035	-4,82	-0,170	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	6	0,035	-4,82	-0,170	
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	5	0,029	-5,09	-0,150	
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp 2.	5	0,029	-5,09	-0,150	
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	4	0,024	-5,41	-0,127	
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	4	0,024	-5,41	-0,127	
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	3	0,018	-5,82	-0,103	
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	3	0,018	-5,82	-0,103	
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	3	0,018	-5,82	-0,103	
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	3	0,018	-5,82	-0,103	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	3	0,018	-5,82	-0,103	
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter.	3	0,018	-5,82	-0,103	
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Clusiaceae	<i>Clusia pallida</i> Engl.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Symplocaceae	<i>Symplocos pluribracteata</i> B. Stahl	2	0,012	-6,41	-0,075	
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	2	0,012	-6,41	-0,075	
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	1	0,006	-7,41	-0,044	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	1	0,006	-7,41	-0,044	
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp.	1	0,006	-7,41	-0,044	
TOTAL		170			-4,537	0,61
Zona de Recarga Hídrica 4						
Familia	Especie	N° Individuos	Pi	Log2Pi	Pi(Log2Pi)	Índice de diversidad Shannon
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Nees	8	0,110	-3,190	-0,350	
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i> A. Juss.	7	0,096	-3,382	-0,324	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc Vaugh	6	0,082	-3,605	-0,296	
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	5	0,068	-3,868	-0,265	
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	4	0,055	-4,190	-0,230	
Asteraceae	<i>Critoniopsis</i> sp.	4	0,055	-4,190	-0,230	
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	4	0,055	-4,190	-0,230	
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	4	0,055	-4,190	-0,230	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss.	4	0,055	-4,190	-0,230	
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	4	0,055	-4,190	-0,230	
Myrsinaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	3	0,041	-4,605	-0,189	
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter.	3	0,041	-4,605	-0,189	
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	2	0,027	-5,190	-0,142	
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	2	0,027	-5,190	-0,142	
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp 2.	2	0,027	-5,190	-0,142	
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch). Radlk.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Clusiaceae	<i>Clusia pallida</i> Engl.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	1	0,014	-6,190	-0,085	
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) Mc Vaugh	1	0,014	-6,190	-0,085	
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	1	0,014	-6,190	-0,085	
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	1	0,014	-6,190	-0,085	
TOTAL		73			-4,350	0,70

Anexo 9. Pruebas de Infiltración de las cuatro zonas de recarga hídrica

Zona de Recarga 1 (Bosque)								Zona de Recarga 1 (Pastizal)								Zona de Recarga 1 (Matorral)								Suma de velocidades de infiltración	Promedio de velocidades de infiltración (cm)	Promedio de velocidades de infiltración (mm)							
Hora	Lectura (CM)	Tiempo parcial (min)	Infiltración parcial	Tiempo acumulado (min)	Infiltración acumulada	Velocidad de infiltración (cm)	Velocidad de infiltración (mm/hora)	OBSERVACIÓN	Hora	Lectura (CM)	Tiempo parcial (min)	Infiltración parcial	Tiempo acumulado (min)	Infiltración acumulada	Velocidad de infiltración (cm)	Velocidad de infiltración (mm/hora)	OBSERVACIÓN	Hora	Lectura (CM)	Tiempo parcial (min)	Infiltración parcial	Tiempo acumulado (min)	Infiltración acumulada				Velocidad de infiltración (cm)	Velocidad de infiltración (mm/hora)	OBSERVACIÓN				
15H15	12,7	0	0	0	0	0,000		15 cm raíces de regen 3 cm materia orgánica 2 cm hojarasca intervenido por el camino y pisoteo de ganado bovino y equino se añade 5 cm de agua	14H05	10	0	0	0	0	0,000		17 cm raíces 0 cm materia orgánica 0 cm hojarasca	12H35	10,5	0	0	0	0	0,000									
15H16	7,9	1	4,8	1	4,8	4,800			14H06	6,5	1	3,5	1	3,5	3,500			12H36	6	1	4,5	1	4,5	4,500									
15H17	6	1	1,9	2	6,7	3,350			14H07	6	1	0,5	2	4	2,000			12H37	5,5	1	0,5	2	5	2,500									
15H18	5,2	1	0,8	3	7,5	2,500			14H08	5,9	1	0,1	3	4,1	1,367			12H38	5,1	1	0,4	3	5,4	1,800									
15H19	4	1	1,2	4	8,7	2,175			14H09	5,5	1	0,4	4	4,5	1,125			12H39	4,9	1	0,2	4	5,6	1,400									
15H20	3,4	1	0,6	5	9,3	1,860			14H10	5,3	1	0,2	5	4,7	0,940			12H40	4,5	1	0,4	5	6	1,200									
15H25	4,3	5	4,1	10	13,4	1,340			14H15	4,5	5	0,8	10	5,5	0,550			12H45	3,9	5	0,6	10	6,6	0,660									
15H30	2	5	2,3	15	15,7	1,047			14H20	4,1	5	0,4	15	5,9	0,393			12H50	3,3	5	0,6	15	7,2	0,480									
15H35	2,3	5	2,7	20	18,4	0,920			14H25	3,8	5	0,3	20	6,2	0,310			12H55	2,8	5	0,5	20	7,7	0,385									
15H40	0,5	5	1,8	25	20,2	0,808			14H30	3,4	5	0,4	25	6,6	0,264			13H00	1	5	1,8	25	9,5	0,380	se añade 5 cm de agua								
15H45	3,5	5	2	30	22,2	0,740			14H35	7,5	5	0,9	30	7,5	0,250			13H05	5,8	5	0,2	30	9,7	0,323									
15H55	0,5	10	3	40	25,2	0,630			14H45	4,5	10	3	40	10,5	0,263			13H15	3,5	10	2,3	40	12	0,300									
16H05	1,6	10	2,9	50	28,1	0,562			14H55	3,5	10	1	50	11,5	0,230			13H25	1,8	10	1,7	50	13,7	0,274	se añade 5 cm de agua								
16H15	0,03	10	1,57	60	29,67	0,495	4,95		15H05	2	10	1,5	60	13	0,217	2,17		13H35	4,2	10	2,6	60	16,3	0,272	2,72								
17H15	11,5	0	0	0	0	0,000			15 cm raíces de regen 2 cm materia orgánica 2 cm hojarasca intervenido por el camino y pisoteo de ganado bovino y equino se añade 5 cm de agua	13H05	10,5	0	0	0	0	0,000			20 cm raíces 0 cm materia orgánica 1 cm hojarasca	14H35	11	0	0	0	0	0,000							
17H16	6,9	1	4,6	1	4,6	4,600		13H06		6,8	1	3,7	1	3,7	3,700		14H36	7		1	4	1	4	4,000									
17H17	5,3	1	1,6	2	6,2	3,100		13H07		6,4	1	0,4	2	4,1	2,050		14H37	5,8		1	1,2	2	5,2	2,600									
17H18	5	1	0,3	3	6,5	2,167		13H08		6	1	0,4	3	4,5	1,500		14H38	5,3		1	0,5	3	5,7	1,900									
17H19	4,9	1	0,1	4	6,6	1,650		13H09		5,7	1	0,3	4	4,8	1,200		14H39	4,8		1	0,5	4	6,2	1,550									
17H20	3,4	1	1,5	5	8,1	1,620		13H10		5,4	1	0,3	5	5,1	1,020		14H40	4,3		1	0,5	5	6,7	1,340									
17H25	4,3	5	4,1	10	12,2	1,220		13H15		4,8	5	0,6	10	5,7	0,570		14H45	3,7		5	0,6	10	7,3	0,730									
17H30	2	5	2,3	15	14,5	0,967		13H20		4,3	5	0,5	15	6,2	0,413		14H50	3,2		5	0,5	15	7,8	0,520									
17H35	2,3	5	2,7	20	17,2	0,860		13H25		3,8	5	0,5	20	6,7	0,335		14H55	2,8		5	0,4	20	8,2	0,410									
17H40	0,5	5	1,8	25	19	0,760		13H30		3,4	5	0,4	25	7,1	0,284		15H00	1,4		5	1,4	25	9,6	0,384	se añade 5 cm de agua								
17H45	3,5	5	2	30	21	0,700		13H35		7,5	5	0,9	30	8	0,267		15H05	5,8		5	0,6	30	10,2	0,340									
17H55	0,5	10	3	40	24	0,600		13H45		4,5	10	3	40	11	0,275		15H15	3,5		10	2,3	40	12,5	0,313									
18H05	1,6	10	3,9	50	27,9	0,558		13H55		3,5	10	1	50	12	0,240		15H25	1,8		10	1,7	50	14,2	0,284	se añade 5 cm de agua								
18H15	0,8	10	0,8	60	28,7	0,478	4,78	14H05		2	10	1,5	60	13,5	0,225	2,25	15H35	4,2		10	2,6	60	16,8	0,280	2,80								
14H40	10,5	0	0	0	0	0,000		15 cm raíces de regen 2 cm materia orgánica 2 cm hojarasca intervenido por el camino y pisoteo de ganado bovino y equino		16H35	10,5	0	0	0	0	0,000		14 cm raíces 0 cm materia orgánica 1 cm hojarasca															
14H41	8,5	1	2	1	2	2,000			16H36	8,7	1	1,8	1	1,8	1,800																		
14H42	8,2	1	0,3	2	2,3	1,150			16H37	8,4	1	0,3	2	2,1	1,050																		
14H43	8	1	0,2	3	2,5	0,833			16H38	8,2	1	0,2	3	2,3	0,767																		
14H44	7,6	1	0,4	4	2,9	0,725			16H39	7,8	1	0,4	4	2,7	0,675																		
14H45	7,1	1	0,5	5	3,4	0,680			16H40	7	1	0,8	5	3,5	0,700																		
14H50	6,3	5	0,8	10	4,2	0,420			16H45	6,5	5	0,5	10	4	0,400																		
14H55	5,5	5	0,8	15	5	0,333			16H50	6	5	0,5	15	4,5	0,300																		
15H00	4,6	5	0,9	20	5,9	0,295			16H55	5,5	5	0,5	20	5	0,250																		
15H05	3,8	5	0,8	25	6,7	0,268			17H00	4,6	5	0,9	25	5,9	0,236																		
15H10	3	5	0,8	30	7,5	0,250			17H05	4,4	5	0,2	30	6,1	0,203																		
15H20	1,8	10	1,2	40	8,7	0,218			17H15	3,6	10	0,8	40	6,9	0,173																		
15H30	0,5	10	1,3	50	10	0,200			17H25	3	10	0,6	50	7,5	0,150																		
15H40	1,8	10	1,7	60	11,7	0,195	1,95		17H35	2,3	10	0,7	60	8,2	0,137	1,37																	
13H40	11	0	0	0	0	0,000			15 cm raíces de regen 4 cm materia orgánica 3 cm hojarasca intervenido por el camino y pisoteo de ganado bovino y equino	15H35	10,5	0	0	0	0	0,000			15 cm raíces 0 cm materia orgánica 0 cm hojarasca														
13H41	8,7	1	2,3	1	2,3	2,300		15H36		8,9	1	1,6	1	1,6	1,600																		
13H42	8,3	1	0,4	2	2,7	1,350		15H37		8,6	1	0,3	2	1,9	0,950																		
13H43	7,9	1	0,4	3	3,1	1,033		15H38		8,3	1	0,3	3	2,2	0,733																		
13H44	7,6	1	0,3	4	3,4	0,850		15H39		7,7	1	0,6	4	2,8	0,700																		
13H45	7,1	1	0,5	5	3,9	0,780		15H40		7,2	1	0,5	5	3,3	0,660																		
13H50	6,3	5	0,8	10	4,7	0,470		15H45		6,5	5	0,7	10	4	0,400																		
13H55	5,7	5	0,6	15	5,3	0,353		15H50		6	5	0,5	15	4,5	0,300																		
14H00	5	5	0,7	20	6	0,300		15H55		5,5	5	0,5	20	5	0,250																		
14H05	4,1	5	0,9	25	6,9	0,276		16H00		4,8	5	0,7	25	5,7	0,228																		
14H10	3,2	5	0,9	30	7,8	0,260		16H05		4	5	0,8	30	6,5	0,217																		
14H20	1,9	10	1,3	40	9,1	0,228		16H15		3,3	10	0,5	40	7	0,175																		
14H30	0,5	10	1,4	50	10,5	0,210		16H25		2,6	10	0,9	50	7,9	0,158																		
14H40	1,8	10	1,7	60	12,2	0,203	2,03	16H35		1,2	10	1,4	60	9,3	0,155	1,55																	

Anexo 10. Información utilizada para determinar el coeficiente de Pearson

N° Zona de Recarga H	Área ha	Pendiente	Porcentaje Cobertura Vegetal			Fecha	N°Toma /mes	Caudal l/seg	Lluvia previa (mm)					Lluvia acumulada (mm)					Infiltración cm/min			Velocidad infiltración (mm/h)	Materia orgánica (cm)	Hojarasca (cm)		
			bosque %	matorral %	pastizal %				1 día antes	2 día antes	3 día antes	4 día antes	5 día antes	1 día antes	2 días antes	3 días antes	4 días antes	5 días antes	velocidad instantanea a 1min	velocidad a 30 min	velocidad a 60 min					
Z1	8,3	70%	22%	33%	45%	1/9/2017	1	0,94	0	0	0	2	0	2	2	2	2	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						14/9/2017	2	0,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						3/10/2017	1	0,86	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						18/10/2017	2	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						3/11/2017	1	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						16/11/2017	2	0,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						2/12/2017	1	0,75	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						15/12/2017	2	0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						1/1/2018	1	0,84	2	0	0	2	0	4	2	2	2	2	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00
						16/1/2018	2	0,86	3,6	50	3,8	4,1	17	78,5	74,9	24,9	21,1	17	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						4/2/2018	1	0,85	11	3,3	4,2	90	2	110,5	99,5	96,2	92	2	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						16/2/2018	2	0,89	7,2	75	4,2	65	19	170,4	163,2	88,2	84	19	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						3/3/2018	1	1,10	6	0	6,5	7,1	3,2	22,8	16,8	16,8	10,3	3,2	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						17/3/2018	2	1,28	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						1/4/2018	1	1,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						15/4/2018	2	1,58	0	0,3	0,6	0	0	0,9	0,9	0,6	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						1/5/2018	1	1,53	1,5	1,4	2,6	4	3	12,5	11	9,6	7	3	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
						18/5/2018	2	1,41	1,5	6,2	2	73,4	8,9	92	90,5	84,3	82,3	8,9	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00		
2/6/2018	1	1,31	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00								
17/6/2018	2	1,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00								
1/7/2018	1	1,09	1,6	0	0	5,2	0	6,8	5,2	5,2	5,2	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00								
16/7/2018	2	1,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,27	0,44	0,33	3,28	1,66	1,00								
Z2	12,58	70%	33%	43%	24%	1/9/2017	1	0,87	0	0	0	2	0	2	2	2	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33			
						14/9/2017	2	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						3/10/2017	1	0,80	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						18/10/2017	2	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						3/11/2017	1	0,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						16/11/2017	2	0,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						2/12/2017	1	0,71	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						15/12/2017	2	0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						1/1/2018	1	0,64	2	0	0	2	0	4	2	2	2	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						16/1/2018	2	0,66	3,6	50	3,8	4,1	17	78,5	74,9	24,9	21,1	17	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						4/2/2018	1	0,79	11	3,3	4,2	90	2	110,5	99,5	96,2	92	2	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						16/2/2018	2	0,84	7,2	75	4,2	65	19	170,4	163,2	88,2	84	19	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						3/3/2018	1	1,33	6	0	6,5	7,1	3,2	22,8	16,8	16,8	10,3	3,2	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						17/3/2018	2	1,50	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						1/4/2018	1	1,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						15/4/2018	2	1,88	0	0,3	0,6	0	0	0,9	0,9	0,6	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						1/5/2018	1	1,84	1,5	1,4	2,6	4	3	12,5	11	9,6	7	3	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
						18/5/2018	2	1,30	1,5	6,2	2	73,4	8,9	92	90,5	84,3	82,3	8,9	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33		
2/6/2018	1	1,20	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33								
17/6/2018	2	0,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33								
1/7/2018	1	0,94	1,6	0	0	5,2	0	6,8	5,2	5,2	5,2	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33								
16/7/2018	2	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,10	0,44	0,33	3,28	1,33	1,33								

N° Zona de Recarga H	Área ha	Pendiente	Porcentaje Cobertura Vegetal			Fecha	N°Toma /mes	Caudal l/seg	Lluvia previa (mm)					Lluvia acumulada (mm)					Infiltración cm/min			Velocidad infiltración (mm/h)	Materia orgánica (cm)	Hojarasca (cm)	
			bosque %	matorral %	pastizal %				1 día antes	2 día antes	3 día antes	4 día antes	5 día antes	1 día antes	2 días antes	3 días antes	4 días antes	5 días antes	velocidad instantanea a 1min	velocidad a 30 min	velocidad a 60 min				
Z3	25,27	50%	49%	0%	51%	1/9/2017	1	1,66	0	0	0	0	2	0	2	2	2	2	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						14/9/2017	2	1,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						3/10/2017	1	1,52	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						18/10/2017	2	1,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						3/11/2017	1	1,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						16/11/2017	2	1,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						2/12/2017	1	1,29	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						15/12/2017	2	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						1/1/2018	1	1,20	2	0	0	2	0	4	2	2	2	2	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50
						16/1/2018	2	1,24	3,6	50	3,8	4,1	17	78,5	74,9	24,9	21,1	17	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						4/2/2018	1	1,48	11	3,3	4,2	90	2	110,5	99,5	96,2	92	2	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						16/2/2018	2	1,56	7,2	75	4,2	65	19	170,4	163,2	88,2	84	19	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						3/3/2018	1	1,71	6	0	6,5	7,1	3,2	22,8	16,8	16,8	10,3	3,2	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						17/3/2018	2	1,98	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						1/4/2018	1	2,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						15/4/2018	2	1,65	0	0,3	0,6	0	0	0,9	0,9	0,6	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						1/5/2018	1	1,60	1,5	1,4	2,6	4	3	12,5	11	9,6	7	3	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						18/5/2018	2	1,74	1,5	6,2	2	73,4	8,9	92	90,5	84,3	82,3	8,9	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						2/6/2018	1	1,72	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
						17/6/2018	2	1,74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50	
16/7/2018	2	1,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,90	0,23	0,17	1,70	1,00	1,50							
Z4	4,83	50%	20%	0%	80%	1/9/2017	1	0,61	0	0	0	2	0	2	2	2	2	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						14/9/2017	2	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						3/10/2017	1	0,56	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						18/10/2017	2	0,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						3/11/2017	1	0,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						16/11/2017	2	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						2/12/2017	1	0,58	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						15/12/2017	2	0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						1/1/2018	1	0,66	2	0	0	2	0	4	2	2	2	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						16/1/2018	2	0,68	3,6	50	3,8	4,1	17	78,5	74,9	24,9	21,1	17	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						4/2/2018	1	0,55	11	3,3	4,2	90	2	110,5	99,5	96,2	92	2	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						16/2/2018	2	0,58	7,2	75	4,2	65	19	170,4	163,2	88,2	84	19	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						3/3/2018	1	0,70	6	0	6,5	7,1	3,2	22,8	16,8	16,8	10,3	3,2	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						17/3/2018	2	0,89	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						1/4/2018	1	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						15/4/2018	2	0,71	0	0,3	0,6	0	0	0,9	0,9	0,6	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						1/5/2018	1	0,62	1,5	1,4	2,6	4	3	12,5	11	9,6	7	3	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						18/5/2018	2	0,79	1,5	6,2	2	73,4	8,9	92	90,5	84,3	82,3	8,9	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						2/6/2018	1	0,69	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
						17/6/2018	2	0,65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50	
1/7/2018	1	0,61	1,6	0	0	5,2	0	6,8	5,2	5,2	5,2	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50							
16/7/2018	2	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95	0,24	0,18	1,80	2,00	1,50							