



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN
DEL SUELO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA
MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA)

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero Ambiental en Prevención y
Remediación

Profesor guía
Ing. Mónica Delgado

Autor
Edwin Xavier Tamayo Villacís

Año
2014

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

Mónica Delgado
Ingeniera Civil
C.I. -1713582557

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente”.

Edwin Xavier Tamayo Villacís

C.I. 1718724865

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme guiado y acompañado a lo largo del transcurso de mi carrera, por haberme dado la fortaleza en mis momentos más difíciles; brindándome sabiduría, llenando mi vida de aprendizaje e inolvidables experiencias.

Le doy gracias a mis padres Wilfrido Tamayo y Miriam Villacís, quienes fueron mi principal apoyo en todo momento inculcándome los mejores valores y ser un excelente ejemplo de vida a seguir, por haberme brindado la oportunidad de tener una educación de excelencia en el transcurso de mi vida.

A mi amada compañera de vida, mi esposa Leila Meléndez, por todo tu amor, comprensión, paciencia y apoyo continuo

Gracias a la Ing. Mónica Delgado, por creer en mí y darme la oportunidad de crecer profesionalmente, y por brindarme todos sus conocimientos, apoyo y facilidades en la realización de este trabajo de titulación.

RESÚMEN

El presente estudio determinó la capacidad de infiltración del agua en el suelo superficial en la parroquia de San Miguel de Nono, específicamente en la microcuenca del Río Pichán, mediante la metodología de Horton, utilizando como herramienta de trabajo el infiltrómetro con doble anillo de Muntz, donde se realizó varias pruebas experimentales en cada una de las texturas que posee esta zona de estudio; a partir del análisis e investigación de suelo realizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano. Para la realización de este proyecto se analizó factores importantes como son registros de temperatura y precipitaciones anuales de 28 años, obtenidos de estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), para evidenciar que la capacidad de infiltración es variante en cada textura, a fin de establecer una estrategia y un manejo de tierras donde se logre evitar o reducir la desertificación hídrica producida por el Cambio Climático, condiciones ambientales y salinización de los suelos debido a actividades antropogénicas y orientar a la comunidad sobre el protocolo generado de prácticas agrícolas adecuadas. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográficas (GIS), técnicas de mapeos y recopilación de información del Sistema Nacional de Información (SNI), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), entre las más relevantes; se elaboraron diferentes tipos de mapas indicando las generalidades de la zona; así como también de características principales de los suelos estudiados, entre otros, que fueron necesarios para la realización de este proyecto.

ABSTRACT

This study determined the ability of water infiltration into the topsoil in the parish of San Miguel de Nono, specifically in the watershed of the Pichán River by Horton methodology, using as a tool the double ring infiltrometer Muntz, where several experimental tests in each of the textures that this area of study has been performed; from soil analysis and research conducted by the Ecuadorian Space Institute. For the realization of this project important factors such as temperature records and annual rainfall of 28 years, obtained from meteorological stations of the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), to show that the infiltration capacity is each texture variant was analyzed to establish a strategy and land management where able to avoid or reduce water desertification caused by climate change, environmental conditions and soil salinization due to anthropogenic activities and guide the community on the generated protocol agricultural practices suitable . Using Geographic Information Systems (SIG) mapping techniques and information gathering of the National Information System, Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fisheries and the Ecuadorian Space Institute, among the most important; different types of maps indicating the general area were developed; as well as chief of the soils studied, among others, that were required for this project characteristics.

ÍNDICE

Introducción	1
1.Marco teórico	5
1.1. Infiltración del suelo.....	5
1.2. Ciclo hidrológico	7
1.2.1. Evaporación.....	9
1.2.2. Precipitación.	10
1.2.3. Condensación.....	11
1.3. Ecuación fundamental de la hidrología.....	12
1.4. Ecuación de Horton.....	13
1.5. Generalidades de la zona de estudio.....	15
1.6. Estudio de la microcuenca.....	16
1.7. Distribución de precipitación en el suelo	18
1.8. Humedad en el suelo	18
1.9. Características de infiltración	20
1.10. Velocidad de infiltración	23
1.11. Índice de infiltración	24
1.12. Métodos de la medida de la infiltración	26
1.12.1. Infiltrómetro de doble anillo.....	26
1.13. Desertificación hídrica	28
1.14. Agricultura sostenible	29
1.15. Como mejorar la calidad del suelo	30
2. Metodología.....	32
2.1. Descripción del área de estudio	32
2.2. Uso del infiltrómetro	35
2.2.1. Recopilación de datos	37
2.2.2. Muestreo de campo.	48
2.3. Infiltración doble anillo de Muntz.....	50

2.4. Cálculo de capacidad de infiltración.....	51
2.5. Diseño experimental.....	52
2.6. Técnicas de GIS para presentar resultados.....	52
2.7. Mapeo hidrológico	54
3. Resultados.....	73
3.1. Cálculo de la clasificación hidrológica del suelo.....	73
3.2. Índice de infiltración de la zona	77
3.3. Ecuación de Horton.....	82
3.4. Mapa de cobertura.....	86
3.5. Hidrograma de lluvia vs. tiempo	87
3.6. Mapeo hidrológico e indicador de gestión sustentable en la zona.....	90
3.7. Análisis de resultados.....	92
3.7.1. Análisis y obtención de datos generados	93
3.8. Análisis costo-beneficio	95
4. Protocolo de investigación propuesto para la agricultura sostenible.....	98
5. Conclusiones y recomendaciones.....	104
5.1. Conclusiones	104
5.2. Recomendaciones.....	106
Referencias.....	107
Anexos	112

INTRODUCCIÓN

El estudio de la determinación de la capacidad de retención e infiltración del suelo se lo realizó para evitar la desertificación hídrica, mejorar la calidad del suelo y para realizar una práctica adecuada de agricultura sostenible (Monsalve, 1999, p. 131).

Como definición de la misma se puede decir que es la cantidad máxima de agua que un suelo puede absorber por unidad de superficie horizontal y por unidad de tiempo, la cual se puede expresar en mm/h. Este tipo de procesos de retención e infiltración de agua en el suelo han sido fuertemente trabajados debido a la gran importancia en el manejo del agua, en la agricultura, en la conservación del suelo y otras actividades silvoagropecuarias. Por ello la velocidad de infiltración del agua en el suelo define la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con esto se trata de evitar la erosión hídrica (Maderey, 2005, pp. 75-76).

El proyecto estuvo sustentado en estudios realizados por entidades de gran trascendencia como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con el estudio "Perspectivas del Medio Ambiente en el Sistema Hídrico", la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura con el estudio "Depuración de Aguas Residuales Urbanas de Pequeñas Poblaciones mediante Infiltración Directa en el Terreno" y la Organización Meteorológica Mundial con su estudio titulado "Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del Río Mala" (PNUMA, 2011), entre otros. Por lo tanto el tema propuesto pretenderá generar nuevas, mejores e innovadoras propuestas, con el fin de evitar y minimizar factores ambientales negativos como la desertificación hídrica, erosión, bajo rendimiento agrícola, etc.; en la microcuenca del Río Pichán - Nono Pichincha (FAO Ecuador, 1992).

Para la realización de este proyecto se tuvo que tomar en cuenta los factores más importantes que intervienen en la capacidad de retención e infiltración del agua en el suelo que son: grado de humedad del suelo, cubierta vegetal, tipo

de suelo, acción antropológica del hombre y animales, temperatura, pH, etc. (Maderey, 2005, p. 77). Tomando en cuenta que uno de los más importantes es el tipo de suelo, ya que la capacidad de retención e infiltración en una superficie arcillosa no va a ser la misma que en una arenosa.

Una de las causas o agentes importantes de la baja producción y del fracaso de los cultivos en la agricultura es la lluvia; puesto que por su escasez los suelos no poseen una humedad adecuada, por lo cual los cultivos son pobres en rendimiento (Calegari, 1998, p. 87).

Autores de gran renombre como Calegari y Maderey han realizado estudios sobre la capacidad de retención e infiltración de agua en el suelo y concuerdan en que el agua del suelo limita la producción de los cultivos en tres cuartas partes de los suelos cultivables del planeta y es el principal factor responsable de los bajos rendimientos (Calegari, 1998, p. 89).

La erosión y la desertificación son fenómenos que están provocados por condiciones climáticas secas o por actividades humanas inadecuadas las cuales se manifiestan por la degradación del suelo, vegetación y agua existentes en la misma; que en muchos de los casos llega a ser un proceso irreversible (López, 1995, p. 3), por lo tanto el proyecto a realizarse es con el fin de evitar este tipo de fenómeno, en base a un protocolo, el cual se van a implementar en la microcuenca del Río Pichán - Nono Pichincha para minimizar la desertificación hídrica del suelo.

El alcance de este trabajo de titulación se centró en el estudio de la capacidad de retención e infiltración del agua en el suelo en la microcuenca del Río Pichán, en el cual se pretendió identificar y establecer un protocolo de control de desertificación hídrica como un aporte al desarrollo de la agricultura que se consideraría sustentable.

Para el desarrollo de este estudio de la capacidad de retención e infiltración del agua en el suelo se lo realizó con la ayuda de medidas directas, mediante el

uso de infiltrómetros y la ecuación de la curva capacidad vs. tiempo de Horton; puesto que no solo beneficiará a la zona donde este se lo aplica, sino lo que se pretende es crear una metodología para que pueda ser aplicado en diferentes lugares como una tecnología más aplicable a las actividades agrícolas (Monsalve, 1999, p. 135).

Lo que pretende este proyecto es generar prácticas adecuadas en la zona de estudio para de esta manera evitar o disminuir la desertificación hídrica, mejorar la calidad del suelo y crear una agricultura sostenible sobre la producción agrícola en la región sierra norte de Ecuador con metodologías probadas de distintas entidades de gran relevancia como: United Nations Environment Program (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y Organización Meteorológica Mundial.

El cálculo del coeficiente de infiltración nos permite realizar un manejo sustentable del suelo de acuerdo a su capacidad de retención del agua, como una medida de mitigación a efectos de cambio climático global (Amestoy, 2009, p. 42).

Con esta investigación se pretendió llegar a conocer la capacidad que posee el suelo de retener e infiltrar el agua para de esta manera poder determinar el tipo de especies vegetales que pueden ser cultivadas, con un previo estudio de la calidad del suelo.

Objetivo general

- Proponer prácticas adecuadas en la microcuenca del Río Pichán en Nono Pichincha, para la prevención de la desertificación hídrica, mediante el diseño de protocolos en base a la determinación de la capacidad de infiltración del suelo, con el uso de infiltrómetros tipo doble anillo de Muntz, logrando la separación de los componentes del hidrograma de precipitación con el método de Horton, promoviendo así actividad agrícola sostenible.

Objetivos específicos

- Simular un modelo experimental de campo sobre infiltración de la zona, calculando el índice de infiltración a modo de estudio del comportamiento del suelo en la microcuenca del Río Pichán.
- Plantear un protocolo de protección del suelo para el control de la desertificación hídrica a partir de prácticas hidrológicas adecuadas.
- Establecer mediante la capacidad de retención del agua en el suelo una medida de mitigación a los efectos de cambio climático global fomentando el desarrollo de una agricultura sustentable.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

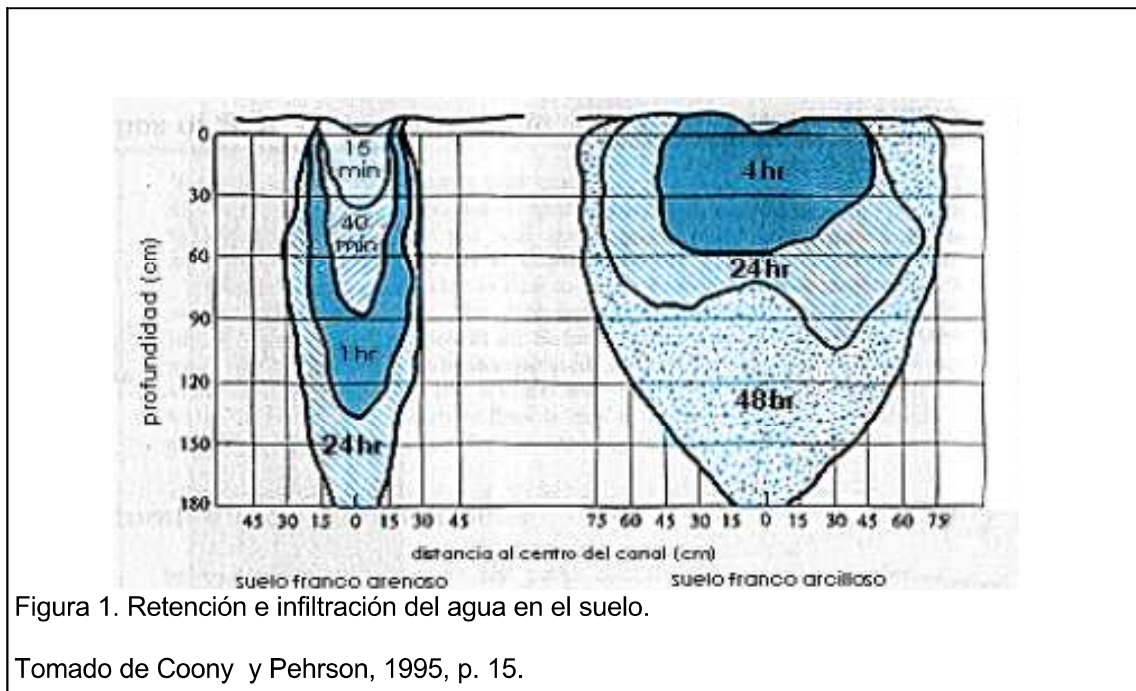
1.1. Infiltración del suelo

La infiltración o retención del suelo se lo puede definir como “La cantidad de agua capilar que un suelo puede retener, depende de un número de factores variables, la mayor parte de los cuales pueden ser medidos por los científicos que estudian el suelo”. Comprende la textura del suelo (su capacidad de retención aumenta en función de su finura); la estructura del suelo (su capacidad de retención de humedad disminuye en los suelos arcillosos y aumenta en los suelos arenosos conforme crece la compactidad); el contenido de materia orgánica (la retención de la humedad se incrementa a medida de que crece el humus); y, la profundidad del suelo. (Tosi, 2008, p.42).

La retención del suelo comprende “(...) la capacidad para mantener los nutrientes presentes en los residuos animales que conforman las excretas aplicadas a él.” En este contexto, las cantidades de materia retenida por el suelo a lo largo de un periodo de tiempo dado, está sujeta a pérdidas o eliminaciones a causa de diversos factores, como: cultivos, acción del agua, o determinadas transformaciones químicas o biológicas. (Cabildo, 2010, p. 185).

La infiltración es uno de los principales procesos prioritarios del ciclo hidrológico, el cual da vida a la mayoría de organismos vivos que habitan en un ecosistema terrestre ya que este componente es el encargado de retener y acumular el agua ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo

Debido a la importancia de la zona donde se encuentra la microcuenca del río Pichán, se realizaron estudios sobre la capacidad de infiltración del agua en el suelo donde las tierras aparentemente son productivas y carecen de un sistema de agricultura sostenible. (González, 2013, p.15).



El estudio de campo tuvo como objetivo determinar la capacidad de infiltración de agua en el suelo para lograr mejorar y alcanzar una agricultura sostenible de la zona evitando la desertificación hídrica como una medida de mitigación de efectos de cambio climático en la zona.

Mediante el uso de un infiltrómetro, el cual consta de dos cilindros concéntricos y otro interno con su dispositivo para medir el agua que ingresa al suelo, se puede determinar su capacidad de infiltración.

La curva de capacidad de infiltración contra el tiempo, es posible medirla a través de la siguiente ecuación.

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

f_0 : Capacidad de infiltración inicial (para $t=0$), en mm/hr

f_c : Capacidad de infiltración final (para $t= \infty$), en mm/hr

k : Constante para cada curva, característica de cada cuenca

t: Tiempo de duración de la lluvia, en minutos o en horas. (Monsalve, 1999, p. 139).

Esta metodología permite simular la curva de capacidad de infiltración del suelo mediante la ecuación de Horton; mientras el infiltrómetro permite medir variables como: “tiempo (min), intervalos de tiempo (min), variación del volumen (cm^3), altura del agua (mm), variación de altura de agua (mm), volumen de agua añadido (cm^3), capacidad de infiltración (mm/hr)”; resultados que luego pueden ser mapeados mediante técnicas del Sistema de Información Geográfica (GIS). (Delgado, 2013).

1.2. Ciclo Hidrológico

Se conoce como ciclo hidrológico al “(...) constante movimiento del agua tanto en la superficie terrestre como por encima y debajo de ésta. Su conocimiento es fundamental para una adecuada utilización y gestión de los recursos hídricos”. El ciclo del movimiento del agua en el sistema tierra-atmósfera comienza con la producción de vapor de agua por evaporación y transpiración. En la atmósfera, se mantiene en condensación, formando nubes, luego se deposita en la tierra, océanos, lagos y ríos por precipitación, para finalmente pasar al subsuelo como agua subterránea, desde donde de nuevo se evapora dando inicio al ciclo. (Bureau, 2008, p. 200).



No toda precipitación alcanza la superficie del terreno porque se evapora en su caída y una parte es recogida por la vegetación o por las superficies de edificios, carreteras, etc. y regresa a la atmósfera al poco tiempo en forma de vapor de agua. (López, Fornés, Ramos, Villarroya, 2009 p. 13).

Del agua líquida que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas o pequeños surcos y en su mayoría vuelve a la atmósfera, de esta forma el ciclo hidrológico se convierte en un período de la naturaleza que contribuye al sostenimiento de la flora y fauna del suelo.

Para determinar los servicios hidrológicos se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{ENTRADAS} - \text{SALIDAS} = \text{CICLO HIDROLOG.} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Adaptado de: Aranda, 1998, p. 7).

Donde se entiende por entradas a los eventos de precipitación y aguas subterráneas existentes y por salidas a la evaporación, condensación, evapotranspiración, etc.

Existen diversos componentes que gobiernan el ciclo hidrológico como son: condensación, precipitación, evaporación y evapotranspiración. (Ordoñez, 2011, p.9).

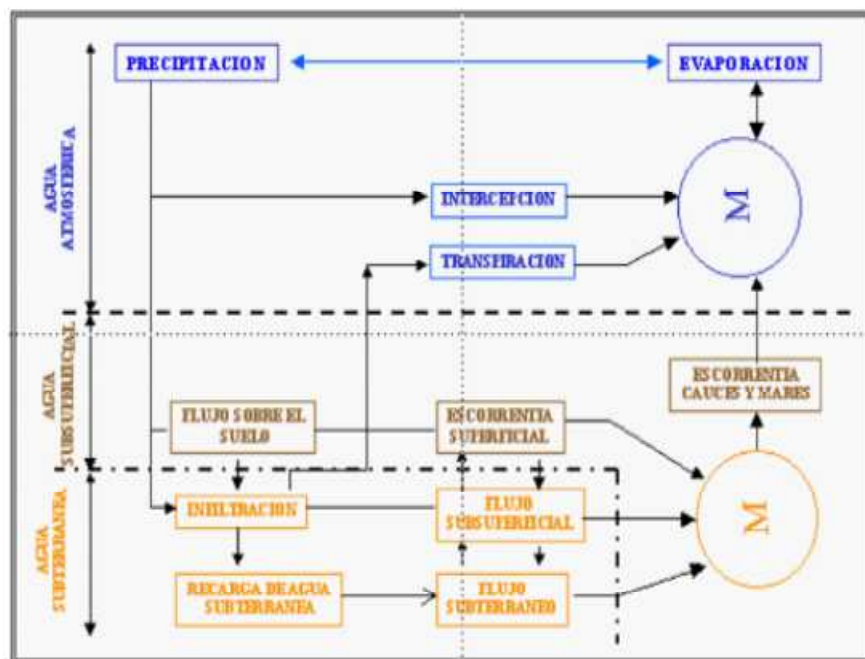


Figura 3. Componentes del ciclo hidrológico

Tomado de: CENIT, 2010, p. 210.

a. Explicación gráfica del ciclo hidrológico, en aguas subterráneas, superficiales y atmosféricas

1.2.1. Evaporación.

La evaporación es un “(...) proceso por el cual el agua cambia de fase líquida a fase de vapor (vaporización) y pasa de la superficie evaporante a la atmósfera.” El cambio de fase líquida a vapor requiere el aporte de energía, que es proporcionado por la radiación solar y por el aire que circula. (Olalla, 2005, p. 165).

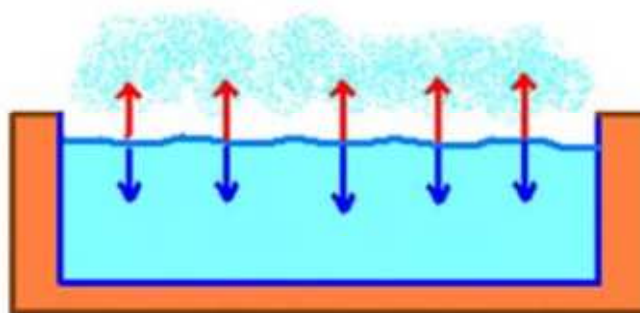


Figura 4. Evaporación.

Tomado de Ordoñez, 2011, p. 12.

Es el proceso físico mediante el cual el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso que se puede producir a cualquier temperatura sin embargo cuando la temperatura es más alta la evaporación es más rápida. Otra característica es que la humedad de la atmosfera debe ser más alta que la de la superficie de evaporación. (Ordoñez, 2011, p. 12).

1.2.2. Precipitación.

Proceso mediante el cual cae agua a la superficie terrestre ya sea en forma líquida (lluvia), o sólida (granizo, nieve). Existen precipitaciones ocultas como las heladas y el rocío que son formados por un cambio de temperatura y presión. “La precipitación ocurre cuando las gotas de agua en las nubes se hacen lo suficientemente pesadas para caer”. (Gliessman, 2002, p. 74).

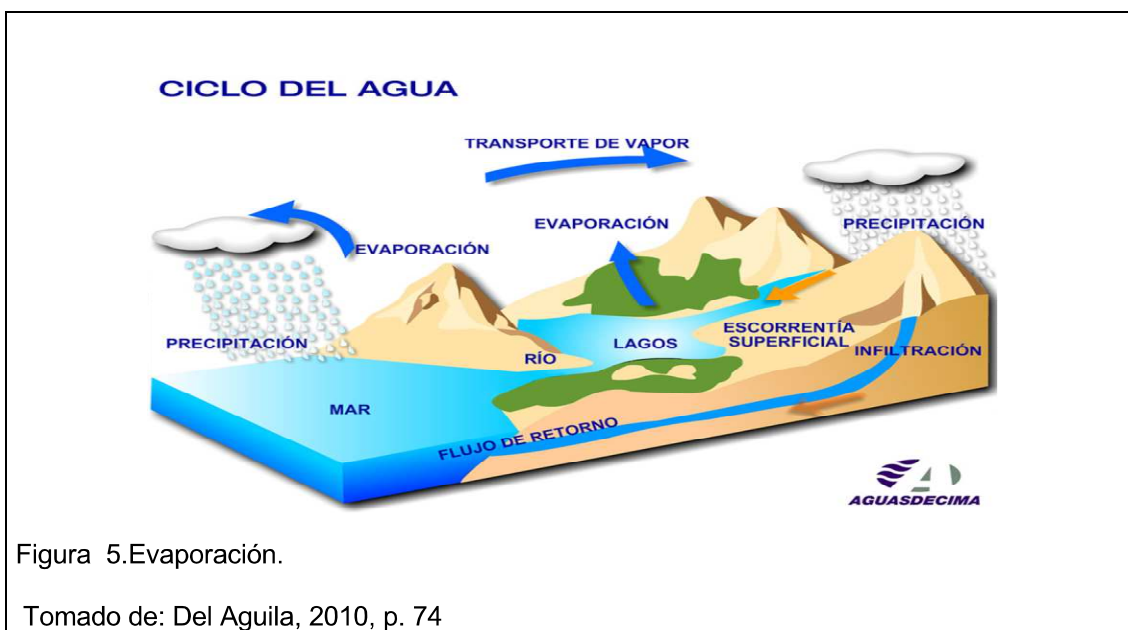


Figura 5. Evaporación.

Tomado de: Del Aguila, 2010, p. 74

1.2.3. Condensación.

Al contrario de la evaporación, la condensación es el cambio de estado gaseoso a líquido que es producido por el enfriamiento del aire. Es la responsable de la formación de nubes. (Ordoñez, 2011, p.13).



Figura 6. Explicación gráfica de la condensación.

Tomado de Gobierno Principado de Asturias, 2006, p. 25

El proceso de condensación es el responsable de la formación de nubes.

1.3. Ecuación fundamental de la hidrología

La hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su existencia, ocurrencia, circulación y distribución en la superficie de la tierra, sus propiedades físicas y químicas, así como su influencia en el medio ambiente, donde se incluye su relación con los seres vivos. (Maderey y Jiménez, 2005, p.

7). La ecuación fundamental para el cálculo del agua en el suelo y almacenamiento de retención (balance hídrico) es:

$$E - S = \pm \Delta A / \Delta t \quad (\text{Ecuación 3})$$

Adaptado de: Universidad de la República, 2013, p. 28)

Dónde:

E: entradas de agua

S: salidas de agua

A: almacenaje

T: tiempo (años, meses, días)

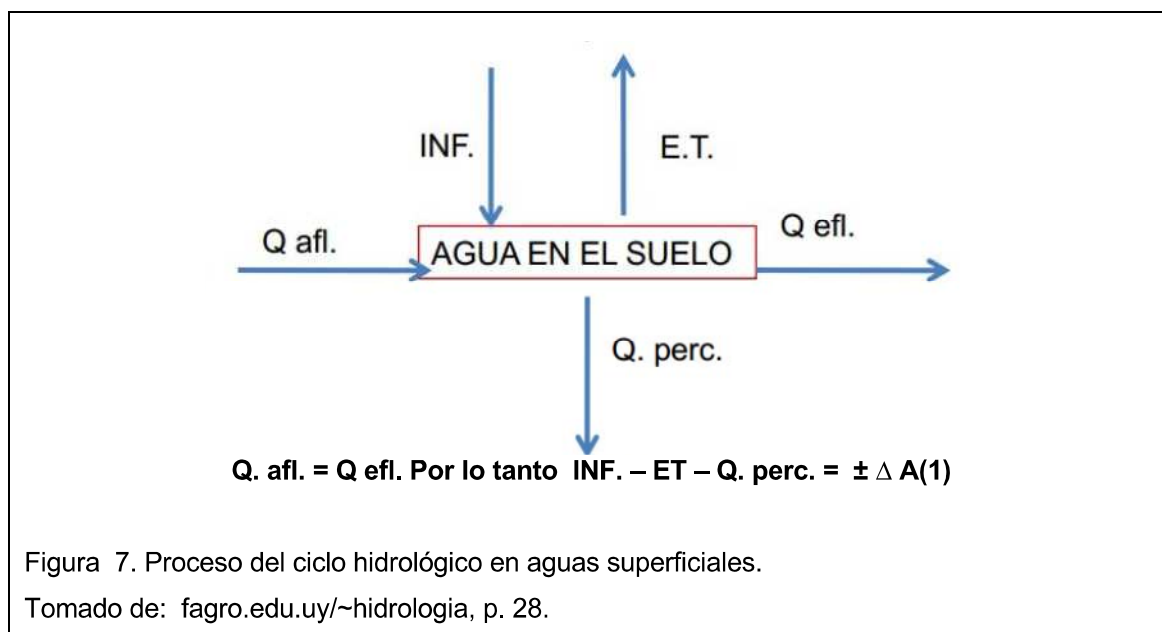
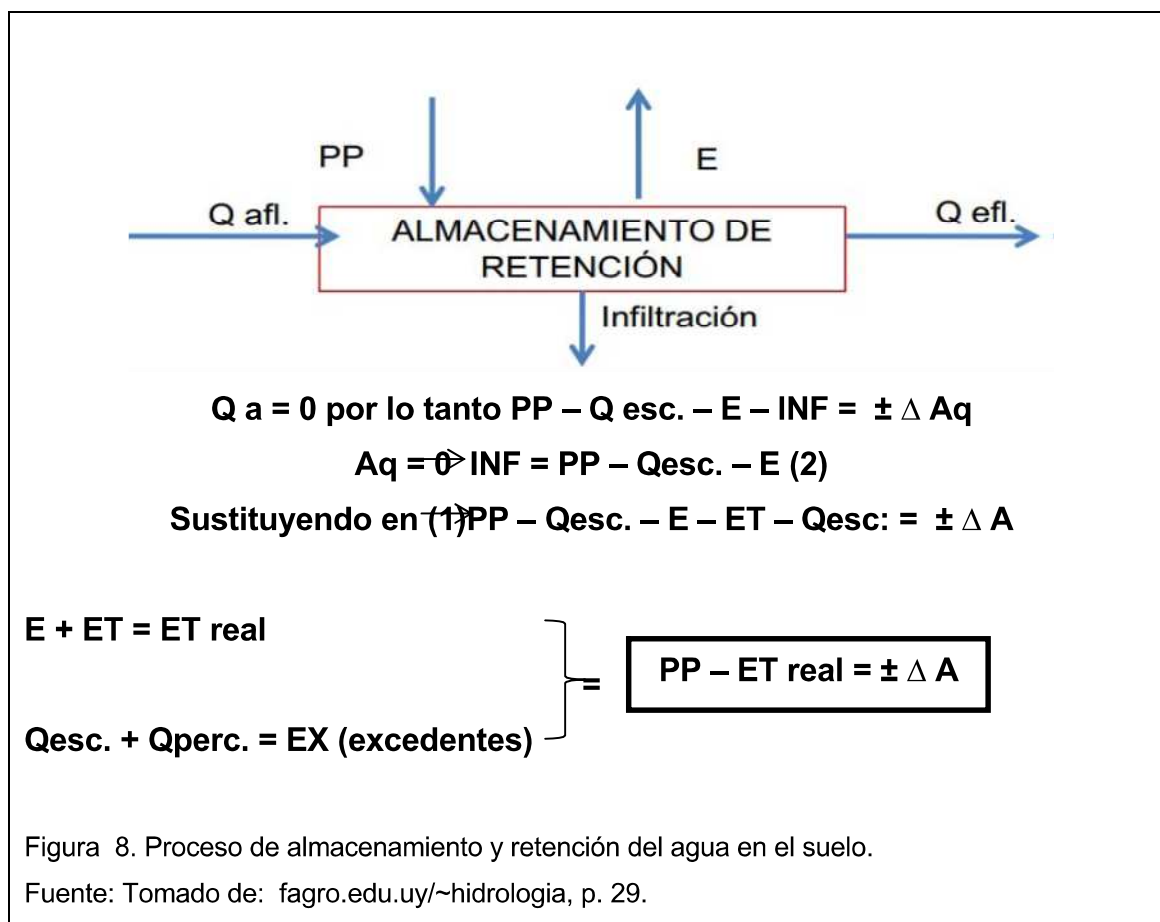


Figura 7. Proceso del ciclo hidrológico en aguas superficiales.

Tomado de: fagro.edu.uy/~hidrologia, p. 28.



La hidrología, al cubrir todas las fases del agua en la tierra, es una materia de gran importancia para el ser humano y su ambiente. Su estudio y análisis técnico se puede observar en el diseño y operación de estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales, control de sanidad, disminución de contaminación, entre otras.

Es conocido también como balance hídrico al agua que tiene como entrada las precipitaciones en un ecosistema, y salidas como evaporación, drenajes, infiltraciones, escorrentías (Ordoñez, 2011, pp. 19-36).

1.4 Ecuación de Horton

La ecuación del Modelo de Horton permite "(...)simular la curva de capacidad de infiltración del suelo. (...) modelo de tipo empírico, que se basa en

conceptos simplificados que permite expresar la capacidad de infiltración como una función del tiempo, de constantes empíricas y parámetros del suelo”.

(Nava, 1994, pp. 134).

Horton fue uno de los más importantes personajes que desarrolló las primeras ecuaciones de infiltración en 1939, mediante experimentos de campo logró determinar como un suelo sometido a precipitaciones intensas (superiores a la capacidad de infiltración) tienen una relación empírica para representar el declive de la infiltración que con el pasar del tiempo puede ser representada de la siguiente manera:

$$I_t = I_b + (I_i - I_b) e^{-kt} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Tomado de Cantón, 2001, p. 237

Dónde:

t = tiempo pasado desde la saturación superficial del suelo

k = constante de decaimiento [T⁻¹]

I_t = tasa de infiltración en el tiempo t

I_i = tasa de infiltración inicial (t = 0)

I_b = tasa mínima de infiltración (asintótica).

La tasa mínima de infiltración I_b teóricamente sería igual a la conductividad hidráulica saturada K_{sat}, si no hubiese el efecto del aire comprimido en el interior del suelo, dificultando la infiltración. Por eso I_b es normalmente menor que K_{sat}.

El ajuste de la ecuación de Horton a datos medidos en campo permite la determinación de los parámetros I_i, I_b y k. El parámetro I_b es fácilmente identificable en los experimentos, porque representa la conductividad hidráulica saturada aparente del suelo (aparente porque incluye la resistencia proporcionada por el aire comprimido en los poros del suelo natural). El parámetro I_i también es obtenido inmediatamente de los experimentos porque

es una tasa de infiltración inicial, esto es una tasa de infiltración en el momento en que es alcanzada la saturación superficial y comienza a haber escurrimiento (exceso) superficial, lo que equivale a decir que i_0 es igual a la intensidad de la precipitación que saturó la superficie del suelo” (Rawls y Brakensiek, 1989. p. 473). Establecidos I_b , e , i_0 , resta apenas determinar el parámetro k , lo que es hecho a través del ajuste de la ecuación anterior a los puntos I y t medidos en campo.

Integrando la ecuación anterior con respecto al tiempo, se obtiene la ecuación de los volúmenes infiltrados acumulados en el tiempo:

$$V_f = i_0 - I_b/K (1 - e^{-kt}) + I_b t \quad (\text{Ecuación 5})$$

Tomado de Rawls y Brakensiek, 1989.

Dónde:

V_f = volumen infiltrado acumulado hasta el tiempo t , contado a partir del momento en la superficie del suelo se saturó.

El postulado de Horton establece que la curva que representa la capacidad de infiltración se manifiesta de esa manera, solo y solo si la intensidad de precipitación es mayor que la capacidad de infiltración del suelo analizado. Este principio o postulado es debidamente respetado en el ensayo de infiltración de doble anillo, porque siempre hay agua en superficie que satisface la capacidad de absorción que tiene el suelo en su grado máximo o potencial, cualquiera sea el tiempo que transcurre desde el inicio del ensayo” (Chow, Maidment, y Mays, 1994).

1.5 Generalidades de la zona de estudio

La zona de estudio tiene un clima predominante frío-húmedo ya que se encuentra bajo las laderas occidentales que poseen gran cantidad de bosques húmedos montañosos, transformándose en la parte baja en valles con

características templadas semitropicales con abundante vegetación y es por esto que es denominada “Boca de Montaña” debido a dos características; los fuertes vientos que provienen de oriente y la neblina que se produce debido a la humedad de los bosques, la temperatura puede variar y llegar a tener una media que va entre los 14° C a 15° C hasta una temperatura mínima de 7° C a 8° C, sobre precipitaciones la época lluviosa se encuentra entre los meses de noviembre a mayo. (Ministerio de Ambiente, 2013, pp. 5-6).

Entre las principales actividades económicas están la agricultura y la ganadería. Antiguamente fue zona productora de cascarilla. Ahora, sus productos principales son maíz, fréjol, papa., arvejas, zambo, legumbres y leche. El sector cuenta con una planta de generación y producción de leche y se considera proveer de 10.000 litros a la ciudad de Quito.

En el estudio de la capacidad de infiltración del agua en el suelo se lo realizó en la microcuenca del Río Pichán que es principal río de la parroquia, ya que nace en las faldas del Ruco Pichincha y recorre toda la zona hasta desembocar en el Guayllabamba, este río dependiendo del lugar su temperatura puede variar de 4 a 25 grados centígrados.

Se puede encontrar todo tipo de fauna a las orillas como: gorriones, mirlos, torcazas, parra, perdices, apangoras, preñadillas, armadillo, ardilla, zorrillo. Y en cuanto a flora se puede observar: helechos, lecheros, eucaliptos, ciprés, pino, cedro, chilca, chilguacanes, berros, sambo, zapallo, guanto, menta, tipo, tilo, cola de caballo, tuna, tusilla, huarango, puxe, hongos, arrayán, motilón, cultivos de orquídeas lilas y rojas. (GADP, 2012).

1.6 Estudio de la microcuenca

Se entiende por microcuenca a un área de la superficie terrestre drenada por un único sistema fluvial, los límites de esta se encuentran formados por aguas divisorias de cuencas o microcuencas adyacentes. Son lugares o sistemas

abiertos donde es posible estudiar los procesos hidrológicos. (Escobar y Miranda, 2009, p. 59).

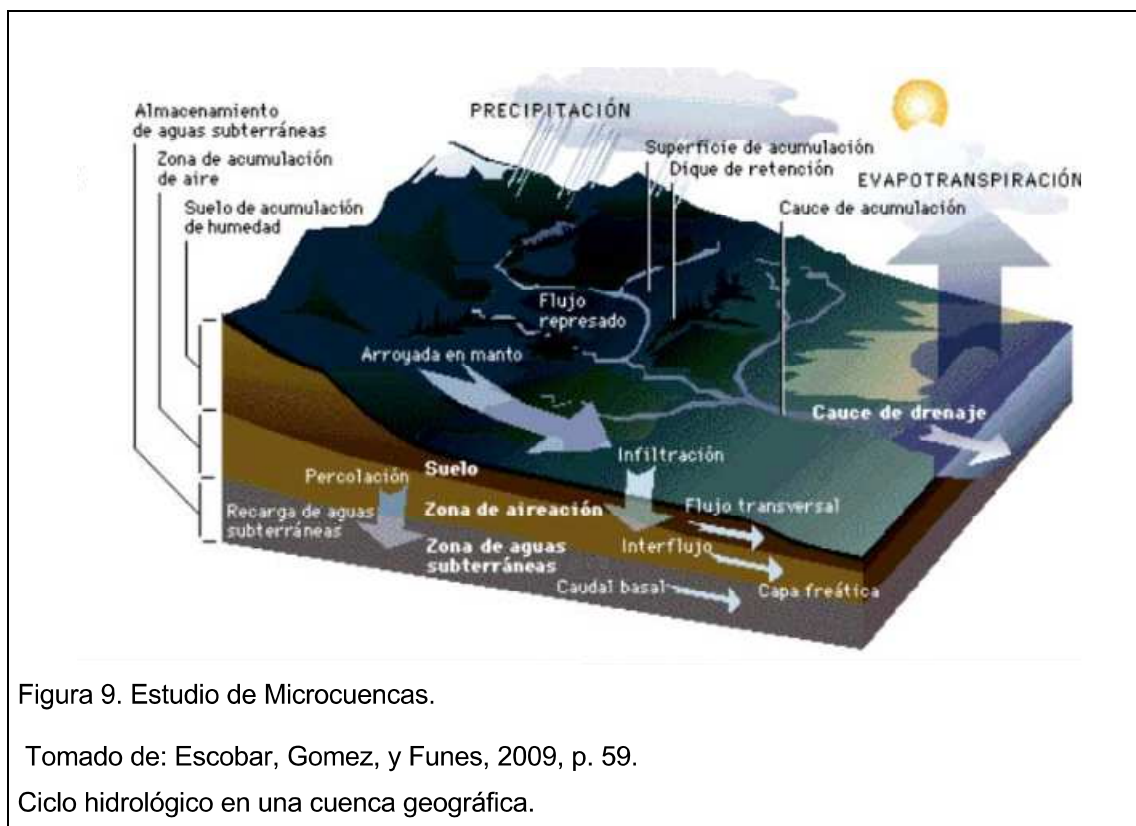


Figura 9. Estudio de Microcuencas.

Tomado de: Escobar, Gomez, y Funes, 2009, p. 59.

Ciclo hidrológico en una cuenca geográfica.

A las microcuencas también se las puede definir como las “(...) unidades geográficas que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Los procesos asociados al recurso agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc., normalmente se analizan sobre esas unidades geográficas.” (Consortio, 2012, p. 185).

En función del detalle de la topografía con que se cuenta, además de la escala de trabajo, se pueden establecer tamaños mínimos de microcuencas. En este proceso, el uso de paquetes informáticos que trabajan con la información raster, generada por los modelos digitales de elevación y con rutinas preestablecidas, se puede delimitar una microcuenca de acuerdo a los criterios de área mínima y variaciones de elevación.

El estudio de la microcuenca del Río Pichán se establece mediante la elaboración de mapas en el programa de ArcGis recopilando datos del SNI (sistema nacional de información), como son shapes pertenecientes a las cuencas y microcuencas de la región sierra norte del Ecuador, textura de los suelos de la misma. Se conoce que los ecosistemas de páramos por sus características topográficas y de suelo, son fuentes de agua muy importantes para las regiones andinas del Ecuador ya que son buenos para captar agua, es por esta razón que la investigación se la realiza en la zona norte de Pichincha, parroquia Nono.

1.7 Distribución de precipitación en el suelo

Según el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador el período entre enero y junio del año 2001 existió una irregularidad de las precipitaciones en la región interandina con un predominio de valores inferiores a los que normalmente suelen suceder, registrando seis récords de precipitaciones mínimas; las cuales se prevén para los siguientes años debido al calentamiento global y cambio climático debido a esto se debe implementar un sistema de manejo de suelos de calidad ya que estos son los más afectados a la disminución de precipitaciones. (INAMHI, 2014, p. 3).

1.8 Humedad en el suelo

Cuando se considera en cada punto la reserva máxima según el tipo de vegetación y características del suelo, se obtiene diariamente el mapa de humedad (Agua Disponible) en el suelo en mm respecto de la Reserva máxima calculada ($ADT = R_{m\acute{a}x}$). Cuando se considera una reserva máxima fija en cada punto como puede ser una reserva de 25mm de Agua Disponible Total, se obtiene diariamente un mapa de humedad del suelo (mm) correspondiente a la capa superficial del suelo con un espesor que varía en función del tipo de suelo. (Fullat y García, 2012, p. 12)

La determinación de la humedad del suelo puede ser expresada en base a la masa o volumen de agua, que tiene como referencia la masa (humedad gravimétrica) y es definida como la relación entre la masa de agua y la masa de suelo.

$$W = M_a / M_t \quad (\text{Ecuación 6})$$

La humedad volumétrica es definida como la relación entre el volumen de agua y el volumen total.

$$\Theta = V_a / V_t \quad (\text{Ecuación 7})$$

Las humedades gravimétrica y volumétrica pueden relacionarse con la ecuación:

$$\Theta = W \cdot d_s / d_a \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dónde:

d_s = densidad del suelo

d_a = densidad del agua

Siendo:

$D_s = M_t / V_t$

$D_a = M_a / V_a$

Otra relación importante desde el punto de vista práctico es la que ocurre entre la humedad volumétrica, la saturación y la porosidad. La saturación es definida por la relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos, mientras que la porosidad es definida por la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total. (Chow, Maidment y Mays, 1994). A partir de estos conceptos, se puede establecer la siguiente relación:

$$\theta = S \cdot \varphi \quad (\text{Ecuación 9})$$

Dónde

φ = porosidad = V_v / V_t

S = saturación = V_a / V_v

1.9 Características de infiltración

A la cantidad de agua que atraviesa la superficie del terreno por unidad de tiempo y que se desplaza al subsuelo, se la denomina ritmo o tasa de infiltración. Cuando el agua que se introduce al terreno por la superficie se desplaza a mayor profundidad, se produce la percolación. (Breña y Jacobo, 2006, p. 154).

Cuando un porcentaje de agua infiltrada se desplaza en forma lateral a través del material dispuesto abajo de la superficie del terreno, se lo conoce como interflujo o flujo subsuperficial.

Existen dos grupos de factores que intervienen en las características de infiltración:

- a) características del terreno o medio permeable
- b) características del agua que se infiltra

a) Características del terreno o medio permeable

1. **Condiciones de superficie.**- La compactación natural es una característica natural de los suelos la cual dificulta la penetración del agua y reduce la capacidad de infiltración. Un factor esencial que contribuye a la compactación es el choque directo de las precipitaciones. Un suelo con vegetación protege el impacto de la lluvia y frena la escorrentía superficial, además las raíces de las plantas agrietan el suelo facilitando la penetración del agua. (Mijares, 1999, p. 303).
2. **Características del terreno.**-La textura factor fundamental del suelo proporciona estructura al terreno ya que define el tamaño de los poros donde el agua va a infiltrarse. El almacenamiento de calor de los suelos

afecta a la viscosidad del fluido que se infiltra debido a que cambia la temperatura del mismo.

- 3. Condiciones ambientales.-** Un suelo seco tiene mayor propiedades de absorción del agua que un suelo húmedo, la capilaridad del terreno seco es mayor mientras que cuando se humedece los suelos que presentan arcillas y coloides tienden a cerrarse las fracturas y grietas que poseen disminuyendo así la capacidad de infiltración. (Custodio y Llama, 1996, p. 235).

b) Características del agua que se infiltra

La intensidad de infiltración es afectada por la turbidez, en especial por la cantidad de material fino en suspensión que se encuentra, los cuales penetran en el suelo y tiende a reducir la permeabilidad. La intensidad de infiltración es menor en invierno que en verano debido a la temperatura del agua que afecta su viscosidad. (Mijares, 1999, p. 303).

Textura de los suelos.- El suelo se encuentra constituido y compuesto por partículas minerales que tienen diferentes tamaños:

- Arenas.- Que se encuentra constituido por partículas gruesas.
- Limo.- Las cuales se encuentran constituidas por partículas minerales finas.
- Arcillas.- Que están formadas por partículas minerales muy finas.

En el desarrollo de este proyecto el estudio y conocimiento del tipo del suelo fue imprescindible ya que dependiendo de la textura que posea el suelo dependen las propiedades físicas que tengan cada uno, con las cuales se puede determinar la productividad del mismo. (Brady y Weil, 1996, pp. 4-14).

Suelos Francos.- Tienen una textura media (45%de arena, 40% de limo y 15% de arcilla) que posee condiciones físicas y químicas las cuales son aptas para la agricultura y generaciones de cultivos.

Suelos Arenosos.- Tienen una textura gruesa compuesta por (75% de arenas, un 5% de arcillas y un 20% de limo), donde el agua se filtra con gran facilidad, y los suelos poseen una gran aireación. Un tipo de riego en este tipo de suelo puede ser por goteo ya que estos terrenos se secan con gran facilidad. Especies vegetales como: césped, cactus y especies mediterráneas pueden adaptarse con gran facilidad.

Suelos arcillosos.- Formados por (45% de arcillas, un 30% de limo y un 25% de arena), los cuales no tienen una buena aireación y la porosidad es baja, razón por la cual los terrenos suelen encharcarse y las plantas que se encuentren aquí tienden a pudrirse. Especies que pueden adaptarse son: helechos, lirios, calas, fresnos.

Un suelo que contenga minerales en un 45% arena, limo y arcilla, 5% de materia orgánica, 25% agua y 25% de aire es un terreno idóneo para el crecimiento de las plantas. Entre otras propiedades debe poseer un pH entre 5,5 y 7 y dotar de fosforo, potasio, manganeso, hierro, nitrógeno, etc., para las especies vegetales presentes (Blanquer, Ibáñez y Moreno, 2007, pp. 1-8).

Los suelos también pueden clasificarse por su orden, así:

Vertisoles.- Son suelos que poseen un elevado riesgo de inundación, por lo cual son utilizados para la agricultura. Estos se originan en zonas que no tengan buen drenaje y sean ricos en silicio, calcio y magnesio. Entre sus propiedades físicas estos suelos son de color oscuro y poseen textura arcillosa. Son suelos muy fértiles, con pH alto.

Andisoles.- Suelos que son formados a partir de materiales volcánicos, que tienen propiedades de rejuvenecerse constantemente por lo que se enriquecen de manera constante. Estos también son de color oscuro y pardo amarillentos por la presencia de alofana y haloisita respectivamente. Entre sus características principales: poseen un buen drenaje y buena retención de humedad, son fáciles de arar, presentan texturas franco arenosas,

francolimosas y arcillosas en zonas cercanas a volcanes, posiciones intermedias de relieve y zonas bajas respectivamente.

Alfisoles y ultisoles.- Estos son aquellos suelos más viejos y la única diferencia entre los alfisoles y ultisoles son propiedades químicas que se forman en el subhorizonte. Presentan color rojizo que se encuentran generalmente en las partes altas de la cuenca hidrográfica. Son originados por el movimiento vertical del agua.

Inceptisoles.- Son suelos que se encuentran formados por mezclas de varios tipos de arcillas y materiales primarios, de temperaturas bajas, pH ácido, mal drenaje, presentan un alto contenido de material orgánico (Enríquez, Cabalceta, Alvarado y Bertsch, 2014, pp. 4-15).

1.10 Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración es una característica importante de los suelos que determina la cantidad de agua de escurrimiento superficial con el cual lo que se pretende es evitar el peligro de erosión hídrica. En la mayoría de métodos que existen hoy en día de riego, la velocidad de infiltración de entrada del agua en el suelo es capaz de determinar los tiempos y diseños de riego para optimizar las unidades superficiales y caudales a utilizar.

$$V = L \cdot 600 / t \quad (\text{mm/hr}) \quad (\text{Ecuación 10})$$

V= velocidad de infiltración

L= incremento de lectura o de altura

T= tiempo de infiltración

La infiltración del agua en el suelo es un proceso de gran importancia debido a que su velocidad puede llegar a determinar la cantidad de agua de escurrimiento que se va producir en un área determinada, logrando así evitar o minimizar la amenaza de erosión durante el riego, lluvias intensas o inundaciones (Landon, 1984, p. 2).

1.11 Índice de infiltración

El índice de infiltración está sustentado en la hipótesis de que en una tempestad con diferentes condiciones iniciales la cantidad de agua presente a lo largo de la cuenca permanece constante a través de la duración de toda la tormenta. De esta manera se conoce “el hietograma (curva de variación de la intensidad de precipitación en el tiempo) e hidrograma (muestra el caudal, descarga o nivel de un río en función del tiempo) de la tormenta, el índice de la infiltración media, ϕ , es la intensidad de lluvia sobre la cual, el volumen de lluvia es igual al del escurrimiento directo observado o lluvia en exceso” (Mijares, 1999, p. 303).

La velocidad de infiltración es un indicador de la capacidad del suelo para absorber agua. Al principio (cuando el suelo está más seco) la velocidad de penetración en el suelo es más rápida, pero si se continúa aportando agua, llega un momento en que esta velocidad es más o menos constante. A esta velocidad se la conoce como velocidad de infiltración. (El Riego, 2012).

Para obtener el índice ϕ se procede por tanteos suponiendo valores de él y deduciendo la lluvia en exceso del hietograma de la tormenta. Cuando esta lluvia en exceso sea igual a la registrada por el hidrograma, se conocerá el valor de ϕ ” (Llamas, 1996).

El valor correcto de ϕ se tendrá cuando:

$$\sum \Delta h e_i = h e \quad \text{(Ecuación 11)}$$

Fuente: Tomado de Llamas 1996

Dónde:

$\Delta h e_i$ = lluvia en exceso en el intervalo de tiempo Δt_i deducido del hietograma ϕ de la tormenta.

$h e$ = lluvia en exceso deducida del volumen de escurrimiento directo (V_{ed}) entre el área de la cuenca (A).

Debe señalarse que como la lluvia varía con respecto al tiempo y el índice es constante, cuando la variación de la lluvia Δh_{pi} en un cierto intervalo de tiempo Δt_i sea menor que ϕ , se acepta que todo lo llovido se infiltró (Custodio, 1996, p. 2350). El problema se presenta cuando se desea evaluar el volumen de infiltración, ya que si se evalúa a partir del índice ϕ se obtendrá por este hecho un volumen mayor que el real.

Para calcular el índice de infiltración real, se aplica la siguiente ecuación:

$$F = (h_p - h_e) A \quad (\text{Ecuación 12})$$

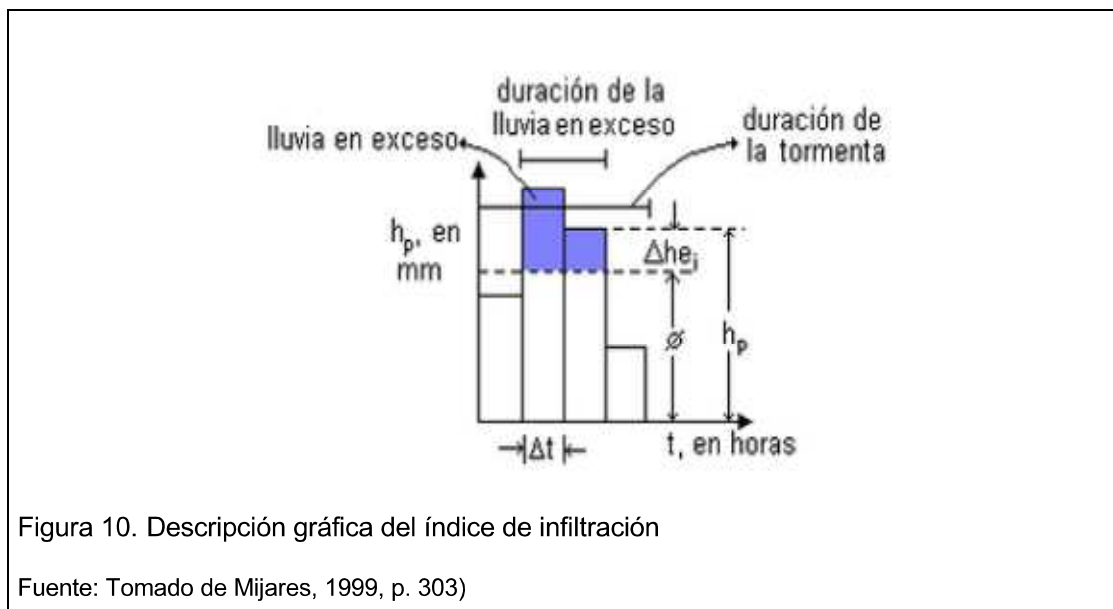
Dónde:

F = volumen de infiltración (m^3)

h_p = altura de lluvia debida a la tormenta, la cual es la suma de los Δh_{pi} (mm)

h_e = altura de la lluvia en exceso (mm)

A = área de la cuenca (m^2). (Mijares, 1999, p. 303).



El índice de infiltración depende del tiempo de precipitación de una cuenca hidrográfica.

1.12. Métodos de la medida de la infiltración

Para medir el volumen o flujo de agua que entra en el suelo se utiliza un instrumento denominado infiltrómetro. En el mercado proveedor se pueden encontrar varios tipos de estas herramientas para medir el agua infiltrada en función del tiempo. Con este instrumento se busca “(...) reproducir una situación real definida por la geometría de la superficie inundada (riego por superficie o por surcos), condiciones de superficie (inundación, precipitación o riego localizado), condiciones del suelo, temperatura, otros”. (Olalla, López y Calera, 2005, P. 66).

1.12.1. Infiltrómetro de doble anillo.

El infiltrómetro de doble anillo, también conocido como método del infiltrómetro de Muntz, es un instrumento que se utiliza en las transformaciones de secano a regadío con riegos de superficie. La información que se obtiene con este instrumento no es correcto utilizarla para “(...) predecir la infiltración en un sistema de riego por surcos o si el agua llega a la superficie del suelo en forma de lluvia o riego por aspersion. En riegos a presión (aspersion y localizado) no tiene demasiada utilidad”. (Olalla, López y Calera, 2005, P. 66).

Según los autores antes citados, el infiltrómetro está compuesto de dos cilindros (o anillos) metálicos concéntricos que se clavan unos centímetros en la superficie del suelo y se inundan con agua. Conforme al agua se va infiltrando en el suelo se van tomando medidas simultáneas de volumen infiltrado y tiempo, hasta que la velocidad de infiltración es constante.



Figura 11: Infiltrómetro doble anillo de Muntz

Tomado de experimentación de campo.

La técnica aplicada asume que el flujo de agua debajo del cilindro interior es únicamente vertical, lo que significa que el flujo lateral divergente por debajo del infiltrómetro es negligible. El flujo lateral se reduce al inundar el cilindro exterior y mojar la parte del suelo alrededor del volumen estudiado. Mientras que, al aumentar el diámetro del cilindro se aumenta la superficie inundada y se reduce el flujo lateral.

Según Olalla y otros (2005), los factores de variabilidad a tomar en cuenta son:

- Vegetación superficial.
- Compactación y existencia de horizontes con permeabilidades contrastadas.
- Contenido inicial de agua del suelo.

El método del infiltrómetro de Muntz puede ser utilizado en sistemas como:

- El riego por inundaciones de superficie.
- Estimación de pérdidas en canales y balsas.
- Evaluación de la efectividad de algunos tratamientos (compactación de tierras, otros) para reducir la infiltración y el lixiviado (p. 67).

1.13. Desertificación hídrica

La desertificación hídrica fue estudiada por primera vez en la Conferencia de las Naciones Unidas (Nairobi en 1997) y luego en la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro de 1992) en donde se la definió como “(...) la degradación de las tierras de las zonas áridas, semiáridas y seco subhúmedas como resultado de las variaciones climáticas y las actividades humanas, (...)” (Amestoy, 2009, p. 62). Incluye la degradación originada por causas naturales así como por actividades antropogénicas; en este contexto, es un conjunto de procesos o manifestación de fenómenos implicados en el empobrecimiento y degradación de los geosistemas terrestres por impacto humano.

Para Almorox y otros (2010), la desertificación hídrica es uno de los aspectos “(...) de cambio global más importantes a los que se enfrenta la humanidad, es un problema de primera magnitud ambiental, científica y socioeconómica. Es un fenómeno complejo que no se presta a ser caracterizado ni resuelto utilizando soluciones sencillas.” (p. 25).



Figura 12: Desertificación hídrica

Tomado de www.google.com.ec/desertificación

Al igual que Amestoy (2010) y Almorox (2009), Antolín y otros (2011), recogiendo lo establecido en el Convenio de Naciones Unidas de Lucha contra la desertificación, coincide en señalar que ésta, “(...) es un caso especial de

degradación, en condiciones climáticas adversas, pero no necesariamente de desierto, que conduce a la reducción o pérdida de la productividad ecológica del ecosistema” (P. 210).

1.14. Agricultura sostenible

Se conoce como agricultura sostenible a toda “(...) actividad agropecuaria que se apoya en un sistema de producción que tenga la aptitud de mantener su productividad y ser útil a la sociedad a largo plazo.” (Ecured, 2014). Para ello debe cumplir con los requisitos de “(...) abastecer adecuadamente de alimentos a precios razonables y de ser suficientemente rentable como para competir con la agricultura convencional; y además el ecológico de preservar el potencial de los recursos naturales productivos” (Ibídem).

Según el portal Ecured (2014), la agricultura sustentable tiene componentes económicos, ecológicos y sociales; se caracteriza por:

- El mejoramiento y la conservación de la fertilidad y de la productividad del suelo con estrategias de manejo (insumos de bajo costo).
- La satisfacción de las necesidades humanas.
- La viabilidad económica.
- La equidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad.
- La minimización de los impactos, protección y mejoramiento del ambiente.
- La durabilidad del sistema en el largo plazo en lugar de la rentabilidad de corto plazo.
- Es decir, la agricultura sustentable debe abarcar las dimensiones económicas, sociales y ambientales (tomado de www.ecured.cu).

Para impulsar el desarrollo de la agricultura sustentable se aplica lo siguiente:

- Cultivos tradicionales
- Abono verde

- Rotación de cultivos
 - Integración de sistemas agrícola-pecuarios
- Sistemas agro-forestales.

1.15. Como mejorar la calidad del suelo

En cualquier tipo de suelo su calidad puede mantenerse, degradarse o mejorar y si bien ciertas prácticas agrícolas pueden favorecer la degradación del suelo, otras pueden contribuir a mantenerla o incluso mejorarla. El estudio de la calidad/salud del suelo en el tiempo bajo diferentes sistemas de manejo permite seleccionar en cada caso las técnicas más apropiadas para mantener o mejorar la misma. (Murillo, 2010, p. 145).

Según Murillo (2010), el sistema de manejo que contribuya a la mejora de la calidad del suelo será específico de cada situación y también dependerá del estado inicial del suelo: no es lo mismo partir de un suelo en el que algunas propiedades se han visto degradadas o partir de una situación en equilibrio. El efecto que ciertas prácticas tengan sobre la calidad del suelo dependerá del tipo y del grado de degradación del suelo, y de lo que se considere la situación de referencia o punto de partida en la evaluación.

La rehabilitación del suelo consiste en un conjunto de técnicas aplicadas para volver a hacer útil un espacio determinado, devolviendo los suelos a un estado que les permita desarrollar un conjunto de funciones, de acuerdo con los objetivos del proyecto de rehabilitación previsto. (Jaume y otros, 2013, p. 499).

El Comité de la Sociedad de la Ciencia del Suelo Americana establece que la calidad del suelo es la “(...) capacidad funcional de un tipo específico de suelo para sustentar la productividad animal o vegetal, mantener o mejorar la calidad del agua y el aire, y sostener el asentamiento y salud humano (...)” (García y García, 2013, p. 45), claro está dentro de límites ecosistémicos o determinados por el manejo, e incluye los conceptos de fertilidad y productividad del suelo, con características para:

- a) Captar, mantener y liberar nutrientes y otros compuestos químicos;
- b) Captar, mantener y liberar agua a las plantas y recargar las capas freáticas; y
- c) Mantener un ambiente edáfico adecuado para la actividad biológica.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la provincia de Pichincha, parroquia Nono, en la microcuenca del Río Pichán a 18 km de la ciudad de Quito. La zona específica donde se elaboró la investigación se encuentra entre los 2600 y 3800 msnm, experimenta temperaturas que varían entre los 7°C y 17°C grados de temperatura y posee una precipitación anual promedio de 1065 mm.

La microcuenca del Pichán forma parte de la sub cuenca del río Guayllabamba (Gobierno de Pichincha 2012, p. 37), la misma que se ha visto alterada por el incremento significativo de temperatura media desde el año de 1975 hasta el 2009 y se encuentra constituida por cinco micro- cuencas que abarcan alrededor de 214 km². Para establecer la sub red de estaciones de estudio de temperatura se utilizó la Figura. 20, junto a sistemas de información geográfica.

Tabla 1. Micro - microcuencas del Río Guayllabamba

Micro – Cuenca	Superficie(Ha)	%
Río Alambi	7.505	35
Río Cinto	120	1
Río Mindo	2.700	13
Río Pichan	10.130	47
Río San Antonio	935	4

Fuente: Tomado de (Gobierno de Pichincha, 2012, p. 37).

La zona de estudio tiene un clima predominante frío-húmedo ya que se encuentra bajo las laderas occidentales que poseen gran cantidad de bosques húmedos montañosos, transformándose en la parte baja en valles con características templadas semitropicales con abundante vegetación y es por esto que es denominada “Boca de Montaña” debido a dos características; los

fuertes vientos que provienen de oriente y la neblina que se produce debido a la humedad de los bosques, la temperatura puede variar y llegar a tener una media que va entre los 14° C a 15° C hasta una temperatura mínima de 7° C a 8° C, sobre precipitaciones la época lluviosa se encuentra entre los meses de noviembre a mayo (Ministerio de Ambiente, 2013, p. 5-6).

Como primer punto para el comienzo del desarrollo de este proyecto se investigó si en la microcuenca existían zonas protegidas, reservas ecológicas, parques nacionales, etc. De tal manera que se encontró que el terreno de estudio pertenecía a la Reserva Geobotánica del Pululahua (parte noroeste de la microcuenca) y al Cinturón Verde de Quito (sureste de la microcuenca). Por tal motivo el alcance de esta investigación se redujo. Era de gran importancia conocer las características de la zona donde se realizaba el proyecto como por ejemplo: el tipo de suelo, la litología del terreno, pendientes, precipitaciones, temperaturas, permeabilidad, etc. Con todos estos conocimientos adquiridos se escogió superficies planas para la inserción del equipo de infiltración doble anillo de Muntz, ya que es indispensable que este sea colocado en este tipo de superficies debido a la dificultad de instalación del mismo.

En esta zona se escogió cuatro puntos al azar de cada uno de los diferentes tipos de suelo que posee el área de estudio para la toma de muestras de infiltración.

En el desarrollo experimental de campo de toma de muestras se pudo constatar la existencia de varias haciendas, la extensión y el uso que es un factor importante del suelo.

Tabla 2. Distribución de las haciendas en la parroquia de San Miguel de Nono ubicado en la microcuenca del Río Pichán.

HACIENDA	DUEÑO	EXTENSIÓN (Ha)	USO ACTUAL
1	Sra. Isabel del Hierro	60	Ganadera
2	Sr. Carlos Del Hierro	45	Ganadera
3	Sr. Marcelo Echeverría	27	Ganadera
4	Sr. Rodrigo Pérez	50	Ganadera
5	UDLA	46	Ganadera
6	Sr. Joe Rivadeneira	15	Ganadera
7	Sr. Javier Rosero	27	Ganadera
8	Sr. Guido Rosero	30	Ganadera

En otras pruebas experimentales de campo que se encontraban alejadas de la comunidad de Nono, no existía ningún tipo de contacto humano.

Se puede encontrar todo tipo de fauna a las orillas como: gorriones, mirlos, torcazas, parra, perdices, apangoras, preñadillas, armadillo, ardilla, zorrillo. Y en cuanto a flora se puede observar: helechos, lecheros, eucaliptos, ciprés, pino, cedro, chilca, chilguacanes, berros, sambo, zapallo, guanto, menta, tipo, tilo, cola de caballo, tuna, tusilla, huarango, puxe, hongos, arrayán, motilón, cultivos de orquídeas lilas y rojas. (GADP, 2012).

La microcuenca de la zona de estudio por donde atraviesa el Río Pichán se encuentra 2380 metros sobre el nivel del mar en la parte más baja.

Tabla 3: Cobertura vegetal por área

COBERTURA VEGETAL (NIVEL II)	AREA (KM ²)	(%)
Bosques plantados - coníferas (SP)	0,31	0,15
Bosques plantados - latifoliadas (SP)	3,23	1,51
Cultivos (CA)	4,94	2,31
Eriales - origen antropogénico (EE)	0,03	0,01
Eriales - origen natural (EE)	1,29	0,61
Infraestructura (I)	0,41	0,19
Pastos (PC)	38,02	17,80
Vegetación arbórea de transición (VAI)	24,00	11,24
Vegetación arbórea húmeda (VAh)	110,54	51,75
Vegetación arbustiva húmeda (VMh)	19,23	9,01
Vegetación arbustiva seca (VMs)	0,94	0,44
Vegetación herbácea húmeda (VHh)	10,65	4,99

Tomado de: GPP-DIPLA, 2010

En cuanto al periodo vegetativo se inspeccionó que oscila entre 18 a 212 días, lo cual nos permite tratar de identificar las épocas de siembra (Anexo. 5).

El periodo vegetativo y la época de siembra están directamente relacionados con las precipitaciones que existen en la zona y la cantidad de almacenamiento de agua que el suelo posee. Esto se intentó de determinar según la ETR y ETP para establecer los días de periodo vegetativo de cada una de las estaciones meteorológicas (Anexo. 6).

2.2. Uso del infiltrómetro

Como primer paso debe tomarse en cuenta la ubicación de la toma de muestras, para esto se utiliza el sistema ArcGis 10.1, donde se introduce la base de datos suelos entregada por el Instituto Ecuatoriano Espacial, determinando de esta manera en forma gráfica los tipos de suelos que existen en la zona de estudio; y obteniendo mediante interpolación krawing por estadísticas geográficas (ESRI,2014), tomando como valores en la coordenada z los obtenidos en la base de datos de calicatas realizadas para la zona de estudio, para la fiabilidad de los resultados obtenidos se realizaron cuatro experimentos en cada uno de los tipos de suelos y con estos datos se procedió a calcular una media y trabajar con dichos resultados, verificando de tal forma que los datos obtenidos en GIS son correctos.

Cabe recalcar que los datos obtenidos de las cuatro pruebas en cada suelo deben tener y proporcionar una lectura de capacidad de infiltración aproximada a los resultados de los otros cuatro puntos de toma de datos. Todo esto se lo realizó ayudado de un GPS para conocer las coordenadas de donde se realizaban los experimentos y georeferenciar de esta manera el estudio. Luego de haber realizado la ubicación se procedió a la colocación del equipo de infiltración doble anillo de Muntz, el llenado de agua y la toma de medida de la infiltración que tuvo un suelo predeterminado. Es muy importante conocer que la colocación del equipo se lo debe realizar sin alterar el suelo ya sea cambiando la porosidad natural, la compactación del mismo, etc. (Anexo 1).

Esto debido a que las propiedades de infiltración de los suelos son muy fáciles de modificar y es preferible seguir una serie de pasos básicos:

1. Ubicar la zona donde se va a colocar el equipo de infiltración, conociendo previamente las coordenadas, el tipo, la pendiente y textura del suelo
2. Colocar el anillo sobre el terreno elegido, verificando que el suelo este completamente limpio y que no haya sido alterado sus propiedades, de preferencia que el terreno se encuentre libre de piedras, residuos vegetales, basura, raíces grandes, etc.
3. Golpear las esquinas superiores del anillo de Muntz usando un combo como herramienta con la finalidad de clavar, hundir o penetrar el suelo hasta que el anillo quede al ras del terreno.
4. Colocar los tanques de almacenamiento de agua paralelamente al anillo
5. Instalar cuatro mangueras que fueron conectadas de la siguiente manera: dos del tanque No. 1 que es aquel que tiene mayor capacidad de almacenamiento de agua a la parte exterior del anillo y dos mangueras del tanque No. 2 (aquel que tiene regla) a la parte interior del anillo.
6. Clavado el doble anillo de Muntz y realizadas las conexiones de las mangueras se procedió a llenar cuidadosamente los dos tanques de agua a su máxima capacidad, teniendo en cuentas que las llaves de paso que poseen las mangueras deben estar cerradas.
7. Comprobar que no existan fugas de agua ya que esto puede alterar los resultados.
8. Tomar las medidas y datos de infiltración del agua en el suelo en determinados intervalos de tiempo teniendo mucho cuidado de que el agua no vaya a desbordar los anillos.
9. Se debe intentar tener el mismo nivel de agua en ambos tanques de almacenamiento para tener unos valores de resultados más exactos.
10. Debido a los posibles errores que se pueden suscitar es aconsejable realizar más de dos experimentos en la zona, fue por esta razón que se realizaron cuatro experimentos por cada tipo de suelo.

11. Otra razón por la que debe practicarse más de dos experimentos es por la conformación litológica del suelo que es cambiante a lo largo de la microcuenca aunque posea el mismo tipo de suelo a nivel superficial.



Figura 13. Equipo de infiltración doble anillo de Muntz utilizado

2.2.1. Recopilación de datos

A continuación se aplicó la metodología de experimentación sobre la capacidad de infiltración del agua en el suelo, a partir de cuatro mediciones de zonas que posean la misma textura de suelo, se calculó una media por cada tipo de terreno, debido a estas circunstancias es que no se colocó las coordenadas geográficas y alturas sobre el nivel del mar, ya que en el “Anexo 2” se detalla con claridad las coordenadas y cálculos de cada una de las mediciones que se realizaron en campo.

En estas tablas se realizó los cálculos del coeficiente de permeabilidad del punto donde se tomó la muestra y la velocidad de infiltración del agua en el suelo;

Donde

VELOCIDAD DE INFILTRACION

$$V = L \cdot 600 / t \quad (\text{mm/hr}) \quad (\text{Ecuación 13})$$

V= velocidad de infiltración

L= incremento de lectura o de altura

T= tiempo de infiltración

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

$$K = L / t \quad (\text{mm/s}) \quad (\text{Ecuación 14})$$

K = Coeficiente de permeabilidad

T = Tiempo de infiltración

Entre las principales características que se detalla en cada una de las tablas (textura, drenaje, pH, pendiente), son datos proporcionados por el MAGAP (Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca) y el IEE (Instituto espacial ecuatoriano) que todavía no se encuentran publicados en ningún texto, revista científica, páginas de internet, etc; principalmente se muestran el coeficiente de permeabilidad, y velocidad de infiltración los cuales son fundamentos que fueron adquiridos directamente de las entidades, realizados los cálculos correspondientes y estos se recopilaron en las siguientes tablas:

Tabla 4. Recopilación de datos de campo de infiltración (Coeficiente y velocidad de infiltración), Prueba No. 1

PRUEBA DE INFILTRACION																																																																							
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:50000 NONO-PICHINCHA																																																																							
FICHA DE CAMPO																																																																							
PRUEBA No.:	1																																																																						
UBICACION / SITIO :	MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA																																																																						
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:	GRUESA - TIPO INCEPTISOL																																																																						
TEXTURA:	ARENOSO, ARENOSO FRANCO																																																																						
PENDIENTE:	MEDIA 12 a 25%																																																																						
TEXTURA PREDOMINANTE:	FRANCO ARENOSO																																																																						
DRENAJE:	BUENO																																																																						
CARACTERÍSTICAS:	FRANCO EN LA SUPERFICIE Y FRANCO ARENOSOS EN PROFUNDIDAD																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tiempo T (seg)</th> <th>T acum (seg)</th> <th>Lectura H (mm)</th> <th>Incremento H(mm)</th> <th>K (mm/s)</th> <th>Vel. Infiltr (m/seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>5</td><td>36</td><td>36</td><td>7,200</td><td>0,001200</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td><td>45</td><td>9</td><td>0,900</td><td>0,000150</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td><td>70</td><td>34</td><td>1,700</td><td>0,000283</td></tr> <tr><td>45</td><td>25</td><td>93</td><td>57</td><td>1,267</td><td>0,000211</td></tr> <tr><td>60</td><td>15</td><td>117</td><td>81</td><td>1,350</td><td>0,000225</td></tr> <tr><td>300</td><td>300</td><td>168</td><td>132</td><td>0,440</td><td>0,000073</td></tr> <tr><td>900</td><td>600</td><td>237</td><td>201</td><td>0,223</td><td>0,000037</td></tr> <tr><td>1800</td><td>900</td><td>321</td><td>285</td><td>0,158</td><td>0,000026</td></tr> <tr><td>3600</td><td>1800</td><td>387</td><td>351</td><td>0,098</td><td>0,000016</td></tr> <tr><td>7200</td><td>3600</td><td>555</td><td>519</td><td>0,072</td><td>0,000012</td></tr> </tbody> </table>						Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)	5	5	36	36	7,200	0,001200	10	5	45	9	0,900	0,000150	20	10	70	34	1,700	0,000283	45	25	93	57	1,267	0,000211	60	15	117	81	1,350	0,000225	300	300	168	132	0,440	0,000073	900	600	237	201	0,223	0,000037	1800	900	321	285	0,158	0,000026	3600	1800	387	351	0,098	0,000016	7200	3600	555	519	0,072	0,000012
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)																																																																		
5	5	36	36	7,200	0,001200																																																																		
10	5	45	9	0,900	0,000150																																																																		
20	10	70	34	1,700	0,000283																																																																		
45	25	93	57	1,267	0,000211																																																																		
60	15	117	81	1,350	0,000225																																																																		
300	300	168	132	0,440	0,000073																																																																		
900	600	237	201	0,223	0,000037																																																																		
1800	900	321	285	0,158	0,000026																																																																		
3600	1800	387	351	0,098	0,000016																																																																		
7200	3600	555	519	0,072	0,000012																																																																		
				Velocidad prom (m/seg)=	0,00022347																																																																		
				K prom (mm/s)=	1,34																																																																		
<p style="text-align: center;">COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = K (mm/s)</p>																																																																							
SUELOS DE COLOR, OSCURO BIEN DRENADOS, MODERADAMENTE PROFUNDOS pH NEUTRO, FERTILIDAD MEDIANA																																																																							
OBSERVACIONES:																																																																							
RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES :																																																																							
_____ XAVIER TAMAYO																																																																							

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

Tabla 5. Recopilación de datos de campo de infiltración (Coeficiente y velocidad de infiltración), Prueba No. 2

PRUEBA DE INFILTRACION					
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:50000 NONO-PICHINCHA					
PRUEBA No.		FICHA DE CAMPO			
2					
UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA					
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:		GRUESA, FINA, MUY FINA			
TEXTURA:		ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO, ARCILLOSO LIMOSO			
		ARCILLOSO ARENOSO ARENOSA, FRANCO ARENOSA			
PENDIENTE:		MEDIA 12 A 25%			
TEXTURA PREDOMINANTE:		FRANCO ARENOSO			
DRENAJE:		BUENO			
CARACTERÍSTICAS:		ARENO FRANCOSOS EN SUPERFICIE Y FRANCO ARENOSOS EN PROFUNDIDAD			
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H (mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	11	11	2,200	0,000367
10	5	13	2	0,200	0,000033
20	10	20	9	0,450	0,000075
45	25	24	13	0,289	0,000048
60	15	29	18	0,300	0,000050
300	300	62	51	0,170	0,000028
900	600	83	72	0,080	0,000013
1800	900	96	85	0,047	0,000008
3600	1800	124	113	0,031	0,000005
7200	3600	139	128	0,018	0,000003
Velocidad prom (m/seg)=					0,00006309
K prom (mm/s)=					0,379
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = K (mm/s)					
SUELOS POCO PROFUNDOS pH LIGERAMENTE ACIDOS					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES :					
_____ XAVIER TAMAYO					

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

Tabla 6. Recopilación de datos de campo de infiltración (Coeficiente y velocidad de infiltración). Prueba No. 3

PRUEBA DE INFILTRACION																																																																							
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:50000 NONO-PICHINCHA																																																																							
FICHA DE CAMPO																																																																							
PRUEBA No.	3																																																																						
UBICACION / SITIO :	MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA																																																																						
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:	MODERADAMENTE GRUESA																																																																						
TEXTURA:	FRANCO ARENOSO, FRANCO LIMOSO																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tiempo T (seg)</th> <th>T acum (seg)</th> <th>Lectura H (mm)</th> <th>Incremento H (mm)</th> <th>K (mm/s)</th> <th>Vel. Infiltr (m/seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>5</td><td>40</td><td>40</td><td>8,000</td><td>0,001333</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td><td>49</td><td>9</td><td>0,900</td><td>0,000150</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td><td>74</td><td>34</td><td>1,700</td><td>0,000283</td></tr> <tr><td>45</td><td>25</td><td>99</td><td>59</td><td>1,311</td><td>0,000219</td></tr> <tr><td>60</td><td>15</td><td>122</td><td>82</td><td>1,367</td><td>0,000228</td></tr> <tr><td>300</td><td>300</td><td>175</td><td>135</td><td>0,450</td><td>0,000075</td></tr> <tr><td>900</td><td>600</td><td>246</td><td>206</td><td>0,229</td><td>0,000038</td></tr> <tr><td>1800</td><td>900</td><td>334</td><td>294</td><td>0,163</td><td>0,000027</td></tr> <tr><td>3600</td><td>1800</td><td>408</td><td>368</td><td>0,102</td><td>0,000017</td></tr> <tr><td>7200</td><td>3600</td><td>578</td><td>538</td><td>0,075</td><td>0,000012</td></tr> </tbody> </table>						Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H (mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)	5	5	40	40	8,000	0,001333	10	5	49	9	0,900	0,000150	20	10	74	34	1,700	0,000283	45	25	99	59	1,311	0,000219	60	15	122	82	1,367	0,000228	300	300	175	135	0,450	0,000075	900	600	246	206	0,229	0,000038	1800	900	334	294	0,163	0,000027	3600	1800	408	368	0,102	0,000017	7200	3600	578	538	0,075	0,000012
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H (mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)																																																																		
5	5	40	40	8,000	0,001333																																																																		
10	5	49	9	0,900	0,000150																																																																		
20	10	74	34	1,700	0,000283																																																																		
45	25	99	59	1,311	0,000219																																																																		
60	15	122	82	1,367	0,000228																																																																		
300	300	175	135	0,450	0,000075																																																																		
900	600	246	206	0,229	0,000038																																																																		
1800	900	334	294	0,163	0,000027																																																																		
3600	1800	408	368	0,102	0,000017																																																																		
7200	3600	578	538	0,075	0,000012																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Velocidad prom (m/seg)=</td> <td style="text-align: right; color: red;">0,00023828</td> </tr> <tr> <td style="width: 80%;">K prom (mm/s)=</td> <td style="text-align: right; color: red;">1,43</td> </tr> </table>						Velocidad prom (m/seg)=	0,00023828	K prom (mm/s)=	1,43																																																														
Velocidad prom (m/seg)=	0,00023828																																																																						
K prom (mm/s)=	1,43																																																																						
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = K (mm/s)</p> <p style="text-align: center;">TIEMPO (seg)</p> </div>																																																																							
SUELO FRANCO ARENOSO Y FRANCO LIMOSO DIFICULTAD MEDIA PARA LA IMPLANTACION DEL EQUIPO Y REALIZACION DE LA PRUEBA. PRESENCIA DE MATERIAL ROCOSO																																																																							
OBSERVACIONES:																																																																							
RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES :																																																																							
_____ XAVIER TAMAYO																																																																							

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

Tabla 7. Recopilación de datos de campo de infiltración (Coeficiente y velocidad de infiltración). Prueba No. 4

PRUEBA DE INFILTRACION																																																																							
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:50000 NONO-PICHINCHA																																																																							
FICHA DE CAMPO																																																																							
PRUEBA No.		4																																																																					
UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA																																																																							
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:		MEDIA SUELO FRANCO, LIMOSO, FRANCO ARCILLOSO (<35% ARCILLA) TEXTURA: FRANCO ARCILLO ARENOSO, FRANCO ARCILLO LIMOSO																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tiempo T (seg)</th> <th>T acum (seg)</th> <th>Lectura H (mm)</th> <th>Incremento H(mm)</th> <th>K (mm/s)</th> <th>Vel. Infiltr (m/seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>5</td><td>18</td><td>18</td><td>3,600</td><td>0,000600</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td><td>32</td><td>14</td><td>1,400</td><td>0,000233</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td><td>48</td><td>30</td><td>1,500</td><td>0,000250</td></tr> <tr><td>45</td><td>25</td><td>78</td><td>60</td><td>1,333</td><td>0,000222</td></tr> <tr><td>60</td><td>15</td><td>102</td><td>84</td><td>1,400</td><td>0,000233</td></tr> <tr><td>300</td><td>300</td><td>156</td><td>138</td><td>0,460</td><td>0,000077</td></tr> <tr><td>900</td><td>600</td><td>181</td><td>163</td><td>0,181</td><td>0,000030</td></tr> <tr><td>1800</td><td>900</td><td>225</td><td>207</td><td>0,115</td><td>0,000019</td></tr> <tr><td>3600</td><td>1800</td><td>257</td><td>239</td><td>0,066</td><td>0,000011</td></tr> <tr><td>7200</td><td>3600</td><td>302</td><td>284</td><td>0,039</td><td>0,000007</td></tr> </tbody> </table>						Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)	5	5	18	18	3,600	0,000600	10	5	32	14	1,400	0,000233	20	10	48	30	1,500	0,000250	45	25	78	60	1,333	0,000222	60	15	102	84	1,400	0,000233	300	300	156	138	0,460	0,000077	900	600	181	163	0,181	0,000030	1800	900	225	207	0,115	0,000019	3600	1800	257	239	0,066	0,000011	7200	3600	302	284	0,039	0,000007
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)																																																																		
5	5	18	18	3,600	0,000600																																																																		
10	5	32	14	1,400	0,000233																																																																		
20	10	48	30	1,500	0,000250																																																																		
45	25	78	60	1,333	0,000222																																																																		
60	15	102	84	1,400	0,000233																																																																		
300	300	156	138	0,460	0,000077																																																																		
900	600	181	163	0,181	0,000030																																																																		
1800	900	225	207	0,115	0,000019																																																																		
3600	1800	257	239	0,066	0,000011																																																																		
7200	3600	302	284	0,039	0,000007																																																																		
Velocidad prom (m/seg)=					0,00016825																																																																		
K prom (mm/s)=					1,01																																																																		
<p style="text-align: center;">COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = K (mm/s)</p>																																																																							
SUELO FRANCO, LIMOSO, FRANCO ARCILLOSO (<35% ARCILLA) FRANCO ARCILLO ARENOSO, FRANCO ARCILLO LIMOSO DIFICULTAD MEDIA PARA LA IMPLANTACION DEL EQUIPO Y REALIZACION DE LA PRUEBA. SUELO APTO PARA RIEGO																																																																							
OBSERVACIONES:																																																																							
RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES :																																																																							
_____ XAVIER TAMAYO																																																																							

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

Tabla 8. Recopilación de datos de campo de infiltración (Coeficiente y velocidad de infiltración). Prueba No. 5

PRUEBA DE INFILTRACION																																																																							
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:50000 NONO-PICHINCHA																																																																							
FICHA DE CAMPO																																																																							
PRUEBA No.	5																																																																						
UBICACION / SITIO :	MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA																																																																						
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:	FINA																																																																						
TEXTURA:	ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO																																																																						
PENDIENTE:																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tiempo T (seg)</th> <th>T acum (seg)</th> <th>Lectura H (mm)</th> <th>Incremento H(mm)</th> <th>K (mm/s)</th> <th>Vel. Infiltr (m/seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>0,800</td><td>0,000133</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td><td>10</td><td>6</td><td>0,600</td><td>0,000100</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td><td>15</td><td>11</td><td>0,550</td><td>0,000092</td></tr> <tr><td>45</td><td>25</td><td>19</td><td>15</td><td>0,333</td><td>0,000056</td></tr> <tr><td>60</td><td>15</td><td>28</td><td>24</td><td>0,400</td><td>0,000067</td></tr> <tr><td>300</td><td>300</td><td>55</td><td>51</td><td>0,170</td><td>0,000028</td></tr> <tr><td>900</td><td>600</td><td>82</td><td>78</td><td>0,087</td><td>0,000014</td></tr> <tr><td>1800</td><td>900</td><td>92</td><td>88</td><td>0,049</td><td>0,000008</td></tr> <tr><td>3600</td><td>1800</td><td>118</td><td>114</td><td>0,032</td><td>0,000005</td></tr> <tr><td>7200</td><td>3600</td><td>129</td><td>125</td><td>0,017</td><td>0,000003</td></tr> </tbody> </table>						Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)	5	5	4	4	0,800	0,000133	10	5	10	6	0,600	0,000100	20	10	15	11	0,550	0,000092	45	25	19	15	0,333	0,000056	60	15	28	24	0,400	0,000067	300	300	55	51	0,170	0,000028	900	600	82	78	0,087	0,000014	1800	900	92	88	0,049	0,000008	3600	1800	118	114	0,032	0,000005	7200	3600	129	125	0,017	0,000003
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)																																																																		
5	5	4	4	0,800	0,000133																																																																		
10	5	10	6	0,600	0,000100																																																																		
20	10	15	11	0,550	0,000092																																																																		
45	25	19	15	0,333	0,000056																																																																		
60	15	28	24	0,400	0,000067																																																																		
300	300	55	51	0,170	0,000028																																																																		
900	600	82	78	0,087	0,000014																																																																		
1800	900	92	88	0,049	0,000008																																																																		
3600	1800	118	114	0,032	0,000005																																																																		
7200	3600	129	125	0,017	0,000003																																																																		
Velocidad prom (m/seg)=				0,0005063																																																																			
K prom (mm/s)=				0,30																																																																			
SUELO ARCILLOSO MUY DIFÍCIL PARA LA IMPLANTACION DEL EQUIPO Y REALIZACION DE LA PRUEBA. APTITUDES PARA RIEGO: MARGINALES																																																																							
OBSERVACIONES:																																																																							
RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES :																																																																							
XAVIER TAMAYO																																																																							

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

Tabla 9. Recopilación de datos de campo de infiltración (Coeficiente y velocidad de infiltración), Prueba No. 6

PRUEBA DE INFILTRACION					
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:50000 NONO-PICHINCHA					
PRUEBA No. 6			FICHA DE CAMPO		
UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA					
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:		GRUESA, MODERADAMENTE GRUESA			
TEXTURA:		ARENOSO, FRANCO ARENOSO			
TEXTURA:		FRANCO LIMOSO			
PENDIENTE:		MEDIA 12 A 25%			
TEXTURA PREDOMINANTE:		FRANCO ARENOSO			
DRENAJE:		BUENO			
CARACTERÍSTICAS:		FRANCOS EN LA SUPERFICIE Y FRANCO ARENOSOS EN PROFUNDIDAD			
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H (mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	36	36	7,200	0,001200
10	5	45	9	0,900	0,000150
20	10	70	34	1,700	0,000283
45	25	93	57	1,267	0,000211
60	15	117	81	1,350	0,000225
300	300	168	132	0,440	0,000073
900	600	237	201	0,223	0,000037
1800	900	321	285	0,158	0,000026
3600	1800	387	351	0,098	0,000016
7200	3600	555	519	0,072	0,000012

Velocidad prom (m/seg)= **0,00022347**

K prom (mm/s)= **1,34**

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD = K (mm/s)

pH LIGERAMENTE ACIDO, COLOR OSCURO, POCO PROFUNDOS
 BIEN DRENADOS
 DIFICULTAD MEDIA PARA LA IMPLANTACION DEL EQUIPO Y REALIZACION DE LA PRUEBA.
 APTITUDES PARA RIEGO: MARGINALES

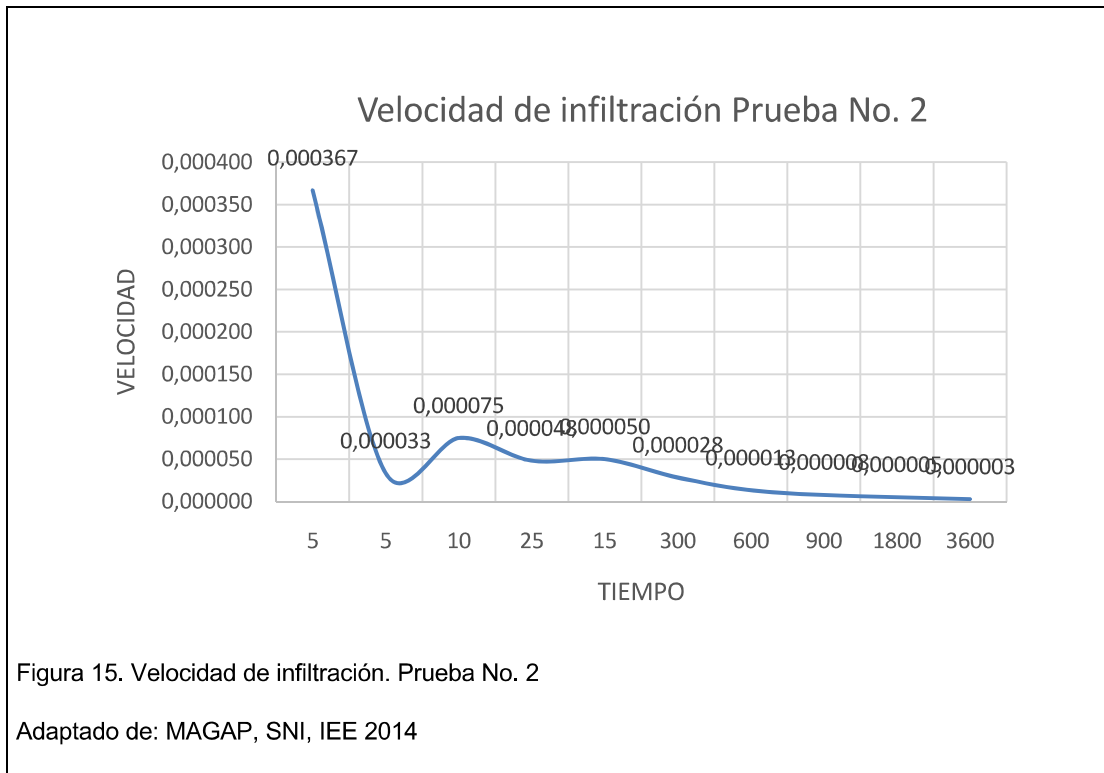
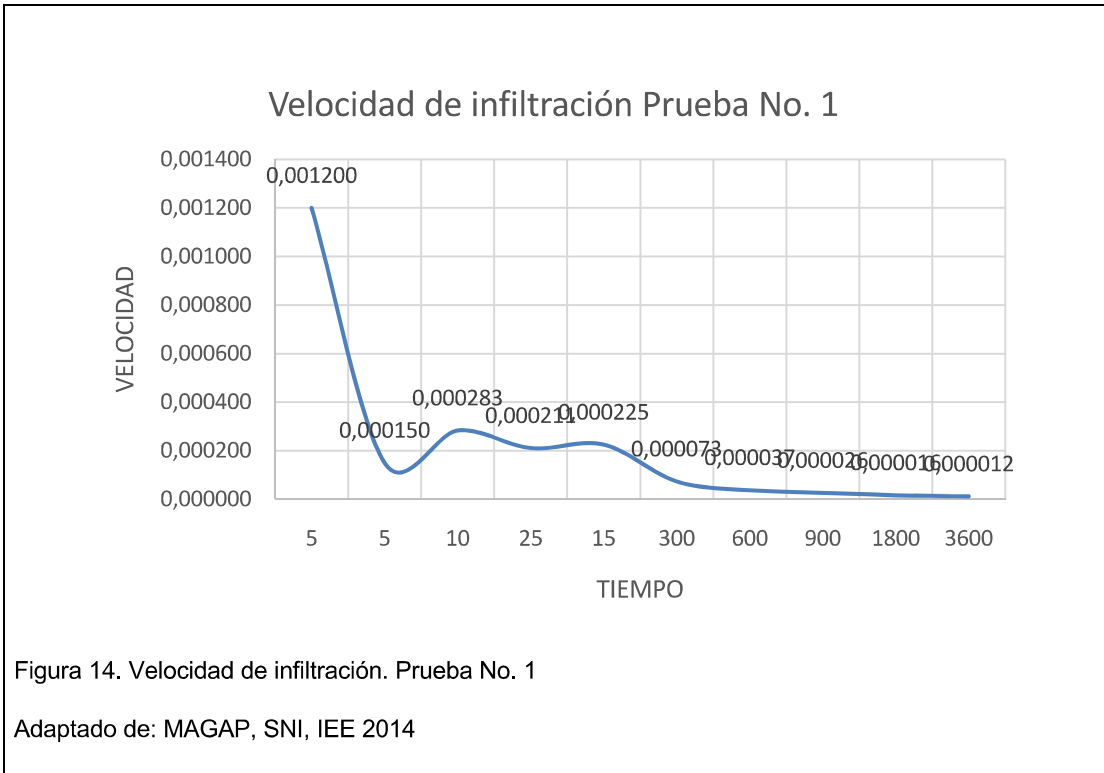
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES :

XAVIER TAMAYO

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

En las figuras No 14-19 se adjunta la velocidad de infiltración para cada una de las pruebas realizadas en campo.



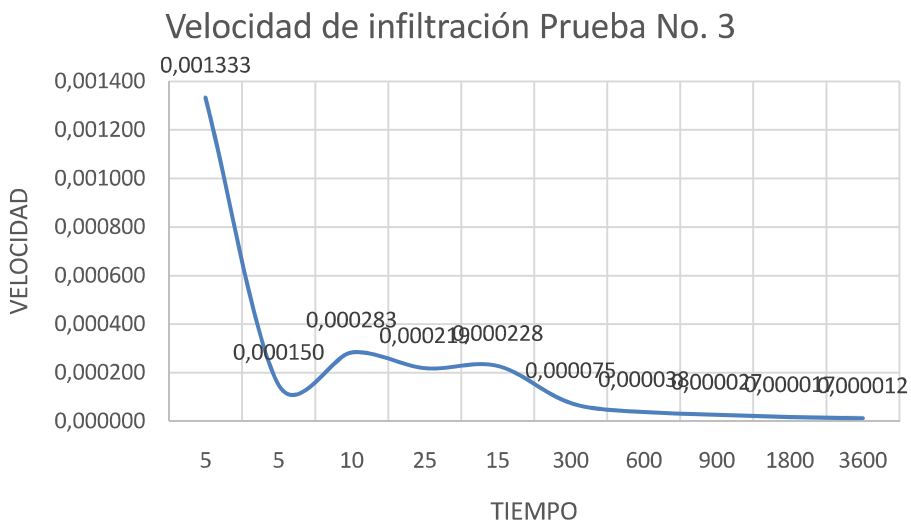


Figura 16. Velocidad de infiltración. Prueba No. 3

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

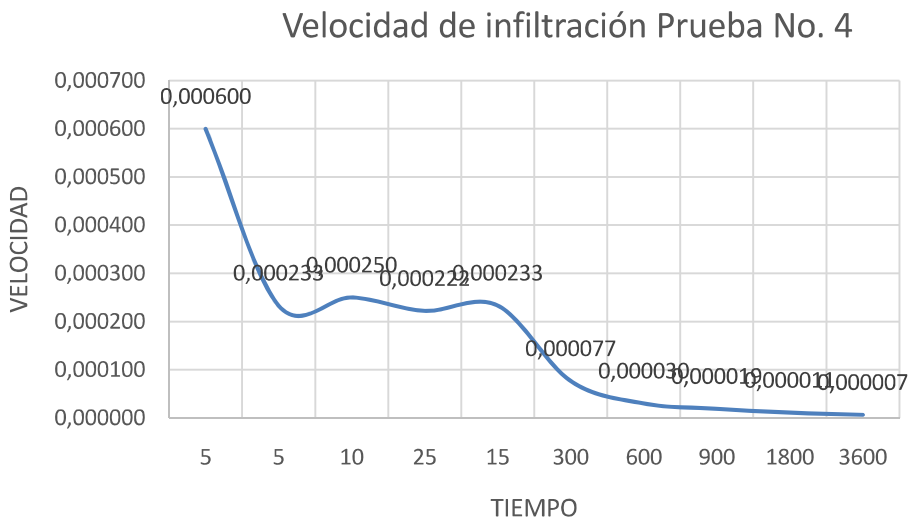


Figura 17. Velocidad de infiltración. Prueba No. 4

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

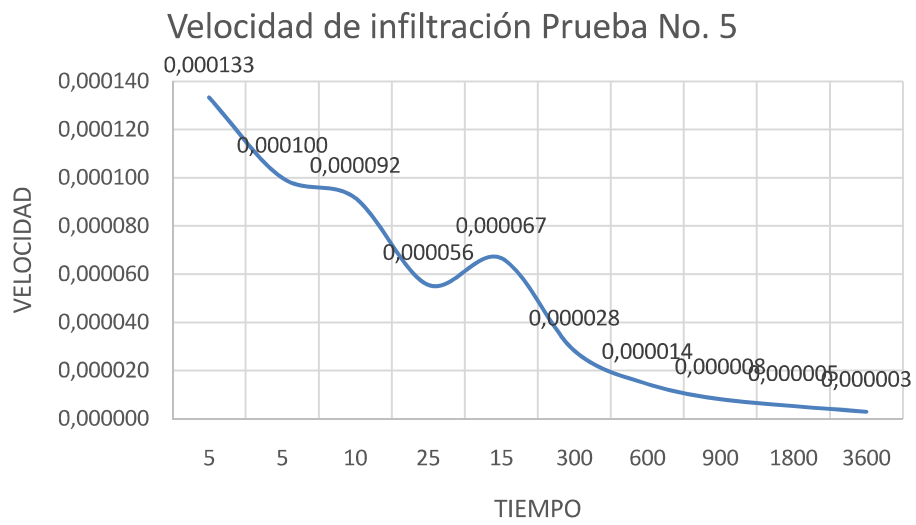


Figura 18. Velocidad de infiltración. Prueba No. 5

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

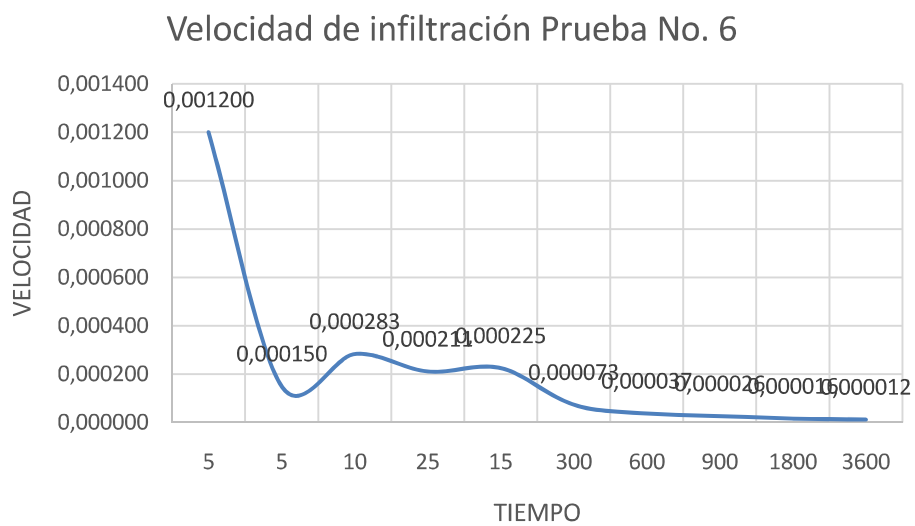


Figura 19. Velocidad de infiltración. Prueba No. 6

Adaptado de: MAGAP, SNI, IEE 2014

2.2.2. Muestreo de campo.

Para la toma de datos ya sean de campo o digitales se tomó al azar los puntos de estudio, previamente con un conocimiento básico de la zona, esto debido a que se necesitó conocer factores importantes para el inicio de este proyecto como son, tipo de suelo, textura, precipitación, etc., (Tabla. 10). Datos generados por el INAHMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y sus estaciones meteorológicas fueron de vital importancia para conocer las precipitaciones, temperaturas, etc. de la zona de estudio con un rango de información de 28 años para realizar procesamiento de datos como el balance hídrico de la microcuenca con investigación de las estaciones:

Tabla 10. Estaciones Meteorológicas de estudio

CODIGO	NOMBRE
M001	INGUINCHO
M002	LA TOLA
M003	IZOBAMBA
M009	LA VICTORIA

Adaptado de: INAMHI 2014

A pesar que gran cantidad de estaciones para el estudio de recopilación de datos como detalla en la “Figura 20”; se escogió cuatro estaciones ya que son las que se encuentran en funcionamiento y las que poseían datos más actualizados sobre la información requerida, los cuales son los cuatro primeros códigos de la Tabla. 11 donde se menciona cada una de las estaciones meteorológicas.

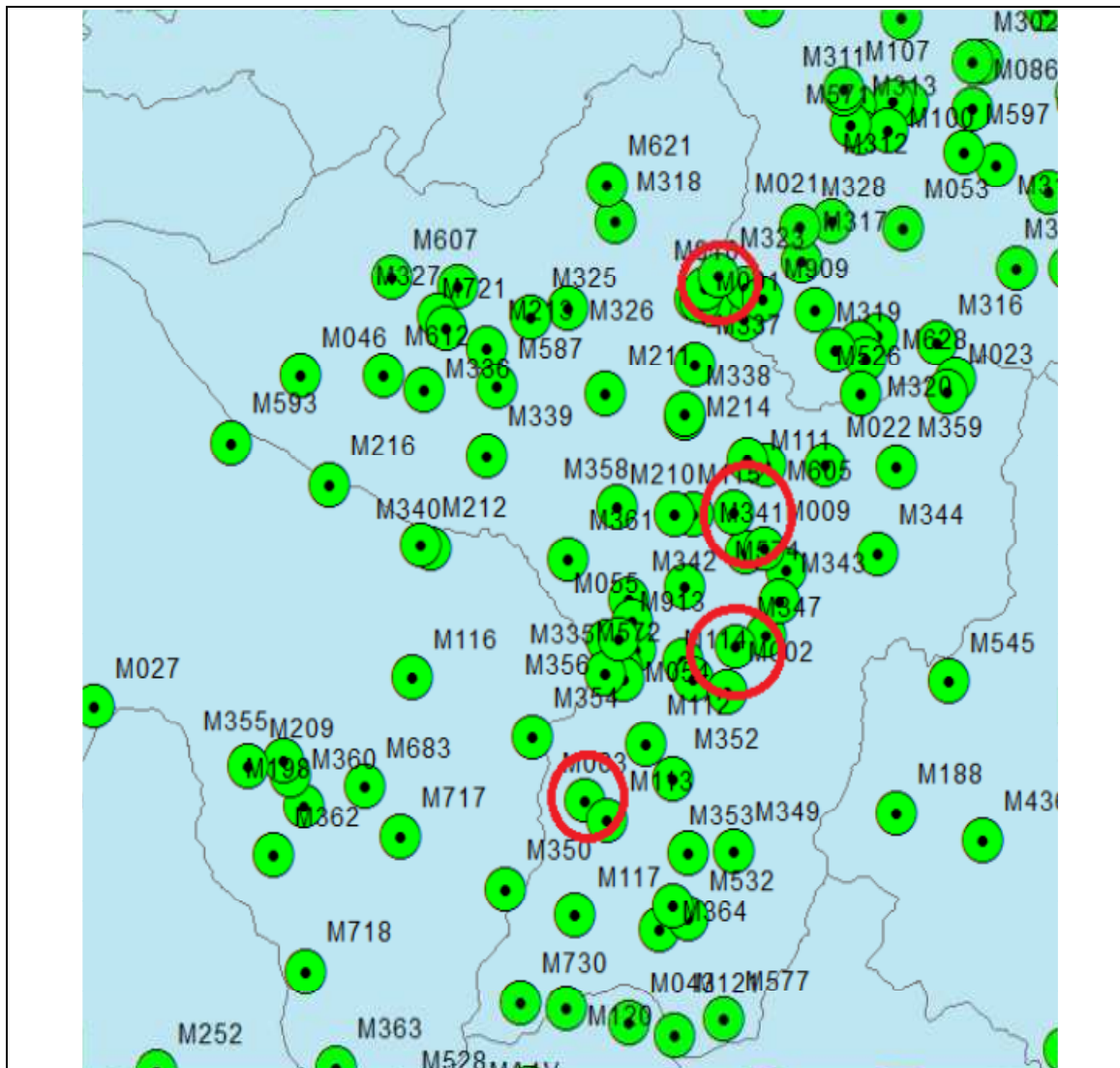


Figura 20. Se despliega las estaciones meteorológicas influentes en la zona de estudio.

Adaptado de: MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA 2014

- a. Se observa el mapa de la subcuenca del Río Guayllabamba; insertado los datos de las estaciones meteorológicas registradas por el INAMHI, el cual permitió determinar una sub red para un estudio más específico.
- b. La sub red seleccionada presenta registros de observaciones del ambiente y del suelo con una estimación de más de 25 años.

Tabla 11. Red de estaciones de estudio para la parroquia de Nono

CODIGO	NOMBRE	X	Y
M 001	INGUINCHO	788,763.000	10,028,871.000
M 002	LA TOLA	793,124.345	9,974,614.710
M 003	IZOBAMBA	772,119,132.498	9,959,513.662
M 009	LA VICTORIA	1,124,087.000	9,898,012.000
M 023	OLMEDO - PICHINCHA	825,692.000	10,015,691.000
M 024	IÑAQUITO	833,978.557	10,000,000.000
M 025	LA CONCORDIA	681,248.071	10,002,949.036
M 054	CALAISACA	624,326.247	9,759,178.809
M 111	MALCHINGUI	796,569.000	10,006,940.000
M 113	UYUMBICHO	775,746.000	9,957,524.000
M 116	CHIRIBOGA	753,001.000	9,972,793.000
M 118	INIAP	753,001.000	9,972,793.000
M 325	GARCÍA MORENO	764,104.000	10,025,977.000
M 326	SELVA ALEGRE	769,713.000	10,027,258.000
M 327	CHONTAL BAJO	750,779.000	10,026,658.000
M 335	LA CHORRERA	775,342.000	9,977,593.000
M 337	SAN JOSE DE MINAS	788,317.000	10,019,498.000
M 339	NANEGALITO	757,948.000	10,007,300.000
M 345	CALDERON	787,242.000	9,989,159.000
M 346	YARUQUI	799,114.000	9,982,649.000
M 358	CALACALI	776,956.000	10,000,516.000

Adaptado de: INAMHI 2014

Nota: Red de estaciones general de estudio con su código, ubicación en latitud y longitud.

2.3. Infiltración doble anillo de Muntz

Este es un método que consiste en saturar el suelo de agua en un tiempo determinado dependiendo la capacidad de permeabilidad, textura y estructura que el terreno posea, utilizando dos anillos concéntricos, mangueras, dos tanques de almacenamiento de agua, en el cual uno de ellos posee una regla donde se pudo medir la variación del nivel de agua que se infiltro en el suelo. Una ventaja de este estudio es que ayuda a conocer el tipo óptimo de riego que debe tener un terreno determinado, el caudal de líquido que los goteros deben aportar o simplemente conocer cuáles son las medidas que se deben adoptar

para que las especies vegetales introducidas no lleguen a sufrir un exceso de agua (Ibáñez, Moreno, Blanquer, 2006. pp.7-10).

El tiempo transcurrido para que un suelo se sature de agua depende de la humedad previa que el terreno posea, especialmente de la textura del suelo y de las condiciones ambientales en que este se encuentre (López, Acevedo y Roquero, 1994, p. 227).

Entre las características principales del equipo de infiltración tenemos el volumen de los dos tanques de almacenamiento de agua, las mangueras, llaves de paso de agua, la regla que proporciona las medidas de infiltración del agua en el suelo, el doble anillo de Muntz como indica la Tabla. 12.

Tabla 12. Características principales del infiltrómetro.

VOLÚMEN T₁ (litros)	VOLÚMEN T₂ (litros)	MANGUERA diámetro_(cm)	REGLA (cm)
7	40	1.5	60

Los volúmenes de los dos tanques de almacenamiento de agua fueron calculados de manera manual ayudado con un recipiente de 6 litros.

2.4. Cálculo de capacidad de infiltración

Para el cálculo de la capacidad de infiltración superficial del agua en el suelo en la microcuenca del Río Pichán se utilizó la ecuación de Horton.

Cálculo de la ecuación de Horton

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

f_0 : capacidad de infiltración inicial (para $t=0$), en mm/hr

f_c : capacidad de infiltración final (para $t=$ infinito), en mm/hr

k : constante para cada curva, característica de cada cuenca

t : tiempo de duración de la lluvia, en minutos.

Donde la variable “ K” representa valores entre $4 \leq x \leq 6$ dependiendo de la textura del suelo según las normas de alcantarillado de la EMAAP que rige al Distrito Metropolitano de Quito.

2.5. Diseño experimental

El diseño de experimentos en una herramienta que es parte de un estudio científico donde se puede comprender de mejor manera cómo funcionan los sistemas, procesos o experimento que nos encontramos realizando y observar e identificar las posibles causas de las variables de resultados. Este proceso se lo realiza mediante pruebas experimentales con el fin de generar datos y de esta manera ir analizando, comparando, estudiando, etc. los resultados obtenidos, para de esta manera tomar las decisiones más adecuadas para cumplir con los objetivos de nuestra investigación. Un diseño de experimentos tiene como objetivo identificar cuáles son los factores que poseen mayor influencia en los resultados obtenidos, de igual manera identificar la mejor combinación que puedan reducir la variabilidad de la respuesta.

Para la realización de este proyecto se utilizó el “Diseño Experimental Completamente al Azar” (Aleatorización); debido a que con este método se pudo determinar y evaluar un factor en dos o más niveles. El factor evaluado es la desertificación hídrica superficial que depende de varios factores para tratar de evitarla o minimizarla, como ejemplo de las temperaturas, precipitaciones, infiltraciones del agua en el suelo, tipo de suelo, etc.

2.6. Técnicas de GIS para presentar resultados

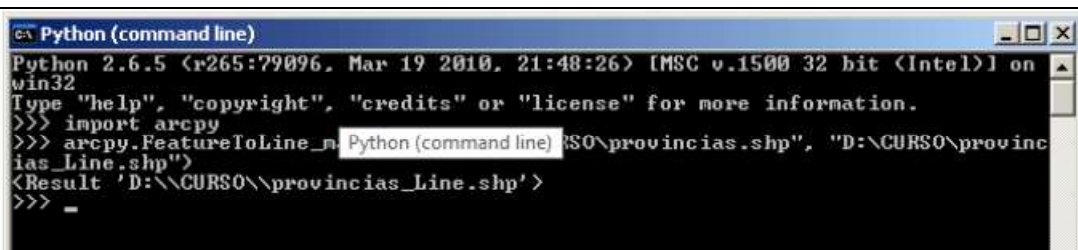
Debido a que este estudio en su gran mayoría fue realizado con datos proporcionados del MAGAP (Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca), IEE (Instituto ecuatoriano espacial), y SNI (Sistema Nacional de Información) de estudios y pruebas de campo anuales que se han realizado hace más de 25 años hasta la actualidad sobre datos de interés para este proyecto, los resultados son presentados de varias maneras como gráficos,

tablas, shapes, etc., debido a la ayuda de Sistemas de Información Geográfica como ArcGis donde se puede visualizar los datos obtenidos.

TOPO TO RASTER.- es una herramienta del ArcGis donde se interpola una superficie mediante datos de punto, línea y polígono, esta manera de presentación de datos puede ser de sistemas hidrológicos principalmente donde se crea modelos digitales de elevación. Dicho de otra manera es un tipo de método de interpolación donde nos permite dibujar o diseñar varios modelos de elevaciones, brindándonos la posibilidad de limitar diferentes variables como: lagos, ríos, isothermas, geología. Se deben conocer los siguientes indicadores para manejar esta función de interpolación:

- **Inputfeature:** Es la herramienta que nos permite ingresar los datos para realizar la interpolación.
- **Output surfaceraster:** Es lo que establece la ruta y la denominación del archivo de salida.
- **Output cellsize:** Es lo que nos muestra el tamaño del archivo de salida.
- **Output extent:** Es donde se establecen las coordenadas de georeferenciación para realizar la interpolación.

PROGRAMACION EN GIS CON PHYTON.- Es una herramienta con la cual se puede interpretar líneas de códigos de los mapas que se van insertando. Es una manera de presentar resultados en forma codificada, Figura. 21.



```
Python (command line)
Python 2.6.5 (r265:79096, Mar 19 2010, 21:48:26) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on
win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import arcpy
>>> arcpy.FeatureToLine_1 Python (command line) "S:\provincias.shp", "D:\CURSO\provinc
ias_Line.shp"
<Result 'D:\CURSO\provincias_Line.shp' >
>>> _
```

Figura 21. Programación con herramienta "Phyton".

Adaptado de: ArcGis 10.1 - 2014

MANEJO DE LA TABLA DE ATRIBUTOS.- La tabla de atributos es una ventanas donde se puede visualizar todos los datos que contiene un archivo shapes, también es de gran utilidad para insertar otro tipo de celdas donde se puede colocar datos diferentes, de esta manera poder unir informaciones, creando fórmulas y a partir de esto obtener resultados que no hayan sido proporcionados, un ejemplo claro es el mapa de desertificación hídrica.

2.7. Mapeo hidrológico

Mediante recopilación de datos del SIN (Sistema de Información Nacional), INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) conjuntamente con el MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) y técnicas de mapeo en ArcGis se pudo obtener la siguiente información sobre la zona de estudio:

La zona de estudio pertenece a la subcuenca del Río Guayllabamba ubicada en la cuenca del Río Esmeraldas tal como indica la Figura. 22. En la microcuenca del Pichán se encuentra la parroquia de Nono perteneciente al cantón Quito.



La microcuenca del Río Pichán limita con las microcuencas de los Ríos: Mindo, Blanco, Tanchi, Alambí, Saguanel y con la Quebrada Monjas como se muestra en la Figura 23. El área total de la zona de estudio es de 193.96 Km² incluyendo la Reserva del Pulahua y el Cinturón Verde de Quito, Figura. 24.

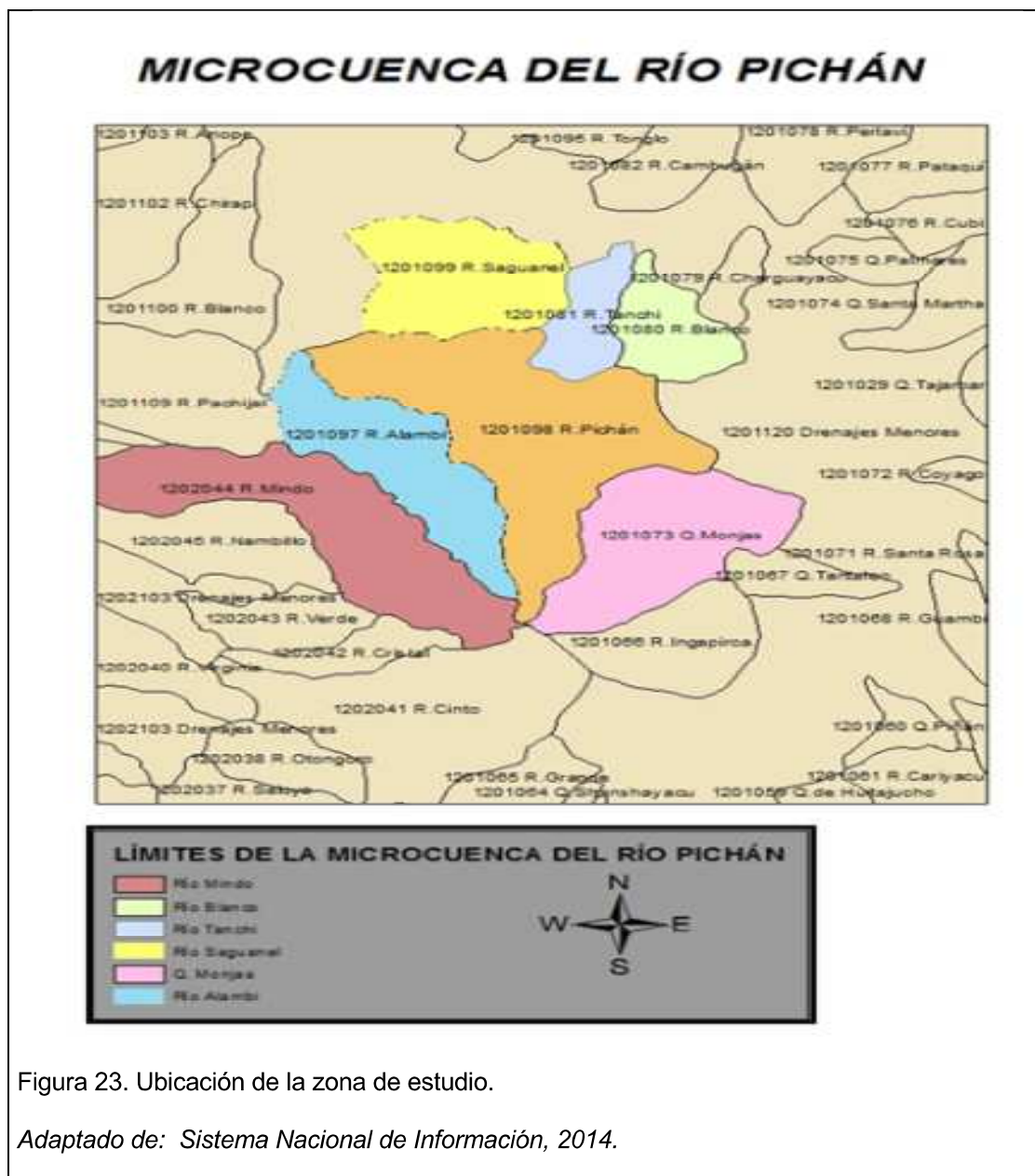


Figura 23. Ubicación de la zona de estudio.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

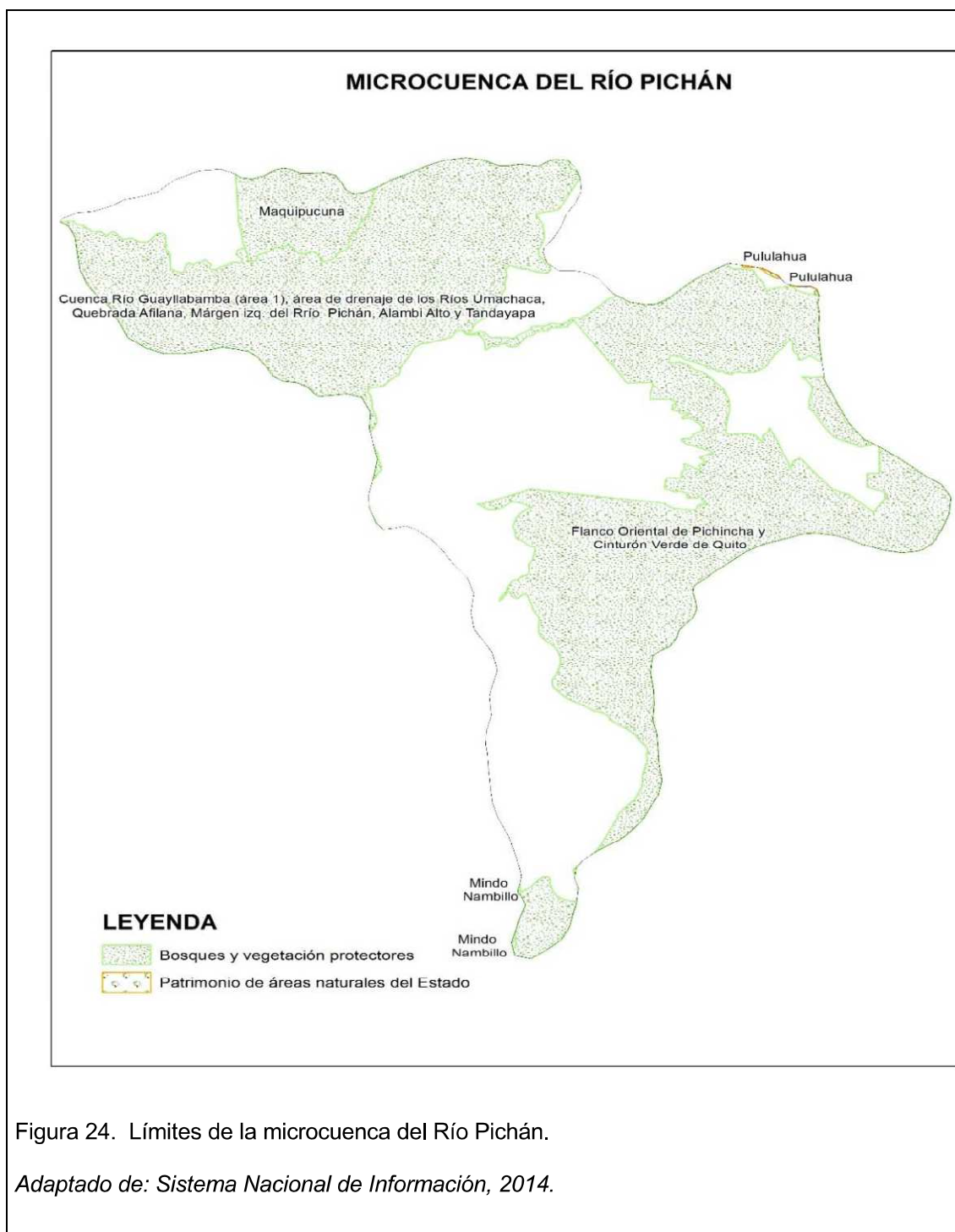


Figura 24. Límites de la microcuenca del Río Pichán.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

La zona de estudio está delimitada por el Río Pichán que posee una longitud de 36.83 km, el cual nace en la Loma de Santa Rosa, los Puentes que se encuentran cerca de la escuela “Nuevos Horizontes” en la parte más alta y desemboca en la Loma Yanaurcu en la parte más baja según como indica Figura. 25.

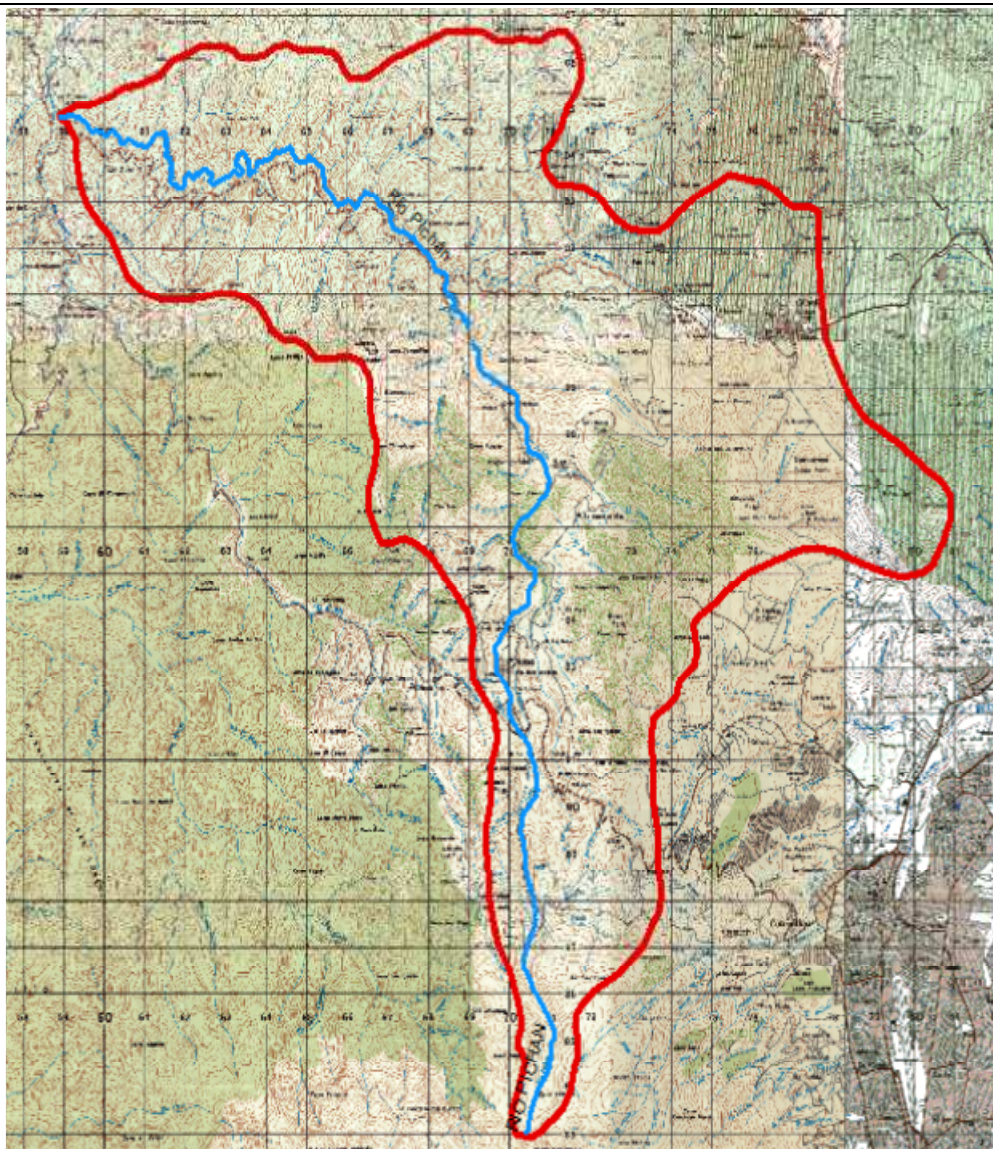
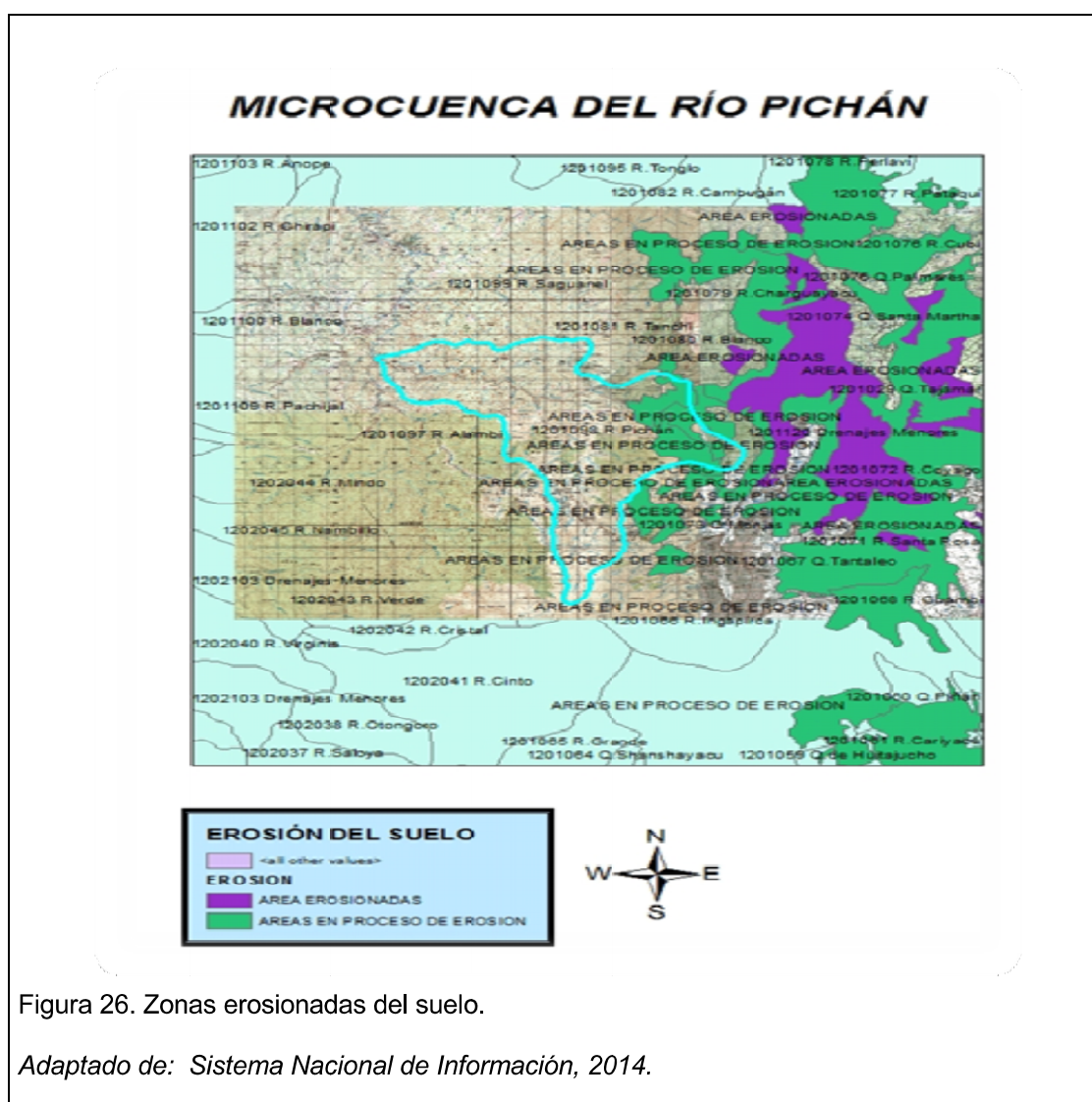


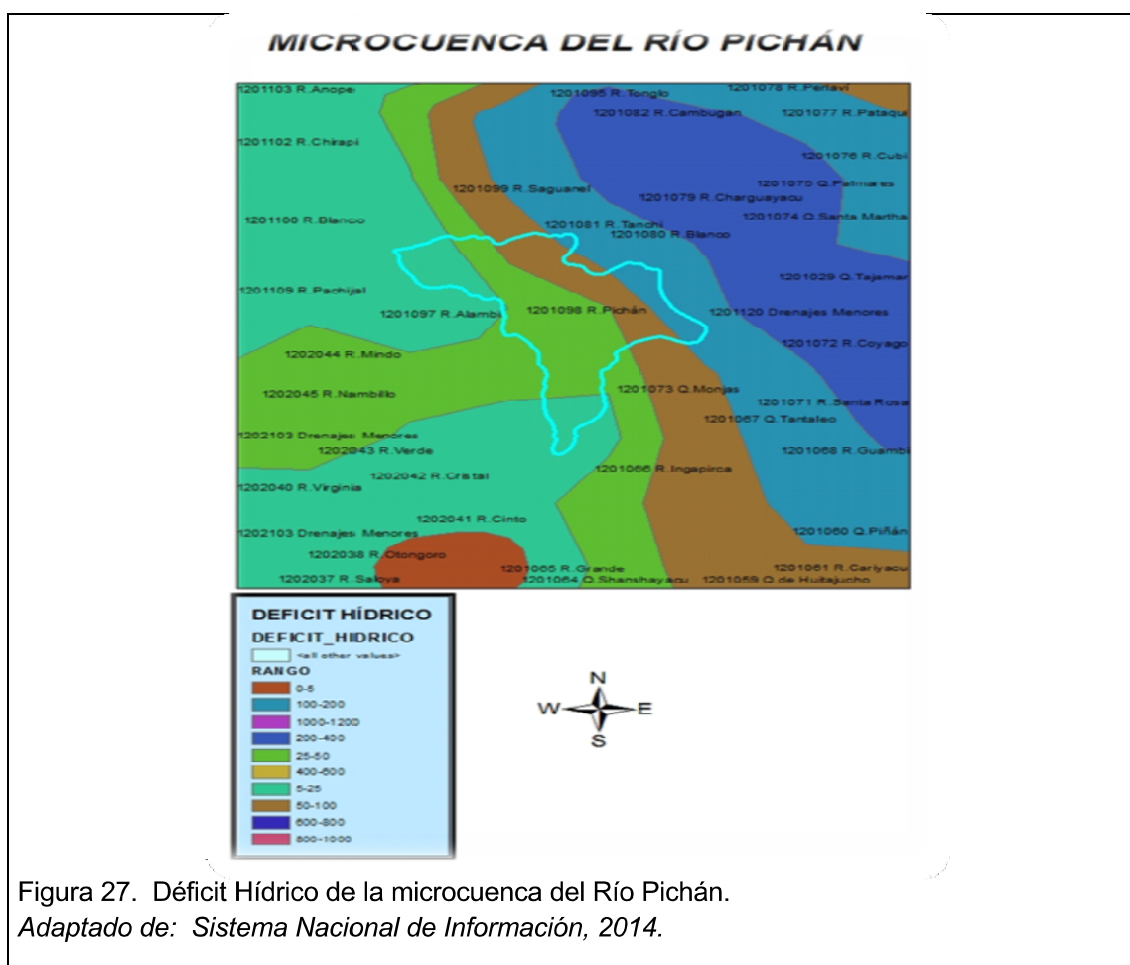
Figura 25. Delimitación del Río Pichan

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014

La microcuenca de estudio perteneciente a la sub-cuenca y cuenca del Río Guayllabamba y Esmeraldas respectivamente, después de haber realizado una recopilación de datos, estudiado cada uno de los datos que proporcionaron entidades de gran relevancia como el MAGAP (Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca), SNI (Sistema Nacional de Información), IEE (Instituto espacial ecuatoriano) y plasmar la información en ArcGis se pudo deducir que la zona noreste presenta zonas de erosión y en proceso de erosión tal como indica la Figura. 26.



Estos datos que han sido proporcionados son estudios anuales de campo, de laboratorio, etc., de hace más de 25 años, cabe recalcar que la información proporcionada es certificada y confiable. Existen zonas donde no se han podido actualizar los datos ya que parte de la microcuenca de estudio pertenecen a “Reserva geobotánica del Pululahua” declarada el año de 1978 y al bosque protector “flancos orientales del volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito” declarada el año de 1983, pero aun así se ha realizado un estudio básico de esta zonas intangibles de la Provincia de Pichincha. Las zonas que se encuentran erosionadas y en proceso pertenecen al Cinturón Verde de Quito. El déficit hídrico presente en la microcuenca oscila entre los 5-25 a 100-200 tal y como se representa en la figura. El estudio de capacidad de infiltración de campo y toma de muestras se realizó en su mayoría en la zona donde se obtiene un déficit hídrico con valores de 25 – 50 mm³. En estos terrenos existen una gran disponibilidad de agua en el suelo debido a las precipitaciones generadas en el área abarcada, tal como indica la Figura. 27.



Es importante conocer la estructura del suelo y la litografía del mismo, aunque el estudio se centró en procesos de infiltración superficial es de relevante valor conocer estos datos ya que es conocido que la infiltración va a ser variable a medida que la profundidad del suelo sea mayor, esto por los diferentes tipos de suelos que está constituido en la zona. El Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca proporcionó datos importantes sobre estudios de suelos realizados en calicatas a 1 metro de profundidad que se explica en cuadros adjuntos de resultados. Existen 5 tipos de permeabilidad en la zona de estudio: Baja a media, muy baja, generalmente baja, baja, y pocas partes donde la permeabilidad es generalmente alta tal como indica la Figura 28. Como datos adicionales, la permeabilidad tiene relación con los resultados obtenidos de infiltración que se consiguieron en campo.

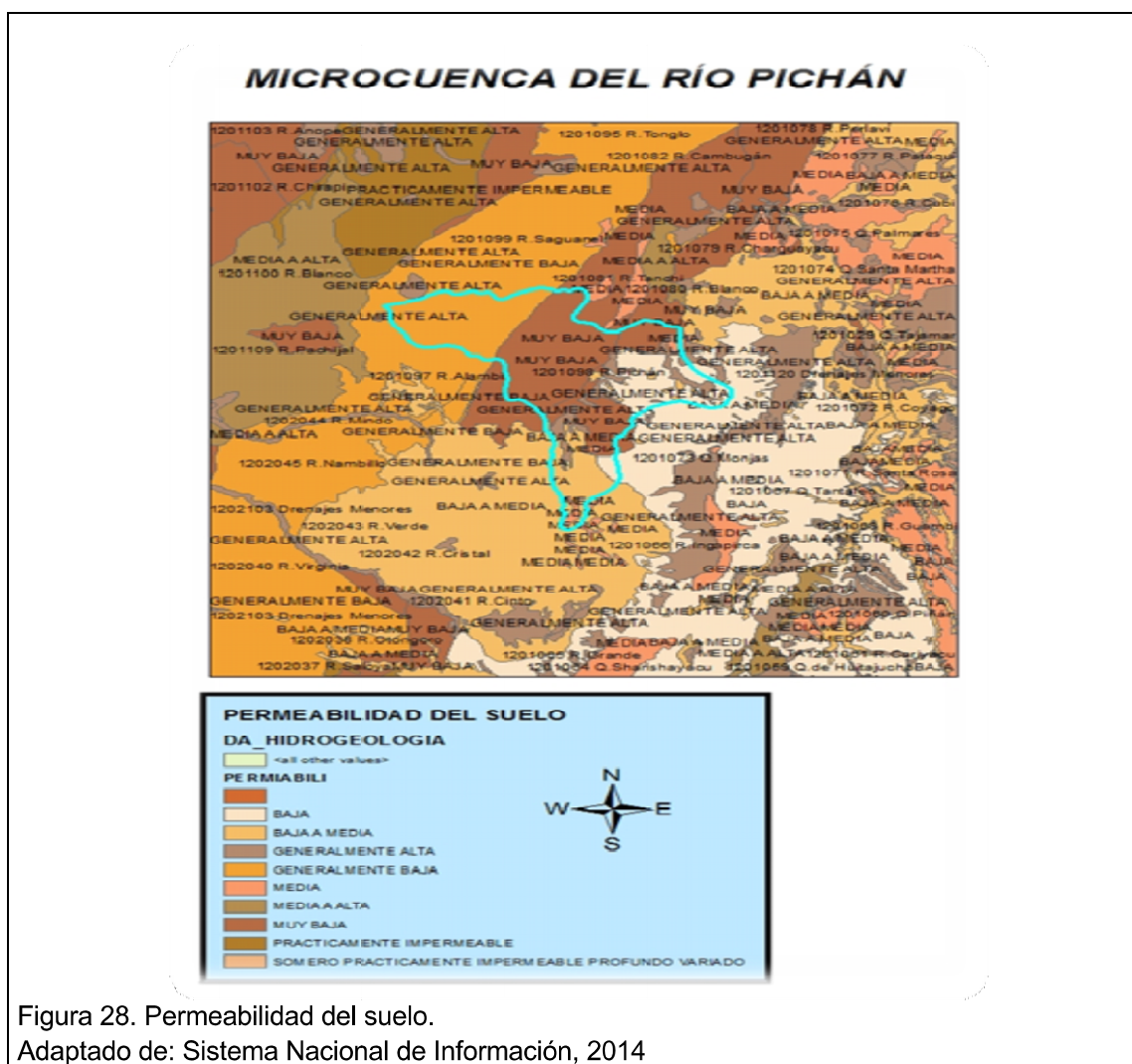
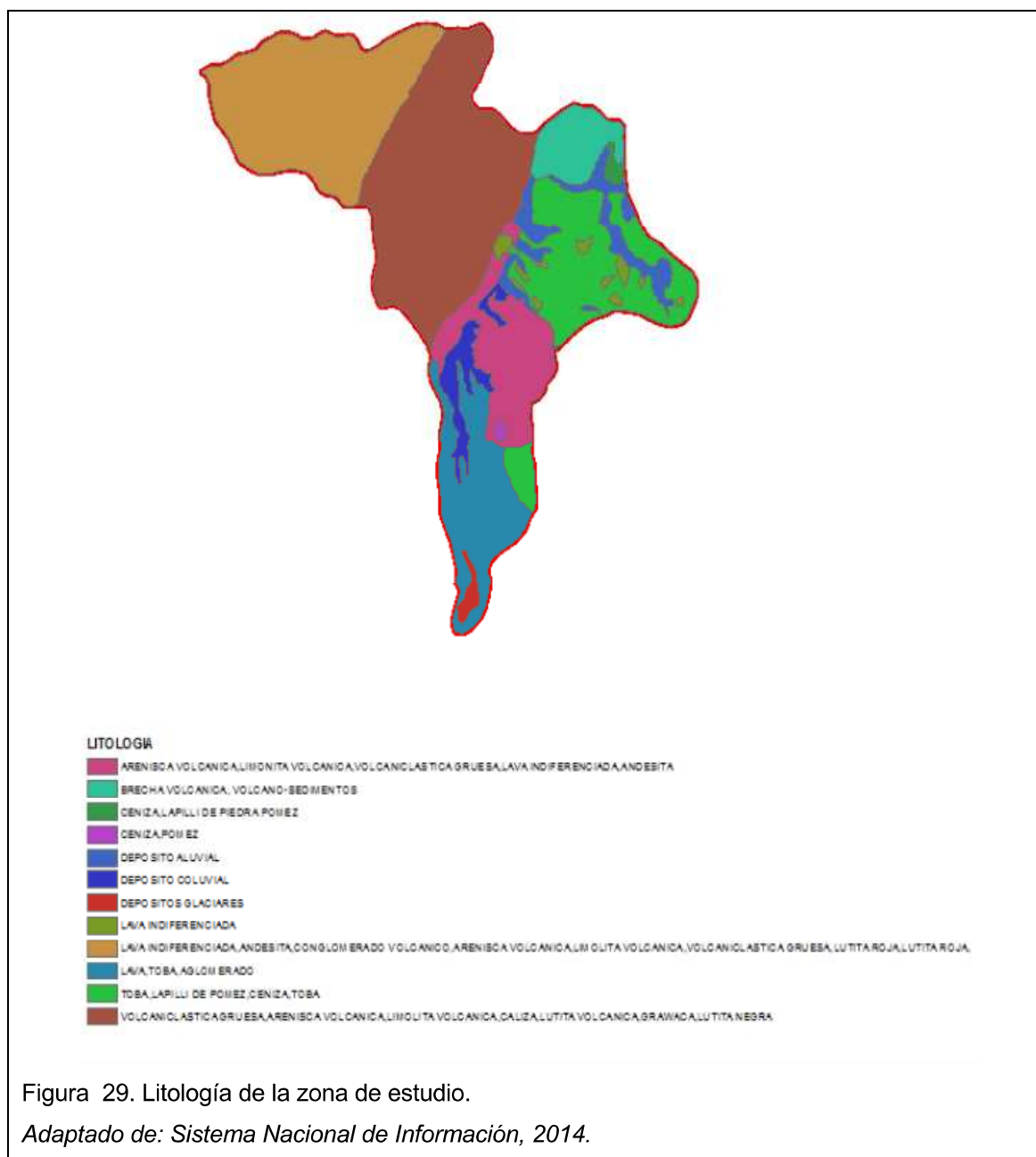


Figura 28. Permeabilidad del suelo.

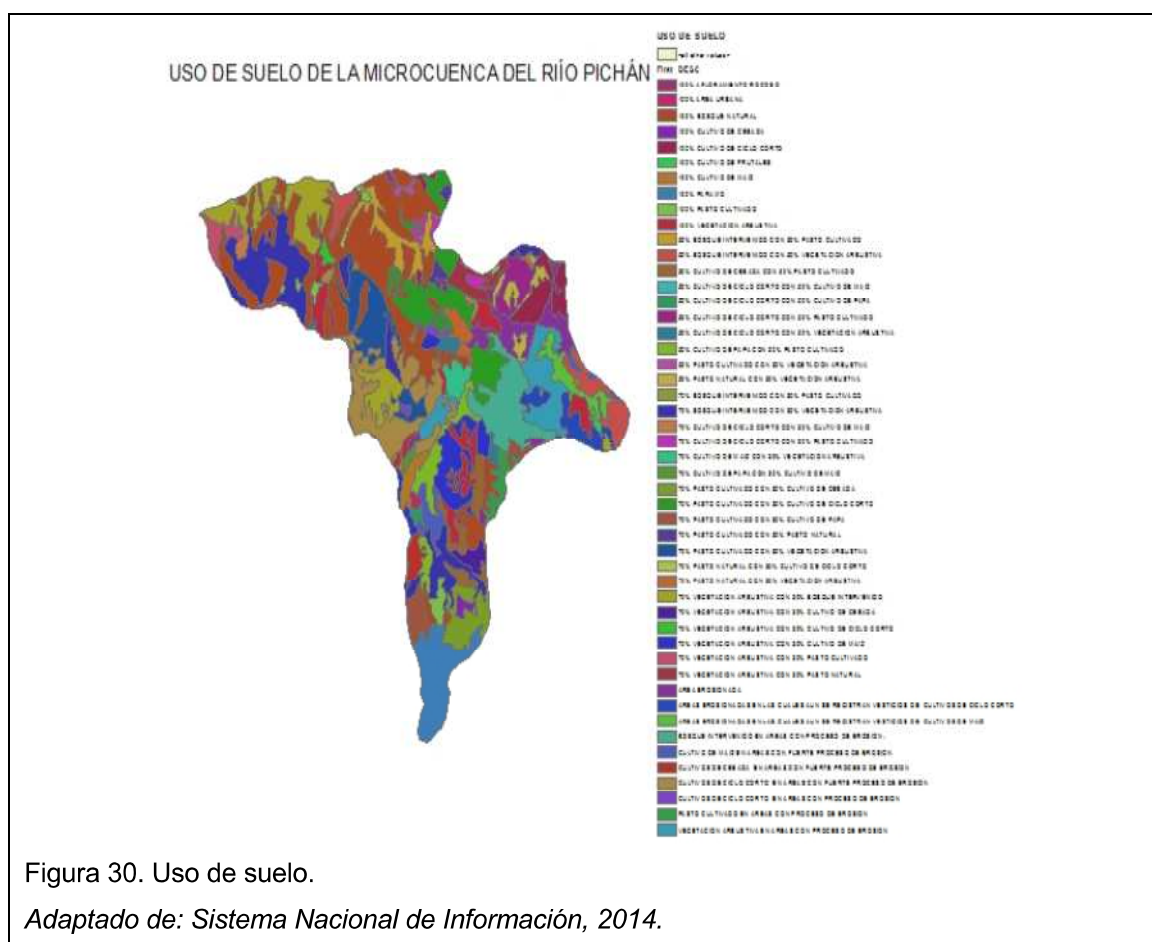
Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014

Los datos proporcionados son recopilaciones de datos de más de 25 años de estudios de suelo que se han realizado en la zona por el Instituto Espacial Ecuatoriano tal como se muestra en la fichas de estudios de suelo en “Anexo 3”. Es de gran importancia conocer datos de litología del suelo ya que la infiltración es variante dependiendo de cada horizonte y capa de suelo que exista en el terreno tal como indica la Figura 29.



En la información recopilada en el uso de suelo nos proporciona datos sobre la ganadería y agricultura del suelo. En investigación de campo se pudo constatar que el uso de suelo de la microcuenca del Río Pichán es utilizado para la ganadería, sembríos de maíz, sembríos que sirven de alimentos de animales, etc., como indica la Figura 30 donde se observa el uso de tierra de la zona con una información proporcionada por el SNI con datos correspondientes por más de 25 años.

La agricultura, ganadería y pesca es el principal recurso de la zona de estudio.



Entre las principales actividades económicas están la agricultura y la ganadería. Antiguamente fue zona productora de cascarilla. Ahora, sus productos principales son maíz, fréjol, papa, arvejas, zambo, legumbres y leche tal como indica la Figura.31-32. El sector cuenta con una planta de generación y producción de leche y se considera proveer de 10.000 litros a la ciudad de Quito.

RAMA DE ACTIVIDAD	CASOS	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	394	49,00 %
Explotación de minas y canteras	1	0,12 %
Industrias manufactureras	74	9,20 %
Construcción	91	11,32 %
Comercio al por mayor y menor	57	7,09 %
Transporte y almacenamiento	17	2,11 %
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	8	1,00 %
Información y comunicación	1	0,12 %
Actividades financieras y de seguros	2	0,25 %
Actividades profesionales, científicas y técnicas	6	0,75 %
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	18	2,24 %
Administración pública y defensa	9	1,12 %
Enseñanza	6	0,75 %
Actividades de la atención de la salud humana	3	0,37 %
Artes, entretenimiento y recreación	1	0,12 %
Otras actividades de servicios	6	0,75 %
Actividades de los hogares como empleadores	52	6,47 %
No declarado	41	5,10 %
Trabajador nuevo	17	2,11 %
Total	804	100,00 %

Figura 31. Actividades económicas.

Tomado de: Censo, INEC, 2010

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	TIPO DE PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	PRINCIPALES MERCADOS
Agricultura	Flores,	168674,5 tallos	Mercado local, feria en Quito, exportación
	Maíz,	1,6 Tm.	
	Papa,	5,2 Tm.	
	Zapallo,	3,6 Tm.	
	Zambo,	14,6 Tm.	
	Brócoli	13,7 Tm.	
	Habas,	2,1 Tm.	
	Frejol,	0,8 Tm.	
	Tomate de árbol	5,5 Tm.	
Ganadería	Leche	163.151 Lts.	Centro de acopio local y Quito
	Carne	14.191 Kg.	
Agroindustria	Aves	30850537	
	Caballar	9815	
	Conejos	14100	
	Cuyes	110417	
Piscicultura	Derivados de la leche		
	Trucha	2000 Kg	

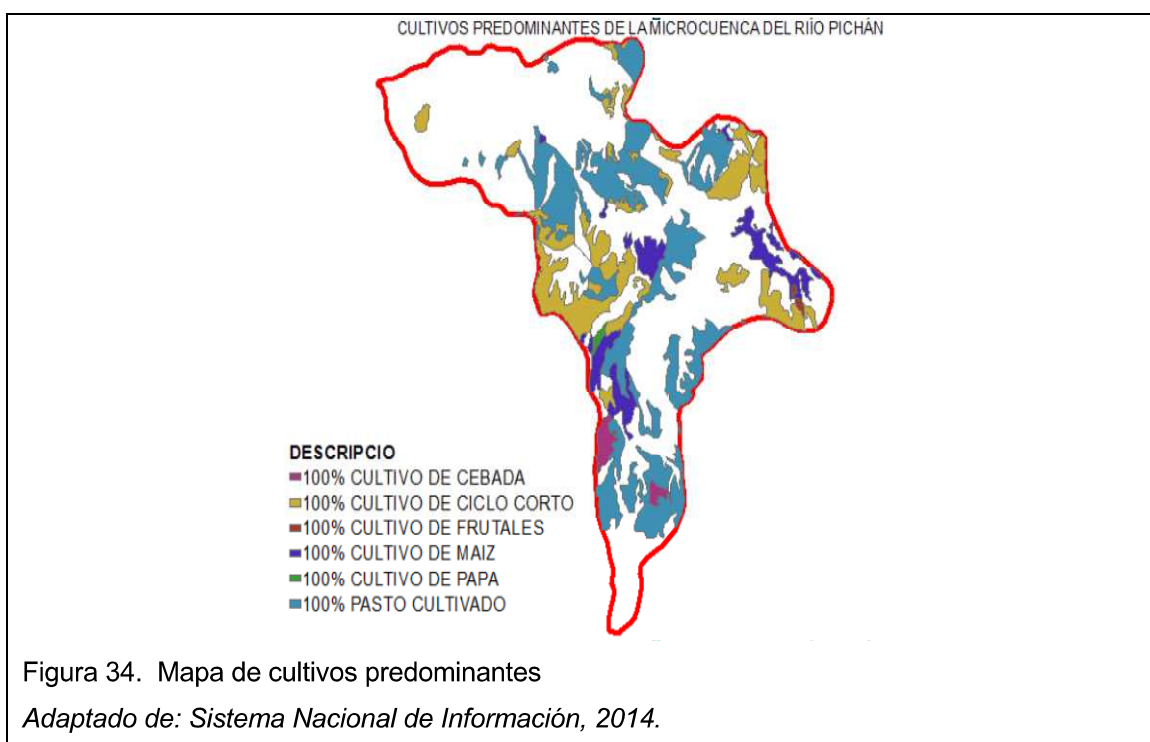
Figura 32. Actividades económicas productivas.

Tomado de: Censo, INEC, 2010

En la parroquia de Nono existen problemas ambientales que afectan a los habitantes de la zona como indica la Figura. 33.



Con técnicas de mapeo en ArcGis 10.1 se logró obtener datos sobre los cultivos predominantes registrados por el SNI, el cual permitió determinar un estudio más específico como indica la Figura 34. Los datos seleccionados presentan registros de estudios de cultivos con una estimación de 28 años. Los cultivos de ciclo corto son aquellos que tienen un ciclo vegetativo menor a 1 año como por ejemplo: (maíz, cebada, papa, arroz)



Con el fin de tratar de determinar los factores que pueden influir en la aparición o incremento de desertificación hídrica es necesario tener un conocimiento más amplio de las condiciones ambientales, fenómenos meteorológicos, litología (análisis de suelos en laboratorio), estudios de drenajes, etc., se investigó estudios realizados por entidades del Estado, donde se pudo hallar que el IEE (Instituto Ecuatoriano Espacial) realiza calicatas a 1 metro de profundidad, analizando muestras en laboratorio. Esta información fue plasmada en técnicas de mapeo en ArcGis 10.1 con las coordenadas que posee cada ficha técnica tal como indica la Figura. 35. Estos datos todavía no se encuentran publicados para el exceso del público en general, y las fichas técnicas se encuentran adjuntadas en el “Anexo 3”.

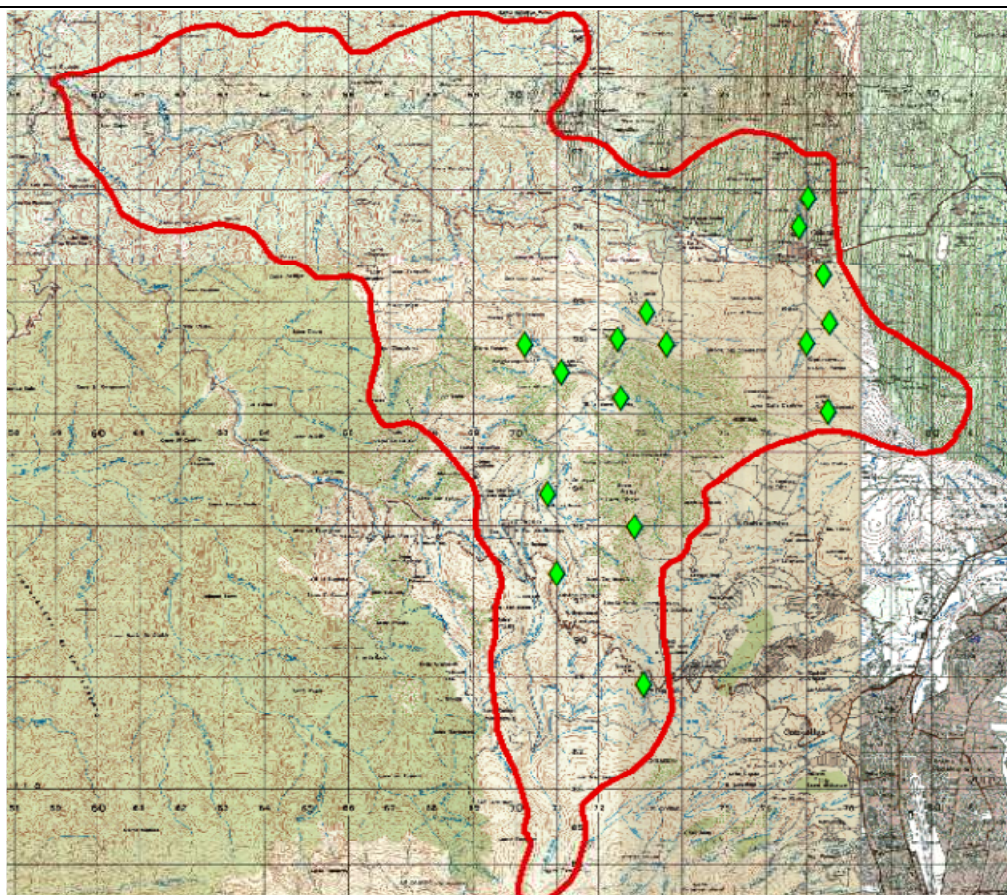


Figura 35. Mapa de fichas de estudios de suelo.

Adaptado de: Instituto Espacial Ecuatoriano, 2014.

La microcuenca posee 6 tipos de suelos donde se realizaron 4 pruebas de infiltración por cada tipo de suelo tal como indica la Figura. 36, el IEE (Instituto espacial ecuatoriano) posee información de 4 tipos de suelos ya que dos de estos pertenecen al Cinturón Verde de Quito y no se pueden realizar estudios de campo en la zona.

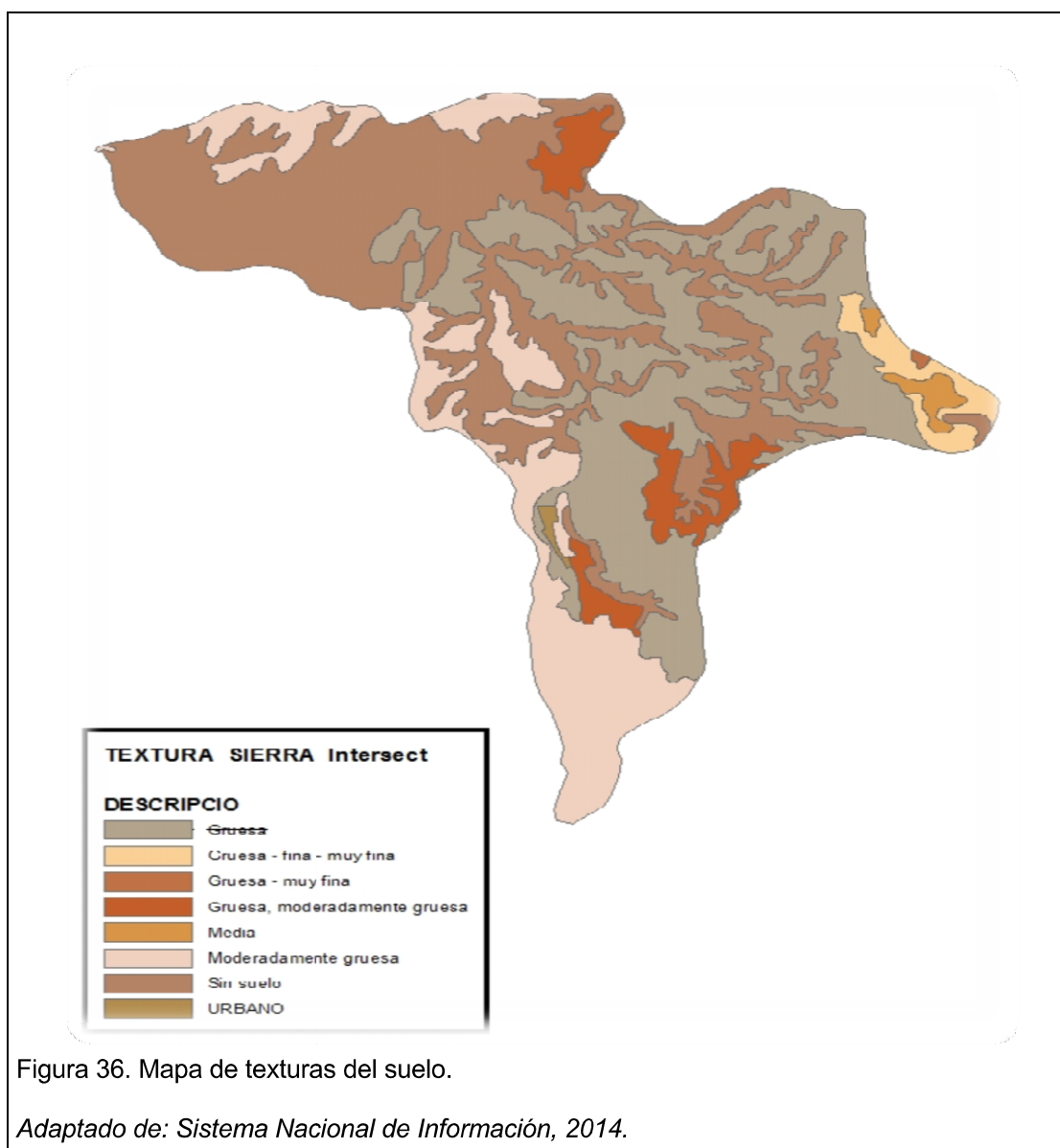
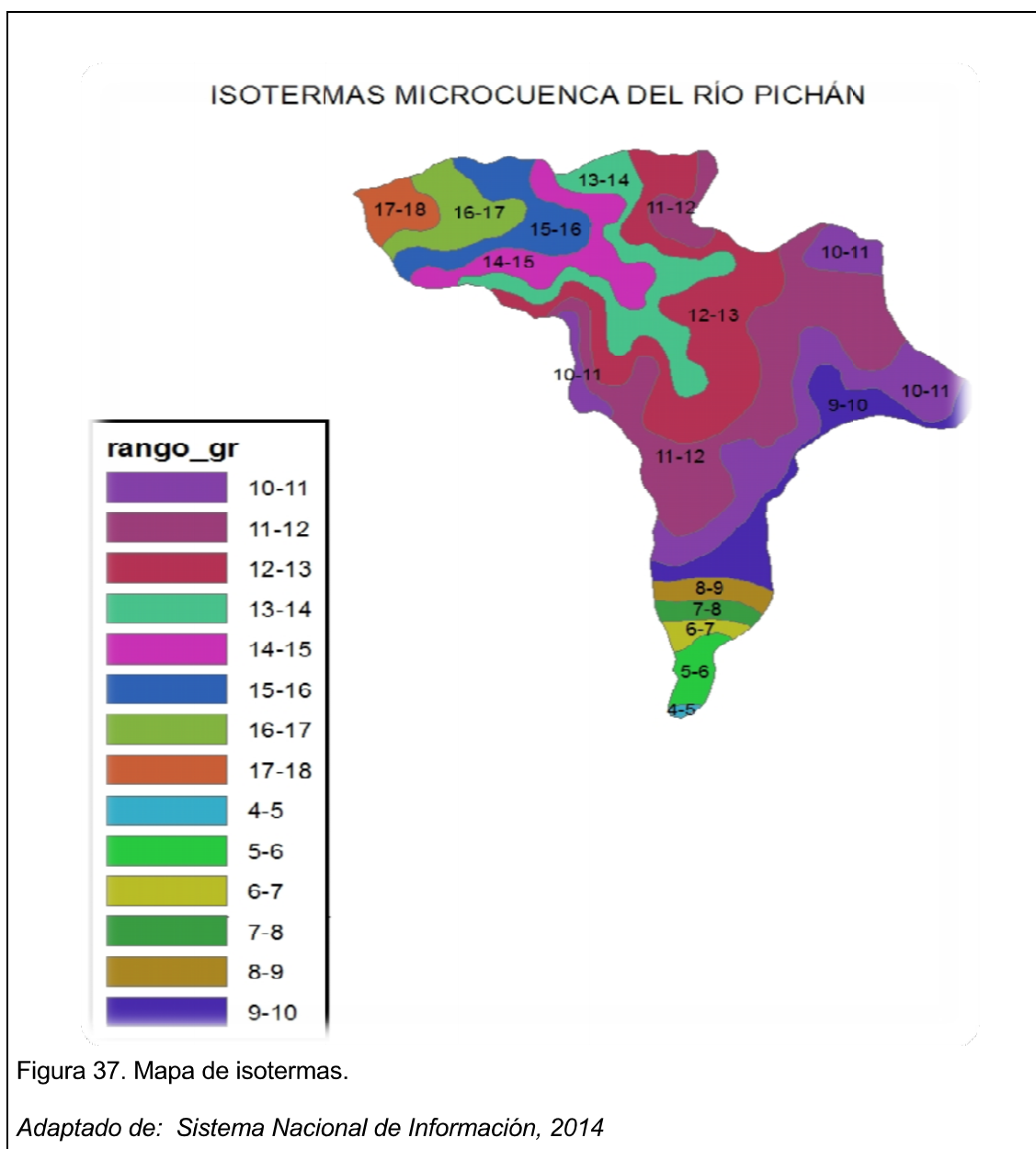


Figura 36. Mapa de texturas del suelo.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

Según los datos proporcionados por el SNI del año 2014, la temperatura de la microcuenca varía desde 4 °C hasta 18 °C, observando un promedio de temperatura anual de 11 - 13 °C tal como indica la Figura. 37. Esta información es una recopilación de más de 25 años de estudios avalada por entidades de gran prestigio como el SNI, MAGAP; IEE.



Los valores mínimos y máximos de precipitaciones anuales oscilan entre 500-3000mm³ dentro de la microcuenca, por lo que se puede deducir que la zona de estudio no sufre de períodos totalmente secos que puedan afectar al suelo, sembríos tal como indica la Figura. 38. La presencia de lluvias son altas a comparación de lugares donde sufren de escasez de agua y sequias, por esta razón los suelos tienden a ser agrícolas en su gran mayoría.

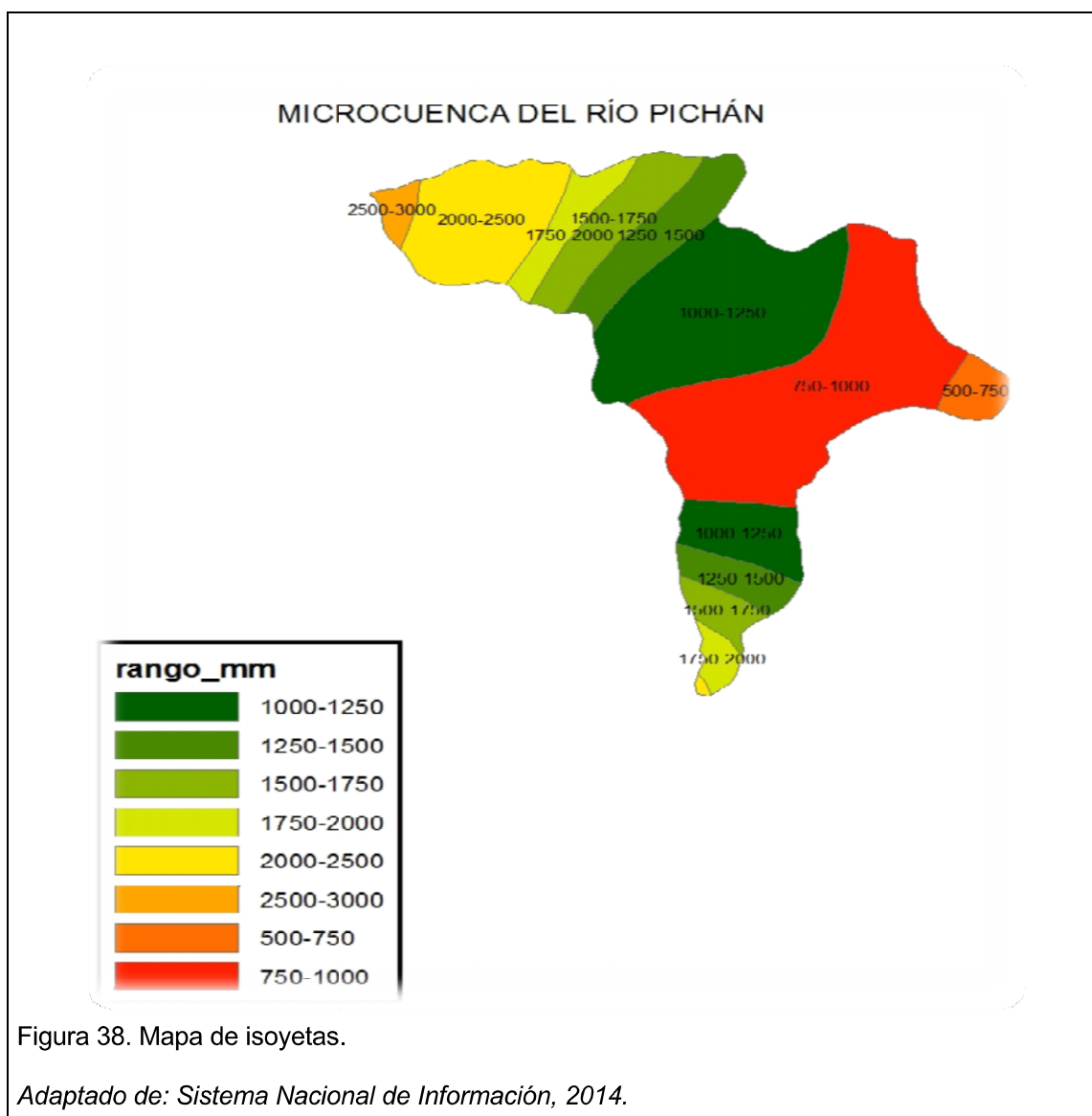


Figura 38. Mapa de isoyetas.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

Para poder interpretar la relación que existe entre las precipitaciones y temperatura con el fin de conocer las condiciones ambientales que consiguen afectar la estructura y propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Figura. 39), se mapeó una interrelación entre las dos características tratando de relacionar con la capacidad de infiltración de aguas en los suelos que pudiera afectar a los suelos creando desertificación hídrica. Los resultados pertenecen a una recopilación de datos de 28 años de estudios realizados en la zona.

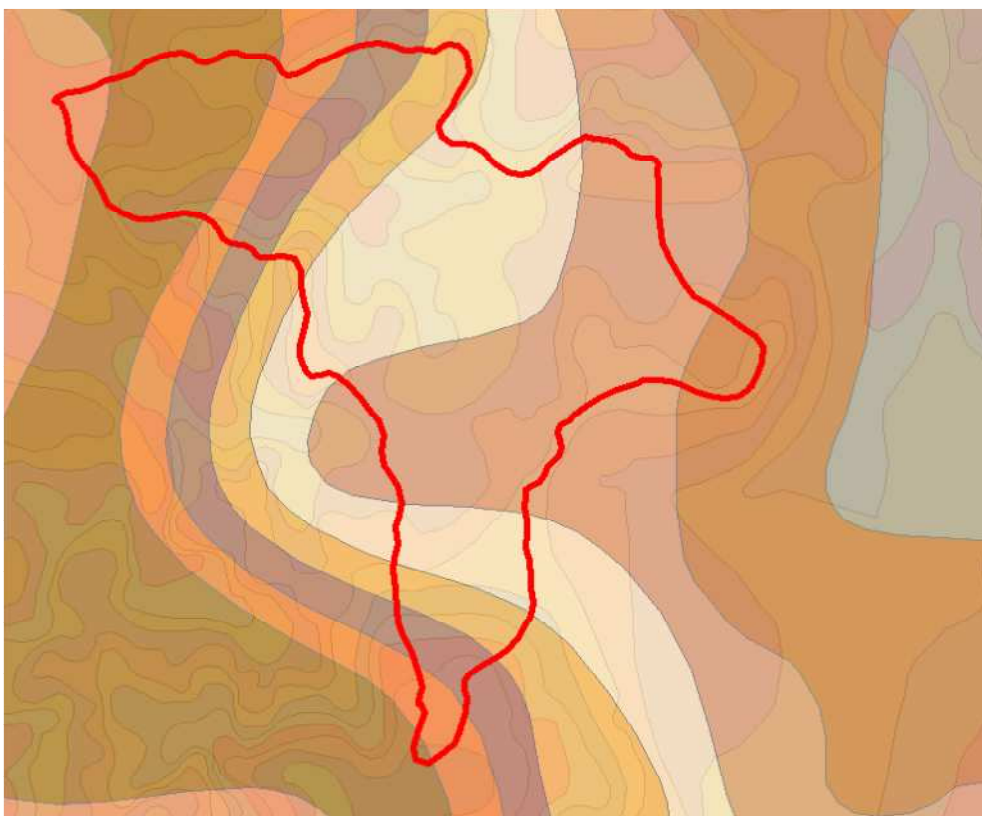
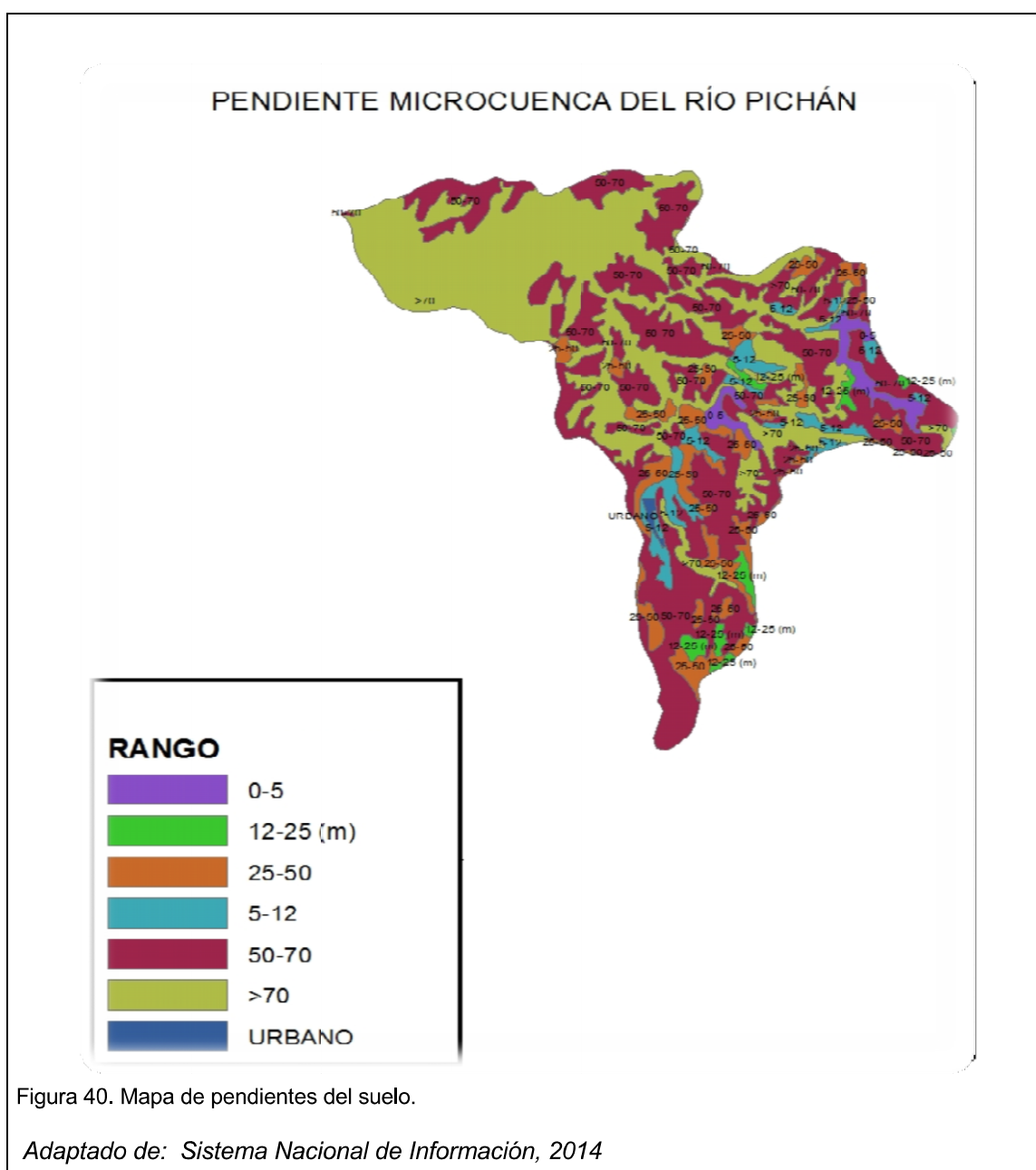


Figura 39. Mapa de Isotermas vs. Isoyetas.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

El promedio de las pendientes oscilan entre 50-70mts, esto es importante conocer ya que a mayor pendiente mayor escurrimiento tal como indica la Figura. 40. Las pruebas de infiltración fueron realizadas en terrenos planos mas no en pendientes, cabe recalcar que existieron pruebas en zonas altas y bajas de la cuenca. La información sobre pendientes es importante para la realización de un protocolo donde se plantea un sistema mínimo de labranza para pendientes.



Es significativo conocer la pendiente que poseen los suelos en relación a su textura debido a la litología, drenajes, etc, ya que la capacidad de infiltración es variantes de acuerdo con las características mencionadas. Por dicha razón se interrelaciono los mapas de texturas de suelos y pendientes como se visualiza en la Figura. 41.

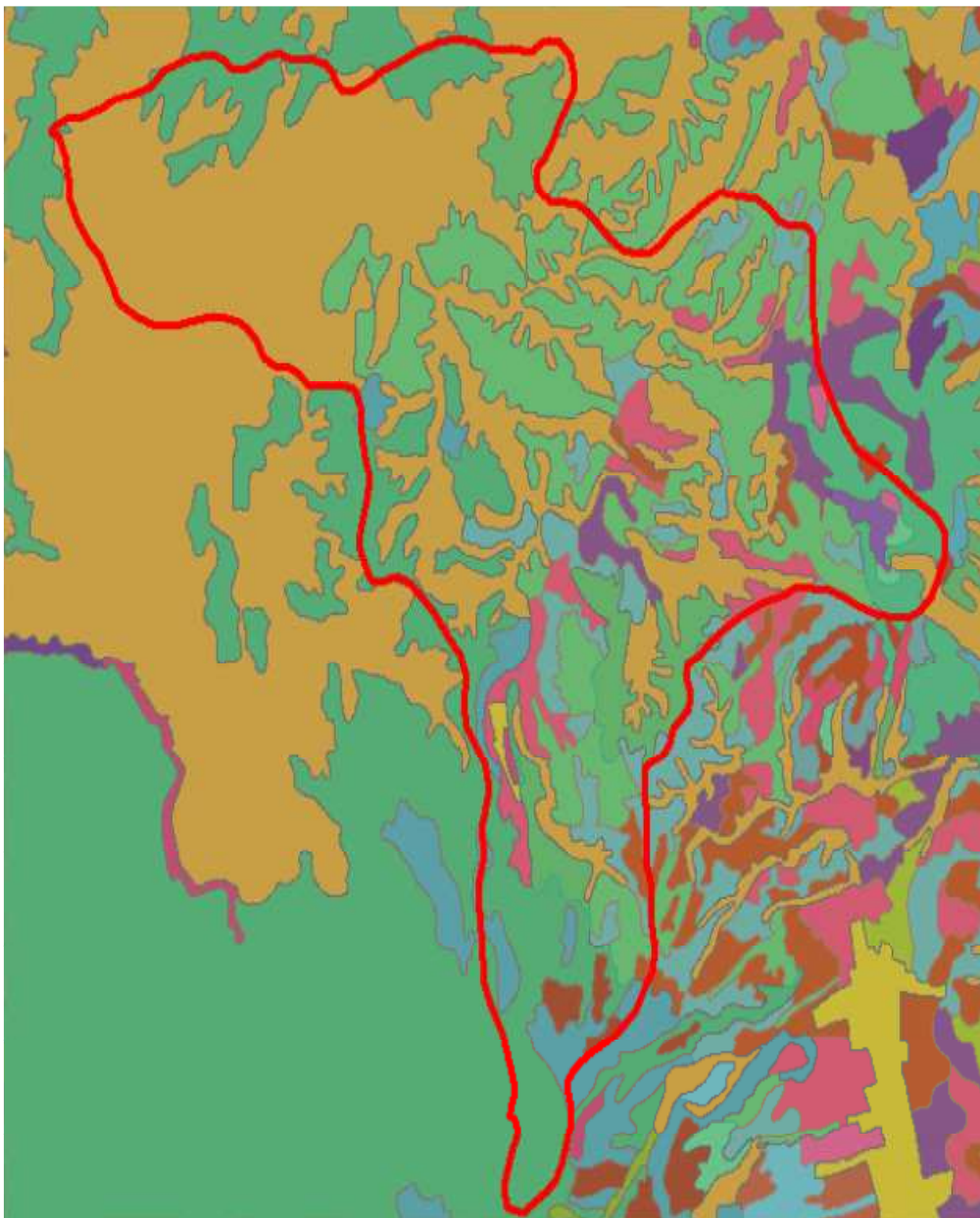
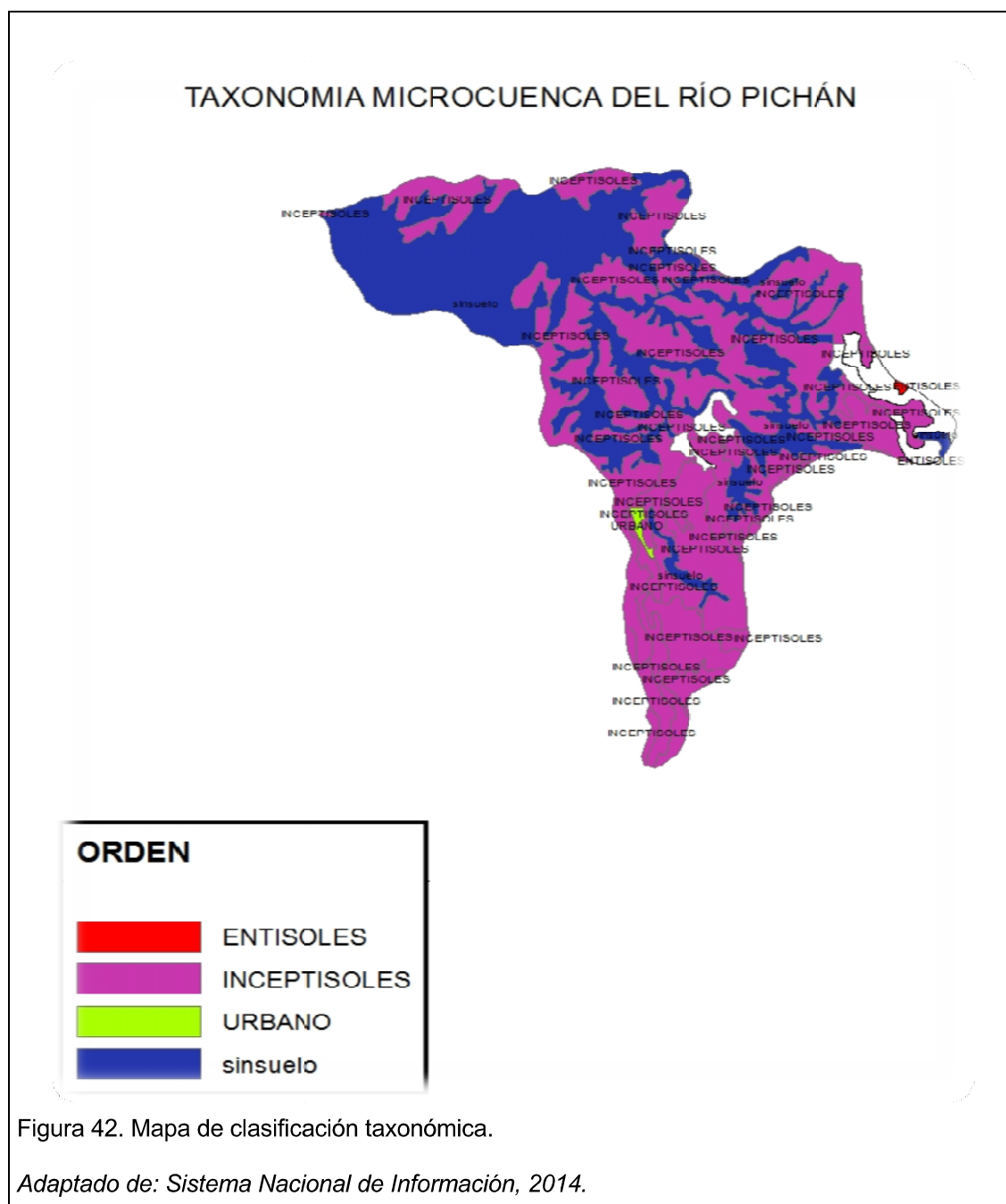


Figura 41. Mapa de Texturas vs. Pendientes.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

Los suelos pueden clasificarse según el orden con el fin de ser cultivados de una mejor manera como indica la Figura. 42. La zona que especifica “sin suelo” son datos que todavía no se han estudiado ni se han realizado pruebas debido a que son pertenecientes a zonas protegidas “color blanco”. La taxonomía de suelos sirve para la interpretación de inventario de suelos.



CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Cálculo de la clasificación hidrológica del suelo

Para el cálculo del balance hídrico es necesario conocer datos de: precipitación, temperatura, evapotranspiración. Es necesario tener registros mensuales durante varios años para que el procesamiento de datos obtenga un mínimo error. Este cálculo se lo realiza con el fin de conocer la disponibilidad de agua que existe sobre la zona de estudio.

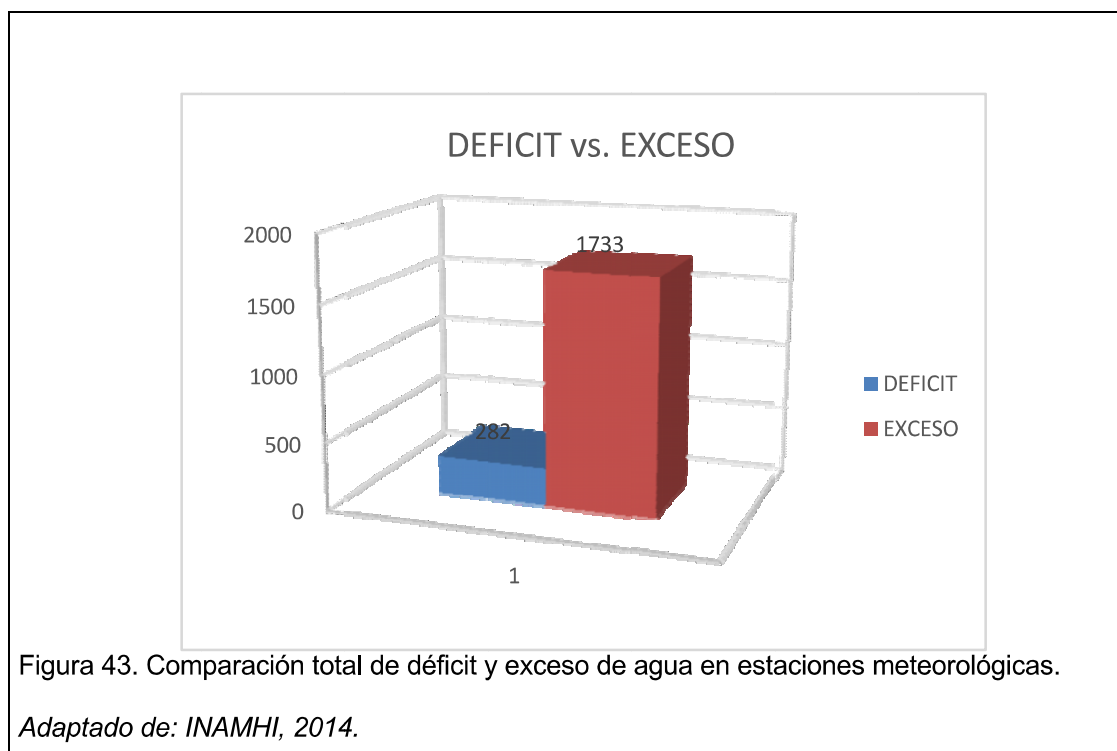
La determinación del balance hídrico se lo realizó comparando los ingresos de agua que tiene la zona de estudio (precipitaciones) con las pérdidas (ETP).

En el 75% de las estaciones meteorológicas se registró un exceso antes que un déficit, solamente en el 25% existió mayor déficit (M-009 La Victoria) (Tabla. 13). Con estos datos se puede analizar que existe mayor disponibilidad de agua en la zona de estudio, por lo tanto los cultivos presentes no sufren de escasez de agua (Figura. 43).

Tabla 13. Déficit y exceso de agua en las estaciones meteorológicas

EXCESO VS. DEFICIT			
ESTACION	CODIGO	EXCESO	DEFICIT
M001	INGUINCHO	696	13
M002	LA TOLA	194	55
M003	IZOBAMBA	834	6
M009	LA VICTORIA	9	208

Adaptado de: INAMHI, 2014.



Para el cálculo del balance hídrico (Tabla. 14, 15, 16, 17), se realizó el cálculo de la evapotranspiración potencial; se utilizó de Thornthwaite; la cual hace referencia a temperatura de aire y duración del día (Arellano, 1992, pp. 48).

Este método es aplicable para regiones lluviosas y semiáridas, donde se puede conseguir valores de ETP que corresponden a 30 días, con 12 horas de heliofanía (Pérez, 1992, pp. 289).

La fórmula hallada es la siguiente:

$$ETP. = 16(10T/I) a; \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

ETP. = evapotranspiración potencial mm.

T = temperatura media mensual en °C

$$a = 0,000000675 \cdot I^3 - 0,0000771 \cdot I^3 + 0,01792 \cdot I^3 + 0,49239$$

I = Índice calórico anual, que se obtiene mediante la suma de los 12 valores mensuales i, que a su vez obedece a la fórmula:

$$i = (T/5) 1,514; \text{ en donde:}$$

i = índice calórico mensual.

T = temperatura media mensual en °C (Anexo. 7).

(citado por Pérez, 1992, pp. 48).

Tabla 14. Balance hídrico M001- Inguincho

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION METEOROLOGICA INGUINCHO - M001													
PERIODO: 1980 - 2008													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ETP	52	46	52	51	53	50	48	49	50	52	51	52	605
Precipitacion	124	120	174	191	135	53	20	20	64	122	140	126	1287
(P-ETP)	72	73	122	140	82	3	-29	-29	15	70	89	74	683
Sum (P-ETP)							-29	-58					
Almacenaje	100	100	100	100	100	100	74	55	70	100	100	100	1099
Δalmacenaje	0	0	0	0	0	0	-26	-19	15	30	0	0	±45
ETReal	52	46	52	51	53	50	46	39	50	52	51	52	591
Deficit de agua	0	0	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	13
Exceso de agua	72	73	122	140	82	3	0	0	0	40	89	74	696
Escurrecimiento total	72	73	97	119	100	52	26	13	6	23	56	65	703
Humedad total Ret	172	173	197	219	200	152	100	68	76	123	156	165	1802
ETR/ETP*100	100	100	100	100	100	100	94	79	100	100	100	100	
Dias humedad/mes	31	28	31	30	31	30	29	25	30	31	30	31	357

Adaptado de: INAMHI, 2014.

Analizando los datos obtenidos del balance hídrico de la estación meteorológica M001 (Inguincho), se puede conocer que existe un exceso de agua de 696mm^3 para la zona abarcada. En un periodo de 28 años se obtiene una precipitación anual de 1287mm^3 , y una evapotranspiración potencial de 605mm^3 anuales.

Tabla 15. Balance hídrico M002- La Tola

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION METEOROLOGICA LA TOLA - M002													
PERIODO: 1980 - 2008													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ETP	61	56	62	60	62	62	61	62	60	61	59	61	726
Precipitación	67	76	118	121	72	28	12	17	60	111	105	77	865
(P-ETP)	6	20	56	61	11	-34	-49	-45	-1	50	46	16	139
Sum (P-ETP)						-34	-83	-128	-129				
Almacenaje	100	100	100	100	100	70	43	27	27	77	100	100	944
Δalmacenaje	0	0	0	0	0	-30	-27	-16	0	50	23	0	±73
ETReal	61	56	62	60	62	58	39	33	60	61	59	61	671
Déficit de agua	0	0	0	0	0	4	22	29	1	0	0	0	55
Exceso de agua	6	20	56	61	11	0	0	0	0	0	23	16	194
Escorrentamiento total	6	13	35	48	29	15	7	4	2	1	12	14	185
Humedad total Ret	106	113	135	148	129	85	50	31	29	78	112	114	1129
ETR/ETP*100	100	100	100	100	100	94	64	54	99	100	100	100	
Días humedad/mes	31	28	31	30	31	28	20	17	30	31	30	31	337

Adaptado de: INAMHI, 2014.

Tabla 16. Balance hídrico M003- Izobamba

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION METEOROLOGICA IZOBAMBA - M003													
PERIODO: 1980 - 2008													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ETP	54	48	64	53	55	54	52	54	53	54	52	54	636
Precipitación	129	151	178	205	156	66	31	37	86	136	149	138	1464
(P-ETP)	76	103	125	152	102	13	-21	-17	34	82	97	84	828
Sum (P-ETP)							-21	-38					
Almacenaje	100	100	100	100	100	100	81	68	100	100	100	100	1149
Δalmacenaje	0	0	0	0	0	0	-19	-13	32	0	0	0	±32
ETReal	54	48	54	53	55	54	50	50	53	54	52	54	629
Déficit de agua	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	6
Exceso de agua	76	103	125	152	102	13	0	0	2	82	97	84	834
Escorrentamiento total	76	89	107	130	116	64	32	16	9	45	71	78	833
Humedad total Ret	176	189	207	230	216	164	113	84	109	145	171	178	1982
ETR/ETP*100	100	100	100	100	100	100	95	93	100	100	100	100	
Días humedad/mes	31	28	31	30	31	30	30	29	30	31	30	31	361

Adaptado de: INAMHI, 2014.

El balance hídrico correspondiente a la estación meteorológica M003 (Izobamba), da a conocer una precipitación anual de 1464 mm³, asumiendo los mayores datos de lluvias a comparación de las otras tres estaciones, según cálculos realizados se obtiene una evapotranspiración potencial de 636 mm³ y un exceso de agua de 834 mm³.

Tabla 17. Balance hídrico M009- La Victoria

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION METEOROLOGICA LA VICTORIA - M009													
PERIODO: 1980 - 2008													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ETP	67	60	66	65	66	64	65	67	63	67	65	65	779
Precipitacion	38	56	74	95	56	28	10	8	39	65	52	53	573
(P-ETP)	-29	-4	8	31	-10	-36	-55	-59	-25	-3	-12	-13	-207
Sum (P-ETP)	-241	-33			-10	-46	-101	-160	-185	-187	-200	-212	
Almacenaje	8	71	79	100	90	62	35	19	15	15	13	11	518
Δalmacenaje	-3	63	8	21	-10	-28	-27	-16	-4	0	-2	-2	±92
ETReal	41	119	66	65	66	56	37	24	43	65	54	55	689
Deficit de agua	26	59	0	0	0	8	28	43	21	3	10	11	208
Exceso de agua	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Esgurrimiento total	0	0	0	5	2	1	1	0	0	0	0	0	9
Humedad total Ret	8	71	79	105	92	63	36	19	15	15	13	11	527
ETR/ETP*100	61	100	100	100	100	87	57	36	67	96	84	84	
Dias humedad/mes	19	28	31	30	31	26	18	11	20	30	25	26	295

Adaptado de: INAMHI, 2014.

En la estación meteorológica M009 (La Victoria), realizados los cálculos para la obtención de balance hídrico se consigue una evapotranspiración potencial mayor a las precipitaciones con valores de 779 mm³ y 573 mm³ respectivamente, logrando de esta manera obtener un déficit (208 mm³) mayor que un exceso de agua (9 mm³).

Índice de infiltración de la zona

El índice de infiltración, (Figura. 44, 45, 46, 47, 48, 49), también puede ser interpretado como la capacidad de infiltración media donde los datos tomados son: Datos de capacidad de infiltración hasta que se produce el encharcamiento y datos de tiempos aleatorios donde se calculó la capacidad de infiltración. Inicialmente se calculó el volumen de infiltración para cada una de las pruebas realizadas en campo, integrando a los tiempos iniciales y finales de cada experimento (Tabla.18.). Donde los cálculos pertinentes dieron los siguientes resultados:

Tabla 18. Resultados del cálculo del volumen de infiltración.

EXPERIMENTO	TEXTURA DEL SUELO	VOLUMEN INFILT (mm³/hr)
PRUEBA No.1	FRANCO ARENOSO	2285133.35
PRUEBA No.2	FRANCO ARCILLOSO	230181.28
PRUEBA No.3	FRANCO LIMOSO	967493.15
PRUEBA No.4	LIMOSO	210973.02
PRUEBA No.5	ARCILLOSO	92865.69
PRUEBA No.6	ARENOSO	14077092.96

Adaptado de: SNI, 2014.

Se realizó el cálculo del volumen de infiltración y el volumen de escurrimiento directo con el fin de intentar determinar el índice de infiltración media como muestra la Tabla. 19.

Tabla 19. Resultados de cálculos de índice de infiltración media

EXPERIMENTO	VOL. ESCURRIMI. (mm³/hr)	INDICE INFILTR MEDIA (m³)
PRUEBA No.1	1868400	0.96
PRUEBA No.2	460800	0.24
PRUEBA No.3	1936800	0.99
PRUEBA No.4	1022400	0.53
PRUEBA No.5	450000	0.23
PRUEBA No.6	1868400	0.96

Adaptado de: SNI, 2014.

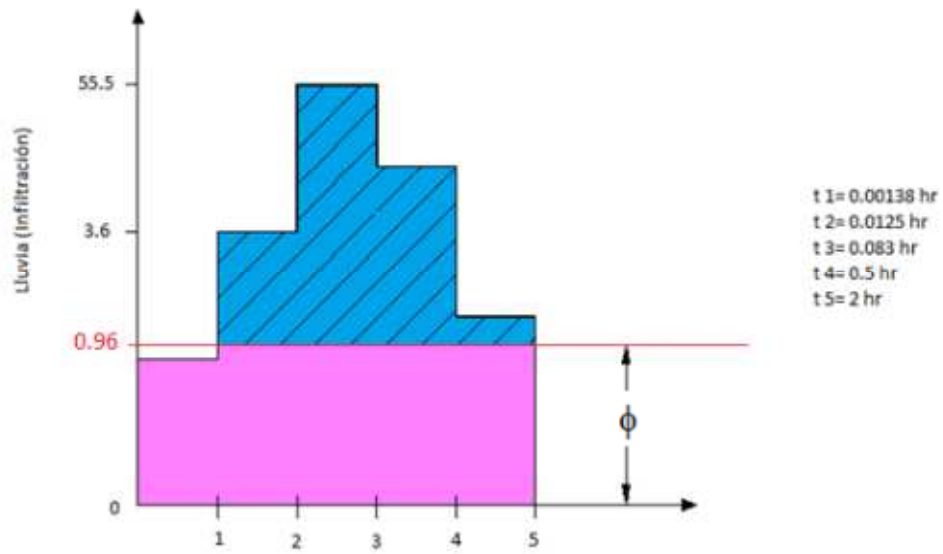


Figura 44. Índice de Infiltración. Prueba 1.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

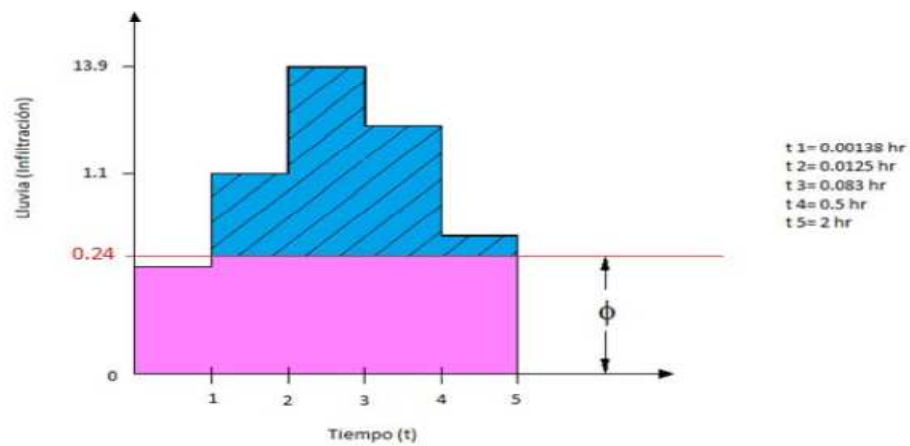


Figura 45. Índice de Infiltración. Prueba 2.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

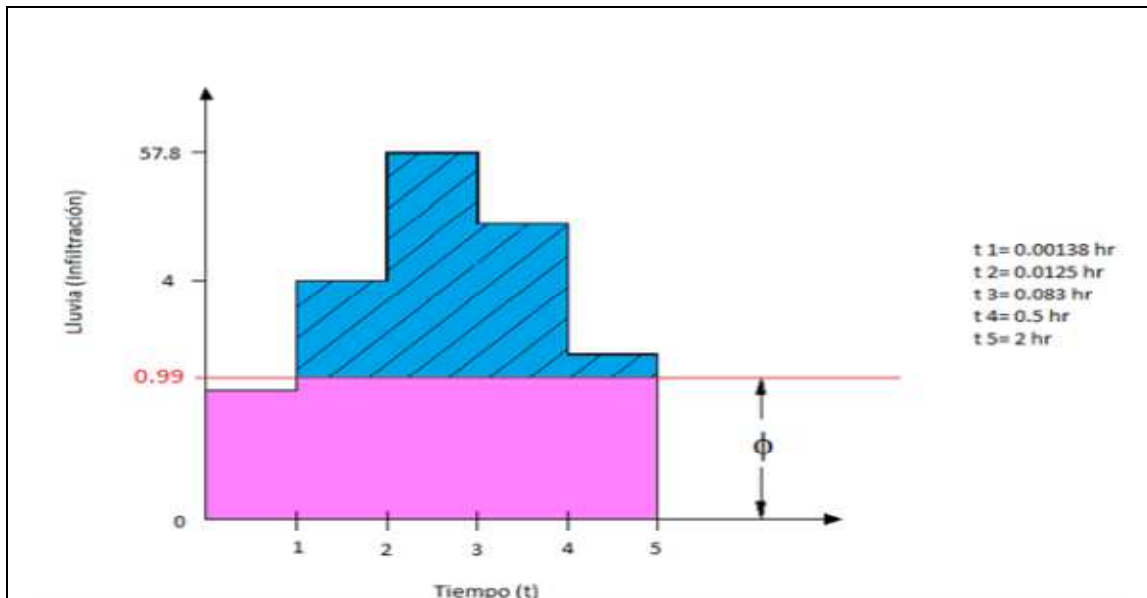


Figura 46. Índice de Infiltración. Prueba 3.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

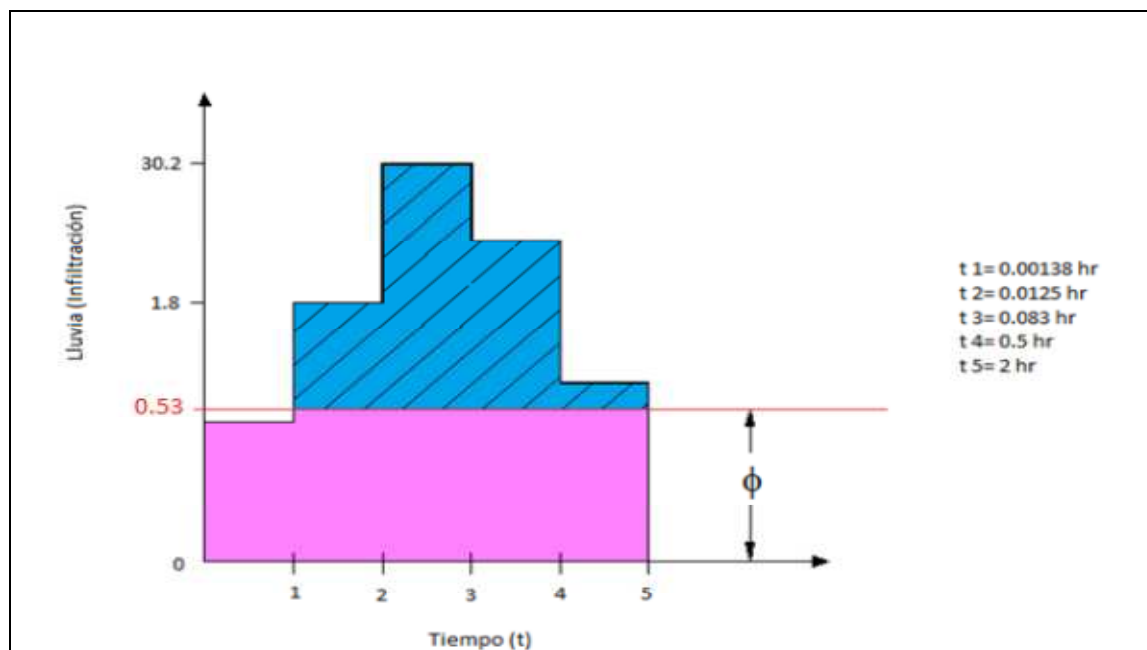
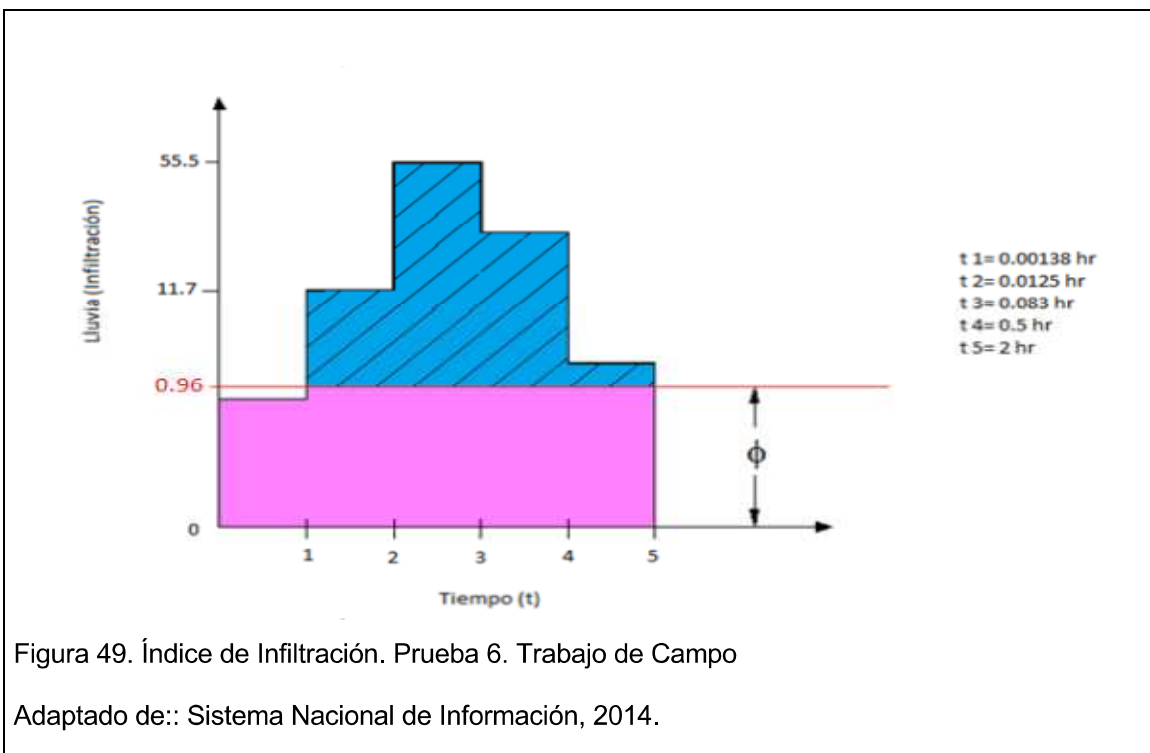
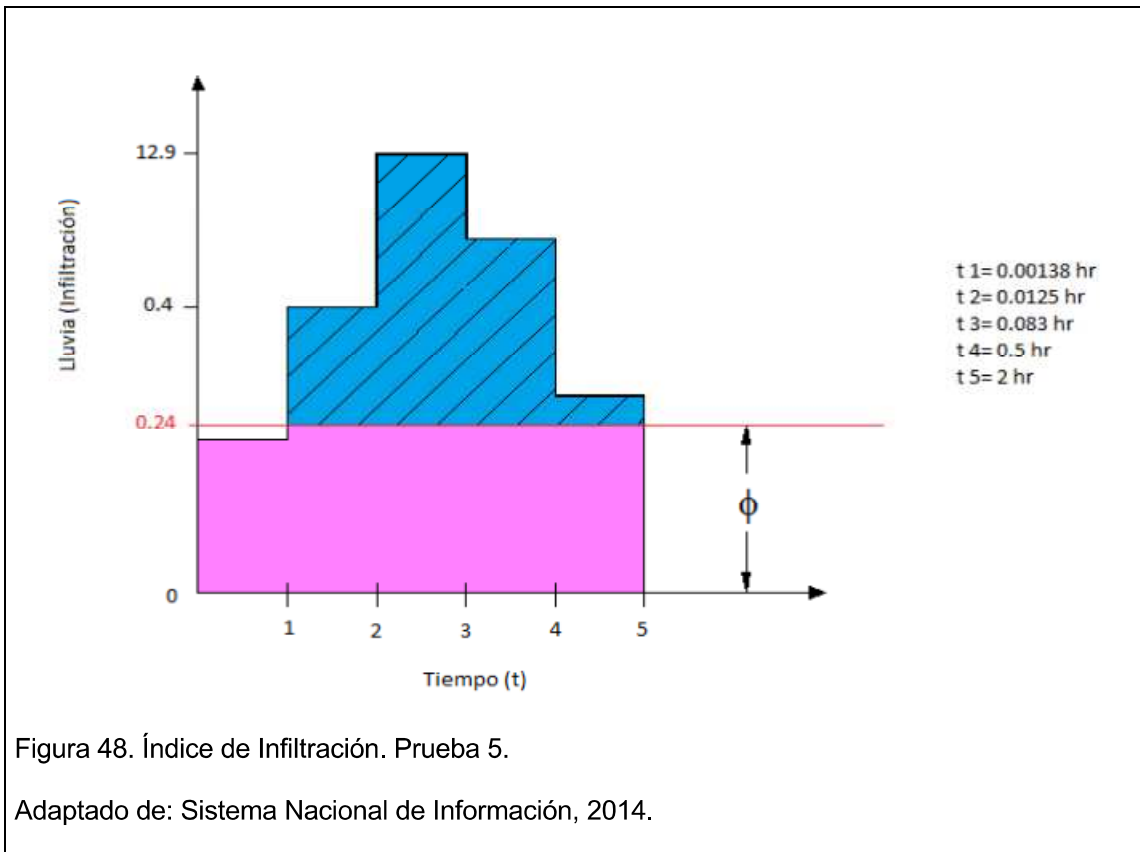


Figura 47. Índice de Infiltración. Prueba 4.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.



3.3. Ecuación de Horton

Para la determinación de la capacidad de infiltración, (Tabla. 20, 21, 22, 23, 24, 25.), se utilizó la ecuación de Horton, donde se asumió que la constante " k " tiene un valor de $4 \leq x \leq 6$; donde el valor depende de la textura del suelo y la capacidad de infiltración del agua en el suelo. Tratando de interpretar que a mayor capacidad de infiltración, el valor de la constante k se aproxima a 6 y a menor capacidad de infiltración el valor se aproxima a 4. Con esta información obtenemos los siguientes resultados presentados en el cuadro de cálculos de medias siguiendo el siguiente enunciado:

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (?) estimada es $f_0=?$ mm/hr y la constante $k=?/hr$. La capacidad de infiltración final $f_c=?$ mm/hr. Utilizando la ecuación de infiltración de Horton, determinar:

- a) La capacidad de infiltración en los tiempo $t=0.00138hr$, $t=0.0125$ hr, $t=0.083$ hr, $t=0.5$ hr y $t=2$ hr

Tabla 20. Capacidad de infiltración. Prueba No.1. Tipo de suelo: Franco Arenoso.

CAPACIDAD DE INFILTRACION									
PRUEBA:1	ECUACION DE HORTON	TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
	$f = fc + (fo - fc)e^{-kt}$	FRANCO ARENOSO	5	1	555	36	0,00138	1,01	32,41
	fo = capacidad de infiltracion inicial	FRANCO ARENOSO	5	1	555	36	0,0125	1,06	2,53
	fc = capacidad de infiltracion final	FRANCO ARENOSO	5	1	555	36	0,083	1,51	-230,96
	k = contante de tipo y textura del suelo o funcion del t	FRANCO ARENOSO	5	1	555	36	0,5	####	-5767,71
	t = tiempo en el que se presenta la infiltracion	FRANCO ARENOSO	5	1	555	36	2	####	-11431180,75

Adaptado de: SNI, 2014.

Tabla 21. Capacidad de infiltración. Prueba No.2. Tipo de suelo: Franco Arcilloso.

CAPACIDAD DE INFILTRACION									
PRUEBA:2	ECUACION DE HORTON	TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /h
	$f = fc + (fo - fc)e^{-kt}$	FRANCO ARCILLOSO	4,5	2	139	11	0,00138	1,01	10,20
	fo = capacidad de infiltracion inicial	FRANCO ARCILLOSO	4,5	2	139	11	0,0125	1,06	3,59
	fc = capacidad de infiltracion final	FRANCO ARCILLOSO	4,5	2	139	11	0,083	1,45	-46,96
	k = contante de tipo y textura del suelo o funcion del t	FRANCO ARCILLOSO	4,5	2	139	11	0,5	9,49	-1075,43
	t = tiempo en el que se presenta la infiltracion	FRANCO ARCILLOSO	4,5	2	139	11	2	####	-1037055,74

Adaptado de: SNI, 2014.

Tabla 22. Capacidad de infiltración. Prueba No.3. Tipo de suelo: Franco Limoso.

CAPACIDAD DE INFILTRACION									
PRUEBA:3	ECUACION DE HORTON	TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (f _c) mm	INICIAL (f _o) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /h
	$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$	FRANCO LIMOSO	4,5	3	578	40	0,00138	1,01	36,65
	f _o = capacidad de infiltracion inicial	FRANCO LIMOSO	4,5	3	578	40	0,0125	1,06	8,87
	f _c = capacidad de infiltracion final	FRANCO LIMOSO	4,5	3	578	40	0,083	1,45	-203,61
	k = contante de tipo y textura de suelo funcion del t	FRANCO LIMOSO	4,5	3	578	40	0,5	9,49	-4526,40
	t = tiempo en el que se presenta la infiltracion	FRANCO LIMOSO	4,5	3	578	40	2	####	-4358881,15

Adaptado de: SNI, 2014

Tabla 23. Capacidad de infiltración. Prueba No.4. Tipo de suelo: Limoso.

CAPACIDAD DE INFILTRACION									
PRUEBA:4	ECUACION DE HORTON	TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (f _c) mm	INICIAL (f _o) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /h
	$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$	LIMOSO	4,0	4	302	18	0,00138	1,01	16,43
	f _o = capacidad de infiltracion inicial	LIMOSO	4,0	4	302	18	0,0125	1,05	3,44
	f _c = capacidad de infiltracion final	LIMOSO	4,0	4	302	18	0,083	1,39	-93,83
	k = contante de tipo y textura de suelo funcion del t	LIMOSO	4,0	4	302	18	0,5	7,39	-1796,49
	t = tiempo en el que se presenta la infiltracion	LIMOSO	4,0	4	302	18	2	####	-846290,07

Adaptado de: SNI, 2014

Tabla 24. Capacidad de infiltración. Prueba No.5. Tipo de suelo: Arcilloso.

CAPACIDAD DE INFILTRACION									
PRUEBA:5	ECUACION DE HORTON	TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (f) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /h
	$f = fc + (fo - fc)e^{-kt}$	ARCILLOSO	4,0	5	129	4	0,00138	1,01	3,31
	fo = capacidad de infiltracion inicial	ARCILLOSO	4,0	5	129	4	0,0125	1,05	-2,41
	fc = capacidad de infiltracion final	ARCILLOSO	4,0	5	129	4	0,083	1,39	-45,22
	k = constante de tipo y textura del suelo funcion del t	ARCILLOSO	4,0	5	129	4	0,5	7,39	-794,63
	t = tiempo en el que se presenta la infiltracion	ARCILLOSO	4,0	5	129	4	2	####	-37290,75

Adaptado de: SNI, 2014.

Tabla 25. Capacidad de infiltración. Prueba No.6. Tipo de suelo: Arenoso.

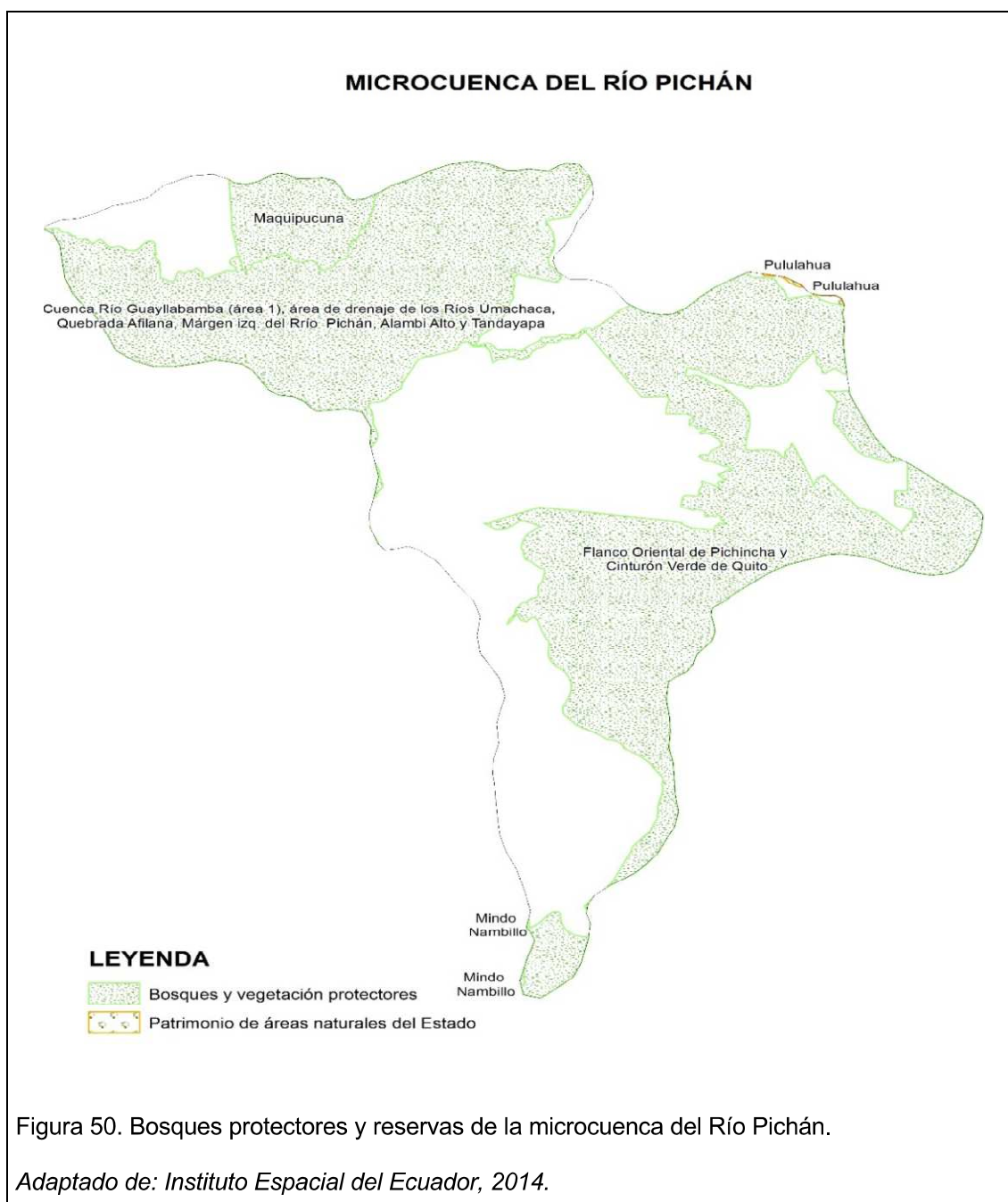
CAPACIDAD DE INFILTRACION									
PRUEBA:6	ECUACION DE HORTON	TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (f) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /h
	$f = fc + (fo - fc)e^{-kt}$	ARENOSO	6,0	6	555	36	0,00138	1,01	31,68
	fo = capacidad de infiltracion inicial	ARENOSO	6,0	6	555	36	0,0125	1,08	-4,42
	fc = capacidad de infiltracion final	ARENOSO	6,0	6	555	36	0,083	1,65	-298,98
	k = constante de tipo y textura del suelo funcion del t	ARENOSO	6,0	6	555	36	0,5	####	-9869,39
	t = tiempo en el que se presenta la infiltracion	ARENOSO	6,0	6	555	36	2	####	-84469181,75

Adaptado de: SNI, 2014

Los resultados para cada una de las pruebas experimentales realizadas en campo se pueden visualizar en el Anexo.8

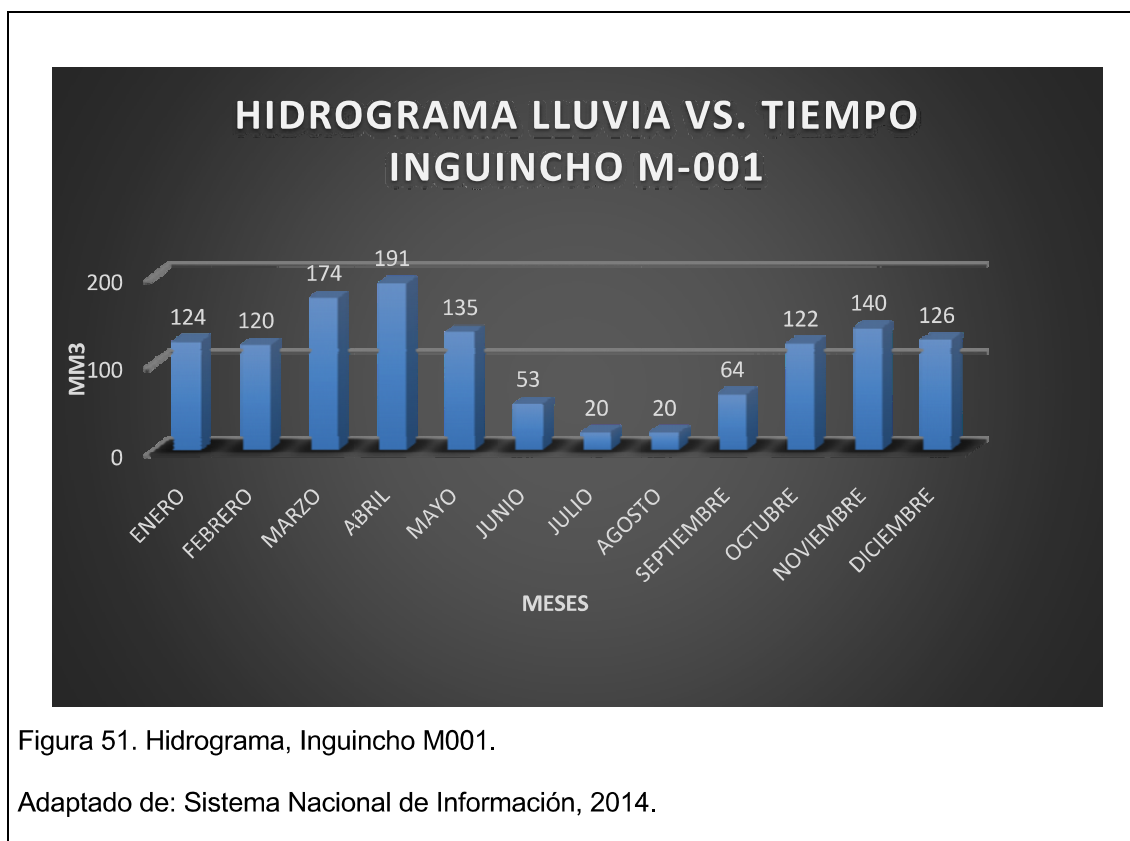
3.4. Mapa de cobertura

Se puede distinguir que la zona de estudio (Microcuenca del Río Pichán) pertenece a la Reserva Geobotánica del Pululahua y al Cinturón verde de Quito y parte de la Reserva Ecológica Mindo Nambillo



3.5. Hidrograma de lluvia vs. Tiempo

Esta herramienta nos ayuda a conocer y estudiar las variaciones que pueden existir en la descargas de agua en las precipitaciones que se dan en un lugar determinado a través de un año o varios años hidrológicos, (Figuras. 51, 52, 53 y 54.); intentando conocer la disponibilidad de agua de la microcuenca.



Según antecedentes confiables del INANMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) con una recopilación de datos de más de 25 años se pudo establecer que los meses donde existe mayor cantidad de precipitación en los primeros semestres del año, alcanzando un límite superior e inferior de 191mm^3 y 53mm^3 respectivamente. Los meses donde las lluvias son escasas son en los meses de julio-agosto obteniendo 20mm^3 anuales. Esta Información es de vital importancia para tratar de determinar la época recomendable de sembríos y cosechas.

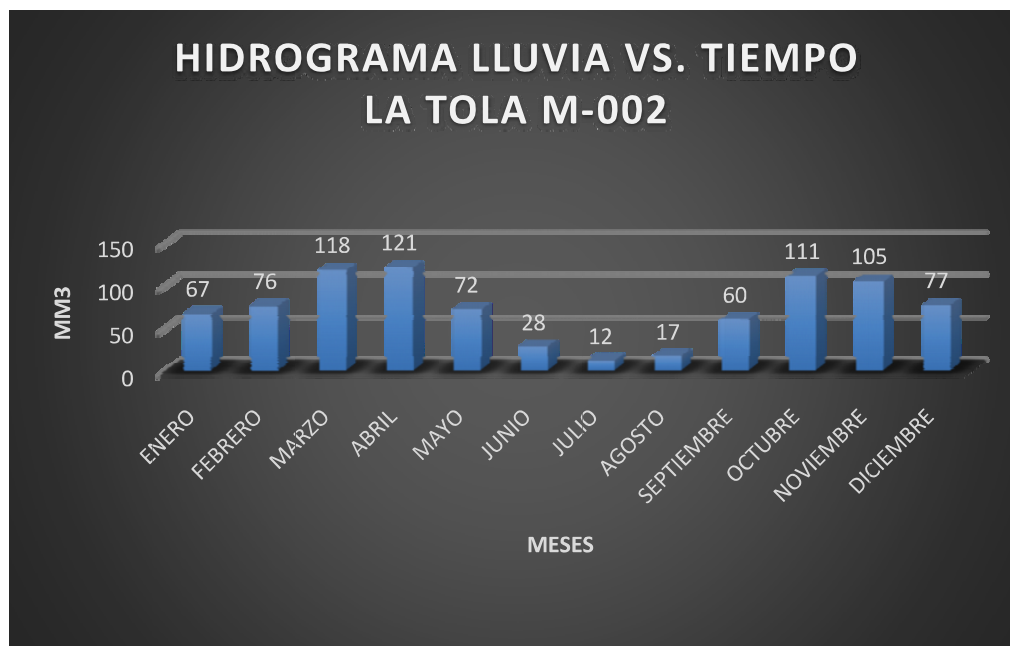


Figura 52. Hidrograma, La Tola M002.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

En la estación meteorológica de La Tola existen meses donde las precipitaciones son considerablemente altas como en el mes de abril (121mm^3), a comparación de épocas donde las lluvias con escasas (julio 12mm^3). Existe una concordancia en las cuatro estaciones meteorológicas utilizadas para el desarrollo de este estudio, en que el mes de abril es aquel donde se presentan mayor cantidad de precipitaciones.

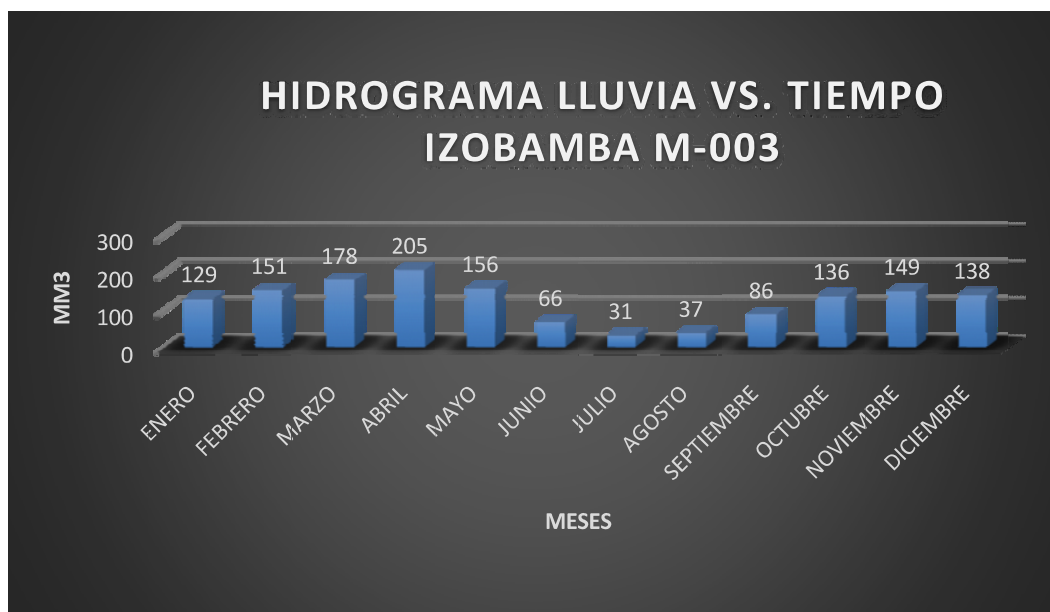


Figura 53. Hidrograma, Izobamaba M003.

Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014

En la estación meteorológica Izobamba al igual que las demás estaciones el mes de abril es aquel donde se presentan mayor cantidad de precipitaciones con 205mm^3 frente al mes de julio, 31mm^3 . Los datos recopilados en esta estación presentan las mayores cantidades de lluvias anuales. De enero a mayo son los meses más lluviosos del año.

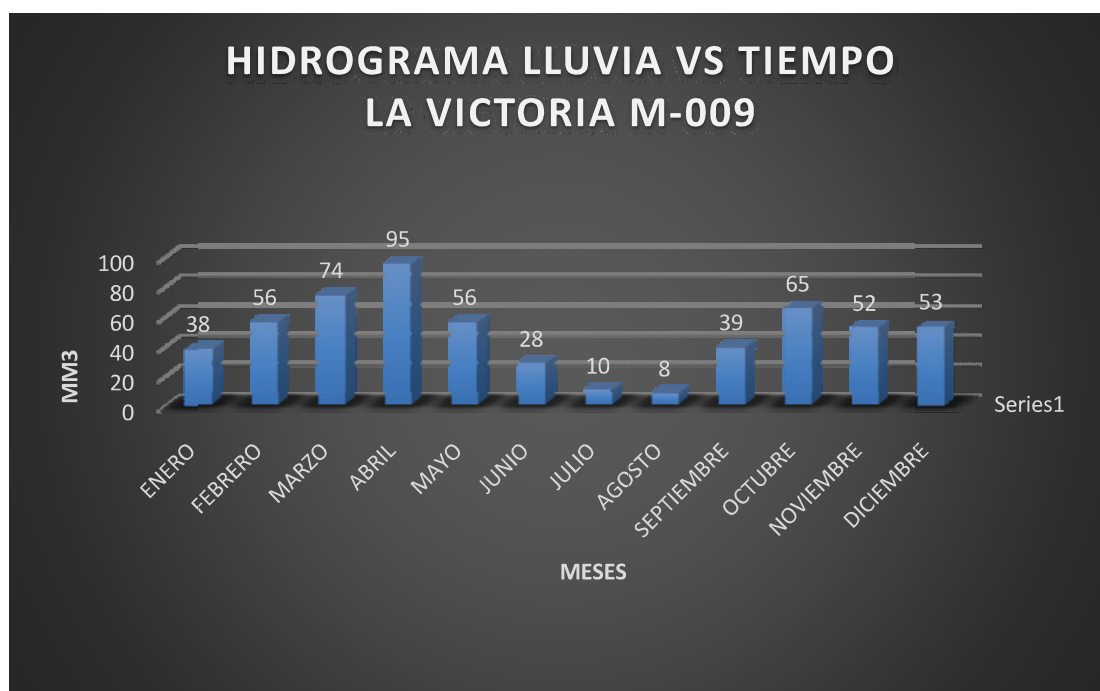


Figura 54. Hidrograma, La Victoria M009.

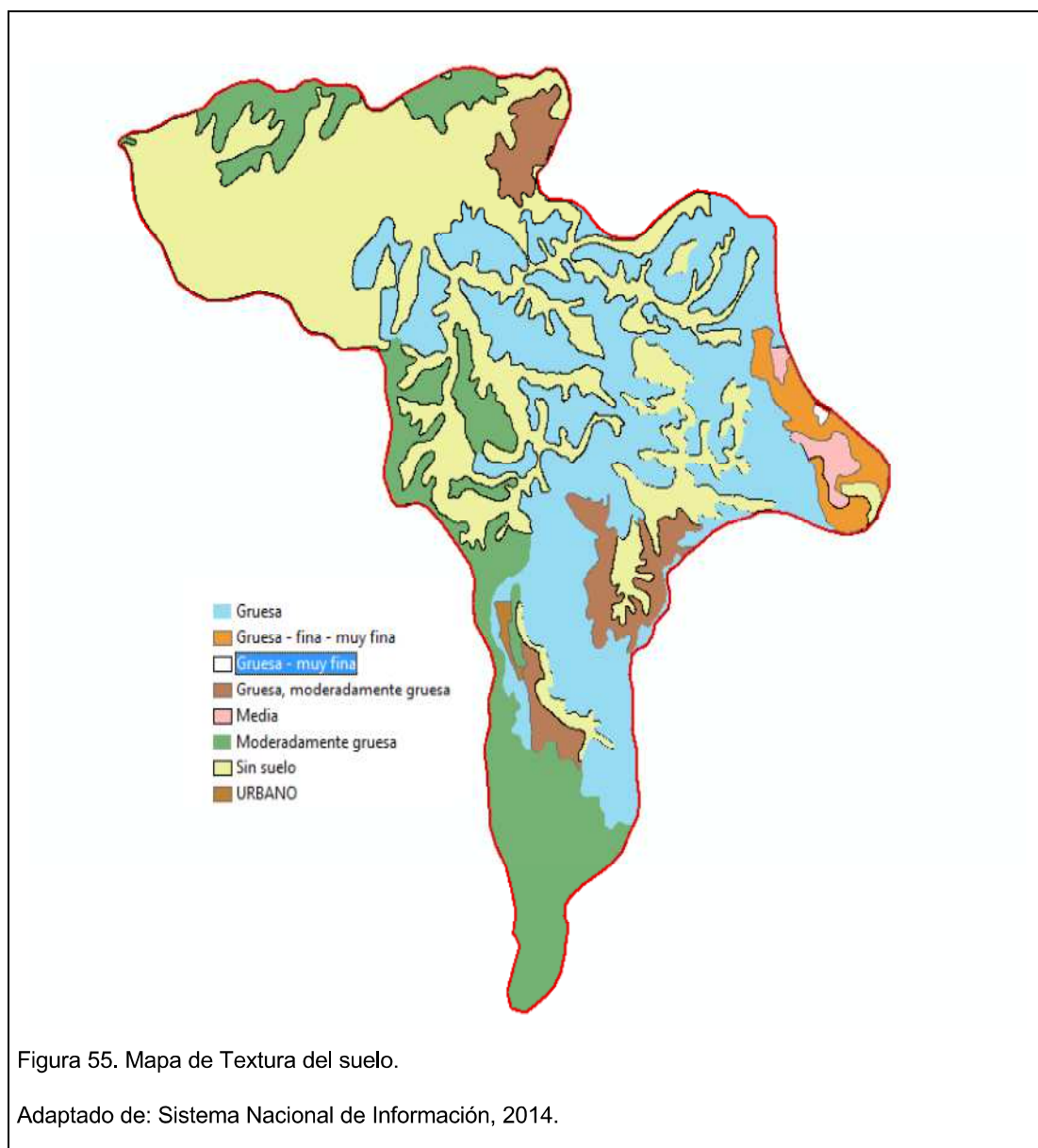
Adaptado de: Sistema Nacional de Información, 2014.

La estación La Victoria es donde se presentan las menores precipitaciones a comparaciones de las otras tres estaciones, con un mes de abril de 95 mm^3 anuales y agosto con una escasez de lluvias con 8 mm^3 anuales. El primer semestre de cada año es aquel que presenta mayores lluvia mientras que el segundo semestre presentar mayor escasez de precipitaciones.

3.6. Mapeo hidrológico e indicador de gestión sustentable en la zona

La microcuenca posee 6 tipos de suelos donde se realizaron 4 pruebas de infiltración por cada tipo de suelo tal como indica la Figura. 55, el IEE (Instituto espacial ecuatoriano) posee información de 4 tipos de suelos ya que dos de estos pertenecen al Cinturón Verde de Quito y no es posible realizar estudios de campo en la zona.

El mejor y óptimo suelo para realizar prácticas agrícolas es el Franco Limoso (color verde), debido a las propiedades del cual está constituido.



Descripción:

Celeste: Franco Arenoso

Anaranjado: Franco Arcilloso

Blanco: Arcilloso

Café: Arenoso

Rosado: Limoso

Verde: Franco Limoso

3.7. Análisis de resultados

Con el fin de alcanzar los objetivos que se programó en este proyecto de tesis se presentan gráficos de mapeos desarrollados en el programa ArcGis 10.1, tablas de resultados de cálculos realizados en Excel para una mejor comprensión de resultados, cuadros comparativos, gráficas de Excel.

A lo largo del desarrollo de la investigación, se fueron generando fallas, dificultades, problemas, los cuales no permitieron facilitar una conclusión concreta ya que es impreciso definir los factores que pueden minimizar o evitar la desertificación hídrica para mantener una agricultura sostenible. Con los datos obtenidos se consiguió comprender que un estudio de capacidad de infiltración es sumamente básico para opinar cuál es el auténtico proceso que sucede en el suelo con el que se pueda definir, cumplir y alcanzar los objetivos planteados, pero es de gran utilidad como información preliminar para un estudio completo donde se consiga generar datos completamente acertados sobre los factores que determinan la erosión y desertificación del suelo.

El estudio se encuentra basado en seis tipos de suelo a lo largo del área de la microcuenca, donde por técnicas de mapeo de ArcGis 10.1 los datos generados a una escala de 1:50000 no son completamente reales, ya que en la fase experimental de campo se pudo constatar que el suelo en diferentes lugares de toma de muestras es completamente diferentes en su textura superficial y a profundidad, la litología del terreno es variable a pocos metros de distancia y la capacidad de infiltración en la zona superficial puede ser similar en una misma textura de suelo, pero a profundidad esta característica es completamente diferente, lo cual no permite asegurar datos exactos sobre el tema propuesto, por esta razón no se puede afirmar que se logra evitar o disminuir la desertificación hídrica en la zona, este proyecto pretende ser utilizado como un estudio previo de los suelos de la zona para a futuro determinar con claridad los verdaderos factores que se deben manejar para cumplir a cabalidad con el objetivo.

3.7.1. Análisis y obtención de datos generados

Los cálculos obtenidos a partir de recopilación de datos y de fase experimental de campo aportan fundamentos para establecer si es viable la implementación del estudio.

En lo referente a la determinación y estudio de la textura del suelo, en zona superficial, en teoría aparecen seis tipos de suelos (franco arenosos, franco limosos, franco arcillosos, limosos, arcillosos y arenosos), cuando evidenciando en campo se pudo constatar que existe gran cantidad de terrenos a pocos metros de distancia. El estudio de la litología es significativo estudiar en un estudio de infiltración del suelo ya que este va a ser variante a nivel superficial y a profundidad, Anexo. 3.

La capacidad de infiltración, coeficiente de permeabilidad, índice, velocidad, volumen, etc que poseen los suelos a nivel superficial depende de la textura del terreno, de tal manera que se confirma teóricamente y en campo los datos obtenidos con valores que se indican en la Tabla.26.

Tabla 26. Resultados final de cálculos

TABLA DE RESULTADOS FINALES							Cap. Infiltr. (cm/hr)	
No.	Textura	K (mm/seg)	Indice Infiltr. (m ³)	Vel. Infiltr. (m/seg)	Vol. Escurri. (mm ³ /hr)	Vol. Infiltr.(cm ³ /hr)	Inicial	Final
1	FRANCO ARENOSO	1,34	0,96	0,00022347	1868400	2285133,35	32,41	-11431180,75
2	FRANCO ARCILLOSO	0,379	0,24	0,00006309	460800	230181,28	10,2	-1037055,74
3	FRANCO LIMOSO	1,43	0,99	0,00023828	1936800	967493,15	36,65	-4358881,15
4	LIMOSO	1,01	0,53	0,00016825	1022400	210973,02	16,43	-846290,07
5	ARCILLOSO	0,3	0,23	0,00005063	450000	92865,69	3,31	-372490,75
6	ARENOSO	1,34	0,96	0,00022347	1868400	14077092,96	31,68	-84469181,75

Adaptado de: SNI, 2014.

Es necesario implementar sistemas de drenajes artificiales en terrenos donde la capacidad de infiltración inicial es mayor (Franco Arenosos, Franco Limosos y Arenosos) debido que existe un escurrimiento que puede afectar gravemente a las propiedades de los suelos. (K=coeficiente de permeabilidad).

3.8. Análisis costo-beneficio

Este tipo de análisis se lo realiza con el fin de conocer si vale la pena implementar este proyecto en la microcuenca del Río Pichan tratando de que las soluciones propuestas para intentar reducir o minimizar la desertificación hídrica actual y a futuro que puede afectar a los suelos de la región de estudio tenga un costo que no sobrepase el problema.

Es necesario conocer que en la zona donde se realizó este proyecto, la actividad principal económica es la agricultura, los suelos son manejados gran parte del año, el terreno permanece desnudo, siendo expuesto a la erosión climática y ambiental que se puede crear.

Las condiciones climáticas y ambientales como la precipitación y evapotranspiración son características importantes en el ciclo hidrológico de la microcuenca de estudio, ya que son factores que logran determinar las actividades agrícolas que pueden realizarse en estos terrenos.

Para tratar de solucionar el problema se plantea las siguientes propuestas:

- Cubrir los terrenos con cubiertas vegetales, evitando de esta manera la acción erosiva de las gotas de lluvia, impidiendo la penetración de los rayos solares que deteriora las propiedades físicas, químicas, biológicas de los terrenos, minimizandola escorrentía superficial y aumentando la capacidad de infiltración. (1).
- Realizando terrazas en pendientes altas para evitar derrumbes que puedan afectar a los cultivos y mejorando el drenaje y escorrentía de aguas lluvias. (2)
- Sistemas de labranza mínimas para mantener la productividad del suelo en buen estado. (3)
- Implementación de sistemas de riego en suelos donde la capacidad de infiltración sea alta logrando mantener una agricultura sustentable

tratando de reducir costos en mano de obra, materia orgánica, abonos, agua, etc. (4)

- Sistemas de drenajes en zonas de encharcamiento donde la capacidad de infiltración sea baja. (5)
- Manejo de cultivos en pendientes, ya que la infiltración del agua será menor debido al ángulo de pendiente que poseen los terrenos. (6)
- Estudio de la litología del suelo ya que esta puede determinar la cantidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo. (7)
- Estimación y conocimiento de la disponibilidad de agua de la zona de estudio (precipitaciones anuales, evapotranspiración). (8)

Capacitación al personal a beneficiar sobre manejo de suelo y técnicas de agricultura sostenible. (9)

En la tabla 27 se logra evidenciar los costos y beneficios estimados que surgen en la implementación de un sembrío de 1 Km² utilizando las propuestas implantadas en este proyecto. Con una inversión inicial de \$1.950, realizando un buen estudio y manejo de suelo para la implementación de un tipo "x" de actividad agrícola, se puede llegar a alcanzar un beneficio estimado de \$4.300, con una ganancia de \$2.350, por lo cual se alegar que es una actividad rentable en el ámbito económico y ambiental, en el cual se protege al suelo de los efectos de erosión y desertificación hídrica causados por la acción antropológica del ser humano y del medio ambiente (eventos extremos ambientales).

Tabla 27. Análisis costo - beneficio

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO			
No.	PROPUESTAS	COSTO ESTIMADO DE LA PROPUESTA POR KM²	BENEFICIO ESTIMADO POR KM²
1	Cubierta vegetal	\$ 100	\$ 300
2	Terrazas en pendientes	\$ 500	\$ 1.000
3	Labranzas mínimas	\$ 200	\$ 300
4	Sistemas de riego	\$ 300	\$ 500
5	Sistemas de drenaje	\$ 100	\$ 300
6	Manejo de cultivos en pendientes	\$ 50	\$ 300
7	Estudio de litología	\$ 200	\$ 300
8	Estudio de disponibilidad de agua	\$ 100	\$ 300
9	Capacitación personal	\$ 400	\$ 1.000
TOTAL		\$ 1.950	\$ 4.300
		\$ 2.350	

Los beneficios proporcionados con la implementación de dichas propuestas pueden variar a corto, mediano o largo plazo dependiendo el uso agrícola que se le utilice al suelo, obteniendo un estimado de ganancias cerca de \$2350. Actualmente el Gobierno del Ecuador apoya económicamente a las prácticas agrícolas presentes en el país, esta iniciativa ayudaría a la implementación de este proyecto.

CAPÍTULO IV

6. PROTOCOLO DE INVESTIGACION PROPUESTO PARA LA AGRICULTURA SOSTENIBLE.

INTRODUCCIÓN

Son procedimientos que se lo utiliza como una alternativa de solución ante los problemas que presenten o puedan suscitarse en un área determinada bajo un estudio previo sobre las debilidades y fortalezas que este posea, con el fin de mejorar la calidad del tema tratado. Dicho de otra manera es tratar de implementar un plan de respuesta ante las posibles emergencias que se puedan suscitar en una tarea determinada con el fin mejorar la calidad de los servicios prestados.

Para la elaboración de un protocolo es necesario conocer el por qué se va implementar esta herramienta, que es lo que se pretende solucionar. En muchos casos es necesario un grupo de trabajo para la implementación de este documento ya que es de gran importancia debido a que se trabajó por un fin común que beneficiara al grupo de personas donde este se lo aplique.

Es necesario capacitar a la comunidad sobre técnicas apropiadas de manejar los suelos para que tengan una mayor productividad a corto y largo plazo, conservando las propiedades de los terrenos y cumpliendo un mantenimiento adecuado ya que las principales actividades de la zona son la agricultura y ganadería.

OBJETIVOS

Objetivo General

Disminuir o minimizar la desertificación hídrica provocada por factores ambientales extremos y mal manejo de suelos por actividades agrícolas y ganaderas.

Objetivo Especifico

Implementar un sistema de siembra y riego mejorado para obtener una agricultura sostenible, donde los suelos carezcan de erosión o disminuir y minimizar del daño agrícola de los terrenos que son potencialmente productores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al calentamiento global que hoy en día sufre nuestro planeta, existen fenómenos naturales ambientales extremos (sequias, inundaciones, vientos, etc.), estos son factores que van degradando ambientalmente los suelos de la microcuenca del Río Pichán, el estudio de la capacidad de infiltración que posee el suelo pretende controlar, evitar y disminuir la desertificación hídrica que se puede producir en el área de estudio debido a estos factores extremos. Según datos proporcionados por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) los últimos años los fenómenos naturales (precipitaciones) han ido en aumento y es por esta razón que se pretende proteger el suelo tratando así de evitar la desertificación hídrica.

LABRANZA Y ARADO

La labranza y el arado es un factor importante para implementación y siembra de cultivos, esta característica se la suele realizar en terrenos planos o con pendientes bajas, sin embargo existen zonas donde poseen pendientes altas donde se practica la labranza el arado, esto es una amenaza al suelo ya que cuando se realiza esta actividad a favor de la pendiente se remueve el terreno de una manera más brusca y sin control debido a la velocidad que se genera, además el escurrimiento de las precipitaciones afecta al terreno perdiendo las propiedades, cuando la actividad de labranza se la realiza en sentido

perpendicular a la pendiente, reduce la erosión. Este tipo de erosión se produce ya que ocasiona un "desgaste del perfil del suelo de las divisiones de las parcelas a favor de la pendiente" (Mehuys, Tiessen, Villatoro, Sancho, 2009, pp. 3-6).

La FAO (1994) (Food and Agriculture Organization), indica que la degradación de los suelos tiene diversas causas donde una de las más importantes es la aplicación de técnicas de labranza impropias, la cual deteriora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, produciendo un rendimiento agrícola bajo.

Existen varios factores que contribuyen e influyen a la desertificación hídrica, entre los más importantes tenemos.

TIPOS DE CULTIVOS

En la zona de estudio debido a la temperatura y vegetación seca que se encuentra se puede desarrollar eficientemente la agricultura andina que su mayor parte se halla formado por tubérculos y raíces nativas de la zona andina como cultivos de papas, zanahoria, melloco, granos como el chocho, quinua entre otros, cultivos que son de ciclo corto como papa, maíz y haba. Lo que se aspira con este proyecto es beneficiar al agricultor de una manera económica sin perjudicar el suelo y manteniendo las propiedades del mismo de una manera sustentable con rotación de cultivos de ciclos cortos.

TOPOGRAFIA

Se entiende como topografía al estudio de pendientes o dicho de otra manera a la inclinación que tienen los suelos. Un suelo con mayor pendiente es más susceptible a erosión y desertificación hídrica debido al escurrimiento que se produce en eventos de precipitaciones donde el agua acarrea las propiedades físicas químicas y biológicas que conforman el suelo, mientras que un suelo con pendiente baja o terrenos planos tienen una susceptibilidad menor ya que las precipitaciones tienden a encharcarse y por propiedades de infiltración que poseen los suelos, el agua se infiltra llegando así a manantiales, pozos de

agua, aguas subterráneas etc.; cabe recalcar que aunque los suelos tengan pendientes bajas también pierden sus propiedades estructurales debido al encharcamiento del agua.

CLIMA

Entre los principales factores climáticos que afectan al suelo produciendo desertificación hídrica son: las temperaturas, precipitaciones, viento.

De los tres factores mencionados, la precipitación es la más importante ya que depende de la intensidad de lluvia el grado de erosión que pueda tener un suelo, ya que todos los terrenos tienen una capacidad erosiva del flujo líquido que se puede desplazar por el suelo (Castro, N, Ronzoni, J, Llanes, J, Riverol, M, y Valero, E, 1989, pp. 8). En lo que se refiere a precipitaciones influyen otros factores que pueden dañar el suelo como la velocidad de escurrimiento, tipo y textura del suelo, litografía, capacidad de infiltración, etc.

VEGETACIÓN

La vegetación que exista en un suelo es un factor primordial para proteger el suelo de erosión y desertificación hídrica, ya que la vegetación regula la velocidad de escurrimiento del agua, sobre todo en suelo con pendientes altas, protege al suelo del proceso erosivo producido por choque de las gotas de lluvia en la tierra, no todas las especies vegetales protegen en la misma proporción pero todas son importantes para minimizar este problema, la vegetación mejora la porosidad de los suelos, aumenta la actividad biológica, y agranda el almacenaje de agua del terreno. Es importante tener un suelo cubierto por vegetación después de que haya sido manejado en actividades agrícolas, ya que el suelo queda susceptible después de las cosechas. Otra manera de proteger el suelo es usando residuos vegetales, que actúan de similar modo que la vegetación, rotar de cultivos, plantar árboles que posean raíces profundas con el fin consolidar los terrenos en pendientes altas, usar abonos orgánicos.

FUEGO

Regularmente se tiende a quemar la corteza superficial seca que se encuentra en los terrenos, esto se lo realiza con el fin de eliminar residuos de vegetación muerta, basura, etc, de una manera más rápida, sin conocer que en este procedimiento se está mineralizando la materia orgánica y eliminando microorganismos y animales presentes la capa superficial del suelo.

USO Y MANEJO DE LOS SUELOS

El uso y el manejo de los suelos es esencial en mantener una agricultura sostenible, este se refiere al estado y la cobertura que llegan a poseer los suelos de la zona de estudio; estos incluyen el tipo de vegetación que existan en los terrenos. Esta característica se refiere principalmente al tipo y forma de labranza que se maneja. Los usos que se le puede dar al suelo para mejorar su calidad agrícola es cultivar o sembrar granos finos (cereales) ya que estos son realizados en surcos cercanos y se logra tener un espacio reducido para que el impacto de las agotas de agua lluvia pueda afectar a los suelo con su acción erosiva. La siembra de leguminosas es de trascendente valor ya que protegen el suelo durante todo el año de las condiciones ambientales extremas.

CONTROL DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Es necesario capacitar a la parroquia y comunidad de Nono sobre la realización y construcción de drenajes artificiales en las zonas donde exista mayor escorrentía ya que esta destruye las tierras productivas, pierde el agua de los cultivos, especialmente los de corto plazo, contamina las aguas superficiales debido a los herbicidas y pesticidas que son utilizados en los sembríos, causa inundaciones en depresiones.

RESULTADOS

En el sistema de labranza lo que se pretende en si es minorar esta actividad de labranza ya que erosiona el suelo constantemente, tratando de que el suelo quede listo para la siembra en un total de 2 a 3 labores. Otro beneficio es la reducción de gastos y tiempo que se genera al disminuir el número de

labores en el suelo, que permite implantar más ágilmente el cultivo que se va a generar para la próxima cosecha, esto genera que el suelo permanezca más tiempo cubierto y así protegerlo de las condiciones adversas de la lluvia

La generación de residuos vegetales o desechos de las cosechas que se generen protegen al terreno de la incidencia directa de los rayos solares conservando la estructura normal del suelo.

Es recomendable que se implemente cultivos de ciclos cortos como la papa, haba, maíz y hortalizas que beneficiaran al pequeño o gran productor agrícola de la zona debido a que estos se pueden dividir en varios grupos y los desechos de los cultivos y el estiércol de los animales puede ser utilizado como abono orgánico para el mismo sembrío.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Por medio de la “Granja Experimental de la Universidad de las Américas” ubicada en la parroquia de Nono-Pichincha se encaminará este proyecto como un plan piloto, planteando las técnicas propuestas para promover la actividad agrícola sostenible con el fin de implementar a futuro en toda la zona de estudio realizada.
- El proyecto de tesis “Estudio de la capacidad de infiltración y retención del agua en el suelo ubicado en la microcuenca del Río Pichán” es principalmente una investigación preliminar o análisis previo de infiltración superficial del agua en el suelo, el cual es carente de datos e insuficiente información para poder realizar un estudio de desertificación hídrica ya que este fenómeno es provocado por varios factores climáticos y geológicos (topografía, registros pluviométricos, texturas del suelo, etc.).
- Las precipitaciones, temperaturas y el clima que se encuentran presentes en la zona no son uniformes a lo largo de la microcuenca, esto establece que la capacidad de infiltración de agua en el suelo sea variable en los seis tipos de texturas que posee la línea de estudio, la cual está ligada a la heterogeneidad del terreno.
- Unas de las técnicas más influyentes generadas en el protocolo contra la desertificación hídrica que promueve la actividad agrícola es el sistema de mínima labranza que puede disminuir el número de labores, las cuales benefician económicamente y en tiempo al productor, generando una mayor cantidad de cultivo por año y minorando los costos para el arado y preparación del suelo, tanto así que el uso de abonos orgánicos, junto con un buen manejo de suelos son capaces de incrementar el rendimiento de los cultivos y conservar la fertilidad del terreno, ayudando a que las zonas más susceptibles al deterioro del suelo que son las pendientes; minimicen la erosión o destrucción de los terrenos.
- Según los resultados obtenidos en la fase experimental de campo, las superficies de textura arenosa son los que poseen mayor capacidad de

infiltración con $84469191.75 \text{ cm}^3/\text{hr}$, frente a un suelo conformado de arcilla en su gran mayoría que tiene $372490.75 \text{ cm}^3/\text{hr}$ y se asume que el poder de encharcamiento en los suelos es alta debido a los resultados negativos logrados, ya que en eventos extremos de precipitaciones, los terrenos tienden a inundarse o drenarse y se producen escurrimientos y gracias a este fenómeno se puede calcular el índice de infiltración con el cual logramos obtener valores de velocidad de infiltración media.

- La capacidad de infiltración y retención superficial de agua en un suelo depende de varios factores como la cantidad de líquido al cual este sea sometido, textura del suelo, velocidad de infiltración y escurrimiento que posea, etc, las cuales deben ser tomadas muy en cuenta en el desarrollo de la agricultura, ya que de estas características dependen la sostenibilidad de los cultivos y la calidad de los suelos para tratar de minimizar la desertificación hídrica provocada por factores climáticos.
- El modelo para determinar la capacidad de infiltración de Horton es una herramienta que fue establecida hace 84 años que establece valores aproximados debido a la constante "K" que depende de la textura del suelo y sobre todo este método produce anomalías en los resultados cuando se trabaja en términos extremos.
- Los Sistemas de Información Geográficos apoyado por el lenguaje de programación ArcGis 10.1 es una herramienta que facilita el análisis de obtención y resultados hidrológicos adquiridos por procesos de datos recopilados en campo.

Recomendaciones

- Debido a la gran demanda de tiempo y extensión del tema propuesto, las prácticas agrícolas generadas deberían ponerse en práctica por lo menos en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas ubicada en Nono-Pichincha desde el momento de la aprobación de este trabajo de titulación.
- Es recomendable realizar un estudio profundizado y completo sobre causas, efectos, factores que afectan al suelo, estudio estructural de terrenos, drenajes, componentes climáticos, etc., que pueden evitar o minimizar la erosión y desertificación hídrica.
- Es necesario capacitar a las comunidades habitantes de la zona de estudio; sobre el cambio de cultivos en los terrenos, labranzas mínimas, sistemas de drenajes y riego, implantación de especies vegetales que son capaces de proteger el suelo, etc., con el fin de mantener o crear una agricultura sostenible y conservar tipos de cultivos que beneficien al productor.
- En referencia a la implementación del protocolo, este debería contar con las facilidades para ser avalado por entidades gubernamentales que aprueben el mismo y ponerlo en práctica no solamente en la zona de estudio, con el fin de controlar la desertificación hídrica.
- Realizar estudios económicos de los cultivos que se encuentran presentes en la zona de estudio y sustituir por aquellos que concedan mayor eficiencia y menor disponibilidad de riego.
- Implementar zonas de reforestación donde no exista cultivos y los terrenos se encuentren carentes de vegetación ya que la capacidad de retención del agua en suelos es mayor en suelos con cualquier tipo de sembríos que en suelos desnudos, esto desarrolla una agricultura sustentable debido a que los terrenos no pierden sus propiedades.

REFERENCIAS

- Amestoy J. y Almorox A. (2009). Precipitaciones, aridez, sequía y desertificación de la comarca del campo de Cartagena. Pp. 42, 62
- Arellano, R., Carvajal, G., Moya, R., Carvajal, M. (1992). Calculo de la evapotranspiración potencial por varios métodos para 100 localidades ecuatorianas. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. Ecuador. Pp. 48.
- Blanquer, G., Ibáñez, J., y Moreno, S. (2007). *Textura de un suelo*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Brady, N y Weil, R. (1996). *The nature and properties of soils*.
- Breña, F., Jacobo, M. (2006). Principios y fundamentos de la Hidrología Superficial. Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado el 10 de julio de 2014 de
- Bureau Veritas. (2008). Manual para la formación en Medio Ambiente. Editorial Lex Nova S. A. Valladolid - España.
- Cabildo, P., Claramunt, R., Cornago, M., Escolástico, C., Santos, S., Farrán, M.; García, M., López, C., Pérez, J., Pérez, M., Gutiérrez, M., Sández, D. (2010). Reciclado y tratamiento de residuos. Madrid – España.
- Calegari, D. y Ferro, M. (1998). *Manejo de la humedad del suelo*. Recuperado el 14 de mayo del 2013 de: http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27Spanish/sm/soil_moisture.pdf
- Cantón, Y. (2001). Efectos hidrológicos y geomorfológicos de la cubierta y propiedad del suelo en el paisaje de Carcavas. Recuperado el 10 de julio de 2014 de http://books.google.com.ec/books?id=1YajAQAAQBAJ&pg=PA237&dq=la+ecuaci%C3%B3n+de+horton&hl=es&sa=X&ei=r6_GU8LvGfDIsASc5oKgCw&ved=0CDkQ6AEwBg#v=onepage&q=la%20ecuaci%C3%B3n%20de%20horton&f=false
- Castro, N, Ronzoni, J, Llanes, J, Riverol, M. y Valero, E. (1989). Comprobación de la eficacia de la dirección de los surcos en el control de la erosión en el cultivo de tabaco. La Habana.

- CENIT. (2010). Sostenibilidad del ciclo del agua. pp. 210
- Consortio, (2012). Análisis de Escenarios de Desarrollo y Plan Indicativo de Ordenamiento Territorial Ambiental para la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. Recuperado el 10 de julio de 2014 de <https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/06/piota/12.pdf>
- Coony y Pehrson. (1995). Infiltración en aguas subterráneas, p. 15.
- Custodio, E. y Llamas, M. (1996). *Hidrología Subterránea*. Ed. Omega. Barcelona. pp. 2350.
- Del Aguila. (2010). El ciclo del agua. pp. 5.
- Delgado, M. (2013). Hidrología, notas de clase. Udlá – Quito – Ecuador.
- Duffar, E. (1983). *Carta hidrogeomorfológica de la cuenca del arroyo Maure, Argentina*.
- Ecured. (2014). Recuperado el 13 de julio del 2014 de <http://www.ecured.cu>
- El Riego. (2012). Velocidad de infiltración en distintos Tipos de suelo. Recuperado el 10 de julio de 2014 de <http://info.elriego.com/velocidad-de-infiltracion-del-agua-en-distintos-tipos-de-suelo/>
- Escobar C, Gómez P, y Funes R. (2009). Propuesta para el desarrollo estratégico de la protección de agua subterráneas y caracterización de acuíferos de la ciudad de San Miguel. pp. 59.
- FAO Ecuador. (1992). *Depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- Ferrer, F. (1993). Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas. Ministerio de Obras Públicas, Madrid.
- Fullat, R. y García, V. (2012). Metodología para estimar la humedad del suelo mediante un balance hídrico exponencial diario. Recuperado el 10 de julio de 2014 de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/balancehidrico/ayuda
- GADP (2005). Plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la parroquia de Nono 2012-2025. Ecuador

- García A. y García J. (2013). Manejo del suelo y rotación de pasturas, efecto sobre la calidad del suelo, el rendimiento de los cultivos y el uso de insumos. pp. 45
- Gliessman, S. (2002). Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Costa Rica.
- Gobierno Principado de Asturias. (2006). Ciclo natural del agua. Consorcio de aguas. pp. 25.
- González, Y. (2013). *Proyecto de saneamiento de la escuela "Islas Galápagos" en la parroquia de Nono, Pichincha.*
http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_136_147_89_1258.pdf
- http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf
- Ibáñez, Gisbert, Moreno y Gobierno de Pichincha, 2012, p. 39
- Ibañez, Moreno y Blanquer. (2006). *Características del infiltrómetro de doble anillo (anillos de Munz).* pp. 7-10.
- INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2014). Detección de cambio climático en el Ecuador. Recuperado el 14 de mayo de 2013 de
- López, Acevedo y Roquero. (2006). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente.* Madrid - España. Pp.227.
- Lopez, J, Fornes, J, Ramos, G. y Villarroja, F.(2009). Las aguas subterráneas, un recurso natural del subsuelo. España. Pp. 13.
- Maderey, L. (2005). *Principios de Hidrogeografía. Estudio del Ciclo Hidrológico.* Recuperado el 14 de mayo del 2013 de:
http://www.igeograf.unam.mx/web/sigg/docs/pdfs/publicaciones/geo_sigloxxi/serie_tex_uni/1/cp4.pdf
- Maderey, L. y Jiménez, A. (2005). Principios de Hidrogeografía: Estudio del Ciclo Hidrológico. Editado por la Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 75-76
- Maidment, R. (1993). *Handbook of hydrology.* Mc Graw Hill, New York (E.U.).
- Mehuys, G, Tiessen, H, Villatoro, M, Sancho, F. (2009). Erosión por labranza con arado de disco en suelos volcánicos.


- Meinzer, O. (1923). *The occurrence of ground water in the United States with a discussion of principles U. S. Geological Survey Water Supply Paper 489.*
- Mijares, F. (1999). *Fundamentos de Hidrología de Superficie.* México.
- Ministerio de Ambiente. (2014). *Cuenca del Río Guayllabamba (Área 1)*
- Monsalve, G. (1999). *Hidrología en la Ingeniería.* Bogotá – Colombia
- Murillo J. (2010). *Laboreo de conservación: Efectos a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos.* pp. 145
- Nave, M. y Pedrani, A. (1994). *Ajuste del modelo de Horton mediante datos de infiltración obtenidos en el piedemonte Mendocino.*
- Neira, L. (2013). *Ecuador: Estado de Situación frente a la Agricultura, Seguridad Alimentaria y Gestión de Recursos Hídricos destinados a la agricultura y el Cambio Climático.*
- Olalla, M., López, P., y Calera, A. (2005). *Agua y agronomía.* Editorial Aedos S.A. Madrid – España.
- ONU. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* New York, USA: Organización de las Naciones Unidas
- Ordoñez, L. (2011). *Cartilla técnica del ciclo hidrológico.* Lima
- Pérez, S. (1992). *Calculo de la necesidad de agua de las plantas con datos meteorológicos.* Editorial Pedagógica “Freire”. Riobamba, Ecuador. Pp. 289.
- Pérez, T. (2002). *Ciclo hidrológico.* pp. 15.
- PNUMA, Abraham. (2002). *Lucha contra la desertificación en las tierras secas de Argentina, el caso Mendoza.*
- PNUMA. (2011). *Perspectivas del Medio Ambiente en el Sistema Hídrico.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ratto, S. (2012). *Agua del suelo.* Buenos Aires. pp.217, 230.
- Rawls B. y Brakensiek J. (1989). *An improved Green-Ampt infiltration and redistribution method for uneven multistorm series.* Pp. 468-473
- Schoijet, Núñez y Cáceres. (2011). *Protocolo de Kioto.*
- Tosi, J. (2008). *El Clima y la Ecología Climática General de Huancaty-Perú.* Perú.

Universidad de la República. (2013). Licenciatura en Diseño del paisaje. Recuperado el 10 de julio de 2014 de <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/paisajismo/Ciclo%20Hidrologico2013.pdf>

Watson, R. y Moss, R. (1994). Tomado de: Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático.

ANEXOS

Anexo 1: Equipo de infiltración doble anillo de Muntz utilizado

<p>Instalación de las mangueras que se encuentran conectadas a dos cilindros que contienen agua.</p>	<p>Toma de datos de capacidad de infiltración cuando el suelo está saturado de agua</p>
	
<p>Instalación del equipo de infiltración doble anillo de Muntz</p>	<p>Dotación de agua a los tanques de almacenamiento</p>
	
<p>Saturación de agua</p>	
	

Anexo 2: Recopilación de datos de campo de infiltración

TEXTURA 1

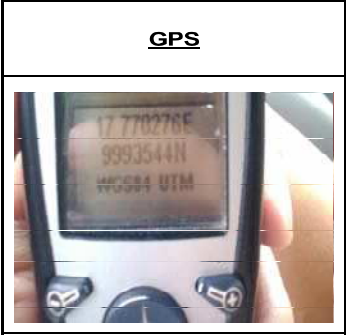
PRUEBA DE INFILTRACIÓN					
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA					
FICHA DE CAMPO					
PRUEBA No.:	1,1				
UBICACION / SITIO :	MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA				ALTITUD: 2666 msnm
COORDENADAS:	X: 770276	Y: 9993544			
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:	ARENOSO, FRANCO ARENOSO				

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	36	36	7,200	0,001200
10	5	39	3	0,300	0,000050
20	10	65	29	1,450	0,000242
45	25	92	56	1,244	0,000207
60	15	112	76	1,267	0,000211
300	300	161	125	0,417	0,000069
900	600	230	194	0,216	0,000036
1800	900	315	279	0,155	0,000026
3600	1800	380	344	0,096	0,000016
7200	3600	543	507	0,070	0,000012

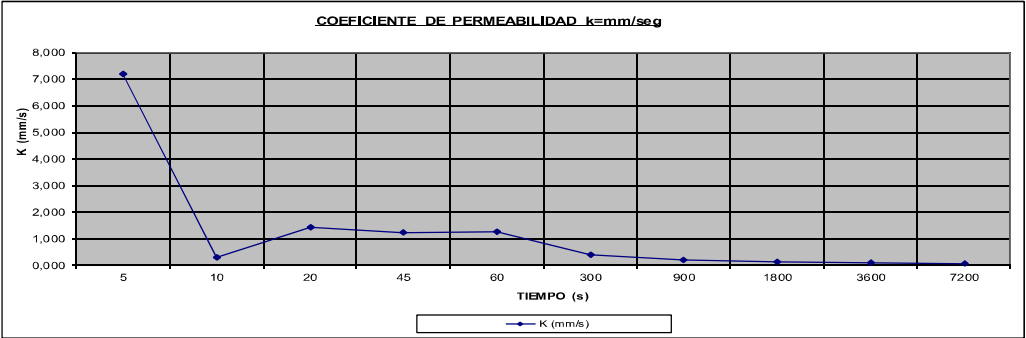
Velocidad prom (m/seg)= **0,0002069**

K prom (mm/s)= **1,241431**

GPS



COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD k=mm/seg



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

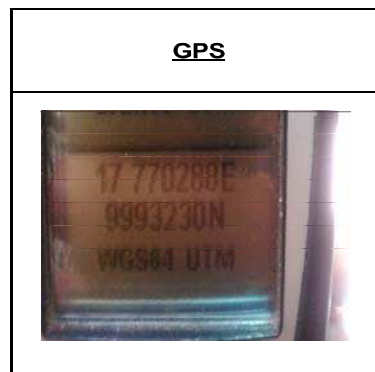
PRUEBA No.: 1,2

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770288 Y: 9993230

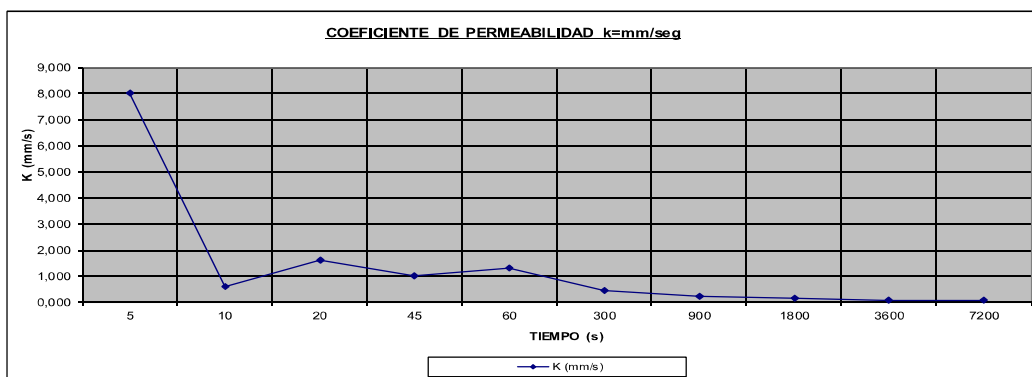
ALTITUD: 2681 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: ARENOSO, FRANCO ARENOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	40	40	8,000	0,001333
10	5	46	6	0,600	0,000100
20	10	72	32	1,600	0,000267
45	25	85	45	1,000	0,000167
60	15	120	80	1,333	0,000222
300	300	172	132	0,440	0,000073
900	600	236	196	0,218	0,000036
1800	900	322	282	0,157	0,000026
3600	1800	393	353	0,098	0,000016
7200	3600	559	519	0,072	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= **0,0002253**
 K prom (mm/s)= **1,351792**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

 NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

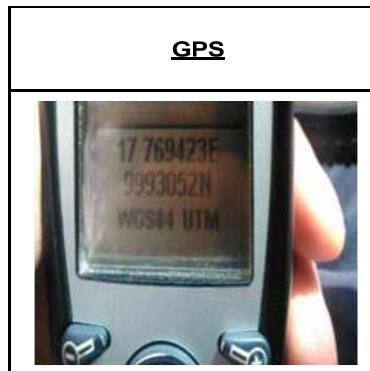
PRUEBA No.: 1,3

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 769423 Y: 9993052

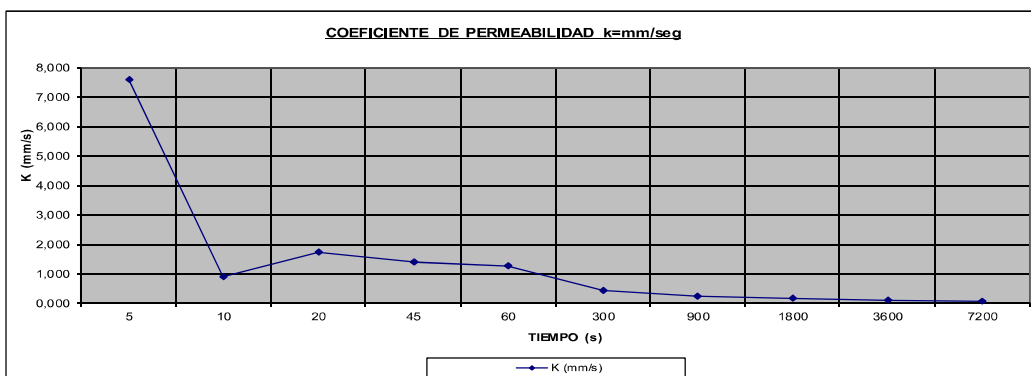
ALTITUD: 2702 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: ARENOSO, FRANCO ARENOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	38	38	7,600	0,001267
10	5	47	9	0,900	0,000150
20	10	73	35	1,750	0,000292
45	25	101	63	1,400	0,000233
60	15	115	77	1,283	0,000214
300	300	169	131	0,437	0,000073
900	600	240	202	0,224	0,000037
1800	900	323	285	0,158	0,000026
3600	1800	386	348	0,097	0,000016
7200	3600	561	523	0,073	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= **0,000232**
 K prom (mm/s)= **1,392208**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

 NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

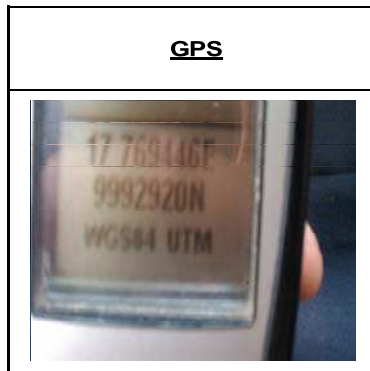
PRUEBA No.: 1,4

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 769446 Y: 9992920

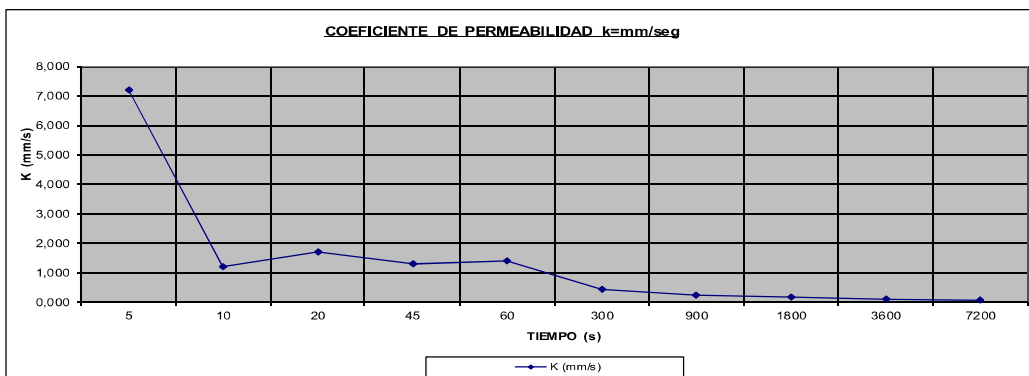
ALTITUD: 2713 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: ARENOSO, FRANCO ARENOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	36	36	7,200	0,001200
10	5	48	12	1,200	0,000200
20	10	70	34	1,700	0,000283
45	25	94	58	1,289	0,000215
60	15	121	85	1,417	0,000236
300	300	170	134	0,447	0,000074
900	600	241	205	0,228	0,000038
1800	900	324	288	0,160	0,000027
3600	1800	390	354	0,098	0,000016
7200	3600	557	521	0,072	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= **0,0002302**
 K prom (mm/s)= **1,381069**



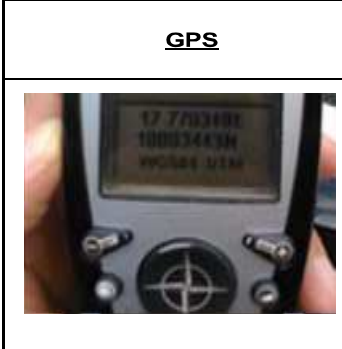
OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

TEXTURA 2

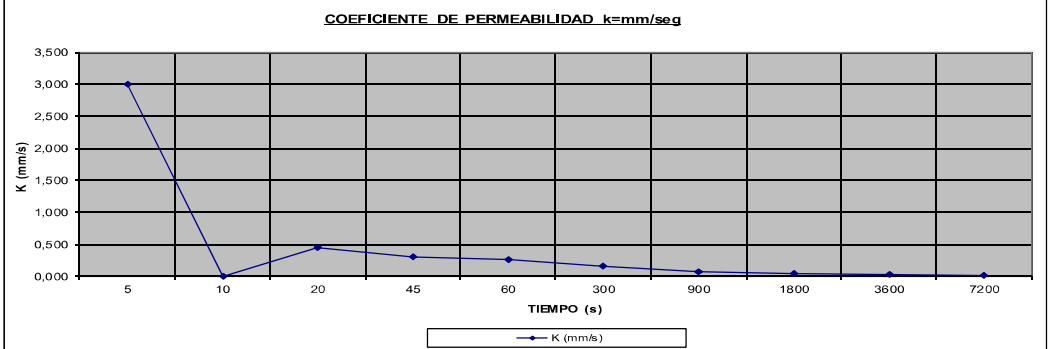
PRUEBA DE INFILTRACIÓN					
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA					
FICHA DE CAMPO					
PRUEBA No.:	2,1				
UBICACION / SITIO :	MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA				
COORDENADAS:	X: 770348	Y: 10003443	ALTITUD: 2478 msnm		
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:	FINA, MUY FINA				
TEXTURA:	ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO, ARCILLOSO LIMOSO ARCILLOSO ARENOSO				
Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	15	15	3,000	0,000500
10	5	15	0	0,000	0,000000
20	10	24	9	0,450	0,000075
45	25	29	14	0,311	0,000052
60	15	31	16	0,267	0,000044
300	300	63	48	0,160	0,000027
900	600	84	69	0,077	0,000013
1800	900	98	83	0,046	0,000008
3600	1800	126	111	0,031	0,000005
7200	3600	145	130	0,018	0,000003



GPS

Velocidad prom (m/seg)=	7,266E-05
K prom (mm/s)=	0,435944

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD k=mm/seg



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

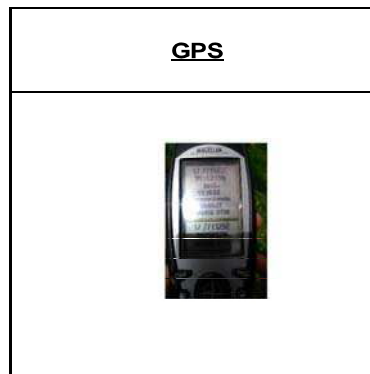
PRUEBA No.: 2,2

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770325 Y: 10003461

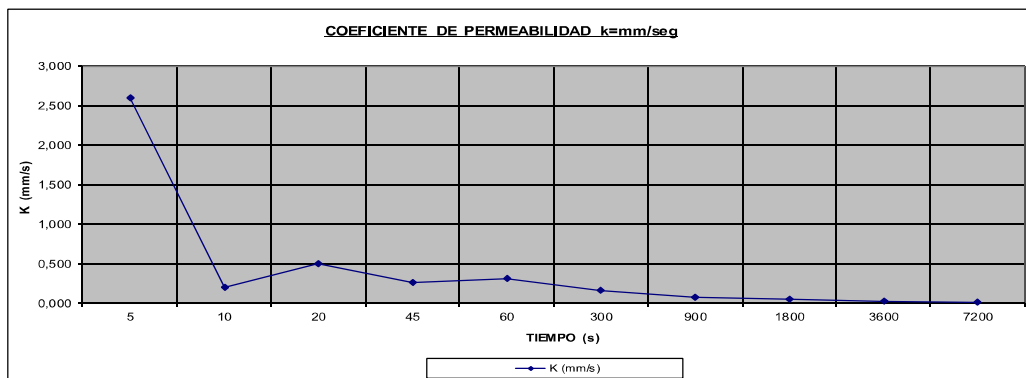
ALTITUD: 2468 msnm

CARACTERISTICAS DEL SUELO: FINA, MUY FINA
 TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO, ARCILLOSO LIMOSO, ARCILLOSO ARENOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	13	13	2,600	0,000433
10	5	15	2	0,200	0,000033
20	10	23	10	0,500	0,000083
45	25	25	12	0,267	0,000044
60	15	32	19	0,317	0,000053
300	300	62	49	0,163	0,000027
900	600	83	70	0,078	0,000013
1800	900	99	86	0,048	0,000008
3600	1800	126	113	0,031	0,000005
7200	3600	140	127	0,018	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= 7,035E-05
 K prom (mm/s)= 0,422125



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

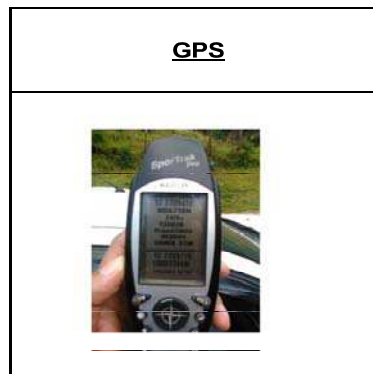
PRUEBA No.: 2,3

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770377 Y: 10003444

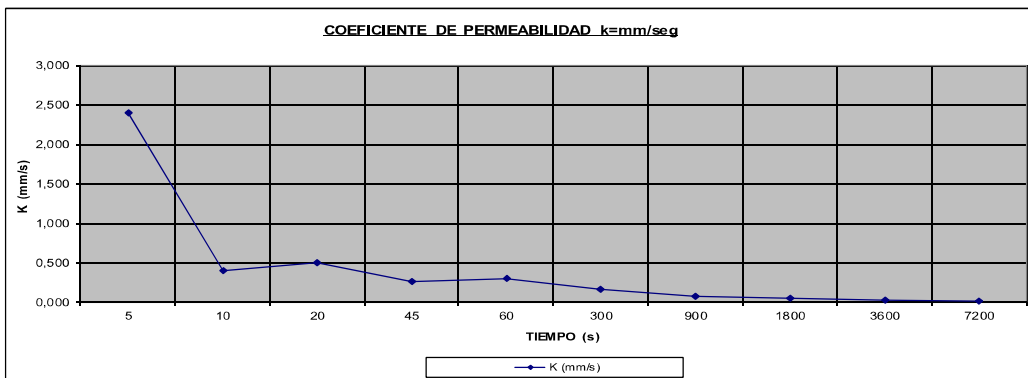
ALTITUD: 2478 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: FINA, MUY FINA
 TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO, ARCILLOSO LIMOSO, ARCILLOSO ARENOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	12	12	2,400	0,000400
10	5	16	4	0,400	0,000067
20	10	22	10	0,500	0,000083
45	25	24	12	0,267	0,000044
60	15	30	18	0,300	0,000050
300	300	62	50	0,167	0,000028
900	600	85	73	0,081	0,000014
1800	900	101	89	0,049	0,000008
3600	1800	121	109	0,030	0,000005
7200	3600	141	129	0,018	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= **7,02E-05**
 K prom (mm/s)= **0,421208**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 2,4

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA

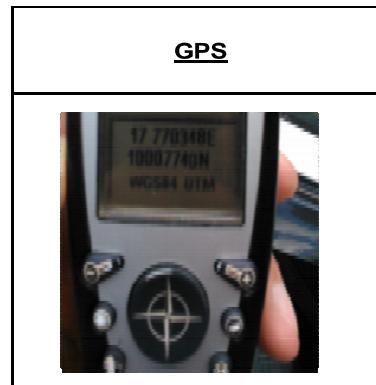
COORDENADAS: X: 770348 Y: 10007740

ALTITUD: 2466 msnm

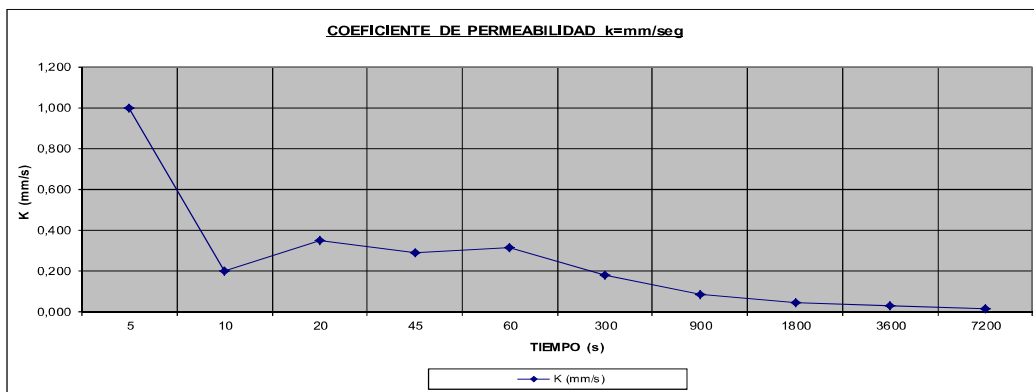
CARACTERISTICAS DEL SUELO: FINA, MUY FINA

TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO, ARCILLOSO LIMOSO
ARCILLOSO ARENOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	5	5	1,000	0,000167
10	5	7	2	0,200	0,000033
20	10	12	7	0,350	0,000058
45	25	18	13	0,289	0,000048
60	15	24	19	0,317	0,000053
300	300	60	55	0,183	0,000031
900	600	81	76	0,084	0,000014
1800	900	87	82	0,046	0,000008
3600	1800	122	117	0,033	0,000005
7200	3600	131	126	0,018	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= **4,198E-05**
K prom (mm/s)= **0,251889**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

TEXTURA 3

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE
 MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:
 NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

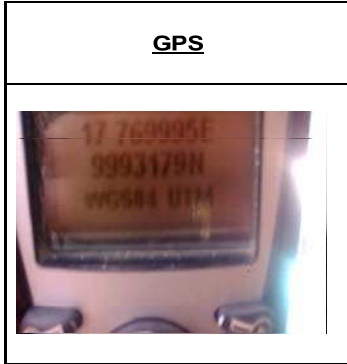
PRUEBA No.: 3,1

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 769995 Y: 9993179

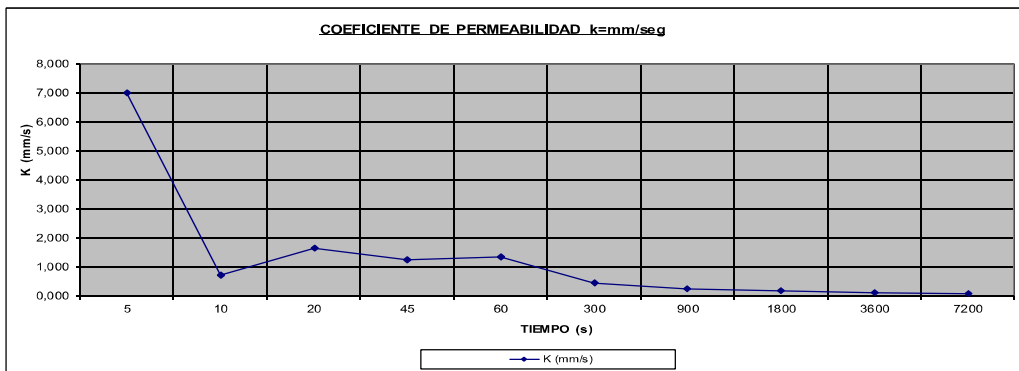
ALTITUD: 2704 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MODERADAMENTE GRUESA
 TEXTURA: FRANCO ARENOSO, FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H (mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	35	35	7,000	0,001167
10	5	42	7	0,700	0,000117
20	10	68	33	1,650	0,000275
45	25	90	55	1,222	0,000204
60	15	115	80	1,333	0,000222
300	300	169	134	0,447	0,000074
900	600	235	200	0,222	0,000037
1800	900	321	286	0,159	0,000026
3600	1800	382	347	0,096	0,000016
7200	3600	561	526	0,073	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= **0,000215**
 K prom (mm/s)= **1,290278**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

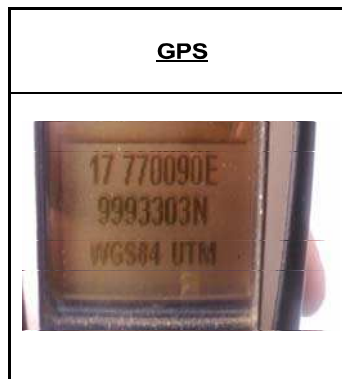
PRUEBA No.: 3,2

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770090 Y: 9993303

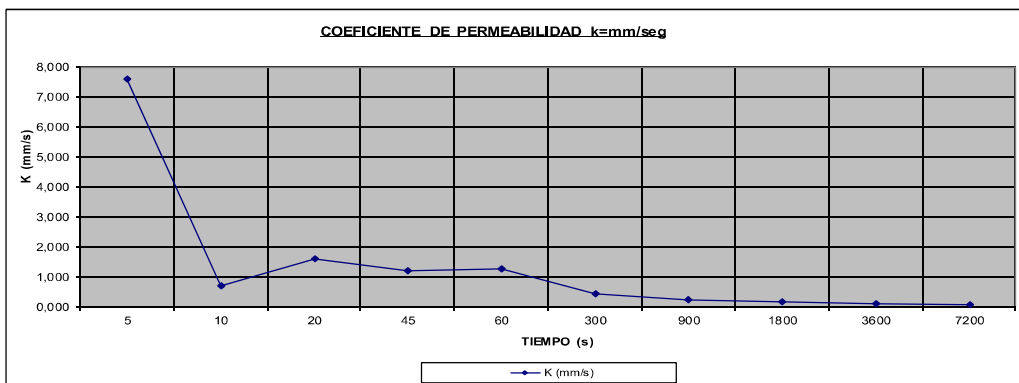
ALTITUD: 2703 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MODERADAMENTE GRUESA
 TEXTURA: FRANCO ARENOSO, FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	38	38	7,600	0,001267
10	5	45	7	0,700	0,000117
20	10	70	32	1,600	0,000267
45	25	92	54	1,200	0,000200
60	15	115	77	1,283	0,000214
300	300	170	132	0,440	0,000073
900	600	238	200	0,222	0,000037
1800	900	325	287	0,159	0,000027
3600	1800	395	357	0,099	0,000017
7200	3600	562	524	0,073	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= 0,0002229
 K prom (mm/s)= 1,337694



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

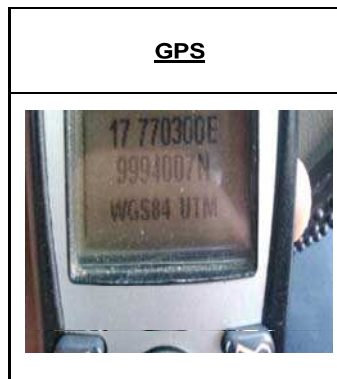
PRUEBA No.: 3,3

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770300 Y: 9994007

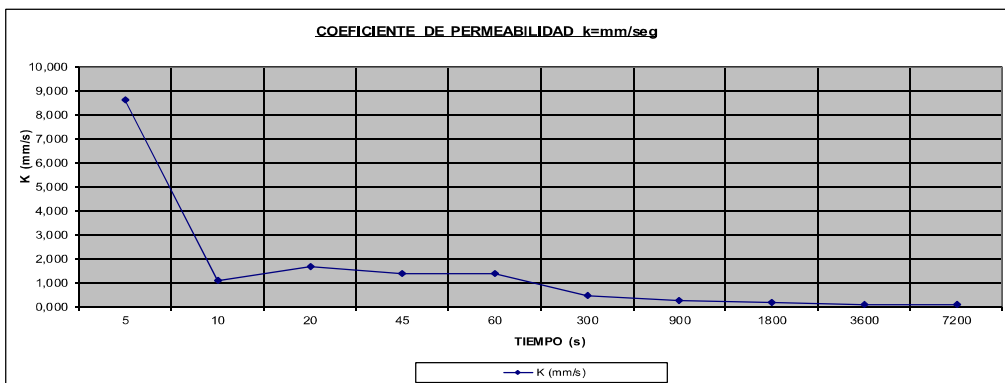
ALTITUD: 2750 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MODERADAMENTE GRUESA
 TEXTURA: FRANCO ARENOSO, FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	43	43	8,600	0,001433
10	5	54	11	1,100	0,000183
20	10	76	33	1,650	0,000275
45	25	105	62	1,378	0,000230
60	15	126	83	1,383	0,000231
300	300	179	136	0,453	0,000076
900	600	257	214	0,238	0,000040
1800	900	341	298	0,166	0,000028
3600	1800	422	379	0,105	0,000018
7200	3600	598	555	0,077	0,000013



Velocidad prom (m/seg)= 0,0002525
 K prom (mm/s)= 1,515014



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

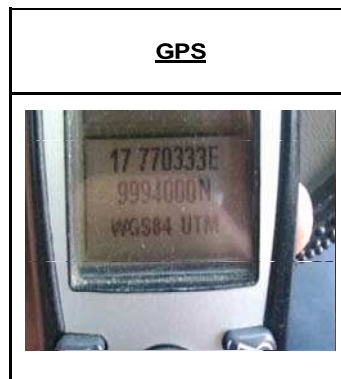
PRUEBA No.: 3,4

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X 770333 Y: 9994000

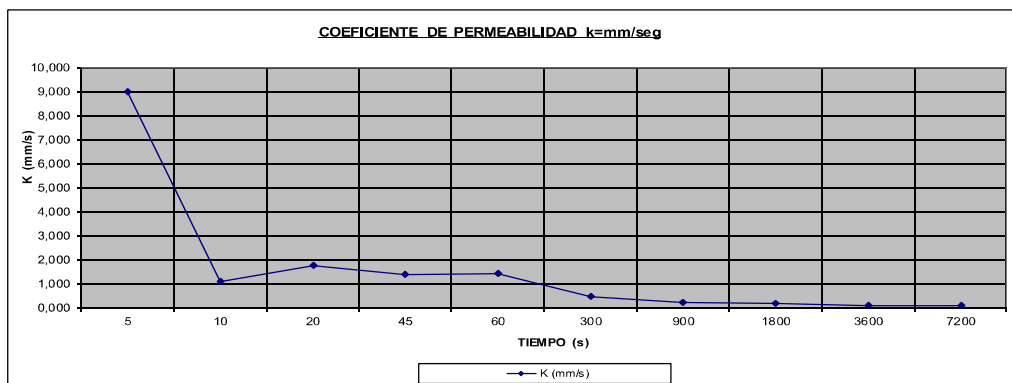
ALTITUD: 2752 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MODERADAMENTE GRUESA
 TEXTURA: FRANCO ARENOSO, FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	45	45	9,000	0,001500
10	5	56	11	1,100	0,000183
20	10	80	35	1,750	0,000292
45	25	107	62	1,378	0,000230
60	15	130	85	1,417	0,000236
300	300	180	135	0,450	0,000075
900	600	252	207	0,230	0,000038
1800	900	347	302	0,168	0,000028
3600	1800	432	387	0,108	0,000018
7200	3600	591	546	0,076	0,000013



Velocidad prom (m/seg)= 0,0002613
 K prom (mm/s)= 1,567556



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

TEXTURA 4

PRUEBA DE INFILTRACIÓN					
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA					
FICHA DE CAMPO					
PRUEBA No.:	4,1				
UBICACION / SITIO :	MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA				
COORDENADAS:	X: 770436	Y: 9993583	ALTITUD: 2726 msnm		
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:	MEDIA				
TEXTURA:	SUELO FRANCO, LIMOSO, FRANCO ARCILLOSO (<35% ARCILLA) FRANCO ARCILLO ARENOSO, FRANCO ARCILLO LIMOSO				

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H (mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	15	15	3,000	0,000500
10	5	30	15	1,500	0,000250
20	10	45	30	1,500	0,000250
45	25	75	60	1,333	0,000222
60	15	100	85	1,417	0,000236
300	300	153	138	0,460	0,000077
900	600	181	166	0,184	0,000031
1800	900	221	206	0,114	0,000019
3600	1800	256	241	0,067	0,000011
7200	3600	300	285	0,040	0,000007

GPS

Velocidad prom (m/seg)=	0,0001603
K prom (mm/s)=	0,961542

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD k=mm/seg

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 4,2

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA

COORDENADAS: X 770428

Y: 9993593

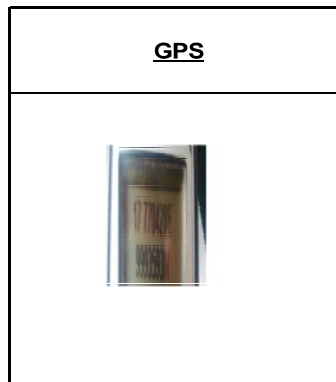
ALTITUD: 2729 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MEDIA

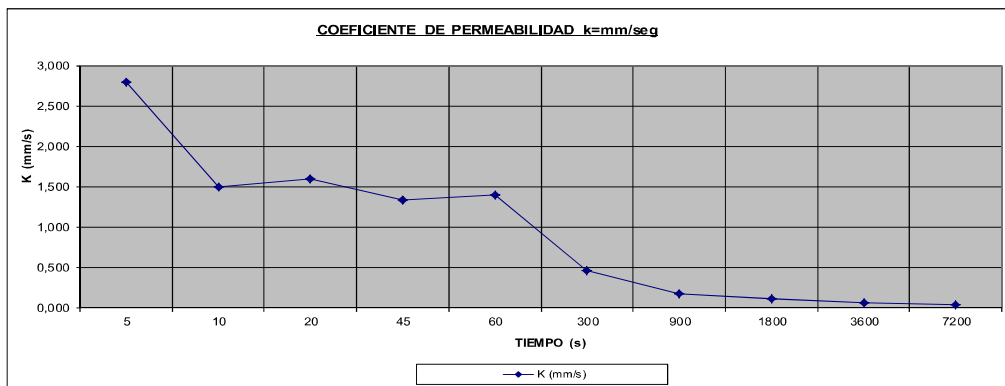
TEXTURA: SUELO FRANCO, LIMOSO, FRANCO ARCILLOSO (<35% ARCILLA)

FRANCO ARCILLO ARENOSO, FRANCO ARCILLO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	14	14	2,800	0,000467
10	5	29	15	1,500	0,000250
20	10	46	32	1,600	0,000267
45	25	74	60	1,333	0,000222
60	15	98	84	1,400	0,000233
300	300	153	139	0,463	0,000077
900	600	178	164	0,182	0,000030
1800	900	222	208	0,116	0,000019
3600	1800	251	237	0,066	0,000011
7200	3600	298	284	0,039	0,000007



Velocidad prom (m/seg)= **0,0001583**
 K prom (mm/s)= **0,949972**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 4,3

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA

COORDENADAS: X 770478

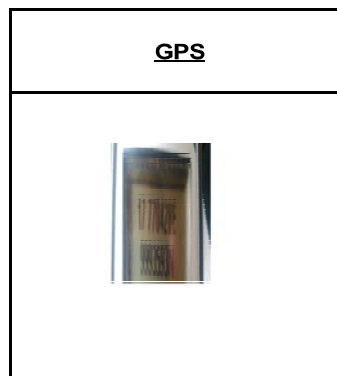
Y: 9993583

ALTITUD: 2720 msnm

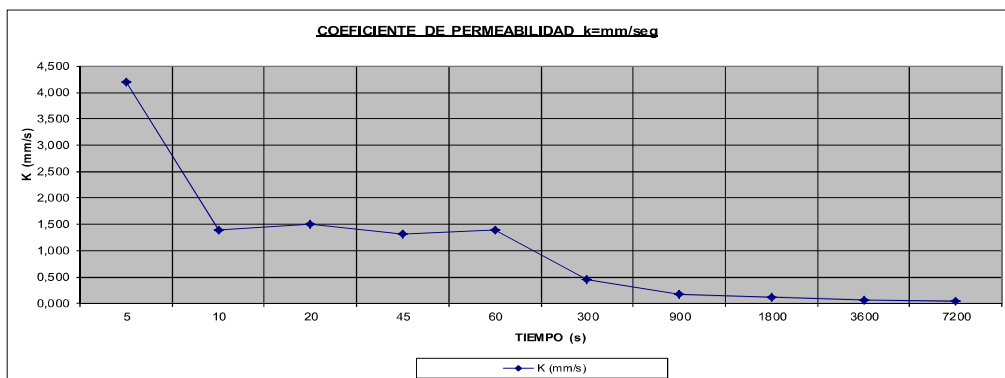
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MEDIA

TEXTURA: SUELO FRANCO, LIMOSO, FRANCO ARCILLOSO (<35% ARCILLA)
FRANCO ARCILLO ARENOSO, FRANCO ARCILLO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	21	21	4,200	0,000700
10	5	35	14	1,400	0,000233
20	10	51	30	1,500	0,000250
45	25	80	59	1,311	0,000219
60	15	105	84	1,400	0,000233
300	300	156	135	0,450	0,000075
900	600	184	163	0,181	0,000030
1800	900	227	206	0,114	0,000019
3600	1800	259	238	0,066	0,000011
7200	3600	305	284	0,039	0,000007



Velocidad prom (m/seg)= **0,0001777**
K prom (mm/s)= **1,066222**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE
 MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:
 NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

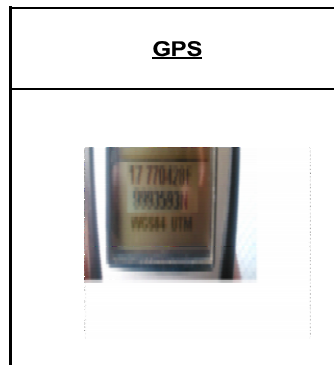
PRUEBA No.: 4,4

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770428 Y: 9993593

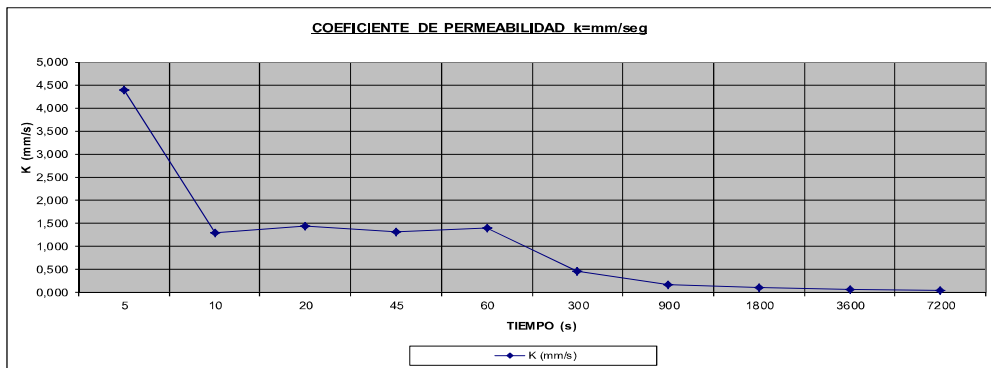
ALTITUD: 2725 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: MEDIA
 TEXTURA: SUELO FRANCO, LIMOSO, FRANCO ARCILLOSO (<35% ARCILLA)
 FRANCO ARCILLO ARENOSO, FRANCO ARCILLO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	22	22	4,400	0,000733
10	5	35	13	1,300	0,000217
20	10	51	29	1,450	0,000242
45	25	81	59	1,311	0,000219
60	15	106	84	1,400	0,000233
300	300	160	138	0,460	0,000077
900	600	182	160	0,178	0,000030
1800	900	229	207	0,115	0,000019
3600	1800	260	238	0,066	0,000011
7200	3600	306	284	0,039	0,000007



Velocidad prom (m/seg)= 0,0001787
 K prom (mm/s)= 1,071944



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

TEXTURA 5

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE
 MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:
 NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

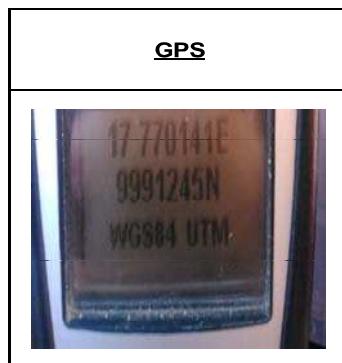
PRUEBA No.: 5,1

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 770141 Y: 9991245

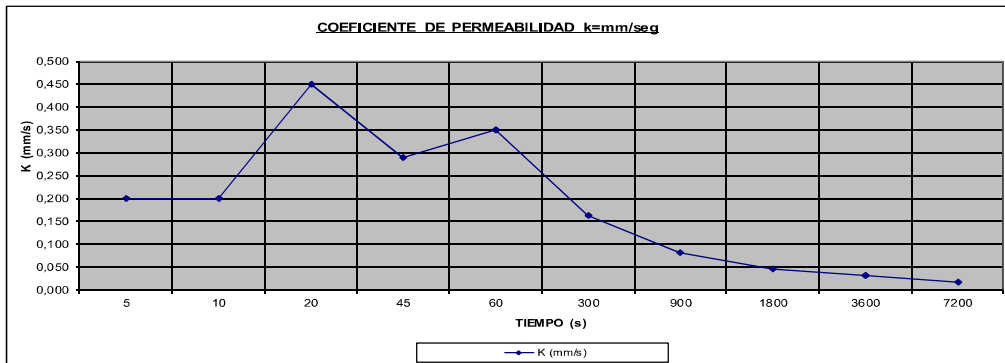
ALTITUD: 2850 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: FINA
 TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	1	1	0,200	0,000033
10	5	3	2	0,200	0,000033
20	10	10	9	0,450	0,000075
45	25	14	13	0,289	0,000048
60	15	22	21	0,350	0,000058
300	300	50	49	0,163	0,000027
900	600	75	74	0,082	0,000014
1800	900	85	84	0,047	0,000008
3600	1800	111	110	0,031	0,000005
7200	3600	121	120	0,017	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= 3,047E-05
 K prom (mm/s)= 0,182833



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 5,2

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 769725 Y: 9992486

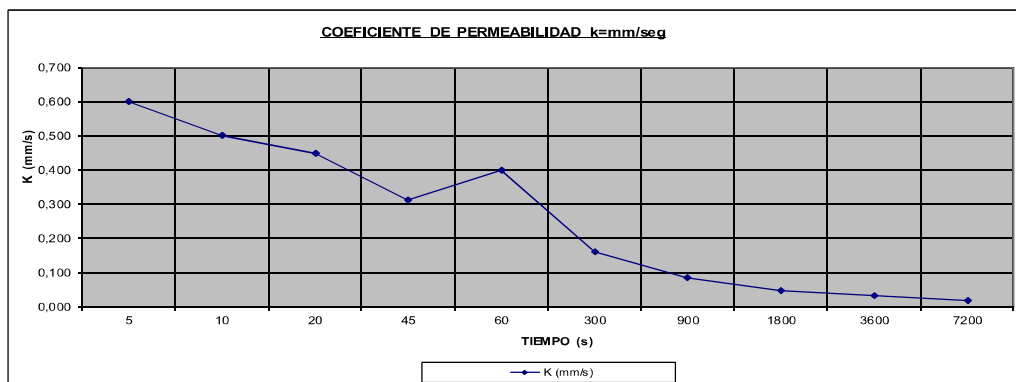
ALTITUD: 2750 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: FINA
 TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	3	3	0,600	0,000100
10	5	8	5	0,500	0,000083
20	10	12	9	0,450	0,000075
45	25	17	14	0,311	0,000052
60	15	27	24	0,400	0,000067
300	300	51	48	0,160	0,000027
900	600	79	76	0,084	0,000014
1800	900	90	87	0,048	0,000008
3600	1800	116	113	0,031	0,000005
7200	3600	125	122	0,017	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= 4,337E-05
 K prom (mm/s)= 0,260222



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

 NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

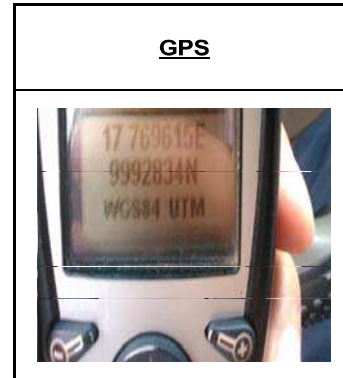
PRUEBA No.: 5,3

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 769615 Y: 9992834

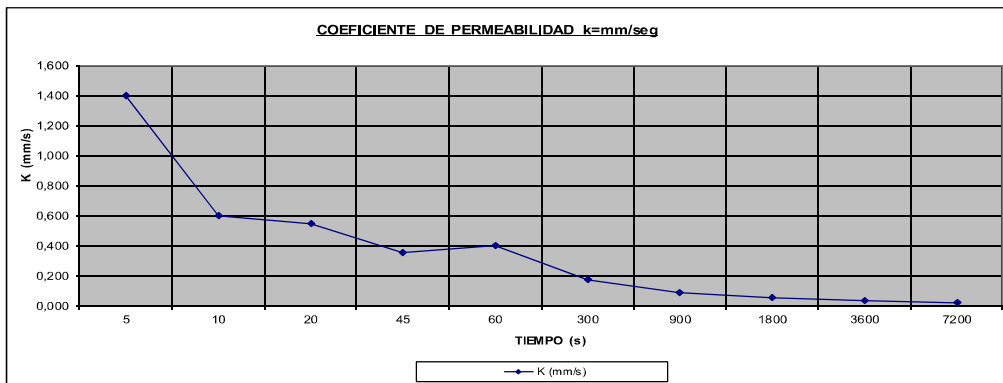
ALTITUD: 2734 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: FINA
 TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	7	7	1,400	0,000233
10	5	13	6	0,600	0,000100
20	10	18	11	0,550	0,000092
45	25	23	16	0,356	0,000059
60	15	31	24	0,400	0,000067
300	300	59	52	0,173	0,000029
900	600	86	79	0,088	0,000015
1800	900	99	92	0,051	0,000009
3600	1800	122	115	0,032	0,000005
7200	3600	136	129	0,018	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= 6,113E-05
 K prom (mm/s)= 0,366764



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

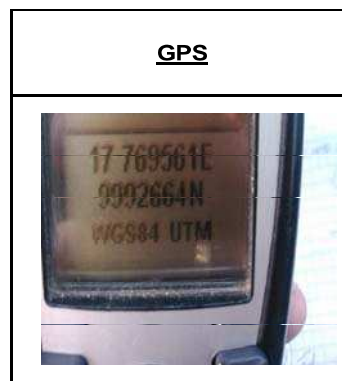
PRUEBA No.: 5,4

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
 COORDENADAS: X: 769561 Y: 9992664

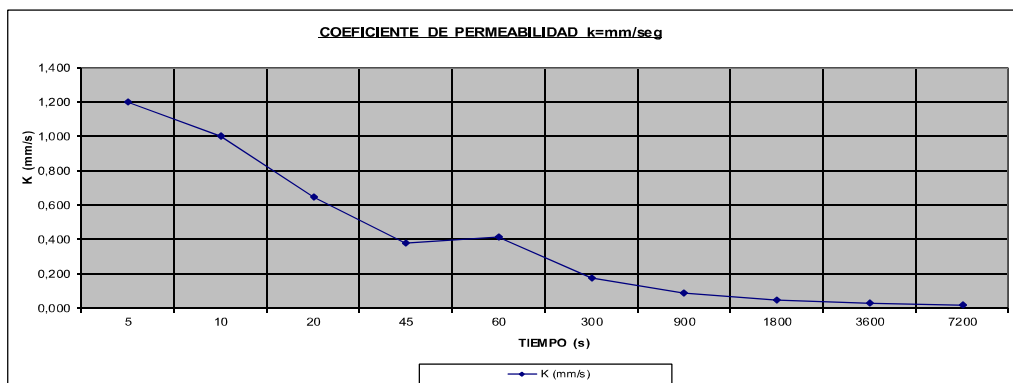
ALTITUD: 2730 msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: FINA
 TEXTURA: ARCILLOSO, FRANCO ARCILLOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	6	6	1,200	0,000200
10	5	16	10	1,000	0,000167
20	10	19	13	0,650	0,000108
45	25	23	17	0,378	0,000063
60	15	31	25	0,417	0,000069
300	300	59	53	0,177	0,000029
900	600	87	81	0,090	0,000015
1800	900	95	89	0,049	0,000008
3600	1800	124	118	0,033	0,000005
7200	3600	135	129	0,018	0,000003



Velocidad prom (m/seg)= **6,685E-05**
 K prom (mm/s)= **0,401125**



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

TEXTURA 6

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE
 MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1:
 NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

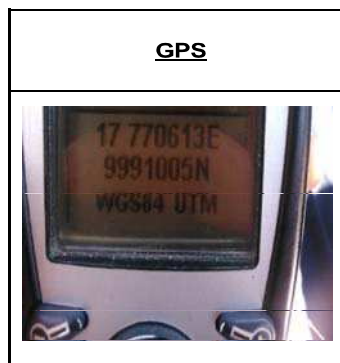
PRUEBA No.: 6,1

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA
COORDENADAS: X: 770613 Y: 9991005

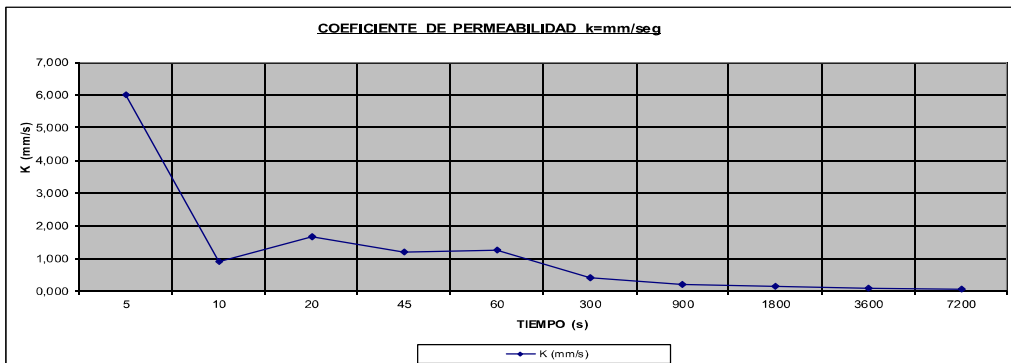
ALTITUD: 2995msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: GRUESA, MODERADAMENTE GRUESA
TEXTURA: ARENOSO, FRANCO ARENOSO
 FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	30	30	6,000	0,001000
10	5	39	9	0,900	0,000150
20	10	63	33	1,650	0,000275
45	25	84	54	1,200	0,000200
60	15	105	75	1,250	0,000208
300	300	156	126	0,420	0,000070
900	600	231	201	0,223	0,000037
1800	900	312	282	0,157	0,000026
3600	1800	385	355	0,099	0,000016
7200	3600	542	512	0,071	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= 0,0001995
K prom (mm/s)= 1,196972



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 6,2

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHAN NONO-PICHINCHA

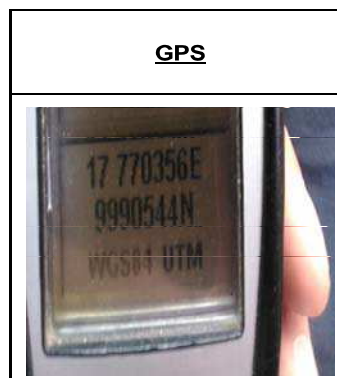
COORDENADAS: X: 770356 Y: 9990544

ALTITUD: 2910msnm

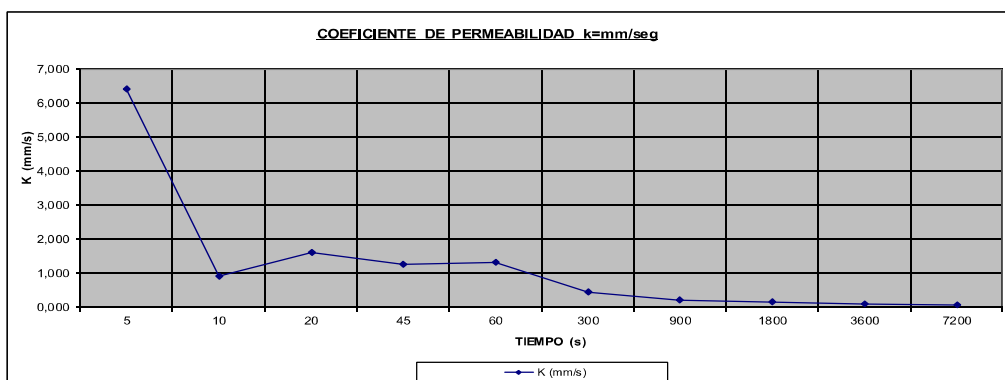
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: GRUESA, MODERADAMENTE GRUESA

TEXTURA: ARENOSO, FRANCO ARENOSO
FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	32	32	6,400	0,001067
10	5	41	9	0,900	0,000150
20	10	64	32	1,600	0,000267
45	25	88	56	1,244	0,000207
60	15	111	79	1,317	0,000219
300	300	162	130	0,433	0,000072
900	600	231	199	0,221	0,000037
1800	900	318	286	0,159	0,000026
3600	1800	381	349	0,097	0,000016
7200	3600	551	519	0,072	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= 0,0002074
K prom (mm/s)= 1,244347



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 6,3

UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA

COORDENADAS: X: 770613

Y: 9989982

ALTITUD: 3151msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: GRUESA, MODERADAMENTE GRUESA

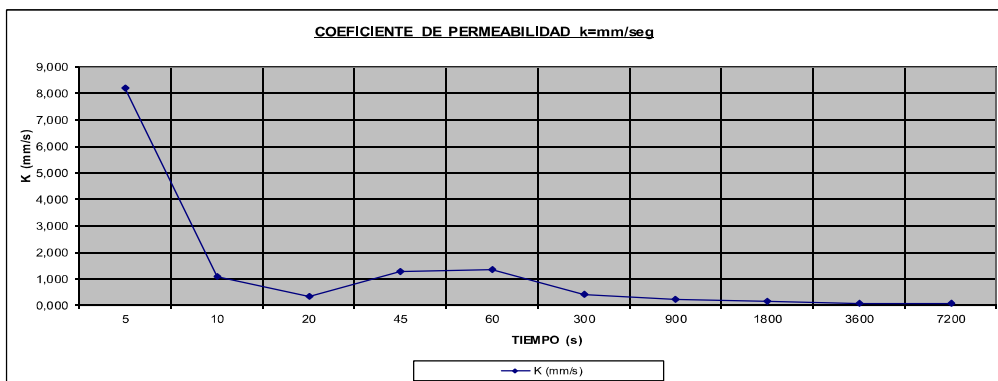
TEXTURA: ARENOSO, FRANCO ARENOSO

FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	41	41	8,200	0,001367
10	5	52	11	1,100	0,000183
20	10	48	7	0,350	0,000058
45	25	98	57	1,267	0,000211
60	15	122	81	1,350	0,000225
300	300	171	130	0,433	0,000072
900	600	241	200	0,222	0,000037
1800	900	328	287	0,159	0,000027
3600	1800	391	350	0,097	0,000016
7200	3600	560	519	0,072	0,000012

GPS

Velocidad prom (m/seg)= 0,0002208
 K prom (mm/s)= 1,325097



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

NOMBRE: Xavier Tamayo

PRUEBA DE INFILTRACIÓN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HORTON PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN (NONO, PICHINCHA), ESCALA 1: NONO-PICHINCHA

FICHA DE CAMPO

PRUEBA No.: 6,4

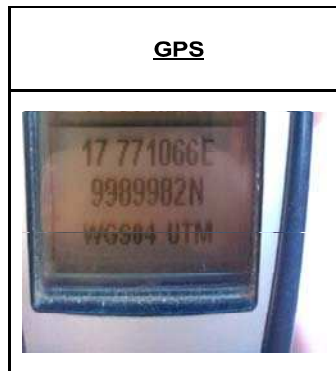
UBICACION / SITIO : MICROCUENCA DEL RÍO PICHÁN NONO-PICHINCHA

COORDENADAS: X: 771066 Y: 9989982

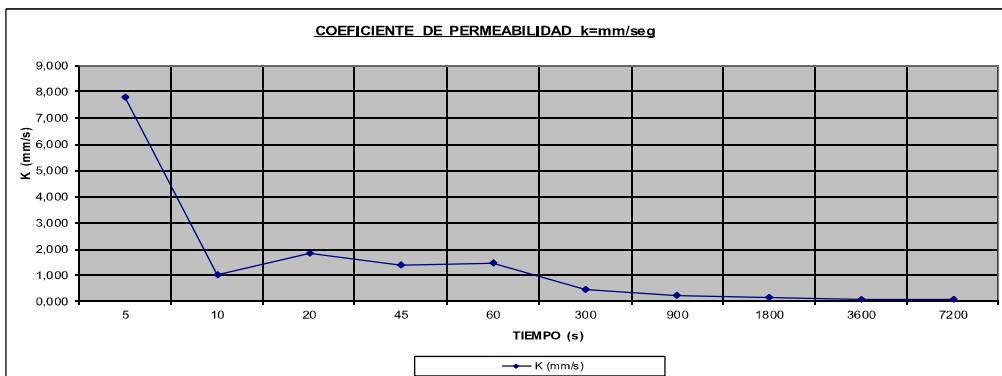
ALTITUD: 3149msnm

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO: GRUESA, MODERADAMENTE GRUESA
 TEXTURA: ARENOSO, FRANCO ARENOSO
 FRANCO LIMOSO

Tiempo T (seg)	T acum (seg)	Lectura H (mm)	Incremento H(mm)	K (mm/s)	Vel. Infiltr (m/seg)
5	5	39	39	7,800	0,001300
10	5	49	10	1,000	0,000167
20	10	76	37	1,850	0,000308
45	25	101	62	1,378	0,000230
60	15	128	89	1,483	0,000247
300	300	181	142	0,473	0,000079
900	600	246	207	0,230	0,000038
1800	900	327	288	0,160	0,000027
3600	1800	392	353	0,098	0,000016
7200	3600	565	526	0,073	0,000012



Velocidad prom (m/seg)= 0,0002424
 K prom (mm/s)= 1,454556



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DE LAS MEDICIONES

 NOMBRE: Xavier Tamayo

Anexo 3. Fichas técnicas sobre suelos realizadas por el Instituto Espacial Ecuatorial

FICHA PM4-P144

"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"

PERFIL No.: PM4-P144

FECHA: 2013-06-17

AUTOR(es): Moncayo, P.; Cascante, G.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitric Hapludands (DHFL)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
Provincia: Pichincha
Parroquia: Nono
Coordenada X: 773 385 m

Cantón: Quito

Sitio: Finca Sandra Isabel

Coordenada Y: 9 997 500 m

Altitud: 2776 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvión antiguo
Geología (Material Parental): Depósitos coluviales

Pendiente general: Muy suave 2 a 5 %

Pendiente local: 5%

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Agropecuario
Influencia humana: Labores de cultivo

Cultivos: Mora, tomate de árbol, uvilla (en invernadero), pastos,
Vegetación natural: Pino, guanto

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: grava Fina (0,2 - 0,6cm)
Cobertura: pocas (10 - 25%)

Dureza: Duro

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión

Superficie (%): -

Grado: -

- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 100 cm
- DRENAJE: Externo: Normal
- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia:
- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

Interno: Bueno

Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PM4-P144

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-20	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franco arcillo arenosa; estructura de tipo granular a bloques subangulares, fino/delgado y de grado moderado; suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia muchos; raíces: muy finas-pocas finas-muchas medias-pocas; actividad biológica común del tipo canales de lombrices, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada moderada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía suave.
Bw	20-64	Color principal en húmedo: gris muy oscuro (10 YR 3/1), textura de campo franco arcillosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, grueso/espeso y de grado moderado; suelo húmedo; consistencia en húmedo firme, en mojado adherente y plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-pocas finas-muchas medias-común, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2Ab	64-100	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo franco arcillo arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, grueso/espeso y de grado débil; suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: medias-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
2C	100-113+	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo arenoso francosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia comunes; raíces: finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PM4-P144

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Aroilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-20	62	30	8	Franco arenoso	1.18	55.36	20.70	12.24
Bw	20-64	60	32	8	Franco arenoso				
2Ab	64-100								
2C	100-113+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)				(ppm)			
Ap	0-20	6.90	35.00	10.00	0.91	11.51	2.17						
Bw	20-64	6.80	13.00	5.00	1.11	6.83	1.00						
2Ab	64-100												
2C	100-113+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-20	0.26	8.49	4.92			5.44	2.38	15.36	
Bw	20-64	0.22	4.43	2.57			6.83	0.90	7.05	
2Ab	64-100									
2C	100-113+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Basec	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-20	0.45	1.11	12.40	4.00	17.96	27.00	66.52
Bw	20-64							
2Ab	64-100							
2C	100-113+							

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	C.E. relacion	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PSI
				(mg)									

FICHA PM4-P145

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PM4-P145

FECHA: 2013-06-17

AUTOR(ES): Moncayo, P.; Cascante, G.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Hapludols (HFF)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Calacalí
 Coordenada X: 772 889 m

Cantón: Quito
 Sitio: H. El Socorro
 Coordenada Y: 9 998 351 m Altitud: 2664 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie ondulada
 Geología (Material Parental): Formación Macuchi

Pendiente general: Muy suave 2 a 5 % Pendiente local: 5%

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Pecuario
 Influencia humana: Labores de cultivo

Cultivos: Pastos
 Vegetación natural: Arbustiva cercas vivas: pino

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión
 - ENCOSTRAMIENTO: Groser: ninguno

Superficie (%): - Grado: -
 Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 48 cm
 - DRENAJE: Externo: Normal
 - INUNDACIÓN: Mes ocurrencia:
 - TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo
 Interno: Bueno
 Duración:

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PM4-P145

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-30	Color principal en húmedo: gris muy oscuro (10 YR 3/1), textura de campo franca; estructura de tipo granular a bloques subangulares, medio a grueso y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia muchos; raíces: muy finas-muchas finas- muchas; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada moderada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
A	30-48	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, medio y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: finas-común gruesas-pocas; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía ondulada.
2C1	48-63	Color principal en húmedo: pardo (10 YR 5/3), textura de campo areno francosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; raíces: finas-muchas medias-común, fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
3C2	63-80	Color principal en húmedo: pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4), textura de campo arena gruesa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; raíces: muy finas-pocas finas-muchas, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
4C3	80-110+	Color principal en húmedo: pardo amarillento (10 YR 5/6), textura de campo areno francosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; raíces: finas-común medias-común, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PSM-P145

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Aroilla	Clase textural	D _s (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-30	54	30	6	Franco arenoso	1.32	50.23	19.84	11.73
A	30-48	82	14	4	Areno francoso				
2C1	48-63								
3C2	63-80								
4C3	80-110+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)				(ppm)			
Ap	0-30	6.60	32.00	10.00	1.09	8.43	1.39						
A	30-48	6.40	16.00	4.00	0.59	4.50	0.78						
2C1	48-63												
3C2	63-80												
4C3	80-110+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C/N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-30	0.32	5.17	3.00			6.06	1.28	9.01	
A	30-48	0.18	3.54	2.05			5.77	1.32	8.95	
2C1	48-63									
3C2	63-80									
4C3	80-110+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Basec	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-30	0.57	1.43	9.40	2.10	13.50	16.00	84.37
A	30-48							
2C1	48-63							
3C2	63-80							
4C3	80-110+							

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO _x	SO _x	Cl	RAS	PSI
				(mg/l)									

PM4-P146

"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"

PERFIL No.: PM4-P146

FECHA: 2013-06-17

AUTOR(ES): Moncayo, P.; Cascante, G.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Haplusteps (KEDG)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Calacalí
 Coordenada X: 776 541 m

Cantón: Quito
 Sitio: Calacalí
 Coordenada Y: 10 000 613 m Altitud: 2689 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de deyección reciente
 Geología (Material Parental): Depósitos coluvio aluviales

Pendiente general: Media 12 a 25 %

Pendiente local: 13 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Agrícola
 Influencia humana: Labores de cultivo

Cultivos: Rastrojo de maíz
 Vegetación natural: Cercas vivas: pino, eucalipto

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: grava Fina (0,2 - 0,6cm)
 Cobertura: frecuentes (25 - 50%)

Dureza: Duro

- EROSIÓN: Categoría: Erosión hídrica o deposición

Superficie (%): 0

Grado:

- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 44 cm

Tipo: Poco profundo

- DRENAJE: Externo: Normal

Interno: Bueno

- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia:

Duración:

- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PM4-P146

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-16	Color principal en húmedo: pardo oscuro (10 YR 3/3), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo granular, fino/velgado y de grado débil, suelo húmedo; consistencia en húmedo fríasle, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia muchos; raíces: muy finas-pocas finas-comun; actividad biológica común del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada moderada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía suave.
Bw	16-44	Color principal en húmedo: pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, medio y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia muchos; actividad biológica poca del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
C1	44-78	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo muy fríasle, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia comunes, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
C2	78-120-	Color principal en húmedo: pardo oscuro (10 YR 3/3), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo fríasle, en mojado no adherente y no plástico, fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, común y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PM4-P146

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arenilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-16	76	18	6	Areno francoso	1.49	43.77	14.68	9.26
Bw	16-44	72	22	6	Franco arenoso				
C1	44-78								
C2	78-120+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)		(meq/100g)			(ppm)					
Ap	0-16	6.60	38.00	200.0	0.57	9.21	9.33						
Bw	16-44	6.30	22.00	26.00	0.31	3.62	0.48						
C1	44-78												
C2	78-120+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrogeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-16	0.28	3.39	1.97			0.99	16.37	32.53	
Bw	16-44	0.17	1.62	0.94			7.54	1.55	13.23	
C1	44-78									
C2	78-120+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	ClC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-16	0.47	0.75	10.10	1.30	12.62	14.00	90.14
Bw	16-44							
C1	44-78							
C2	78-120+							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	FSI
				mg/L									

PM4-P147

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PM4-P147

FECHA: 2013-06-18

AUTOR(es): Moncayo, P.; Cascante, G.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Haplusteps (KEDG)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Fichincha
 Parroquia: Calacali
 Coordenada X: 777 123 m

Cantón: Quito
 Sitio: Calacali
 Coordenada Y: 9 999 344 m Altitud: 2929 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Domo volcánico
 Geología (Material Parental): Formación Cangahua

Pendiente general: Media a fuerte 25 a 40 % Pendiente local: 5%

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Sin uso ni manejo
 Influencia humana: No

Cultivos: No
 Vegetación natural: Herbácea: ñacha, arbustiva: Guirango, pino

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: - Distancia afloramientos (m): -
 Dureza: -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: grava Fina (0,2 - 0,6cm)
 Cobertura: frecuentes (25 - 50%) Dureza: Duro

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión Superficie (%): - Grado: -

- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: - Distancia entre grietas: -
 Profundidad: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 50 cm

- DRENAJE: Externo: Normal

- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia:

- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo

Interno: Bueno

Duración:

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PM4-P147

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
A	0-30	Color principal en húmedo: pardo (10 YR 4/3), textura de campo arena francosa; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia pocas; raíces: muy finas-común finas-muchas; actividad biológica poca, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF medio, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía suave.
Bw	30-50	Color principal en húmedo: gris oscuro (10 YR 4/1), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino delgado y de grado débil, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; raíces: muy finas-común finas-muchas medias-común, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
C1	50-70	Color principal en húmedo: pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4), textura de campo arena gruesa; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en seco suelto, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-pocas finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.
2C2	70-116	Color principal en húmedo: gris (5 Y 6/1), textura de campo arena gruesa; estructura de tipo grano simple; suelo seco; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PMA-P147

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
A	0-30	82	14	4	Areno franco	1.35	47.51	12.10	7.93
Bw	30-50								
C1	50-70								
2C2	70-116								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)			(ppm)				
A	0-30	6.50	30.00	8.00	0.27	5.96	1.14						
Bw	30-50												
C1	50-70												
2C2	70-116												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C/N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	A+H (meq/100g)
A	0-30	0.17	2.95	1.71			5.23	4.22	26.30	
Bw	30-50									
C1	50-70									
2C2	70-116									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
A	0-30	0.69	0.32	6.40	1.20	8.61	10.00	86.10
Bw	30-50							
C1	50-70							
2C2	70-116							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PSI
				mg/l									

PM4-P148

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PM4-P148

FECHA: 2013-06-18

AUTOR(ES): Moncayo, P.; Cascante, G.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Udorthents (LEFB)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
Provincia: Pichincha
Parroquia: Catacañi
Coordenada X: 776 717 m

Cantón: Quito
Sitio: Cóndor Pamba
Coordenada Y: 9 997 533 m Altitud: 2911 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Valle intramontano
Geología (Material Parental): Depósitos aluviales

Pendiente general: Media 12 a 25 % Pendiente local: 5 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Agrícola
Influencia humana: Labores cultivo

Cultivos: Maíz
Vegetación natural: Eucalipto en cercas vivas

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: - Distancia afloramientos (m): -
Dureza: -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: grava Fina (0,2 - 0,6cm)
Cobertura: frecuentes (25 - 50%) Dureza: Duro

- EROSIÓN: Categoría: Erosión hídrica y eólica Superficie (%): 0 Grado:
- ENCOSTRAMIENTO: Grado: ninguno Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: - Distancia entre grietas: -
Profundidad: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 14 cm Tipo: Superficial
- DRENAJE: Externo: Normal Interno: Excesivo
- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: - Duración: -
- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PIM-P148

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-14	Color del suelo en seco: pardo grisáceo (10 YR 5/2), Color principal en húmedo: - (-), textura de campo arenoso francosa; estructura de tipo grano simple; suelo seco; consistencia en seco suelto, en mojado no adherente y no plástico; raíces: muy finas-muchas finas- muchas medias-común; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, reacción al agua oxigenada moderada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
C1	14-70	Color principal en húmedo: pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), textura de campo arenoso francosa; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo muy firme, en mojado no adherente y no plástico; raíces: finas-pocas medias-común; actividad biológica poca, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
C2	70-82	Color principal en húmedo: pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), textura de campo arenoso; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; raíces: medias-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
C3	82-100	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo arenoso francosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no adherente y no plástico; fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2C4	100-120-	Color principal en húmedo: pardo grisáceo (10 YR 5/2), textura de campo arena gruesa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PM4-P148

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-14	82	14	4	Areno franco	1.50	43.55	12.10	7.93
C1	14-70								
C2	70-82								
C3	82-100								
2C4	100-120+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)				(ppm)			
Ap	0-14	5.70	18.00	108.0	0.84	5.77	1.25						
C1	14-70												
C2	70-82												
C3	82-100												
2C4	100-120+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C/N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-14	0.33	2.51	1.45			5.42	1.48	9.55	
C1	14-70									
C2	70-82									
C3	82-100									
2C4	100-120+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-14	0.31	1.12	7.10	1.10	9.63	10.00	96.30
C1	14-70							
C2	70-82							
C3	82-100							
2C4	100-120+							

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	C.E. (meq/cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PQ1
				(mg)									

PM4-P149

"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"

PERFIL No.: PM4-P149

FECHA: 2013-06-18

AUTOR(es): Moncayo, P.; Cascante, G.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Haplustepts (KEDG)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Calacali
 Coordenada X: 777 258 m

Cantón: Quito
 Sitio: HUASAYA
 Coordenada Y: 9 998 055 m Altitud: 2854 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Morrena de fondo
 Geología (Material Parental): Depósitos glaciares

Pendiente general: Muy suave 2 a 5 % Pendiente local: 5%

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Agrícola
 Influencia humana: Labores de cultivo

Cultivos: Maíz
 Vegetación natural: Cercas vivas: pino, guarango, eucalipto

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: - Distancia afloramientos (m): -
 Dureza: -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: grava Fina (0,2 - 0,6cm)
 Cobertura: frecuentes (25 - 50%) Dureza: Duro

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión Superficie (%): - Grado: -

- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: - Distancia entre grietas: -
 Profundidad: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 95 cm Tipo: Moderadamente profundo

- DRENAJE: Externo: Normal Interno: Bueno

- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: Duración:

- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PM4-P149

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-25	Color principal en húmedo: pardo amarillento oscuro (10 YR 5/4), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo granular a bloques subangulares, fino/mediano y de grado débil, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-pocas finas-común; actividad biológica poca, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía suave.
A	25-47	Color principal en húmedo: pardo amarillento oscuro (10 YR 5/4), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/mediano y de grado débil, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia comunes, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
Bw	47-95+	Color principal en húmedo: pardo oscuro (10 YR 3/3), textura de campo franco arcillosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, medio y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia comunes, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
C	95-112	Color principal en húmedo: pardo (10 YR 5/3), textura de campo franco arcillo arenosa; estructura de tipo masiva; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia muchos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PM-P149

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arilla	Clase textural	D _s (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-25	66	26	8	Franco arenoso	1.31	50.68	18.98	11.41
A	25-47								
Bw	47-95+	54	36	10	Franco arenoso				
C	95-112								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)			(ppm)				
Ap	0-25	6.10	37.00	40.00	0.55	8.68	1.54						
A	25-47												
Bw	47-95+	6.80	25.00	124.0	0.11	14.02	1.88						
C	95-112												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-25	0.30	4.13	2.40			5.64	2.90	18.58	
A	25-47									
Bw	47-95+	0.39	3.94	2.23			8.87	14.36	141.82	
C	95-112									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Basec	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-25	0.45	0.85	8.30	1.60	11.20	14.00	80.00
A	25-47							
Bw	47-95+							
C	95-112							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PSI
				mg/l									

PN2-P121

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P121

FECHA: 2013-05-15

AUTOR(es): ORTIZ, S.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Eutrudepts (KGDf)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Nono
 Coordenada X: 769 987 m

Cantón: Quito
 Sitio: Pucara
 Coordenada Y: 9 997 474 m Altitud: 2549 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Relieve cóncavo muy alto
 Geología (Material Parental): Formación Yunguilla

Pendiente general: Muy fuerte 70 a 100 % Pendiente local: 115 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Pecuario (85%) - agrícola (15%)
 Influencia humana: Pastoreo, compactación por pisoteo

Cultivos: Pasto natural - maíz
 Vegetación natural: Arbórea dispersa en cercas vivas

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Erosión hídrica o deposición

Superficie (%): 0

Grado: ligero

- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 35 cm

Tipo: Poco profundo

- DRENAJE: Externo: Rápido

Interno: Bueno

- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -

Duración: -

- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No. PN2-P121

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descrietas en Campo
Ap	0-15	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, friotegado y de grado moderado; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo muy fríasle, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocas; raíces: muy finas-común; actividad biológica mucha, del tipo otra actividad de insectos; fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna; reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos; el límite de distinción es curo y topografía fracturada.
Bw	15-30	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, grueso/espeso y de grado débil; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo muy fríasle, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocas; raíces: muy finas-pocas; actividad biológica poca del tipo otra actividad de insectos; fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna; reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos; el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
Bc	35-60	Color principal en húmedo: pardo (10 YR 4/3), textura de campo arena; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo suelta, en mojado no adherente y no plástico; fragmentos gruesos del tipo grava media, pocas y de grado de meteorización poca o ninguna; sin reacción al NaF, sin reacción a agua oxigenada, sin presencia de carbonatos; el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
Ac1	60-90	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), moteado principal pardo fuerte (7,5 YR 4/6) pocas, fino, distinto, agudo; textura de campo franca; estructura de tipo bloques sub-angulares, friotegado y de grado moderado; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo muy fríasle, en mojado adherente y plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño muy finos y de abundancia comunes; fragmentos gruesos del tipo grava media, pocas y de grado de meteorización poca o ninguna; reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos; el límite de distinción es gradual y topografía suave.
Ac2	90-110+	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), moteado principal pardo fuerte (7,5 YR 5/8) común, fino, prominente, agudo; textura de campo franco arcillosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, friotegado y de grado moderado; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo firme, en mojado adherente y plástico; con porosidad de tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; fragmentos gruesos del tipo piedras, pocas y de grado de meteorización fuerte; reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos; en las formaciones especiales; (revestimientos) arcilla de abundancia común.

PN2-P121

Página 1 de 2

PN2-P121

Página 2 de 2

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PND-P121

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo (%)	Arolia	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
Ap	0-15	68	22	10	franco arenoso	1.38	47.85	18.12	11.09
Bw	15-35	66	24	10	franco arenoso				
2C	35-60								
Ab1	60-90								
Ab2	90-110+	46	28	26	franco				

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)			(ppm)				
Ap	0-15	6.80	15.00	7.00	0.37	5.64	0.92						
Bw	15-35	6.00	8.00	5.00	0.30	2.06	1.39						
2C	35-60												
Ab1	60-90												
Ab2	90-110+	7.40	14.00	5.00	1.05	11.78	3.97						

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrogeno Total (%)	C/N	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-15	0.48	1.77	1.03			5.13	2.49	17.73	
Bw	15-35	0.32	0.89	0.62			1.66	4.43	11.30	
2C	35-60									
Ab1	60-90									
Ab2	90-110+	0.15	1.18	0.68			2.97	3.79	19.00	

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-15	0.26	0.59	6.00	1.20	8.01	8.50	94.24
Bw	15-35							
2C	35-60							
Ab1	60-90							
Ab2	90-110+							

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAE	PBI
				mg/L									

PN2-P122

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P122

FECHA: 2013-06-15

AUTOR(es): MALDONADO, E.; ORTIZ, S.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Hapludols (HFF)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
Provincia: Pichincha
Parroquia: Nono
Coordenada X: 770 840 m

Cantón: Quito
Sitio: Hacienda San Francisco
Coordenada Y: 9 996 754 m Altitud: 2513 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rielieve colinado medio
Geología (Material Parental): Formación Yunguita

Pendiente general: Fuerte 40 a 70 % Pendiente local: 58 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Sin uso
Influencia humana: -

Cultivos: -
Vegetación natural: Arbórea, matorral y arbustos naturales

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión
- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Superficie (%): - Grado: -
Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 36 cm
- DRENAJE: Externo: Normal
- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo
Interno: Bueno
Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PNC-P122

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
A	0-20	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franca; estructura de tipo granular, fino/mediano y de grado moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-común, finas-muchas, medias-pocas; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
Bw	20-36	Color principal en húmedo: gris muy oscuro (10 YR 3/1), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/mediano y de grado moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: finas-pocas medias-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
C1	36-60	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo arena francosa; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado no adherente y no plástico; fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, muchos y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2C2	60-110+	Color principal en húmedo: amarillo pálido (2,5 Y 7/3), textura de campo arena gruesa; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PHQ-P122

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arolilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
A	0-20	58	28	14	franco arenoso	1.21	54.30	22.42	13.34
Bw	20-36	70	22	8	franco arenoso				
C1	36-60								
2C2	60-110+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)				(ppm)			
A	0-20	5.80	35.00	3.00	0.35	6.19	1.47						
Bw	20-36	6.00	30.00	5.00	0.24	5.26	0.87						
C1	36-60												
2C2	60-110+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrogeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
A	0-20	0.17	4.72	2.74			4.21	4.20	21.89	
Bw	20-36	0.17	3.39	1.97			6.03	3.63	25.50	
C1	36-60									
2C2	60-110+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Basec	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
A	0-20	0.18	0.50	5.80	1.70	8.18	14.00	100.00
Bw	20-36							
C1	36-60							
2C2	60-110+							

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RA3	PS1
				mg/l									

PN3-P123

"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"

PERFIL No.: PN2-P123

FECHA: 2013-06-15

AUTOR(es): ORTIZ, E.; MALDONADO, E.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Haplustolls (IGGO)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Nono
 Coordenada X: 772 203 m

Cantón: Quito
 Sitio: San Francisco
 Coordenada Y: 9 997 661 m Altitud: 2783 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Relieve colinado muy alto
 Geología (Material Parental): Formación Yunguita

Pendiente general: Muy fuerte 70 a 100 % Pendiente local: 100 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Sin uso y un 30 % pecuario
 Influencia humana: -

Cultivos: Pastos
 Vegetación natural: Arbórea y matorral disperso

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: Muy Pocos
 Dureza: No se fracciona

Distancia afloramientos (m): > 50

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Erosión hídrica o deposición
 Grosor: ninguno

Superficie (%): 0 - 5 Grado: moderado
 Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 70 cm
 - DRENAJE: Externo: Rápido
 - INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
 - TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo
 Interno: Bueno
 Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PN2-P123

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-24	Color principal en húmedo: gris muy oscuro (10 YR 3/1), textura de campo franco arcillo arenosa; estructura de tipo granular a bloques subangulares, fino/mediano y de grado moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño muy finos y de abundancia muchas; raíces: muy finas-muchas, finas-muchas, gruesas-común; actividad biológica mucha, del tipo canales de lombrices, fragmentos gruesos del tipo grava media, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía suave.
AC	24-40	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo granular a bloques subangulares, fino/mediano y de grado moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-muchas, finas-muchas, gruesas-común; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava media, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
2Ab	40-70	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo franco arcillo arenosa; estructura de tipo granular a bloques subangulares, medio y de grado débil, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia comunes; raíces: finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava media, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
2Bw	70-105	Color principal en húmedo: gris muy oscuro (10 YR 3/1), textura de campo franco arcillosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/mediano y de grado débil, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo frías, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia pocos; raíces: muy finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía ondulada.
2Cr	105-120+	Color principal en húmedo: pardo amarillento (10 YR 5/6), estructura de tipo rocosa, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo extremadamente firme, sin reacción al NaF, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos; en las formaciones especiales; (revestimientos) manganeso de abundancia común.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PND-P123

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Aroilla	Clase textural	D _s (g/cm ³)	Porosidad (%)	CO (p/g)	PMP (p/g)
		%							
Ap	0-24	64	24	12	franco arenoso	1.13	57.36	19.84	12.01
AC	24-40								
2Ab	40-70								
2Bw	70-105								
2Cr	105-120+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)		(meq/100g)			(ppm)					
Ap	0-24	7.10	29.00	5.00	1.09	11.37	1.28						
AC	24-40												
2Ab	40-70												
2Bw	70-105												
2Cr	105-120+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dB/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-24	0.43	3.39	1.97			8.88	1.17	11.61	
AC	24-40									
2Ab	40-70									
2Bw	70-105									
2Cr	105-120+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-24	0.21	1.27	11.50	1.50	14.48	17.00	85.18
AC	24-40							
2Ab	40-70							
2Bw	70-105							
2Cr	105-120+							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/100g	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PSI
				mg/L									

PN2-P124

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P124

FECHA: 2013-06-15

AUTOR(es): ORTIZ, S., MALDONADO, E.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Húmic Udutrands (DFBG)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
Provincia: Pichincha
Parroquia: Nono
Coordenada X: 772 260 m

Cantón: Quito
Sitio: Hacienda La Merced de Nono
Coordenada Y: 9 996 082 m Altitud: 2619 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvio antiguo
Geología (Material Parental): Depósitos coluvio aluviales

Pendiente general: Suave 5 a 12 % Pendiente local: 5 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Agrícola - Pecuário
Influencia humana: Actividades agrícolas

Cultivos: Papa, maíz y pastos
Vegetación natural: Arbustiva dispersa

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión
- ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Superficie (%): - Grado: -
Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 60 cm
- DRENAJE: Externo: Normal
- INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
- TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo
Interno: Bueno
Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PNC-P124

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-15	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo granular, fino/degado y de grado moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-común, finas-pocas; actividad biológica común, del tipo canales de lombrices, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía suave.
AB	15-40	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franca; estructura de tipo granular a bloques subangulares, fino/degado y de grado débil a moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-pocas; actividad biológica poca, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
Bw	40-60	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franca; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/degado y de grado débil, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocas; raíces: muy finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2C1	60-70	Color principal en húmedo: pardo grisáceo (10 YR 5/2), textura de campo franco limosa; estructura de tipo masiva; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocas; raíces: muy finas-común, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
3C2	70-75	Color principal en húmedo: gris parduzco claro (10 YR 5/2), textura de campo franco limosa; estructura de tipo masiva; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; raíces: muy finas-común, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
4C3	75-90	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), color secundario en húmedo pardo oscuro (10 YR 3/3), textura de campo franco limosa; estructura de tipo granular, fino/degado y de grado moderado, suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocas; raíces: muy finas-común, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
5C4	90-100	Color principal en húmedo: negro (2,5 Y 2,5/1), textura de campo arena; estructura de tipo grano simple; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo suelto, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo intersticial de tamaño finos y de abundancia muchos; reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
Ab	100-120+	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo franco limosa; estructura de tipo masiva; suelo levemente húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado adherente y plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocas; reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PND-P124

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arenilla	Clase textural	D _s (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-15	64	28	8	franco arenoso	1.11	58.11	19.84	11.82
AB	15-40	66	22	12	franco arenoso				
Bw	40-60								
2C1	60-70								
3C2	70-75								
4C3	75-90								
5C4	90-100								
Ab	100-120+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)	(ppm)	(meq/100g)	(meq/100g)	(ppm)						
Ap	0-15	6.00	40.00	173.0	0.37	7.99	1.84						
AB	15-40	7.30		25.00	0.37	4.84	0.95						
Bw	40-60												
2C1	60-70												
3C2	70-75												
4C3	75-90												
5C4	90-100												
Ab	100-120+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE	MO	CO	Nitrógeno	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	A/H
		(dS/m)	(%)	(%)	Total (%)					(meq/100g)
Ap	0-15	0.35	5.61	3.25			4.34	4.97	25.67	
AB	15-40	0.19	0.30	0.17			5.09	1.67	10.16	
Bw	40-60									
2C1	60-70									
3C2	70-75									
4C3	75-90									
5C4	90-100									
Ab	100-120+									

PN2-P125

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P125

FECHA: 2013-06-16

AUTOR(es): ORTIZ, S.; MALDONADO, E.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Typic Udutrands (DFBt)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Quito
 Coordenada X: 772 812 m

Cantón: Quito
 Sitio: Hacienda Alto Perú
 Coordenada Y: 9 966 420 m Altitud: 3371 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Flujos de lava
 Geología (Material Parental): Volcánicos Pichincha

Pendiente general: Medía a fuerte 25 a 40 % Pendiente local: 20 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Pecuario
 Influencia humana: Pastoreo

Cultivos: Pastos (trébol y rye grass)
 Vegetación natural: Cercas vivas

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -
 - FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Distancia afloramientos (m): -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión
 - ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno
 - GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Superficie (%): - Grado: -
 Consistencia: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 95 cm
 - DRENAJE: Externo: Rápido
 - INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
 - TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo
 Interno: Bueno
 Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PN2-P125

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-34	Color principal en húmedo: pardo amarillento claro (10 YR 6/4), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/mediano y de grado fuerte, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-muchas, finas-muchas; actividad biológica mucha, del tipo canales de lombrices, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2Ab	34-78	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo granular o bloques subangulares, fino/mediano y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-muchas, finas-muchas, actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es difuso y topografía suave.
2AC	78-95	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), color secundario en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/mediano y de grado débil, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocos; raíces: medias-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava medía, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2C	45-130+	Color principal en húmedo: pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), textura de campo arena francosa; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no adherente y no plástico; raíces: medias-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava medía, pocos y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PN2-P125

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arilla	Clase textural	Ca (g/cm ³)	Porosidad (%)	CO (p/g)	PMP (p/g)
		(%)							
Ap	0-34	58	30	12	franco arenoso	1.22	54.04	22.42	13.24
2Ab	34-78	70	20	10	franco arenoso				
2AC	78-95								
2C	45-130+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)		(meq/100g)			(ppm)					
Ap	0-34	5.40	31.00	20.00	0.14	1.10	0.45						
2Ab	34-78	5.90	29.00	5.00	0.14	2.02	0.51						
2AC	78-95												
2C	45-130+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mp/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-34	0.10	4.87	2.92			2.44	3.21	11.07	0.20
2Ab	34-78	0.06	3.84	2.23			3.95	3.64	19.07	
2AC	78-95									
2C	45-130+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-34	0.16	0.26	1.70	0.80	2.92	11.00	26.55
2Ab	34-78	0.17	0.22	2.10	0.90	3.39	7.00	48.43
2AC	78-95							
2C	45-130+							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PSI
				mg/L									

PN2-P131

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P131

FECHA: 2013-06-18

AUTOR(es): ORTIZ, S.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Aric Hapludands (DHFT)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Nono
 Coordenada X: 770 534 m

Cantón: Quito
 Sitio: Hac. San Francisco
 Coordenada Y: 9 993 515 m Altitud: 2653 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvio aluvial reciente
 Geología (Material Parental): Depósitos coluvio aluviales

Pendiente general: Suave 5 a 12 % Pendiente local: 12 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Pecuaria
 Influencia humana: Fertilización

Cultivos: Pastos
 Vegetación natural: Arbórea arbustivo dispersa

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión
 - ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Superficie (%): - Grado: -
 Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 75 cm
 - DRENAJE: Externo: Normal
 - INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
 - TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo
 Interno: Bueno
 Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PN2-P131

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-25	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo franca; estructura de tipo granular a bloques subangulares, medio y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia muchos; raíces: muy finas-común finas-muchas medias-pocas; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, reacción al NaF fuerte, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
AB	25-50	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franca; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino a medio y de grado débil, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: finas-pocas medias-pocas; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
Bt	50-75	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura de campo franco arcilla arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, grueso/espeso y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia comunes; raíces: muy finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos; en las formaciones especiales; (revestimientos) arcilla de abundancia común, el límite de distinción es abrupto y topografía ondulada.
2Ab	75-100	Color principal en húmedo: negro (10 YR 2/1), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, fino/mediano y de grado débil, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo intersticial de tamaño muy finos y de abundancia muchos; raíces: muy finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía ondulada.
C	100-120+	Color principal en húmedo: rojo débil (10 R 4/3), textura de campo arena; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo intersticial de tamaño muy finos y de abundancia muchos; raíces: muy finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava media, común y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF media, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PN2-P131

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arenilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-25	70	18	12	franco arenoso	0.58	52.91	48.97	15.14
AB	25-50	74	16	10	franco arenoso				
Bt	50-75	64	26	10	franco arenoso				
2Ab	75-100								
C	100-120+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)			(meq/100g)		(ppm)					
Ap	0-25	6.60	30.00	161.0	0.41	5.23	1.71						
AB	25-50	6.70	22.00	53.00	0.39	3.60	1.52						
Bt	50-75	6.60	29.00	7.00	0.43	2.42	1.19						
2Ab	75-100												
C	100-120+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dB/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrógeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-25	0.29	3.50	2.03			3.06	4.17	16.93	
AB	25-50	0.30	2.80	1.62			2.37	3.90	13.13	
Bt	50-75	0.30	3.50	2.03			2.03	2.77	8.40	
2Ab	75-100									
C	100-120+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-25	0.21	0.54	5.10	2.00	7.85	13.00	60.36
AB	25-50							
Bt	50-75							
2Ab	75-100							
C	100-120+							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/m	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RA _s	PSI
				mg/l									

PN2-P132

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P132

FECHA: 2013-06-18

AUTOR(es): ORTIZ, S.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Vitrandic Hapludolls (HFF)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Nono
 Coordenada X: 770 737 m

Cantón: Quito
 Sitio: Nono
 Coordenada Y: 9 991 402 m Altitud: 2953 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Relieve volcánico colinado alto
 Geología (Material Parental): Volcánicos Pichincha

Pendiente general: Fuerte 40 a 70 % Pendiente local: 115 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Pecuario (75%), sin uso
 influencia humana: Poteros, fertilización

Cultivos: Pastos
 Vegetación natural: Matorral herbáceo disperso

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Sin evidencias de erosión
 - ENCOSTRAMIENTO: Grosor: ninguno

Superficie (%): - Grado: -
 Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 70 cm
 - DRENAJE: Externo: Rápido
 - INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
 - TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo
 Interno: Bueno
 Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: PN2-P132

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-25	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franca; estructura de tipo granular a bloques subangulares, finoidegado y de grado fuerte, suelo húmedo; consistencia en húmedo fríasle, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástica; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-común finas-pocas medias-pocas; actividad biológica común, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es claro y topografía ondulada.
2Ab	25-70	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2), textura de campo franco arenosa; estructura de tipo masiva a bloques subangulares, medio y de grado débil, suelo húmedo; consistencia en húmedo fríasle, en mojado ligeramente adherente y no plástica; con porosidad del tipo canales de tamaño medio y de abundancia pocos; raíces: muy finas-pocas finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, común y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF ligera, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía ondulada.
3C	70-90	Color principal en húmedo: pardo oliva (2,5 Y 4/4), textura de campo arena; estructura de tipo grano simple, suelo húmedo; consistencia en húmedo muy fríasle, en mojado no adherente y no plástica; con porosidad del tipo intersticial de tamaño finos y de abundancia muchos; raíces: finas-común, fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía irregular.
4Cr	90-120+	Color principal en húmedo: gris claro (2,5 Y 7/2), moteado principal pardo amarillento (10 YR 5/6) común, fino, prominente, agudo; textura de campo franco arcillo limosa; estructura de tipo masiva porosa; suelo húmedo; consistencia en húmedo fríasle, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástica, reacción al NaF ligera, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: P10-P132

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	FMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-25	55	28	15	franco arenoso				
2Ab	25-70								
3C	70-90								
4Cr	90-120+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)	(ppm)	(meq/100g)	(meq/100g)	(ppm)						
Ap	0-25	6.70	38.00	7.00	13.34	5.37	1.32						
2Ab	25-70												
3C	70-90												
4Cr	90-120+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrogeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	[Ca+Mg]/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-25	0.19	3.90	2.25			4.07	0.10	0.50	
2Ab	25-70									
3C	70-90									
4Cr	90-120+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	Suma Basec	ClC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-25							
2Ab	25-70							
3C	70-90							
4Cr	90-120+							

Horizonte/ Capa	Profundidad cm	pH	C.E. meq/cm	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	Psi
				mg/L									

PN2-P133

**"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A
NIVEL NACIONAL"**

PERFIL No.: PN2-P133

FECHA: 2013-06-16

AUTOR(es): ORTIZ, S.

1. CLASIFICACIÓN:

USDA, 2006: Hemic Udvitrandis (DFBG)

2. UBICACIÓN:

Sistema Espacial: UTM, WGS 84, Zona 17 Sur
 Provincia: Pichincha
 Parroquia: Nono
 Coordenada X: 772 597 m

Cantón: Quito
 Sitio: Cerro Unilagua
 Coordenada Y: 9 992 619 m Altitud: 3224 msnm

3. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Relieve montañoso
 Geología (Material Parental): Formación Macuchi

Pendiente general: Muy fuerte 70 a 100 % Pendiente local: 55 %

4. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: Pecuario
 Influencia humana: Pastoreo, fertilización

Cultivos: Pastos
 Vegetación natural: Arbustivo dispersa en cercas vivas

5. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE:

- AFLORAMIENTO ROCOSO: Cobertura: -
 Dureza: -

Distancia afloramientos (m): -

- FRAGMENTOS GRUESOS: Clases de tamaño: -
 Cobertura: -

Dureza: -

- EROSIÓN: Categoría: Movimiento en masa (derrumbe)
 Groor: ninguno

Superficie (%): 10 - 25 Grado: ligero
 Consistencia: -

- GRIETAS: Ancho: -
 Profundidad: -

Distancia entre grietas: -

6. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

- PROFUNDIDAD EFECTIVA: 50 cm
 - DRENAJE: Externo: Rápido
 - INUNDACIÓN: Mes ocurrencia: -
 - TABLA DE AGUA: Profundidad: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo
 Interno: Bueno
 Duración: -

7. FOTOS DEL PERFIL:

PANORÁMICA:



PERFIL:



8. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES o CAPAS

PERFIL No.: P12-P133

Horizonte o capa	Profundidad	Características Descritas en Campo
Ap	0-25	Color principal en húmedo: pardo muy oscuro (10 YR 2/2); textura de campo franca; estructura de tipo granular a bloques subangulares, fino/ligado y de grado fuerte, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocos; raíces: muy finas-muchas finas-pocas medias-pocas; actividad biológica mucha, del tipo canales de lombrices, fragmentos gruesos del tipo grava fina, pocos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, reacción al agua oxigenada ligera, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
Bw	25-50	Color principal en húmedo: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); textura de campo franco arenosa; estructura de tipo bloques sub-angulares, medio y de grado moderado, suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia comunes; raíces: muy finas-común, finas-común; actividad biológica poca, del tipo otra actividad de insectos, fragmentos gruesos del tipo grava gruesa, pocos y de grado de meteorización fuerte, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es gradual y topografía suave.
C1	50-75	Color principal en húmedo: pardo oscuro (10 YR 3/3); textura de campo franco arenosa; estructura de tipo masiva; suelo húmedo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente adherente y no plástico; con porosidad del tipo canales de tamaño finos y de abundancia pocos; raíces: muy finas-pocas, fragmentos gruesos del tipo grava fina, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos, el límite de distinción es abrupto y topografía suave.
2 C2	75-130-	Color principal en húmedo: pardo amarillento (10 YR 5/6); textura de campo arena; estructura de tipo grano simple; suelo húmedo; consistencia en húmedo suelta, en mojado no adherente y no plástico; con porosidad del tipo intersticial de tamaño finos y de abundancia muchos, fragmentos gruesos del tipo grava media, muchos y de grado de meteorización poca o ninguna, reacción al NaF fuerte, sin reacción al agua oxigenada, sin presencia de carbonatos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

PERFIL No.: PN2-P133

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arenilla	Clase textural	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)	CC (g/g)	PMP (g/g)
		(%)							
Ap	0-25	72	22	6	franco arenoso				
Bw	25-50								
C1	50-75								
2 C2	75-130+								

DETERMINACIONES QUÍMICAS

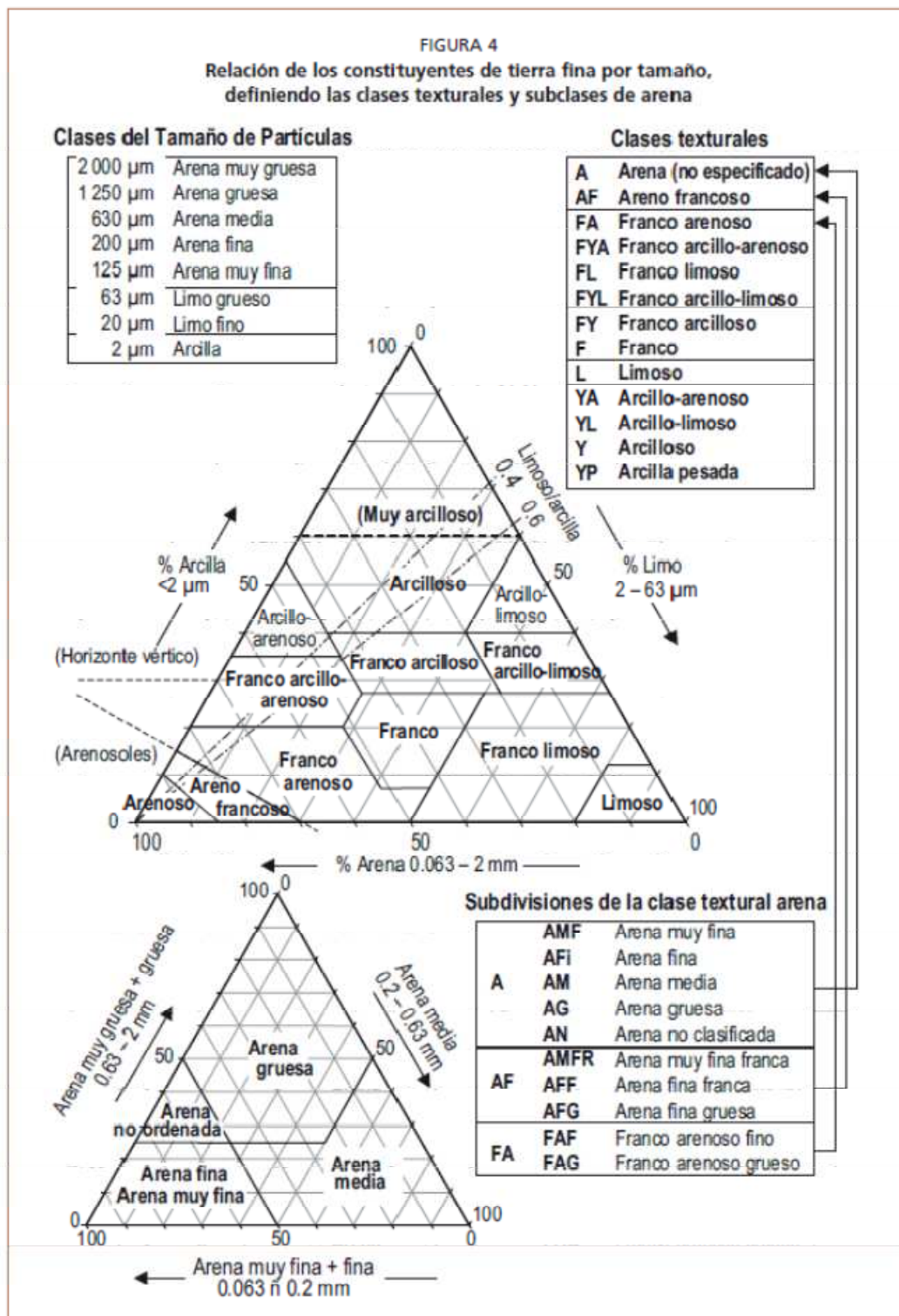
Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(ppm)		(meq/100g)			(ppm)					
Ap	0-25	6.30	18.00	5.00	0.63	6.31	0.95						
Bw	25-50												
C1	50-75												
2 C2	75-130+												

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	Nitrogeno Total (%)	C / N	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	Al+H (meq/100g)
Ap	0-25	0.25	2.00	1.15			5.54	1.51	11.52	
Bw	25-50									
C1	50-75									
2 C2	75-130+									

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	Na	K	Ca	Mg	suma Bases	CIC (meq/100 g)	SB (%)
		(meq/100 g)						
Ap	0-25							
Bw	25-50							
C1	50-75							
2 C2	75-130+							

Horizonte/ Capa	Profundidad (cm)	pH	C.E. me/cm	Na	K	Ca	Mg	suma	CO ₃	SO ₄	Cl	RAS	PBI
				mg/L									

Anexo 4. Triángulo de texturas del suelo



Fuente: Secundo FAO (1990)

Anexo 5. Época de siembra en relación al periodo vegetativo para las estaciones meteorológicas estudiadas (Inamhi)

CÓDIGO	ESTACIÓN	PERIODO VEG. (días)	EPOCAS DE SIEMBRA
M001	Inguincho	212,0	25Ag - 29Jul
M002	La Tola	215,0	2Sep - 20Jul
M003	Izobamba	304,0	3Ag - 30Jul
M009	La Victoria	180	29Sep - 26Jun

Anexo 6. Periodo vegetativo para las estaciones meteorológicas estudiadas (Inamhi)

CÓDIGO	ESTACIÓN	PERIODO VEG. (días)
M001	Inguincho	212,0
M002	La Tola	215,0
M003	Izobamba	304,0
M009	La Victoria	180

Anexo 7. Datos de temperaturas medias de las estaciones meteorológicas estudiadas (Inamhi)

CÓDIGO	ESTACIÓN	TEMPERATURA (°C)
M001	Inguincho	10,2
M002	La Tola	15,6
M003	Izobamba	11,8
M009	La Victoria	17,2

Anexo 8. Capacidad de infiltración para cada una de las pruebas experimentales de campo

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (franco arenoso) estimada es $f_0 = ?$ cm/hr y la constante $k = 0,1$ /hr. La capacidad de infiltración final $f_c = ?$ cm/hr. Utilizando la ecuación de infiltración de Horton, determinar: La capacidad de infiltración en los tiempos
$t = 0,00138$ hr $t = 0,0125$ hr $t = 0,083$ hr $t = 0,5$ hr $t = 2$ hr

Capacidad de infiltración. Pruebas No.1. Tipo de suelo: Franco Arenoso.

TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
FRANCO ARENOSO	5	1,1	543	30	0,00138	1,01	26,45
FRANCO ARENOSO	5	1,1	543	30	0,0125	1,06	-3,09
FRANCO ARENOSO	5	1,1	543	30	0,083	1,51	-233,87
FRANCO ARENOSO	5	1,1	543	30	0,5	#####	-5706,62
FRANCO ARENOSO	5	1,1	543	30	2	#####	-11299033,95
FRANCO ARENOSO	5	1,2	559	40	0,00138	1,01	36,41
FRANCO ARENOSO	5	1,2	559	40	0,0125	1,06	6,53
FRANCO ARENOSO	5	1,2	559	40	0,083	1,51	-226,96
FRANCO ARENOSO	5	1,2	559	40	0,5	#####	-5763,71
FRANCO ARENOSO	5	1,2	559	40	2	#####	-11431176,75
FRANCO ARENOSO	5	1,3	561	38	0,00138	1,01	34,38
FRANCO ARENOSO	5	1,3	561	38	0,0125	1,06	4,27
FRANCO ARENOSO	5	1,3	561	38	0,083	1,51	-231,02
FRANCO ARENOSO	5	1,3	561	38	0,5	#####	-5810,44
FRANCO ARENOSO	5	1,3	561	38	2	#####	-11519280,61
FRANCO ARENOSO	5	1,4	557	36	0,00138	1,01	32,39
FRANCO ARENOSO	5	1,4	557	36	0,0125	1,06	2,40
FRANCO ARENOSO	5	1,4	557	36	0,083	1,51	-231,99
FRANCO ARENOSO	5	1,4	557	36	0,5	#####	-5790,08
FRANCO ARENOSO	5	1,4	557	36	2	#####	-11475231,68

Capacidad de infiltración. Pruebas No.2. Tipo de suelo: Franco Arcilloso.

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (franco arcilloso) estimada es $f_0 = ?$ cm/hr

y la constante $k = 0,9$ /hr. La capacidad de infiltración final $f_c = ?$ cm/hr. Utilizando la ecuación

de infiltración de Horton, determinar: La capacidad de infiltración en los tiempos

$t = 0,00138$ hr $t = 0,0125$ hr $t = 0,083$ hr $t = 0,5$ hr $t = 2$ hr

TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,1	145	15	0,00138	1,01	14,19
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,1	145	15	0,0125	1,06	7,48
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,1	145	15	0,083	1,45	-43,87
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,1	145	15	0,5	9,49	-1088,41
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,1	145	15	2	#####	-1053255,91
TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,2	140	13	0,00138	1,01	12,21
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,2	140	13	0,0125	1,06	5,65
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,2	140	13	0,083	1,45	-44,51
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,2	140	13	0,5	9,49	-1064,94
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,2	140	13	2	#####	-1028951,66
TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,3	141	12	0,00138	1,01	11,20
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,3	141	12	0,0125	1,06	4,54
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,3	141	12	0,083	1,45	-46,41
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,3	141	12	0,5	9,49	-1082,92
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,3	141	12	2	#####	-1045156,83
TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,4	131	5	0,00138	1,01	4,22
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,4	131	5	0,0125	1,06	-2,29
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,4	131	5	0,083	1,45	-52,05
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,4	131	5	0,5	9,49	-1064,45
FRANCO ARCILLOSO	4,5	2,4	131	5	2	#####	-1020857,57

Capacidad de infiltración. Pruebas No.3. Tipo de suelo: Franco Limoso.

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (franco limoso) estimada es $f_0 = ?$ cm/hr

y la constante $k = 0,9$ /hr. La capacidad de infiltración final $f_c = ?$ cm/hr. Utilizando la ecuación

de infiltración de Horton, determinar: La capacidad de infiltración en los tiempos

$t = 0,00138$ hr $t = 0,0125$ hr $t = 0,083$ hr $t = 0,5$ hr $t = 2$ hr

TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
FRANCO LIMOSO	4,5	3,1	561	35	0,00138	1,01	31,72
FRANCO LIMOSO	4,5	3,1	561	35	0,0125	1,06	4,56
FRANCO LIMOSO	4,5	3,1	561	35	0,083	1,45	-203,18
FRANCO LIMOSO	4,5	3,1	561	35	0,5	9,49	-4429,55
FRANCO LIMOSO	4,5	3,1	561	35	2	#####	-4261661,15
FRANCO LIMOSO	4,5	3,2	562	38	0,00138	1,01	34,74
FRANCO LIMOSO	4,5	3,2	562	38	0,0125	1,06	7,68
FRANCO LIMOSO	4,5	3,2	562	38	0,083	1,45	-199,27
FRANCO LIMOSO	4,5	3,2	562	38	0,5	9,49	-4409,57
FRANCO LIMOSO	4,5	3,2	562	38	2	#####	-4245453,98
FRANCO LIMOSO	4,5	3,3	598	43	0,00138	1,01	39,54
FRANCO LIMOSO	4,5	3,3	598	43	0,0125	1,06	10,89
FRANCO LIMOSO	4,5	3,3	598	43	0,083	1,45	-208,31
FRANCO LIMOSO	4,5	3,3	598	43	0,5	9,49	-4667,69
FRANCO LIMOSO	4,5	3,3	598	43	2	#####	-4496613,58
FRANCO LIMOSO	4,5	3,4	591	45	0,00138	1,01	41,60
FRANCO LIMOSO	4,5	3,4	591	45	0,0125	1,06	13,41
FRANCO LIMOSO	4,5	3,4	591	45	0,083	1,45	-202,23
FRANCO LIMOSO	4,5	3,4	591	45	0,5	9,49	-4589,30
FRANCO LIMOSO	4,5	3,4	591	45	2	#####	-4423692,82

Capacidad de infiltración. Pruebas No.4. Tipo de suelo: Limoso.

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (franco limoso) estimada es $f_0 = ?$ cm/hr

y la constante $k = 0,5/\text{hr}$. La capacidad de infiltración final $f_c = ?$ cm/hr. Utilizando la ecuación

de infiltración de Horton, determinar: La capacidad de infiltración en los tiempos

$t = 0,00138 \text{ hr}$ $t = 0,0125 \text{ hr}$ $t = 0,083 \text{ hr}$ $t = 0,5 \text{ hr}$ $t = 2 \text{ hr}$

TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
LIMOSO	4,0	4,1	300	15	0,00138	1,01	13,42
LIMOSO	4,0	4,1	300	15	0,0125	1,05	0,39
LIMOSO	4,0	4,1	300	15	0,083	1,39	-97,22
LIMOSO	4,0	4,1	300	15	0,5	7,39	-1805,88
LIMOSO	4,0	4,1	300	15	2	#####	-849273,03
LIMOSO	4,0	4,2	298	14	0,00138	1,01	12,43
LIMOSO	4,0	4,2	298	14	0,0125	1,05	-0,56
LIMOSO	4,0	4,2	298	14	0,083	1,39	-97,83
LIMOSO	4,0	4,2	298	14	0,5	7,39	-1800,49
LIMOSO	4,0	4,2	298	14	2	#####	-846294,07
LIMOSO	4,0	4,3	305	21	0,00138	1,01	19,43
LIMOSO	4,0	4,3	305	21	0,0125	1,05	6,44
LIMOSO	4,0	4,3	305	21	0,083	1,39	-90,83
LIMOSO	4,0	4,3	305	21	0,5	7,39	-1793,49
LIMOSO	4,0	4,3	305	21	2	#####	-846287,07
LIMOSO	4,0	4,4	306	22	0,00138	1,01	20,43
LIMOSO	4,0	4,4	306	22	0,0125	1,05	7,44
LIMOSO	4,0	4,4	306	22	0,083	1,39	-89,83
LIMOSO	4,0	4,4	306	22	0,5	7,39	-1792,49
LIMOSO	4,0	4,4	306	22	2	#####	-846286,07

Capacidad de infiltración. Pruebas No.5. Tipo de suelo: Arcilloso.

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (franco limoso) estimada es $f_0 = ?$ cm/hr

y la constante $k = 0,5/\text{hr}$. La capacidad de infiltración final $f_c = ?$ cm/hr. Utilizando la ecuación

de infiltración de Horton, determinar: La capacidad de infiltración en los tiempos

$t = 0,00138 \text{ hr}$ $t = 0,0125 \text{ hr}$ $t = 0,083 \text{ hr}$ $t = 0,5 \text{ hr}$ $t = 2 \text{ hr}$

TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
ARCILLOSO	4,0	5,1	121	1	0,00138	1,01	0,34
ARCILLOSO	4,0	5,1	121	1	0,0125	1,05	-5,15
ARCILLOSO	4,0	5,1	121	1	0,083	1,39	-46,25
ARCILLOSO	4,0	5,1	121	1	0,5	7,39	-765,69
ARCILLOSO	4,0	5,1	121	1	2	#####	-357593,96
TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
ARCILLOSO	4,0	5,2	125	3	0,00138	1,01	2,32
ARCILLOSO	4,0	5,2	125	3	0,0125	1,05	-3,26
ARCILLOSO	4,0	5,2	125	3	0,083	1,39	-45,04
ARCILLOSO	4,0	5,2	125	3	0,5	7,39	-776,46
ARCILLOSO	4,0	5,2	125	3	2	#####	-363551,87
TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
ARCILLOSO	4,0	5,3	136	7	0,00138	1,01	6,29
ARCILLOSO	4,0	5,3	136	7	0,0125	1,05	0,39
ARCILLOSO	4,0	5,3	136	7	0,083	1,39	-43,79
ARCILLOSO	4,0	5,3	136	7	0,5	7,39	-817,19
ARCILLOSO	4,0	5,3	136	7	2	#####	-384407,58
TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
ARCILLOSO	4,0	5,4	135	6	0,00138	1,01	5,29
ARCILLOSO	4,0	5,4	135	6	0,0125	1,05	-0,61
ARCILLOSO	4,0	5,4	135	6	0,083	1,39	-44,79
ARCILLOSO	4,0	5,4	135	6	0,5	7,39	-818,19
ARCILLOSO	4,0	5,4	135	6	2	#####	-384408,58

Capacidad de infiltración. Pruebas No.6. Tipo de suelo: Arenoso.

La capacidad de infiltración f_0 de un tipo de suelo (franco limoso) estimada es $f_0 = ?$ cm/hr

y la constante $k = 0,5/\text{hr}$. La capacidad de infiltración final $f_c = ?$ cm/hr. Utilizando la ecuación

de infiltración de Horton, determinar: La capacidad de infiltración en los tiempos

$t = 0,00138 \text{ hr}$ $t = 0,0125 \text{ hr}$ $t = 0,083 \text{ hr}$ $t = 0,5 \text{ hr}$ $t = 2 \text{ hr}$

TIPO DE SUELO	k	PRUEBA No.	FINAL (fc) mm	INICIAL (fo) mm	TIEMPO(t) hr	e	CAP INFILT (f) mm ³ /hr
ARENOSO	6,0	6,1	542	30	0,00138	1,01	25,74
ARENOSO	6,0	6,1	542	30	0,0125	1,08	-9,88
ARENOSO	6,0	6,1	542	30	0,083	1,65	-300,46
ARENOSO	6,0	6,1	542	30	0,5	#####	-9741,79
ARENOSO	6,0	6,1	542	30	2	#####	-83329911,21
ARENOSO	6,0	6,2	551	32	0,00138	1,01	27,68
ARENOSO	6,0	6,2	551	32	0,0125	1,08	-8,42
ARENOSO	6,0	6,2	551	32	0,083	1,65	-302,98
ARENOSO	6,0	6,2	551	32	0,5	#####	-9873,39
ARENOSO	6,0	6,2	551	32	2	#####	-84469185,75
ARENOSO	6,0	6,3	560	41	0,00138	1,01	36,68
ARENOSO	6,0	6,3	560	41	0,0125	1,08	0,58
ARENOSO	6,0	6,3	560	41	0,083	1,65	-293,98
ARENOSO	6,0	6,3	560	41	0,5	#####	-9864,39
ARENOSO	6,0	6,3	560	41	2	#####	-84469176,75
ARENOSO	6,0	6,4	565	39	0,00138	1,01	34,63
ARENOSO	6,0	6,4	565	39	0,0125	1,08	-1,97
ARENOSO	6,0	6,4	565	39	0,083	1,65	-300,49
ARENOSO	6,0	6,4	565	39	0,5	#####	-9999,99
ARENOSO	6,0	6,4	565	39	2	#####	-85608455,29