



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

SANTO DOMINGO

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: CARACTERIZACIÓN DE SUELOS CON ENFOQUE
GEOPEDOLÓGICO A ESCALA 1:25000**

AUTOR: CONRADO MENA, LEE FREDDY

DIRECTOR: ING. ALFREDO VALAREZO LOAIZA

SANTO DOMINGO

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS CON ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO A ESCALA 1:25000**”, realizado por el señor **LEE FREDDY CONRADO MENA**, ha sido guiado y revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **LEE FREDDY CONRADO MENA** para que lo sustente públicamente

Autorizamos al señor Lee Freddy Conrado Mena que lo entregue al Dr. Santiago Ulloa Cortazar, en su calidad de Director de Carrera.

Santo Domingo, Octubre del 2016

Ing. Alfredo Valarezo Mg. Sc.

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **LEE FREDDY CONRADO MENA**, con cedula de identidad No. 171500038-4 declaro que este trabajo de titulación “**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS CON ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO A ESCALA 1:25000**”, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en la citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, Octubre del 2016

LEE FREDDY CONRADO MENA

C.C.: 1715000384



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
SANTO DOMINGO**

AUTORIZACIÓN

Yo, **LEE FREDDY CONRADO MENA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE publicar, en la biblioteca virtual de la Institución el trabajo de titulación “**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS CON ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO A ESCALA 1:25000**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, Octubre del 2016

CONRADO MENA LEE FREDDY

C.C.: 171500038

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a toda mi familia a mi mamá, por ser mi fuente de amor, mi guía y mi fortaleza, a mi abuelito y abuelita, por todas las bendiciones, a mis tíos Fer y Anita por estar siempre para apoyarme, y a mi esposa Meli por ser amiga, confidente y mi gran amor.

Lee.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por permitirme cumplir esta meta, a mi madre quien es un pilar fundamental en mi vida, su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ella el gran ejemplo a seguir y destacar; a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, a la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y su personal docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

A la Consultora Agro precisión Cía. Ltda. por el financiamiento y apoyo en el desarrollo de este proyecto, a los ingenieros Alfredo Valarezo y Vinicio Uday, por sus consejos, correcciones y acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta investigación; al Dr. Daniel Ponce de León, Ing. Rodrigo Yépez y al Ing. Diego Quillupangui por la desinteresada colaboración en la realización del presente trabajo; al Ing. Santiago Sghirla, quien me abrió las puertas de su compañía para la realización de la investigación. En general quisiera agradecer a todos quienes intervinieron de alguna manera en la realización de este trabajo de investigación.

Lee.

INDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I	
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II	
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1. Ordenamiento territorial	4
2.2. Levantamiento de Suelos	5
2.3. El enfoque geopedológico	5
2.4. Aspectos conceptuales	6
2.4.1. Geoforma (o Unidad Geomorfológica)	7
2.4.2. Contexto Morfológico	7
2.4.3. Dominio fisiográfico.....	8

2.4.4.Región	8
2.5.Ordenes	9
2.5.1.Alfisoles	9
2.5.2.Andisoles	9
2.5.3.Aridisoles	9
2.5.4.Entisoles	10
2.5.5.Histosoiles	10
2.5.6.Inceptisoiles	10
2.5.7.Mollisoiles	11
2.5.8.Oxisoiles	11
2.5.9.Ultisoiles	12
2.5.10.Vertisoiles	12
2.6.Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	12
2.6.1.ArcGis.....	13
2.6.2.Generación de Mapas.....	13
2.6.3.Layouts	14

CAPÍTULO III

3.Materiales y métodos.....	15
3.1.Determinación de las características físico-químicas de los suelos	16
3.1.1.Selección y ubicación de los sitios de muestreo	16
3.1.2.Apertura y descripción de calicatas.....	17
3.1.3.Laboratorio	17
3.1.4.Elaboración de mapas	19

CAPÍTULO IV

4.Resultados.....	20
4.1.Determinación de las características físico-químicas de los suelos	20
4.2.Clasificación de los suelos a nivel de subgrupo	25
4.2.1.Azogues.....	25
4.2.2.Déleg.....	27

4.2.3. Biblián	29
4.3. Generar mapas temáticos del Área de Estudio	31
4.3.1. Azogues	31
4.3.2. Déleg	32
4.3.3. Biblián	33
CAPÍTULO V	
5. DISCUSIÓN.....	34
CAPÍTULO VI.....	37
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
6.1. Conclusiones	37
6.2. Recomendaciones	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
LINKOGRAFÍA.....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de análisis para las muestras	18
Tabla 2 Variables físicas del cantón Azogues	20
Tabla 3 Variables físicas del cantón Déleg	21
Tabla 4 Variables físicas del cantón Biblián	23
Tabla 5 Estadística descriptiva de las variables químicas evaluadas en Azogues.	23
Tabla 6 Estadística descriptiva de las variables químicas evaluadas en Déleg	24
Tabla 7 Estadística descriptiva de las variables químicas evaluadas en Biblián.....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del cantón Azogues en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000	25
Figura 2 Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados	26
Figura 3 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Déleg.	27
Figura 4 Ubicación de los sitios de descripción de perfiles y muestreo	28
Figura 5 Ubicación del cantón Biblián en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000	29
Figura 6 Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados en el cantón Biblián	30
Figura 7 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Azogues	31
Figura 8 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón Azogues	31
Figura 9 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Déleg	32
Figura 10 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Biblián	33
Figura 11 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón Biblián	33
Figura 12 Cuadro resumen del capítulo 5	36

RESUMEN

Se realizó un estudio geopedológico en los cantones Azogues, Déleg y Biblián, con la finalidad de llevar a cabo el estudio de las características físicas y químicas de estos suelos, y a través de esta información clasificarlos a nivel de subgrupo según la Soil Taxonomy del 2010, y que permita su utilización para la elaboración de los mapas geopedológicos. Para esto, se seleccionaron 16 puntos de muestreo donde se realizó una calicata por cada unidad geomorfológica. En cada calicata se tomaron dos muestras de suelo para determinar sus características físicas y químicas. La mayoría de los suelos son de textura franco – arenosos, son suelos profundos, moderadamente profundos y poco profundos, dominando en este caso los bloques subangulares, son suelos poco compactos, tienen drenaje bueno y pocos fragmentos en el perfil, en la parte química son ligeramente ácidos y medio ácidos, en cuanto a la materia orgánica es alta la capacidad de intercambio catiónico es medio, y la saturación de bases baja. Partiendo de estos datos se realizó la clasificación a nivel de subgrupo y como resultado se obtuvo dos clasificaciones predominantes en los perfiles, como son *Typic Melanocryands* y *Pachic Melanudands*; finalmente se elaboraron los mapas geopedológicos, con toda la información previamente recabada.

PALABRAS CLAVES

- SUELOS
- ESTUDIO GEOPEDOLÓGICO
- CALICATAS
- CLASIFICACION
- MAPAS

ABSTRACT

A geopedological study was made in the places of Azogues, Déleg and Biblián, with the purpose to carry out the study of the physical and chemical characteristics of these soils, and then through this information classify the soil in a subgroup level according to the Soil Taxonomy 2010, the use of these information allow to make the geopedological maps. For this, was selected 16 soil profiles where was performed a soil profile for each geomorphological unit. In each soil profile two soil samples were taken to determine the physical and chemical characteristics. Most soils are loamy - sandy soils are deep, moderately deep and shallow soils, dominating in this case the sub-angular blocks are poorly compacted soils have good drainage and a few fragments in the profile, in the chemical part are slightly acidic and acid medium, in terms of organic matter it is high cation exchange capacity is medium, and low saturation bases. This information conducted as a result two predominant classifications in profiles, such as *Typic Melanocryands* and *Pachic Melanudands*; finally the geopedological maps were drawn, with all the information previously collected.

KEYWORDS:

- SOIL
- GEOPEDOLOGICAL STUDY
- SOIL PROFILE
- SOIL CLASIFICATION
- MAPS

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

El Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG), del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, fue un programa que trabajó en los años 70 y 80, para realizar el inventario socioeconómico y de los recursos naturales renovables. ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, que posteriormente pasó a denominarse IRD, Institute de Recherche pour le Développement).

Consecuencia de esta colaboración fueron generados los mapas morfopedológicos (escalas 1:200.00 y 1:500.000), realizados entre los años 1979 a 1984, destacada fuente de información territorial a pequeña escala. Este trabajo es, desde su aparición, la principal referencia a nivel nacional en las temáticas de geomorfología y geopedología.

El Gobierno del Ecuador requiere disponer entre sus estrategias, geoinformación que contribuya a la gestión territorial, para el mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria. Producto de esta necesidad en el año 2009 se había designado al Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales (CLIRSEN) por Sensores Remotos, en coordinación con la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), para que desarrollara el proyecto de generación de geoinformación a escala 1:25.000 a corto plazo (MAGAP-SIGTIERRAS, 2015). En el presente trabajo de investigación se realizó la clasificación de los suelos del área de estudio “Caracterización de los Suelos con enfoque Geopedológico” para clasificar a nivel de subgrupo los suelos que fueron estudiados.

1.2. Planteamiento del problema

El desconocimiento e información obsoleta de la temática de geopedología para toma de decisiones, ha generado una problemática en su distribución de acuerdo al uso del suelo en el país, lo que ha conllevado una presión demográfica en suelos fértiles, y la migración de la actividad agraria a sectores de áreas con fertilidad baja, susceptibles a la erosión. Es importante destacar que un buen levantamiento de suelos como insumo, es útil para la planificación territorial y zonificación agraria.

El no tener un buen levantamiento de suelos (geopedología) repercutirá en una planificación deficiente lo que conllevaría problemas a futuro para el territorio, lo que se traduce en subutilización y sobreutilización de las tierras, malas prácticas agrícolas, mala ubicación de la población en lugares no aptos para ser habitados, inundaciones, entre otros. Los proyectos y planes de desarrollo con información de suelos desactualizada generaran incertidumbre pudiendo no ser viables, a la vez podría acelerar su deterioro por la sobreutilización del recurso suelo afectando su sustentabilidad.

1.3. Justificación

El Ecuador al igual que todos los países en vías de desarrollo no ha escapado al problema del manejo inadecuado de sus tierras, por la falta de planificación y ordenamiento territorial, generando una sobre o subutilización de las tierras. A lo largo del tiempo ha existido un abuso de los recursos naturales que afecta al sector agropecuario, tanto desde el ámbito ecológico ambiental como desde el económico y social (MAGAP-SIGTIERRAS, MAGAP-SIGTIERRAS, 2015).

Según estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2000) la erosión es uno de los problemas más importantes que afecta al sector agropecuario en un alto porcentaje, se produce y se incrementa por la actividad humana, y los efectos de este proceso generalmente provocan la

pérdida parcial o total irreversible de los ecosistemas naturales (MAGAP-SIGTIERRAS, MAGAP-SIGTIERRAS, 2015).

Con estos antecedentes se hace necesario implementar estudios que permitan planificar el uso racional de las tierras a fin de tener explotaciones agropecuarias eficientes y reduciendo pérdida de este importante recurso. Por las razones expuestas el realizar el presente estudio geopedológico permitirá su planificación técnica y sustentable en el tiempo; este estudio también servirá de base para la planificación y ordenamiento territorial, el cual permitirá generar proyectos que sean apropiados para la zona, y el aprovechamiento de los recursos naturales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar los suelos del cantón Azogues con enfoque Geopedológico a escala 1:25000.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y químicas del suelo.
- Clasificar a nivel de subgrupo los suelos de los cantones Déleg, Biblián y Azogues.
- Generar mapas temáticos del Área de Estudio.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Ordenamiento territorial

De acuerdo a (Sotomayor, 2011) El Ordenamiento Territorial (O.T) es:

La proyección espacial de las políticas social, cultural, ambiental y económica en una sociedad, además es la gestión de los usos óptimos de los suelos urbanos y rurales a partir de las directrices enmarcadas por los planes de ordenamiento territorial del nivel administrativo político jerárquico superior. Como ejemplo, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) nacional servirá de directriz para los POT de las regiones y provincias, al igual los POT de las provincias tendrá las directrices para los POT cantonales.

El ordenamiento territorial tiene tres facetas complementarias: Diagnóstico territorial, o interpretación de la estructura y funcionamiento del sistema territorial (medio físico, población y sus actividades, asentamientos humanos e infraestructuras); la Planificación Territorial o diseño del modelo territorial objetivo al que tender un horizonte temporal determinado o indeterminado y el curso de acción para avanzar hacia él; y la Gestión Territorial o conducción del sistema territorial en su avance hacia el modelo objetivo.

Técnicamente, el Ordenamiento Territorial utiliza, de forma interdisciplinar, el diagnóstico y el análisis territorial, incluyendo la cartografía del sistema territorial actual, su proyección futura y los escenarios prospectivos, en el diseño del sistema territorial hacia el futuro o la imagen objetiva y en la gestión a realizar para conseguirlo. Sirve para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. Previo la planeación para el desarrollo físico del territorio. El plan de ordenamiento es

la guía para dirigir la inversión pública hacia fines específicos relacionados con el mejoramiento estructural y funcional del territorio (Gómez, 2002).

2.2. Levantamiento de Suelos

Dent & Young define el levantamiento de suelos diciendo: “El propósito práctico del levantamiento de suelos es hacer predicciones más numerosas, más precisas y más útiles para propósitos específicos que se pudieron hacer anteriormente” (Rossiter D, 2002).

Esto enfatiza que el levantamiento de suelos es utilitario, en otras palabras, el suelo es mapeado con más de un propósito y no como un objeto de estudio científico. Esto implica primero, que el levantamiento de suelos debe ser a demanda del usuario y que los métodos y productos pueden ser especificados de acuerdo a la demanda y presupuesto. Segundo, podemos usar un criterio objetivo para ver si este reúne ciertas especificaciones.

El estudio del suelo por sí mismo, como un objeto de interés vale la pena y es de mucha importancia, sin embargo, el tipo de levantamiento de suelos que presentamos debe ser una forma económicamente efectiva de mejorar el bienestar de nuestra sociedad (Rossiter D. , 2002).

2.3. El enfoque geopedológico

Por la necesidad del proyecto, se ha hecho una adaptación de la metodología original del enfoque fisiográfico a un Enfoque Geopedológico, con un tipo de muestreo dirigido, lo que permite realizar una caracterización de suelos con el detalle necesario para cumplir con los estándares de un nivel de estudio con representación a escala 1: 25 000. “La geopedología es una disciplina que tiene que ver con la integración de dos disciplinas afines, por un lado, la geomorfología y por otro la pedología” (ésta última conocida más comúnmente como edafología en la escuela anglosajona) (Sevillano, 2009).

(Sevillano, 2009). Menciona lo siguiente:

En realidad, las relaciones entre la geomorfología y la pedología son inherentes, por lo que separar estos dos elementos naturales se convierte en algo muy difícil, por el hecho de que para entender los procesos de formación de suelos se tiene que tener un profundo conocimiento de su contexto geomorfológico.

Por lo tanto, la geopedología involucra al estudio de los suelos y la geomorfología orientado hacia un enfoque multidisciplinario aplicado.

La geopedología es la integración de la geomorfología y la pedología usando como herramienta a la primera para mejorar y acelerar los levantamientos de suelos y para implementar un modelo espacial para el estudio de los suelos y todas sus relaciones posibles con el paisaje. (Jenny, 1992).

Por otro lado es importante tener claro el concepto del método geopedológico ya que será clave en el presente trabajo de investigación.

El método geopedológico opera a través de un sistema el cual comprende seis niveles jerárquicos: Unidad Ambiental, Litología, Origen, Morfología, Morfometría y Subgrupo taxonómico USDA Soil Taxonomy. Estos diferentes niveles se utilizan para fragmentar al espacio geográfico a partir de su expresión geomorfológica y de acuerdo a sus rasgos homogéneos los cuales permiten establecer áreas semejantes y que derivarán en unidades geopedológicas (Jenny, 1992).

2.4. Aspectos conceptuales

Jerarquización del relieve: Regiones, Dominios Fisiográficos, Contextos Morfológicos y Geoformas. El relieve y el paisaje físico se pueden concebir a

través de un sistema que, en función de la escala espacial de referencia, permite distinguir áreas o unidades con características comunes y diferenciables de las contiguas a dicha escala de observación. El sistema de jerarquización se basa en el trabajo “Los paisajes naturales del Ecuador. Las regiones y paisajes del Ecuador” (Winckell, 1997)

2.4.1. Geoforma (o Unidad Geomorfológica)

Porción del territorio, identificable con respecto a las de su entorno inmediato desde el punto de vista perceptivo, que presenta características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (o análisis cuantitativo del relieve: pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica sobre la que se asienta). Además, una Geoforma debe ser fácilmente reconocible y tener límites que representen cambios netos en el relieve o en otros parámetros del territorio así como dimensiones adecuadas para la escala de trabajo y el estudio edafológico posterior. Ejemplos de Geo formas (o Unidades Geomorfológicas) son: valle en V; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

2.4.2. Contexto Morfológico

Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía. Agrupa a distintas Geo formas, con características morfodinámicas similares, siendo algunas de ellas características y/o específicas del Contexto Morfológico del que se trate. Ejemplos de Contextos Morfológicos: Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental); Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves

periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas; Colinas periandinas occidentales (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

2.4.3. Dominio fisiográfico

Gran unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, generada en un determinado ambiente morfogenético general (p. ej., ambiente morfogenético de rellenos intermontañosos, ambiente glaciario-periglaciario, ambiente estructural, etc.) y que presentan habitualmente una marcada continuidad en las localizaciones geográficas en que se encuentran. Ejemplos de Dominios Fisiográficos: Vertientes externas de la Cordillera Occidental; Vertientes externas de la Cordillera Real; Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real; Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas; Zona Subandina; Amazonía Periandina (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

2.4.4. Región

“Sistema geo estructural en que se encuadran los Dominios Fisiográficos. Las tres Regiones del Ecuador continental son Costa, Sierra y Amazonía” (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

2.5. Ordenes

2.5.1. Alfisoles

La mayoría de los Alfisoles se presentan en un paisaje relativamente viejo, aunque los que se presentan en un régimen acuico son mucho más recientes. Principalmente se desarrollan en zonas con pendientes pronunciadas con un drenaje bastante alto, o en zonas planas con un escaso drenaje. Son típicos de regiones templadas (entre 0° y 22° C de temperatura), aunque pueden extenderse también a zonas tropicales o subtropicales. Los regímenes de temperatura predominante el térmico y mésico; los Alfisoles se han forman generalmente bajo una vegetación densa de bosque caducifolio, aunque también se dan sobre pastos y praderas, la distribución de la materia orgánica en el perfil depende del tipo de vegetación (Gisbert, 2002).

2.5.2. Andisoles

Los Andisoles son suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya principal característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones. El origen de estos suelos se debe al rápido enfriamiento de los materiales expulsados, que no permite la cristalización de los minerales con un alto grado de ordenación, resultando así un material vítreo o vidrio volcánico amorfo (Gisbert, 2002).

2.5.3. Aridisoles

Los Aridisoles son suelos que están presentes en regiones áridas con un régimen climático, donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación durante la mayor parte del año, Presentan un contenido en

sales solubles que limita el crecimiento de la vegetación (sólo aparecen plantas halófitas) (Gisbert, 2002).

2.5.4. Entisoles

Este tipo de suelos tiene un distintivo particular que es incluir a suelos más jóvenes, según el Soil Taxonomy, no tienen, o de tenerlas son escasas, evidencias de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Sus propiedades están por ello fuertemente determinadas por el material parental, de los horizontes diagnósticos únicamente presentan aquellos que se originan con facilidad y rapidez; por tanto muchos Entisoles tienen un epipedón óchrico o antrópico, y sólo unos pocos tienen albico (los desarrollados a partir de arenas (Gisbert, 2002).

2.5.5. Histosoles

Son suelos formados por materiales orgánicos presentes en la mayoría de las zonas pantanosas, ciénagas y turberas. Están compuestos de restos de plantas más o menos descompuestas en condiciones hidromorfas aunque algunos se forman a partir de restos orgánicos procedentes de vegetación de bosque o de musgos (Gisbert, 2002).

2.5.6. Inceptisoles

Los Inceptisoles, no han alcanzado a desarrollar caracteres diagnósticos de otros órdenes pero poseen evidencias de desarrollo mayores que las de los Entisoles. Debe interpretárselos como suelos inmaduros que tienen débil expresión morfológica de los suelos maduros. Este tipo de suelos presentan más desarrollo pedogenético que un Entisol, pero no tiene suficiente desarrollo para pertenecer a otro orden de suelos, lo cual refleja inmadurez pedológica que lo caracteriza (Gisbert, 2002).

2.5.7. Mollisoles

Los Mollisoles son generalmente suelos minerales típicos de las estepas que tienen un horizonte superficial muy oscuro, coloreado y rico en bases. Algunos pocos pueden presentar un horizonte de diagnóstico albico, petrocálcico o duripán. La vegetación típica de los Mollisoles es de pradera y se desarrollan en una gran variedad de climas cuyos regímenes de humedad van desde el acuic al xeric, mientras que los regímenes de temperatura del suelo van desde el cryico al hipertérmico. Normalmente la precipitación de las zonas donde hay Mollisoles oscila entre los 200 y los 800 mm anuales (Gisbert, 2002).

2.5.8. Oxisoles

Los Oxisoles son suelos minerales de las zonas tropicales cálidas y húmedas que han sufrido intensos y prolongados procesos de meteorización y lavado, lo que posibilita la formación de éstos suelos maduros. Se desarrollan bajo condiciones climáticas en las que la precipitación es mucho mayor que la evapotranspiración (durante algunos períodos del año); esto posibilita el lavado de los productos meteorizables hacia el interior del perfil del suelo y la acumulación de caolinita y sesquióxidos necesarios para la formación del horizonte óxico característico de este orden.

En cuanto a las condiciones climáticas señalar que suelen darse en regímenes de humedad desde el arídico hasta el periódico, son suelos en los que predominan los óxidos de hierro y de aluminio y la caolinita, de baja capacidad de intercambio catiónico, el horizonte óxico se sitúa a unos 30 cm por debajo de la superficie del suelo (Gisbert, 2002).

2.5.9. Ultisoles

Los Ultisoles se caracterizan por tener un horizonte argílico o kándico y con una baja saturación de bases. Aparecen en cualquier régimen de Temperatura y humedad (excepto en el arídico). Aparecen en zonas de Clima templado (con elevadas precipitaciones que produzcan un lavado intenso de las bases) (Gisbert, 2002).

En los Ultisoles, la eluviación y la iluviación son los procesos más importantes en el desarrollo del perfil, dándose el caso de acumulación de arcillas en horizontes profundos del perfil, y produciéndose una pérdida de arcillas en los horizontes superficiales (Gisbert, 2002).

2.5.10. Vertisoles

Son suelos arcillosos propiamente dichos, presentando grietas (en periodos del año) o caras de deslizamiento ("slickensides"), dentro del metro superficial del perfil. El material parental lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen, siendo suelos minerales caracterizados por su elevado contenido de arcillas expandibles 2:1 tipo montmorillonita (contenido mayor al 30%) (Gisbert, 2002). Son suelos muy compactos en la estación seca (muy duros) y muy plásticos en la húmeda, por lo que el manejo de estos suelos es bastante complicado. No obstante un buen manejo puede dar lugar a altas tasas de productividad de cultivos (Gisbert, 2002).

2.6. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Es un software y datos geográficos que fue creado con el fin de capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver

problemas complejos de planificación y de gestión (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

2.6.1. ArcGis

Es una herramienta la cual permite generar mapas, el ArcGIS se inicia con un mapa base el cual cuenta con un conjunto de mapas base integrados de diversos tipos, entre los que se incluyen de topografía, imágenes, calles, terreno y océanos. También hay disponibles mapas base mucho más especializados, como de hidrología, uso del suelo y geología (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

2.6.2. Generación de Mapas

“Dentro del estudio de levantamiento de suelo, el mapa base es el vínculo geográfico obtenido de la recopilación de información, para la determinación de las unidades fisiográficas, indispensables para establecer los puntos de muestreo” (Rossiter D. , 2002).

El mapa base se construirá a partir de toda la información disponible como: imágenes satelitales, fotografías aéreas y elementos cartográficos del ámbito de estudio. La generación de la cartografía temática de suelos es el producto final del análisis conjunto de todas las actividades preliminares requeridas para este efecto, tales como: Recolección de datos definitivos, llenado de la base de datos, cortes definitivos de las unidades geomorfológicas, unión de la base de datos, extrapolación de las observaciones de campo (Rossiter D. , 2002).

“Al generar la cartografía definitiva de suelos, es crucial describir los resultados intermedios y finales de esta; desde la interpretación de los análisis de las muestras de suelos, hasta la impresión del mapa” (Rossiter D. , 2002).

2.6.3. Layouts

La parte fundamental de todo SIG y del análisis, consiste en la producción final de una cartografía que se concreta en la mapificación de los resultados obtenidos de forma que los usuarios finales puedan comprender de forma rápida e intuitiva la técnica del trabajo realizado (Buol, 2011).

CAPÍTULO III

3. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la provincia del Cañar, donde se encuentran las cabeceras cantonales de Biblián, Déleg, y Azogues del cantón Azogues, las que fueron muestreadas para el presente estudio. Tiene una altitud que varía entre 2539 a 3200 msnm, una precipitación media anual de 700 a 1100 mm, y una temperatura media anual de 11 a 16°C.

En campo se utilizaron los siguientes materiales: flexómetro, barra, pala, etiquetas adhesivas para la identificación de las muestras, pizeta, cuchillo de campo, lupa, fundas para toma de muestras de suelo, cintas para asegurar las fundas, Fluoruro de sodio (NaF) para la determinación de suelos con características ándicas, ácido clorhídrico (HCl) para identificación de carbonatos, peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para determinar contenido de materia orgánica en campo, cintas pH, agua destilada, cámara fotográfica, sacos de polietileno para guardar las muestras, cilindros para densidad aparente, combo de goma, fichas para descripción detallada de perfiles de suelo, letrero, cámara fotográfica, vasos plásticos, Tabla Munsell, Soil Taxonomy 2006, Guía para la descripción de suelos de la FAO, software Arc Gis 9.3, GPS, computador para navegación en tiempo real y ubicación de los perfiles.

Como información secundaria se utilizó: mapa geomorfológico (1:250 000), mapa de unidades ambientales (1:1000000), cartas topográficas, mapa geológico (1:100 000), mapa de suelos (1:50 000) y una ortofoto.

3.1. Determinación de las características físico-químicas de los suelos

3.1.1. Selección y ubicación de los sitios de muestreo

Se seleccionaron 16 puntos de muestreo, utilizando como base el mapa geomorfológico, ortofotos, régimen de humedad, régimen de temperatura, división política, mapas de pendientes, y vías que fueron proporcionados por MAGAP - SIGTIERRAS, se ubicó un punto de muestreo por cada unidad geomorfológica presente en el área de estudio; tomando en cuenta accesibilidad (vías); finalmente se procedió a ubicar los puntos en campo con la ayuda de un GPS.

Los insumos complementarios o secundarios, básicamente, son: Mapas geomorfológicos morfopedológicos, y de suelos, realizados por PRONAREG-ORSTOM, a escala 1:200.000 (Costa y Sierra), 1:50.000 (Sierra) y 1:500.000 (Amazonía); otra información es el de Mapa de pendientes. Información generada a partir del MDT (de 3 metros en Sierra, 4 metros en Costa y 5 metros en Amazonía), Mapa morfológico, este mapa, en formato Shape, incorpora la información de Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico, junto con el listado de Geoformas más características. Esta información ha sido elaborada a partir del mapa de Paisajes Naturales del Ecuador a escala 1:1.000.000. Complementariamente, se utiliza el mapa original en formato ráster (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

También se dispondrá con el Mapa topográfico 1:50.000. Mapa en formato ráster, que sirve de referencia para una primera comprensión del relieve y sus formas más características, así como sobre la extensión de la red vial. Además proporcionan la información básica sobre la toponimia, contaremos con las Curvas de nivel de los mapas topográficos 1:50.000. Esta información, en formato vectorial, sirve para una primera contextualización de las Geoformas, un complemento a la delimitación de las

mismas y una herramienta adicional para determinar parámetros morfométricos: pendientes, desnivel relativo, longitud de vertiente, etc (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015).

3.1.2. Apertura y descripción de calicatas

Una vez que se identificó el sitio se realizó una calicata de 1,0 m de ancho x 1,50 de largo x 1,50 m de profundidad. Los perfiles fueron descritos en horas de la mañana y la cara del perfil descrita recibió directamente la luz del sol, para apreciar las características de los horizontes; en el perfil se tomaron las siguientes variables: textura, profundidad efectiva, estructura, compacidad, drenaje natural, fragmentos (pedregosidad). La descripción de los perfiles se basó en criterios de la Guía para Descripción de Suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2009)

De cada calicata se tomaron dos muestras de 1 kg de suelo, siempre y cuando no tengan reacción al Fluoruro de Sodio (NaF), y fueron colocadas en una funda plástica, se etiquetaron con los datos de dicho perfil, y posteriormente fueron llevadas al laboratorio Applus en donde se analizaron las variables físicas y químicas.

3.1.3. Laboratorio

Las variable física determinada en el laboratorio fue la textura (mediante el método de Bouyoucos) mientras que las variables químicas medidas fueron: materia orgánica (por el método de calcinación); pH (mediante la utilización de un potenciómetro), capacidad de intercambio catiónico (CIC meq/100gr), saturación de bases (SB%) y suma de bases mediante el método de acetato de amonio (NH₄ Ac).

Los análisis de laboratorio en la parte química que se realizan son los requeridos por la Soil Taxonomy 2006, para los trabajos de clasificación a nivel de subgrupo estos son:

Tabla 1 Tipos de análisis para las muestras

TIPOS	ANALISIS
Tipo A	Se realiza con los siguientes análisis: pH, N, P, K, Ca, Mg, suma de bases, materia orgánica (MO), textura, acidez libre, conductividad eléctrica (C.E.) y capacidad de intercambio catiónico (C.I.C).
Tipo B	Se realiza generalmente, en muestras provenientes del horizonte B y en ocasiones, El análisis comprende: pH, N, P, K, Ca, Mg, materia orgánica (MO), textura y conductividad eléctrica (C.E.).
Tipo C	Se realiza para la obtención de carbonatos.
Tipo Ox	Para obtener sesquióxidos de Hierro y Aluminio.

Fuente: (SIG-TIERRAS, MAGAP , 2015)

Las variables físicas analizadas: humedad del suelo (método de la cápsula mecánica) y textura (método de Bouyoucos modificados). Las variables químicas determinadas en laboratorio fueron: contenido de nitrógeno (método Kjeldahl), fósforo (método de Olsen modificado), potasio, calcio, magnesio (método de Morgan modificado), materia orgánica (método de calcinación), pH (la utilización de un potenciómetro), conductividad

eléctrica (utilizando un conductímetro), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y saturación de bases (SB%) (Mediante el método de acetato de amonio 1 N a pH 7).

Posteriormente a la entrega de laboratorio se clasificó en gabinete los perfiles descritos, basándose en la Soil Taxonomy de 2006 y 2010.

3.1.4. Elaboración de mapas

Una vez completado el proceso de clasificación de tierras y con la información obtenida en campo se elaboraron en el programa ArcGis los siguientes mapas temáticos: mapa geomorfológico y mapa de ubicación de puntos en campo. El mapa geomorfológico contiene las diferentes unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio; en el mapa de ubicación de puntos se presentan el sitio de muestreo en cada unidad geomorfológica; cada mapa tiene su respectiva leyenda. (CLIRSEN, SENPLADES, & MAGAP. 2012).

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Determinación de las características físico-químicas de los suelos

Los suelos muestreados en los cantones de Déleg, Biblián y Azogues presentaron una gran variabilidad debido al número de unidades geomorfológicas (litología, geología, morfología y paisajes). Las variables físicas, químicas analizadas intervienen directamente dentro de la formación del suelo.

- **Variables físicas**

En Azogues el mayor porcentaje de las calicatas evaluadas presentaron una textura franco - arenosa con 80%, mientras que el menor porcentaje presentaron texturas francas con 20%. En relación a la profundidad efectiva, el 60% de las muestras correspondieron a suelos profundos, moderadamente profundo con 20%, y poco profundo con 20%. Con respecto a la estructura la que se presenta en mayor porcentaje es la granular, y bloques subangulares con 40% cada una, y la estructura que se presenta en menor porcentaje es granular y bloques subangulares con 20%. La compactación de estos suelos es poco compacta que es el 100% en esta investigación. El drenaje que presentan en estos suelos es bueno es decir el 100%. En la variable de Fragmentos el 80% corresponde a que no presentó evidencia y solamente el 20% de los suelos presentó muy pocos fragmentos.

Tabla 2 Variables físicas del cantón Azogues

AZOGUES	
VARIABLE	%
TEXTURA	
Franco-arenosa	80
Franco	20

Continúa

PROFUNDIDAD EFECTIVA	
profundo	60
poco profundo	20
moderadamente profundo	20
ESTRUCTURA	
Bloques subangulares	40
Granular	40
Granular y bloques subangulares	20
COMPACIDAD	
Poco compacto	100
DRENAJE NATURAL	
Bueno	100
FRAGMENTOS	
Gruesos	20
Sin Evidencia	80

Fuente: Investigación de campo

En Déleg el 100% de las calicatas evaluadas presentaron una textura franco - arenosa. En relación a la profundidad efectiva, los suelos poco profundos y moderadamente profundos presentaron un porcentaje del 40 % cada uno, y suelos profundos se presentaron en menor porcentaje con el 20%.

Con respecto a la estructura la que se presenta en mayor porcentaje es la granular, y bloques subangulares con 40% cada una, y la estructura que se presenta en menor porcentaje es granular y bloques subangulares con 20%. La compactación de estos suelos es poco compacto que es el 100% en esta investigación. El drenaje que presentan en estos suelos es bueno es decir el 100%. En la variable de Fragmentos el 80% corresponde a que no presentó evidencia y solamente el 20% de los suelos presentó muy pocos fragmentos.

Tabla 3 Variables físicas del cantón Déleg

DÉLEG	
VARIABLE	%
TEXTURA	
Franco-arenoso	100

Continúa

PROFUNDIDAD EFECTIVA	
Profundo	20
moderadamente profundo	40
poco profundo	40
ESTRUCTURA	
Bloques subangulares	40
Granular y Bloques subangulares	20
Granular	40
COMPACIDAD	
Poco Compacto	100
DRENAJE NATURAL	
Bueno	100
FRAGMENTOS	
Gruesos	20
Sin Evidencia	80

Fuente: Investigación de campo

En Biblián el 100% de las calicatas evaluadas presentaron una textura franco - arenosa. En relación a la profundidad efectiva, los suelos poco moderadamente profundos presentaron un porcentaje del 50 %, los suelos poco profundos presentaron el 33,33%, y los suelos profundos presentaron un porcentaje del 16,67%.

Con respecto a la estructura en estos suelos se presentaron granular y bloques subangulares y bloques subangulares a granular en mayor porcentaje con 33,33% cada una, y las estructuras que se presentaron en menor porcentaje con 16,67% cada una fueron la estructuras bloques subangulares y estructura granular. La compacidad de estos suelos es poco compacto que es el 100% en esta investigación. El drenaje que se presentaron en estos suelos es bueno es decir el 100%. En la variable de Fragmentos el 50% corresponde a que no presentó evidencia y el otro 50% de los suelos presentó muy pocos fragmentos.

Tabla 4 Variables físicas del cantón Biblián

BIBLIAN	
VARIABLE	%
TEXTURA	
Franco-arenoso	100,00
PROFUNDIDAD EFECTIVA	
Profundo	16,67
moderadamente profundo	50,00
poco profundo	33,33
ESTRUCTURA	
Granular y Bloques subangulares	33,33
Bloques subangulares	16,67
Bloques subangulares a Granular	33,34
Granular	16,67
COMPACIDAD	
Poco compacto	100,00
DRENAJE NATURAL	
Bueno	100,00
FRAGMENTOS	
Sin Evidencia	50,00
Gruesos	50,00

Fuente: Investigación de campo

- **Variables químicas**

Los suelos en Azogues presentaron un pH ligeramente ácido, contenidos de materia orgánica altos, capacidad de intercambio catiónico bajo y porcentaje de saturación de bases baja.

Tabla 5 Estadística descriptiva de las variables químicas evaluadas en Azogues.

Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Min	Máx
pH	5	5,97	0,59	0,26	9,86	5,00	6,50
N	5	37,38	31,42	14,05	84,06	13,67	87,40
P	5	3,28	2,65	1,19	80,69	0,85	7,23
K	5	0,29	0,15	0,07	51,23	0,14	0,51
Ca	5	0,50	0,41	0,18	80,36	0,02	0,87
Mg	5	0,30	0,27	0,12	89,51	0,01	0,65
CIC	5	8,31	5,23	2,34	62,94	1,93	13,80
SAT BASES	5	22,00	14,25	6,37	64,76	3,00	37,00
MO	5	20,49	3,10	1,39	15,13	16,25	24,86

Fuente: Laboratorios APPLUS

Los suelos en Déleg presentaron un pH medianamente ácido, contenidos de materia orgánica altos, capacidad de intercambio catiónico medio y porcentaje de saturación de bases baja.

Tabla 6 Estadística descriptiva de las variables químicas evaluadas en Déleg

Fuente: Laboratorios APPLUS

Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Min	Máx
pH	5	5,93	0,31	0,14	5,23	5,45	6,20
N	5	31,10	32,27	14,43	103,77	7,25	87,40
P	5	4,79	2,04	0,91	42,57	1,68	7,23
K	5	0,18	0,11	0,05	61,72	0,08	0,36
Na	5	0,16	0,10	0,05	64,20	0,07	0,31
Ca	5	0,28	0,37	0,17	131,13	0,02	0,84
Mg	5	0,14	0,14	0,06	106,12	0,01	0,36
CIC	5	10,90	5,56	2,49	51,04	6,91	19,39
SAT BASES	5	10,00	8,77	3,92	87,75	1,00	23,00
MO	5	22,74	3,12	1,40	13,73	19,49	27,58

Los suelos en Biblián presentaron un pH ligeramente ácido, contenidos de materia orgánica altos, capacidad de intercambio catiónico medio y porcentaje de saturación de bases baja.

Tabla 7 Estadística descriptiva de las variables químicas evaluadas en Biblián.

Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Min	Máx
pH	5	6,15	0,26	0,11	4,30	5,81	6,45
N	5	38,34	25,52	10,42	66,56	13,67	87,40
P	5	3,35	2,29	0,93	68,36	1,05	7,23
K	5	0,26	0,23	0,09	89,76	0,08	0,68
Na	5	0,18	0,09	0,04	53,13	0,07	0,31
Ca	5	1,67	2,41	0,98	144,50	0,02	6,26
Mg	5	0,40	0,39	0,16	97,70	0,01	0,97
CIC	5	11,73	5,11	2,09	43,58	6,90	19,39
SAT BASES	5	23,67	22,30	9,11	94,24	1,00	53,00
MO	5	21,22	3,48	1,42	16,4	17,66	27,58

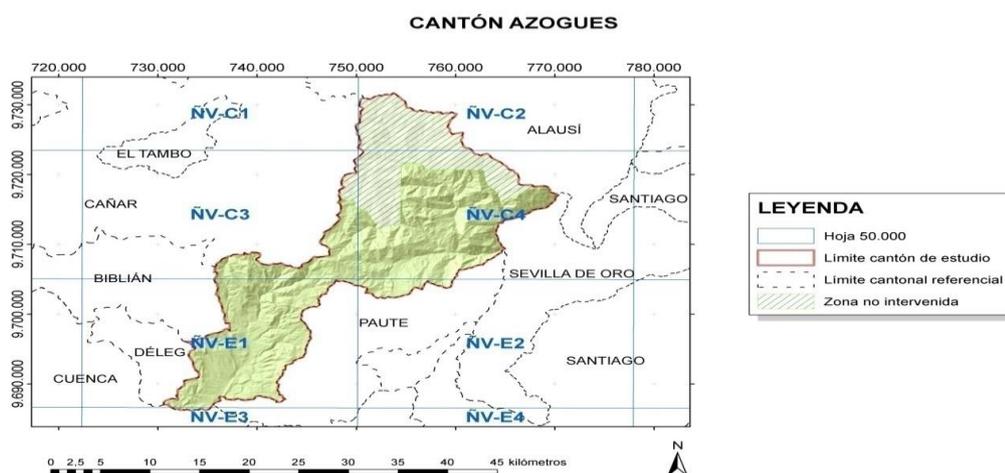
Fuente: Laboratorios APPLUS

4.2. Clasificación de los suelos a nivel de subgrupo

4.2.1. Azogues

El cantón Azogues se encuentra contenido entre cinco cartas u hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar-IGM denominadas Cañar ÑV-C3, Taday ÑV-C4, Azogues ÑV-E1, Guachapala ÑV-E2 y Gualaceo ÑV-E3 como se muestra en la siguiente Figura 1.

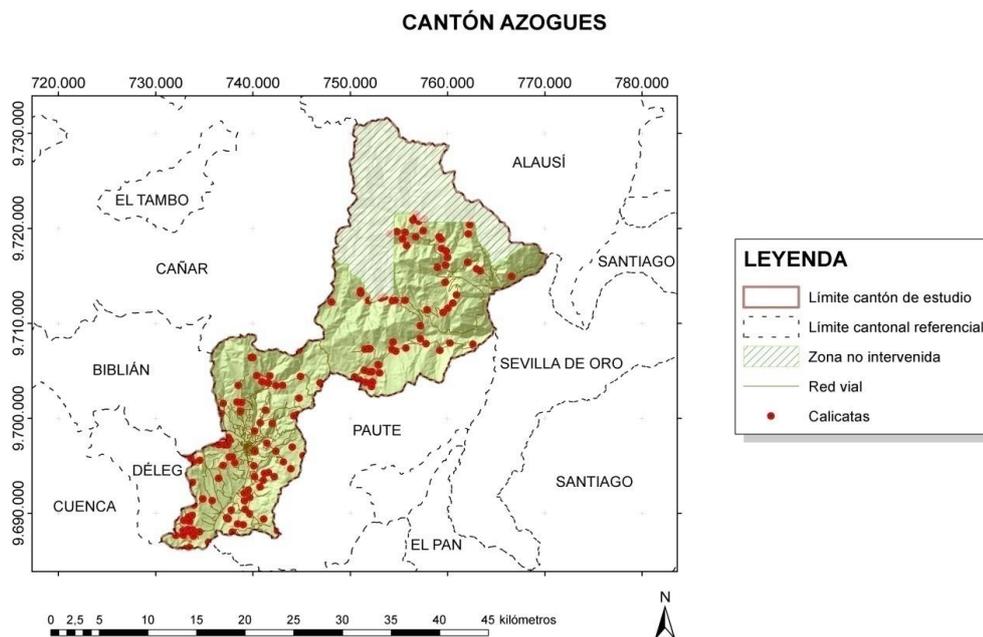
Figura 1 Ubicación del cantón Azogues en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Territorialmente, el cantón Azogues tiene una superficie aproximada de 60.593 ha, de las cuales, el presente estudio contempla 47.167 ha ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE). Para la caracterización del Mapa Geopedológico a escala 1:25.000 del cantón Azogues se realizó la descripción de 149 perfiles dentro del territorio entre el 11 al 29 de julio y el 02 de septiembre de 2014, de los cuales se han usado 136 para dotar de información al mapa y, para el proyecto de investigación se utilizó la información de cinco perfiles, que están próximos a los cantones de Biblián y Déleg. En la Figura 2 se muestra la ubicación de los sitios de muestreo localizados dentro del cantón.

Figura 2 Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Dentro del cantón Azogues encontramos los siguientes órdenes de suelos. Andisoles tienen una superficie aproximada de 17 966 ha que representa el 38,09% del área que fue estudiada. El orden que sigue son los Inceptisoles que ocupan un área aproximada de 10 461 ha los que representan el 22,18% del área que fue estudiada. El siguiente orden son los Entisoles que tienen una superficie aproximada de 6 237 ha y representan el 13,22% área que fue estudiada. El siguiente orden son los Mollisoles que ocupan un área de 5 624 ha que representan el 11,92% área que fue estudiada.

El siguiente orden son los Alfisoles que ocupan un área de 3 214 ha que representan el 8,81% del área que fue estudiada. El siguiente orden pertenece a los Vertisoles que ocupan un área de 1 604 ha que representan el 3,40% del área que fue estudiada; dentro del área en la que se realizaron los estudios también se representan a las tierras misceláneas es decir que no tienen estructura de suelo con un área de 1 952 ha que representan 4,14% del área que fue estudiada. También se incluyen tierras no aplicables

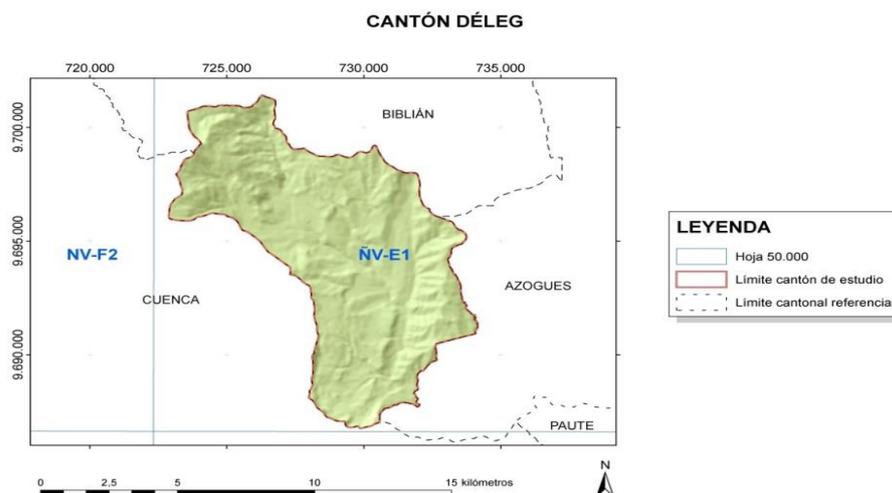
es decir tierras donde no se pudieron realizar los estudios ejemplo pantanos, o lugares donde sobrepasaron el porcentaje de pendiente a 70 % para ser estudiados, estos representan un área de 108 ha y representan el 0,23% del área que fue estudiada.

Los resultados obtenidos en el cantón Azogues, y después de revisar los análisis de laboratorio, corroborar información de campo, se obtiene dos clasificaciones a nivel de subgrupo: Primera clasificación: según la USDA 2006 *Typic Melanocryands* y la clave taxonómica DCCC; y según la USDA 2010 *Typic Melanocryands* y la clave taxonómica DCCC. Segunda clasificación: según la USDA 2006 *Pachic Melanudands* y la clave taxonómica DHCJ; y según la USDA 2010 *Pachic Melanudands* y la clave taxonómica DHCJ.

4.2.2. Déleg

El cantón Déleg se encuentra contenido en una carta u hoja topográfica del Instituto Geográfico Militar-IGM denominada Azogues ÑV-E1, como se muestran en la siguiente Figura 3.

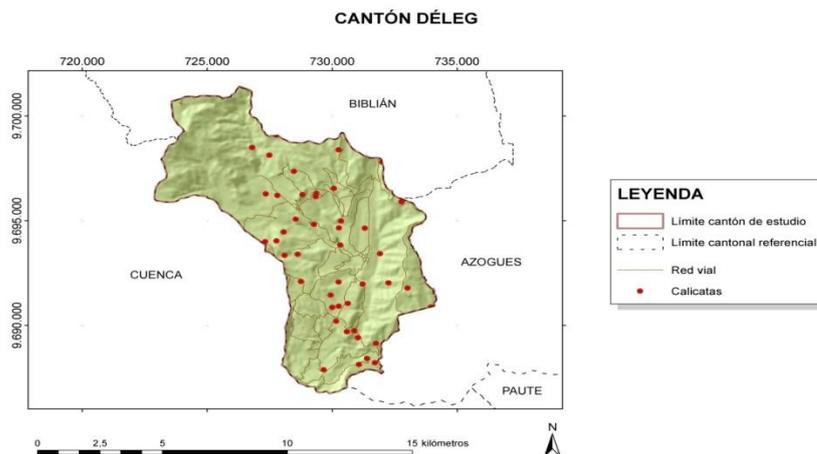
Figura 3 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Déleg.



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2014.

El cantón Déleg presenta una extensión aproximada de 7.839 ha que corresponden al total del área del presente proyecto, por lo que las cifras porcentuales, parciales o totales, que se presentan en este proyecto, aunque siempre estarán referidas al total del área de estudio, corresponden en realidad al total de la superficie del cantón

Figura 4 Ubicación de los sitios de descripción de perfiles y muestreo



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2014.

Para la caracterización del Mapa Geopedológico escala 1:25.000 del cantón Déleg se realizó la descripción de 41 perfiles dentro del territorio entre el 15 al 24 de julio de 2014, y para el proyecto de investigación se realizó el estudio de cinco perfiles. En la Figura 4 se muestra la ubicación de los sitios de muestreo y descripción.

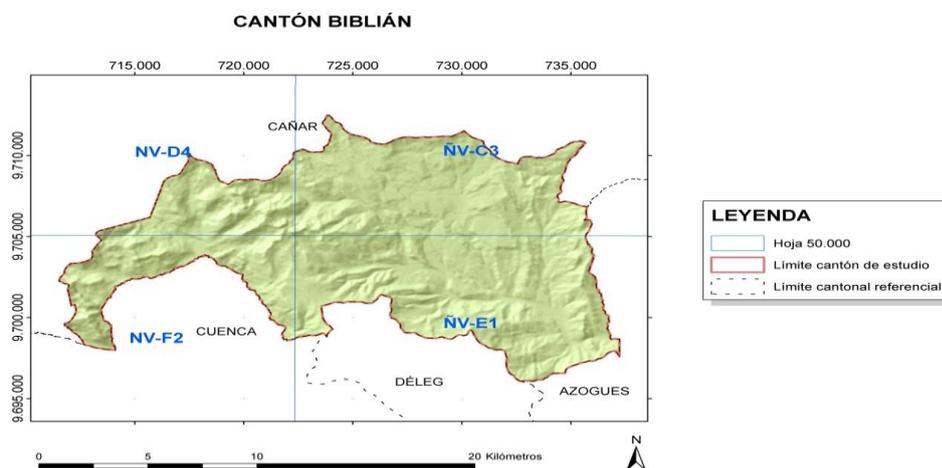
En el cantón Déleg predominan los suelos del orden Andisols con 2.196 ha que representa el 28,01% del área que fue estudiada. Mollisols con 2.118 ha que representa el 27,02% del área que fue estudiada, seguidos por el orden Entisols con 1.467 ha que representa el 18,72% del área que fue estudiada, Inceptisols con 969 ha que representa el 12,36% del área que fue estudiada, Vertisols con 524 ha que representa el 6,68% de área que fue estudiada y Alfisols con 377 ha que representa el 4,81% del área que fue estudiada. Por su parte, las Tierras misceláneas suman un total de 188 ha que representan el 2,40% del área que fue estudiada.

Los resultados obtenidos en el cantón Déleg, y después de revisar los análisis de laboratorio, corroborar información de campo, se obtiene dos clasificaciones a nivel de subgrupo: Primera clasificación: según la USDA 2006 *Typic Melanocryands* y la clave taxonómica DCCC; y según la USDA 2010 *Typic Melanocryands* y la clave taxonómica DCCC. Segunda clasificación: según la USDA 2006 *Pachic Melanudands* y la clave taxonómica DHCJ; y según la USDA 2010 *Pachic Melanudands* y la clave taxonómica DHCJ.

4.2.3. Biblián

El área de estudio del cantón Biblián se encuentra contenida entre 4 cartas u hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar-IGM denominadas San Francisco de Gualleturo NV_D4, Chiquintad NV_F2, Cañar ÑV_E2 y Azogues ÑV_E1 como se muestra en la Figura 5.

Figura 5 Ubicación del cantón Biblián en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000

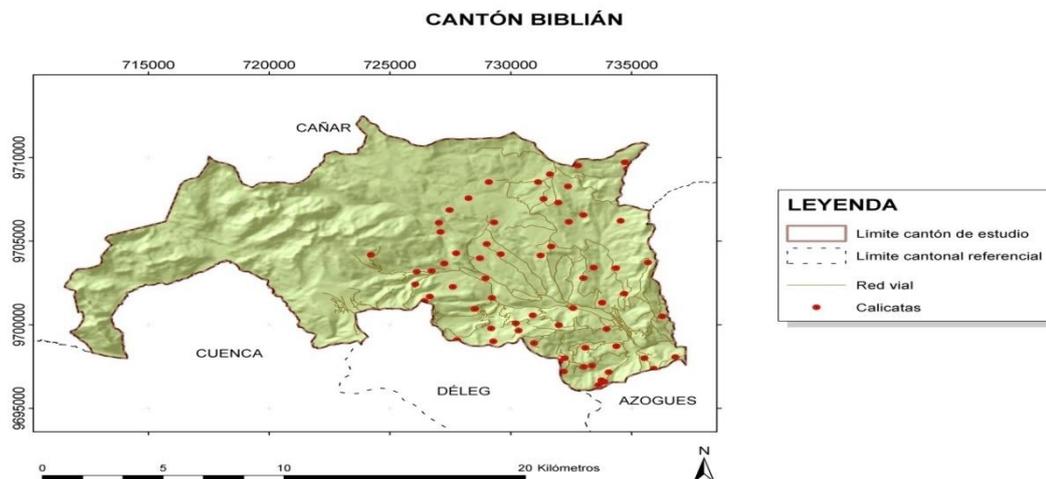


Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Territorialmente, el cantón Biblián tiene una superficie aproximada de 22.468 ha que corresponden al total del área de estudio del presente proyecto, por lo que las cifras porcentuales, parciales o totales, que se presentan en esta memoria, aunque siempre estarán referidas al total del

área de estudio, corresponden en realidad al total de la superficie del cantón, para el trabajo de investigación se realizó la descripción de seis perfiles.

Figura 6 Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados en el cantón Biblián



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

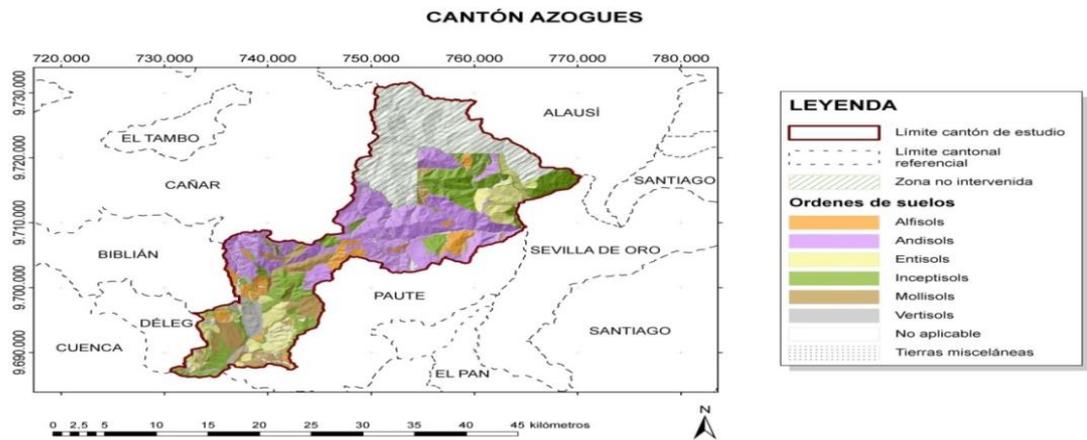
En el cantón Biblián predominan los suelos del orden Andisols con 12.452 ha que representan el 55,42% del área que fue estudiada, seguidos por el orden Inceptisols con 3.123 ha que representan el 13,90% del área que fue estudiada, Mollisols con 2.497 ha que representan el 11,11% del área que fue estudiada, Entisols con 1.069 ha que representan el 4,76% del área que fue estudiada, Alfisols con 665 ha que representan el 2,96% del área que fue estudiada y Vertisols con 140 ha que representa el 0,62% del área que fue estudiada. Por su parte, la superficie del área que fue estudiada que no ha sido caracterizada (Tierras misceláneas y No aplicable) suma un total de 2.521 ha y representan el 11,21%.

Los resultados obtenidos en el cantón Biblián, y después de revisar los análisis de laboratorio, corroborar información de campo, se obtiene una clasificación a nivel de subgrupo: Clasificación: según la USDA 2006 *Typic Melanocryands* y la clave taxonómica DCCC; y según la USDA 2010 *Typic Melanocryands* y la clave taxonómica DCCC.

4.3. Generar mapas temáticos del Área de Estudio

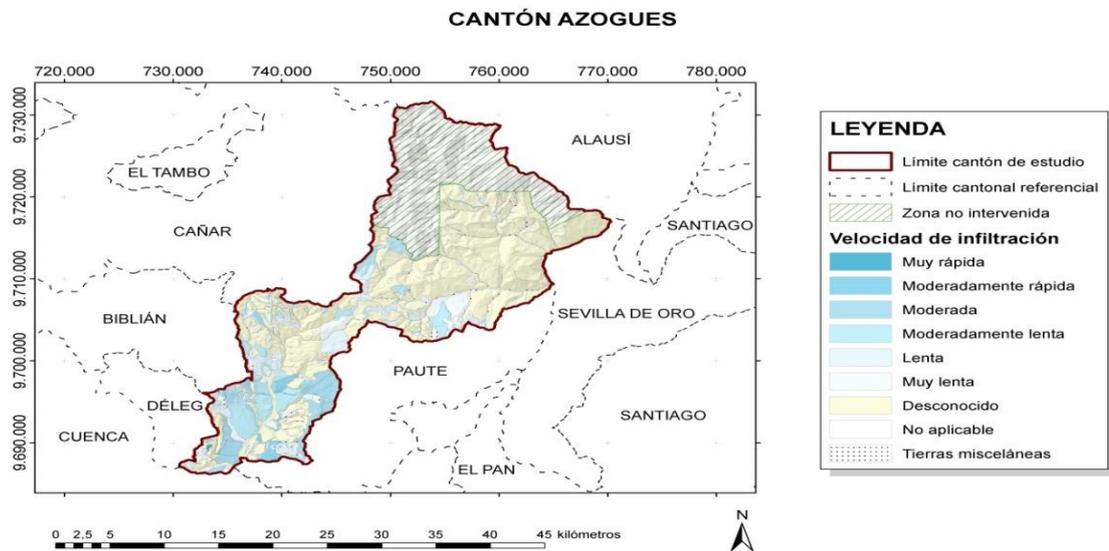
4.3.1. Azogues

Figura 7 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Azogues



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

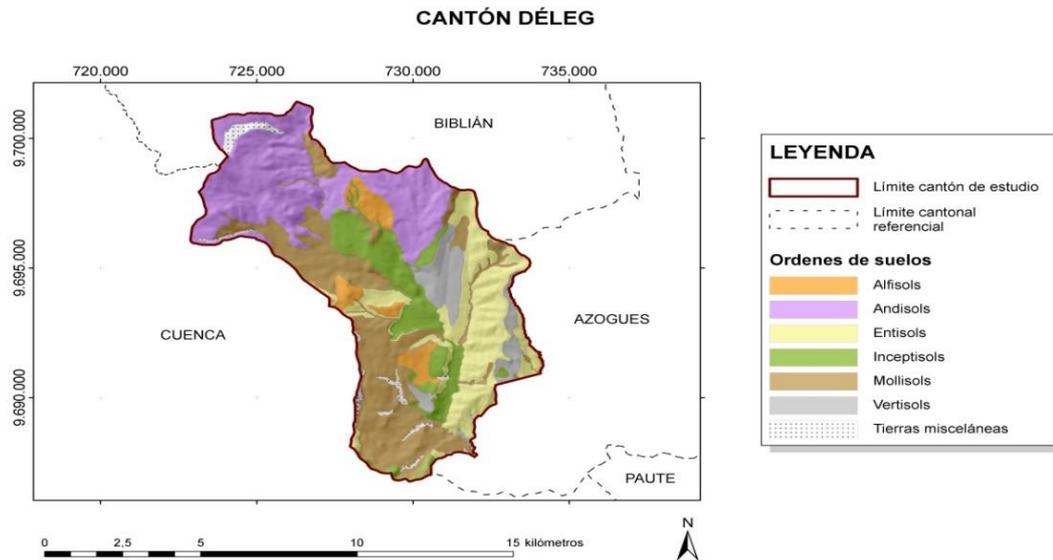
Figura 8 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón Azogues



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

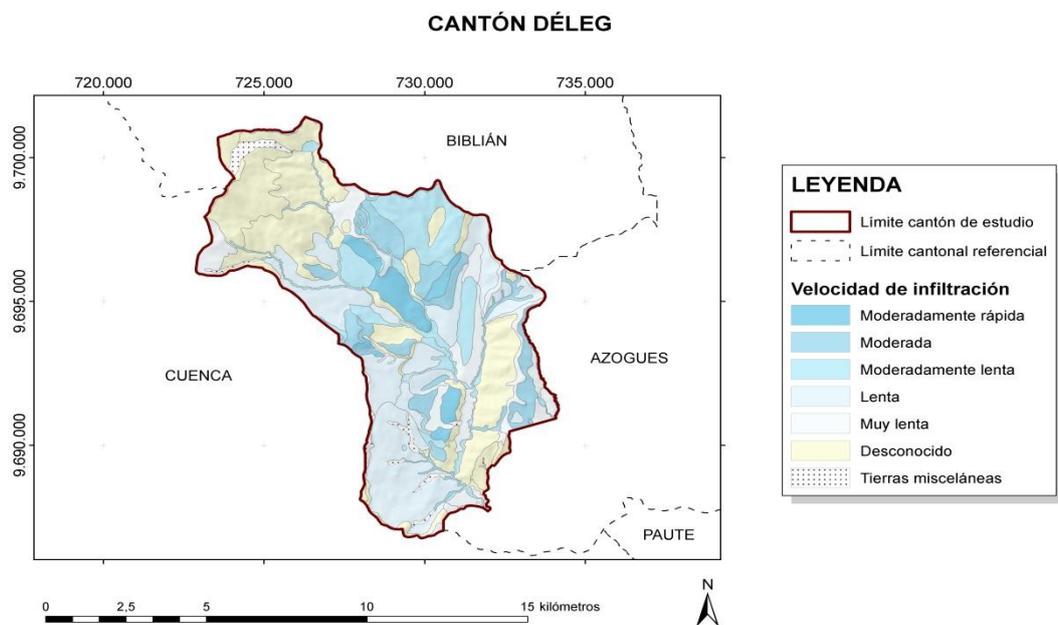
4.3.2. Déleg

Figura 9 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Déleg



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

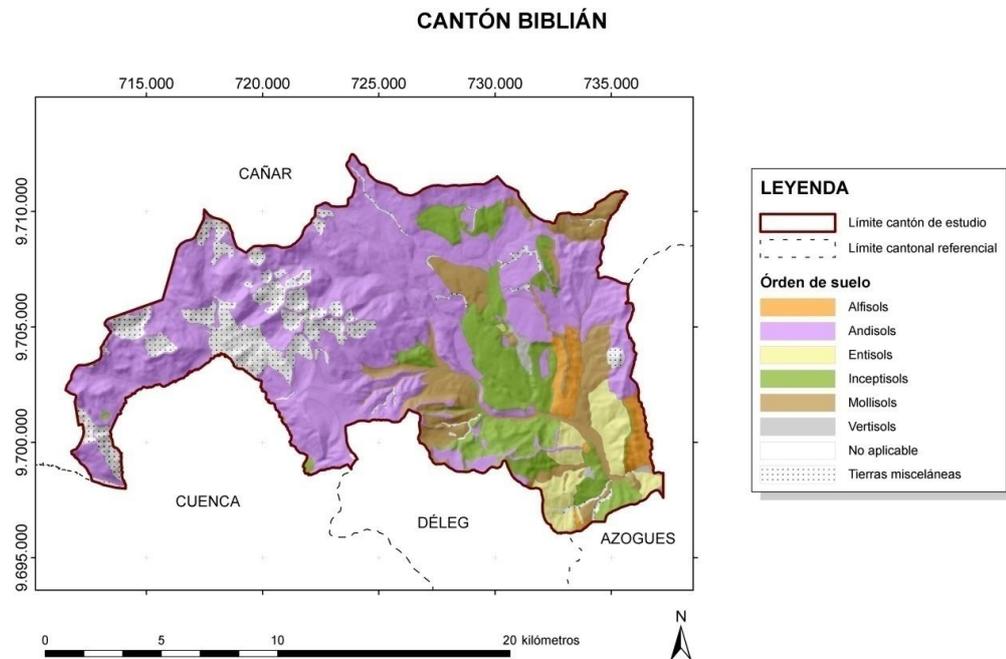
Figura 10 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón Déleg



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

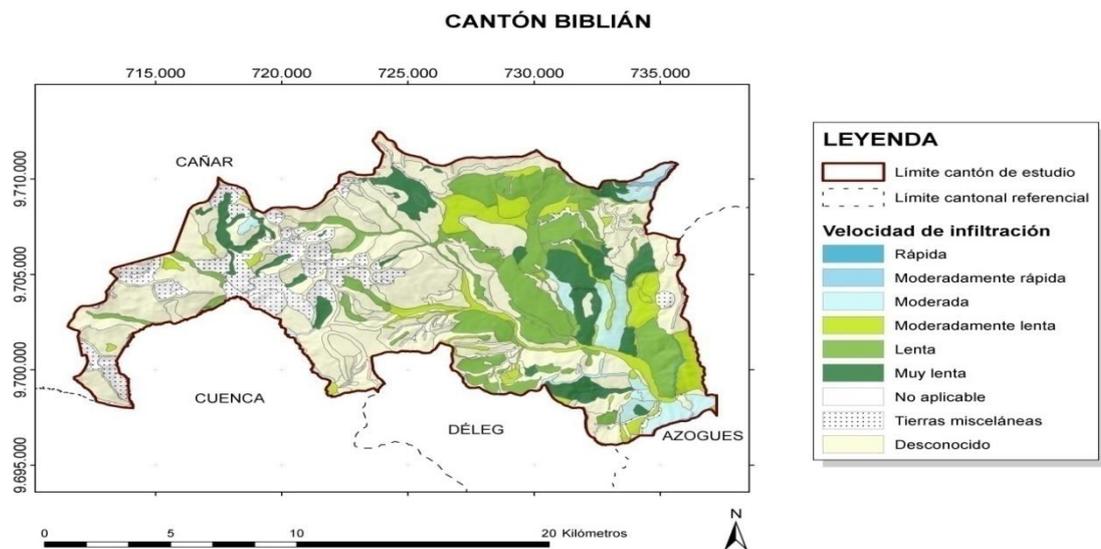
4.3.3. Biblián

Figura 10 Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Biblián



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Figura 11 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón Biblián



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

Para la realización de la presente investigación se estableció el estudio de los 16 perfiles, los cuales fueron asignados al lote 2 (división dos de la parte sur del país) por la empresa Agroprecisión y TRACASA-NIPSA, mediante información proporcionada por el SIG-TIERRAS. De dicho análisis se obtuvo los siguientes resultados:

Se marcó los puntos de muestreo en diferentes zonas de investigación, en las cuales se encontró los siguientes resultados: en Azogues las texturas del suelo fue franco - arenosas en un 80%; con relación a la profundidad efectiva fue profundo en un 60%, en cuanto a la estructura fue bloques subangulares en un 40%, granular en un 40%, granular y bloques subangulares 20%; de la misma forma se encontró que la compacidad es poco compacto en todos los perfiles aquí analizados; el drenaje natural es 100% bueno; y otros perfiles que no contienen fragmentos pertenecen al 80%.

Por otro lado en el cantón Déleg se han podido identificar los siguientes resultados: el 100% de perfiles descritos presentaron una textura franco – arenosa; con relación a la profundidad efectiva hubo suelos moderadamente profundo 40%; y por último suelos con poca profundidad que representan el 40%; en cuanto a la estructura notamos que los bloques subangulares presentaron 40%; también una estructura granular tiene 40%; en cuanto a la compacidad, los suelos del estudio en este cantón son poco compactos que representan el 100%; con relación al drenaje natural el 100% es bueno; y sin evidencia de fragmentos dentro del perfil representan el 80%.

Y finalmente en el cantón Biblián la textura que se presentó con un 100% es franco – arenosa; en cuanto a la profundidad efectiva en los suelos moderadamente profundo es representado por un 50%, y poco profundo es representado por el 33,33%; por otro lado la estructura tiene cuatro tipos los

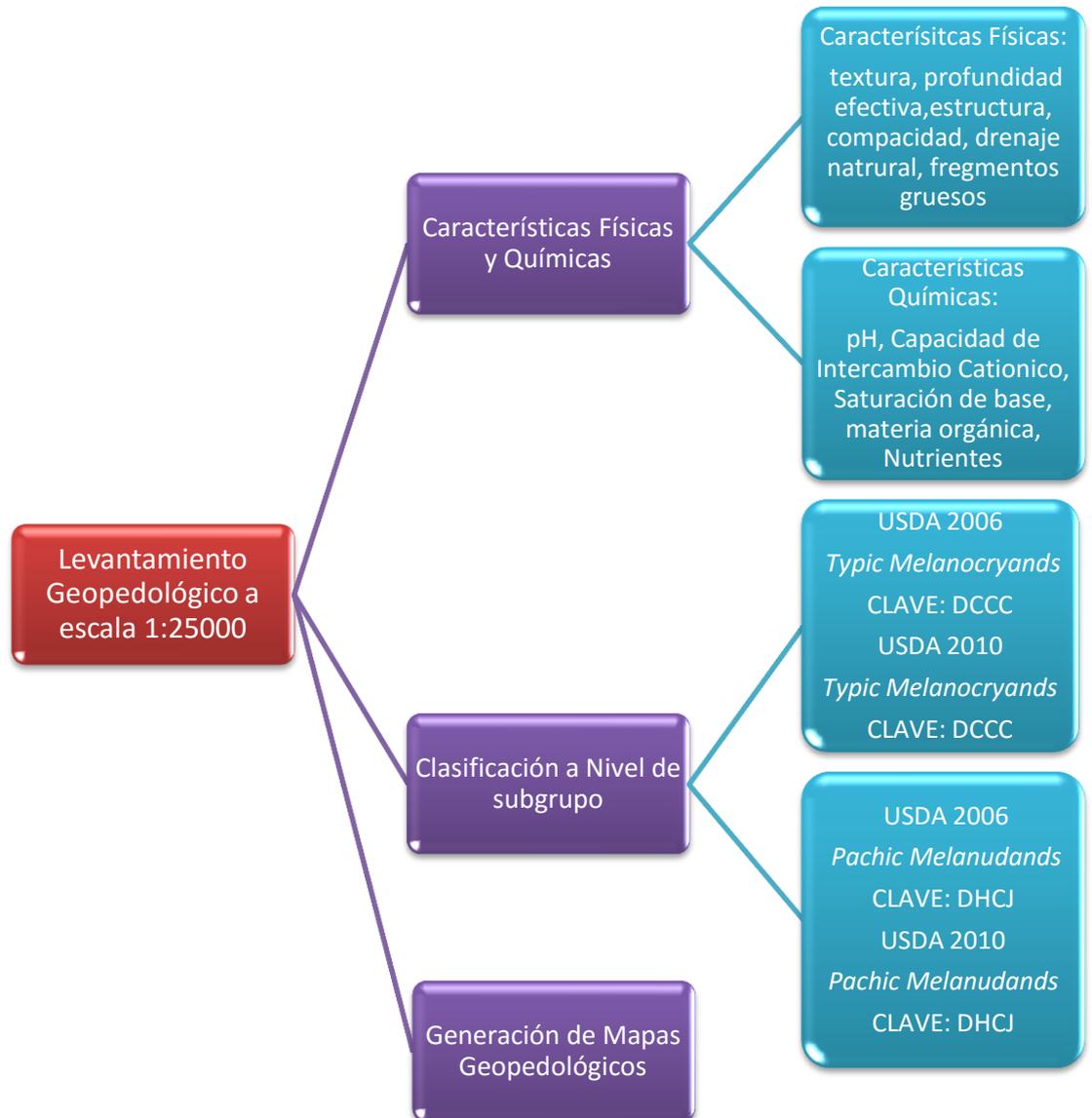
cuales son granular y bloques subangulares con un 33, 33%, bloques subangulares representados con 16,67%, bloques subangulares a granular tienen un 33,34%, y por último la textura granular que tiene un 16,67%; en cuanto a la compactación el 100% es poco compacto; el drenaje natural fue bueno y es representado con el 100%; y los fragmentos que se presentaron fueron fragmentos gruesos con el 50% y no tiene evidencia de fragmentos con el otro 50%.

Los tres cantones estudiados concuerdan con las características físicas como son la textura, en ese caso la mayoría de ellas son representadas por los franco – arenosos, la estructura la mayoría son bloques subangulares, también se habla de la compactación que en su mayoría son poco compactos, el drenaje natural que tienen estos suelos es bueno, y en los perfiles casi no se encuentran fragmentos gruesos.

Las variables químicas en los cantones estudiados fueron los pH fueron ligeramente ácidos, la materia orgánica es alta, el intercambio catiónico es bajo para el cantón Azogues, y para los otros cantones el intercambio catiónico es medio, y el porcentaje de saturación de bases es baja para los tres cantones.

Los resultados de los análisis físicos y químicos que se presentaron después de la fase de campo, llevó a la clasificación de los suelos a nivel de subgrupo, tales como: *Typic Melanocryands* y *Pachic Melanudands*, los cuales fueron dados según la Soil Taxonomy del 2006 y 2010. Con los resultados que se obtuvieron se pudo realizar los mapas geopedológicos de cada cantón, lo cual es una herramienta para determinar las clases agrológicas de los suelos, catastros, entre otros, válidos para futuras investigaciones.

Figura 12 Cuadro resumen del capítulo 5



CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Los suelos estudiados en los tres cantones presentaron los siguientes resultados en los análisis físicos: en textura la mayoría de los suelos son franco – arenosos; en la profundidad efectiva hay suelos que son profundos, moderadamente profundos y poco profundos; en cuanto a la estructura predomina la de bloques subangulares; la compacidad en estos suelos son poco compactos; el drenaje natural que presentan los suelos de los cantones es bueno; y por último se hallaron pocos fragmentos dentro de los perfiles, la mayoría de ellos no tienen evidencia de fragmentos en el perfil. En cuanto a las características químicas el pH de los suelos son ligeramente ácido, y medianamente ácido; la materia orgánica en los tres cantones es alta; la capacidad de intercambio catiónico en la mayoría de los suelos es medio; y por último la saturación de bases en los suelos de los tres cantones es baja.
- Después de tomar la información en campo, y analizar los resultados enviados por laboratorio, se hizo la clasificación a nivel de subgrupo, dando como resultado dos clasificaciones y que según la Soil Taxonomy del 2006 y la Soil Taxonomy del 2010 fueron: *Typic Melanocryands*, *Pachic Melanudands*. dicha clasificación de los suelos es de excelente productividad agrícola; sin embargo, se encuentran en una zona de protección, donde no se puede realizar explotación agrícola.
- Mediante los mapas geopedológicos que se obtuvo a través de la interpretación de la información recabada en los primeros capítulos de la presente investigación, se puede ver de manera más organizada los tipos de órdenes que predominan en cada cantón que se estudió.

6.2. Recomendaciones

- Es necesario analizar adecuadamente la información principal en la fase de pre-campo, para la correcta ubicación de los puntos o perfiles a ser estudiados, y utilizar adecuadamente la información generada en cuanto al contenido de textura, profundidad efectiva, estructura, compacidad, drenaje natural, fragmentos gruesos, pH, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, materia orgánica (variables físicas y químicas) ya que es importante para realizar la clasificación a nivel de subgrupo y la generación de mapas geopedológicos.
- Interpretar correctamente los análisis físicos y químicos del suelo para evitar errores en la clasificación; hay que tener en cuenta los regímenes de humedad y temperatura para clasificarlos hasta el nivel de subgrupo.
- Los mapas que se presentan pueden ser utilizados para futuras investigaciones tales como análisis de la velocidad de infiltración, capacidad de uso de las tierras, proyectos de conservación de suelos y conservación de páramos entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Buol, S. (2011). Soil genesis and classification, sixth edition. en s. buol, *soil genesis and classification, sixth edition*. iowa: wiley-blackwell.
- CLIRSEN, SENPLADES, & MAGAP. (2012). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1: 25 000*. quito.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Roma: División de información FAO .
- Gisbert, J. (2002). *Gisbert, J. M.; "Taxonomía de suelos. Soil Taxonomy-99" Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 2002*.
- Jenny, H. (1992). *Factors of soil formation: a system of quantitative pedology / Hans*.
- SIG-TIERRAS, MAGAP . (28 de 02 de 2015). *Memoria técnica geopedológica de la carta de Azogues*. QUITO.
- Sotomayor, P. (22 de Marzo de 2011). *Ordenamiento Territorial Nacional en Ecuador*.
- Winckell, A. (1997). *Geografía física del Ecuador, Tomo IV, volumen 2 y mapa 1: 1000000*.
- Zinck, A. (2012). *GEOPEDOLOGIA (Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales)*. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation.

LINKOGRAFÍA

- Gómez, D. (2002). *Ordenacion Territorial, Mundi-Prensa, Madrid*. Recuperado el 25 de 01 de 2015, de http://www.puce.edu.ec/sitios/documentos_DGA/6_H07_H071_2010-02_13906_1704431665_S_1.pdf
- MAGAP-SIGTIERRAS. (22 de Marzo de 2015). *Memoria técnica geopedológicas de la carta de Azogues*. Recuperado el 20 de 02 de 2015, de <http://www.partealta.ec/opinion/153-editorial/15761-ordenamiento-territorial-nacional-en-ecuador>
- Rossiter, D. (2002). *Metodologías para el Levantamiento del Recurso Suelo, 2da versión revisada Marzo 2000 - Tradcción y adaptación Agosto del 2004*. Recuperado el 13 de 11 de 2014, de http://www.itc.nl/~rossiter/teach/ssm/SSM_LectureNotes2_E.pdf
- Sevillano, G. (2009). *Levantamiento geopedológico de la cuenca baja del río Guayas - Ecuador con aplicación del enfoque sistémico, centro de levantamientos integrados y recursos naturales por sensores remotos*. recuperado el 23 de 11 de 2014, de <http://www.secsuelo.org/XIICongreso/Simposios/Conservacion/Ponencias/1.%22Gustavo%20Sevillano.%20%20Levantamiento%20geopedologico.%20CLIRSCL-Ecuador.pdf>