

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN LA CONCORDIA**

#### **PROYECTO:**

**“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA  
ESCALA 1:25.000, LOTE 1”**

### **GEOPEDOLOGÍA Y TEMÁTICAS DERIVADAS**

**VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN  
CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS  
DIFICULTAD DE LABRANZA  
AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA**

**DICIEMBRE, 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### UNIDAD MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

Óscar Ayala  
José Duque  
Sandra González  
Mireya Herrera  
Darwin Sánchez

### CONSORCIO TRACASA-NIPSA:

#### Responsables:

Eva Corral  
Carlos Rúbies  
Vicente Urdanoz  
Jesús Viloría

#### Técnicos edafólogos participantes:

##### *Control de Calidad*

Bernat Blasi  
Júlia Consuegra  
Esther López  
Natalia Rodríguez  
Alberto Ruíz  
Verónica Sigüero  
Jennifer Veenstra

##### *Control de Calidad de Productos*

*Complementarios*  
Baldomer Corderroure  
Hugo Herrador  
Juan José Ramón  
Lorena Recio  
Santiago Sghirla

#### *Levantamiento de información:*

Francisco Ayala  
Carlos Briones  
Luis Caraballo  
Elio Chacón  
Diego Chasipanta  
Néstor Espinosa  
Fernanda Livisaca  
Carlos Luzuriaga  
Edmundo Maldonado  
Freddy Marín  
Rommel Merchán  
Luis Fernando Mogollón  
Gabriel Orellana  
Melva Ortega  
Daniel Ponce de León  
Oswaldo Quinde  
Carlos Roa  
Carmen Salinas  
Geovanny Segarra  
Javier Tumbaco  
Alejandro Vera  
Jesús Viloría  
Rodrigo Yépez  
Peter Schwiebert  
Patricio Moncayo

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC- INGEOMATICA

Memoria descrita a partir de la Cartografía Digital aprobada con fecha de 12 de octubre de 2015. Los cambios introducidos posteriormente durante el levantamiento geopedológico en zonas contiguas no se reflejan en este documento.

## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Objetivos del estudio geopedológico</b> .....	<b>3</b>
1.2.1. Generales.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
<b>1.3. Antecedentes de este estudio</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4. Alcance del estudio</b> .....	<b>4</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Criterios metodológicos generales: el enfoque geopedológico</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2. Levantamiento geopedológico</b> .....	<b>7</b>
2.2.1. Fase precampo.....	8
2.2.1.1. Revisión y validación de información secundaria e insumos.....	8
2.2.1.2. Caracterización del régimen climático del suelo.....	9
2.2.1.3. Definición de unidades edáficas.....	10
2.2.1.4. Designación del tipo de zona y densidad de muestreo.....	10
2.2.1.5. Ubicación de los puntos de muestreo.....	11
2.2.2. Fase de campo.....	12
2.2.2.1. Organización del trabajo.....	12
2.2.2.2. Apertura de calicatas.....	12
2.2.2.3. Descripción del perfil del suelo.....	13
2.2.2.4. Recolección y entrega de muestras.....	13
2.2.3. Fase postcampo.....	13
2.2.3.1. Análisis de muestras.....	13
2.2.3.2. Gestión de la información de campo.....	15
2.2.3.3. Elaboración del Mapa Geopedológico.....	16
2.2.4. Control de calidad.....	19
<b>2.3. Mapa de Velocidad de infiltración</b> .....	<b>19</b>
2.3.1. Evaluación de la infiltración hídrica de los suelos.....	19
2.3.2. Infiltrómetro de doble anillo.....	20
2.3.2.1. Fase de precampo.....	20
2.3.2.2. Fase de campo.....	20
2.3.2.3. Fase postcampo.....	21
2.3.3. Infiltrómetro de minidisco.....	22
2.3.3.1. Fase precampo.....	22
2.3.3.2. Fase de campo.....	23
2.3.3.3. Fase postcampo.....	23
2.3.4. Correlación de datos.....	24
2.3.5. Elaboración del mapa de infiltración.....	25
2.3.6. Descripción de la clasificación de Velocidad de infiltración.....	26
2.3.7. Control de calidad.....	26
<b>2.4. Elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras</b> .....	<b>26</b>
2.4.1. Evaluación de la Capacidad de uso de las tierras.....	26
2.4.2. Aplicación del modelo adoptado.....	27
2.4.3. Descripción de la clasificación de la Capacidad de uso de las tierras.....	29
<b>2.5. Elaboración del Mapa de Dificultad de labranza</b> .....	<b>32</b>
2.5.1. Evaluación de la Dificultad de labranza de los suelos.....	32
2.5.2. Aplicación del modelo adoptado.....	34

2.5.3. Descripción de la clasificación de la Dificultad de labranza .....	36
<b>2.6. Elaboración del Mapa de Amenaza a erosión hídrica.....</b>	<b>39</b>
2.6.1. Evaluación de la Amenaza a erosión hídrica de los suelos .....	39
2.6.2. Aplicación del modelo adoptado .....	40
2.6.3. Descripción de la clasificación de la Amenaza a erosión hídrica.....	43
<b>3. LEVANTAMIENTO GEOPEDOLÓGICO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1. Datos de campo .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. Resultados generales .....</b>	<b>47</b>
3.2.1. Dominio Fisiográfico: Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua .....	48
3.2.1.1. Gran cono tabular de la llanura costera .....	48
3.2.1.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isohipertérmico ...	49
i. Andisols .....	49
a) <i>Typic Hapludands</i> (1).....	49
b) <i>Typic Hapludands</i> (2).....	50
c) <i>Acrudoxic Hapludands</i> (3).....	50
d) <i>Typic Hapludands</i> (4).....	51
e) <i>Typic Hapludands</i> (5).....	52
ii. Mollisols .....	52
a) <i>Typic Hapludolls</i> (6) .....	52
3.2.2. Dominio Fisiográfico: Medio aluvial costero .....	52
3.2.2.1. Medio aluvial costero.....	53
3.2.2.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isohipertérmico ...	53
i. Andisols .....	53
a) <i>Acrudoxic Hapludands</i> (8).....	53
b) <i>Typic Hapludands</i> (9).....	54
c) <i>Typic Hapludands</i> (11) .....	54
d) <i>Typic Hapludands</i> (15).....	55
ii. Entisols.....	56
a) <i>Vitrantic Udorthents</i> (7, 10) .....	56
b) <i>Typic Udorthents</i> (16, 17) .....	56
iii. Inceptisols .....	57
a) <i>Andic Dystrudepts</i> (13).....	57
b) <i>Andic Dystrudepts</i> (14).....	57
iv. Mollisols .....	58
a) <i>Typic Hapludolls</i> (12) .....	58
<b>3.3. Resumen de resultados.....</b>	<b>59</b>
3.3.1. Andisols .....	61
3.3.1.1. Hapludands .....	62
3.3.2. Entisols .....	62
3.3.2.1. Udorthents.....	62
3.3.3. Inceptisol .....	63
3.3.3.1. Dystrudepts .....	63
3.3.4. Mollisols .....	63
3.3.4.1. Hapludolls.....	64
<b>4. VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>4.1. Datos de campo .....</b>	<b>64</b>
<b>4.2. Resultados.....</b>	<b>66</b>
<b>4.3. Resumen de resultados.....</b>	<b>67</b>
4.3.1. Velocidad de infiltración Moderada .....	67
4.3.2. Velocidad de Infiltración Moderadamente rápida.....	67

4.3.3. Velocidad de Infiltración Muy rápida.....	68
4.3.4. Velocidad de Infiltración Moderadamente lenta.....	68
<b>5. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS .....</b>	<b>68</b>
<b>5.1. Resultados generales .....</b>	<b>68</b>
<b>5.2. Resumen de resultados.....</b>	<b>71</b>
5.2.1. Agricultura y otros usos. Tierras arables .....	71
5.2.1.1. Clase III .....	71
5.2.1.2. Clase IV.....	73
5.2.2. Tierras de uso limitado o no adecuadas para cultivos.....	73
5.2.2.1. Clase V.....	73
<b>6. DIFICULTAD DE LABRANZA.....</b>	<b>74</b>
<b>6.1. Resultados generales .....</b>	<b>74</b>
<b>6.2. Resumen de resultados.....</b>	<b>77</b>
6.2.1. Tierras arables.....	77
6.2.1.1. Clase 1 .....	77
6.2.1.2. Clase 2 .....	78
6.2.1.3. Clase 3.....	78
6.2.1.4. Clase 4.....	79
<b>7. AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA .....</b>	<b>80</b>
<b>7.1. Resultados generales .....</b>	<b>80</b>
<b>7.2. Resumen de resultados.....</b>	<b>83</b>
7.2.1. Tierras con amenaza Media a erosión hídrica.....	83
7.2.2. Tierras con amenaza Alta a erosión hídrica .....	84
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>8.1. Geopedología .....</b>	<b>85</b>
<b>8.2. Velocidad de infiltración.....</b>	<b>86</b>
<b>8.3. Capacidad de uso de las tierras.....</b>	<b>86</b>
<b>8.4. Dificultad de labranza .....</b>	<b>87</b>
<b>8.5. Amenaza a erosión hídrica.....</b>	<b>89</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>	<b>92</b>
<b>10. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS DE SUELOS Y AGRICULTURA .....</b>	<b>97</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>113</b>

## LISTA DE CUADROS

---

Cuadro 2.1. Insumos de información utilizados.....	9
Cuadro 2.2. Descripción de los tipos de análisis solicitados a los laboratorios.....	14
Cuadro 2.3. Valores de Van Genuchten para doce tipos de textura de suelos para valores de A de 2,2 cm de radio de disco y succión entre 0,5 a 6 cm .....	24
Cuadro 2.4. Clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración del suelo .....	26
Cuadro 2.5. Parámetros que definen las clases de capacidad de uso de las tierras localizadas en la región Costa.....	30
Cuadro 2.6. Resumen de las clases de Capacidad de uso de las tierras para la región Costa.....	31
Cuadro 2.7. Resumen de las subclases de Capacidad de uso de las tierras en función de los factores limitantes analizados.....	32
Cuadro 2.8. Parámetros que definen las clases de Dificultad de labranza .....	37
Cuadro 2.9. Resumen de las clases de Dificultad de labranza.....	38
Cuadro 2.10. Resumen de las subclases de Dificultad de labranza de las tierras en función de los factores limitantes analizados.....	39
Cuadro 2.11. Clasificación de los valores del Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica .....	43
Cuadro 2.12. Clasificación de la agresividad pluvial, calculada a partir del Índice Modificado de Fournier (IMF), y distinguiendo entre las regiones de Costa, Sierra y Amazonía.....	43
Cuadro 2.13. Matriz de calificación de la Amenaza a erosión hídrica a partir del Índice de susceptibilidad a la erosión y de la agresividad pluvial.....	44
Cuadro 2.14. Resumen de las clases de Amenaza a erosión hídrica de los suelos .....	44
Cuadro 3.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas, superficie muestreada por tipología de muestreo.....	46
Cuadro 3.2. Órdenes de suelos en el cantón La Concordia .....	61
Cuadro 3.3. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Andisols en el cantón La Concordia .....	61
Cuadro 3.4. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Entisols en el cantón La Concordia .....	62
Cuadro 3.5. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Inceptisols en el cantón La Concordia .....	63
Cuadro 3.6. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Mollisols en el cantón La Concordia .....	64
Cuadro 4.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas y tipología de ensayo de infiltración realizado .....	65
Cuadro 4.2. Rangos de velocidad de infiltración del cantón La Concordia .....	67

Cuadro 5.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de Capacidad de uso identificadas en el cantón La Concordia y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio.....	71
Cuadro 5.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase III de Capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas .....	72
Cuadro 5.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase V de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas .....	74
Cuadro 6.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de Dificultad de labranza identificadas en el cantón La Concordia y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio .....	76
Cuadro 6.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 3 de Dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas .....	79
Cuadro 6.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 4 de Dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas .....	80
Cuadro 7.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de Amenaza a erosión hídrica identificadas en el cantón La Concordia y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio .....	82
Cuadro 8.1. Prácticas de manejo de los suelos en función de la clase de dificultad de labranza .....	89
Cuadro 8.2. Sistemas de gestión de la erosión hídrica en función de la clase de amenaza erosiva de las tierras.....	91

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio del proyecto dentro del área continental.....	2
Figura 2.1. Representación gráfica de la curva de infiltración e infiltración acumulada de un suelo en función del tiempo.....	22
Figura 3.1. Ubicación del cantón La Concordia en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000 .....	45
Figura 3.2. Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados .....	47
Figura 3.3. Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón La Concordia .....	60
Figura 4.1. Ubicación de los sitios donde se realizaron los ensayos de infiltración.....	65
Figura 4.2. Mapa de velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón La Concordia .....	66
Figura 5.1. Ubicación geográfica de clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón .....	69
Figura 6.1. Ubicación geográfica de clases de dificultad de labranza de las tierras en el cantón.....	75
Figura 7.1. Ubicación geográfica de clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón.....	81

## LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico 2.1. Modelo conceptual de elaboración de la Cartografía Geopedológica .....	8
Gráfico 2.2. Esquema de las variables del modelo de datos de Geopedología .....	18
Gráfico 2.3. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Capacidad de uso de las tierras .....	28
Gráfico 2.4. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Dificultad de labranza de los suelos .....	35
Gráfico 2.5. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la amenaza a erosión hídrica de los suelos.....	42
Gráfico 3.1. Representación de la distribución porcentual de los órdenes de suelos en el cantón La Concordia .....	60
Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las clases de Velocidad de infiltración de los suelos en el cantón La Concordia.....	66
Gráfico 5.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón.....	69
Gráfico 6.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de Dificultad de labranza de los suelos en el cantón.....	75
Gráfico 7.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón.....	81

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

---

Foto 2.1. Proceso de instalación del infiltrómetro de doble anillo de carga constante .....	21
Foto 7.1. Zonas con amenaza Media a erosión hídrica en el cantón.....	84
Foto 7.2. Zonas con amenaza Alta a erosión hídrica en el cantón .....	85

## **ANEXOS**

---

Anexo 1. Equivalencias entre los subgrupos de suelos de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (2006) y *Soil Taxonomy* (2010)

Anexo 2. Códigos de las variables que aparecen en la base de datos

Anexo 3. Categorización de las variables edáficas que aparecen en la memoria

Anexo 4. Productos generados en cada cartografía temática

Anexo 5. Fichas de campo de los perfiles referidos en esta memoria



## 1. INTRODUCCIÓN

El 1 de febrero de 2011, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo suscribieron el Contrato de Préstamo 2461/OC-EC, cuyo objetivo es la implantación en todo el país de un sistema eficiente de gestión de catastro y registro de la propiedad de la tierra rural, con el objetivo de brindar seguridad jurídica a los derechos de propiedad, apoyar la aplicación de políticas tributarias de los cantones, y proveer información para la planificación de ordenamiento territorial del área rural.

El proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

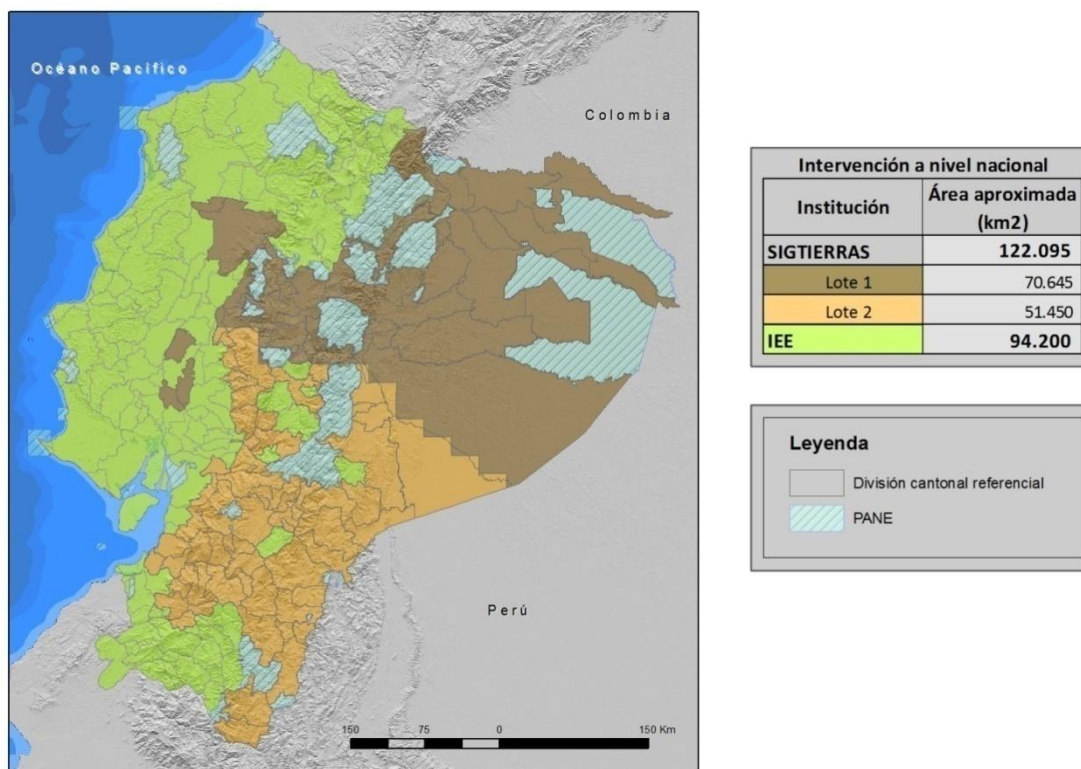
Actualmente, el proyecto gestiona, entre otros, los siguientes componentes:

- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GADs (Gobiernos Autónomos Descentralizados) Municipales, en 58 cantones
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales
- Actualización de la metodología y aplicación para la valoración predial
- Puesta en marcha del nuevo sistema SINAT (Sistema Nacional de Administración de Tierras)
- Dentro del componente de cartografía temática, en una labor conjunta con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), MAGAP-SIGTIERRAS genera cartografía temática a escala 1:25.000 de las siguientes temáticas:

1. Cobertura y uso de la tierra
2. Sistemas Productivos
3. Geomorfología
4. Suelos
5. Capacidad de uso de las tierras
6. Dificultad de labranza
7. Zonas homogéneas de cultivos
8. Peligros Volcánicos
9. Accesibilidad a la red vial
10. Accesibilidad a infraestructura de acopio y facilidades agrícolas
11. Accesibilidad a centros económicos importantes
12. Zonas homogéneas de accesibilidad

Este levantamiento se ejecuta por parte de MAGAP-SIGTIERRAS dentro del territorio continental no intervenido ya anteriormente (áreas a cargo del IEE) y excluyendo las áreas protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), organizado en dos lotes de acuerdo a la siguiente Figura 1.1.

Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio del proyecto dentro del área continental



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de, aproximadamente, 122.095 km<sup>2</sup>, cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado el ajuste de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la red vial, a Infraestructuras de acopio y facilidades agrícolas, a Centros económicos importantes y Zonas homogéneas de accesibilidad.

El proyecto, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, consta de dos LOTES:

1. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km<sup>2</sup>; y,
2. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km<sup>2</sup> y en el que se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

Los dos lotes fueron adjudicados al Consorcio TRACASA-NIPSA mediante los Contratos de Servicios de Consultoría Nos. UE MAGAP-PRAT-105-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lote 1 y UE MAGAP-PRAT-106-2013 para el



Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lote 2, ambos de fecha 9 de diciembre de 2013.

## 1.2. Objetivos del estudio geopedológico

### 1.2.1. Generales

El Proyecto de Levantamiento de Cartografía Temática (LCT) tiene como objetivos generales:

- Identificar las características del suelo en el área de estudio
- Identificar sus mejores usos: cultivos más productivos y tecnologías más adecuadas
- Contribuir a elevar la productividad agropecuaria
- Apoyar al mejor uso y aprovechamiento de los recursos del territorio
- Identificar maneras de conservar dichos recursos
- Servir de sustento para la definición de proyectos estratégicos de inversión (carreteras, infraestructura, servicios básicos, telecomunicaciones, entre otros) basados en las potencialidades y limitaciones de los recursos
- Apoyar la planificación y el ordenamiento territorial a nivel parroquial, cantonal y provincial
- Fomentar el desarrollo del espacio rural y de las capacidades de los agricultores mediante apoyo en la implementación de proyectos agro-productivos

La Cartografía Geopedológica, dentro de los objetivos generales del conjunto del proyecto, genera y actualiza el conocimiento sobre la distribución geográfica del recurso suelo en el territorio, describiéndolo sistemáticamente, de forma que sea posible realizar predicciones sobre su comportamiento bajo diferentes usos y niveles de manejo. Este estudio permite, así, tomar decisiones fundamentadas al asignar usos a los suelos, evitando errores de planificación y disminuyendo los costes económicos, sociales, políticos y medioambientales que podrían derivarse de su gestión inadecuada.

### 1.2.2. Específicos

Los objetivos específicos de la Cartografía Geopedológica son:

- Generar cartografía con un enfoque sistémico a nivel semidetallado, a escala 1:25.000, como elemento fundamental que coadyuve a la gestión territorial, sostenibilidad y mejoramiento de la productividad agraria.
- Realizar el levantamiento geopedológico, considerando aspectos morfológicos, físicos y químicos del suelo, usando el Sistema Norteamericano de Clasificación de Suelos (SSS-USDA, 2006 y su correspondencia a 2010), basándose en la Cartografía Geomorfológica generada previamente por el Consorcio Tracasa-Nipsa.
- Disponer de una cartografía de referencia que, además de su propia utilidad como información de suelos, constituya un elemento clave para derivar información temática, que en este proyecto corresponde a Capacidad de Uso de las Tierras (CUT), Dificultad de Labranza (DL), Amenaza a Erosión Hídrica (AEH) y Velocidad de Infiltración (VI), además de ser una fuente de información fundamental para la implementación de planes, programas y proyectos de planificación del territorio.



### 1.3. Antecedentes de este estudio

En el año 2009 la SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo) designó al CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos) para que desarrollara el Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25.000 a corto plazo, centrado en la cuenca baja del río Guayas, para después ser extrapolado al resto del territorio nacional. Otros organismos públicos han colaborado en el proyecto a lo largo del mismo (SINAGAP, Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, del MAGAP e INIGEMM, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico). Dado que otras metodologías requieren altos costes y tiempos prolongados, se decidió emplear un planteamiento geopedológico para conseguir los objetivos pretendidos. El levantamiento geopedológico, basado en la relación geomorfología-suelo, permite cubrir extensas áreas, minimizando tiempo y costos en el levantamiento, sin perder los estándares de calidad establecidos para una escala de semidetalle.

Este trabajo se fundamentó en el de PRONAREG-ORSTOM. El PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria), del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, fue un programa que trabajó en los años 70 y 80 del pasado siglo XX, 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*) fue la institución francesa que, mediante convenio de cooperación, formó parte de dicho programa. Así se obtuvieron los mapas morfopedológicos (escalas 1:200.000 y 1:500.000), así como edafológicos (escala 1:50.000) realizados entre los años 1979 a 1984, destacada fuente de información territorial a pequeña-mediana escala. Este trabajo es, desde su aparición, la principal referencia a nivel nacional en las temáticas geomorfológica y geopedológica.

La colaboración PRONAREG-ORSTOM culminó, en lo que se refiere específicamente a la relación entre paisaje-geomorfología-suelos, con la publicación “Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y Paisajes del Ecuador” (Winckell *et al.*, 1997). En dicha publicación, además, se incluye el Mapa a escala 1:1.000.000 Paisajes Naturales del Ecuador.

El IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano, nueva denominación de CLIRSEN) continuó con esta sistemática, cubriendo el levantamiento de geoinformación de la mayoría de la región Costa y de una porción de la región Sierra.

Este proyecto se fundamenta en el trabajo del IEE y busca complementarlo en los territorios continentales del Ecuador para alcanzar un cubrimiento a nivel nacional. Cabe indicar que no forman parte de este estudio el Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador (PANE).

MAGAP-SIGTIERRAS agradece al Instituto Espacial Ecuatoriano generador de las metodologías y procedimientos que han servido de base para el presente estudio.

### 1.4. Alcance del estudio

En el presente proyecto se genera información geopedológica y productos derivados de ella—Velocidad de infiltración, Capacidad de uso de las tierras, Dificultad de labranza y Amenaza a erosión hídrica—a un nivel semidetallado (escala 1:25.000), optimizando los



recursos, de forma que sea posible obtener información científico-técnica y estadística a nivel espacial, sin requerir un muestreo de gran intensidad.

La información proporcionada por este estudio resulta de gran utilidad como cartografía base, pudiendo ser utilizada tanto por las instituciones públicas, privadas y académicas, con el objetivo de proponer y emprender nuevas temáticas de investigación para el desarrollo de las acciones de cooperación en el campo agrícola, pecuario y forestal.

No obstante, conforme se explica en este documento, debe tenerse en cuenta que su alcance es limitado y que estudios más específicos y de mayor detalle serán necesarios para complementar ciertos aspectos de forma que ayude a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) a ejecutar los procesos locales necesarios para cumplir los objetivos del Buen Vivir de la población.

La metodología empleada para la elaboración de la cartografía se basa en un enfoque geopedológico, por lo que a la hora de utilizar la información generada en este estudio es necesario tener en cuenta que cada unidad cartográfica se caracteriza a través del suelo que es más probable encontrar en ella, según los factores formadores del suelo específicos de esa unidad.

## 2. METODOLOGÍA

En este apartado se describe de forma resumida la metodología que se ha llevado a cabo para la generación de la Cartografía Geopedológica y sus derivados. Para consulta del documento detallado de la metodología referirse a "Metodología del Estudio Geopedológico" y sus anexos.

Cada metodología lleva asociada una serie de productos que se detallan en el Anexo 4.

### 2.1. Criterios metodológicos generales: el enfoque geopedológico

El levantamiento de suelos o levantamiento edafológico es el estudio de determinación del patrón de distribución geográfica del recurso suelo en un determinado territorio. Está basado, principalmente, en el estudio del terreno y la descripción de perfiles de suelos. En función del nivel de detalle, este proceso permite recopilar información sobre las características y propiedades de los suelos en una región específica, clasificarlos de acuerdo a un sistema de clasificación estándar y situar sus límites en un mapa (Forero, 1984).

En función de las necesidades y objetivos de los estudios de levantamientos de suelos pueden distinguirse diferentes tipos de enfoques metodológicos. En ocasiones resulta conveniente realizar mapas de suelos tipo "**punto**", en los que se obtiene un amplio conocimiento de las propiedades edáficas en la ubicación exacta muestreada, pero en los que no se extrapola esta información al total de área de trabajo, sino que se pretende determinar datos puntuales en una serie de emplazamientos concretos. Sin embargo, los mapas más frecuentes son los de tipo "**clase área-polígono**" en los que el área de estudio se divide en polígonos por un límite preciso y cada polígono es caracterizado mediante una serie de puntos de muestreo representativos de esa unidad espacial (Rossiter, 2000). En



función de los objetivos del estudio, el grado de detalle de estos mapas varía desde exploratorio hasta detallado, pero además, en función del objetivo perseguido, los límites se asignarán con diferentes criterios.

Existen numerosos motivos que conducen a llevar a cabo un levantamiento suelos, desde el análisis de sus propiedades en función del uso de la tierra, la comparación de parcelas agrícolas, estudios de dispersión de contaminantes, etc. Así, los límites entre polígonos pueden venir delimitados por los propios límites que establece la vegetación, las diferentes parcelas agrícolas, la distancia a la fuente de contaminación, etc. (Elbersen *et al.*, 1986; Jaramillo, 2002).

No obstante, la metodología por excelencia desde que el levantamiento de suelos comenzó a concebirse como un insumo básico en la toma de decisiones de la planificación del territorio, no sólo desde el punto de vista de la explotación del recurso, sino desde una perspectiva ambiental, ha sido el enfoque geopedológico (Porta *et al.*, 2003). En él se utiliza la estructura del paisaje geomorfológico como tela de fondo para la cartografía de suelos, basándose en el hecho de que la dinámica del ambiente geomorfológico permite explicar en gran parte, la formación de los suelos, naciendo así la Geopedología.

La Geopedología definida por Zinck (2012) es la integración de la Geomorfología y la Pedología usando la primera como herramienta 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. La integración de la Geomorfología y la Pedología se basa en las relaciones conceptuales, metodológicas y operativas de ambas disciplinas (Zinck, 2012). Por lo tanto, los principales objetivos de la Geopedología son ordenar, organizar y clasificar los suelos, empleando un sistema con estructura taxonómica, en su expresión geomorfológica sobre la superficie de la Tierra (Zinck, 2012). Otra contribución del enfoque geopedológico es el estratificar al paisaje en áreas homogéneas para diferentes propósitos, como por ejemplo la evaluación de tierras, donde los suelos son el elemento central.

Rossiter (2000), en el texto "Metodologías para el Levantamiento del Recurso Suelo del ITC", manifiesta que este enfoque puede ser utilizado para cubrir rápidamente áreas grandes, especialmente si la relación geomorfología-suelos es cercana. Para que pueda ser aplicado, deben cumplirse dos hipótesis:

1. Los límites dibujados a través del análisis del paisaje deben separar la mayor variación en los suelos, siempre y cuando los factores formadores material parental, relieve y tiempo sean dominantes; dejando la vegetación y el clima como factores secundarios en esta etapa.
2. Las áreas de muestreo deben ser representativas y el patrón de suelos puede ser extrapolado a otras unidades de mapeo no visitadas.

Una de las principales ventajas que presenta este enfoque es que se simplifica la construcción y estructuración de la leyenda y, como sistema jerárquico, una vez que las líneas son dibujadas a un nivel categórico, éstas se mantienen incluso si los suelos en las unidades adyacentes tienen la misma clasificación. Esto se debe a las muchas interpretaciones que están relacionadas con las "Geoformas".

Todos los sistemas de clasificación tienen como objetivo catalogar sistemáticamente un conjunto o grupo de objetos que pertenecen al mismo universo y, para el caso específico de



la Geopedología, esos objetos son las Geoformas y los Suelos. Consiguientemente, en este enfoque, las Geoformas representan el nivel jerárquico mínimo; mientras que los tipos de suelos son los individuos dentro del universo geomórfico y pedológico respectivamente (Zinck, 2012).

En el presente proyecto se ha tomado como modelo jerárquico de la Cartografía Geomorfológica el sistema basado en el libro “Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y Paisajes del Ecuador” (Winckell *et al.*, 1997).

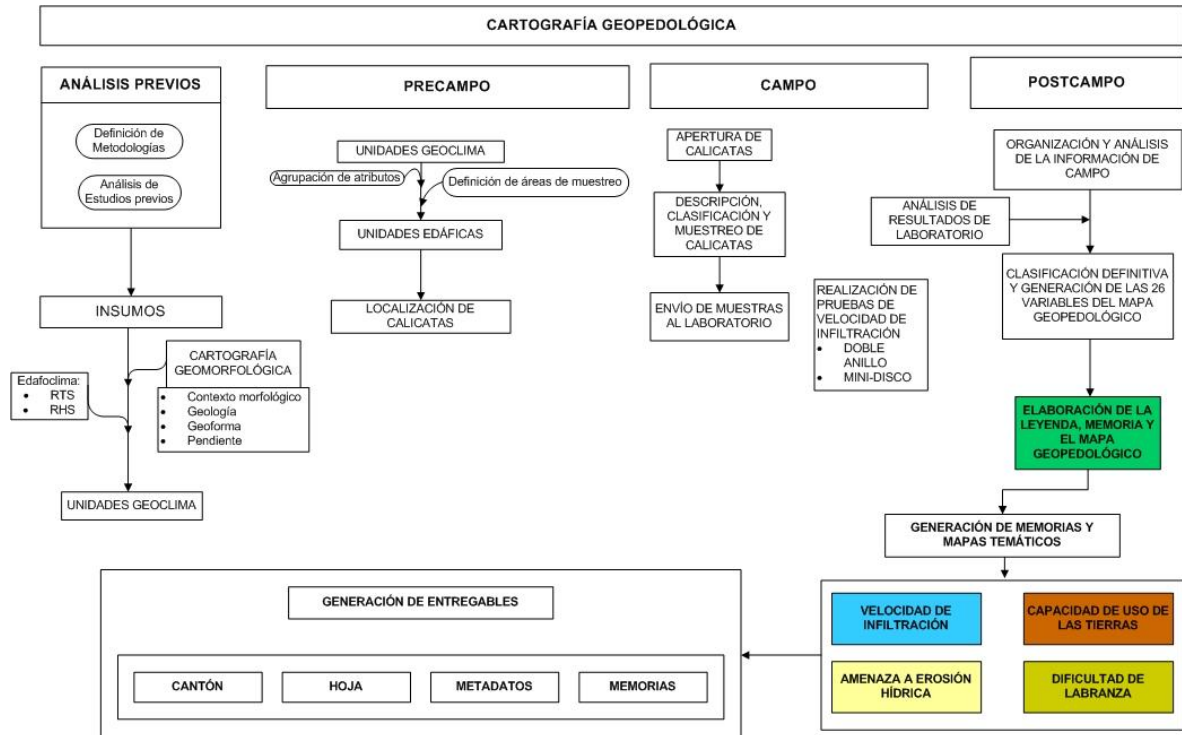
## 2.2. Levantamiento geopedológico

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado
- La unidad mínima de mapeo es 1 ha, mientras que la unidad mínima de muestreo son 5 ha
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación taxonómica de los suelos utilizado es la clasificación americana Soil Taxonomy (SSS-USDA, 2006 y su correspondencia a 2010)
- La unidad cartográfica se caracteriza con el perfil modal, clasificado a nivel de Subgrupo (SSS-USDA, 2006 y su correspondencia a 2010) y se realiza, al menos, un perfil modal por unidad edáfica (en Zonas de semidetalle)
- Los análisis de laboratorio que se llevan a cabo son los específicos para la correcta clasificación de los suelos según establece la Soil Taxonomy y para caracterizar su fertilidad

La metodología que se lleva a cabo para el levantamiento geopedológico considera tres grandes etapas, según su realización en el tiempo, a saber: fase de precampo, fase de campo y fase de postcampo, tal y como se detalla en el Gráfico 2.1 mostrado a continuación.

Gráfico 2.1. Modelo conceptual de elaboración de la Cartografía Geopedológica



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 2.2.1. Fase precampo

### 2.2.1.1. Revisión y validación de información secundaria e insumos

La Cartografía Geomorfológica generada por el Consorcio TRACASA-NIPSA es el mapa que sirve de insumo principal para la elaboración del Mapa Geopedológico. Esta cartografía contiene gran parte de la información necesaria para caracterizar los suelos de cada una de estas unidades geomorfológicas, en concreto, incluye información sobre el dominio fisiográfico, contexto morfológico, génesis, formación geológica o depósito superficial, morfología o geoforma y pendiente, aspectos que permiten entender la dinámica de los suelos y la interacción entre los diferentes factores de formación de los mismos.

Esta cartografía se complementa con otra serie de insumos básicos (ortofotografías, hojas topográficas, cartografía base, modelos digitales del terreno, etc.) e información secundaria referencial (fundamentalmente, los mapas PRONAREG-ORSTOM; Cuadro 2.1), que sirve de punto de partida para el proceso de planificación de puntos de descripción de perfiles y muestreo.

Cuadro 2.1. Insumos de información utilizados

Insumo	Fuente	Escala
Fotografía aérea	MAGAP-SIGTIERRAS	GSD: 30, 40 y 50 cm Sierra, Costa y Amazonía, respectivamente.
Ortofotografías	MAGAP-SIGTIERRAS	1:5.000
Ortoimágenes satelitales en complemento de ortofotos	MAGAP-SIGTIERRAS	Diversas escalas
Límites cantonales	CONALI (Comité Nacional de Límites Internos)	1:5.000 ó 1:50.000
Hojas Topográficas Raster	IGM	1:50.000
Límites del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado-PANE), Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado	MAE/MAGAP-SIGTIERRAS	Diversas escalas
Estaciones meteorológicas y datos climáticos	INAMHI e IEE	-----
Cartografía base (red hidrográfica y vial)	IGM	1:5.000 ó 1:50.000
Cartografía geomorfológica	CTN	1:25.000
Modelo digital del terreno-MDT	MAGAP-SIGTIERRAS	1 m en Sierra, 2 m en Costa y 3 m en Amazonía
Mapa de Suelos del Ecuador (Mapa de Suelos en Sierra, Mapas Morfo-pedológicos en Costa; y Mapas Morfo-pedológicos en Amazonía)	MAGAP-SIGAGRO-PRONAREG-ORSTOM	1:50.000 (Sierra), 1:200.000 (Costa), 1:500.000 (Amazonía)

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 2.2.1.2. Caracterización del régimen climático del suelo

En esta fase se identifican y delimitan las unidades espaciales que representan las zonas climáticas de humedad y temperatura del suelo en el interior del área de estudio, basándose en los rangos definidos en la *Soil Taxonomy* (SSS-USDA, 2006), ajustados al medio ecuatoriano durante las investigaciones y estudios de levantamiento de suelos realizados a nivel nacional por el PRONAREG-ORSTOM (1980 y 1984). Para esta caracterización se toma como referente la información de las estaciones meteorológicas del INAMHI interpolada en mapas de isolíneas de precipitación y de temperatura.

Así, el Mapa Geomorfológico se completa mediante la incorporación del régimen climático del suelo a través de los parámetros referenciales de los regímenes de temperatura y humedad del suelo. Como resultado de la asignación climática a las unidades geomorfológicas, las nuevas unidades espaciales así definidas adquieren su propia identidad, adoptando el nombre de “Unidad Geoclima”.

### 2.2.1.3. Definición de unidades edáficas

Las “unidades edáficas” son el resultado de la agrupación de aquellas “unidades geoclima” que tengan igual dominio fisiográfico, contexto morfológico, formación geológica o superficial, morfología o geoforma, rango de pendientes y regímenes de humedad y temperatura, admitiendo la posibilidad, para casos puntuales, de agrupar previamente algunas unidades geoclima en función de su morfología o geoforma y de sus pendientes. Cada una de las unidades edáficas vendrá caracterizada por una calicata.

### 2.2.1.4. Designación del tipo de zona y densidad de muestreo

Dada la extensión del presente proyecto no todo el territorio se interviene con la misma intensidad, sino que depende de las características del territorio y del mayor o menor interés productivo que presente. Así, es posible distinguir tres tipos de zonas:

- **Zonas de semidetalle**

- En estas áreas se realiza, al menos, un perfil de suelo por cada Unidad Edáfica, con una densidad no menor a 1 calicata cada 10 km<sup>2</sup>.

- **Zonas de reconocimiento**

En estas áreas se cumple con el requerimiento de describir, al menos, un perfil de suelo por cada 200 km<sup>2</sup>. Se trata de:

- Zonas identificadas como páramo en la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra generada en este mismo proyecto o, en su defecto, zonas con régimen de temperatura del suelo isofrígido.
- Zonas con pendiente mayor al 70% en la Sierra y Costa, y mayor al 40% en la Amazonía, definidas a partir del levantamiento geomorfológico.
- Zonas de vegetación natural en Amazonía.

- **Zonas de exclusión**

En estas áreas se engloban:

- Zonas urbanas, suelos alterados: núcleos poblados y áreas construidas, identificadas a partir de la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra. Una geoforma tiene esta asignación cuando la presencia de núcleos poblados consolidados y áreas construidas supera el 90% de su superficie. Las geoformas que no alcanzan el 90%,

principalmente zonas periurbanas, están caracterizadas con datos de partida procedentes de las zonas no antropizadas, información que se generaliza para la totalidad de la geoforma.

- Masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, marismas, estuarios, etc.), según lo defina la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra. Estas zonas son asignadas como “No aplicable”.
- Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas por contar con poco o nada de suelo (afloramientos rocosos, humedales, salares, playas, flujos de lava recientes, etc.).

### 2.2.1.5. Ubicación de los puntos de muestreo

Tanto en las Zonas de semidetalle como en las de reconocimiento, la ubicación de los puntos se apoya en la información adicional aportada por las fotografías aéreas, ortofotos u ortoimágenes (p.ej., el tipo de vegetación), la accesibilidad a la zona y la información secundaria (mapas PRONAREG-ORSTOM), pero fundamentalmente se basa en las unidades edáficas, teniendo en cuenta los factores formadores: dominio fisiográfico, contexto morfológico, geología (formación geológica o depósito superficial), morfología o geoforma (ladera, terraza, coluvión,...) y morfometría (pendiente, %), junto con los regímenes de humedad y temperatura del suelo.

En las Zonas de semidetalle los puntos de muestreo se sitúan en las zonas centrales de los polígonos más representativos, que serán, en principio, los de mayor superficie; están próximos a las vías de acceso, a menos de 200 m, pero conservando una separación a las vías de manera que no influyan en las propiedades del suelo; y se ubican en localizaciones que son representativas de la unidad edáfica que se quiere caracterizar.

La localización de los puntos de muestreo en las Zonas de reconocimiento es similar, pero requiere de un tratamiento especial, ya que la densidad de muestreo es inferior. Así, en estas zonas, los puntos se asignan en los suelos predominantes (suelos definidos en PRONAREG-ORSTOM; Mapa de Suelos en Sierra, a escala 1:50.000, Mapas Morfo-pedológicos en Costa, a escala 1:200.000 y Mapas Morfo-pedológicos en Amazonía, a escala 1:500.000, realizados entre los años 1979 a 1984) y en las geoformas más representativas, mediante un análisis de las condiciones y variabilidad de la zona. Si del análisis se desprende que existe una importante variación en pendientes o formaciones geológicas que no se ha contemplado, se toman también en cuenta estos factores para la ubicación de las calicatas, considerando siempre la densidad de muestreo requerida. Además, en cuanto al Contexto Morfológico, se intenta incluir como factor de diversidad en el momento de la localización de los puntos.

Los polígonos no cubiertos con las asignaciones generadas en los estudios de campo se vinculan con la información de los suelos de geoformas cercanas y similares al conjunto del proyecto, tomando siempre en cuenta el entorno edáfico (Zonas de semidetalle incluidas). En Zonas de reconocimiento se recurre, además, a los insumos antes mencionados.

## 2.2.2. Fase de campo

### 2.2.2.1. Organización del trabajo

Con el fin de garantizar los productos esperados y optimizar al máximo el tiempo del barrido en campo, se diseñó una estrategia que permitió cumplir con el muestreo planificado, organizado en grupos de trabajo con actividades específicas.

Previo a la campaña de campo, el **equipo de socialización** realiza visitas técnicas a las instituciones afectadas por la ejecución del proyecto presentes en la zona de intervención, tales como municipios, juntas parroquiales y organizaciones sociales, con el fin de dar a conocer los trabajos que se quieren realizar en la zona. Tras esta fase de coordinación institucional, el **equipo de logística** inicia las tareas de gestión necesarias para el buen funcionamiento de todos los equipos de trabajo, tales como la búsqueda de hospedaje, transporte, aprovisionamiento del equipamiento y material de campo, envío de muestras a los laboratorios, etc. El **equipo de avanzada** es el responsable de la apertura de las calicatas en los lugares previamente definidos en gabinete, comprobando la idoneidad de estas localizaciones. Finalmente es el **equipo de suelos**, compuesto por edafólogos y asistentes, el que describe los perfiles abiertos, los clasifica y recoge las muestras para su posterior análisis en el laboratorio.

En cada calicata se realizan también pruebas de infiltración (descritas con más detalle en el epígrafe 2.3.1), siendo el **equipo de infiltración** el encargado de llevarlas a cabo y de seleccionar las localizaciones más adecuadas teniendo en cuenta los criterios de pendiente y representatividad en la hoja.

El último grupo de trabajo que interviene en el proceso es el personal de **control de calidad**, encargado de supervisar el desarrollo de todos los trabajos y garantizar su calidad.

### 2.2.2.2. Apertura de calicatas

La apertura de las calicatas en las localizaciones previamente definidas en gabinete es el resultado de un trabajo coordinado entre los técnicos de avanzada, los edafólogos y los miembros del equipo de control de calidad, con el objetivo de conseguir la densidad de muestreo acordada según las características de la zona de estudio.

Las dimensiones promedio de las calicatas son 1,20 m de ancho por 2,00 m de largo y 1,50 m de profundidad o hasta la presencia de un contacto dénsico, lítico, duripán o capa freática que imposibilite la excavación.

Las calicatas se realizan en puntos representativos de la unidad edáfica que se quiere caracterizar, evitando localizaciones como zonas antropizadas, con movimientos de tierras, lugares recién fertilizados o con quemas recientes. En aquellos casos en los que sea imposible el acceso a cualquiera de los lugares de observación planificados (accesos inexistentes, falta de permisos, etc.), se procede a la reubicación de la calicata en otro sector representativo de la unidad edáfica, siempre que sea posible.

### 2.2.2.3. Descripción del perfil del suelo

La observación de las calicatas consiste en el análisis visual y táctil de las diferentes características morfológicas de cada uno de los horizontes y/o capas del suelo. Para esta descripción de los perfiles se siguen los criterios de la “Guía para la Descripción de Suelos”, publicada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el año 2009. Todos los datos se introducen a través de Tablet PC, de forma que se generan fichas digitales automatizadas por cada uno de los perfiles descritos, las cuales, para el presente cantón, aparecen recogidas en el Anexo 5. Esta descripción se acompaña de fotos del perfil y fotos panorámicas representativas de la unidad edáfica.

Con todos los datos recabados de la descripción del perfil se procede a dar una clasificación taxonómica preliminar del suelo hasta el nivel de Subgrupo, utilizando el sistema americano de clasificación de suelos, *Soil Taxonomy* (SSS-USDA, 2006). Esta clasificación se revisa luego en la fase postcampo, cuando se dispone de todos los datos levantados y de los resultados de los laboratorios, para obtener la clasificación final.

### 2.2.2.4. Recolección y entrega de muestras

De cada perfil descrito se recogen muestras de los horizontes definidos, prestando especial atención a la caracterización de los primeros 50 cm. Se toman dos muestras, como mínimo, con análisis completos (tipo A, definidos en el epígrafe 2.2.3.1), aumentando este número siempre que sea necesario para sustentar la clasificación taxonómica.

Las muestras se guardan en doble funda plástica, perfectamente identificadas con la etiqueta correspondiente, y agrupadas por perfil en una nueva bolsa plástica. Periódicamente estas muestras se envían al centro de acopio, registradas en un manifiesto, para su posterior entrega a los laboratorios. Todo el proceso es controlado por el equipo de control de calidad, tanto en campo como en la recepción en los laboratorios.

## 2.2.3. Fase postcampo

### 2.2.3.1. Análisis de muestras

Se han contratado dos laboratorios para llevar a cabo los análisis de las muestras de suelos. En el momento de la entrega de las muestras al laboratorio, estas se acompañan de un manifiesto que incluye un listado con los parámetros que hay que analizar en ellas y que fueron decididos por el edafólogo en el momento de la descripción del perfil según el tipo de horizonte encontrado. Los diferentes tipos de análisis que se realizan en ambos laboratorios se pueden consultar en el Cuadro 2.2.

El análisis Tipo A es el más completo y se realiza, generalmente, para las muestras tomadas en los 50 cm superiores del perfil; mientras que el análisis Tipo B es menos completo que el A y, generalmente, se solicita para muestras más profundas u horizontes que subyacen bajo otro horizonte del que ya se ha solicitado análisis Tipo A. Por otra parte, los análisis restantes se realizan con el fin de sustentar la clasificación taxonómica. Así, el análisis Tipo S se realiza cuando en muestras de Tipo A o B, la conductividad eléctrica de la solución del suelo es superior a 1 dS/m; el Tipo C cuando existe reacción positiva al HCl en algún horizonte; el Tipo F1 y P cuando los suelos son susceptibles de ser clasificados como

Andisols o llevan prefijo Andic; el tipo F2, cuando es necesario determinar las características hídricas en Andisols; y el Tipo Ox, para la correcta clasificación de los Oxisols. En resumen se toman todas las muestras necesarias para sustentar la clasificación taxonómica.

Para la realización de los análisis en los laboratorios se siguen las metodologías establecidas por la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador (RELASE) y otros métodos reconocidos a nivel internacional, con el fin de obtener resultados representativos.

**Cuadro 2.2. Descripción de los tipos de análisis solicitados a los laboratorios**

Tipo de Análisis	Parámetros	Método	Unidad de reporte
Tipo A	pH	Potenciométrico en agua (1:2,5)	pH
	Nitrógeno amoniacal	Olsen pH 8,5	ppm
	Fósforo disponible	Olsen pH 8,5	ppm
	Potasio disponible	Olsen pH 8,5	meq/100 g de suelo
	Calcio disponible	Olsen pH 8,5	meq/100 g de suelo
	Magnesio disponible	Olsen pH 8,5	meq/100 g de suelo
	Materia Orgánica	Walkley-Black	%
	Suma de Bases	Acetato de Amonio a pH 7	meq/100 g de suelo
	Saturación de bases	Cálculo	%
	NaCIC	Acetato de Amonio a pH 7	meq/100 g de suelo
	KCIC	Acetato de Amonio a pH 7	meq/100 g de suelo
	CaCIC	Acetato de Amonio a pH 7	meq/100 g de suelo
	MgCIC	Acetato de Amonio a pH 7	meq/100 g de suelo
	CIC	Acetato de Amonio a pH 7	meq/100 g de suelo
	Textura % arcilla	Bouyoucos (Hidrómetro)	%
	Textura % limo	Bouyoucos (Hidrómetro)	%
	Textura % arena	Bouyoucos (Hidrómetro)	%
	Clase textural	Cálculo	Nombre
	Conductividad eléctrica	Conductimétrico en agua (1:2,5)	dS/m
Acidez libre*	Volumétrico (titulación)	meq/100 g de suelo	
Aluminio intercambiable**	Volumétrico (titulación)	meq/100 g de suelo	
Tipo B	pH	Potenciométrico en agua (1:2,5)	pH
	Nitrógeno amoniacal	Olsen pH 8,5	ppm
	Fósforo disponible	Olsen pH 8,5	ppm
	Potasio disponible	Olsen pH 8,5	meq/100 g de suelo
	Calcio disponible	Olsen pH 8,5	meq/100 g de suelo
	Magnesio disponible	Olsen pH 8,5	meq/100 g de suelo
	Materia Orgánica	Walkley-Black	%
	Textura % arcilla	Bouyoucos (Hidrómetro)	%
	Textura % limo	Bouyoucos (Hidrómetro)	%
	Textura % arena	Bouyoucos (Hidrómetro)	%
	Clase textural	Cálculo	Nombre
	Conductividad eléctrica	Conductimétrico en agua (1:2,5)	dS/m

Tipo de Análisis	Parámetros	Método	Unidad de reporte
Tipo S	pH	Potenciométrico en extracto pasta saturada	pH
	Conductividad eléctrica	Conductimétrico en extracto pasta saturada	dS/m
	Cationes: Sodio	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Cationes: Potasio	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Cationes: Calcio	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Cationes: Magnesio	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Aniones: Carbonatos	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Aniones: Bicarbonatos	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Aniones: Sulfatos	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	Aniones: Cloruros	Extracto de Pasta Saturada	meq/l
	PSI	Cálculo	%
RAS	Cálculo		
Tipo C	Carbonatos totales	titulación	%
Tipo F1	Densidad aparente	Estufa/volumen cilindro	g/cm <sup>3</sup>
Tipo F2	Retención de agua gravimétrica a -33 kPa	Ollas de presión y placas de porcelana	%
	Retención de agua gravimétrica a -1500 kPa	Ollas de presión y placas de porcelana	%
Tipo Ox	pH para Oxisols	Potenciométrico en KCl 1N (1:2,5)	pH
Tipo P Retención de fósforo	Equilibrio con 1000 mg/kg de solución de fósforo	Olsen	%

\*Se realiza cuando el pH < 5,5.

\*\* Se realiza cuando el pH < 4,5.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015

Los laboratorios contratados en este proyecto se someten de manera continua a controles de calidad, tanto externos como internos. Entre los controles que realizan entidades externas cabe mencionar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO-9000 y la acreditación según Norma ISO-17025, así como ejercicios de intercomparación entre diferentes laboratorios, con la participación en diversos circuitos de control de calidad tanto a nivel nacional como internacional. Los controles internos que lleva a cabo el propio laboratorio consisten en pruebas de exactitud, utilizando muestras de referencia de valores conocidos, y análisis de repetibilidad, a través de coeficientes de variación.

En cuanto a los métodos analíticos empleados, ambos laboratorios aplican métodos idénticos, parte esencial para el buen desarrollo del proceso de generación cartográfica, y utilizan tecnologías actualizadas, que permiten una mayor precisión en los resultados.

### 2.2.3.2. Gestión de la información de campo

La información recogida en campo se gestiona y almacena a través de bases de datos geográficas y se amplía y complementa con los resultados analíticos que reportan los laboratorios.

Tras comprobar la coherencia y completitud de los datos de las fichas de campo, estos se transfieren a la base de datos del proyecto. Paralelamente se procesan las muestras de



suelo y se incorporan los resultados analíticos reportados por los laboratorios. Estos resultados se revisan, en coordinación con los técnicos responsables de campo, a la vez que se interpretan y analizan, confrontando los valores esperados en correspondencia con la información de campo, para estudiar su coherencia con el medio.

Con toda la información disponible y organizada, derivada tanto del campo como del laboratorio, los edafólogos realizan la clasificación definitiva del suelo atendiendo a las variables características del perfil utilizando la *Soil Taxonomy* en su versión del 2006 (SSS-USDA, 2006) y determinando su correspondencia a 2010 (SSS-USDA, 2010). Ambas clasificaciones se presentan en dos campos diferentes, si bien sólo difieren en casos muy específicos (en el Anexo 1 se presenta un resumen de las equivalencias entre los Subórdenes de suelos según ambas versiones, siempre que éstas no coincidan). Es la clasificación según la *Soil Taxonomy* 2006 (SSS-USDA, 2006), a nivel Subgrupo, la que se utiliza para caracterizar la Unidad Edáfica.

Cabe aclarar que puntualmente se utiliza la textura de campo donde los resultados de laboratorio y de campo presentan texturas muy disímiles. Estos casos pueden derivarse de la utilización del método de Bouyoucos y corresponden principalmente a ciertas clasificaciones dentro del orden de los Andisols y del suborden Psamments. Esta particularidad se indica tanto en la ficha descriptiva de los perfiles (Anexo 5) como en la descripción del tipo de suelo que aparece en el apartado de resultados del levantamiento geopedológico.

Con el objetivo de no distorsionar el entorno edáfico de la zona de estudio, en ocasiones se generalizó la información de los perfiles descritos para adaptarla a las relaciones suelo-paisaje existente, tras realizar un estudio completo de las características del perfil en relación al sector y la geoforma en la que aparece.

### **2.2.3.3. Elaboración del Mapa Geopedológico**

Partiendo del mapa que contiene las unidades edáficas y del mapa de puntos de observación con su correspondiente información edáfica, se procede a dar contenido al Mapa Geopedológico.

Inicialmente, cada unidad edáfica está caracterizada por una calicata, que es la que se utiliza para dotarla de información. Sin embargo, las dificultades encontradas en los trabajos de campo pueden provocar que alguna unidad edáfica carezca de punto de observación y, por tanto, quede sin información. En estos casos se asigna a esta unidad edáfica una calicata de otra unidad similar, teniendo en cuenta la proximidad entre las unidades, el entorno edáfico y la información proporcionada por estudios previos, fundamentalmente los mapas PRONAREG-ORSTOM.

Otra situación posible es la existencia en una misma unidad edáfica de más de una calicata que sirva para caracterizarla. En este caso el análisis del entorno edáfico determina el uso de la o las calicatas representativas, reservando el resto para indicar la variabilidad edáfica posible en el interior de esa unidad.

El Mapa Geopedológico representa un modelo de distribución espacial de las unidades del suelo en el área de estudio. Cada una de estas unidades queda caracterizada con un único perfil, al que se vinculan un total de 26 variables que se utilizan para elaborar el mapa. Estas variables son las siguientes: código de perfil, clave taxonómica (2006 y 2010), clasificación a



nivel de Subgrupo (2006 y 2010), textura superficial, textura a profundidad, drenaje natural, profundidad efectiva, pedregosidad, afloramientos rocosos, elementos gruesos, toxicidad, pH, salinidad, profundidad del nivel freático, régimen de temperatura del suelo, régimen de humedad del suelo, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, fertilidad, inundabilidad, velocidad de infiltración, características y código suelo. A estas variables se añaden las heredadas de la Cartografía Geomorfológica.

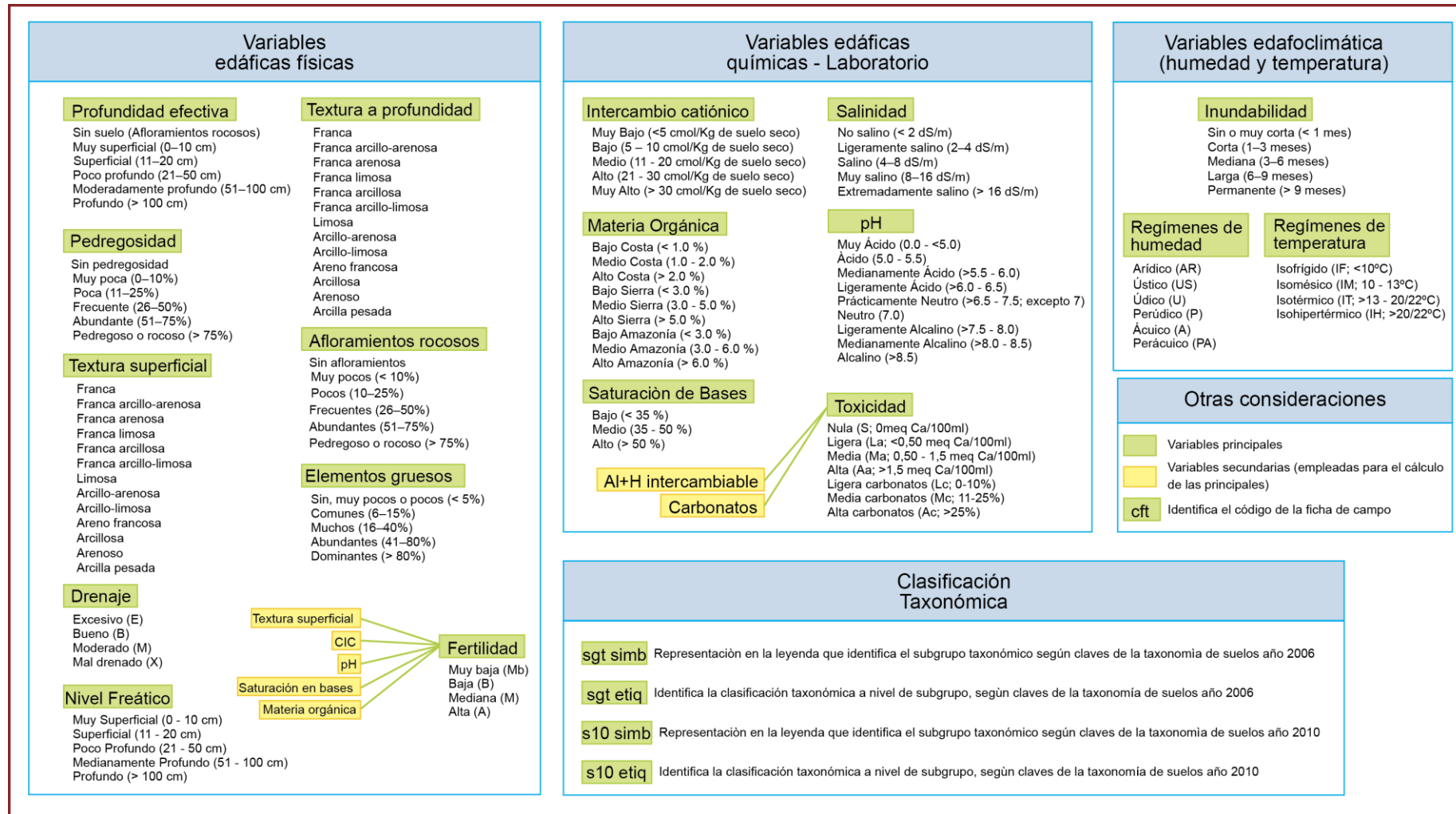
Como se puede observar, estas variables son de diferente naturaleza; algunas derivan directamente de las “unidades geoclima” (regímenes de humedad y temperatura), otras se obtienen a partir de las descripciones en campo (pedregosidad, afloramientos rocosos, etc.) y otras proceden de los análisis de laboratorio (pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, etc.). Además, algunas de estas variables se calculan a partir de otros parámetros, como es el caso de la fertilidad o la toxicidad. En el Gráfico 2.2 se presenta un resumen del modelo de datos utilizado para la generación del Mapa Geopedológico, con todas las variables que intervienen en su elaboración.

Para el caso de la fertilidad, esta se calcula mediante la combinación de una serie de variables: capacidad de intercambio catiónico, pH, porcentaje de saturación en bases, materia orgánica, textura y salinidad del suelo (en la región de Amazonía se considera también la toxicidad). De todas ellas se consideran como principales el pH y la salinidad, de forma que éstas actúan como las variables más restrictivas. Cuando una de estas dos variables es muy baja, la fertilidad es muy baja; cuando otra de las variables no principales es baja y las demás variables son altas, la fertilidad es media; y cuando no concurre ninguna de las situaciones anteriores, el nivel de fertilidad lo determina la variable más restrictiva.

El resultado final es la Cartografía Geopedológica, a escala de trabajo 1:25.000, donde se muestran las diferentes unidades edáficas encontradas con su perfil modal clasificado a nivel de Subgrupo según *Soil Taxonomy* (SSS-USDA, 2006). En el mapa final, a cada Subgrupo se le asigna un número para facilitar su identificación.

Las salidas cartográficas se elaboran por hojas según la grilla 50.000 y por cada cantón, con su respectiva leyenda en la que se identifican los diferentes subgrupos de suelos identificados con sus correspondientes números. Se incluyen también dos esquemas generalizados a escala 1:500.000, con los contextos morfológicos y los regímenes de temperatura de los suelos, ambos de carácter explicativo. Se proporciona, además, como un documento aparte, una leyenda más extensa que la representada en la salida cartográfica, de carácter explicativo y de tipo geopedológico, de forma que se entienda el entorno donde se desarrollan los suelos. Esta leyenda está estructurada y jerarquizada de la siguiente manera: Dominio Fisiográfico, Contexto Morfológico, Régimen de temperatura del suelo, Formación Geológica, Geoforma, Pendiente, Características del suelo, Perfil representativo y Clasificación taxonómica a nivel de Subgrupo.

Gráfico 2.2. Esquema de las variables del modelo de datos de Geopedología



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipisa, 2015.

#### **2.2.4. Control de calidad**

La Cartografía Geopedológica sigue un proceso continuo de control de calidad por parte del Consorcio Tracasa-Nipsa. Este control se aplica a las fichas de campo (tanto en completitud como en coherencia), análisis de laboratorio, asignaciones finales de suelos a nivel de Subgrupo, así como a la información de las 26 variables mencionadas y la información geoespacial de las unidades edáficas con las calicatas asignadas.

Adicionalmente la estructura organizativa del trabajo permite una serie de filtros y de controles para la homogeneización de criterios y la comprobación de la coherencia con el entorno edáfico, que facilitan la obtención de información adecuada en todos sus diferentes componentes.

### **2.3. Mapa de Velocidad de infiltración**

#### **2.3.1. Evaluación de la infiltración hídrica de los suelos**

Los valores de la velocidad de infiltración contribuyen a realizar un análisis más específico sobre la aptitud de los suelos para el riego, así como para el estudio de la susceptibilidad a la erosión hídrica. La metodología adoptada en el presente proyecto permite conocer los valores de infiltración bajo el criterio de utilizar el perfil de suelo como base de análisis edafológico e hídrico, de forma que es posible establecer genéricamente los valores de infiltración de las diferentes unidades geopedológicas estudiadas. Esto implica obviar la alta variabilidad intrínseca de las propiedades hidráulicas del territorio (Kutilek y Nielsen, 1994), pero permite optimizar la cartografía de esta propiedad en tiempo y recursos.

La medición de la infiltración en este proyecto se realiza utilizando la metodología de minidisco en la mayoría de los perfiles programados y se complementa con el método de doble anillo de Müntz en, al menos, el 10% de los puntos de muestreo, con cuyos datos se ajusta la curva de infiltración para la totalidad de los perfiles. Adicionalmente se determinan los umbrales de pendiente por encima de los cuales no se realizan estas pruebas de infiltración; es decir, los ensayos con los infiltrómetros de minidisco no se realizan por encima del 40% de pendiente y los de doble anillo hasta un máximo del 12%, ambos en suelos de más de 20 cm de profundidad.

Los valores de infiltración ajustados se incluyen en la información de las 26 variables y se asocian a las unidades edáficas descritas en el apartado del levantamiento geopedológico. En aquellos casos en que la unidad edáfica carece de información directa y se le ha asignado una calicata de otra unidad edáfica similar, el dato de la velocidad de infiltración asociada a esa calicata también se utiliza para caracterizar la unidad edáfica sin información, realizando correcciones según la pendiente si fuera necesario. Cuando la unidad edáfica tiene asignada una calicata en la que no se realizó la medición de la velocidad de infiltración, los campos asociados de la base de datos quedan sin información con la palabra "Desconocido".

Una descripción más detallada de la metodología utilizada para elaborar la Cartografía de Velocidad de infiltración se puede consultar en el documento "Metodología\_Velocidad\_Infiltracion".

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de velocidad de infiltración de los suelos
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y conserva las unidades geoespaciales previamente definidas en el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la velocidad de infiltración corresponde a la metodología propuesta por Landon (1984)

### 2.3.2. Infiltrómetro de doble anillo

El cilindro infiltrómetro, conocido como el *doble anillo* de Müntz, es un método ampliamente utilizado para determinar la infiltración del agua en el suelo y es adecuado para métodos de riego que permiten humectar directamente una gran superficie de suelo. El flujo radial es minimizado por medio de un área tampón alrededor del cilindro central, de forma que se asegura el movimiento vertical del agua. La principal limitación de este método es que su emplazamiento puede alterar las condiciones naturales del suelo, puesto que durante su instalación se elimina la mayor parte de la cobertura vegetal y la estructura o el grado de compactación del horizonte superficial pueden verse modificados.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es el hecho de que el tiempo que transcurre desde el inicio del ensayo hasta que se alcanza la saturación depende de la humedad previa del suelo y la altura del agua en el anillo interior.

#### 2.3.2.1. Fase de precampo

Previo a la salida de campo se realiza un análisis del territorio y de las unidades a intervenir. De los puntos planificados para la ubicación de las calicatas se eligen aquellos que se localizan en pendientes inferiores al 12%, seleccionando el 10% del total de las calicatas. En caso de que este número exceda la cantidad de puntos por bloque, se seleccionan los que estén mejor distribuidos espacial y texturalmente teniendo en cuenta la información disponible dentro del área a intervenir; en caso que no se llegue a cubrir el 10% porque la zona se encuentre muy disectada se compensa realizando mayor cantidad de pruebas en otros sectores.

#### 2.3.2.2. Fase de campo

Esta fase se inicia con la instalación del equipo, previa preparación del terreno donde se va a realizar la medición. Es necesario eliminar la vegetación de la superficie donde se va a instalar el infiltrómetro, teniendo siempre la precaución de no alterar la estructura del suelo. El cilindro debe introducirse en el suelo hasta una profundidad no superior a los 2/3 de su

altura total (Foto 2.1). Simultáneamente, se vierte agua en el cilindro exterior, que actúa como área tampón, y también en el cilindro interior.

**Foto 2.1. Proceso de instalación del infiltrómetro de doble anillo de carga constante**



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Para realizar las lecturas se toma como referencia una regla y en los distintos intervalos de tiempo se anotan las lecturas del nivel de agua observadas. La velocidad de infiltración tiende a hacerse constante alrededor de las dos horas después del inicio de la medición (velocidad de infiltración básica) (Holzapfel *et al.*, 2001), por esta razón se recomienda realizar las lecturas en los siguientes tiempos: los primeros cinco minutos se realiza una lectura cada minuto; desde entonces hasta la media hora, el tiempo de lectura se alarga a cinco minutos; a partir de este momento y hasta alcanzar la hora, se recomienda tomar lecturas cada diez minutos, y a partir de la hora y hasta las dos horas se mide cada quince minutos.

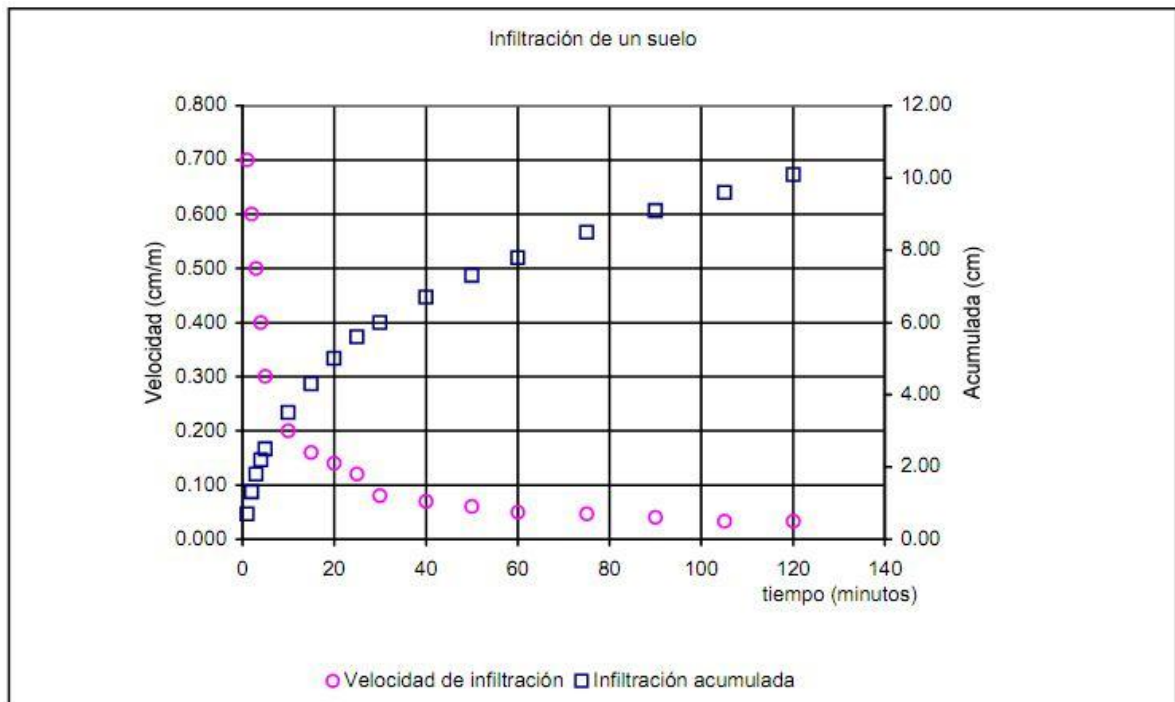
### 2.3.2.3. Fase postcampo

Con los datos de cantidad de agua infiltrada obtenidos en campo, se evalúa la infiltración de los suelos estudiados. Los parámetros disponibles son el intervalo de tiempo transcurrido entre lecturas y la altura de agua que infiltra en el suelo en ese intervalo.

Así, se calcula la infiltración acumulada como la suma de las láminas de agua (en centímetros) infiltradas desde el comienzo de la medición (tiempo 0). Por otra parte, también es posible calcular la tasa de infiltración, dividiendo las láminas de agua infiltrada en cada intervalo temporal (en centímetros), entre la duración de ese intervalo (en minutos). Como resultado se obtiene la tasa de infiltración de agua en el suelo en unidades de cm/min. La cantidad de agua infiltrada acumulada, al ser un valor acumulativo, siempre irá en aumento, variando la pendiente de la curva en función de las propiedades hídricas del suelo. De igual forma, la tasa de infiltración será más elevada al inicio del proceso de la infiltración que al final, cuando el suelo se acerca a la saturación hídrica.

Ambos parámetros pueden representarse de forma gráfica, tal y como se observa en la Figura 2.1.

Figura 2.1. Representación gráfica de la curva de infiltración e infiltración acumulada de un suelo en función del tiempo



Fuente: modificado de Kutilek y Nielsen, 1994. *Soil Hydrology*.

### 2.3.3. Infiltrómetro de minidisco

El infiltrómetro de minidisco (Decagon Devices, 2012) es un equipo portátil que permite medir la conductividad hidráulica en condiciones insaturadas. El equipo es de uso generalizado para evaluar la infiltración de los suelos en un amplio rango de texturas y presenta la gran ventaja de que permite realizar mediciones sin necesidad de requerir grandes volúmenes de agua (generalmente, pueden tomarse medidas apropiadas con un volumen de agua inferior a los 200 ml). Esto lo convierte en un instrumental fácilmente portable y de fácil instalación y manejo. Consta de dos cámaras: la superior, llamada cámara de burbujas, controla la succión sobre la superficie de contacto entre el disco y el suelo; mientras que la cámara inferior esta graduada en centímetros y contiene el agua utilizada en el ensayo. Posee, además, un tubo *mariotte* que comunica las dos cámaras.

#### 2.3.3.1. Fase precampo

La planificación de la infiltración depende de los puntos de muestreo establecidos en gabinete, tomando en cuenta que esta prueba de infiltración se realiza en el total de puntos analizados donde se realice la descripción de una calicata, siempre que cumplan la condición de pendiente inferior al 40%.

### 2.3.3.2. Fase de campo

En el momento de la instalación del equipo, ambas cámaras se llenan de agua y se cierran herméticamente, colocando verticalmente el dispositivo sobre la superficie del suelo. Con el fin de lograr un buen contacto hidráulico entre el infiltrómetro y el suelo, se coloca un anillo de 2 mm de grosor relleno de arena de 0,5 mm de diámetro.

La peculiaridad que presenta el minidisco es que, en el momento de hacer las lecturas, ofrece la posibilidad de ajustar la velocidad de succión para adaptarse mejor al tipo de textura del suelo que se está midiendo. Así, en la mayoría de los suelos la tasa de succión que se utiliza es la determinada por una altura de agua de 2 cm en la cámara inferior. En situaciones particulares, como en el caso de suelos arenosos con altas tasas de infiltración (texturas arenosas y areno-francosas); o cuando el suelo es más compacto y con una infiltración mucho más lenta (texturas arcillosas, arcillas pesadas y arcillo-limosas), ésta se ajusta a una altura de 6 cm y 0,5 cm, respectivamente.

Las lecturas de los volúmenes de agua infiltrada se realizan a intervalos de tiempo prefijados en función de la textura del suelo. En el caso de suelos arenosos las lecturas se miden cada cinco segundos; en suelos de textura media cada 30 segundos y en suelos arcillosos las lecturas se efectúan cada 30 minutos (Decagon Devices, 2012). El gasto volumétrico será de un mínimo de 200 ml de agua o bien hasta la estabilización de tres lecturas.

### 2.3.3.3. Fase postcampo

Existen diferentes métodos para determinar la conductividad hidráulica del suelo no saturada a partir de los datos de infiltración con el método del infiltrómetro de disco, pero se utiliza el método desarrollado por Zhang (1997), debido a su simplicidad. En este método se parte de la infiltración acumulada, para cuyo cálculo se requieren los datos registrados en los ensayos de campo, en concreto, los intervalos temporales transcurridos entre lecturas y la altura de agua que se ha infiltrado en el suelo en esos intervalos. A partir de ellos se calcula la infiltración acumulada como la suma de las láminas de agua (en centímetros) infiltradas desde el comienzo de la medición (tiempo 0).

Una vez calculada la infiltración acumulada, ésta se representa en un gráfico de abscisas y ordenadas, donde X representa el tiempo e Y la infiltración acumulada. Seguidamente, se ajusta la siguiente ecuación matemática (1), de forma que se obtienen los valores de los parámetros C1 y C2:

$$I = C1 t + C2 \sqrt{t} \quad (1)$$

Donde:

$t$  = tiempo (s)

C1 = parámetro obtenido a partir de la curva de infiltración (m/s)

C2 = parámetro obtenido a partir de la curva de infiltración, relacionado con la absorción del suelo (m/s<sup>2</sup>)

Una vez conocidos los valores C1 y C2 se puede obtener el valor de la conductividad hidráulica no saturada ( $K$ ) mediante la ecuación (2):

$$K = \frac{C1}{A} \quad (2)$$

A su vez, el valor de  $A$  se calcula mediante las ecuaciones (3) ó (4), en función de las características del suelo:

$$A = \frac{11,65 (n^{0,1}-1) \exp(2,9(n-1,9) \infty h_0)}{(\alpha r_0)^{0,91}} \quad n > 1,9 \quad (3)$$

$$A = \frac{11,65 (n^{0,1}-1) \exp(7,5(n-1,9) \infty h_0)}{(\alpha r_0)^{0,91}} \quad n < 1,9 \quad (4)$$

Donde:

$K$  = conductividad hidráulica no saturada del suelo

$C1$  = parámetro anterior obtenido a partir de la curva de infiltración (m/s)

$A$  = parámetro cuyo cálculo depende de las características del suelo y del infiltrómetro, calculado a partir de las ecuaciones (3 y 4)

$n$  y  $a$  = parámetros de Van Genuchten dependientes de las características texturales del suelo

$r_0$  = radio del disco del infiltrómetro

$h_0$  = succión aplicada por el infiltrómetro del disco

Los parámetros de Van Genuchten para los doce tipos de textura del suelo fueron calculados por Carsel y Parrish (1988) teniendo en cuenta el tamaño del disco del infiltrómetro y la succión aplicada (Cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3. Valores de Van Genuchten para doce tipos de textura de suelos para valores de  $A$  de 2,2 cm de radio de disco y succión entre 0,5 a 6 cm**

Textura	$r_0=2,25$ cm		$h_0$							
	$\alpha$	$n$	-0,5	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7
			A							
Arenoso	0,145	2,68	2,84	2,40	1,73	1,24	0,89	0,64	0,46	0,33
Areno-francoso	0,124	2,28	2,99	2,79	2,43	2,12	1,84	1,61	1,40	1,22
Franco-arenoso	0,075	1,89	3,88	3,89	3,91	3,93	3,95	3,98	4,00	4,02
Franco	0,036	1,56	5,46	5,72	6,27	6,87	7,53	8,25	9,05	9,92
Limoso	0,016	1,37	7,92	8,18	8,71	9,29	9,90	10,55	11,24	11,98
Franco-limoso	0,02	1,41	7,10	7,37	7,93	8,53	9,19	9,89	10,64	11,45
Franco-arcillo-arenoso	0,059	1,48	3,21	3,52	4,24	5,11	6,15	7,41	8,92	10,75
Franco-arcilloso	0,019	1,31	5,86	6,11	6,64	7,23	7,86	8,55	9,30	10,12
Franco-arcillo-limoso	0,01	1,23	7,89	8,09	8,51	8,95	9,41	9,90	10,41	10,94
Arcillo-arenoso	0,027	1,23	3,34	3,57	4,09	4,68	5,36	6,14	7,04	8,06
Arcillo-limoso	0,005	1,09	6,08	6,17	6,36	6,56	6,76	6,97	7,18	7,40
Arcilloso	0,008	1,09	4,00	4,10	4,30	4,51	4,74	4,98	5,22	5,48

Elaboración: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 2.3.4. Correlación de datos

Los análisis estadísticos se realizan con el software estadístico Statgraphics Centurion XVI, Versión 16.1.03. Se lleva a cabo una comparación de modelos entre las dos metodologías

de medida de la velocidad de infiltración mediante el módulo SnapsStats, de forma que cuando intervienen dos o más niveles de un factor categórico, clases texturales en el presente estudio, pueden obtenerse modelos de regresión relacionados con las variables de interés para cada clase y analizar su contribución al modelo general. En este caso se recurre al procedimiento de “comparación de líneas de regresión”.

De esta forma, se determina la ecuación de regresión interpretativa para estimar los valores de la infiltración bajo el método de doble anillo a partir de los valores del método minidisco. Para aumentar la robustez del modelo se realizan los siguientes cálculos estadísticos:

- Se establecen las regresiones respectivas dentro de cada clase textural.
- A partir de un análisis de varianza de la regresión por grupos texturales se analiza si todos ellos tienen la misma pendiente o si presentan diferencias. Además, se determina si la regresión para cada grupo es significativa.
- Se interpretan los incrementos de la infiltración dentro de la ecuación de regresión de cada grupo.
- Si los coeficientes de determinación son similares en cada grupo textural y el análisis de varianza para la regresión es altamente significativo o si manifiestan similar pendiente, la ecuación de regresión interpretativa es catalogada como funcional.
- En caso de que la regresión no sea funcional, esto puede deberse a que no se dispone de la suficiente representatividad, para lo que se deben emplear más observaciones. Para ello, se emplean las observaciones en bloques aledaños y la información de unidades vecinas similares, consiguiendo un mejor ajuste de la curva de infiltración.

### 2.3.5. Elaboración del mapa de infiltración

El resultado final de esta metodología es la elaboración de un mapa a escala 1:25.000, con representación gráfica tanto por hoja como por cantón, donde se muestran las diferentes unidades edáficas encontradas con su correspondiente clase de velocidad de infiltración.

Debido a las técnicas empleadas en el proyecto no es posible realizar medidas de infiltración en todas las unidades edáficas existentes, ya sea por la densidad de muestreo, presencia de pendientes superiores al 40% o existencia de suelos saturados. Por tanto, es necesario realizar una extrapolación de los datos de velocidad de infiltración para poder informar esas unidades edáficas. Los criterios seguidos para ello son:

- Asignación directa a todas las geoformas pertenecientes a la misma unidad edáfica (igual contexto geomorfológico, geoforma, geología, pendiente, régimen de humedad del suelo y régimen de temperatura del suelo). En el caso de unidades edáficas en las que se ha realizado agrupación por pendientes, para el cálculo de la velocidad de infiltración se considera la pendiente real de cada geoforma y, a pesar de tratarse de una asignación directa, se hace corrección por pendiente cuando procede.
- Asignación de velocidad de infiltración a unidades edáficas que hayan sido caracterizadas por una calicata localizada en otra unidad edáfica similar. En estos casos se aplicará un coeficiente de corrección sobre el dato de infiltración para adaptarse a los nuevos valores de pendiente, si fuera necesario.
- Cuando la unidad edáfica esté caracterizada por una calicata que carezca de datos de infiltración (por ejemplo, suelos en condiciones de saturación hídrica) se define bajo la categoría de “Desconocido”.

### 2.3.6. Descripción de la clasificación de Velocidad de infiltración

Los valores de infiltración obtenidos por las dos técnicas aplicadas y los calculados a partir de la correlación entre ambas, se reclasifican según la metodología propuesta por Landon (1984) para su interpretación y elaboración del mapa final de Velocidad de infiltración (Cuadro 2.4).

**Cuadro 2.4. Clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración del suelo**

Clase	Denominación	Rango (mm/h)
1	Muy rápida	>250
2	Rápida	150-250
3	Moderadamente rápida	65-150
4	Moderada	20-65
5	Moderadamente lenta	5-20
6	Lenta	1,5-5
7	Muy lenta	< 1,5

*Fuente: Landon, 1984.*

A esta clasificación queda añadir la categoría “Desconocido”, que se aplica a aquellas unidades edáficas que carecen de información de velocidad de infiltración.

### 2.3.7. Control de calidad

La cartografía temática generada con la metodología propuesta y validada continúa con la fase de control de calidad, donde se escogen al azar los puntos de las pruebas de infiltración realizadas en campo y se evalúa la elaboración del mapa. La Cartografía Temática de Velocidad de infiltración se genera a partir de los valores asignados de infiltración hídrica a cada una de las unidades cartográficas del Mapa Geopedológico.

## 2.4. Elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras

### 2.4.1. Evaluación de la Capacidad de uso de las tierras

La capacidad de producción del suelo y el riesgo de pérdida de esa capacidad, según el sistema de explotación al que el suelo se someta, son los que resumen el concepto de capacidad de uso de las tierras. Establecer la capacidad de uso de un suelo equivale, por tanto, a definir el sistema de explotación acorde con su capacidad productiva, teniendo en cuenta que ésta no implique riesgo de pérdida de esa capacidad, mediante las medidas que para ello se adopten.

La metodología aplicada para la evaluación de la capacidad de uso de las tierras consiste en un modelo cualitativo, adaptado del modelo utilizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano, que consiste en un sistema de matrices de doble entrada para modificar sucesivamente las clases de capacidad de uso de las tierras.



El sistema de clasificación aplicado para la elaboración de la cartografía adopta la simbología del Sistema Americano USDA-LCC, pero adaptado a las condiciones concretas que se encuentran en el Ecuador, por tratarse de un sistema de gran difusión a nivel mundial y ajustarse mejor a los objetivos y disponibilidad de la información básica local.

Este sistema divide el territorio en ocho clases, según el grado de limitaciones de uso, utilizando el símbolo (I) para indicar ligeras limitaciones y aumentando progresivamente hasta llegar al símbolo (VIII) que indica severas limitaciones. Estas clases se subdividen, a su vez, en subclases, según el tipo de limitaciones por erosión, factores edáficos, humedad y/o clima que tengan. De esta forma se consiguen identificar las áreas con potencialidades para la explotación agroproductiva, forestal y áreas protegidas, así como las áreas más vulnerables.

Esta metodología se adapta para las distintas regiones identificadas en el país, de forma que las características que deben cumplir las tierras evaluadas difieren en función de si se trata de áreas localizadas en las regiones de Sierra, Costa o Amazonía.

En el documento denominado “Metodología\_Capacidad\_Uso” se puede consultar con más detalle la metodología utilizada para la elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras.

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de capacidad de uso de las tierras
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y conserva las unidades geoespaciales previamente definidas para el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la capacidad de uso de las tierras se realiza de acuerdo a la metodología propuesta en “Geopedología y Amenazas Geológicas” (CLIRSEN, 2011b)

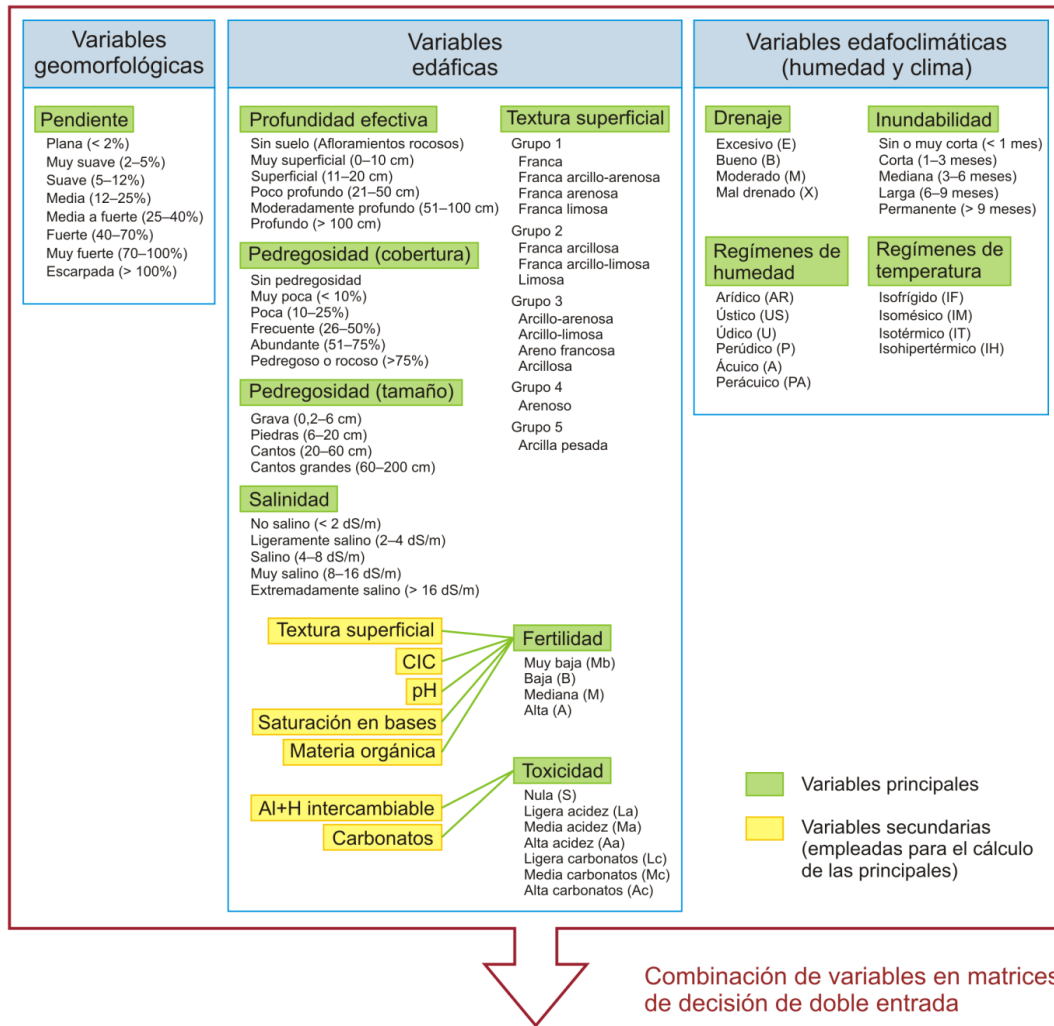
#### **2.4.2. Aplicación del modelo adoptado**

La elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras se realiza con la información levantada en campo en combinación con la del Mapa Geopedológico, en el que cada unidad edáfica tiene asignada una calicata.

Las variables seleccionadas para la aplicación del modelo incluyen variables geomorfológicas; variables edáficas, tanto físicas como químicas; y variables edafoclimáticas. Cada una de estas variables se utiliza categorizada y se introducen secuencialmente en el modelo, de manera que la capacidad de uso de las tierras se va modificando por combinación de las mismas en matrices de decisión de doble entrada, hasta llegar, finalmente, a una calificación final de la clase de capacidad de uso de las tierras. En el Gráfico 2.3 se presenta un resumen de todas las variables empleadas en el

modelo, así como de las distintas clases de capacidad de uso que resultan tras la combinación de las mismas.

**Gráfico 2.3. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Capacidad de uso de las tierras**



Clase CUT	Subclase CUT	Limitantes
Agricultura y otros usos	I	Tierras sin limitaciones
	II	Tierras con ligeras limitaciones
	III	Tierras con limitaciones más acentuadas
	IV	Tierras limitaciones moderadas
Uso limitado, no erosionables	V	Tierras para usos especiales con limitaciones fuertes a muy fuertes
	VI	Tierras con limitaciones fuertes, para pastos y bosques
Aprovechamiento forestal o fines de conservación	VII	Tierras con limitaciones muy fuertes, para pastos y bosques
	VIII	Tierras con muy severas limitaciones para cualquier uso
	Erosión (e)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(e1) – 2-5%</li> <li>(e2) – 5-25%</li> <li>(e3) – Mayor a 25%</li> </ul>
	Suelo (s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(s1) – Profundidad efectiva</li> <li>(s2) – Textura</li> <li>(s3) – Pedregosidad</li> <li>(s4) – Fertilidad</li> <li>(s5) – Salinidad</li> <li>(s6) – Toxicidad</li> </ul>
	Humedad (h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(h1) – Drenaje</li> <li>(h2) – Inundación</li> </ul>
	Clima (c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(c1) – RHS</li> <li>(c2) – RTS</li> </ul>

Elaboración: Consorcio Tracasa-Nipsa, adaptado de CLIRSEN, 2011b.

Algunas de estas variables se emplean de forma directa para la evaluación, mientras que otras son el resultado de la combinación de varias de estas variables. Tal es el caso de la fertilidad, que se calcula por combinación de la textura superficial, capacidad de intercambio catiónico, pH, saturación en bases y materia orgánica; y de la toxicidad, combinación de la acidez intercambiable y el contenido de carbonatos.

Las salidas cartográficas se elaboran por cada hoja 50.000 y por cada cantón, a escala 1:25.000, con su respectiva leyenda. El mapa resultante representa un modelo conceptual de la distribución espacial de las clases de capacidad de uso de las tierras, que podrá utilizarse posteriormente como herramienta clave en la definición de los sistemas de explotación más acordes a la capacidad productiva de los suelos y que menos riesgos de pérdida de esa capacidad entrañen.

### **2.4.3. Descripción de la clasificación de la Capacidad de uso de las tierras**

Las especificaciones técnicas que deben cumplir los suelos para ser clasificados en función de las diferentes clases de capacidad de uso se detallan en el Cuadro 2.5, donde se explicitan los valores que debe tomar cada parámetro para que las tierras evaluadas sean incluidas en una u otra clase de capacidad de uso, para el caso de la región en la que se encuentra este cantón. Así, las cuatro primeras clases (I a IV) están reservadas para los usos agrícolas arables; la clase (V) es una clase para usos especiales, con fuertes limitaciones pero no erosionable; las tres clases restantes (VI a VIII) se destinan a los usos no-agrícolas y, la clase VIII indica limitaciones muy severas para prácticamente cualquier uso.

Adicionalmente, en el Cuadro 2.6 se explican de forma breve las principales características de las tierras incluidas en cada una de las clases de capacidad de uso para la región específica a la que pertenece el cantón estudiado.

Respecto a las subclases, éstas están determinadas de acuerdo con las limitaciones existentes por erosión, suelos, humedad y/o clima. Para hacer referencia a estas limitaciones, la simbología empleada se basa en la utilización de subíndices que son las iniciales de cada factor limitante — (e) erosión, (s) suelos, (h) humedad, (c) clima—, unido a un código numérico que identifica el aspecto en concreto al que se debe la limitación de uso (Cuadro 2.7).

Como resultado final de la combinación de las clases y subclases de capacidad de uso de las tierras se definen las “Unidades de Manejo”. A partir de ellas es posible identificar los factores específicos que limitan el uso agrícola de las tierras. Se representan con el número romano indicativo de la clase de capacidad de uso, una o más letras minúsculas que señalan las subclases o factores limitantes generales de la capacidad de uso, y sus correspondientes números arábigos, específicos de cada limitación. Se trata de un nivel de clasificación muy específico, correlacionado con el grado de especificidad cartográfica del estudio.

Cuadro 2.5. Parámetros que definen las clases de capacidad de uso de las tierras localizadas en la región Costa

Factor	Variables	Clases de Capacidad de Uso							
		Agricultura y otros usos - arables				Poco riesgo de erosión	Aprovechamiento forestales o con fines de conservación - No arables		
		Sin limitaciones a ligeras		Con limitaciones de ligeras a moderadas		Con limitaciones fuertes a muy fuertes	Con limitaciones muy fuertes		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Erosión</b>	Pendiente (%)	0 a 2	Menor a 5	Menor a 12	Menor a 25	Hasta 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
<b>Suelo</b>	Profundidad efectiva (cm)	Mayor a 100	Mayor a 50	Mayor a 20	Mayor a 20	Cualquiera	Mayor a 50	Mayor a 20	Cualquiera
	Textura superficial	Grupo 1	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2 y 3	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Pedregosidad (%) (sólo con piedras a cantos grandes)	Menor a 10	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 50	Menor a 25	Menor a 50	Cualquiera
	Fertilidad	Alta	Alta y mediana	Alta, mediana y baja	Alta, mediana y baja	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Salinidad (dS/m)	Menor a 2	Menor a 4	Menor a 8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Toxicidad	Sin o nula	Sin o nula y ligera	Sin o nula, ligera y media	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
<b>Humedad</b>	Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, bueno y moderado	Excesivo, bueno y moderado	Excesivo, bueno, moderado y mal drenado	Excesivo, bueno, moderado y mal drenado	Excesivo, bueno, moderado y mal drenado	Excesivo, bueno, moderado y mal drenado
	Periodos de inundación	Sin o muy corta	Sin o muy corta	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta, corta y mediana	Sin o muy corta, corta, mediana y larga	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta, corta y mediana	Sin o muy corta, corta, mediana, larga y permanente
<b>Climático</b>	Regímenes de humedad del suelo	Údico	Údico y Ústico	Údico y Ústico	Údico, Ústico y Perústico	Arídico, Ústico, Údico, Perústico, Ácuico, Perácuico	Ústico, Údico y Perústico	Arídico, Ústico, Údico y Perústico	Arídico, Ústico, Údico, Perústico, Ácuico, Perácuico
	Regímenes de temperatura del suelo	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico, isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico

Fuente: Adaptado del CONAGE, 2010.

Cuadro 2.6. Resumen de las clases de Capacidad de uso de las tierras para la región Costa

CLASE AGROLÓGICA		ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	
AGRICULTURA Y OTROS USOS - ARABLES	Sin limitaciones a Ligeras	CLASE I	I	Suelos en pendiente plana hasta el 2%, profundos y fácilmente trabajables, que presentan muy pocas o no tienen piedras, es decir, no tienen limitaciones que interfieran las labores de maquinaria. Son suelos con drenaje bueno, no salinos y de textura superficial del grupo textural G <sub>1</sub> (francos, franco arcillo-arenosos, franco arenosos y franco limosos). Se presentan en el régimen de humedad clasificado como údico, y la zona de temperatura es isohipertérmica e isotérmica. Las tierras pueden ser utilizadas para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales adaptadas ecológicamente a la zona.
		CLASE II	II	Suelos similares a la Clase I, y/o en pendientes muy suaves menores al 5%, moderadamente profundos y profundos, con poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria. Son de textura superficial del grupo textural G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> (franco arcillosos, franco arcillo limoso, limosos) y G <sub>3</sub> (arcillo limosos, areno francosos y arcillosos). Tienen drenaje natural de bueno a moderado. Incluyen a suelos ligeramente salinos y no salinos. Requieren prácticas de manejo más cuidadosas que los suelos de la Clase I. Se presentan en regímenes de humedad údico y ústico, y en regímenes de temperatura isohipertérmico e isotérmico.
	Con limitaciones Ligeras a Moderadas	CLASE III	III	Suelos en pendientes menores a 12%, suaves, muy suaves y planas, son poco profundos, moderadamente profundos e inclusive profundos, tienen poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria. Son de textura del grupo textural G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> (franco arcillosos, franco arcillo limoso, limosos) y G <sub>3</sub> (arcillo-arenosos, arcillo limosos, areno francosos y arcillosos), pueden presentar drenaje excesivo, bueno y moderado. Incluyen suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos. Son tierras con régimen de humedad údico y ústico, y los regímenes de temperatura son isohipertérmico e isotérmico. Por las limitaciones que presentan, el desarrollo de los cultivos se ve disminuido, siendo necesarias prácticas especiales de manejo y conservación en los recursos suelo y agua.
		CLASE IV	IV	Son suelos que se encuentran en pendientes de medias a planas, es decir menores a 25%, poco profundos a profundos, y con poca pedregosidad. Esta clase de tierras requiere un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria, pues permiten un laboreo "ocasional". Son de textura variable, y de drenaje excesivo a moderado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico y perústico, y regímenes de temperatura isohipertérmicos e isotérmicos.
POCO RIESGO DE EROSIÓN	Con limitaciones Fuertes a Muy fuertes	CLASE V	V	Se ubican en pendientes entre planas y suaves, es decir menores al 12%, generalmente son suelos poco profundos, como también profundos pero con severas limitaciones en cuanto a drenaje y pedregosidad. Estos requieren de un tratamiento "muy especial" en cuanto a las labores de maquinaria ya que presentan limitaciones imposibles de eliminar en la práctica. Son de textura y drenaje variable. Incluyen suelos desde no salinos a muy salinos. Se pueden encontrar en áreas propensas o con mayor riesgo a inundación. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico, perústico, ácuico, perácuico y arídico, y regímenes de temperatura isohipertérmicos e isotérmicos.
APROVECHAMIENTO FORESTAL O CON FINES DE CONSERVACIÓN	Con limitaciones Muy Fuertes	CLASE VI	VI	Suelos similares en pendiente a la Clase IV, pudiéndose también encontrar en pendientes medias y fuertes, es decir entre 12% y 40%. Son moderadamente profundos a profundos y con poca pedregosidad. Las labores de maquinaria son "muy restringidas". Son tierras aptas para aprovechamiento forestal, aunque ocasionalmente pueden incluir cultivos permanentes y pastos. Son de textura de variable, tienen drenaje de excesivo a mal drenado. Incluyen suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico y perústico, y regímenes de temperatura isohipertérmicos e isotérmicos.
		CLASE VII	VII	Suelos en pendientes de medias a fuertes (menores al 70%), son poco profundos a profundos, y tienen una pedregosidad menor al 50%. Estas tierras tienen limitaciones muy fuertes para el laboreo debido a la pedregosidad y la pendiente. En cuanto a la textura, drenaje y salinidad éstas pueden ser variables. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico, perústico y arídico, y regímenes de temperatura isohipertérmicos e isotérmicos. Muestran condiciones para uso forestal con fines de conservación.
		CLASE VIII	VIII	Suelos en pendiente que varía desde plana (0-2%) a escarpada (mayor a 100%). Son superficiales a profundos, de textura y drenaje variables. Pueden ser suelos muy pedregosos o no pedregosos. En cuanto a la salinidad, ésta clase de tierras incluye las de reacción muy salina. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico, perústico, ácuico, perácuico y arídico, y regímenes de temperatura isohipertérmicos e isotérmicos. Son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar la erosión.
		No aplicable		Para unidades no consideradas como unidades de tierra, que se las adquiere de la cartografía base, incluye principalmente centros poblados y cuerpos de agua.

Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. CLIRSEN, 2011b.

**Cuadro 2.7. Resumen de las subclases de Capacidad de uso de las tierras en función de los factores limitantes analizados**

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b>
<b>Erosión (e)</b>	Se refiere a los limitantes que se pueden presentar en una determinada clase de capacidad de uso por el factor erosión, que se produce en las distintas áreas por efecto de la pendiente.
(e1)	Se utiliza con la clase agrológica para indicar un ligero incremento en la pendiente (2 a 5%).
(e2)	Indica la limitante de las diferentes clases de capacidad en los rangos de 5 a 12% y 12 a 25% de pendiente.
(e3)	Se utiliza para indicar la limitante de las diferentes clases de capacidad en los rangos de 25 a 40%; 40 a 70% y mayor a 70% de pendiente.
<b>Suelo (s)</b>	Se refiere a los limitantes que se pueden presentar en una determinada clase de capacidad de uso por los siguientes factores: profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad, salinidad y toxicidad del suelo.
(s1)	Se utiliza para identificar limitantes de profundidad efectiva cuando los suelos son poco profundos (21 a 50 cm), superficiales (11 a 20 cm) y muy superficiales (0 a 10 cm).
(s2)	Identifica limitantes de suelo por texturas arcillo-arenosas, arcillo-limosas, areno-francosas, arcillosas, arcillosas pesadas y arenas.
(s3)	Identifica limitantes de suelo por pedregosidad cuando esta viene representada por piedras a cantos grandes y la abundancia es frecuente, abundante y pedregosa o rocosa.
(s4)	Se utiliza para identificar limitantes de suelo cuando existan valores de fertilidad bajos o muy bajos.
(s5)	Se utiliza para identificar limitantes de suelo cuando éste sea salino, muy salino y extremadamente salino.
(s6)	Se refiere para identificar limitantes de suelo cuando exista toxicidad media y alta, tanto de carbonatos como de aluminio.
<b>Humedad (h)</b>	Representa las limitaciones que puede presentar una determinada clase de capacidad de uso debido al exceso o deficiencia en el contenido de humedad del suelo y los periodos de inundación que pueda sufrir.
(h1)	Identifica limitantes de humedad por mal drenaje y drenaje excesivo del suelo.
(h2)	Se utiliza para identificar limitantes de humedad por periodos de inundación cortos, medianos, largos y permanentes.
<b>Clima (c)</b>	Estas limitaciones se deben a distintas características climáticas que pueden afectar al desarrollo de los cultivos dependiendo de los regímenes de humedad y de temperatura del suelo, íntimamente relacionados con las condiciones climáticas ambientales.
(c1)	Se utiliza para identificar limitantes de clima por regímenes de humedad del suelo ústico, árido, perústico y ácuico.
(c2)	Se utiliza para identificar limitantes de clima por zonas de temperatura frías (10 a 13°C, isomésico) y muy frías (< 10°C, isofrígido).

Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. CLIRSEN, 2011b.

## 2.5. Elaboración del Mapa de Dificultad de labranza

### 2.5.1. Evaluación de la Dificultad de labranza de los suelos

El concepto de labranza utilizado en el presente proyecto se refiere a las acciones que conducen a obtener, a través del tiempo, un suelo apropiado para la actividad agrícola y, por tanto, implica una serie de acciones mecánicas sobre el suelo.

La evaluación de la dificultad de labranza de los suelos se considera el punto de partida en la propuesta de medidas para la mejora de la gestión agrícola de las tierras y, por tanto, para el aumento de su productividad. Esta evaluación hace posible la división del territorio en diferentes áreas, según sean sus condiciones para el laboreo así como la identificación de zonas con limitaciones concretas, haciendo posible su corrección o evitando en ellas un futuro deterioro de la calidad de los suelos debido a su manejo inadecuado.

Para la evaluación de la dificultad de labranza la metodología empleada se basa en la desarrollada en el epígrafe anterior para la capacidad de uso de las tierras, pero modificada y adaptada a esta temática. Se trata de un modelo empírico cualitativo que considera las variables edáficas, climáticas y geomorfológicas de mayor influencia en la determinación de la dificultad de labranza, siguiendo un orden lógico según su impacto e importancia. Como referencia técnica en la formulación de esta metodología se utilizan los rangos previstos en el Catálogo de Objetos actualizado (CLIRSEN *et al.*, 2011) y el “Manual de Sistemas de Labranza para América Latina” (FAO, 1992), así como la experiencia del equipo consultor.

Este sistema de evaluación divide el territorio en cinco clases, subdivididas a su vez en subclases según el tipo de limitaciones que existan por erosión, aspectos edáficos y edafoclima; con esto se consiguen identificar las áreas con potencialidades para el laboreo, sus limitaciones y las áreas no arables, obteniendo así un producto final que mejora el conocimiento para la gestión agrícola y del territorio en general. Estas clases se escriben con números arábigos del (1) al (5). Las cuatro primeras clases (1 a 4) están reservadas para los usos agrícolas arables, con grado creciente de dificultad de labranza, descritas como Sin dificultad de labranza, Baja, Media o Alta dificultad de labranza. La clase 5 agrupa otros usos, como forestal, cuando las condiciones del medio son desfavorables o muy limitantes para el laboreo.

Una descripción más detallada de la metodología utilizada para evaluar la dificultad de labranza se puede consultar en el documento denominado “Metodología\_Labranza”.

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de dificultad de labranza
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y conserva las unidades geoespaciales previamente definidas para el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la dificultad de labranza se realiza de acuerdo a la metodología propuesta para la capacidad de uso de la tierra y adaptada a esta temática a partir del “Catálogo de Objetos actualizado” (CLIRSEN *et al.*, 2011) y el “Manual de Sistemas de Labranza para América Latina” (FAO, 1992)



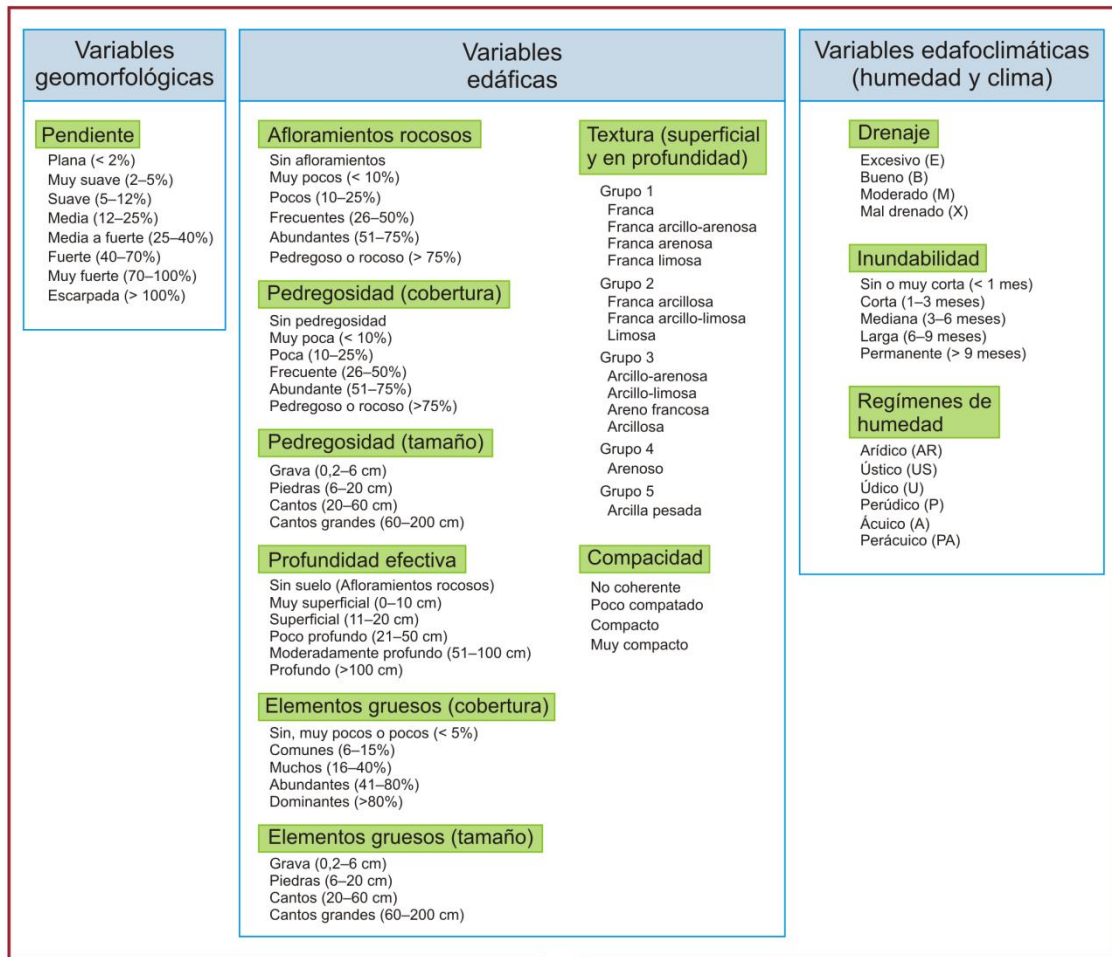
### 2.5.2. Aplicación del modelo adoptado

Para categorizar la tierra en su dificultad de labranza y el manejo agro-técnico, es básico analizar e interpretar en gabinete la información obtenida en los estudios geopedológicos y geomorfológicos de los que se dispone, además de los registros climáticos. Por tanto, para la elaboración del Mapa de Dificultad de labranza se parte también de la información levantada en campo en combinación con el mapa geopedológico.

Las variables seleccionadas para la aplicación del modelo incluyen aspectos del paisaje o de la geomorfología, una selección de propiedades edáficas y algunas variables edafoclimáticas, conforme se detalla en el Gráfico 2.4.

Igual que en el caso del Mapa de Capacidad de uso de las tierras, cada una de estas variables se utiliza categorizada y, al ser introducidas secuencialmente en el modelo, la dificultad de labranza de las tierras se va modificando por combinación de las variables en matrices de decisión de doble entrada, hasta llegar, finalmente, a una calificación de la dificultad de labranza. En el Gráfico 2.4 se presenta un resumen de todas las variables empleadas en el modelo, así como de las distintas clases de dificultad de labranza que resultan tras la combinación de las mismas.

**Gráfico 2.4. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Dificultad de labranza de los suelos**



Combinación de variables en matrices de decisión de doble entrada

Clase DL	Subclase DL	Limitantes																			
<table border="1"> <tr><td rowspan="4">Arable</td><td>1</td><td>Tierras sin dificultad de labranza</td></tr> <tr><td>2</td><td>Tierras con dificultad de labranza baja</td></tr> <tr><td>3</td><td>Tierras con dificultad de labranza media</td></tr> <tr><td>4</td><td>Tierras con elevada dificultad de labranza</td></tr> <tr> <td rowspan="1"> <table border="1"> <tr><td rowspan="1">No arable</td><td>5</td><td>Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola</td></tr> </table> </td> <td>Erosión (e)</td> <td>                     (e1) – 5-12%                      (e2) – 12-40%                      (e3) – Mayor a 40%                 </td> </tr> <tr> <td>Suelo (s)</td> <td>                     (s1) – Afloramientos rocosos                      (s2) – Pedregosidad (abundancia)                      (s3) – Pedregosidad (tamaño)                      (s4) – Profundidad efectiva                      (s5) – Elementos gruesos (abundancia)                      (s6) – Elementos gruesos (tamaño)                      (s7) – Textura superficial                      (s8) – Textura en profundidad                      (s9) – Compacidad                 </td> </tr> <tr> <td>Humedad (h)</td> <td>                     (h1) – Drenaje                      (h2) – Inundación                 </td> </tr> <tr> <td>Clima (c)</td> <td>(c1) – RHS</td> </tr> </table>	Arable	1	Tierras sin dificultad de labranza	2	Tierras con dificultad de labranza baja	3	Tierras con dificultad de labranza media	4	Tierras con elevada dificultad de labranza	<table border="1"> <tr><td rowspan="1">No arable</td><td>5</td><td>Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola</td></tr> </table>	No arable	5	Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola	Erosión (e)	(e1) – 5-12% (e2) – 12-40% (e3) – Mayor a 40%	Suelo (s)	(s1) – Afloramientos rocosos (s2) – Pedregosidad (abundancia) (s3) – Pedregosidad (tamaño) (s4) – Profundidad efectiva (s5) – Elementos gruesos (abundancia) (s6) – Elementos gruesos (tamaño) (s7) – Textura superficial (s8) – Textura en profundidad (s9) – Compacidad	Humedad (h)	(h1) – Drenaje (h2) – Inundación	Clima (c)	(c1) – RHS
		Arable	1	Tierras sin dificultad de labranza																	
			2	Tierras con dificultad de labranza baja																	
			3	Tierras con dificultad de labranza media																	
4	Tierras con elevada dificultad de labranza																				
<table border="1"> <tr><td rowspan="1">No arable</td><td>5</td><td>Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola</td></tr> </table>	No arable	5	Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola	Erosión (e)	(e1) – 5-12% (e2) – 12-40% (e3) – Mayor a 40%																
No arable	5	Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola																			
Suelo (s)	(s1) – Afloramientos rocosos (s2) – Pedregosidad (abundancia) (s3) – Pedregosidad (tamaño) (s4) – Profundidad efectiva (s5) – Elementos gruesos (abundancia) (s6) – Elementos gruesos (tamaño) (s7) – Textura superficial (s8) – Textura en profundidad (s9) – Compacidad																				
Humedad (h)	(h1) – Drenaje (h2) – Inundación																				
Clima (c)	(c1) – RHS																				

Elaboración: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.



Las salidas cartográficas se elaboran por cada hoja 50.000 y por cada cantón, a escala de trabajo 1:25.000, con su respectiva leyenda. El mapa resultante representa un modelo conceptual de la distribución espacial de las clases de dificultad de labranza de los suelos, lo que permitirá dividir el territorio en diferentes áreas según sus potencialidades para el laboreo, así como sus limitaciones concretas.

### **2.5.3. Descripción de la clasificación de la Dificultad de labranza**

Puesto que la estructuración y ponderación de las variables está basada en la metodología establecida para las clases de Capacidad de uso de las tierras, estas clases se escriben con números arábigos del (1) al (5), para distinguir claramente esta clasificación de la de Capacidad de uso de las tierras.

Acorde a la Capacidad de uso de las tierras, el sistema de clasificación de la Dificultad de labranza se lleva a cabo adaptándolo del anterior, pero considerando un menor número de clases. Así, la clase (1) corresponde a tierras Sin dificultad de labranza; las clases (2), (3) y (4) se describen como de dificultad de labranza, Baja, Media y Alta, respectivamente; mientras que la clase (5), se define como No arable y contempla las tierras con restricciones muy fuertes para la labranza que restringen su uso al forestal, con fines hidrológicos o de conservación.

En el Cuadro 2.8 se especifican las características que deben cumplir los suelos para ser clasificados en las diferentes clases de Dificultad de labranza, de modo que aparecen detallados los límites de valores dentro de los cuales deben encontrarse los distintos parámetros para que las tierras evaluadas sean incluidas en uno u otro grupo. Adicionalmente, en el Cuadro 2.9, se explican brevemente las principales características de cada uno de los grupos o clases.

Respecto a las subclases, éstas están determinadas de acuerdo con las limitaciones existentes por erosión, variables edáficas, humedad y/o clima. Para hacer referencia a estas limitaciones, la simbología empleada se basa en la utilización de subíndices que consisten en las iniciales de cada factor limitante— (e) erosión, (s) suelos, (h) humedad, (c) clima—, unido a un código numérico que identifica el aspecto en concreto al que se debe la limitación de uso (Cuadro 2.10).

Finalmente se definen las “Unidades de Manejo de Dificultad de Labranza”, como combinación de las clases y subclases de dificultad de labranza, señalando los factores específicos que limitan su condición de suelos arables. Se representan con el número arábigo indicativo de la clase de labranza, una o más letras minúsculas que señalan las subclases o factores limitantes generales para la labranza, y sus correspondientes números arábigos, específicos de cada limitación. Se trata de un nivel de clasificación muy específico, correlacionado con el grado de especificidad cartográfica del estudio.

**Cuadro 2.8. Parámetros que definen las clases de Dificultad de labranza**

Factor	Variables		DIFICULTAD DE LABRANZA				NO ARABLE
			ARABLE				
			SIN	BAJA	MEDIA	ALTA	
<b>Erosión</b>	Pendiente (%)		Menor de 5	Menor a 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
<b>Suelo</b>	Afloramientos rocosos (%)		Sin	Sin, Muy Pocos (<10)	Sin, Muy Pocos, Pocos (<25)	Sin, Muy Pocos, Pocos y Frecuentes (<50)	Cualquiera
	Pedregosidad	Cobertura (%)	Sin, Muy pocas (<10)	Sin, Muy pocas, Pocos (<25)	Sin, Muy pocas, Pocos, Frecuentes (<50)	Sin, Muy pocas, Pocos, Frecuentes, Abundantes (<75)	Cualquiera
		Tamaño (cm)	De grava fina a piedras (<20)	De grava fina a piedras (<20)	De grava fina a piedras (<20)	De grava fina a cantos (<60)	Cualquiera
	Profundidad efectiva (cm)		Moderadamente profundo o profundo (>50)	Moderadamente profundo o profundo (>50)	Poco profundo, moderadamente profundo o profundo (>20)	Superficial, poco profundo, moderadamente profundo o profundo (>10)	Cualquiera
	Elementos gruesos	Cobertura (%)	De ninguno a pocos (< 5)	De ninguno a comunes (< 15)	De ninguno a muchos (< 40)	De ninguno a abundantes (< 80)	Cualquiera
		Tamaño (cm)	De grava fina a piedras (<20)	De grava fina a piedras (<20)	De grava fina a piedras (<20)	De grava fina a cantos (<60)	Cualquiera
	Textura	Superficial	F, FYA, FA, FL	F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L	F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF	F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF, A, Y, YP	Cualquiera
		A profundidad	F, FYA, FA, FL	F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L	F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF	F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF, A, Y, YP	Cualquiera
	Compacidad		No coherente o poco compacto	No coherente, poco compacto o compacto	No coherente, poco compacto o compacto	No coherente, poco compacto, compacto o muy compacto	Cualquiera
	<b>Humedad</b>	Drenaje		Bueno	Bueno	Bueno o moderado	Excesivo, bueno, moderado o mal drenado
Periodos de inundación		Sin o muy corta	Sin o muy corta	Sin, muy corta, corta o mediana	Sin, muy corta, corta, mediana, larga o permanente	Cualquiera	
<b>Climático</b>	Regímenes de humedad del suelo		Údico	Údico o Ústico	Údico o Ústico	Údico, Ústico, Árido o Ácuico	Cualquiera

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Cuadro 2.9. Resumen de las clases de Dificultad de labranza

Orden	Clase	Restricción	Descripción
<b>ARABLE</b>	<b>1</b>	<b>Sin</b>	Suelos en pendiente plana o muy suave (menores al 5%), profundos o moderadamente profundos, con muy poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria. Tienen textura superficial del grupo textural G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso), drenaje natural bueno. Se presentan en régimen de humedad údico. Pueden ser labradas y mecanizadas con todos los tipos de implementos.
	<b>2</b>	<b>Baja</b>	Suelos en pendientes planas a suaves (menores al 12%), son de profundos a moderadamente profundos, tienen poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria, son de textura del grupo textural G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso) o G2 (franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso y limoso) y presentan drenaje bueno. Son tierras con régimen de humedad údico o ústico. Requieren prácticas de manejo ligeramente más cuidadosas que los suelos de la Clase 1.
	<b>3</b>	<b>Media</b>	Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes (menores al 40%), de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos rocosos y frecuente pedregosidad superficial de hasta 20 cm. Son de textura superficial de los grupos G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso), G2 (franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso y limoso) o G3 (arcillo-arenoso, arcillo-limoso o areno-francoso), y de drenaje bueno a moderado. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico o ústico. Por las limitaciones, el uso de maquinaria se ve disminuido, siendo necesarias prácticas especiales de manejo y conservación.
	<b>4</b>	<b>Alta</b>	Suelos de pendientes hasta grado fuerte (menores a 70%), son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos. Son de textura superficial de los grupos G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso), G2 (franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso y limoso), G3 (arcillo-arenoso, arcillo-limoso o areno-francoso), G4 (arenoso) o G5 (arcilloso o arcilla pesada), tienen un drenaje natural bueno, moderado, mal drenado o excesivo, con períodos de inundación muy cortos a permanentes. Pueden presentar un régimen de humedad del suelo údico, ústico, ácuico o arídico. Son tierras con muchas restricciones al laboreo, únicamente contemplado para laboreo manual, frecuentemente de uso forestal con fines de conservación.
<b>NO ARABLE</b>	<b>5</b>	<b>No arable</b>	Suelos en pendientes de muy fuertes a abruptas (mayores al 70%), son muy superficiales a profundos. Estas tierras tienen limitaciones muy fuertes para el laboreo debido a la pendiente o limitaciones adicionales como la presencia de abundantes afloramientos rocosos y pedregosidad superficial. En cuanto a la textura y drenaje éstas pueden ser variables, con períodos de inundación de muy cortos a permanentes. Son tierras presentes en cualquier régimen de humedad del suelo, údico, ústico, ácuico, arídico, perácuico y Perúdico. Sus restricciones al laboreo son extremas, y no permiten el uso agrícola. Muestran condiciones para fines de conservación.
<b>No aplicable</b>			Para unidades no consideradas como unidades de suelo, adquiridas de la cartografía base, entre las que se incluyen principalmente centros poblados y cuerpos de agua.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015. Basado en el catálogo de objetos (CLIRSEN et al., 2011).

**Cuadro 2.10. Resumen de las subclases de Dificultad de labranza de las tierras en función de los factores limitantes analizados**

Factores		Descripción
<b>Erosión (e)</b>		
Pendiente	(e1)	Indica un ligero incremento en la pendiente (5 a 12%).
	(e2)	Indica una limitante por pendiente en rangos de 12 a 40%.
	(e3)	Indica una limitante por pendiente en los rangos de 40 a 70% y mayor a 70%.
<b>Suelo (s)</b>		
Afloramientos rocosos	(s1)	Es utilizado para identificar limitantes de suelo por la presencia de pocos afloramientos rocosos (10 a 25%), frecuentes (25 a 50%), abundantes (50 a 75%) o pedregoso/rocoso (>75%).
Pedregosidad	(s2)	Identifica limitantes de suelo por pedregosidad, cuando es frecuente, abundante y pedregoso/rocoso.
	(s3)	Identifica limitantes de suelo por pedregosidad, cuando son cantos (20 a 60 cm) y/o cantos grandes (60 a 200 cm).
Profundidad efectiva	(s4)	Es utilizado para identificar limitantes de profundidad efectiva cuando los suelos son poco profundos (20 a 50 cm), superficiales (10 a 20 cm) y muy superficiales (0 a 10 cm).
Elementos gruesos	(s5)	Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando éste contenga muchos (15 a 40%), abundantes (40 a 80%) o dominantes (>80%) elementos gruesos en los primeros 20 cm de suelo.
	(s6)	Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando éste contenga cantos (20 a 60 cm) y/o cantos grandes (60 a 200 cm) entre los elementos gruesos de los primeros 20 cm de suelo.
Textura	(s7)	Identifica limitantes de suelo por texturas en superficie del grupo 3 (arcillo-limoso, arcillo-arenoso, areno-francoso), grupo 4 (arenoso) o grupo 5 (arcilloso, arcilla pesada).
	(s8)	Identifica limitantes de suelo por texturas a profundidad del grupo 3 (arcillo-limoso, arcillo-arenoso, areno-francoso), grupo 4 (arenoso) o grupo 5 (arcilloso, arcilla pesada).
Compacidad	(s9)	Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando sean compactos y/o muy compactos.
<b>Humedad (h)</b>		
Drenaje	(h1)	Identifica limitantes de humedad por mal drenaje, moderado y/o drenaje excesivo del suelo.
Inundación	(h2)	Será utilizado para identificar limitantes de humedad por períodos de inundación corto, mediano, largo y permanente.
<b>Clima (c)</b>		
Régimen de humedad	(c1)	Se utiliza para identificar limitantes de clima por regimenes de humedad del suelo arídico, ústico, perúdicico, ácuico y perácuico.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa a partir del Catálogo de Objetos CLIRSEN et al., 2011.

## 2.6. Elaboración del Mapa de Amenaza a erosión hídrica

### 2.6.1. Evaluación de la Amenaza a erosión hídrica de los suelos

La evaluación de la amenaza a erosión hídrica de los suelos permite identificar regiones concretas del territorio en las que se deben implementar prácticas de protección que minimicen la pérdida de suelo, así como proponer medidas para la conservación y mejora de la productividad agraria, siempre dentro del marco de la sostenibilidad ambiental.

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de amenaza a erosión hídrica
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y parte de las unidades geoespaciales previamente definidas para el Mapa Geopedológico.
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la amenaza a erosión hídrica se basa en la metodología previamente utilizada en “Geopedología y Amenazas Geológicas” (CLIRSEN, 2011a)

### 2.6.2. Aplicación del modelo adoptado

La metodología adoptada para la evaluación de la amenaza a erosión hídrica de los suelos se basa en el modelo utilizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano, que consiste en un modelo matricial de decisión de doble entrada en el que se considera, por una parte, la vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica o Índice de Susceptibilidad a la Erosión (ISE); y, por otra, las características del agente erosivo, en este caso, el Índice de Agresividad Pluvial (AP).

El cálculo del ISE se basa en un sistema de evaluación cuantitativo de tipo paramétrico en el que se tiene en cuenta la acción directa de los factores que definen la susceptibilidad de los suelos frente a la erosión. Los factores seleccionados en este caso derivan unos de la geomorfología, como son la pendiente, la forma y la longitud de la vertiente; otros de la geopedología, como la textura superficial, la profundidad efectiva del suelo y la materia orgánica; y por último, de la cobertura y uso de la tierra, como es el grado de protección vegetal. Cada uno de estos factores se analiza y califica mediante un índice del 1 al 4, donde el 1 representa una susceptibilidad baja a la erosión hídrica y el 4 indica una alta susceptibilidad.

Para asignar a cada una de las geoformas el grado de protección vegetal que le corresponde se utiliza la información de la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra, elaborada por el CTN. El procedimiento que se sigue consiste, básicamente, en asignar a cada geoforma la cobertura vegetal más abundante presente en ella. Cuando existe predominancia de una cobertura antrópica o artificial (generalmente núcleos poblados y áreas construidas), la asignación se realiza a partir de la información de la zona no antropizada.

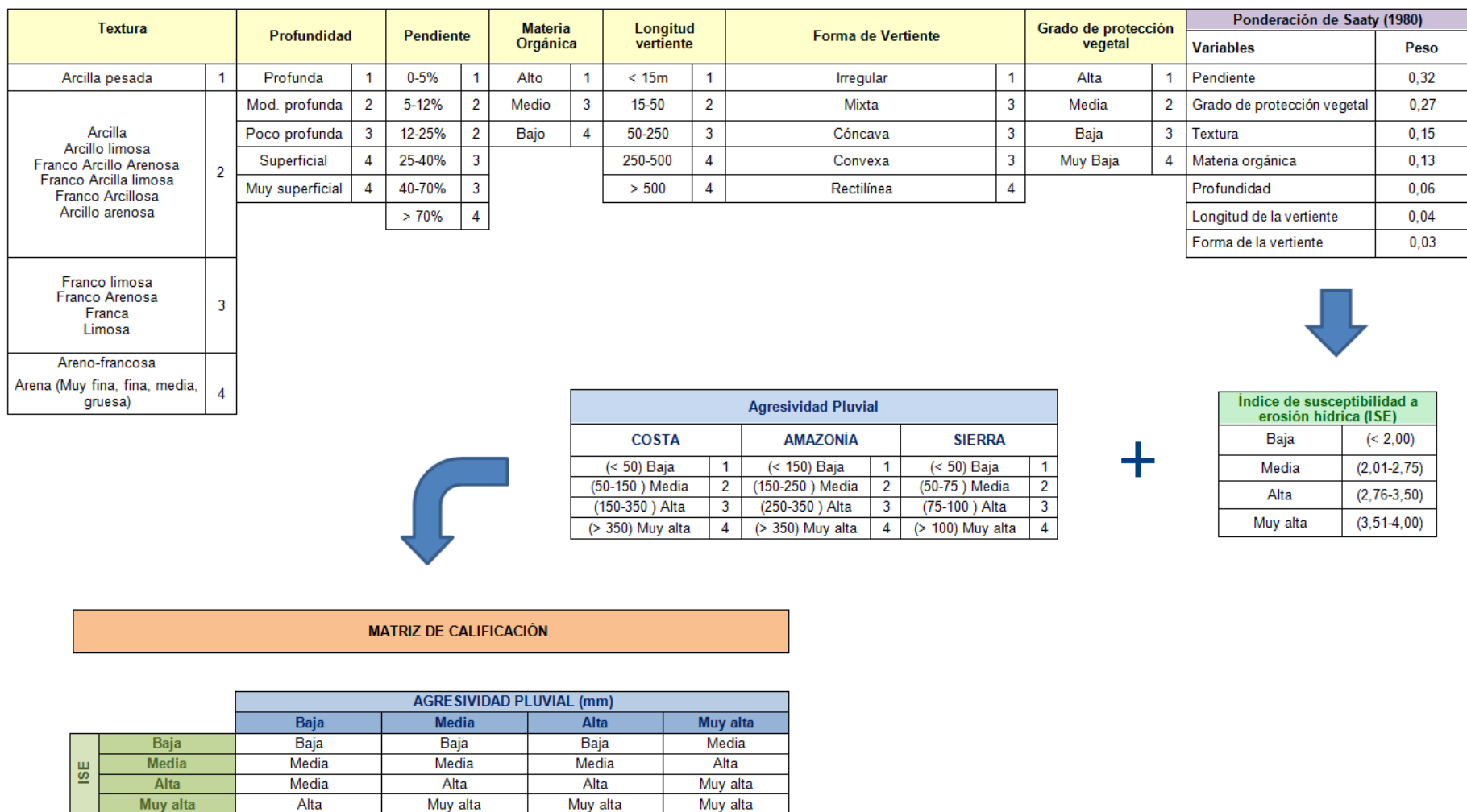
Una vez que cada uno de los factores analizados ha sido calificado, se aplica el método de Jerarquías Analíticas de Saaty (1990) para la ponderación de variables. Así, se establecen los coeficientes de corrección por los que deben ser multiplicados los índices de cada uno de los factores considerados y se procede a sumar el resultado para obtener, finalmente, el Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica.

En cuanto al cálculo de la AP, debido a que la disponibilidad de registros continuos de pluviosidad es escasa, se opta por utilizar una metodología basada en el Índice Modificado de Fournier (IMF), propuesto por Arnoldus en 1977, relación entre la suma del cuadrado de las precipitaciones mensuales para un año respecto de la precipitación media mensual. Este índice se basa en el hecho de que no sólo el mes de mayor precipitación produce erosión superficial, sino que hay meses con menores cantidades de precipitación que también pueden producir erosión (Echeverri y Moncayo, 2010). Los valores de precipitación anual y mensual necesarios para el cálculo han sido procesados por el IEE a partir de los datos provistos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del Gobierno de Ecuador.

La descripción más detallada de la metodología empleada en la elaboración de la cartografía temática sobre amenaza a erosión hídrica se puede consultar en el documento denominado "Metodología\_Amenaza\_Erosión\_Hídrica".

En el Gráfico 2.5 se presenta un resumen de todas las variables empleadas en el cálculo de la amenaza a erosión hídrica, así como de los valores numéricos otorgados a las diferentes variables, de forma que al combinar todos estos valores es posible, finalmente, llegar a una clasificación de las clases de amenaza a erosión hídrica en cada una de las unidades edáficas estudiadas.

Gráfico 2.5. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la amenaza a erosión hídrica de los suelos



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015. Adaptado del IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

### 2.6.3. Descripción de la clasificación de la Amenaza a erosión hídrica

Tal y como se ha explicado en el apartado anterior, el cálculo final de la Amenaza a erosión hídrica resulta de la combinación del Índice de susceptibilidad a la erosión y el de agresividad pluvial en una matriz de decisión de doble entrada, previa clasificación de los dos parámetros de forma independiente. Así, en el Cuadro 2.11 se detallan los valores del Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica; mientras que en el Cuadro 2.12 se resumen los valores de la agresividad pluvial, distinguiendo en este último caso los criterios seguidos para las regiones de Costa, Sierra y Amazonía.

**Cuadro 2.11. Clasificación de los valores del Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica**

Índice de Susceptibilidad a la Erosión hídrica (ISE)	Rango*
Baja	< 2,00
Media	2,01-2,75
Alta	2,76-3,50
Muy alta	3,51-4,00

Fuente: IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

\*Este número se obtiene como resultado de la ponderación de los valores de cada uno de los factores considerados más influyentes sobre la vulnerabilidad a la erosión hídrica de los suelos, calificados, a su vez, por un índice del 1 al 4 en función de su valor.

**Cuadro 2.12. Clasificación de la agresividad pluvial, calculada a partir del Índice Modificado de Fournier (IMF), y distinguiendo entre las regiones de Costa, Sierra y Amazonía**

Índice		Agresividad pluvial (mm de precipitación)		
		Costa	Sierra	Amazonía
1	Baja	< 50	< 50	< 150
2	Media	50 - 150	50 - 75	150 - 250
3	Alta	150 - 350	75 - 100	250 - 350
4	Muy alta	>350	>100	>350

Fuente: IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

Una vez combinada la información de los dos índices (Cuadro 2.13) se obtiene la clasificación final de la Amenaza a la erosión hídrica, en la que se establecen 4 categorías, que hacen referencia a suelos cuya amenaza a la erosión hídrica puede variar desde baja a muy alta.

**Cuadro 2.13. Matriz de calificación de la Amenaza a erosión hídrica a partir del Índice de susceptibilidad a la erosión y de la agresividad pluvial**

		AGRESIVIDAD PLUVIAL			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
ISE	Baja	Baja	Baja	Baja	Media
	Media	Media	Media	Media	Alta
	Alta	Media	Alta	Alta	Muy alta
	Muy alta	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta

Fuente: IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

Existe una quinta clase de Amenaza a la erosión hídrica, correspondiente a los suelos en los que no existe amenaza. Esta clase está formada por una serie de geoformas a las que, debido a su génesis deposicional, se les asigna directamente la categoría de Sin erosión, sin necesidad de realizar ninguno de los cálculos descritos anteriormente (por ejemplo, laguna colmatada, hondonadas pantanosas de origen glaciario-periglaciario, depresión de decantación, etc.).

En el Cuadro 2.14 se explican de forma sucinta las principales características de las tierras incluidas en cada una de las clases de amenaza a la erosión hídrica.

**Cuadro 2.14. Resumen de las clases de Amenaza a erosión hídrica de los suelos**

Etiqueta	Descripción
<b>Sin erosión</b>	Unidades de estudio que se encuentran ubicadas en su gran mayoría dentro de las unidades geomorfológicas que comprenden: niveles planos y ondulados, bancos, <i>basins</i> , meandros y cauces abandonados. Su geología corresponde a depósitos aluviales y zonas que durante la época invernal son generalmente propensos a inundaciones por desbordamiento y anegamiento, motivos por los cuales no es posible distinguir la amenaza por erosión hídrica, sino más bien por colmatación.
<b>Baja</b>	Unidades de estudio que se presentan bajo tres condiciones: 1. El análisis de los factores en estudio califican a la unidad con una susceptibilidad muy baja a la erosión hídrica pero al momento de combinarla con el índice más alto de agresividad pluvial pasa a tener una condición baja; 2. Cuando la combinación de sus características morfométricas (rango de pendiente y longitud de vertiente), morfológicas (forma de vertiente), físico-químicas de suelo (textura superficial, profundidad efectiva y materia orgánica) y de grado de protección vegetal, presentan un bajo índice de susceptibilidad a la erosión que, al ser analizada con los índices intermedios de agresividad pluvial, mantiene una amenaza baja a la erosión hídrica; y 3. Al combinar los factores mencionados da una susceptibilidad media que, al combinarla con un índice más bajo de agresividad pluvial, toma una calificación de amenaza a erosión hídrica baja.
<b>Media</b>	Unidades de estudio que se presentan bajo tres condiciones: 1. El análisis de los factores en estudio califican a la unidad con una susceptibilidad baja a la erosión hídrica que, al momento de combinarla con el índice más alto de agresividad pluvial, pasa a tener una condición de media; 2. Cuando la combinación de sus características morfométricas (rango de pendiente y longitud de vertiente), morfológicas (forma de vertiente), físico-químicas de suelo (textura superficial, profundidad efectiva y materia orgánica) y de grado de protección vegetal, presentan un índice medio de susceptibilidad a la erosión que, al ser analizada con los índices intermedios de agresividad pluvial, mantiene una amenaza media a la erosión hídrica; y 3. Al combinar los factores mencionados da una susceptibilidad alta que, junto con el índice más bajo de agresividad pluvial, adquiere una calificación de amenaza a erosión hídrica media.

Etiqueta	Descripción
<b>Alta</b>	Unidades de estudio que se presentan bajo dos condiciones: 1. El análisis de los factores en estudio califican a la unidad con una susceptibilidad media a la erosión hídrica que, al momento de combinarla con el índice más alto de agresividad pluvial, pasa a tener una calificación de alta; y 2. Cuando la combinación de sus características morfométricas (rango de pendiente y longitud de vertiente), morfológicas (forma de vertiente), físico-químicas de suelo (textura superficial, profundidad efectiva y materia orgánica) y de grado de protección vegetal, presentan un índice alto de susceptibilidad a erosión y, al ser analizada con los tres últimos índices de agresividad pluvial, mantiene una amenaza alta a la erosión hídrica.
<b>No aplicable</b>	Para unidades no consideradas como unidades de suelo, adquiridas de la cartografía base, entre las que se incluyen principalmente centros poblados y cuerpos de agua.

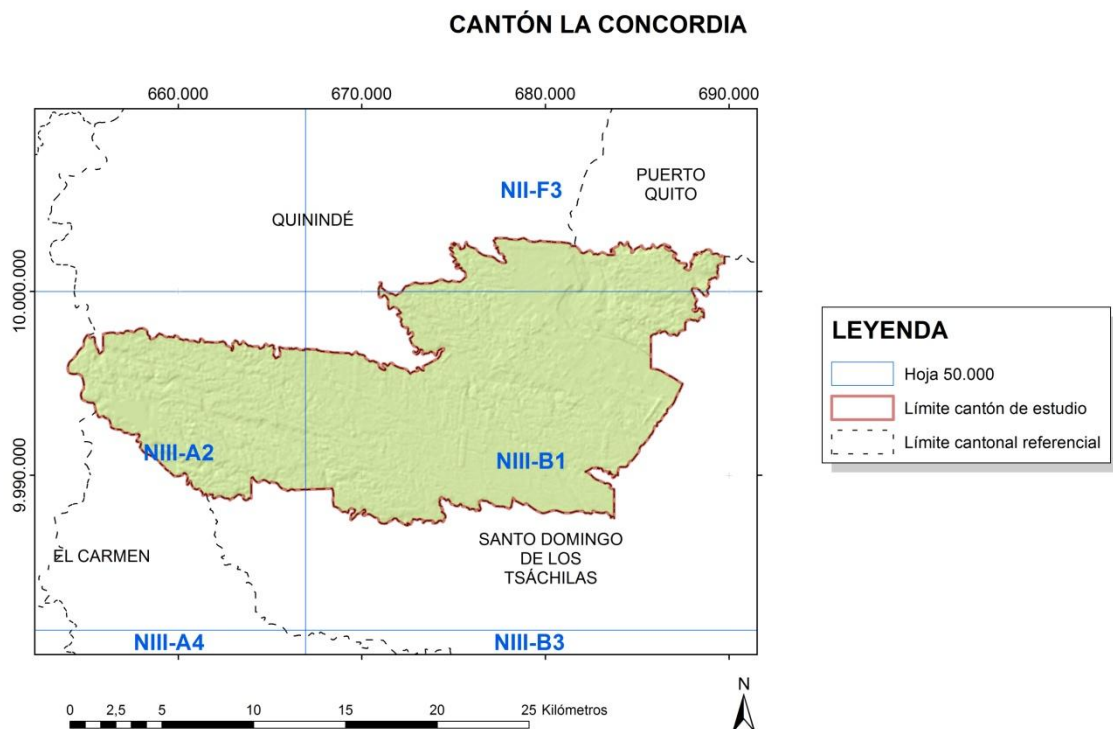
Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. Componente 2. CLIRSEN, 2011a.

### 3. LEVANTAMIENTO GEOPEDOLÓGICO

#### 3.1. Datos de campo

El cantón La Concordia se encuentra contenido entre tres cartas u hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar-(IGM) denominadas Monterrey NIII\_B1, Bocana del Búa NIII\_A2 y La Concordia NII\_F3, como se muestra en la siguiente Figura 3.1.

Figura 3.1. Ubicación del cantón La Concordia en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Territorialmente, el cantón La Concordia tiene una superficie aproximada de 32.473 ha, de las cuales, el presente estudio contempla 32.449 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). Cabe aclarar que todas las cifras porcentuales, parciales y totales, que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención o área de estudio de este proyecto.

**Cuadro 3.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas, superficie muestreada por tipología de muestreo**

Nombre IGM hoja 1:50m	Código IGM hoja 1:50m	Fechas de intervención	Número de Calicatas**	Superficie intervenida total (ha)	% de Superficie intervenida*
Monterrey	NIII_B1	17 al 18 de 04 del 2015	4	3.442	10,61
Bocana del Búa	NIII_A2	18 del 04 del 2015	3	8.427	25,97
La Concordia	NII_F3	18 del 04 del 2015	3	20.580	63,42
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>32.449</b>	<b>100</b>

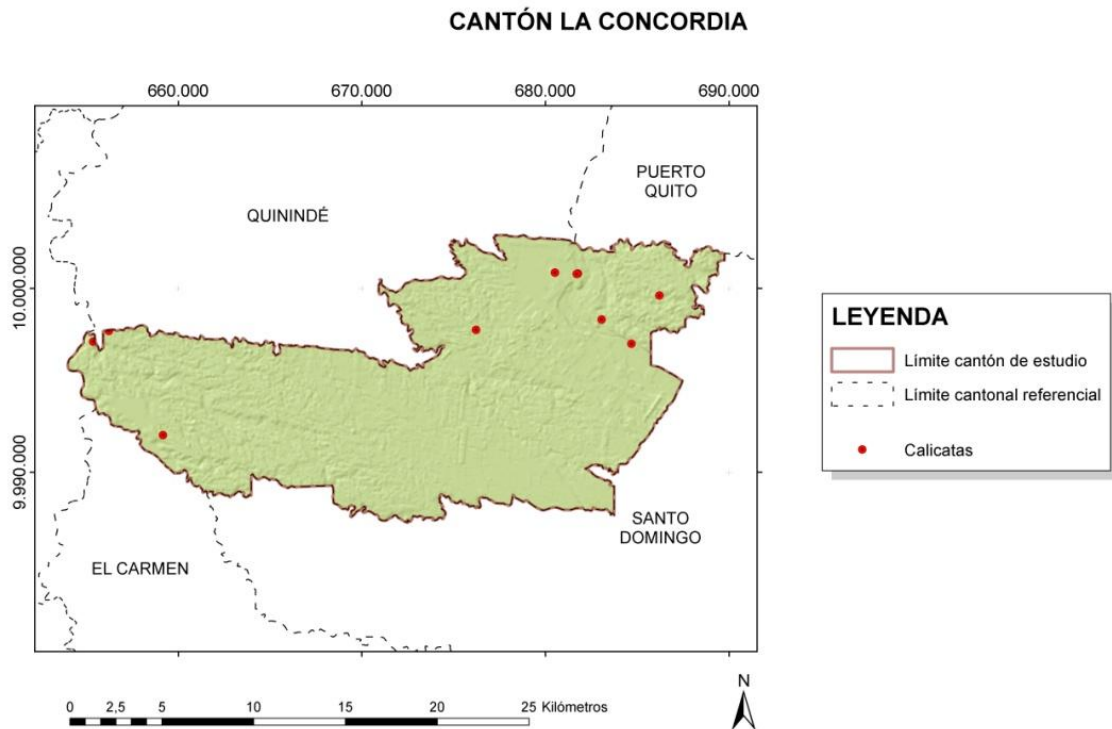
\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

\*\* Carta sin calicatas pueden darse por diversos motivos: área pequeña, inaccesibilidad, entre otros.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Para la caracterización del Mapa Geopedológico a escala 1:25.000 del cantón La Concordia se realizó la descripción de 10 perfiles dentro del territorio entre el 17 al 18 de abril de 2015, de los cuales se han usado ocho para dotar de información al mapa y, dos denominadas calicatas secundarias, para complementar dicha información. También se han utilizado seis perfiles localizados en los cantones circundantes. En la Figura 3.2 se muestra la ubicación de los sitios de muestreo localizados dentro del cantón. Las fichas correspondientes a cada uno de estos perfiles, con toda la información de campo y de laboratorio, aparecen recogidas en el Anexo 5.

Figura 3.2. Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 3.2. Resultados generales

El apartado de resultados se estructura siguiendo el esquema jerárquico adoptado en la elaboración de la leyenda geopedológica que acompaña al mapa, pero reflejando en los epígrafes sólo sus tres primeros aspectos: dominio fisiográfico, contexto morfológico y régimen de temperatura del suelo. A continuación se describen los subgrupos de suelos presentes en el cantón, organizados según órdenes, donde se concretan el resto de aspectos geomorfológicos y climáticos que han conducido a la clasificación final. Los números que acompañan a cada descripción son los mismos números utilizados en la representación cartográfica y hacen referencia a los distintos tipos de suelos que aparecen en cada una de las unidades edáficas definidas en la zona de estudio.

La categorización de todas las variables edáficas usadas en la descripción de los tipos de suelo puede consultarse en el Anexo 3.

A continuación se describen los subgrupos de suelos encontrados en el caso específico de La Concordia. Este cantón se ubica en la región costa y presenta dos dominios fisiográficos:

- Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua
- Medio aluvial costero

### **3.2.1. Dominio Fisiográfico: Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua**

Este dominio, descrito por Winckell *et al.*, 1997 como “Alta llanura central”, se encuentra encajado entre la Vertiente Andina occidental, al este, y los relieves sedimentarios costeros, al oeste. Ocupa dos tercios de la llanura costera y se extiende sobre aproximadamente 250 km, de norte a sur, desde el final de las estribaciones de la Vertiente Andina septentrional hasta entrar en contacto con el dominio Baja llanura aluvial inundable de la Costa.

El conjunto está formado por depósitos antiguos de grandes conos de esparcimiento, parte de los cuales fueron posteriormente retrabajados e incorporados a la red fluvial, que se encajó fuertemente sobre ellos, y a su sistema de terrazas. Gran parte del dominio está recubierto por, al menos, dos episodios de sedimentación piroclástica.

Este dominio fisiográfico es el más extenso en el cantón, con una superficie aproximada de 265 km<sup>2</sup> equivalente al 81,5% del total. Se extiende por toda la superficie del cantón, exceptuando franjas que son ocupadas por el dominio Medio aluvial costero. La altura en la que se encuentra oscila entre 150 y 300 msnm. Está representado por un solo contexto morfológico, Gran cono tabular de la llanura costera.

#### **3.2.1.1. Gran cono tabular de la llanura costera**

Se trata de un gran cono de esparcimiento que, desde el Este de Santo Domingo de los Tsachilas, se expande hasta el río Quinindé, cubierto por una capa continua de cenizas volcánicas en prácticamente toda su extensión. La potencia de esta capa es considerable, llegando a ser de 6 metros en Santo Domingo y de 4 metros en la localidad de Quinindé, cerca del extremo noroccidental del cono.

Las superficies a que da lugar muestran ciertas diferencias. Unas aparecen como planas a onduladas, con pendientes inferiores al 15%, en las que la capa de mayor dureza (areniscas o conglomerados) se corresponde con la superficie original del cono. Las superficies disectadas, que ocupan la gran mayoría del cono, dan lugar a cimas redondeadas de bajo desnivel; en ellas, los niveles estructurales originales se pueden aún identificar en las cimas de estas colinas.

Finalmente, la parte más distal del cono, a ambos lados de los ríos Blanco y Guayllabamba, presenta pendientes inferiores al 12% y un modelado plano con escasa disección de la red hidrográfica; se caracteriza por la ausencia casi total de cenizas volcánicas, debido a la erosión de los mencionados ríos.

Este contexto morfológico se extiende por toda la superficie del cantón, con una extensión aproximada de 265 km<sup>2</sup> equivalente al 81,5% del total. Se presenta a alturas que oscila entre 150 y 300 msnm.

En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

### 3.2.1.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isohipertérmico

El régimen de temperatura isohipertérmico indica temperaturas mayores a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Typic Hapludands (1)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación San Tadeo (Piroclastos y caolín de alteración en superficie (Formación San Tadeo)), dentro de la geoforma denominada superficie de cono de esparcimiento disectado, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Subyace un epipedón ócrico (A) de 65 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte cámbico (Bw) de 80 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases media. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato, siendo estas sus principales características.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 16.439 ha que representa el 50,6% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B1-83-0035.

En esta unidad edáfica existe una inclusión con características específicas que se detallan a continuación:

- Andic Eutrudepts CSp-NIII\_A2-89-0006

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/Bw1/2Bw2, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 25 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Subyace un epipedón mólico (A1) de 26 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un epipedón úmbrico (A2) de 45 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw1) de 31 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura franca en campo y estructura tipo bloques angulares. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw2) de 23 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es media. La principal característica es la saturación de bases >60%, adicional presenta una densidad aparente de menos de 1 g/cm<sup>3</sup> y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

#### *b) Typic Hapludands (2)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación San Tadeo (Piroclastos y caolín de alteración en superficie), dentro de la geoforma denominada superficie de cono de esparcimiento disectado, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Ab, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 10 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 10 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 65 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Finalmente un horizonte (Ab) de 65 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es presentar propiedades ándicas entre los 50 y 100 cm.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 393 ha que representa el 1,21% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B2-83-0065.

#### *c) Acrudoxic Hapludands (3)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación San Tadeo (Piroclastos y caolín de alteración en superficie), dentro de la geoforma denominada superficie de cono de esparcimiento disectado, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Ab/2Bw1/2Bw2, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 40 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6), textura franco-limosa y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 25 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franca y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color amarillo-oliva (2.5Y 6/6), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al

NaF media. Continúa un horizonte (Ab) de 10 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (2Bw1) de 30 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6), textura franca en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw2) de 25 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/8), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a  $0,9 \text{ g/cm}^3$  y alta fijación de fósforo. La principal característica es contener menos de  $2,0 \text{ cmol/kg}$  de bases más aluminio en uno o más horizontes de 30 cm o más de espesor.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente rápida (65 a 150 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 4.411 ha que representa el 13,59% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B1-97-0007.

#### d) *Typic Hapludands (4)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación San Tadeo (Piroclastos y caolín de alteración en superficie), dentro de la geoforma denominada superficie de cono de esparcimiento disectado, en pendientes muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/BC/Ab/2C, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 14 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 41 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 15 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte (BC) de 30 cm de espesor, color pardo-oliva (2.5Y 4/3), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte (Ab) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte (2C) de 30 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/8), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple, reacción al NaF fuerte.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a  $0,9 \text{ g/cm}^3$  y alta fijación de fósforo. La principal característica es presentar propiedades ándicas entre los 50 y 100 cm. Se determinó una baja densidad aparente en campo que da cuenta de propiedades ándicas.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 4.812 ha que representan el 14,83% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B2-84-0038.

#### e) *Typic Hapludands (5)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación San Tadeo (Abrupto de cono de esparcimiento), dentro de la geoforma denominada abrupto de cono de esparcimiento, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/Bw, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 50 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un epipedón ócrico (A1) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Continúa un epipedón ócrico (A2) de 20 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte cámbico (Bw) de 50 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 7 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B1-83-0028.

## ii. Mollisols

#### a) *Typic Hapludolls (6)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza alta, en pendientes suaves (>5-12%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 48 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_A2-89-0004

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N<sup>0</sup>12.

### 3.2.2. Dominio Fisiográfico: Medio aluvial costero

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Costa.

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales).

En este cantón, está representado principalmente por el sistema fluvial del río Blanco, que contiene la terraza baja y cauce actual, el valle fluvial-llanura de inundación y sistemas de terrazas (media, alta y colgada). Este río corre por la zona occidental del cantón, con una dirección preferencial SE-NO. Presenta formas marcadas meándricas. Se presentan también otros valles fluviales-llanuras de inundación asociados a los ríos Bravo, Mache, Conejo, Búa y Guabal.

Este dominio fisiográfico presenta una superficie de 60 km<sup>2</sup> aproximadamente, que equivale al 18,5% del total del cantón.

### 3.2.2.1. Medio aluvial costero

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.2. En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

#### 3.2.2.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isohipertérmico

El régimen de temperatura isohipertérmico indica temperaturas mayores a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Acrudoxic Hapludands* (8)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (Arenas, limos, arcillas y conglomerados), dentro de la geoforma denominada valle fluvial, llanura de inundación, en pendientes muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/C/2Bw1/2Bw2/2Bw3, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un epipedón ócrico (A) de 15 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte (C) de 15 cm de espesor, color pardo-oliva claro (2.5Y 5/3), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple, reacción al NaF fuerte. Sigue un horizonte cámbico (2Bw1) de 50 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (2Bw2) de 35 cm de espesor, color pardo-oliva claro (2.5Y 5/4), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw3) de 15 cm de espesor, color pardo-oliva claro (2.5Y 5/6), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a  $0,9 \text{ g/cm}^3$  y alta fijación de fósforo. La principal característica es contener menos de  $2,0 \text{ cmol/kg}$  de bases más aluminio en uno o más horizontes de 30 cm o más de espesor.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente rápida (65 a 150 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 272 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B4-84-0050.

#### *b) Typic Hapludands (9)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (Arenas, limos, arcillas y conglomerados), dentro de la geoforma denominada valle fluvial, llanura de inundación, en pendientes muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3/2Ab, profundo (145 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (2.5YR 3/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 25 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (2.5YR 3/4), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 45 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 4/6), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw3) de 35 cm de espesor, color pardo (7.5YR 5/4), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (2Ab) de 25 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a  $0,9 \text{ g/cm}^3$  y alta fijación de fósforo, La principal característica es presentar propiedades ándicas entre los 50 y 100 cm.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente rápida (65 a 150 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.566 ha que representa el 4,82% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B3-98-0055.

#### *c) Typic Hapludands (11)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada vertiente o abrupto de terraza, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Oi/A/Bw/Cr, moderadamente profundo (75 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra una capa de materiales fíbricos (Oi) de 5 cm de espesor, color pardo-amarillento

oscuro (10YR 3/4), reacción al NaF media. Subyace un epipedón ócrico (A) de 20 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF media. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 50 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/8), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques angulares. Finalmente un horizonte (Cr) de 65 cm de espesor, color amarillo (10YR 7/8), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son altas. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es presentar propiedades ándicas entre los 50 y 100 cm.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 80 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NII\_F3-97-0011.

#### *d) Typic Hapludands (15)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza colgada, en pendientes planas (0-2%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3/Bw4/Ab/2Bw1, profundo (140 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6), textura franco-limosa y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 35 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura franco-limosa y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 20 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Sigue un horizonte cámbico (Bw3) de 20 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/8), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte cámbico (Bw4) de 15 cm de espesor, color gris claro (2.5Y 7/2), textura franco-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte (Ab) de 20 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franca en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw1) de 15 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/6), textura franca en campo y estructura tipo bloques angulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es presentar propiedades ándicas entre los 50 y 100 cm.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy rápida (> 250 (mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 2.356 ha que representa el 7,26% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NII\_F3-97-0008.

## ii. Entisols

### a) *Vitrandic Udorthents (7, 10)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (Arenas, limos, arcillas y conglomerados), dentro de la geoforma denominada valle fluvial, llanura de inundación, en pendientes planas (0-2%) y muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2C/3C, moderadamente profundo (90 cm), excesivamente drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa y estructura tipo bloques subangulares a granular. Subyace un horizonte (2C) de 75 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura arena media en campo, sin estructura, grano simple. Finalmente un horizonte (3C) de 40 cm de espesor, color pardo (10YR 5/3), textura arena media en campo, sin estructura, grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es no mostrar ningún desarrollo pedogenético. Presentan adicional, dentro de los primeros 75 cm, cantidades considerables de pumita y/o vidrio volcánico que denotan su origen a partir de recubrimientos piroclásticos.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy rápida (> 250 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 588 ha que representa el 1,81% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B1-83-0033.

### b) *Typic Udorthents (16, 17)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza media, en pendientes planas (0-2%) y muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2C1/2C2, moderadamente profundo (70 cm), excesivamente drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura areno-francosa y estructura tipo granular. Subyace un horizonte (2C1) de 55 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura arena media en campo, si estructura, grano simple. Finalmente un horizonte (2C2) de 20 cm de espesor, color gris (10YR 6/1), textura arena fina en campo, sin estructura, grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es no mostrar ningún desarrollo pedogenético.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy rápida. En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 394 ha que representa el 1,22% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B1-83-0029.

### iii. Inceptisols

#### a) *Andic Dystrudepts (13)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza alta, en pendientes muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C1/C2/C3, profundo (145 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 5 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 15 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6), textura areno-francosa y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte (C1) de 35 cm de espesor, color amarillo (2.5Y 7/6), presencia de moteados de abundancia pocos y color amarillo-rojizo (7.5YR 7/8), textura areno-francosa, sin estructura, grano simple. Continúa un horizonte (C2) de 20 cm de espesor, color pardo muy pálido (10YR 7/4), textura arenosa, sin estructura, grano simple. Finalmente un horizonte (C3) de 70 cm de espesor, color gris claro (2.5Y 7/1), textura arena fina en campo, sin estructura, grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son bajas. La principal característica es tener saturación de bases inferior al 60% en uno o más horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad y densidad aparente de 1 g/cm<sup>3</sup> o menos dentro de los 75 cm de la superficie del suelo, además reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy rápida (> 250 (mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 340 ha que representa el 1,05% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NII\_F3-97-0010.

#### b) *Andic Dystrudepts (14)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza colgada, en pendientes muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/2C/Ab, poco profundo (50 cm) limitados por dominantes gravas medias, bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 35 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franca y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte (2C) de 80 cm de espesor, color gris (2.5Y 5/1), textura arena gruesa en campo, sin estructura, grano simple. Finalmente un horizonte (Ab) de 20 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro

(10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares a granular.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es baja saturación de bases <60%, adicional muestra densidad aparente de menos de 1 g/cm<sup>3</sup> y reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 142 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_B1-83-0034.

#### iv. Mollisols

##### a) *Typic Hapludolls (12)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza alta, en pendientes muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/2Bw3, profundo (140 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 22 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 25 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6), textura franco-limosa y estructura tipo prismática subangular. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 49 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw3) de 44 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es la presencia de epipedón mólico y saturación de bases alta.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente rápida (> 250 mm/h). En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 95 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIII\_A2-89-0004.

En esta unidad edáfica existe una inclusión con características específicas que se detallan a continuación:

- Typic Dystrudepts CSp-NIII\_A2-89-0005

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3/Bw4, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 22 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 20 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 4/6), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de revestimientos de arcilla, localizados en caras de agregados horizontales y abundancia muy poca. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 34 cm de espesor, color rojo-amarillento (5YR 4/6), presencia de moteados de abundancia pocos y color rojo (2.5YR 4/8), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de revestimientos de arcilla, localizados en caras de agregados horizontales y abundancia muy poca. Continúa un horizonte cámbico (Bw3) de 39 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 5/8), presencia de moteados de abundancia pocos y color rojo (2.5YR 4/8), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw4) de 35 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 5/6), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases media. La principal característica es baja saturación de bases < 60%.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción del suelo, el grado de humedad fue húmedo.

### 3.3. Resumen de resultados

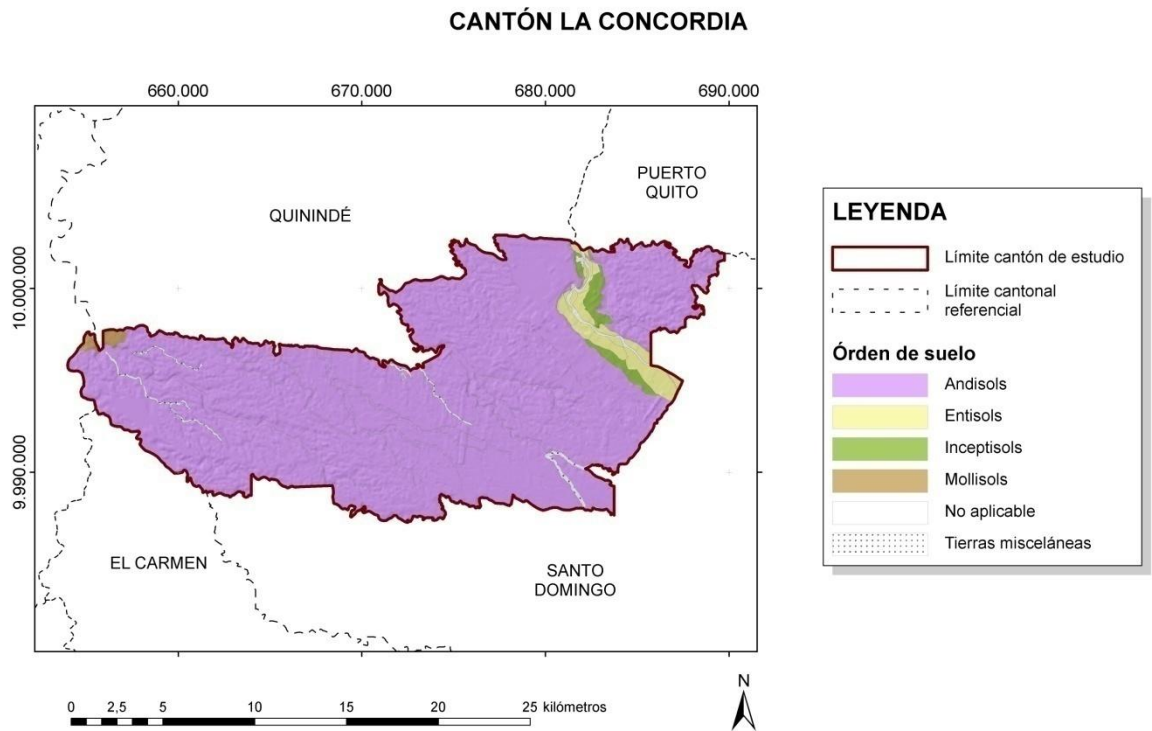
Territorialmente, el cantón La Concordia tiene una superficie aproximada de 32.473 ha, de las cuales el presente estudio contempla 32.449 ha (Figura 3.1), y en él aparecen representados dos dominios fisiográficos: Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua y Medio aluvial costero.

El dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua se localiza en casi la totalidad del cantón, con regímenes de humedad údico, y régimen de temperatura isohipertérmico, donde se han descrito Andisols acompañados de los Entisols e Inceptisols.

El dominio fisiográfico con mayor representación es el Medio aluvial costero, ocupa la zona oriental del cantón con regímenes de humedad údico, y régimen de temperatura isohipertérmico, donde se han descrito Entisols e Inceptisols.

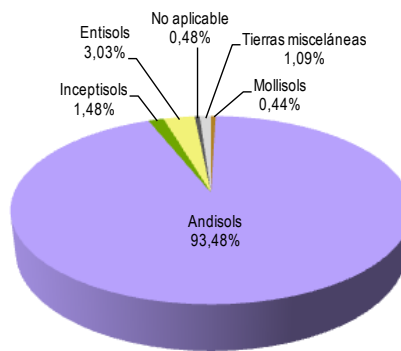
En líneas generales, tal como se muestra Gráfico 3.1 y Cuadro 3.2, puede decirse que en el cantón La Concordia predominan los suelos del orden Andisols con 30.334 ha (93,48%), seguidos por el orden Entisols con 982 ha (3,03%), Inceptisols 482 ha (1,48%) y Mollisols 143 ha (0,44%) . La superficie del área de estudio que no ha sido caracterizada, corresponde a Tierras misceláneas (1,09%) y No aplicable (0,48%), sumando un total de 509 ha.

Figura 3.3. Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón La Concordia



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 3.1. Representación de la distribución porcentual de los órdenes de suelos en el cantón La Concordia



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Cuadro 3.2. Órdenes de suelos en el cantón La Concordia

Orden de Suelo (SSS-USDA, 2006)	Superficie aproximada	
	ha	%*
Andisols	30.334	93,48
Entisols	982	3,03
Inceptisols	482	1,48
Mollisols	143	0,44
No aplicable <sup>1</sup>	155	0,48
Tierras misceláneas <sup>2</sup>	354	1,09
<b>Total</b>	<b>32.449</b>	<b>100</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio

<sup>1</sup>No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup>Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 3.3.1. Andisols

Son suelos relativamente jóvenes de origen volcánico (ceniza, vidrio, piedra pómez, lava u otros) y caracterizados por presentar materiales de fácil alteración, dominados por aluminosilicatos que forman materiales como alófana, imogolita o complejos metal-humus. Las características distintivas son la densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, retención de fósforo de 85% o más y otras, dentro de al menos los 60 cm superiores del suelo.

Los subgrupos correspondientes al orden Andisols encontrados en el cantón pertenecen a un suborden y un gran grupo como se muestra en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Andisols en el cantón La Concordia

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Andisols	Udands	Hapludands	Typic Hapludands	25.650	79,05
			Acrudoxic Hapludands	4.683	14,43
<b>Total</b>				<b>30.334</b>	<b>93,48</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente el 93,48% del área total de estudio y se distribuyen casi en la totalidad del cantón, en el dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua con el contexto morfológico Gran cono tabular de la llanura costera; así también el dominio Medio aluvial costero, que contiene al contexto morfológico del mismo nombre.

Este orden de suelo se encuentra en las siguientes geoformas: superficie de cono de esparcimiento disectado, abrupto de cono de esparcimiento, valle fluvial, llanura de inundación, vertiente o abrupto de terraza y terraza colgada.

Las características generales del gran grupo se describen a continuación:

### 3.3.1.1. Hapludands

Los suelos de este gran grupo se ubican en régimen de humedad del suelo údico, presentan una densidad aparente menor a  $0.9 \text{ g/cm}^3$  y alta retención de fósforo.

### 3.3.2. Entisols

Son suelos jóvenes con poco o ningún desarrollo de los horizontes del suelo, es decir no incluyen horizontes de diagnóstico o no cumplen con las características requeridas.

Los subgrupos correspondientes al orden Entisols encontrados en el cantón pertenecen a un suborden y un gran grupo como se muestra en el Cuadro 3.4.

**Cuadro 3.4. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Entisols en el cantón La Concordia**

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Entisols	Orthents	Udorthents	Vitrandic Udorthents	588	1,81
			Typic Udorthents	394	1,22
<b>Total</b>				<b>982</b>	<b>3,03</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente el 3,03% del área total de estudio y se distribuyen en la parte oriental del cantón, en el dominio fisiográfico: Medio aluvial costero, que contiene al contexto morfológico del mismo nombre.

Este orden de suelo se encuentra en las siguientes geoformas: valle fluvial, llanura de inundación y terraza media.

Las características generales del gran grupo se describen a continuación:

### 3.3.2.1. Udorthents

Gran grupo del orden de los Entisols ubicado en régimen de humedad del suelo údico.

### 3.3.3. Inceptisol

Corresponde a suelos jóvenes con un débil pero notable grado de desarrollo del perfil, que presentan ya sea un epipedón úmbrico o un horizonte cámbico.

Los subgrupos correspondientes al orden Inceptisol encontrados en el cantón pertenecen a un suborden y un gran grupo como se muestra en el Cuadro 3.5.

**Cuadro 3.5. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Inceptisols en el cantón La Concordia**

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Inceptisols	Udepts	Dystrudepts	Andic Dystrudepts	482	1,48
<b>Total</b>				<b>482</b>	<b>1,48</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente el 1,48% del área total de estudio y se distribuyen en la parte oriental del cantón, en el dominio fisiográfico: Medio aluvial costero, que contiene al contexto morfológico del mismo nombre.

Este orden de suelo se encuentra en las siguientes geoformas: terraza alta y terraza colgada.

Las características generales del gran grupo se describen a continuación:

#### 3.3.3.1. Dystrudepts

Este gran grupo del orden de los Inceptisols se ubica en el régimen de humedad del suelo ústico la característica principal de estos suelos es el nivel bajo de saturación de bases (menos del 60%).

### 3.3.4. Mollisols

Suelos caracterizados por presentar colores oscuros, firmes a friables, ricos en compuestos orgánicos superficiales (epipedón mólico), con tendencia natural fértil y poseen una alta saturación de bases.

Los subgrupos correspondientes al orden Mollisols encontrados en el cantón pertenecen a un suborden y un gran grupo como se muestra en el Cuadro 3.6.

**Cuadro 3.6. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Mollisols en el cantón La Concordia**

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Mollisols	Udolls	Hapludolls	Typic Hapludolls	143	0,44
<b>Total</b>				<b>143</b>	<b>0,44</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente el 0,44% del área total de estudio y se distribuyen en la zona occidental del cantón, en los dominios fisiográficos Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua con el contexto morfológico Gran cono tabular de la llanura costera; así también el dominio Medio aluvial costero, que contiene al contexto morfológico del mismo nombre.

Este orden de suelo se encuentra en las siguientes geoformas: terraza alta y terraza media.

Las características generales del gran grupo se describen a continuación:

#### 3.3.4.1. Hapludolls

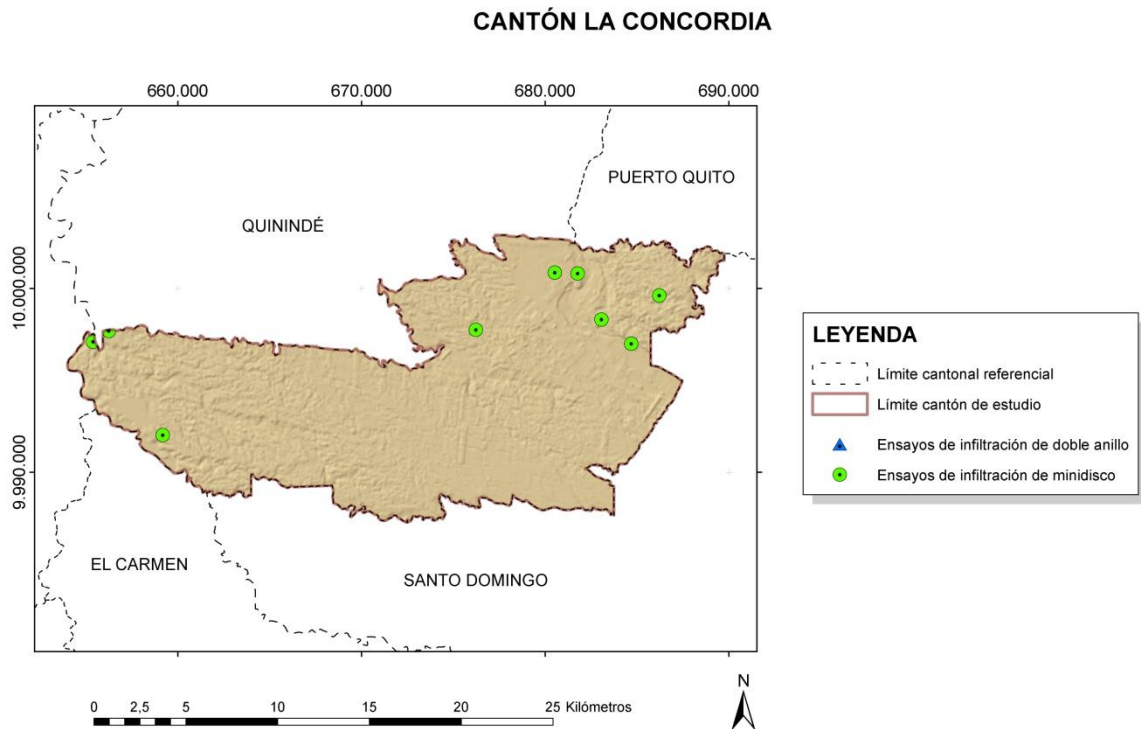
Gran grupo del orden de los Mollisols se ubica en régimen de humedad údico e incluye en el perfil modal un epipedón mólico.

## 4. VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

### 4.1. Datos de campo

Para la caracterización del Mapa de Velocidad de infiltración a escala 1:25.000 del cantón La Concordia se realizaron 9 pruebas de infiltración entre el 17 al 18 de abril de 2015. En la Figura 4.1 se muestra la ubicación de cada uno de ellos.

Figura 4.1. Ubicación de los sitios donde se realizaron los ensayos de infiltración



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Como se muestra en el Cuadro 4.1, los ensayos realizados en el presente cantón se han llevado a cabo utilizando el dispositivo de minidisco (Decagon Devices, 2012).

También en el presente cuadro se detallan las hojas en las que se localizan los puntos del ensayo.

Cuadro 4.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas y tipología de ensayo de infiltración realizado

Nombre IGM hoja 1:50m	Código IGM hoja 1:50m	Fechas de intervención	Número de ensayos*	ENSAYOS DE INFILTRACIÓN	
				Minidisco	Doble anillo
Monterrey	NIII_B1	17 al 18 de 04 del 2015	4	4	0
Bocana del Búa	NIII_A2	18 del 04 del 2015	3	3	0
La Concordia	NII_F3	18 del 04 del 2015	2	2	0
<b>Total</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>0</b>

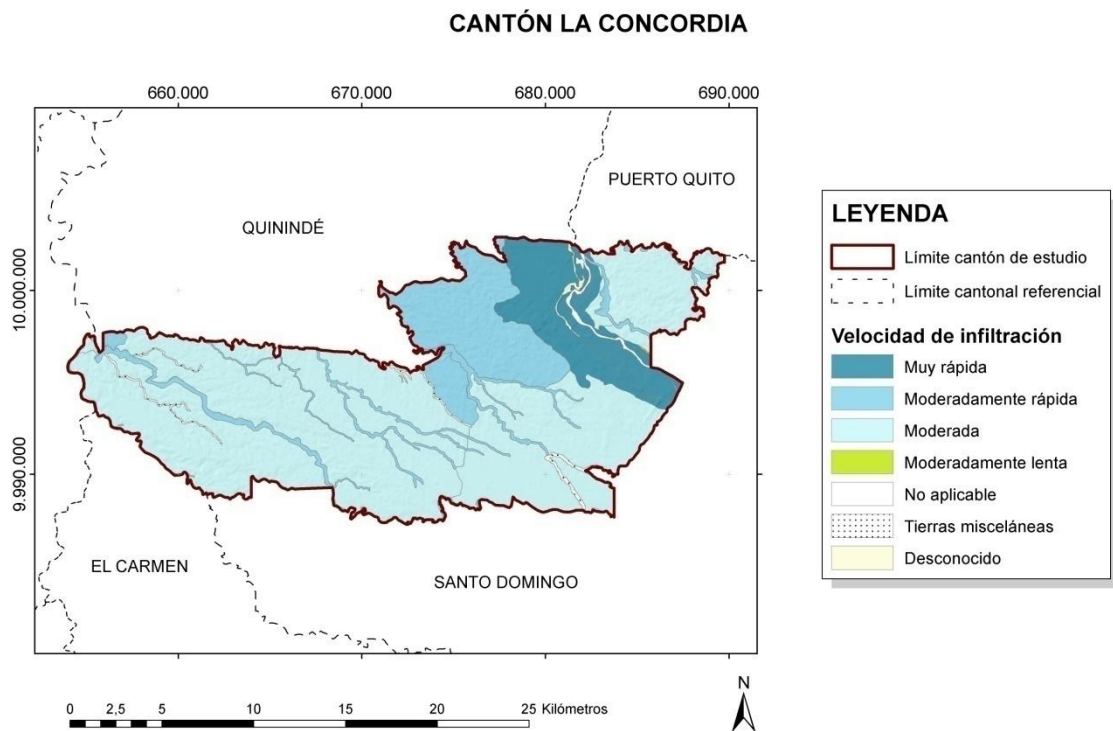
\* Carta sin ensayos pueden darse por diversos motivos: suelo saturado, pendientes fuertes, entre otros.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 4.2. Resultados

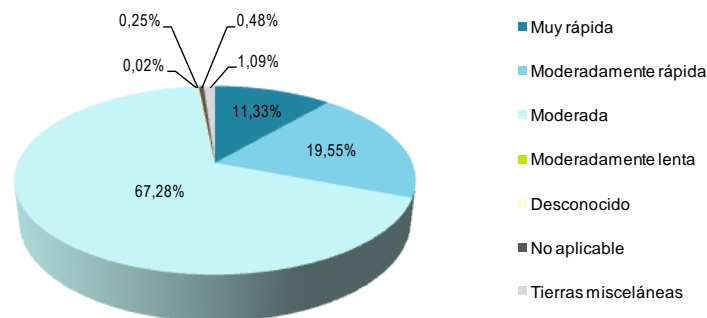
En la Figura 4.2 se presenta el mapa temático general del cantón La Concordia, en el que se detallan las diferentes clases de velocidad de infiltración identificadas. A partir de este mapa es posible obtener información estadística y realizar un análisis descriptivo de la infiltración en el cantón. Las superficies ocupadas por cada una de estas clases así como sus porcentajes respecto al área de estudio, se detallan el Gráfico 4.1 y Cuadro 4.2.

Figura 4.2. Mapa de velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón La Concordia



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las clases de Velocidad de infiltración de los suelos en el cantón La Concordia



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Cuadro 4.2. Rangos de velocidad de infiltración del cantón La Concordia

Velocidad de infiltración	Rangos (mm/h)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
Moderadamente lenta	5 a 20	7	0,02
Moderada	20 a 65	21.833	67,28
Moderadamente rápida	65 a 150	6.344	19,55
Muy rápida	>250	3.677	11,33
Desconocido <sup>1</sup>	-	80	0,25
No aplicable <sup>2</sup>	-	155	0,48
Tierras misceláneas <sup>3</sup>	-	354	1,09
<b>Total</b>		<b>32.449</b>	<b>100</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio

<sup>1</sup>Desconocido: la unidad edáfica está caracterizada por una calicata que carece de datos de infiltración (suelos en condiciones de saturación hídrica, entre otros).

<sup>2</sup>No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>3</sup>Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 4.3. Resumen de resultados

En el cantón La Concordia se han identificado cuatro tipos de velocidad de infiltración: moderadamente lenta, moderada, moderadamente rápida y muy rápida.

#### 4.3.1. Velocidad de infiltración Moderada

La velocidad de infiltración Moderada ocupa 21.833 ha, lo que representa el 67,28% de la superficie total y se encuentra localizada en casi la totalidad del cantón; en los dominios fisiográficos Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua y Medio aluvial costero.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: superficie de cono de esparcimiento disectado, terraza media y terraza colgada, caracterizadas por pendientes: muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%) y medias (>12-25%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Typic Hapludands, Typic Hapludolls y Andic Dystrudepts, sus texturas superficiales corresponden a franco-arenosas y franco-limosas.

#### 4.3.2. Velocidad de Infiltración Moderadamente rápida

La velocidad de infiltración Moderadamente rápida ocupa 6.344 ha, lo que representa el 19,55% de la superficie total y se encuentra localizada en la parte oriental del cantón y a lo

largo de los principales drenajes; en los dominios fisiográficos Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua y Medio aluvial costero.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: superficie de cono de esparcimiento disectado, valle fluvial, llanura de inundación y terraza alta, caracterizadas por pendientes: muy suaves (>2-5%) y suaves (>5-12%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Acrudoxic Hapludands, Typic Hapludands y Typic Hapludolls, sus texturas superficiales corresponden a francas, franco-arenosas y franco-limosas.

#### **4.3.3. Velocidad de Infiltración Muy rápida**

La velocidad de infiltración Muy rápida ocupa 3.677 ha, lo que representa el 11,33% de la superficie total y se encuentra localizada en la parte oriental del cantón; en el dominio fisiográfico Medio aluvial costero.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: valle fluvial, llanura de inundación, terraza alta, terraza colgada y terraza media, caracterizadas por pendientes planas (0-2%) y muy suaves (>2-5%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Vitrandic Udorthents, Andic Dystrudepts, Typic Hapludands y Typic Udorthents, sus texturas superficiales corresponden a areno francosas y franco limosas.

#### **4.3.4. Velocidad de Infiltración Moderadamente lenta**

La velocidad de infiltración Moderadamente lenta ocupa 7 ha, lo que representa el 0,02% de la superficie total y se encuentra ubicada en el dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en la geoforma abrupto de cono de esparcimiento, caracterizadas por pendientes medias a fuertes (>25-40%).

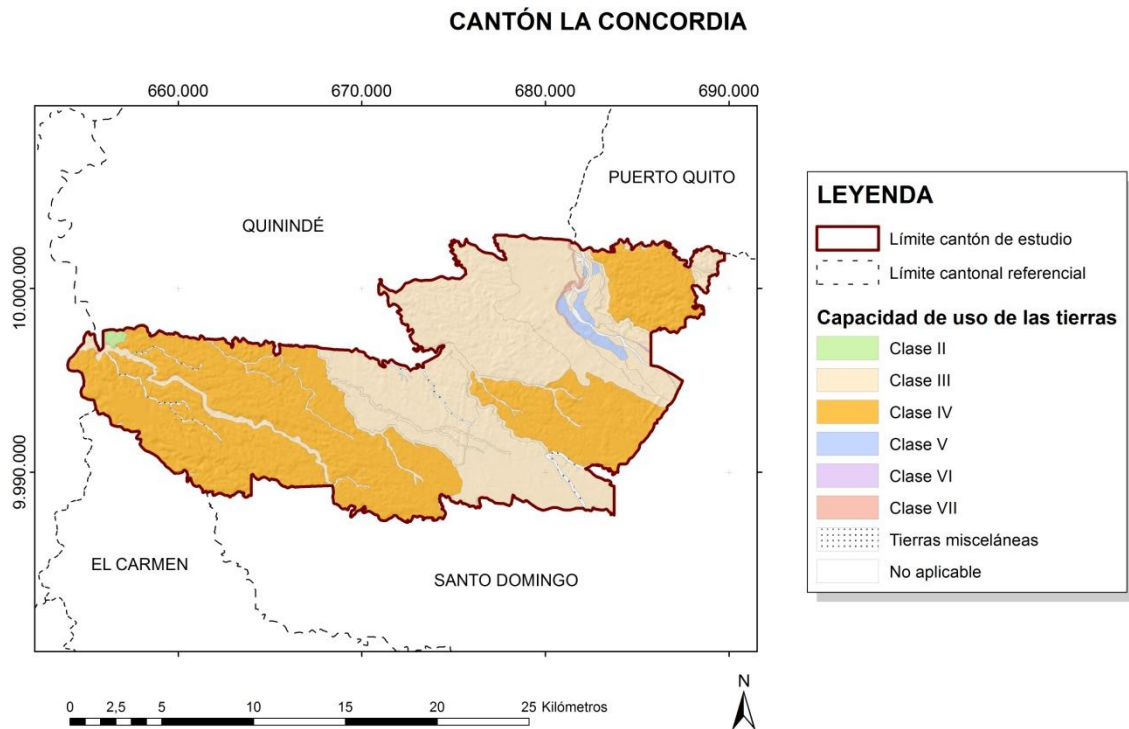
El subgrupo taxonómico para esta categoría corresponde a Typic Hapludands, su textura superficial corresponden a franco arenosas.

## **5. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS**

### **5.1. Resultados generales**

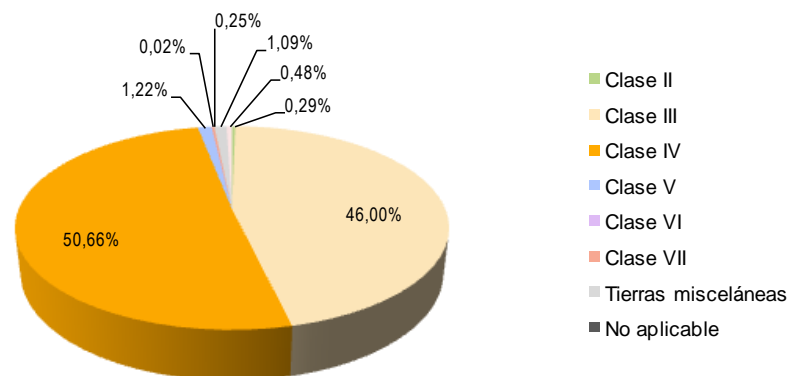
Como producto de esta fase de trabajo se obtiene un mapa temático general del cantón La Concordia, con contenidos en detalle de todas las clases de capacidad de uso de las tierras (Figura 5.1). Este producto es la base para extraer información, que será presentada en una serie de cuadros y gráficos en éste y los subsiguientes apartados. Además, se identifican los factores que limitan dicha capacidad.

Figura 5.1. Ubicación geográfica de clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 5.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

En el cantón La Concordia se han identificado diferentes clases de capacidad de uso de las tierras (Gráfico 5.1 y Cuadro 5.1); en líneas generales puede decirse que predominan las tierras aptas para el aprovechamiento agrícola, por lo que la mayoría podrán ser utilizadas para la agricultura tras un adecuado programa de prácticas de manejo adaptadas a los limitantes concretos encontrados en ellas.



La clase más abundante, que corresponde con más de la mitad de la superficie estudiada de La Concordia con el 50,66%, está representada por las tierras de Clase IV. Esta clase ocupa todo el sector occidental, rodeando las márgenes de los ríos Búa y Cornejo; aunque también se encuentra en áreas de gran extensión ubicadas en las tierras que quedan al oeste de la población Río Bravo (al suroriente) y en la margen del río Mache (nororiente). Esta clase agrológica indica la existencia de tierras con moderadas limitaciones en las que puede ser necesario llevar a cabo algún tipo de acondicionamiento previo del terreno, requiriendo por tanto un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria.

La Clase III también representa una extensión muy importante, ocupando el 46% de la superficie de estudio.. Estas tierras se presentan en el sector oriental, separadas de las tierras de Clase IV por el curso de los ríos Cornejo y Mache, al sur; y por el río Como Hacemos, al norte. Estas tierras muestran una mejor predisposición para el cultivo, aunque pueden existir ciertas limitaciones que requieran de prácticas especiales de manejo y conservación de los recursos del suelo y agua.

La Clase V se encuentra ubicada en una región localizada al noreste del cantón, próxima a las poblaciones de INIAP y Flor del Valle, en las tierras que constituyen las márgenes del río Blanco. Esta clase, que tan solo ocupa un 1,22% del territorio estudiado, hace referencia a tierras con limitaciones debidas a factores que no condicionan su erosionabilidad, pero que implican que se reserve para ellas un uso especial.

Muy próximas a las zonas donde se han encontrado tierras de Clase V, también en el sector oriental, se han descrito áreas con Clase VII y presentan restricciones más severas por lo que su mejor uso es el aprovechamiento forestal. En la parte noroccidental, en una pequeña región que limita con el cantón Quinindé, se ha descrito la presencia de tierras de Clase II, que representan una buena clase agrológica con muy pocas limitaciones y que pueden emplearse para el cultivo. De igual modo, una pequeña superficie ubicada al este del cantón, corresponde a tierras de Clase VI, la cual debido a sus limitaciones, sólo pueden albergar cultivos ocasionalmente, o ser destinadas a pastos. Todas ellas, por representar superficies menores al 1% del área de estudio cantonal (0,48, 0,29 y 0,02% respectivamente) no serán analizadas.

**Cuadro 5.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de Capacidad de uso identificadas en el cantón La Concordia y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio**

Capacidad de uso de las tierras	Superficie (ha)	Superficie (%)*
II	95	0,29
III	14.926	46,00
IV	16.439	50,66
V	394	1,22
VI	7	0,02
VII	80	0,25
No aplicable <sup>1</sup>	155	0,48
Tierras misceláneas <sup>2</sup>	354	1,09
Total área de estudio	32.449	100

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio

<sup>1</sup>No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup>Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 5.2. Resumen de resultados

Para cada una de las clases de capacidad de uso identificadas en el cantón La Concordia, es posible interpretar los resultados en base a las condiciones particulares o factores limitantes que concurren en ellas. A continuación se discuten los resultados distinguiéndose, siempre que existan, entre:

- Tierras aptas para la agricultura y otros usos
- Tierras con importantes limitaciones pero sin riesgo de erosión
- Tierras en las que se recomienda el aprovechamiento forestal con fines de conservación

En el caso del cantón La Concordia, se han encontrado tierras incluidas en todos los grupos, aunque solo se detallarán aquellas significativas.

### 5.2.1. Agricultura y otros usos. Tierras arables

#### 5.2.1.1. Clase III

La Clase III representa un porcentaje importante del área de estudio (46.00%) ocupando 14.926 ha. Son tierras con limitaciones de ligeras a moderadas que pueden limitar el desarrollo de los cultivos, que pueden ser eliminadas con prácticas especiales de manejo y adecuación de tierras.

Se encuentran en los dominios fisiográficos Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial costera; y Medio aluvial costero, donde predominan los contextos morfológicos del mismo nombre. Las geoformas predominantes donde aparecen son las superficies de cono de esparcimiento, valles fluviales y llanuras de inundación, terrazas medias, altas y colgadas. Se dan en pendientes planas (0-2%), muy suaves (>2-5%) y suaves (>5-12%). La litología característica de estas áreas son los piroclásticos y caolín de alteración en superficie; los conglomerados, limos arenosos y arcilla limosa; y las arenas, limos, arcillas y conglomerados.

Los suelos descritos en la presente clase pertenecen fundamentalmente al orden de los Andisols (Typic Hapludands y Acrudoxic Hapludands), aunque también se han identificado Entisols (Vitrandic Udorthents), Inceptisols (Andic Dystrudepts) y Mollisols (Typic Hapludolls). Se trata de suelos generalmente profundos, aunque aparecen algunos caracterizados como poco profundos. Las texturas son variables, se han descrito texturas medias, franco-limosas, franco-arenosas, francas y areno-francosas. Son suelos sin pedregosidad y de fertilidad baja, siendo este uno de los principales limitantes respecto a su aprovechamiento agrícola. No presentan problemas de salinidad ni de toxicidad. El drenaje de los suelos es bueno en la mayor parte del territorio, aunque en determinadas áreas se ha definido como excesivo. Tampoco se han descrito periodos de inundación. Por último, el régimen de temperatura del suelo es isohipertérmico y el de humedad údico.

Las subclases de capacidad de uso de las tierras para la Clase III encontradas en el territorio de La Concordia aparecen detalladas en el Cuadro 5.2, donde las pendientes suaves han sido determinantes para su clasificación, sin ser este factor un limitante acusado. Del cuadro puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- La fertilidad, puesto que ésta es baja (s4)
- El drenaje, en los casos en los que se ha descrito como excesivo (h1)
- La textura superficial, en los suelos areno-francosos (s2)
- La escasa profundidad efectiva de algunos de los suelos descritos en esta clase (s1)

**Cuadro 5.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase III de Capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas**

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
III	IIIe1s4	6.649	20,49
	IIIe2s4	4.804	14,80
	IIIs4	2.356	7,26
	IIIs2s4h1	489	1,51
	IIIe1s2s4	340	1,05
	IIIe1s1s4	142	0,44
	IIIe1s2s4h1	98	0,30
	IIIe2	48	0,15
<b>Total</b>		<b>14.926</b>	<b>46,0</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 5.2.1.2. Clase IV

En el cantón La Concordia la Clase IV representa una importante del área de estudio (50,66%), pues ocupa más de la mitad del territorio, lo que supone 16.439 ha. Las tierras englobadas en ella presentan una buena predisposición agrícola, pudiendo ser cultivadas tras la aplicación de ciertas técnicas de manejo.

Estas tierras se ubican, en su totalidad, en el dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial costera, en el contexto morfológico del mismo nombre. Además, se asocian a la geoforma denominada superficie de cono de esparcimiento disectado, en pendientes medias (>12-25%) en las que el material originario son piroclastos y caolín de alteración en superficie.

Los suelos descritos en la presente clase pertenecen en su totalidad al orden de los Andisols y, en concreto, al Subgrupo de los Typic Hapludands. Se trata de suelos profundos, de textura superficial franco-arenosa, sin pedregosidad y de fertilidad mediana, tratándose además de suelos no salinos y no tóxicos. El drenaje de los suelos es bueno y no presentan períodos de inundación. Su régimen de temperatura es isohipertérmico y el de humedad es údico.

La subclase de capacidad de uso de las tierras para la Clase IV encontrada en el territorio de La Concordia es la IVe2, por lo que el único limitante de los suelos corresponde a las pendientes medias, que pueden dificultar en cierto modo el acceso de la maquinaria.

## 5.2.2. Tierras de uso limitado o no adecuadas para cultivos

### 5.2.2.1. Clase V

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso constituyen un porcentaje minoritario del área de estudio (1,22%), pues tan sólo ocupan una superficie de 394 ha. Se trata de tierras con limitaciones para el uso agrícola pero debido a factores que no condicionan su erosionabilidad.

Se asocian al dominio fisiográfico Medio aluvial costero, en el contexto morfológico del mismo nombre. Las geoformas en las que aparece son las terrazas medias compuestas por conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas, todas ellas en pendientes planas (0-2%) y muy suaves (>2-5%).

Los suelos descritos en esta clase pertenecen al orden de los Entisols (Typic Udorthents). Se trata de suelos moderadamente profundos, con una textura superficial areno-francosa y sin pedregosidad. La fertilidad es muy baja y, aunque se trata de suelos no salinos, sí presentan toxicidad por concentraciones medias de aluminio intercambiable en el complejo de cambio del suelo. Otra limitación importante de estos suelos, relacionada con las texturas gruesas, es el drenaje excesivo del agua de las precipitaciones, lo que hace que no existan problemas de inundación. El régimen de temperatura es isohipertérmico y el de humedad es údico.

Las subclases de capacidad de uso de la tierra para la Clase V encontradas en el territorio de La Concordia aparecen detalladas en el Cuadro 5.3, del que puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- Las texturas superficiales muy gruesas, definidas como areno-francosas (s2)
- La baja fertilidad (s4)
- La toxicidad media por aluminio intercambiable (s6)
- El drenaje excesivo del agua de las precipitaciones (h1)

**Cuadro 5.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase V de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas**

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
V	Vs2s4s6h1	270	0,83
	Ve1s2s4s6h1	124	0,38
<b>Total</b>		<b>394</b>	<b>1,22</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

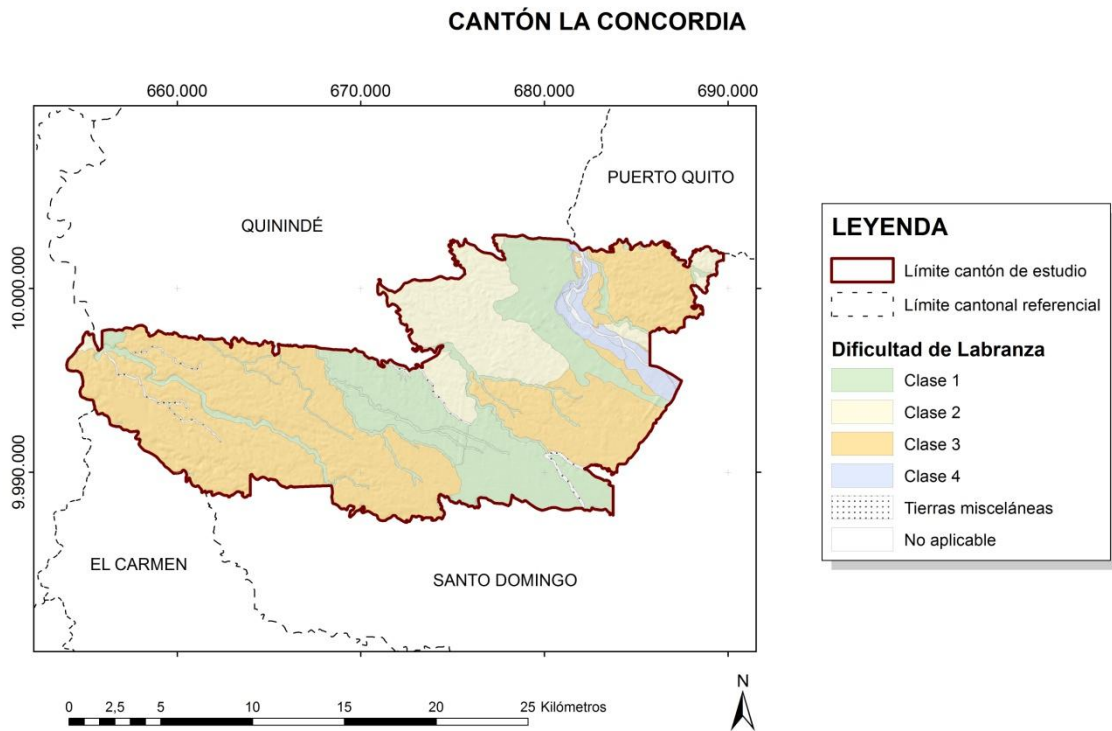
## 6. DIFICULTAD DE LABRANZA

### 6.1. Resultados generales

De igual forma que para la Capacidad de uso de las tierras, como producto final de la evaluación de la Dificultad de labranza de los suelos, se presenta un mapa temático general del cantón La Concordia, en el que se detallan las diferentes clases identificadas (Figura 6.1). A partir de este mapa, se procede a extraer cuadros y gráficos de información estadística, que sirven para la caracterización y tematización descriptiva del cantón y de sus componentes.

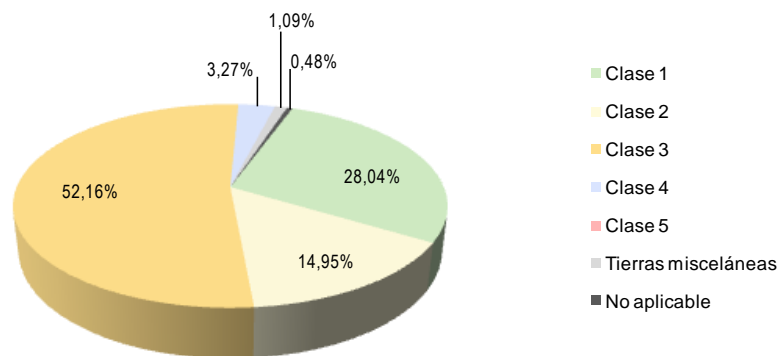
Las diferentes clases de dificultad de labranza identificadas en el presente cantón aparecen detalladas en el Cuadro 6.1 y Gráfico 6.1. De forma general, las tierras del cantón presentan una dificultad de labranza desde nula a media, predominando las Clases 1, 2 y 3 que en conjunto representan más del 95% de la superficie de estudio. Esto significa que la labranza de los suelos de esta región es viable y, aunque existen algunos limitantes, pueden solventarse con la adecuada inversión de recursos técnicos y económicos.

Figura 6.1. Ubicación geográfica de clases de dificultad de labranza de las tierras en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 6.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de Dificultad de labranza de los suelos en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Cuadro 6.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de Dificultad de labranza identificadas en el cantón La Concordia y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio**

Dificultad de labranza	Superficie (ha)	Superficie (%)*
1	9.100	28,04
2	4.852	14,95
3	16.927	52,16
4	1.061	3,27
No aplicable <sup>1</sup>	155	0,48
Tierras misceláneas <sup>2</sup>	354	1,09
Total área de estudio	32.449	100

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio

<sup>1</sup>No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup>Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

La Clase 3 de dificultad de labranza es la mayoritaria, representando más de la mitad del área de estudio con el 52,16% del área total. Se encuentra distribuida por todo el sector occidental, rodeando las márgenes de los ríos Búa y Cornejo; aunque también aparece en áreas de gran extensión en la mitad oriental; al oeste de la población Río Bravo (noroeste del cantón) y en la margen norte del río Mache (suroeste del cantón). Estas tierras corresponden a áreas en las que la labranza se encuentra ligeramente dificultada, especialmente en lo que se refiere al uso de maquinaria. Así, en función del tipo de limitaciones de la zona, su arado es viable, aunque puede resultar costoso y requerir de una inversión de recursos importante.

La Clase 1 corresponde a la segunda más representativa en La Concordia, ocupando aproximadamente el 28,04% del área de estudio. Se distribuye en el sector oriental, separada de las tierras de Clase IV por el curso de los ríos Cornejo y Mache, al sur; y por el río Como Hacemos, al norte. Estas tierras no presentan ningún impedimento para la labranza y, por tanto, pueden ser labradas y mecanizadas con todos los tipos de implementos.

La siguiente clase por orden de representatividad es la Clase 2, que corresponde a tierras con características similares a las de la Clase 1 aunque con ciertas limitaciones. No obstante, estas limitaciones pueden ser fácilmente solventadas y no impiden en ningún caso el uso de maquinaria; tan sólo conllevan a la necesidad de ser tenidas en cuenta en la planificación agrícola puesto que pueden incrementar en cierta medida los costes de producción. Las tierras de esta clase son relativamente abundantes en el cantón la Concordia, ya que representan el 14,95% del territorio estudiado. Se ubican fundamentalmente al norte, en el sector centro-este de La Concordia, lindando con el cantón Quinindé. Se encuentran rodeadas por el cauce del río Cuchaba al suroeste y por los poblados de INIAP y Cooperativa 10 de Agosto, al noreste.

Por último, el 3,27% corresponde a las tierras de Clase 4, referidas a suelos en los que la dificultad para labranza es elevada. Esto significa que el laboreo de estos suelos sólo podría

llevarse a cabo manualmente, lo que determinará en gran medida la viabilidad económica de su aprovechamiento agrícola. No obstante, puesto que no son tierras representativas del cantón y se localizan en una zona muy concreta alrededor del cauce del río Blanco, puede ser apropiado en este caso, reservar su aprovechamiento a otros usos diferentes al agrícola.

## 6.2. Resumen de resultados

Para cada una de las clases de dificultad de labranza identificadas en el cantón La Concordia, es posible distinguir una serie de factores limitantes que sirven de base para interpretar los resultados. En un primer momento, pueden establecerse dos grupos de tierras de acuerdo a su aptitud para la labranza:

- Tierras arables con más o menos limitaciones
- Tierras no arables con restricciones para el laboreo tan elevadas que no permitirían el manejo

En caso del cantón La Concordia se han encontrado tierras incluidas en ambos grupos.

### 6.2.1. Tierras arables

#### 6.2.1.1. Clase 1

Las tierras incluidas en esta clase representan un porcentaje elevado del cantón (28,04%) que supone aproximadamente 9.100 ha. Además, se trata de áreas de gran importancia ya que en ellas no se han encontrado limitantes para la labranza y constituyen, por tanto, las superficies más adecuadas para el aprovechamiento agrícola.

Se ubican en los dominios fisiográficos Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua y Medio aluvial costero, en los respectivos contextos morfológicos del mismo nombre. Esta clase aparece asociada a las geoformas terrazas colgadas y altas, superficies de cono de esparcimiento disectado y valle fluvial y llanuras de inundación, cuya litología predominante son piroclastos y caolín de alteración en superficie; conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas; y arenas, limos, arcillas y conglomerados.

Se trata de suelos desarrollados sobre pendientes planas (0-2%) y muy suaves (>2-5%), sin afloramientos rocosos en superficie, sin pedregosidad y sin elementos gruesos en el perfil que interfieran con la maquinaria agrícola. La profundidad efectiva de los suelos ha sido definida como profunda y no presentan signos de compactación. La textura es franca, franco-arenosa y franco-limosa, tanto en superficie como en profundidad, su drenaje es bueno, no existen períodos de inundación y el régimen de humedad es údico.

La inmensa mayoría del territorio de esta clase está ocupada por suelos del orden de los Andisols, donde el subgrupo más abundante es el Typic Hapludands. También se han encontrado otros Andisols como Acrudoxic Hapludands, e incluso Mollisols como Typic Hapludolls.

### 6.2.1.2. Clase 2

Las tierras incluidas en esta clase son, junto con las de la clase anterior, las más aptas para la labranza encontradas en el cantón y representan un porcentaje relativamente importante de la superficie (14,95%), que supone aproximadamente 4.852 ha. Engloban una serie de suelos en los que las labores de arado han de adaptarse a cada caso concreto, teniendo en cuenta sus limitaciones, para así evitar su degradación.

Se encuentran distribuidas principalmente en el dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, en el contexto morfológico del mismo nombre, asociadas a las geoformas superficie de cono de esparcimiento disectado y terraza media. La litología predominante son los piroclastos y caolines de alteración en superficie.

Se trata de tierras que se presentan sobre pendientes suaves (>5-12%), sin afloramientos rocosos en superficie, sin pedregosidad y sin elementos gruesos. En cuanto a los suelos, son profundos, sin signos de compactación y de clases texturales franco-limosas y franco-arenosas en superficie, y francas en profundidad. Son suelos con drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados al régimen de humedad údico.

La inmensa mayoría del territorio de esta clase está ocupada por suelos del orden de los Andisols, donde el subgrupo más abundante es el Acrudoxic Hapludands. También se han encontrado otros Andisols como Typic Hapludands, e incluso Mollisols como Typic Hapludolls.

La única limitación en los suelos de la Clase 2 de dificultad de labranza de está relacionada con un ligero incremento en la pendiente (e1), al no ser completamente plana. En cualquier caso es una limitación de poca importancia.

### 6.2.1.3. Clase 3

Esta clase es la más abundante en el cantón La Concordia (52,16%), lo que supone aproximadamente 16.927 ha, dentro de las cuales se enmarcan una serie de suelos en los que existen ya limitaciones para la labranza mucho más marcadas y que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un plan de manejo integral de las tierras.

Esta clase se distribuye principalmente en el dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial de inundación, aunque una pequeña superficie también se asocia al dominio Medio aluvial costero. Los contextos morfológicos de estas áreas llevan el mismo nombre que los respectivos dominios, mientras que las geoformas más comunes son las superficies de cono de esparcimiento disectado y las terrazas altas. En ellas, la litología predominante está conformada por piroclastos y caolín de alteración en superficie; y conglomerados, limos arenosos y arcillas limosas.

Se trata de tierras que presentan pendientes medias (>12-25%) principalmente, sin afloramientos rocosos en superficie y sin pedregosidad. De forma mayoritaria no tienen elementos gruesos en el perfil, aunque algunas tierras tienen pocos o comunes, los cuales pueden interferir con el arado. En cuanto a los suelos, éstos son mayoritariamente profundos, pero una pequeña parte se han descrito como poco profundos. No existen signos de compactación de forma general y las texturas predominantes son franco-arenosas y areno-francosas en superficie y franco-arenosas, areno-francosas y francas en profundidad.

Son suelos con drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados al régimen de humedad údico.

Los suelos han sido clasificados como Andisols (Typic Hapludands) e Inceptisols (Andic Dystrudepts).

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 3 encontradas en el territorio de La Concordia aparecen detalladas en el Cuadro 6.2, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, ya que éstas son medias (e2)
- La textura de los suelos tanto en superficie (s7), como en profundidad (s8), ya que se trata de suelos de texturas muy gruesas, mayoritariamente franco-arenosas
- En pocos casos, la profundidad se describió como poco profunda (s4)
- En menor medida, los problemas de compacidad (s9)

**Cuadro 6.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 3 de Dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas**

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
3	3e2	16.439	50,66
	3s7s8	340	1,05
	3s4	142	0,44
	3e2s9	7	0,02
<b>Total</b>		<b>16.927</b>	<b>52,16</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

#### 6.2.1.4. Clase 4

La Clase 4 de dificultad de labranza es la menos abundante en el cantón La Concordia (3,27%) ocupando 1.061 ha. Estas tierras están conformadas por una serie de suelos con importantes restricciones para el laboreo, por lo que éste únicamente podría llevarse a cabo de forma manual, lo que implica elevados costes de producción.

Las tierras clasificadas como Clase 4 se encuentran en el dominio fisiográfico Medio aluvial costero, en el contexto morfológico del mismo nombre, y asociadas a las geoformas valles fluviales y llanuras de inundación, terrazas medias y vertientes o abruptos de terrazas. La litología encontrada en estas geoformas corresponde mayoritariamente a arenas, limos, arcillas y conglomerados; y conglomerados limos arenosos y arcillas limosas.

Se trata de áreas en las que se han descrito pendientes mayoritariamente planas (0-2%), muy suaves (>2-5%) y fuertes (>40-70%), sin afloramientos rocosos y sin pedregosidad superficial. No suele haber elementos gruesos, si bien en algunos casos éstos se han descrito como pocos. En cuanto a las características morfológicas de los suelos, éstos son moderadamente profundos, de texturas superficiales areno-francosas y franco-arenosas, mientras que en profundidad la textura predominante es la arena. Por otra parte, son suelos

que no se encuentran compactados y su drenaje es excesivo en la mayor parte de los casos. No existen períodos de inundación y el régimen de humedad es údico.

Los suelos han sido clasificados como Entisols (Vitrandic Udorthents y Typic Udorthents) y Andisols (Typic Hapludands).

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 4 encontradas en el territorio de La Concordia aparecen detalladas en el Cuadro 6.3, del que cabe interpretar que los principales factores limitantes de los suelos se relacionan con:

- La textura de los suelos tanto en superficie (s7), como en profundidad (s8), ya que se trata de suelos de texturas muy gruesas, mayoritariamente franco-arenosas
- El drenaje excesivo del agua de las precipitaciones (h1)
- La pendiente, en aquellas tierras en las que se ha descrito como fuerte (e3)

**Cuadro 6.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 4 de Dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas**

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
4	4s7s8h1	982	3,03
	4e3	80	0,25
<b>Total</b>		<b>1.061</b>	<b>3,27</b>

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

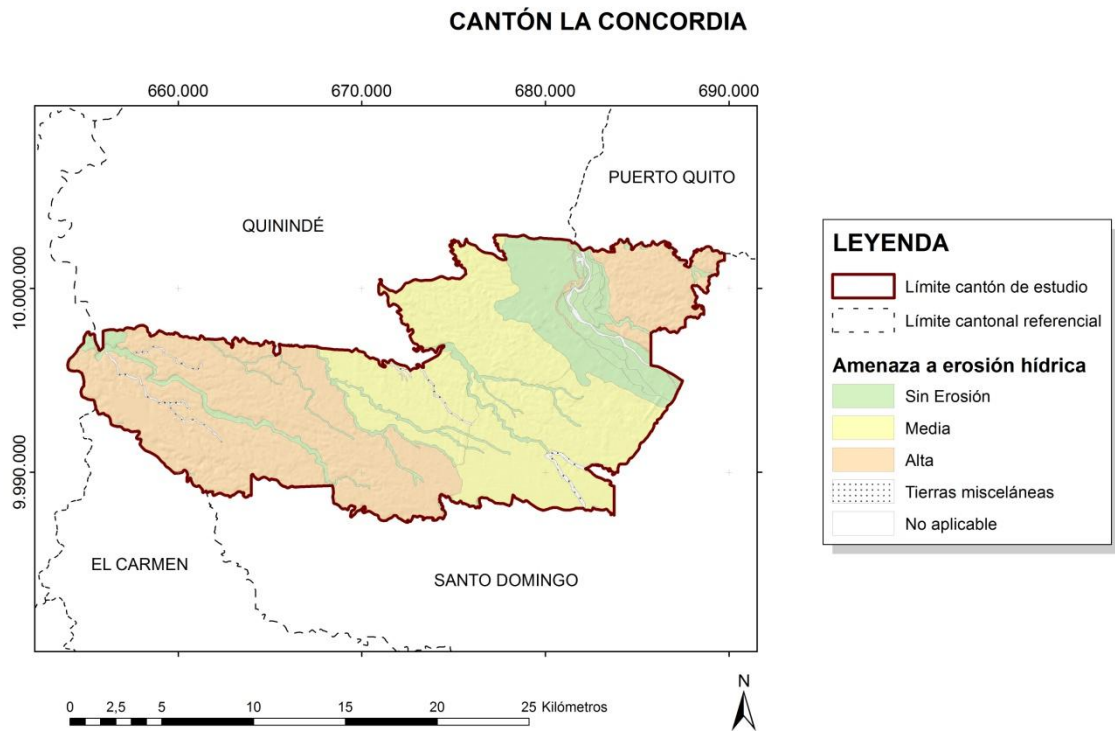
## 7. AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA

### 7.1. Resultados generales

En la Figura 7.1 se presenta un mapa temático general del cantón La Concordia, en el que se detallan las diferentes clases de amenaza a erosión hídrica identificadas. A partir de este mapa, es posible obtener información estadística de utilidad, resumida en forma de cuadros y gráficos en los subsiguientes apartados.

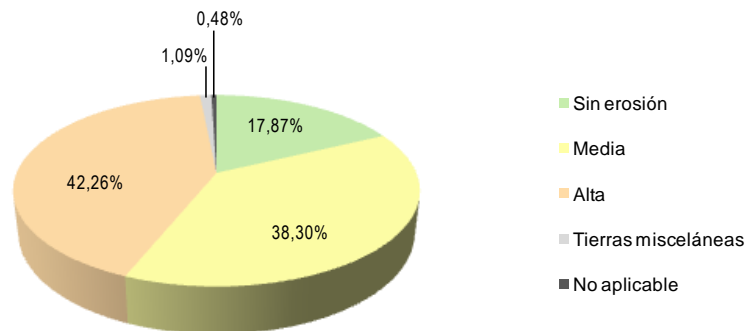
Así, en el Cuadro 7.1 y Gráfico 7.1 la información sobre la amenaza a erosión hídrica se detalla en términos numéricos, de forma que es posible distinguir diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón, entre las cuales, predominan las tierras con amenaza Media y Alta, ocupando entre ambas más de tres cuartas partes del área de estudio del cantón.

Figura 7.1. Ubicación geográfica de clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 7.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Cuadro 7.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de Amenaza a erosión hídrica identificadas en el cantón La Concordia y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio**

Amenaza a erosión hídrica	Superficie (ha)	Superficie (%)*
Sin Erosión	5.800	17,87
Media	12.427	38,30
Alta	13.714	42,26
No aplicable <sup>1</sup>	155	0,48
Tierras misceláneas <sup>2</sup>	354	1,09
Total área de estudio	32.449	100

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio

<sup>1</sup>No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup>Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

La clase con amenaza Alta es la más abundante, representando un 42,26% del total del área de estudio y ocupando prácticamente toda la mitad occidental de La Concordia, a partir de la margen oeste del río Cornejo; y también se encuentra en el sector nororiental, ocupando las tierras que quedan al este del río Como Hacemos. Estas tierras presentan un riesgo elevado de sufrir procesos erosivos y, teniendo en cuenta que se trata de tierras muy extensas, podría incluso no ser suficiente con tomar medidas de prevención, sino que puede ser necesario aplicar medidas correctoras concretas y evitar así que la degradación del suelo se agrave.

La clase con amenaza Media es la siguiente más representativa, pues ocupa aproximadamente un 38,30% del total del área de estudio. Se encuentra ubicada en el sector centro-oriental del cantón, quedando a la derecha del cauce del río Cornejo. Esta clase de amenaza sugiere que todos estos terrenos no presentan un riesgo destacado de degradación en el corto plazo, sin embargo, se encuentran en un punto de equilibrio frágil. El riesgo a erosión hídrica deberá ser tenido en cuenta en la planificación agrícola, pues la aplicación de técnicas de manejo inapropiadas, podría derivar en importantes pérdidas de suelo.

Por último, en el cantón La Concordia se han identificado algunas zonas caracterizadas como Sin erosión, que representan el 17,87% del total del área de estudio y se encuentran ubicadas geográficamente en zonas de terrazas, fundamentalmente al este del cantón a ambos lados del cauce del río Blanco, donde ocupan la mayor extensión. No obstante, también se han clasificado con este grado de erosión hídrica, las tierras que conforman las geoformas de valles fluviales de la quebrada Aviga Cocha al oeste; los ríos Cornejo, Diablillo y Mache en el sector centro; y el río Bravo al noreste. En todos los casos se trata de áreas que, por definición, no son susceptibles de que la erosión hídrica sea medida, generalmente porque son zonas más propensas a procesos de desbordamiento y anegamiento, por lo que resulta complicado distinguir la amenaza a erosión hídrica de la de colmatación.

## 7.2. Resumen de resultados

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, en el cantón La Concordia se han identificado diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en base a la concurrencia de una serie de factores empleados en el modelo de cálculo. A continuación se analizan, para cada clase de amenaza, los aspectos geomorfológicos, edáficos, ecológicos y climáticos que inciden sobre los suelos y que determinan su mayor o menor grado de amenaza erosiva.

### 7.2.1. Tierras con amenaza Media a erosión hídrica

Las tierras con amenaza Media a erosión hídrica ocupan una extensión de 12.427 ha (38,30%), representando una superficie importante del territorio cantonal. Estas tierras están asociadas al dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, en el contexto morfológico del mismo nombre. Las geoformas descritas en estas regiones son las superficies de cono de esparcimiento, en las que la litología está representada por piroclastos y caolín de alteración en superficie.

Las pendientes registradas en estas geoformas son variables, aunque predominan las muy suaves (>2-5%) y suaves (>5-12%); y las más pronunciadas son la medias (>12-25%). Las formas de vertiente son mixtas en la totalidad del territorio y su longitud es corta. Así, la geomorfología no constituye un factor que influya negativamente sobre el riesgo de pérdida de suelo.

Los suelos predominantes en esta clase son los Andisols, concretamente Typic Hapludands y Acrudoxic Hapludands. Se trata de suelos profundos, de textura superficial franco-arenosa y franco-limosa y con un contenido en materia orgánica alto. Por lo tanto, entre los factores edáficos, el más desfavorable es la textura superficial del suelo, que refleja la existencia de suelos con una estructuración limitada y que, por tanto, pueden acusar en mayor medida los procesos de degradación.

El grado de protección vegetal es medio y el Índice de agresividad pluvial es muy alto (>350 mm). Así pues, los factores ecológicos y climáticos, junto con la existencia de suelos con una débil estructura, son los más determinantes en el momento de otorgar la calificación de amenaza a erosión hídrica Media.

**Foto 7.1. Zonas con amenaza Media a erosión hídrica en el cantón**



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.  
Punto de muestreo CSp-NIII\_B1-97-0007.  
Ubicación: Parroquia La Concordia.*

### 7.2.2. Tierras con amenaza Alta a erosión hídrica

Esta es la clase más abundante en el cantón La Concordia ya que ocupa una gran proporción del territorio estudiado (42,26%), lo que significa unas 13.714 ha aproximadamente. Las tierras sometidas a este tipo de amenaza se asocian de forma mayoritaria al dominio fisiográfico Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, apareciendo también en pequeñas regiones en el dominio Medio aluvial costero. Los contextos morfológicos a los que se asocian estas tierras tienen el mismo nombre que los dominios y, en cuanto a las geoformas, predominan las superficies de cono de esparcimiento, aunque también se han registrado vertientes o abruptos de terraza y abruptos de cono de esparcimiento. La litología característica de estas geoformas está dominada por piroclastos y caolín de alteración en superficie.

Las pendientes registradas en estas geoformas son muy variables predominando las pendientes medias (>12-25%), aunque también se han registrado pendientes suaves (>5-12%), medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%). Las formas de vertiente más comunes son de tipo mixtas y convexas, por lo que, éstas últimas junto con las longitudes de vertientes moderadamente largas determinan una importante contribución de la geomorfología a la clase de amenaza a erosión hídrica (Foto 7.2).

Los suelos que conforman esta clase de amenaza a erosión hídrica son los Andisols, en concreto, todas las tierras han sido clasificadas como Typic Hapludands. Se trata de suelos mayoritariamente profundos, de textura superficial franco-arenosa y con un contenido en materia orgánica alto. Al igual que en la clase Media, el factor edáfico más influyente sobre el grado de amenaza erosiva es la textura superficial.

El grado de protección vegetal predominantemente es medio y el Índice de agresividad pluvial es muy alto (>350 mm). La precipitación es un factor determinante, combinado con las características edáficas desfavorables y las pendientes pronunciadas, hace que el grado de amenaza erosiva sea Alto.

**Foto 7.2. Zonas con amenaza Alta a erosión hídrica en el cantón**



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.  
Punto de muestreo CSp-NIII\_B1-83-0035.  
Ubicación: Parroquia La Concordia.*

## 8. CONCLUSIONES

### 8.1. Geopedología

El estudio semidetallado a escala 1:25.000 levantado para el cantón La Concordia dio como resultado una variedad edafológica en concordancia con la composición geológica y regímenes de temperatura y humedad predominantes, enmarcados en los dominios fisiográficos y contextos morfológicos presentes en la región, donde se han identificado 4 órdenes, 4 subórdenes, 4 grandes grupos y 6 subgrupos.

En este cantón se observa la dominancia de los suelos del orden Andisols, que representan el 93,48%, seguidos por Entisols con el 3,03%, Inceptisols con el 1,48% y finalmente Mollisols con el 0,44% de la superficie total.

A partir de la caracterización de los suelos más representativos del cantón se llega a las siguientes conclusiones, de acuerdo a los contextos morfológicos que aparecen en el área:

- El contexto morfológico Gran cono tabular de la llanura costera ocupa el 81,52% del área de estudio. Se ubica tanto al norte como al sur y oeste del cantón dentro del dominio fisiográfico llamado Gran cono tabular de la llanura costera y llanura aluvial antigua, bajo régimen de temperatura isohipertérmico y de humedad údico. En su mayoría los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos y caolín de alteración en superficie (Formación San Tadeo) y, en menor proporción, de depósitos aluviales. Los relieves en este contexto presentan pendientes desde muy suaves a medias, con disección moderada.

Los suelos que más abundan en este contexto son del orden Andisols (98,52%), sobre geoformas de superficie de cono de esparcimiento disectado. Se trata de

suelos derivados de cenizas volcánicas o piroclásticos, cuyas características son poseer altos contenidos de materia orgánica, elevada retención de fosfatos (85% o más) y bajas densidades aparentes ( $0,9 \text{ g/cm}^3$  o menos). Dentro de este orden el suborden identificado es el de los Hapludands (Acrudoxic y Typic).

También se han encontrado algunos Mollisols, que ocupan menos del 1% de la superficie representada por este contexto morfológico. En concreto, el subgrupo identificado corresponde a Typic Hapludolls. En términos generales se trata de suelos de color oscuro por la incorporación sistemática de materia orgánica, cuya concentración es en este caso es media (3,5%), reflejada más profundamente en el horizonte superficial, ubicado sobre la geoforma terraza media.

- El contexto morfológico denominado Medio aluvial costero ocupa aproximadamente el 18,48% del área de estudio formando una franja larga al noreste del cantón, y corresponde a áreas sujetas a la acción y modelado de los ríos Blanco, Bravo, Mache, Conejo, Bua y Guabal; dentro del dominio fisiográfico del mismo nombre, bajo régimen de temperatura isohipertérmico y de humedad údico. Todos los suelos de este contexto se han desarrollado a partir de depósitos aluviales. Los relieves son de pendientes muy suaves, suaves y disección disectada.

Los suelos que más abundan son del orden Andisols. Estos suelos ocupan el 71,26% de este contexto, generalmente sobre la geoforma de valle fluvial. Son suelos derivados de materiales volcánicos o piroclásticos depositados por los ríos, se caracterizan por poseer altos contenidos de materia orgánica, alta retención de fosfatos (85% o más) y baja densidad aparente ( $0,9 \text{ g/cm}^3$  o menos). Dentro de este orden el suborden identificado es el de los Hapludands (Acrudoxic y Typic)

También se presentan suelos de los órdenes Mollisols (1,58%), Inceptisols (8,03%) y Entisols (16,37%), Se han identificado diferentes subórdenes, Typic Hapludolls para los Mollisols, Andic Dystrudepts para los Inceptisols; así como, Vitrandic Udorthents y Typic Udorthents para los Entisols.

## 8.2. Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración que predomina en el cantón La Concordia es la clase Moderada con 21.833 ha (67,28%), seguida por la clase Moderadamente rápida con 6.344 ha (19,55%), continúa la clase Muy rápida con 3.677 ha (11,33%) y finalmente la clase Moderadamente lenta con 7 ha (menos del 1%). En estos suelos las clases de texturas son: areno-francosa, franca, franco-arenosa y franco-limosa. Localizándose en pendientes planas, muy suaves, suaves, medias y medias a fuertes. El régimen de humedad es údico.

## 8.3. Capacidad de uso de las tierras

De los resultados obtenidos se concluye que el cantón La Concordia, que ocupa una superficie total de 32.473 ha, de las cuales se han estudiado 32.449 ha, presenta una gran parte de su superficie con potencial para el aprovechamiento agrícola.

Debido a que en todas las tierras aptas para la agricultura es necesario llevar a cabo una inversión para su puesta en cultivo, resulta de especial interés conocer sus limitantes

concretos y medidas correctoras, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis de los mismos. En el cantón La Concordia las diferentes clases de capacidad de uso de las tierras, así como sus correspondientes limitantes para el aprovechamiento agrícola, se reparten de la siguiente manera:

- Clase III. Se localiza geográficamente en el sector oriental, separadas de las tierras de Clase IV por el curso de los ríos Cornejo y Mache, al sur; y por el río Como Hacemos, al norte. Representa el 46% del área de estudio y se trata de tierras con buena predisposición agrícola, pero en las que los limitantes encontrados obligan a tomar medidas correctoras relativamente costosas. La principal restricción es la baja fertilidad. Adicionalmente, algunos de los suelos se han descrito como poco profundos. Por otra parte, otro limitante importante de estas tierras es la presencia de texturas gruesas, que condicionan un drenaje excesivo del agua de la lluvia.
- Clase IV. Es la clase mayoritaria del cantón, ocupa todo el sector occidental del mismo, rodeando las márgenes de los ríos Búa y Cornejo; aunque también se encuentra ubicadas en las tierras que quedan al oeste de la población Río Bravo (al suroriente) y en la margen norte del río Mache (nororiente). Representa el 50,66% del área de estudio y corresponde a tierras en las que el único limitante encontrado para el aprovechamiento agrícola es que se ubican en pendientes medias, en las que el acceso de maquinaria puede verse dificultado.
- Clase V. Las tierras pertenecientes a esta clase ocupan el 1,22% del territorio estudiado, por lo que son muy poco representativas. Se ubican en el noreste, en una región muy localizada, en las márgenes del río Blanco. Se trata de tierras difícilmente cultivables, ya que además de las texturas gruesas y drenaje excesivo del agua de las precipitaciones, se suma la toxicidad por la presencia de aluminio intercambiable en el complejo de cambio del suelo y la baja fertilidad.

#### 8.4. Dificultad de labranza

Teniendo en cuenta los resultados de la capacidad de uso de las tierras, una buena parte de los suelos del cantón La Concordia pueden ponerse en cultivo tras la aplicación de las apropiadas medidas correctoras. En la mayoría del territorio, estas medidas pasan por la creación de terrazas para facilitar las tareas de manejo del suelo o la adición de fertilizantes para aumentar su fertilidad. Por lo tanto, conocer el grado de dificultad de labranza de las tierras resulta imprescindible para determinar si estas medidas correctoras son aplicables y si los terrenos pueden ser o no cultivados.

En el presente cantón predominan las clases de dificultad de labranza Media por lo que el arado puede verse dificultado por determinados limitantes. No obstante, en general, la labranza puede llevarse a cabo, bien sea con maquinaria, con aperos tirados por ganado o de forma manual en las zonas más inaccesibles. A continuación, se analizan las diferentes restricciones encontradas en este cantón y, en los casos en los que resulta viable, se proponen algunas técnicas de manejo:

- Clase 1. Se distribuye en el sector oriental, separada de las tierras de Clase IV por el curso de los ríos Cornejo y Mache, al sur; y por el río Como Hacemos, al norte. Se trata de una clase muy representativa en el cantón ya que ocupa un 28,04% del territorio estudiado. Estas tierras no presentan ningún impedimento para la labranza y, por tanto, pueden ser labradas y mecanizadas con todos los tipos de implementos.

- Clase 2. Se ubican fundamentalmente al norte, en el sector centro-este y lindando con el cantón Quinindé. Se encuentran rodeadas por el cauce del río Cuchaba al suroeste y por los poblados de INIAP y Cooperativa 10 de Agosto, al noreste. Las tierras de esta clase representan el 14,95% del territorio estudiado y corresponden a suelos muy similares a los de la Clase 1 con la única diferencia de que se asientan sobre terrenos con una pendiente ligeramente superior, calificada como media. No obstante, esta limitación puede ser fácilmente solventada y no impiden en ningún caso el uso de maquinaria.
- Clase 3. Las tierras de esta clase se localizan en todo el sector occidental, rodeando las márgenes de los ríos Búa y Cornejo; aunque también aparece ubicadas en las tierras que quedan al oeste de la población Río Bravo (al suroriente) y en la margen norte del río Mache (nororiente) Se trata de la clase mayoritaria y representa el 52,16% del total del área de estudio. Corresponde a zonas en las que la labranza se encuentra más impedida que en las clases anteriores, pero el arado continúa siendo viable. Su principal restricción viene representada por la pendiente, descrita como media, por lo que el acceso de maquinaria se encuentra muy dificultado, siendo mejor opción el uso de aperos con tracción animal.
- Clase 4. Estas tierras son poco representativas del cantón la Concordia, pues tan sólo ocupan un 3,27% del territorio total estudiado. Se localizan de forma puntual alrededor del cauce del río Blanco y sus limitaciones bien marcadas por las texturas gruesas, tanto en superficie como en profundidad. La labranza se lleva a cabo con maquinaria muy agresiva y puede destruir la estructura del suelo. Así, en estas tierras es preferible evitar el arado y reservar su uso para fines distintos al agrícola, como el forestal con fines de conservación.

De forma orientativa puede emplearse el Cuadro 8.1 para determinar qué prácticas de manejo o sistemas de labranza son recomendables en cada uno de las clases de dificultad de labranza.

Cuadro 8.1. Prácticas de manejo de los suelos en función de la clase de dificultad de labranza

Práctica de manejo	Unidad espacial de aplicación	Clases de dificultad de labranza			
		1	2	3	4
No labranza	ha	X			
Labranza mínima	ha	X	X		
Labranza primaria	ha			X	X
Labranza secundaria	ha		X	X	X
Cama de siembra	ha	X			
Labranza y siembra en contorno	ha		X	X	
Barreras vivas	m		X	X	X
Barreras muertas	m			X	X
Cultivos en fajas	ha	X	X	X	
Pastoreo en rotación	ha			X	X
Cobertura muerta ( <i>mulching</i> )	m			X	X
Cultivo de cobertura	ha		X	X	
Rotación de cultivos	ha	X	X	X	
Barbecho mejorado	ha		X	X	
Aprovechamiento agroforestal	ha			X	X
Enmiendas orgánicas animales	kg/ha	X	X	X	X
Compost	kg/ha			X	X
Abono verde (masa vegetal sin descomponer)	kg/ha	X	X	X	X
Fertilización y enmiendas minerales	kg/ha	X	X	X	X
Terraza individual	m		X	X	X
Terraza de banco	ha		X	X	X
Terrazas de huerto	m			X	X

Fuente: adaptado de MAG y MIRENEM, 1995. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica.

## 8.5. Amenaza a erosión hídrica

Las clases de amenaza a erosión hídrica encontradas en el cantón La Concordia reflejan que, por las características de los suelos y las condiciones climáticas, la mayoría de los suelos presentan un riesgo de erosión entre medio y elevado. Los factores geomorfológicos son similares en las diferentes regiones del cantón y, en general, tampoco se han descrito regiones con grandes elevaciones y pendientes largas y pronunciadas. En cambio, la elevada precipitación y las texturas gruesas de los suelos son, en este caso, los factores más influyentes sobre la amenaza erosiva.

En función de la calificación otorgada a las diferentes regiones pueden realizarse diferentes recomendaciones:

- Amenaza Media a erosión hídrica. Estas tierras se localizan en el sector centro-oriental del cantón, quedando a la derecha del cauce del río Cornejo. Representan un 38,30% de la superficie de estudio y hacen referencia a regiones en las que el riesgo erosivo en el corto plazo no es muy elevado, aunque se recomienda tener en cuenta los aspectos característicos de las mismas en la planificación agrícola para evitar futuros problemas de degradación. En consecuencia, podrían tomarse ciertas medidas como la creación de terrazas, construcción de vías de agua empastada o zanjillas de drenaje, instalación de barreras vivas etc. (Cuadro 8.2).
- Amenaza Alta a erosión hídrica. Las tierras de esta clase ocupan prácticamente toda la mitad occidental de La Concordia a partir de la margen oeste del río Cornejo; y el sector nororiental, ocupando las tierras que quedan al este del río Como Hacemos. Representan una proporción importante del área de estudio, y ocupan el 42,26% de la misma. Se trata de zonas altamente amenazadas por los procesos erosivos, especialmente debido a las características edáficas (texturas muy gruesas) y climáticas (precipitación media anual muy elevada). Ambas circunstancias, en combinación con pendientes medias (>12-25%) y longitudes de vertiente moderadamente largas, hace que la medida prioritaria de protección de los suelos sea evitar cualquier cambio de uso de los mismos que implique una disminución de la cobertura vegetal. Adicionalmente convendría utilizar barreras vivas en sentido transversal a la pendiente, siempre y cuando ésta no sea excesivamente pronunciada (< 25%) y, en caso de que se trate de zonas dedicadas al uso ganadero, sería recomendable realizar surcos en contorno (Cuadro 8.2).

Cuadro 8.2. Sistemas de gestión de la erosión hídrica en función de la clase de amenaza erosiva de las tierras

Práctica de manejo	Unidad espacial de aplicación	CLASES AGROLÓGICAS			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
Canal de guardia	m			X	X
Acequias de ladera	m		X	X	X
Zanjillas de drenaje	m	X	X	X	
Vía de agua empastada	m	X	X	X	X
Terrazas de desviación	m		X	X	
Canal de desviación	m			X	X
Canal de infiltración	m		X	X	X
Camino de acceso	m	X	X	X	X
Surcos en contorno	m	X	X	X	
Surcos en contornos en pastizales	m		X	X	X
Diques en contorno (melgas)	m				X
Represa de agua	m			X	X
Barreras vivas	m	X	X	X	X
Barreras muertas	m			X	X
Cobertura muerta ( <i>mulching</i> )	m		X	X	
Control de cárcavas	ha				X
Control de deslizamiento	ha				X
Control de inundación	ha		X	X	X

Fuente: adaptado de MAG y MIRENEM, 1995. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica.

## 9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Amézquita, E. 1998. Propiedades Físicas de los Suelos y sus Requerimientos de Labranza; VII Congreso Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Quito, EC.
2. Arnoldus, J.M.J. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *FAO Soils Bulletin* 34: 39–51.
3. Assouline, S. 2004. Rainfall-induced soil surface sealing: a critical review of observations, conceptual models and solutions. *Vadose Zone Journal* 3, 570–591.
4. Bolaños, J. 1989. Suelos en relación a labranza de conservación. Aspectos físicos. En: XI Seminario. Labranza de Conservación en Maíz. Documento de Trabajo, (CIMMYT-PROCIANDINO), Subregión Andina. México, pp.19–42.
5. Calvache, M. 2000. Evaluación de Sistemas de Labranza de Conservación; Tesis Doctoral UCE, Quito, EC.
6. Carmi, G., Berliner, P. 2008. The effect of soil crust on the generation of runoff on small plots in an arid environment. *Catena* 74, 37–42.
7. Carsel, R.F., Parrish R.S. 1988. Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics. *Water Resources Research* 24, 755–769.
8. Castro Correa, C., Aliaga, C., 2010. Evaluación de la pérdida de suelo, asociada al proceso de expansión urbana y reconversión productiva. Caso: comunas de Los Andes, Quillota y Concón, valle del Aconcagua; *Revista de Geografía Norte Grande*, 45: 41–49.
9. Chelo Morocho, E. 2008. Evaluación de la Erosión Hídrica. Provincia de Bolívar. Tesis Doctoral, UEB, Guaranda, EC.
10. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2011a. Geopedología y Amenazas Geológicas. Amenaza a Erosión Hídrica. Memoria Técnica del Cantón Jaramijó. Quito, EC.
11. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2011b. Geopedología y Amenazas Geológicas. Evaluación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Memoria Técnica del Cantón Jaramijó. Quito, EC.
12. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos), SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo), MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), SIGAGRO (Agricultura de Precisión, Telemática y Sistemas de Información Geográficos), MRNRR (Ministerio de Recursos Naturales No Renovables). 2011. Catálogo de Objetos. Proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional. Componente 2: “Geopedología y Amenazas Geológicas”, Quito, EC.
13. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos); PRONAREG (Programa Nacional de Regularización); INRHI (Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos); DINAC (Dirección Nacional de Avalúos y Catastros); SECS (Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo); UCE (Universidad Central del Ecuador). 1990. Manual para Estudios de Suelos. Quito, EC.
14. CONAGE, 2010. Metodología para levantamiento de información Geopedológica y Amenazas Geológicas del proyecto: “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000”. Quito, Ecuador: IEE (Ex CLIRSEN), 60 pp.

15. De La Rosa, D. 2008. Evaluación Agro-Ecológica de Suelos para un Desarrollo Rural Sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, ES, 404 pp.
16. Decagon Devices, Inc. 2012. Mini Disk Infiltrometer. User's Manual. Version 10. Pullman. 30 pp.
17. Ditzler, C. 2002. Quality and Erosion. En: Lal R (Ed.). Encyclopedia of Soil Science. Dekker, New York, USA, pp. 1066–1068.
18. Duchaufour P, 1975. Manual de Edafología. Toray-Masson, Barcelona, ES, 476 pp.
19. Ebeid, M.M., Lal, R., Hall, G.F., Miller, E. 1995. Erosion effects on soil properties and soybean yield of a Miamian soil in Western Ohio in a season with below normal rainfall. Soil Technology 8, 97–108.
20. Echeverri, L., Moncayo, F. 2010. Erosividad de las lluvias en la Región Centro-Sur del Departamento de Caldas, Colombia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, 63(1): 5307–5318.
21. Elbersen, G.W., Benavides S.T., Botero, P.J. 1986. Metodología para Levantamientos Edafológicos. Segunda Parte: Especificaciones y Manual de Procedimientos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá, CO, 82 pp.
22. Erenstein, O. 2002. Small conservation farming in the Tropics and Sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. Agriculture, Ecosystems and Environment, 100, 17–37.
23. FAO (Food and Agriculture Organization). 2012. Reactivación de Cultivos Tradicionales en Ecuador.
24. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Guía para la Descripción de Suelos. Roma, Trad. R. Vargas. 1ª ed., Roma, IT, 99 pp.
25. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Indicadores de la Calidad de la Tierra y su Uso para la Agricultura Sostenible y el Desarrollo Rural: Evaluación de los Recursos de la Tierra y la Función de sus Indicadores (en línea). Boletín de Tierras y Aguas de la FAO, No. 5. Roma, IT (Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw5s.pdf>, consultado 20 de enero del 2015).
26. FAO (Food and Agriculture Organization). 2000. Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelo. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. no.8. Roma, IT, 232 pp.
27. FAO (Food and Agriculture Organization). 1992. Manual de Sistemas de Labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO no. 66. Roma, IT, 193 pp.
28. Forero, M.C. 1984. Métodos de Levantamientos de Suelos (Primera parte). Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), Bogotá, CO, 83 pp.
29. Fuentes, J. 1999. El Suelo y los Fertilizantes. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi-Prensa, 5ª ed., Madrid, ES.
30. García-Fayos, P. 2004. Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. En: Valladares, F. 2004. Ecología del Bosque Mediterráneo en un Mundo Cambiante. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S.A. (Ed.) Madrid, ES, 309–334.

31. Gaspari, F. 2000. Plan De Ordenamiento Territorial en Cuencas Serranas Degradadas Utilizando Sistemas de Información Geográfica (S.I.G). Universidad Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana de la Rábida. Huelva, ES, 115 pp.
32. Gilley, J.E., Lane, L.J., Laflen J.M., Nicks, H.D., Rawls, W.J. 1988. USDA Water Erosion Prediction Project: New generation erosion prediction technology. En: Modeling, Agricultural, Forest, and Rangeland Hydrology. Symposium Proceedings. Pub. 07-88:260-263. Available from American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA.
33. Glogiewicz, J., Rivera Santana, J.E. 1998. Técnicas y sistemas de reforestación. En: Guías de Reforestación para las Cuencas Hidrográficas de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, San Juan, PR, pp.27–61.
34. Holzapfel, E.A., Jara, J., Matta, R. 2001. Nivel de agua aplicado y fertirrigación bajo riego por goteo en cítricos. Agro-Ciencia, 20–31.
35. Huttel, C., Zebrowski, C., Condard, P., 1999. Paisajes Agrarios en El Ecuador; IFEA-IGM-IPGH-IRD-PUCE, Quito, EC, 285 pp.
36. IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano), MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca)-SINAGAP (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2012. Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional Escala 1:25.000. Geopedología. Cantón Sucre Sur, 108 pp.
37. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador). 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos. Quito, Estación Experimental Santa Catalina, Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (Hoja de interpretación oficial).
38. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador). 2006. Metodologías de Química de Suelos. Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Quito, EC, 51 pp.
39. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo). 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Norcross, Potash and Phosphate Institute, USA, pp. 1–9.
40. Jaramillo, D.F. 2002. El estudio espacial de los suelos. En: Jaramillo, D.F. (Ed.). Introducción a la Ciencia del Suelo. Medellín, CO, pp. 471–589.
41. Johnson, W.M. 1963. The pedon and the polypedon. Soil Science of American Procedures 27, 212–215.
42. Jordán, A. 2010. Manual de Edafología. Universidad de Sevilla. Sevilla, España, 7 pp.
43. Klingebiel, A.A. Montgomery, P.H. 1961. Land Capability Classification United States Department of Agriculture (USDA). Handbook No 210, Washington, DC: USA Government Printing Office. 21 pp.
44. Kutilek, M. Nielsen, D.R. 1994. Soil Hydrology. Catena. Cremlingen-Destedt, Germany.
45. Landon, J.R. 1984. Tropical Soil Manual. Booker Agriculture. International Limited. Londres. 450 pp.
46. Leyton, N. 2007. Evaluación de la Pérdida de Suelo y de su Calidad Asociada al Proceso de Expansión Urbana y Reconversión Productiva. Valle del Aconcagua, Comunidad de los Andes, Quillota y Concón. Universidad Santiago de Chile Santiago de Chile, CL, 128 pp.



47. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), MIRENEM (Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas). 1995. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica. San José, CR, 267 pp.
48. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2012. Reabre en Beneficio del Pequeño Agricultor; BOLETÍN DE PRENSA no. 106; Quito, EC.
49. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador), PRAT (Programa de Regulación y Administración de Tierras Rurales). 2008. Metodología de Valoración de Tierras. Quito.
50. Morgan, R. 1997. Erosión y Conservación de Suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES, 343 pp.
51. Nearing, M.A., Foster G.R., Lane L.J., Finkner, S.C. 1989. A process-based soil erosion model for USDA. Water erosion prediction project technology. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 32: 1587–93.
52. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, K., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science, 267, 1117–1123.
53. Porta, J., Lopez-Acevedo, M., Reguerin, R.M., Poch, C. 2014. Edafología: Uso y Protección de Suelos. Ed. Mundi-Prensa, 3ª ed., Madrid, ES, 607 pp.
54. Porta, J., López-Acevedo, M., Poch, R. 2008. Introducción a la Edafología: Uso y Protección del Suelo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES.
55. Porta, J., López-Acevedo, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES, 541 pp.
56. Porta, J., López-Acevedo, M. y Roquero, C. 2003. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ed. Mundi-Prensa, 3ª ed., Madrid, ES, 960 pp.
57. Rossiter, D.G. 2000. Methodology for soil resource inventories. Lecture Notes and Reference. 2<sup>nd</sup> revised version. Soil Science Division, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC). Enschede, The Netherlands, 145 pp.
58. Saaty, T.L. 1990. Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. Revised and reprinted, RWS Publications, Pittsburgh, PA, USA, 479 pp. (Original version published by McGraw-Hill, 1980).
59. SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo), MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2008. Perfil de Proyecto: “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional”, Quito, EC.
60. SSS-USDA (Soil Survey Staff, *United States Department of Agriculture*). 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos (Keys to Soil Taxonomy traducida en español), 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA, 365 pp.
61. SSS-USDA (Soil Survey Staff, *United States Department of Agriculture*). 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos (Keys to Soil Taxonomy traducida en español), 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA, 330 pp.
62. SSS-USDA (Soil Survey Staff, *United States Department of Agriculture*). 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. United States Department of Agriculture (USDA). Handbook No 463, 754 pp.

63. Suárez, J. 2001. Control de erosión en zonas tropicales. División Editorial y de Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, CO, 556 pp.
64. Tenge, A.J., Kaihura, F.B.S., Lal, R., Singh, B.R. 1998. Erosion effects on soil moisture and corn yield on two soils at Mlingano, Tanzania. *American Journal of Alternative Agriculture* 13, 83–89.
65. UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute). 1985. Manejo de la Cuenca del río Paute. Ecuador. 151 pp.
66. US Bureau of Reclamation. 1953. Reclamation Manual, Vol. V: Irrigated Land Use, Part 2. Land classification. United States Bureau of Reclamation (USBR), Denver, Colorado, USA.
67. Winckell, A., Zebrowski, C., Sourdat, M. 1997. Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y Paisajes del Ecuador. CEDIG-IPGH-ORSTOM-IGM. V.2 (Geografía Básica del Ecuador), Tomo 4 (Geografía Física), Quito, EC, 417 pp.
68. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA, Science and Education Administration, US. Government Printing Office, Washington, DC, USA, 58 pp. Disponible en: <http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>
69. Wuddivira, M.N., Stone, R.J., Ekwue, E.I. 2009. Clay, organic matter, and wetting effects on splash detachment and aggregate breakdown under intense rainfall. *Soil Science Society of America Journal* 73, 226–232.
70. Yugcha, T. 1992. Mapa de Aptitudes Agrícolas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Regionalización Agraria PRONAREG. Quito, EC.
71. Zhang, R. 1997. Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. *Soil Science Society of America Journal* 61, 1024–1030.
72. Zinck, J.A. 2012. Geopedología. Elementos de Geomorfología para Estudios de Suelos y de Riesgos Naturales. Special Lecture Notes Series. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). Enschede, The Netherlands, 123 pp.

## 10. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS DE SUELOS Y AGRICULTURA

**Abanico aluvial o cono de deyección.**- Formación superficial aluvial en el curso inferior de un torrente o en la salida de un río de un frente montañoso.

**Abono verde.**- Tipo de cultivo de cobertura que se agrega al suelo primariamente para incorporar nutrientes y materia orgánica. Este tipo de siembras no suelen emplearse para el consumo, sino que sólo se emplean para ser incorporadas al suelo posteriormente como fertilizante. Típicamente un cultivo de abono verde crece en el suelo por un período específico, luego se siega y entierra.

**Absorción.**- El proceso por el cual una sustancia es absorbida e incluida dentro de otra sustancia. Un ejemplo es la absorción de gases, agua, nutrientes u otras sustancias por las plantas.

**Acequias de ladera.**- Canales artificiales construidos para conducir el agua de la lluvia en terrenos con pendientes entre 10 y 30% en los cuales no es factible construir terrazas de base ancha, cuyo objetivo es aminorar la velocidad del agua que corre por la ladera disminuyendo el peligro de erosión.

**Acidez activa.**- Actividad (concentración) de iones hidrógeno en la fase acuosa del suelo. Se mide y expresa como un valor de pH.

**Acidez.**- Medida de la actividad de los iones hidrogeno y aluminio en un suelo húmedo. Por lo general se expresa como valor de pH.

**Ácido fúlvico.**- Dentro de las sustancias húmicas, las de peso molecular más bajo y color más claro, soluble en álcali y en ácido.

**Ácido húmico.**- Dentro de las sustancias húmicas, las de peso molecular y color intermedios, soluble en álcali pero insoluble en ácido.

**Ácuico.**- Régimen de humedad característico de suelos saturados con agua, con predominio de reacciones de reducción debido a la ausencia de oxígeno, lo cual determina la existencia de condiciones desfavorables para la actividad biológica.

**Adherencia.**- Atracción molecular entre superficies que mantiene las sustancias juntas. El agua se adhiere a las partículas de suelo.

**Adhesividad.**- Cualidad por la cual los materiales del suelo en estado muy húmedo se adhieren a otros objetos.

**Adsorción.**- La retención de una sustancia en la superficie de un sólido o un líquido.

**Afloramiento.**- Parte de una formación geológica (roca, mineral o fósil) que aparece en la superficie y es directamente accesible y observable.

**Agregado.**- Unión de partículas individuales de arena, limo y arcilla para formar una partícula más grande. Los agregados pueden presentarse en forma de esferas, bloques, láminas, prismas o columnas. Es un grupo de partículas de suelo que forman un ped.

**Agua de gravitación.**- El agua que se desplaza, al interior, a través de o fuera del suelo por acción de la gravedad.

**Agua disponible.**- La porción de agua del suelo que puede ser fácilmente absorbida por las raíces. Se considera también que es el agua retenida en el suelo a una presión de aproximadamente 15 bares.

**Agua subterránea.**- La parte de la precipitación total que, en un tiempo dado, está pasando o permanece en el suelo y los estratos subyacentes, y está libre para moverse por gravedad.

**Alcalino.**- Sustancia que contiene o libera un exceso de hidroxilos (OH).

**Aluminiointercambiable.**- Aluminio que ocupa sedes de intercambio. Se extrae con sal neutra no tamponada (KCl 1M; CaCl<sub>2</sub> ó BaCl<sub>2</sub>).

**Aluvial.**- Depositado por agua de río.

**Aluvión.**- Material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua. Puede estar compuesto por arena, grava, limo o arcilla y es un material no consolidado.

**Análisis químico del suelo.**- Análisis de la composición de suelo, generalmente destinado a estimar la disponibilidad de los nutrientes, pero que también incluye mediciones de acidez o alcalinidad y conductividad eléctrica.

**Año normal.**- Año que tiene más o menos una desviación estándar de la precipitación promedio anual tomada de una estadística de larga duración (30 años o más).

**Aprovechamiento agroforestal.**- Forma de manejo de los recursos naturales en la cual las especies leñosas (árboles y arbustos), son utilizados en asociación deliberada con cultivos agrícolas y con pastos, en una distribución espacial (topológica) y en el tiempo (cronológica) en rotación. El propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando el principio de sostenibilidad.

**Arcilla naturalmente dispersa.**- En suelos en los que abundan los óxidos de hierro (Oxisols, Ultisols), los óxidos actúan de cemento de las partículas de arcilla dando lugar a pseudolimos y pseudoarenas, por lo que el contenido de arcilla naturalmente dispersa será muy bajo.

**Arcilla.**- Partículas cristalinas inorgánicas (coloides inorgánicos) presentes en el suelo y en otras partes de la corteza terrestre. Las partículas de arcilla tienen un diámetro menor a 0,002 milímetros.

**Arena fina.**- Partículas comprendidas entre 0,2 y 0,02 mm de diámetro.

**Arena gruesa.**- Partículas comprendidas entre 2 y 0,2 mm de diámetro.

**Arena.**- Una partícula inorgánica de fase sólida con un tamaño que varía entre 2,00 mm y 0,05 mm de diámetro.

**Arenisca.**- Roca sedimentaria de la clase de las arenitas, coherente y constituida principalmente por granos de arena (85% o más). Puede estar cementada por carbonato cálcico, sílice o por óxidos de hierro.

**Árido.**- Régimen de humedad característico de suelos que permanecen secos en todo el perfil durante más o menos la mitad del año, pero en los que ninguna parte está húmeda más de tres meses consecutivos.

**Aridisol.**- Suelos minerales que tienen un régimen de humedad árido, un epipedón ócrico, pero no un horizonte óxico. Es un orden de la taxonomía del USDA.

**Barbecho mejorado.**- Técnica por la cual la tierra se deja sin sembrar o cultivar durante uno o varios ciclos vegetativos, con el propósito de recuperar y almacenar nutrientes y materia orgánica, además de evitar organismos patógenos, esperando a que sus ciclos terminen sin poder reproducirse a falta de hospedadores disponibles. También se suelen introducir regularmente las rotaciones con leguminosas, ya que éstas suministran nitrógeno al suelo a

través de su asociación simbiótica con las bacterias fijadoras del nitrógeno como las del género *Rhizobium*.

**Barniz de desierto.**- Cubierto o capa brillante que se forma sobre las piedras y la grava en regiones áridas.

**Barreras muertas.**- Ubicadas en contorno, incluyen materiales como gravas, piedras o troncos de madera, apilados de forma transversal a la pendiente y sostenidos por anclajes o estacas de madera con el fin de retener las partículas de suelo arrastradas por efecto de la escorrentía superficial. El modelo más conocido de barreras muertas son los muros de piedra.

**Barreras vivas.**- Hileras de plantas perennes, de crecimiento denso, sembradas en forma transversal o en contorno en las pendientes de las áreas de ladera, siguiendo las curvas de nivel. Suele emplearse en terrenos de hasta un 15% de pendiente.

**Basalto.**- Roca volcánica básica, negruzca, constituida esencialmente por plagioclasa y piroxeno. Puede estar presente el olivino.

**Base intercambiable.**- Cation adsorbido en el coloide del suelo, pero que puede ser reemplazado por hidrógeno u otros cationes.

**Base.**- Sustancia que reacciona con los iones  $H^+$  o que libera iones hidroxilo; una sustancia que neutraliza ácidos y eleva el pH.

**Brecha.**- Roca sedimentaria formada por elementos angulosos, que constituyen más del 50% de la roca y se hallan cementados.

**Calidad del suelo.**- Capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites naturales y antrópicos del ecosistema, sustentar su productividad vegetal y animal, mantener o mejorar la calidad del agua y aire, y soportar la habilidad y salud del hombre.

**Cama de siembra.**- Sistema de cultivo en el que no se lleva a cabo ningún tipo de labranza en profundidad, sino que simplemente se remueve el suelo por medio de un rastrillo pulidor e inmediatamente se depositan las semillas.

**Camino de acceso.**- Caminos construidos en los laterales de las fincas agrícolas, reforzados en ocasiones con piedras, a fin de evitar la compactación del suelo cultivado y la consiguiente formación de escorrentía superficial.

**Canal de desviación.**- Surco realizado en el terreno de forma manual o mecanizada, que se sitúa preferentemente en la parte superior o media de una ladera con el fin de capturar la escorrentía procedente de las cotas superiores. Se construye transversalmente a la pendiente con un ligero desnivel (1%) para transportar el agua a una salida estabilizada. Presenta una sección con un ancho mínimo en la base de 0,2 m y una altura efectiva mínima de 0,2 m. Las dimensiones deben permitir evacuar un volumen de agua según la precipitación de diseño. Aguas abajo, adyacente a la excavación, se construye un camellón de altura y ancho similares a la profundidad del canal y a la anchura superior de la obra, respectivamente. El largo máximo es de 100 m. Las aguas del canal siempre deben evacuar en un área receptora estabilizada.

**Canal de guardia.**- Canal artificial construido para coleccionar el agua de las precipitaciones en terrenos con pendientes fuertes y muy fuertes (>40%) a una velocidad tal que no cause erosión lateral.

**Canal de infiltración.**- Canales sin desnivel construidos en laderas con el objetivo de captar el agua que escurre, disminuyendo los procesos erosivos al aumentar la infiltración del agua en el suelo. Pueden ser construidas de forma manual o mecanizada y se sitúan en la parte

media de las laderas con el fin de capturar y almacenar la escorrentía proveniente de las cotas superiores.

**Capa arable.-** Se refiere a la capa superficial del suelo donde se ubica el mayor contenido de materia orgánica del perfil.

**Capacidad de campo.-** Porcentaje de agua que permanece en el suelo dos o tres días después de haber sido saturado y después de que se haya detenido todo el drenaje libre.

**Capacidad de intercambio aniónico.-** La suma total de aniones intercambiables que un suelo puede adsorber.

**Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).-** La suma total de iones intercambiables que un suelo puede adsorber o potencial total de los suelos para adsorber cationes, expresado en centimoles de carga por 100 g de suelo.

**Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE).-** CIC determinada al pH del suelo, para afectar poco al complejo adsorbente. Se puede calcular sumando el contenido de cationes básicos de cambio ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) y la acidez de cambio ( $\text{H}^+$ ).

**Capacidad de uso.-** Aptitud de un suelo para un uso agrícola general o no específico de la tierra.

**Capilaridad.-** Fuerzas entre las superficies del agua y de los sólidos en los poros pequeños (capilares) del suelo.

**Carácter Oxic.-** Carácter referido a diferentes subgrupos de suelos de Inceptisols y Mollisols, en los cuales la CIC es inferior a 24 cmol/kg de arcilla, en Entisols la CIC debe ser inferior a 16 cmol/kg de arcilla y para Andisols se refiere a la presencia de un horizonte óxico.

**Características del suelo.-** Atributo medible o estimable, bien en campo o en laboratorio, que se utiliza como criterio de diagnóstico en el proceso de evaluación de suelos.

**Catena.-** Secuencia de suelos formados a partir de un mismo material originario, que se sucede en una ladera y cuyas diferencias se deben a su posición topográfica en la ladera.

**Catión.-** Un átomo o un grupo de átomos o compuestos que tienen una carga eléctrica positiva como consecuencia de la pérdida de electrones.

**Climosecuencia.-** Un grupo de suelos relacionados que difieren entre sí en ciertas propiedades, debido principalmente a la inclinación de la pendiente en que se formaron.

**Cobertura muerta (*mulching*)-** Es la técnica de cubrir la capa arable del suelo con material vegetal seco como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja etc. con el objetivo de mejorar la capacidad de infiltración hídrica y prevenir los procesos erosivos.

**Coefficiente de Extensibilidad Lineal (COLE).-** La razón de la diferencia entre las longitudes de un terrón mojado y seco con su longitud cuando está seco. Esa medida tiene correlación con el cambio en volumen de un suelo al mojarse y secarse.

**Cohesión.-** Propiedad que tienen las partículas del suelo para unirse entre sí para formar agregados.

**Coloide.-** Material inorgánico y orgánico con partículas de tamaño muy pequeño y, por tanto, con gran área superficial, que usualmente presenta propiedades de intercambio o partículas orgánicas o inorgánicas de diámetro inferior a 0,002 milímetros. Los coloides tienen un área superficial muy grande y a menudo muy reactiva.

**Coluvión (derrubio).-** Detritos acumulados al pie de una cuesta empinada.

**Complejo de intercambio.**- Todos los materiales (arcilla, humus) que contribuyen con carga a la capacidad de intercambio del suelo.

**Compost.**- Aplicación a las tierras de cultivo de material orgánico, generalmente como mezcla de residuos vegetales y animales, tras sufrir un proceso de transformación similar a la humificación de la materia orgánica del suelo, por el que se eliminan los microorganismos patógenos y se originan compuestos orgánicos de alta estabilidad química y propiedades físico-químicas beneficiosas para el suelo.

**Concentraciones redox.**- *Edaforasgos* de acumulación, segregaciones de hierro y manganeso. Pueden distinguirse: nódulos (sin organización interna visible), concreciones (con capas concéntricas visibles), masas no cementadas (concreciones deleznable) y revestimientos en poros (revestimientos de superficies o impregnaciones en la matriz adyacentes).

**Concreción.**- Agregado que se forma como consecuencia de la precipitación sucesiva de algunos compuestos químicos alrededor de un núcleo.

**Conductividad Eléctrica (CE).**- Mide la salinidad en un extracto acuoso o en un extracto de pasta saturada (CES). Varía con la temperatura, por lo que se ha normalizado a 25°C.

**Conductividad hidráulica.**- Se refiere a la mayor o menor facilidad con que el suelo deja pasar el agua a través de él por unidad de área transversal a la dirección del flujo. Tiene las unidades de velocidad.

**Conglomerado.**- Roca detrítica coherente, de grano grueso con más del 50% de elementos detríticos (>2 mm) redondeados.

**Contexto Morfológico.**- Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10<sup>2</sup> a 10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>. Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del contexto morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

**Control de cárcavas.**- Sistema de protección de la cabecera, paredes laterales y fondo de las cárcavas y establecimiento de canales de desviación en las mismas, utilizando materiales diversos como piedras, madera, gaviones y vegetación adaptada ecológicamente a la región.

**Control de deslizamientos.**- Técnicas de manejo orientadas fundamentalmente a suavizar la superficie de las depresiones o grietas para poder establecer cobertura vegetal y aumentar la estabilidad de las pendientes, evitando así los deslizamientos y derrumbes de tierras.

**Control de inundación.**- Sistemas de protección de las tierras en las que se combina la construcción de paredes de gaviones, diques de desviación, recanalización de cauces, muros de sedimentación y diseño de alcantarillas de drenaje, a fin de aumentar la infiltración y evitar la erosión hídrica.

**Criterios de diagnóstico.**- Características del suelo o de la tierra que determinan la aptitud de dicho suelo para un uso específico.

**Crotovina (Krotovina).**- Antigua galería formada por animales en el horizonte del suelo, que ha sido llenada con materia orgánica o material de otro horizonte.

**Cuaternario.-** En Geología, periodo más moderno del Cenozoico. Comenzó al final del periodo terciario, hace 1,64 millones de años y abarca hasta nuestros días.

**Cultivos de cobertura.-** Se trata de cultivos en los que, en su segunda etapa de crecimiento, se conserva una buena capa de cobertura foliar que protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia y aumenta la rugosidad del terreno. Incluye cultivos como la caña de azúcar, sorgo forrajero, pastos de corte para ganado vacuno y algunas hortalizas como la papa, ayote, camote, zanahoria, rábano y remolacha.

**Cultivos en fajas.-** Técnica de cultivo que consiste en dividir el campo en fajas, generalmente horizontales y perpendiculares a la pendiente, sembradas de forma alterna con distintos tipos de cultivos que se complementan para conseguir una eficaz defensa del suelo frente a la erosión.

**Curvas de retención de agua.-** Gráfico que indica el contenido de humedad versus la energía aplicada para eliminar esta humedad.

**Cutanes.-** Recubrimiento que ocurre sobre una superficie natural del suelo (agregados, poros o partículas) generalmente de diferente naturaleza (arcillas, Fe, Mn, materia orgánica, carbonatos) que fueron transportadas perfil abajo a través del suelo.

**Degradación del suelo.-** Deterioro de la calidad del suelo por alguno o varios de los siguientes procesos: erosión, compactación, contaminación, salinización, acidificación.

**Densidad aparente.-** La masa (peso) seco del suelo por unidad de volumen total. Se mide en  $\text{g/cm}^3$ .

**Desprendimiento de partículas.-** Mecanismo con el que se inician generalmente los procesos erosivos debido al impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie de suelo desprotegido, y que produce la ruptura de los agregados y transporte a distancia por efecto de la salpicadura.

**Detrito.-** Material suelto o sedimentario. Son los productos de la erosión, el transporte o la meteorización física y química. Un material detrítico conocido son las arcillas.

**Difusión.-** Movimiento molecular a lo largo del gradiente de concentración. La difusión de agua se produce de las zonas húmedas a las zonas secas. La difusión de gases y solutos se produce de las zonas de mayor concentración a las zonas de menor concentración.

**Diques en contorno (melgas).-** Tipo de riego por superficie en el que el agua escurre a través de pequeños cauces (surcos) o en delgadas láminas que cubren íntegramente el terreno (melgas). Hidráulicamente, el objetivo de los surcos o melgas es hacer que el agua conducida se infiltre en cortos recorridos.

**Discontinuidad litológica.-** Presencia de dos materiales superpuestos y muy diferentes en el perfil. Se manifiesta por cambios abruptos en sentido vertical en la litología, detectables y que condicionan el comportamiento del suelo.

**Disponibilidad (de nutrientes).-** Suplemento adecuado, facilidad de liberación, movilidad. Un término general, frecuentemente utilizado para describir las formas de nutrientes absorbidos por las plantas.

**Disponible (asimilable).-** Capaz de ser absorbido por la raíces.

**Dominio Fisiográfico.-** Unidad territorial, que agrupa uno o más contextos morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glacial-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se

diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de  $10^3$  a  $10^4$  km<sup>2</sup>.

**Duripán.**- Horizonte subsuperficial endurecido o cementado por iluviación de sílice, que no se disuelve al ser sumergido prolongadamente en agua o ácido clorhídrico.

**Edafología.**- Ciencia que estudia las condiciones del suelo en relación al desarrollo de las plantas.

**Edaforasgos redoximórficos.**- Son aquellos rasgos que proporcionan información acerca de los procesos redox en el suelo. Se distinguen de la masa basal por una diferente concentración (concentraciones redox, empobrecimientos redox), por estar reducida la matriz o por dar reacción positiva de Fe (II).

**EH.**- Diferencia de potencial de oxireducción (potencial redox) de un sistema oxi-reductor.

**Electrones.**- Partículas pequeñas, negativamente cargadas, que son parte de la estructura de un elemento.

**Elemento.**- Cualquier sustancia que no puede ser dividida en partículas más pequeñas, excepto por medio de desintegración nuclear.

**Elementos disponibles.**- Elementos en solución del suelo que pueden ser absorbidos con facilidad por las raíces de las plantas.

**Empobrecimientos redox.**- Rasgos edafológicos reconocibles por una baja concentración de un componente, en relación con la masa circulante. Se caracterizan por tener un chroma menor o igual a 2.

**Endopedón.**- Horizonte de diagnóstico formado dentro de los suelos.

**Enmienda.**- Labores o materiales que hacen al suelo más productivo.

**Enmiendas orgánicas animales.**- Aplicación al terreno de residuos orgánicos de origen animal con el fin de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

**Epipedón.**- Horizonte de diagnóstico formado en la parte superior del suelo, oscurecido por materia orgánica.

**Equilibrio.**- Estado en el cual existen solamente cambios mínimos en una reacción química o en todo un ecosistema.

**Equivalente.**- Peso en gramos de un ión o un compuesto que se combina con, o reemplaza a, un gramo de hidrógeno. El peso atómico de un elemento o compuesto dividido por su valencia.

**Erosión.**- Proceso natural enmarcado entre la litosfera, la atmósfera y la biosfera, que comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento. Los agentes erosivos más importantes son el agua y el viento, y la principal fuerza motriz es la gravedad.

**Escarpe.**- Segmento de ladera de pendiente elevada (>40%) y que no soporta sedimento. Evoluciona por caída de bloques y por deslizamientos.

**Escorrentía.**- Mecanismo erosivo que sigue al desprendimiento de partículas y que es característico de las lluvias intensas o duraderas. Se origina cuando el suelo no es capaz de absorber toda el agua de las precipitaciones, formándose un manto hídrico que fluye ladera abajo, arrastrando las partículas desprendidas y arrancando, a su vez, otras nuevas.

**Esquistos.**- Roca metamórfica, con estructura determinada por la orientación de los minerales. Derivada de lutitas y grauvacas y a veces de rocas ígneas básicas. Con granos minerales visibles a simple vista.

**Estructura del suelo.**- El arreglo de las partículas primarias en unidades secundarias denominadas agregados de diferente tamaño y forma.

**Evapotranspiración (ETP).**- Pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración.

**Extensibilidad lineal.**- La extensibilidad lineal de una capa de suelo es el producto de su espesor (cm) por su coeficiente de extensión lineal. La extensibilidad lineal de un suelo es la suma de todas las extensibilidades lineales de todos sus horizontes.

**Fertilidad del suelo.**- Estado del suelo con respecto a la cantidad y disponibilidad de elementos (nutrientes) necesarios para el crecimiento de las plantas.

**Fertilidad residual.**- Contenido de nutrientes disponibles que permanecen en el suelo después de retirar la cosecha y que puede ser utilizado por el siguiente cultivo.

**Fertilización.**- Proceso por el cual se añade al suelo un tipo de compuesto mineral o conjunto de nutrientes en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.

**Floculación.**- Unión de partículas coloidales para formar agregados.

**Flujo de masa.**- Movimiento de fluidos en respuesta a la presión, movimiento de calor, gases o solutos junto con el flujo de líquidos en el cual están contenidos.

**Friabilidad.**- Resistencia que opone un fragmento de suelo, en estado húmedo a ligeramente húmedo, al ejercer una cierta presión sobre él entre el pulgar y el índice.

**Friable.**- Un término descriptivo de la consistencia, que se refiere a la facilidad con que se desmorona los suelos.

**Geoforma.**- Geoforma (o unidad geomorfológica) se puede definir como una 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 o depósito superficial sobre la que se asienta).

**Gibbsite.**- Mineral patogénico constitutivo de bauxitas, calcitas y serpentinas.

**Gigail.**- Microrelieve de los suelos producido por expansión y contracción por los mismos por los cambios de humedad. En partes planas forman microrelieve.

**Gleización o Gleyzación.**- Hace referencia a la formación de compuestos ferrosos, debido a la presencia de condiciones reductoras en el medio. Este proceso genera colores grises y/o moteos en el suelo y pone de manifiesto condiciones de mal drenaje o de niveles freáticos fluctuantes en el suelo.

**Grupo caolinítico.**- Minerales de arcilla 1:1 en los que la capa de silicio-oxígeno esta condensada con otra de hidróxido de aluminio.

**Grupo illita.**- Mineral de arcillas 2:1 semejantes a las micas pero con menos potasio y más agua que éstas.

**Grupo montmorillonítico.**- Mineral de la arcilla 2:1 en que dos capas de silicio-oxígeno están unidas mediante una de hidróxido (Al, Fe, Mg) que suelen tener gran expansión en la dirección del eje.

**Hidratación.**- Incorporación de agua como parte de la estructura química.

**Hidroxilo.**- Grupo químico OH<sup>-</sup>.

**Horizonte de diagnóstico.**- Horizonte definido morfométricamente o, por lo menos, con la mayor precisión posible, con datos de campo y de laboratorio, para su utilización taxonómica.

**Horizonte genético.**- Capas de disposición horizontal o subhorizontal resultantes de la *horizonación* del material originario, por acción de procesos edafogénicos.

**Horizonte.**- Capa del suelo paralela a la superficie. La misma que ha adquirido rasgos distintivos producidos por los proceso de formación de suelo.

**Humificación.**- Proceso de descomposición de la materia orgánica conducente a la formación de humus.

**Humus.**- Fracción más o menos estable de la materia orgánica del suelo que queda después de haberse descompuesto la mayor parte de los residuos animales y vegetales aportados al suelo. Es de color oscuro.

**Índice melánico.**- Se utiliza este índice para diferenciar entre horizontes Ándicos-fúlvicos y Melánicos. Cuando el índice es  $< 1,65$  es usado como criterio para el diagnóstico de horizontes ándico-melánicos.

**Infiltración.**- Entrada de agua en el perfil de suelo tomada desde la superficie.

**Intercambio catiónico.**- El intercambio entre un catión en solución con otro catión en superficie de un material como un coloide mineral (arcilla) o un coloide orgánico.

**Intercambio iónico.**- Intercambio entre un ión en la solución con otro ion en la superficie activa de las arcillas o humus.

**Iones intercambiables.**- Iones retenidos por atracción eléctrica en la superficie con carga de los coloides y que pueden ser reemplazados por otros iones.

**Isofrígido.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de menos de  $10^{\circ}\text{C}$ , entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. El prefijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Isohipertérmico.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de más de  $20/22^{\circ}\text{C}$ , entre 50 y 100 cm de profundidad. El sufijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Isomésico.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de  $10$  a  $13^{\circ}\text{C}$ , entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. El sufijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Isotérmico.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de  $13$  a  $20/22^{\circ}\text{C}$ , entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año, con una variación muy débil. El sufijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Labranza mínima.**- Remoción mínima del suelo necesaria para la producción de cultivos.

**Labranza primaria.**- Aquella que se hace con arado de discos o de vertedera, con cinceles, subsolador o rastras pesadas para descompactar capas endurecidas e incorporar materia orgánica, con el fin de facilitar el desarrollo de los cultivos. Es agresiva y profunda (hasta unos 35 cm) y produce mayor rugosidad en el terreno.

**Labranza secundaria.**- Aquella que remueve el suelo superficialmente (a una profundidad aproximada de 15 cm), proporcionando mayor fraccionamiento de terrones superficiales y nivelando el terreno. Suele llevarse a cabo con rastra de discos.

**Labranza y siembra en contorno o en curvas de nivel.**- Consiste en trabajar el suelo siguiendo las curvas de nivel y sembrar las plantas en hileras, siguiendo también las curvas de nivel.

**Labranza.**- Serie secuencial de acciones que conducen a obtener, a través del tiempo, un suelo ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas, permitiendo su crecimiento y desarrollo sin restricciones. Se trata de una práctica orientada a corregir cualquier factor limitante que posea el suelo y controlar sus procesos degradativos.

**Laterización.**- También llamado ferralitización, es un proceso de lixiviación intensa de bases y de sílice que genera la acumulación de Fe en forma de óxido férrico. Son característicos de climas tropicales (cálido húmedo) y lleva a la formación de Oxisols.

**Levantamientos de suelos (levantamiento edafológico).**- Estudio de determinación del patrón de distribución geográfica del recurso suelo en un determinado territorio, basado, principalmente, en el estudio del terreno y la descripción de perfiles de suelos. En función del nivel de detalle, este proceso permite recopilar información sobre las características y propiedades de los suelos en una región específica, clasificarlos de acuerdo a un sistema de clasificación estándar y situar sus límites en un mapa.

**Levantamientos detallados.**- Estos levantamientos se desarrollan en áreas en las que no existen limitaciones de acceso, planas o casi planas, con elevado desarrollo y un alto potencial agropecuario. Este tipo de levantamientos exigen un muestreo de alta intensidad, por lo que permiten obtener un amplio conocimiento de los suelos de una zona, tanto de sus propiedades como de su extensión y ubicación exacta, pero implica elevados costes de ejecución.

**Levantamientos exploratorios.**- Este tipo de levantamiento se realiza en zonas extensas y/o de difícil accesibilidad, por lo que implica una baja intensidad de los trabajos de campo. Puede emplearse en cualquier tipo de relieve y la información que suministra este tipo de levantamiento es muy general, con escalas de elaboración de los mapas muy pequeñas (1:500.000 ó 1:1.000.000).

**Levantamientos generales.**- Este tipo de levantamiento se lleva a cabo en zonas amplias, con accesibilidad limitada y que, normalmente, muestran un potencial agropecuario moderado. La intensidad del trabajo de campo es también baja. Puede aplicarse a diferentes tipos de relieve, desde áreas montañosas con desarrollo medio a zonas planas u onduladas con bajo desarrollo. La información que suministran estos estudios permite formular recomendaciones generales de manejo para las explotaciones de la zona y la escala de publicación de los mapas es de 1:100.000.

**Levantamientos semidetallados.**- Los levantamientos correspondientes a este nivel se llevan a cabo en aquellas zonas que presentan buena accesibilidad y en formas de relieve desde planas a onduladas, con alto a medio desarrollo y un alto potencial agropecuario. La intensidad del trabajo de campo es moderada. Este tipo de levantamientos se emplean para establecer especificaciones de anteproyectos y son los precursores de estudios más detallados. La escala a la cual se publican los mapas es considerablemente más grande, generalmente de 1:25.000.

**Limo.**- Una partícula inorgánica con un tamaño que varía entre 0,05 y 0,002 mm de diámetro.

**Lixiviación.**- Remoción de los materiales en solución por el paso del agua a través del perfil. En agricultura, lixiviación se refiere al movimiento del agua libre (percolación) fuera del sistema radicular.

**Loess.**- Material transportado y depositado por el viento, que consiste principalmente en partículas del tamaño del limo.

**Macroporos.**- Poros grandes formados generalmente por raíces, insectos y otros animales pequeños en el suelo.

**Materia orgánica.**- Incluye todos aquellos materiales de origen vegetal o animal que se encuentran en diferentes estados de descomposición en el suelo.

**Material parental.**- Material no consolidado, mineral u orgánico, a partir del cual se desarrolla el suelo.

**Melanización.**- Es la acumulación de materiales orgánicos de color oscuro, en alguna porción del suelo, generalmente recubriendo sus partículas o sus agregados minerales. Lleva a la formación de horizontes melánicos en Andisols, mólicos en Mollisols y úmbricos en Inceptisols.

**Miliequivalente (meq).**- Un milésimo del peso equivalente.

**Mineralización.**- Conversión de un elemento en forma orgánica activa a un estado inorgánico como resultado de la descomposición microbiana.

**Movimientos en masa.**- Mecanismos erosivos a gran escala en los que se ve afectado, no sólo los primeros centímetros de suelo, sino hasta varios centímetros de profundidad. Tienen lugar cuando, debido a eventos de intensa precipitación el suelo se satura y, por efecto de la gravedad, se convierte en un fluido viscoso que fluye ladera abajo.

**Muestreo aleatorio de suelos.**-Se utiliza para áreas pequeñas muy homogéneas, donde se desconoce por completo el tipo de suelo. Se realizan varios sondeos y/o muestreos que luego servirán para la elaboración del mapa a partir de la información generada.

**Muestreo de suelos de ubicación específica o dirigido.**- Tipo de muestreo apoyado en la interpretación de geoformas, en el que, previamente, en gabinete, se seleccionan los puntos más representativos, teniendo en cuenta los factores formadores del suelo; y, posteriormente, en campo, se intenta cumplir con su ubicación, descripción y muestreo. Se obtiene así una variabilidad edáfica relacionada con las condiciones características del entorno.

**Muestreo de suelos en grilla.**- Muestreo sistemático diseñado basándose en el rango de auto-correlación espacial en el que los puntos se ubican en gabinete y son caracterizados en campo. La idea es ubicar los muestreos igualmente espaciados unos de otros y, a partir del producto, elaborar el mapa.

**Muestreo de suelos por zonas.**- Muestreo realizado con apoyo de insumos provenientes de la teledetección, en el que se analiza la variabilidad espacial y se seleccionan los puntos en los que existe diferenciación por tonalidad, textura y vegetación, entre otras.

**Muestreo de suelos.**- Primera etapa de caracterización del sistema edáfico, que consiste en la extracción del material que forma el suelo, de modo tal que tenga en cuenta la variabilidad y el manejo del mismo, así como el tipo de determinaciones analíticas que van a llevarse a cabo para su caracterización.

**Nutriente.**- Un elemento que contribuye al crecimiento y salud de un organismo, esencial para completar el ciclo de vida.

**Oxidación.**- Un cambio químico que envuelve la adición de oxígeno o su equivalente químico. Incluye la pérdida de electrones de un átomo, ion o molécula durante una reacción química. Puede incrementar la carga positiva de un elemento o compuesto.

**Pastoreo en rotación.**- Tipo de pastoreo que deja al pasto descansar por un período de tiempo lo suficientemente largo como para que las plantas recuperen sus reservas y vuelvan a rebrotar. Generalmente se subdivide el campo en varias parcelas o franjas que serán

pastoreadas sistemáticamente de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan.

**Pedología.**- Ciencia que estudia los suelos como componente de los sistemas naturales. Los estudios convencionales de reconocimiento de suelos se conocen también como de propiedades pedológicas.

**Pedón.**- División arbitraria del edafopaisaje o volumen arbitrario de suelo, establecido como la unidad mínima que permite reconocer el suelo como una entidad individual y cuyas dimensiones laterales deben ser suficientes para permitir el estudio de las formas de los horizontes, naturaleza, disposición, variabilidad y relaciones entre los mismos.

**Pedregosidad.**- Expresa la proporción de elementos gruesos que se hallan en la superficie de un suelo y que interfieren con el laboreo.

**Percolación.**- El movimiento de fluidos hacia abajo en el suelo.

**Perfil del suelo.**- Una sección vertical del suelo que se extiende desde la superficie a través de todos los horizontes hasta llegar al material parental.

**Permafrost.**- Material permanentemente congelado que está debajo del solum o un horizonte permanentemente congelado.

**Permeabilidad.**- La facilidad con la que un medio poroso transmite fluidos.

**Perúdic.**- Régimen de humedad característico de suelos en los que las precipitaciones mensuales son más altas que la evapotranspiración y, en consecuencia, hay percolación del agua en el perfil durante todo el año y lixiviación de algunos elementos minerales útiles.

**pH.**- Una designación numérica de la acidez o alcalinidad. Técnicamente, el pH es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno en una solución. Un pH 7 indica neutralidad. Los valores entre 7 y 14 indican alcalinidad y los valores entre 7 y 0 indican acidez.

**Piroclastos.**- Fragmento sólido de material volcánico arrojado al aire en una erupción.

**Plasticidad.**- Cualidad mecánica de un suelo, por la cual un material en estado muy húmedo cambia continuamente de forma bajo una presión aplicada y mantiene dicha forma al eliminar la presión.

**Poder tampón.**- Proceso que restringe o reduce los cambios de pH cuando se añaden ácidos o bases a una sustancia. En forma más general los procesos que restringen los cambios en concentración de cualquier ion cuando éste es añadido o removido del sistema.

**Polipedón.**- Grupo o conjunto de pedones similares contiguos que definen la variabilidad espacial significativa con cambios laterales graduales y que representan la unidad espacial para la cartografía de suelos a escala grande (alto grado de detalle).

**Porcentaje de aluminio intercambiable.**- Relación porcentual entre aluminio intercambiable y el CICE.

**Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI).**- Grado de saturación con sodio del complejo de intercambio.

**Precipitación efectiva.**- Aquella porción de la precipitación total que pasa a ser disponible para uso de las plantas.

**Propiedades redoximórficas.**- Son aquellas que resultan de una alternancia de condiciones oxidantes y reductoras, tales como las que existen en la franja capilar por encima de una capa freática y en los horizontes de superficie, si existe una capa freática fluctuante. Presencia de moteado de color pardo rojizo (ferrihidrita), pardo-amarillento

(goetita). Los óxidos de hierro se concentran en las superficies de los agregados y en las paredes de los poros gruesos (antiguos canales de raíces).

**Propiedades reductimorfás.-** Son aquellas que resultan de unas condiciones permanentes de saturación por agua y condiciones anaerobias. Dan lugar a suelos de colores neutros (de blanco, si el suelo es calizo arenoso, al negro N/1 A N/8, si el material es rico en sulfuros; o azulados y verde oliva con matices 2,5Y, 5Y, 5G, 5B, en suelos francos y arcillosos) en más del 95% de la matriz.

**Pseudomicelios.-** Acumulaciones difusas, filiformes y discontinuas de calcita acicular. No se considera suficiente como criterio de diagnóstico para un endopedón cálcico.

**Puentes de arcilla.-** Arcilla iluviada que une granos minerales adyacentes.

**Punto de marchitez permanente.-** El nivel de humedad en el suelo al cual la planta se marchita y no puede recuperar la turgencia. El valor no es constante.

**Régimen de Humedad del Suelo (RHS).-** Se refiere a la presencia o ausencia de agua en el suelo o en horizontes específicos en un año normal, ya sea de un manto freático o de agua retenida a una tensión menor a 1.500 kPa (punto de marchitez permanente), lo cual se encuentra estrechamente relacionado con la disponibilidad de agua para las plantas.

**Régimen de Temperatura del Suelo (RTS).-** Se refiere al valor de temperatura media anual medida a los 50 cm de profundidad del suelo, para los cuales se ha definido un rango relacionado con la actividad biológica. El RTS es descrito por la temperatura media anual del suelo, las fluctuaciones estacionales promedio con respecto a la media y el gradiente de temperatura más cálido y más frío por estación dentro de la zona de enraizamiento.

**Región.-** Región o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10<sup>4</sup> a 10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>, presenta, a esa escala de análisis, características de relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

**Relación Carbono/Nitrógeno (C/N).-** relación del peso existente en los productos residuales entre el carbono (C) y el nitrógeno (N).

**Represa de agua.-** Muros o diques de contención construidos con materiales generalmente artificiales que permiten contener el caudal hídrico de los pequeños cauces y regueros con el fin de frenar la velocidad del agua en su bajada por las laderas, así como crear un reservorio temporal de agua para el uso agrícola.

**Rotación de cultivos.-** Consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo. De esta forma se aprovecha mejor el abonado (al utilizar plantas con necesidades nutritivas distintas y con sistemas radiculares diferentes), se controlan mejor las malas hierbas y se reducen los problemas de plagas y enfermedades.

**Saturación de bases (SB).-** Grado en que los sitios de intercambio de un material están ocupados por cationes básicos intercambiables. Se expresa como porcentaje de la capacidad de intercambio catiónico.

**Sección de control.-** Sección del perfil del suelo definida para facilitar la estimación de los regímenes de humedad, en la cual el límite superior es la profundidad a la cual un suelo seco (tensión de más de 1.500 kPa, pero no aire seco) será humedecido por 2,5 cm de agua en 24 horas; mientras que el límite inferior es la profundidad a la que un suelo seco será

humedecido por 7,5 cm de agua dentro de 48 horas, de forma que coinciden con las profundidades de enraizamiento para muchos cultivos.

**Sesquióxidos.**- Por lo general se refiere a los óxidos amorfos combinados de hierro y aluminio.

**Silicatos.**- Minerales formadores de rocas que contienen silicio.

**Slickensides** (caras de deslizamiento).- Superficies pulidas que se forman cuando dos pedrs se frotan entre sí cuando el suelo se expande en respuesta a la mojadura.

**Solum.**- Los horizontes A y B de un mismo perfil de suelo.

**Soluto.**- Un material disuelto en un solvente para formar una solución.

**Subsuelo.**- Las capas de suelo superficiales que contienen menos materia orgánica y más características del material parental.

**Suelo ácido.**- Suelo que contiene un exceso de iones hidrógeno en la solución del suelo (acidez activa) y en la superficie de los coloides (acidez potencial o de reserva). Específicamente un suelo con un pH menor a 7.

**Suelo alcalino.**- Cualquier suelo con un pH mayor a 7.

**Suelo calcáreo.**- Suelo que contiene carbonatos libres y que muestra efervescencia cuando se le añade ácido clorhídrico diluido al 10%.

**Suelo neutro.**- Un suelo que tiene un alto porcentaje (80 a 90%) de la capacidad de intercambio ocupada por iones calcio y magnesio y que tiene un pH cercano a 7.

**Suelo orgánico.**- Un suelo que contiene, en el solum, un alto porcentaje de materia orgánica (>15-20%)

**Suelo salino.**- Un suelo no alcalino que contiene sales solubles en tal cantidad que interfiere con crecimiento de la mayoría de los cultivos.

**Suelo salino-alcalino.**- Un suelo que contiene una alta proporción de sales solubles, ya sea con un alto grado de alcalinidad o una alta cantidad de sodio intercambiable, o ambos, afectando el crecimiento normal de la mayoría de los cultivos.

**Suelo salino-sódico.**- Un suelo con alto grado de alcalinidad (pH igual o mayor que 8,5) o con un alto contenido de sodio intercambiable (15% o más de la capacidad de intercambio catiónico), o las dos condiciones a la vez.

**Suelo sódico.**- El término sódico se refiere a un suelo que hayan sido afectado por altas concentraciones de sales y sodio. Los suelos sódicos son relativamente bajos en sales solubles pero tienen una alta concentración en sodio intercambiable.

**Suelo truncado.**- Suelo que ha perdido todo o parte del horizonte o los horizontes superiores.

**Suelo.**- Sistema natural dinámico, abierto a la atmósfera y a la corteza terrestre, compuesto por una serie de constituyentes sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gaseosos, que se encuentra sobre la corteza terrestre, ocupa un espacio y es caracterizado por una o ambas de las siguientes propiedades: presenta horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de procesos de adición, pérdida, transferencia y transformaciones de energía y materia; y/o actúa como soporte para el crecimiento de las plantas en el medio ambiente.

**Surcos en contorno en pastizales.**- Obra estratégica de captación de agua que, de forma análoga a los surcos en contorno utilizados en cultivos, permite incrementar la lámina de

agua infiltrada para incrementar la producción de forraje y disminuir las pérdidas de suelo por erosión.

**Surcos en contorno.**- Sistema de cultivo del suelo que permite realizar las labores agrícolas siguiendo líneas guía o curvas de nivel. Estas pueden ser trazadas a nivel (con todos sus puntos a igual cota) o bien con una suave pendiente de 0,2-0,5% para permitir el desagüe no erosivo del exceso de agua en eventos de precipitación intensa. Las líneas guías siguen fielmente el relieve del terreno y por lo general resultan curvas muy sinuosas y no paralelas.

**Tabla de agua.**- El límite superior del agua subterránea o el nivel más bajo para el cual el suelo está saturado.

**Terraza individual.**- Pequeñas plataformas redondas, semicirculares o cuadradas de aproximadamente 1,2 a 2 m de diámetro que se construyen antes de plantar árboles frutales o cultivos semi-permanentes, con el fin de captar el agua de escorrentía o precipitación, facilitando su almacenamiento e infiltración. Se suelen instalar en terrenos con pendientes comprendidas entre 20 y 50% y con un horizonte superficial de más de 30 cm de espesor.

**Terrazas de banco o bancales.**- Sistema de terrazas en forma de escalones continuos, generalmente amplios, aunque su amplitud varía con la pendiente y el cultivo concreto que se quiera establecer. La pendiente del banco es inversa, de un 5% aproximadamente. El sitio donde se construyen debe tener un suelo profundo, especialmente en lo que se refiere al grosor del horizonte superficial. El borde de la terraza debe ser protegido con vegetación permanente. Este tipo de terrazas aprovecha eficientemente el agua de lluvia o de riego y facilita el laboreo.

**Terrazas de desviación.**- Sistema de terrazas caracterizado por la existencia de sistemas de desagüe del exceso de agua hacia un cauce natural o empastado, que puede ubicarse en diferentes partes del terreno.

**Terrazas de huerto.**- Terrazas establecidas para el cultivo de árboles frutales en terrenos con pendientes fuertes de 50 a 60%. La distancia entre pendientes, por las fuertes pendientes, es menor que la distancia entre acequias de ladera, aunque depende de las especies a cultivar, desde los 6 ó 7 metros para cítricos y macadimia, hasta 9 ó 12 metros para árboles de aguacate o mango. El ancho del banco varía entre 1,4 a 1,5 metros. Son contruídas con una pendiente inversa a la pendiente general del terreno. Se usan zanjillas de drenaje para colectar el agua.

**Textura del suelo.**- La proporción relativa de las diferentes partículas de suelo. Estas partículas incluyen arena, limo y arcilla, caracterizadas por un rango definido de tamaños.

**Textura fina.**- Se refiere a una elevada cantidad de partículas pequeñas en el suelo, indicando la presencia de un alto porcentaje de limo y arcilla.

**Textura gruesa.**- Se refiere a una elevada cantidad de partículas gruesas en el suelo, indicando la presencia de un alto porcentaje de arena.

**Tierra.**- Área de la superficie del globo terrestre que se puede delinear, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie. Comprende, además del propio suelo, todo el ambiente físico que lo rodea, incluyendo otros recursos, estructuras y procesos como el clima, el relieve, el medio hidrográfico y las poblaciones de flora y fauna. También hace referencia a los resultados de la actividad humana presente y pasada y, de hecho, este término se ha vinculado históricamente con la Agricultura y, en los tiempos más modernos, con el Medio Ambiente y colateralmente con la Industria.

**Tierras misceláneas.**- Unidad cartográfica que incluye aquellas superficies "sin suelo".

**Údico.-** Régimen de humedad característico de suelos que no están secos en todo el perfil durante más de tres meses consecutivos la mayoría de los años.

**Unidad cartográfica homogénea.-** Una unidad cartográfica es el conjunto de delineaciones en un mismo mapa que presentan las mismas propiedades y una significación parecida (misma definición e idénticos atributos, que varían dentro de un determinado intervalo). La unidad cartográfica base es el polipedón pero ésta sólo resulta representable en mapas muy detallados.

**Unidad Edáfica.-** Unidad representada por el mismo dominio fisiográfico/contexto morfológico, geoforma, formación geológica, pendiente, régimen de humedad y de temperatura del suelo, tanto en zonas de semidetalle como de reconocimiento.

**Unidad Geoclima.-** Unidad espacial que resulta de la combinación de la información geomorfológica (contexto morfológico, morfología o geoforma, formación geológica, pendiente, etc.) y la información climática (régimen de humedad y temperatura de los suelos).

**Ústico.-** Régimen de humedad característico de suelos en los que la sección de control está seca en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales, pero que, sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos. Este régimen de humedad es intermedio entre el régimen arídico y údico.

**Velocidad de Infiltración.-** Velocidad con que el agua penetra en el suelo y que reviste gran importancia debido a la variación de las características de suelo, tanto temporales como espaciales, durante el proceso dinámico que se produce por la interacción de la fase líquida del agua con la sólida de las partículas de suelo.

**Vía de agua empastada.-** Infraestructura utilizada para recolectar el agua de las estructuras denominadas canales de guardia, acequias y zanjillas de drenaje. Si existen vías de agua naturales en la región, se rectifican y profundizan considerando la cantidad de agua que debe evacuar en eventos críticos de precipitación. En caso contrario, se construyen en sentido longitudinal, ladera abajo.

**Zanjillas de drenaje.-** Pequeños canales artificiales más pequeños que los anteriores, cavados directamente en el terreno para recolectar y conducir el exceso del agua de las precipitaciones. Suelen emplearse en pendientes menos pronunciadas (< 10%).



## **11. ANEXOS**

**Anexo 1.- Equivalencias entre los subgrupos de suelos de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (2006) y *Soil Taxonomy* (2010)**

**Anexo 2. Códigos de las variables que aparecen en la base de datos**

**Anexo 3. Categorización de las variables edáficas que aparecen en la memoria**

**Anexo 4. Productos generados en cada cartografía temática**

**Anexo 5. Fichas de campo de los perfiles referidos en esta memoria**

## ANEXO 1. Equivalencias entre los subgrupos de suelos de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (2006) y *Soil Taxonomy* (2010)

En el presente proyecto los suelos han sido clasificados siguiendo los criterios de la *Soil Taxonomy* en su décima y undécima edición (*SSS-USDA*, 2006). En la mayoría de los casos existe una concordancia entre ambas clasificaciones, sin embargo, para ciertos subgrupos la edición de 2010 incorpora algunas modificaciones. Todos aquellos subgrupos que en la clasificación de 2006 se califican con otro término en la de 2010, así como las condiciones que deben tenerse en cuenta para dicho cambio, se detallan de forma general en el siguiente Cuadro.

Clasificación 2006	Clasificación 2010	
	Tiene epipedón úmbrico o mólico	No tiene epipedón úmbrico o mólico
Andic Dystrudepts	Andic Humudepts	Andic Dystrudepts
Andic Dystrustepts	Andic Humustepts	Andic Dystrustepts
Aquic Dystrudepts	Aquic Humudepts	Aquic Dystrudepts
Aquic Eutrudepts	Aquic Humudepts	Aquic Eutrudepts
Aquic Humic Dystrudepts	Aquic Humudepts	Incoherente
Dystric Eutrudepts	Eutric Humudepts	Dystric Eutrudepts
Fluventic Dystrudepts	Incoherente	Fluventic Dystrudepts
Fluventic Dystrustepts	Incoherente	Fluventic Dystrustepts
Fluventic Humic Dystrudepts	Fluventic Humudepts o Cumulic Humudepts (si el epipedón es > 50 cm)	Incoherente
Humic Dystrudepts	Typic Humudepts	Incoherente
Humic Dystrustepts	Typic Humustepts	Incoherente
Humic Eutrudepts	Eutric Humudepts	Incoherente
Humic Lithic Dystrudepts	Lithic Humudepts	Incoherente
Humic Pachic Dystrudepts	Pachic Humudepts	Incoherente
Humic Psammentic Dystrudepts	Psammentic Humudepts	Incoherente
Oxic Dystrudepts	Oxic Humudepts	Oxic Dystrudepts
Oxic Dystrustepts	Oxic Humustepts	Oxic Dystrustepts
Oxyaquic Dystrudepts	Oxyaquic Humudepts	Oxyaquic Dystrudepts
Oxyaquic Eutrudepts	Oxyaquic Humudepts	Oxyaquic Eutrudepts
Typic Dystrudepts	Incoherente	Typic Dystrudepts
Vertic Dystrudepts	Vertic Humudepts	Vertic Dystrudepts
Vertic Dystrustepts	Typic Humustepts	Vertic Dystrustepts
Vitrandic Dystrudepts	Vitrandic Humudepts	Vitrandic Dystrudepts
Vitrandic Dystrustepts	Vitrandic Humustepts	Vitrandic Dystrustepts

Fuente: USDA, 2006 y 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos

## ANEXO 2. Códigos de las variables que aparecen en la base de datos

Variables de la base de datos	Descripción del campo
OBJECTID	Código automático no editable generado para cada unidad geoclima
Shape	Descripción del tipo de información contenida en el polígono
Region	Región fisiográfica
Geoforma	Geoforma
Formacion	Formación geológica
Litologia	Composición litológica
Pendiente	Pendiente de la geoforma
DesnivelRelativo	Desnivel relativo medio de la geoforma
LongitudVertiente	Longitud de la vertiente media de la geoforma
DensidadDrenaje	Densidad de drenaje media de la geoforma
FormaDrenaje	Forma de drenaje de, conjunto de la geoforma
FormaValle	Forma del valle en la geoforma
FormaCima	Forma de la cima en la geoforma
FormaVertiente	Forma de la vertiente en la geoforma
DominioFisiografico	Dominio fisiográfico
ContextoMorfologico	Contexto morfológico
Genesis	Génesis geológica
sgt	Subgrupo taxonómico del suelo (Soil Taxonomy, 2006)
s10	Subgrupo taxonómico del suelo (Soil Taxonomy, 2010)
tsu	Textura superficial
tpr	Textura en profundidad
dna	Drenaje del suelo
pef	Profundidad efectiva
ped	Pedregosidad
ar	Afloramientos rocosos
eg	Elementos gruesos
tox	Toxicidad
phs	pH del suelo
sal	Salinidad
pnf	Profundidad del nivel freático
rts	Régimen de temperatura del suelo tomado de la geoforma
rhs	Régimen de humedad del suelo tomado de la geoforma
mos	Materia orgánica del suelo
ci1	Capacidad de intercambio catiónico
sab	Saturación en bases
fet	Fertilidad
inu	Inundabilidad
cag	Capacidad agrológica del suelo
fla	Factores limitantes para el uso agrícola

Variables de la base de datos	Descripción del campo
udm	Unidades de Manejo de Tierras
cla_simb	Clase de dificultad de labranza
scla	Factores limitantes para la labranza
ula	Unidades de Manejo de Dificultad de Labranza
cla	Clase de dificultad de labranza
cob_aeh	Cobertura vegetal del suelo
tex_aeh	Textura del suelo
pef_aeh	Profundidad efectiva
pen_aeh	Pendiente general
mos_aeh	Materia orgánica del suelo
lve_aeh	Longitud de la vertiente donde se ubica el suelo
fve_aeh	Forma de la vertiente donde se ubica el suelo
gpv_aeh	Grado de protección vegetal del suelo
ise_aeh	Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica
lmf_aeh	Índice modificado de Fournier
aeh	Amenaza a erosión hídrica
vir	Velocidad de infiltración real del doble anillo
vimd	Velocidad de infiltración del minidisco
vic	Velocidad de infiltración calculada
vicc	Velocidad de infiltración calculada corregida por pendiente de la geoforma
cge	Características generales del suelo
ard	Área
Shape_Length	Longitud del perímetro de la geoforma
Shape_Area	Superficie de la geoforma

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015. *Guía para la Descripción de Suelos.*

### ANEXO 3. Categorización de las variables edáficas que aparecen en la memoria

#### Afloramientos rocosos

A. Rocosos	Símbolo	Descripción
Sin	S	Sin afloramientos rocosos. No hay interferencia con el laboreo.
Muy Pocos	MP	Menores a 10 %, ligeramente rocoso. Hay interferencia con el laboreo aunque es posible el cultivo de plantas de escarda.
Pocos	P	10 a 25%, moderadamente rocoso. Laboreo dificultado pero es posible la producción de heno y pastos mejorados.
Frecuentes	F	26 a 50%, muy rocoso. Es impracticable el uso de maquinaria agrícola pesada y sólo pueden utilizarse máquinas livianas y herramientas manuales.
Abundantes	A	51 a 75%, excesivamente rocoso. No se puede utilizar maquinaria.
Pedregoso o rocoso	R	Mayor al 75%, extraordinariamente rocoso.

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*.

#### Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

CIC	Símbolo	Descripción
Muy bajo	Mb	0 a 5 cmol/kg de suelo seco.
Bajo	B	5 a 10 cmol/kg de suelo seco.
Medio	M	10 a 20 cmol/kg de suelo seco.
Alto	A	20 a 30 cmol/kg de suelo seco.
Muy alto	Ma	>30 cmol/kg de suelo seco.

Fuente: Fuentes, 1999. *El suelo y los Fertilizantes*.

## Drenaje natural

Tipo de drenaje	Símbolo	Descripción
Excesivo	E	Eliminación rápida del agua en relación al aporte de la lluvia. Suelos generalmente de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de las precipitaciones.
Bueno	B	Eliminación fácil del agua de lluvia, aunque no rápidamente. Suelos de textura media a fina. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante unos días después de las precipitaciones. Sin moteados en los 100 cm superiores o con menos de un 2%. El nivel freático se encuentra a profundidades mayores de 120 cm.
Moderado	M	Eliminación lenta del agua en relación al aporte de la lluvia. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante más de una semana después del aporte de agua. Moteados del 2 al 20% entre 60 y 100 cm. Presencia de una capa de permeabilidad lenta, o un nivel freático alto (60-90 cm de profundidad).
Mal drenado	X	Eliminación muy lenta del agua en relación al suministro. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Los horizontes permanecen saturados por agua durante varios meses. Rasgos gléicos (coloraciones oscuras, azuladas y verdosas). Problemas de hidromorfismo. Estas características se observan, por lo general, en zonas deprimidas y con régimen de humedad ácuico. Los moteados se distinguen usualmente desde la superficie. El nivel freático está generalmente cerca de la superficie.

Fuente: Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*; MAG y MIRENEM, 1995. *Metodologías para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica*.

## Elementos gruesos

E. gruesos	Símbolo	Descripción
Ninguno	N	No posee elementos gruesos.
Muy pocos	V	0 a 2% de elementos gruesos que no interfieren con el laboreo.
Pocos	F	3 a 5% de elementos gruesos que no interfieren con el laboreo.
Común	C	6 a 15% de elementos gruesos con ligera interferencia con el laboreo.
Muchos	M	16 a 40% de elementos gruesos, existe interferencia con el laboreo.
Abundante	A	41 a 80% de elementos gruesos, fuerte interferencia con el laboreo.
Dominante	D	Mayor a 80% de elementos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola.
Línea rocosa	S	Línea rocosa que impide totalmente el uso de maquinaria agrícola.

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*.

## Elementos gruesos (tamaño)

Tamaño E. gruesos	Símbolo	Descripción
Grava fina	F	0,2 – 0,6 cm
Grava media	M	> 0,6 – 2 cm
Grava gruesa	C	> 2 – 6 cm
Piedras	S	> 6 – 20 cm
Cantos	B	> 20 – 60 cm
Cantos grandes	L	> 60 cm

## Fertilidad

Fertilidad	Símbolo	Descripción
Muy baja	Mb	Baja capacidad de intercambiar los cationes, muy baja disponibilidad de nutrientes debido al bajo pH y muy baja saturación de bases. Son suelos con texturas arenosas y contenidos de materia orgánica muy bajos. Además pueden presentar limitaciones por salinidad, con valores desde muy salinos a extremadamente salinos.
Baja	B	Escasa capacidad de intercambio de cationes, baja disponibilidad de nutrientes y baja saturación de bases. Son suelos con contenidos de materia orgánica bajos y de textura arenosa a areno-francosa. Además pueden presentar limitaciones por salinidad con niveles medios.
Mediana	M	Moderada capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de nutrientes y saturación de bases media. Estos suelos presentan clases texturales variables de arcillosas a francas, con contenidos de materia orgánica medios. En algunas ocasiones pueden presentar ligeras limitaciones por salinidad.
Alta	A	Alta capacidad de intercambio catiónico y alta saturación de bases. Son suelos con altos contenidos de materia orgánica, de texturas francas. Tienen una óptima disponibilidad de nutrientes. No presentan limitaciones por salinidad.

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos (Hoja de interpretación oficial); Porta et al., 2008. Introducción a la Edafología, Uso y Protección del Suelo; INPOFOS, 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos; Fuentes, 1999. El Suelo y los Fertilizantes; De la Rosa, 2008. Evaluación Agroecológica de Suelos.

## Inundabilidad

Inundabilidad	Símbolo	Descripción
Sin o muy corta	O	Suelos con ninguna presencia de agua o máximo durante un mes.
Corta	C	Suelos con presencia de agua durante uno a tres meses.
Mediana	M	Suelos con presencia de agua durante tres a seis meses.
Larga	L	Suelos con presencia de agua durante seis a nueve meses.
Permanente	P	Suelos permanentemente inundados, cubiertos de agua durante más de nueve meses.

Fuente: Yugcha, 1992. Mapa de Aptitudes Agrícolas.

## Materia orgánica

Materia orgánica	Símbol	Descripción
Bajo (Costa)	CoB	Suelos de la Costa con un contenido de materia orgánica menor a 1%.
Medio (Costa)	CoM	Suelos de la Costa con un contenido de materia orgánica de 1 a 2%.
Alto (Costa)	CoA	Suelos de la Costa con un contenido de materia orgánica mayor de 2%.
Bajo (Sierra)	SiB	Suelos de la Sierra con un contenido de materia orgánica menor a 3%.
Medio (Sierra)	SiM	Suelos de la Sierra con un contenido de materia orgánica de 3 a 5%.
Alto (Sierra)	SiA	Suelos de la Sierra con un contenido de materia orgánica mayor a 5%.
Bajo (Amazonía)	AmB	Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica menor a 3%.
Medio (Amazonía)	AmM	Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica de 3 a 6%.
Alto (Amazonía)	AmA	Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica mayor a 6%.

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos. (Hoja de interpretación oficial).

## Pedregosidad

Pedregosidad	Símbolo	Descripción
Sin	S	No posee fragmentos gruesos.
Muy pocas	M	< 10% de fragmentos gruesos que no interfieren con el laboreo.
Pocas	P	10 a 25% de fragmentos gruesos. Existe interferencia con el laboreo pero es posible el cultivo de plantas de escarda (maíz, plantas con raíces útiles y tubérculos).
Frecuentes	F	26 a 50% de fragmentos gruesos. Existe dificultad para el laboreo aunque es posible la producción de pasto.
Abundantes	A	51 a 75% de fragmentos gruesos. No es posible el uso de maquinaria agrícola.
Pedregoso o rocoso	R	>75% de fragmentos gruesos en la superficie. Excesivamente pedregoso como para ser cultivado.

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*.

## Pedregosidad (tamaño)

Tamaño de pedregosidad	Símbolo	Descripción
Grava fina	F	0,2 – 0,6 cm
Grava media	M	> 0,6 – 2 cm
Grava gruesa	C	> 2 – 6 cm
Piedras	S	> 6 – 20 cm
Cantos	B	> 20 – 60 cm
Cantos grandes	L	> 60 – 200 cm

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*.

### Potencial de hidrógeno (pH)

pH	Símbolo	Descripción
Muy ácido	Mac	0 a 5,0. Condiciones desfavorables para los cultivos; posible toxicidad de Al o Mn; deficiencia de cationes divalentes intercambiables.
Ácido	Ac	5,0 a 5,5. Necesidad de encalar para la mayoría de los cultivos; deficiencia de P, Ca, K, N, Mg, Mo y N; exceso de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos sin carbonato cálcico. Actividad microbiana escasa.
Medianamente ácido	MeAc	5,5 a 6,0. Baja solubilidad del P y disponibilidad regular de Ca y Mg; algunos cultivos como las leguminosas requieren encalado.
Ligeramente ácido	Lac	6,0 a 6,5. Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Prácticamente neutro	PN	6,5 a 7,5 (excepto 7). Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de los microelementos con excepción del Mo.
Neutro	N	7,0. Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Ligeramente alcalino	LAI	7,5 a 8,0. Posible exceso de Ca, Mg y carbonatos; baja solubilidad del P y microelementos con excepción del Mo; posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como por ejemplo el yeso. El desarrollo de varios cultivos puede verse inhibido.
Medianamente alcalino	Mal	8,0 a 8,5. Posible exceso de sodio intercambiable; el crecimiento de la mayoría de los cultivos se encuentra inhibido; se hace necesario tratar el suelo con enmiendas.
Alcalino	Al	>8,5. Exceso de sodio intercambiable (PSI >15 %); se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos existiendo la necesidad de tratar el suelo con enmiendas. Presencia de MgCO <sub>3</sub> en caso de no existir sodio intercambiable. Problemas de clorosis férrica en las plantas por deficiencia de Fe en el suelo.

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la interpretación de análisis de suelos. (Hoja de interpretación oficial); Porta et al., 2003. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente.

### Profundidad efectiva

Profundidad	Símbolo	Descripción
Muy superficial	Ms	La profundidad efectiva varía desde 0 a 10 cm desde la superficie del suelo.
Superficial	S	La profundidad efectiva varía desde 11 a 20 cm desde la superficie del suelo.
Poco profundo	Pp	La profundidad efectiva varía desde 21 a 50 cm desde la superficie del suelo.
Moderadamente profundo	M	La profundidad efectiva varía desde 51 a 100 cm desde la superficie del suelo.
Profundo	P	La profundidad efectiva es superior a 100 cm desde la superficie del suelo.
Sin suelo	Sin	Roca, afloramientos rocosos.

Fuente: MAGAP-PRAT, 2008. Metodología de Valoración de Tierras; UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute), 1985. Manejo de la cuenca del río Paute.

### Profundidad del nivel freático

Prof. Nivel freático	Símbolo	Descripción
Muy superficial	S	Nivel freático en el rango de 0 a 10 cm desde la superficie del suelo.
Superficial	S	Nivel freático en el rango de 11 a 20 cm desde la superficie del suelo.
Poco profundo	Pp	Nivel freático en el rango de 21 a 50 cm desde la superficie del suelo.
Medianamente profundo	M	Nivel freático en el rango de 51 a 100 cm desde la superficie del suelo.
Profundo	P	Nivel freático a una profundidad de más de 100 cm desde la superficie del suelo.

Adaptado de: MAGAP-PRAT, 2008. Metodología de Valoración de Tierras; UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute), 1985. Manejo de la Cuenca del río Paute.

### Salinidad

Salinidad	Símbolo	Descripción
No salino	NS	< 2,0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.
Ligeramente salino	LS	2,0 a 4,0 dS/m. Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
Salino	S	4,0 a 8,0 dS/m. Nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.
Muy salino	MS	8,0 a 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Extremadamente salino	ES	>16,0 dS/m. Nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos (Hoja de interpretación oficial); UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute), 1985. Manejo de la Cuenca del río Paute.

### Saturación de bases

Saturación de bases	Símbolo	Descripción
Bajo	B	Menos de 35% de saturación. Suelos ácidos con deficiencias en bases intercambiables, principalmente calcio, magnesio y potasio. A estos suelos se los denomina desaturados.
Media	M	Entre 35 y 50% de saturación. Suelos medianamente o ligeramente ácidos, con una disponibilidad aceptable de calcio, magnesio y potasio para las plantas.
Alta	A	Más de 50% de saturación. Suelos neutros o ligeramente alcalinos con dominancia de calcio y sodio en el complejo de cambio. A estos suelos se los denomina saturados.

Fuente: INIAP, 2006. Metodologías de Química de suelos.

## Textura (superficial y en profundidad)

Tipo de textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural		
Textura gruesa	86-100 70-86	0-14 0-30	0-10 0-15	Arena Areno-francoso	A AF	Suelos arenosos
Textura moderadamente gruesa	52-70	0-50	0-20	Franco-arenoso	FA	Suelos francos
Textura media	23-52 20-50 0-20	28-50 74-88 88-100	7-27 0-27 0-12	Franco Franco-limoso Limoso	F FL L	
Textura moderadamente fina	20-45 45-80 0-20	15-52 0-28 40-73	27-40 20-35 27-40	Franco-arcilloso Franco-arcillo-arenoso Franco-arcillo-limoso	FY FYA FYL	
Textura fina	45-65 0-20 0-45	0-20 40-60 0-40	35-55 40-60 40-100	Arcillo-arenoso Arcillo-limoso Arcilloso	YA YL Y	
Textura muy fina	0-40	0-40	60-100	Arcilla pesada	YP	

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos.*

## Toxicidad

Toxicidad	Símbolo	Rango de concentración de $Al^{3+}$ (e $H^+$ ) o carbonatos	Descripción
Sin o nula	S	0 meq Ca/100 ml y pH >5,5	Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl.
Ligera (acidez)	La	< 0,5 meq/100ml	Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Media (acidez)	Ma	0,5-1,5 meq/100ml	Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Alta (acidez)	Aa	>1,5 meq/100ml	Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Ligera (carbonatos)	Lc	0-10%	Reacción ligera al HCl, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos muy bajo y bajo.
Media (carbonatos)	Mc	11-25%	Reacción moderada al HCl, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos medio.
Alta (carbonatos)	Ac	>25%	Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCl, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; INIAP, 2009. *Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos. (Hoja de interpretación oficial).*

#### **ANEXO 4. Productos generados en cada cartografía temática**

La elaboración de la Cartografía Geopedológica y los mapas derivados genera una serie de productos que se detallan a continuación.

##### Mapa Geopedológico

- Documentos en los que se detalla la metodología y los procedimientos utilizados para la elaboración de la Cartografía Geopedológica: “Metodología\_Geopedología” y “Procedimientos”\_ Geopedología.
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. En esta File geodatabase se incluyen tablas con la siguiente información:
  - Tabla de datos para la cartografía temática: contiene información de las 26 variables vinculadas a cada una de las calicatas que se emplean para dar contenido a la cartografía generada. Esta tabla contiene información tanto del Mapa Geopedológico como del resto de los mapas temáticos.
  - Tablas de datos con la información recopilada en campo.
  - Tabla de datos con la información de los análisis reportados por los laboratorios.
  - Tablas de atributos o dominios: Cada uno de los datos obtenidos en campo y en laboratorio vienen definidos por códigos numéricos, de forma que su traducción se realiza a través de tablas de dominios, incluidas también en la Geodatabase.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón.
- Leyenda geopedológica extendida, por hoja y por cantón, en formato xls.
- BdD de fichas de campo de calicatas en formato Postgre SQL, que incluye datos de los análisis de laboratorio.
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón.

##### Mapa de Velocidad de Infiltración (VI)

- Documento metodológico para la generación de la cartografía temática de Velocidad de infiltración, “Velocidad\_Infiltracion”.
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Velocidad de infiltración.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón
- BdD de fichas de campo de calicatas, que incluye información con los datos de infiltración de doble anillo, en formato Postgre SQL.

- Memoria técnica y curva de ajuste de infiltración, elaborada por bloque (infiltrómetro de minidisco vs. doble anillo), junto con archivo Excel con el modelo de carga de los datos de velocidad de infiltración.
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón.

#### Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras (CUT)

- Documento con la metodología empleada para evaluar la Capacidad de uso de las tierras, "Metodología\_Capacidad\_Uso".
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Capacidad de uso de las tierras.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón.
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón.

#### Mapa de Dificultad de Labranza (DL)

- Documento en el que se detalla la metodología utilizada para generar la cartografía temática sobre Dificultad de labranza, "Metodología\_Labranza".
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Dificultad de labranza.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón

#### Mapa de Amenaza a Erosión Hídrica (AEH)

- Documento en el que se detalla la metodología utilizada para la generación de la cartografía temática de Amenaza a erosión hídrica, "Amenaza\_Erosión\_Hídrica".
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Amenaza a erosión hídrica.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón

## **ANEXO 5. Fichas de campo de los perfiles referidos en esta memoria**

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-NIIL\_B1-83-0035

FECHA: 18/04/2015 11:59:00

EDAFÓLOGO: Carlos Luzuriaga

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,326761

Coordenada Y: -0,003379

Altitud: 310,09

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de esparcimiento disectado

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 25%

Geología (Material Parental): Formación San Tadeo

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO DE CORTE (FORRAJE)

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 160

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 15 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
A	15-80 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento (10YR 5/4); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño muy fino y fino y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw	80-160 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento (10YR 5/6); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; ph 6,5; reacción de alófana fuerte, no calcáreo; tipo de horizonte cámbico

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	15	56	35	9	Franco arenoso		
A	80	66	27	7	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	15	0,62	0,76	0,54

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	15	6,31	0	0	1,13	1,54	6,56
A	80	5,77	0	0	0,29	0,94	3,17

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	15	0,14	8,72		
A	80	0,08	3,92		

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	15	0,3	1,45	4,75	1,36	7,86	21,93	35,83

A	80	0,26	0,5	2,17	0,75	3,68	11,35	32,42
---	----	------	-----	------	------	------	-------	-------

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	15												
A	80												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	15			93,96
A	80			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-NIIL\_A2-89-0006

FECHA: 18/04/2015 12:20:00

EDAFÓLOGO: Francisco Ayala

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Eutrudepts

CLAVE: KGDE

USDA 2010: Andic Eutrudepts

CLAVE: KGEE

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,56971

Coordenada Y: -0,07213

Altitud: 202

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de esparcimiento disectado

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 13%

Geología (Material Parental): Formación San Tadeo

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PALMA AFRICANA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Superficie Afectada %: -

Grado: -

Apectos Antrópicos: -

Grado: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 150

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 25 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico
A1	25-51 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado muy adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 6; reacción de alófana ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico
A2	51-96 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 6; no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
Bw1	96-127 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/3); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; ph 7; no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía irregular; tipo de horizonte cámbico
2Bw2	127-150 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; ph 7; no calcáreo; tipo de horizonte cámbico

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	25	36	48	16	Franco		
A1	51	50	42	8	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	25	1	0,98	0,99

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	25	5,82	0	2,1	0,11	0,79	7,51
A1	51	6,13	0	8,8	1,11	0,87	8,72

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES**

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	25	0,07	2,96		
A1	51	0,04	2		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	25	0,2	0,16	5,61	0,53	6,5	13,92	46,71
A1	51	0,25	1,33	4,38	0,77	6,73	7,99	84,19

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	25												
A1	51												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	25			48,78
A1	51			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-NIII\_B2-83-0065

FECHA: 26/04/2015 9:19:00

EDAFÓLOGO: Carlos Luzuriaga

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

Cantón: SANTO DOMINGO

Parroquia: VALLE HERMOSO

Coordenada X: -79,242627

Coordenada Y: -0,076824

Altitud: 394,19

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de esparcimiento disectado

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 7%

Geología (Material Parental): Formación San Tadeo

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PALMA AFRICANA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Ligero

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 150

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 10 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw1	10-20 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	20-85 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; ph 7; reacción de alófana media, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Ab	85-150 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo;

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	10	62	31	7	Franco arenoso		
Bw1	20	50	43	7	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	10	0,93	0,87	0,82

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	10	6,09	0	5,5	0,08	0,46	1,98
Bw1	20	5,7	0	16,5	0,1	0,81	4,02

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	10	0,01	4,44		
Bw1	20	0,05	7,67		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	10	0,19	0	1,02	0,14	1,35	12,37	10,91
Bw1	20	0,18	0,03	2,25	0,26	2,72	18,83	14,45

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	10												
Bw1	20												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	10			96,76
Bw1	20			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-NIIL\_B1-97-0007

FECHA: 18/04/2015 8:28:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Acrudoxic Hapludands

CLAVE: DHFK

USDA 2010: Acrudoxic Hapludands

CLAVE: DHFK

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,416522

Coordenada Y: -0,020276

Altitud: 240,04

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-ABRIL-MAYO-OCTUBRE-NOVIEMBRE

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de esparcimiento disectado

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 8%

Geología (Material Parental): Formación San Tadeo

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PALMA AFRICANA

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Ligero

Apectos Antrópicos: Deforestación

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 160

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 40 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo madrigueras (sin especificar), abundancia poca; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón ócrico
Bw1	40-65 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4); estructura tipo bloques angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	65-95 cm	color principal en húmedo amarillo-oliva (2.5Y 6/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia común, no coherente; ph 6,5; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Ab	95-105 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, no coherente; ph 7; reacción de alófana ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2Bw1	105-135 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2Bw2	135-160 cm	color principal en húmedo amarillo-parduzco (10YR 6/8); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, no coherente; ph 7; reacción de alófana ligera, no calcáreo; tipo de horizonte cámbico

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	40	38	52	10	Franco limoso		
Bw1	65	50	40	10	Franco		
Ab	105	46	40	14	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	40	1,08	0,98	0,97

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	40	6,44	7,29	0	0,07	1,17	5,73
Bw1	65	6,5	5,26	0	0,05	0,65	2,63
Ab	105	6,65	2,97	0	0,45	1,62	9,73

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	40	0,03	2,18		
Bw1	65	0,01	1,74		
Ab	105	0,02	2,18		

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	40	0,12	0,03	3,69	0,94	4,78	9,36	51,05
Bw1	65	0,2	0,02	1,21	0,39	1,82	8,48	21,47
Ab	105							

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	40												
Bw1	65												
Ab	105												

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	40			90,17
Bw1	65			
Ab	105			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-NIIL\_B2-84-0038

FECHA: 26/04/2015 8:26:00

EDAFÓLOGO: Oswaldo Quinde

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

Cantón: SANTO DOMINGO

Parroquia: VALLE HERMOSO

Coordenada X: -79,236203

Coordenada Y: -0,147267

Altitud: 422,81

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de esparcimiento disectado

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 3%

Geología (Material Parental): Formación San Tadeo

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 150

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 14 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); color secundario en húmedo pardo-rojizo oscuro (5YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw1	14-55 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	55-70 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques angulares, tamaño grueso/espeso y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
BC	70-100 cm	color principal en húmedo pardo-oliva (2.5Y 4/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, no coherente; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
Ab	100-120 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
2C	120-150 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento (10YR 5/8); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño finas abundancia común, no coherente; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo;

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	14	78	13	9	Franco arenoso		
Bw1	55	50	41	9	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	14	1	0,92	0,99

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	14	5,96	0	9,6	0,56	1,65	4,54
Bw1	55	6,16	0	12,6	0,3	0,92	2,78

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	14	0,11	8,61		
Bw1	55	0,05	4,16		

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	14	0,19	0,67	3,44	1,64	5,94	21,72	27,35
Bw1	55	0,16	0,25	1,96	0,6	2,97	12,82	23,17

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	14												
Bw1	55												

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	14			78,75
Bw1	55			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIIL\_B1-83-0028

FECHA: 17/04/2015 9:06:00

EDAFÓLOGO: Carlos Luzuriaga

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

Cantón: SANTO DOMINGO

Parroquia: VALLE HERMOSO

Coordenada X: -79,280068

Coordenada Y: -0,079113

Altitud: 350,2

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Abrupto de cono de esparcimiento

Pendiente general: MEDIA A FUERTE (> 25 - 40 %)

Pendiente local: 26%

Geología (Material Parental): Formación San Tadeo

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: CACAO

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Aspectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Superficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Grado: Alta

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 160

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:





**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

<b>Horizonte</b>	<b>Profundidad (cm)</b>	<b>Carbonatos Totales (%)</b>	<b>pH (KCl)</b>	<b>Retención de Fosfatos (%)</b>
Ap	50			88,59
A1	90			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_B4-84-0050

FECHA: 29/04/2015 10:20:00

EDAFÓLOGO: Oswaldo Quinde

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Acrudoxic Hapludands

CLAVE: DHFK

USDA 2010: Acrudoxic Hapludands

CLAVE: DHFK

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

Cantón: SANTO DOMINGO

Parroquia: ALLURIQUIN

Coordenada X: -79,063072

Coordenada Y: -0,24985

Altitud: 738,34

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Valle fluvial, llanura de inundación

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 3%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Superficie Afectada %: -

Grado: -

Aspectos Antrópicos: -

Grado: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 150

Tipo: Profundo

Profundidad efectiva del suelo cm: 150

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



## 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 20 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
A	20-35 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
C	35-50 cm	color principal en húmedo pardo-oliva claro (2.5Y 5/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
2Bw1	50-100 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; ph 6; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2Bw2	100-135 cm	color principal en húmedo pardo-oliva claro (2.5Y 5/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; ph 6; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2Bw3	135-150 cm	color principal en húmedo pardo-oliva claro (2.5Y 5/6); color secundario en húmedo amarillo-oliva (2.5Y 6/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; ph 6; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; tipo de horizonte cámbico

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	20	53	37	10	Franco arenoso		
A	35	71	21	8	Franco arenoso		
C	50	59	33	8	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	20	1,13	0,93	1,04

### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	20	5,93	0	3,7	0,19	1,52	4,51
A	35	5,85	0	2,1	0,03	1,2	1,07
C	50	5,79	0	8,7	0,04	1,18	0,8

### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	20	0,08	7,08		
A	35	0,02	2,71		
C	50	0,02	1,18		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	20	0,38	0,01	2,61	0,18	3,18	19,16	16,6
A	35	0,26	0	0,19	0	0,45	9,41	4,78
C	50	0,24	0	0,13	0	0,37	6,37	5,73

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	20												
A	35												
C	50												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	20			74,66
A	35			
C	50			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_B3-98-0055

FECHA: 30/04/2015 8:17:00

EDAFÓLOGO: Gabriel Orellana

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

Cantón: SANTO DOMINGO

Parroquia: SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

Coordenada X: -79,381952

Coordenada Y: -0,280809

Altitud: 277

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-JUNIO

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Valle fluvial, llanura de inundación

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 5%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: YUCA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Aspectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Delgado

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 145

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 15 cm	color principal en húmedo pardo-rojizo oscuro (2.5YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a grueso y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 6,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw1	15-40 cm	color principal en húmedo pardo-rojizo oscuro (2.5YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia pocas, raíces tamaño gruesas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 6,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	40-85 cm	color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 4/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw3	85-120 cm	color principal en húmedo pardo (7.5YR 5/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, raíces tamaño gruesas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2Ab	120-145 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 5; reacción de alófana media, no calcáreo;

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	15	51	41	8	Franco		
Bw1	40	49	39	12	Franco		
Bw2	85	49	39	12	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	15	6,03	0	5,9	0,66	1,8	9,82
Bw1	40	5,76	0	1,4	0,27	1,24	2,37
Bw2	85	6,28	0	4,5	0,53	1,37	5,97

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	15	0,18	7,19		
Bw1	40	0,05	4,16		
Bw2	85	0,06	2,48		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	15	0,13	0,26	2,12	0,44	2,95	18,39	16,04
Bw1	40	0,19	0,07	0,42	0,04	0,72	14,32	5,03
Bw2	85	0,26	0,3	1,7	0,24	2,5	10,96	22,81

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	15												
Bw1	40												
Bw2	85												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	15			
Bw1	40			
Bw2	85			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NII\_F3-97-0011

FECHA: 18/04/2015 12:14:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,36726

Coordenada Y: 0,007207

Altitud: 210,48

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-OCTUBRE-NOVIEMBRE

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente o abrupto de terraza

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 63%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Aspectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Ligero

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 75

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:





**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

<b>Horizonte</b>	<b>Profundidad (cm)</b>	<b>Carbonatos Totales (%)</b>	<b>pH (KCl)</b>	<b>Retención de Fosfatos (%)</b>
A	25			94,28
Bw	75			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NII\_F3-97-0008

FECHA: 18/04/2015 9:52:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,377892

Coordenada Y: 0,007876

Altitud: 239,27

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-ABRIL-MAYO-OCTUBRE-NOVIEMBRE

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Terraza colgada

Pendiente general: PLANA (0 - 2%)

Pendiente local: 1%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Aspectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: -

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 140

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



**9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:**

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 15 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo madrigueras (sin especificar), abundancia poca; ph 6,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw1	15-50 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento (10YR 5/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	50-70 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw3	70-90 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento (10YR 5/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw4	90-105 cm	color principal en húmedo gris claro (2.5Y 7/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocas tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Ab	105-125 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; poco compacto; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2Bw1	125-140 cm	color principal en húmedo amarillo-parduzco (10YR 6/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; poco compacto; ph 7; no calcáreo; tipo de horizonte cámbico

**10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:**

**DETERMINACIONES FÍSICAS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	15	40	50	10	Franco limoso		
Bw1	50	40	50	10	Franco limoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	15	0,94	0,9	0,89

**DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	15	5,85	12,68	0	0,34	0,59	5,49
Bw1	50	6,2	7,13	0	0,16	0,44	4,52

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES**

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	15	0,08	5,08		
Bw1	50	0,03	2,85		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	15	0,2	0,45	3,74	0,32	4,71	15,16	31,07
Bw1	50	0,36	0,17	2,76	0,22	3,51	10,69	32,82

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	15												
Bw1	50												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	15			78,95
Bw1	50			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_B1-83-0033

FECHA: 18/04/2015 9:07:00

EDAFÓLOGO: Carlos Luzuriaga

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Udorthents

CLAVE: LEFB

USDA 2010: Vitrandic Udorthents

CLAVE: LFFB

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,340485

Coordenada Y: -0,027161

Altitud: 250,56

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Valle fluvial, llanura de inundación

Pendiente general: PLANA (0 - 2%)

Pendiente local: 2%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO DE CORTE (FORRAJE)

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Ligero

Aspectos Antrópicos: Otros

Grado: Baja

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Drenaje Natural: Excesivo

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 90

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 15 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; ph 7; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
2C	15-90 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, reacción de alófana media, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
3C	90-130 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 5/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo intersticial; no coherente; reacción de alófana media, no calcáreo;

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	15	86	5	9	Arena francosa		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	15	1,39	1,35	1,44

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	15	5,9	0	0	0	0,6	2,73

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	15	0,07	3,21		

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	15	0,32	0,04	1,87	0,42	2,65	10,93	24,25

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	15												

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	15			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_B1-83-0029

FECHA: 17/04/2015 11:10:00

EDAFÓLOGO: Carlos Luzuriaga

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Udorthents

CLAVE: LEFF

USDA 2010: Typic Udorthents

CLAVE: LFFF

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

Cantón: SANTO DOMINGO

Parroquia: VALLE HERMOSO

Coordenada X: -79,267824

Coordenada Y: -0,094836

Altitud: 311,91

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Terraza media

Pendiente general: PLANA (0 - 2%)

Pendiente local: 1%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO DE CORTE (FORRAJE)

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Deposición por agua

Aspectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Superficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Moderado

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 70

Drenaje Natural: Excesivo

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



**9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:**

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 15 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo granular, textura de campo arena francosa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
2C1	15-70 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2C2	70-90 cm	color principal en húmedo gris (10YR 6/1); estructura tipo grano simple, textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; no coherente; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, no calcáreo;

**10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:**

**DETERMINACIONES FÍSICAS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	15	84	7	9	Arena francosa		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

**DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	15	5,11	0	230,7	0	0,46	1,74

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES**

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	15	0,1	3,92	0,8	0,4

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	15	0,46	0,07	0,81	0,22	1,56	12,35	12,63

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	15												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	15			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NII\_F3-97-0010

FECHA: 18/04/2015 10:41:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Dystrudepts

CLAVE: KGEF

USDA 2010: Andic Dystrudepts

CLAVE: KGFF

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,366719

Coordenada Y: 0,007402

Altitud: 226,75

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-OCTUBRE-NOVIEMBRE

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Terraza alta

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 3%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Ligero

Aspectos Antrópicos: Deforestación

Grado: Baja

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 145

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



## 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 5 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia pocas, no coherente; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw	5-20 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6); estructura tipo bloques angulares, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, no coherente; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana fuerte, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
C1	20-55 cm	color principal en húmedo amarillo (2.5Y 7/6); moteado principal color amarillo-rojizo (7.5YR 7/8); abundancia pocos, tamaño muy fino, contraste prominente, límite agudo, estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
C2	55-75 cm	color principal en húmedo pardo muy pálido (10YR 7/4); estructura tipo grano simple, textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
C3	75-145 cm	color principal en húmedo gris claro (2.5Y 7/1); estructura tipo grano simple, textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; no coherente; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 7; no calcáreo;

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Bw	20	78	16	6	Arena francosa		
C1	55	82	10	8	Arena francosa		
C2	75	90	4	6	Arena		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Bw	20	6,18	11,29	0	0,07	0,5	2,71
C1	55	6,61	8,56	0	0,1	0,36	1,89
C2	75	6,66	0	0	0,13	0,44	1,73

### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Bw	20	0,03	1,92		
C1	55	0,01	1,92		
C2	75	0,01	0,96		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Bw	20	0,16	0,03	1,84	0,33	2,36	6,85	34,47
C1	55	0,09	0,04	0,66	0,12	0,91	7,85	11,6
C2	75							

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Bw	20												
C1	55												
C2	75												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Bw	20			41,49
C1	55			
C2	75			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_B1-83-0034

FECHA: 18/04/2015 10:21:00

EDAFÓLOGO: Carlos Luzuriaga

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Dystrudepts

CLAVE: KGEF

USDA 2010: Andic Humudepts

CLAVE: KGDE

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,355018

Coordenada Y: -0,015173

Altitud: 231,84

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Terraza colgada

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 3%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PALMA AFRICANA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Ligero

Aspectos Antrópicos: Otros

Grado: Baja

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 50

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 15 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño muy fino y fino y grado moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava gruesa e intemperización moderado, ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw	15-50 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización moderado, ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2C	50-130 cm	color principal en húmedo gris (2.5Y 5/1); estructura tipo grano simple, textura de campo arena gruesa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo intersticial; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, no calcáreo; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
Ab	130-150 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; poco compacto; no calcáreo;

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	15	62	27	11	Franco arenoso		
Bw	50	50	39	11	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	15	1	0,98	1,01

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	15	5,83	0	0	0	0,78	7,85
Bw	50	6,24	0	0	0	0,32	2,99

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	15	0,1	6,38		
Bw	50	0,03	2,77		

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	15	0,33	0	0	0	0,33	18,25	1,81
Bw	50	0,3	0,01	2,23	0,01	2,55	11,03	23,15

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	15												
Bw	50												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	15			62,04
Bw	50			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_A2-89-0004

FECHA: 18/04/2015 8:52:00

EDAFÓLOGO: Francisco Ayala

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludolls

CLAVE: IHFR

USDA 2010: Typic Hapludolls

CLAVE: IHFR

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,596079

Coordenada Y: -0,020884

Altitud: 153

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-JUNIO

Duración en Meses: 7

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Terraza alta

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 4%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: CACAO

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Aspectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: > 50

Grado: Alta

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 140

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 22 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico
Bw1	22-47 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6); estructura tipo prismática sub-angular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado muy adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	47-96 cm	color principal en húmedo pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2Bw3	96-140 cm	color principal en húmedo pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño grueso/espeso y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 7; no calcáreo; tipo de horizonte cámbico

### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

#### DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	22	32	56	12	Franco limoso		
Bw1	47	32	52	16	Franco limoso		
Bw2	96	38	42	20	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	22	6,14	0	0	0,25	1,08	9,58
Bw1	47	6,69	0	0	0,42	0,72	6,72
Bw2	96	6,91	0	0	0,6	0,96	7,38

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	22	0,06	2,63		
Bw1	47	0,04	1,37		
Bw2	96	0,03	1,26		

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	22	0,23	0,24	6,28	0,69	7,44	11,25	66,13
Bw1	47	0,19	0,39	4,55	0,53	5,66	10,74	52,72
Bw2	96							

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	22												
Bw1	47												
Bw2	96												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	22			
Bw1	47			
Bw2	96			

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIII\_A2-89-0005

FECHA: 18/04/2015 10:35:00

EDAFÓLOGO: Francisco Ayala

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Dystrudepts

CLAVE: KGEX

USDA 2010: Typic Dystrudepts

CLAVE: KGFW

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: ESMERALDAS

Cantón: LA CONCORDIA

Parroquia: LA CONCORDIA

Coordenada X: -79,603787

Coordenada Y: -0,026121

Altitud: 144

## 3. FACTORES DE FORMACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isohipertérmico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Údico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-JUNIO

Duración en Meses: 7

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Terraza media

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 11%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (terrazas)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PALMA AFRICANA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Aspectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: > 50

Grado: Muy alta

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Severo

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 150

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



**9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:**

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 22 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino y fino y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia muchas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico
Bw1	22-42 cm	color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 4/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado muy adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, revestimientos abundancia muy poco, naturaleza arcilla, localización caras de agregados horizontales, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	42-76 cm	color principal en húmedo rojo-amarillento (5YR 4/6); moteado principal color rojo (2.5YR 4/8); abundancia pocas, tamaño fino, contraste prominente, límite agudo, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, no calcáreo; revestimientos abundancia muy poco, naturaleza arcilla, localización caras de agregados horizontales, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw3	76-115 cm	color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/8); moteado principal color rojo (2.5YR 4/8); abundancia pocas, tamaño fino, contraste prominente, límite agudo, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño grueso/espeso y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 7; no calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw4	115-150 cm	color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad pocas, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 7; tipo de horizonte cámbico

**10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:**

**DETERMINACIONES FÍSICAS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	22	36	34	30	Franco arcilloso		
Bw1	42	16	30	54	Arcilla		
Bw2	76	20	28	52	Arcilla		
Bw4	150	18	32	50	Arcilla		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

**DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	22	6,08	0	0	0,37	1,63	12,1
Bw1	42	6,61	0	0	0,63	1,81	6,75
Bw2	76	6,69	0	0	0,25	1,6	6,62
Bw4	150	6,16	0	0	0,13	1,78	4,64

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES**

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	22	0,07	2,44		
Bw1	42	0,03	0,96		
Bw2	76	0,02	0,78		
Bw4	150	0,01	0,81		

**DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

Horizonte	Profundidad (cm)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Suma de Bases (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Saturación de Bases (%)
Ap	22	0,29	0,31	6,32	1,91	8,83	19,88	44,41
Bw1	42	0,31	0,62	3,54	1,76	6,23	28,92	21,54
Bw2	76							
Bw4	150	0,34	0,07	3,37	1,35	5,13	26,63	19,27

**DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

Horizonte	Profundidad (cm)	pH (mg/l)	CE (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)	RAS	PSI (%)
Ap	22												
Bw1	42												
Bw2	76												
Bw4	150												

**DETERMINACIONES QUÍMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	22			
Bw1	42			
Bw2	76			
Bw4	150			