

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN PENIPE

PROYECTO:

**“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA
ESCALA 1:25.000, LOTE 2”**

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 20 de agosto de 2015. Los cambios introducidos posteriormente durante el levantamiento geopedológico en zonas contiguas no se reflejan en este documento.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador	2
1.2. Objetivos del estudio geopedológico	3
1.2.1. Generales.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Antecedentes de este estudio	4
1.4. Alcance del estudio	4
2. METODOLOGÍA	5
2.1. Criterios metodológicos generales: el enfoque geopedológico	5
2.2. Levantamiento geopedológico	7
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
2.3. Mapa de Velocidad de infiltración	19
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
2.4. Elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras	26
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.....	30
2.5. Elaboración del Mapa de Dificultad de labranza	33
2.5.1. Evaluación de la Dificultad de labranza de los suelos.....	33

2.5.2. Aplicación del modelo adoptado	34
2.5.3. Descripción de la clasificación de la Dificultad de labranza	37
2.6. Elaboración del Mapa de Amenaza a erosión hídrica.....	40
2.6.1. Evaluación de la Amenaza a erosión hídrica de los suelos	40
2.6.2. Aplicación del modelo adoptado	41
2.6.3. Descripción de la clasificación de la Amenaza a erosión hídrica.....	44
3. LEVANTAMIENTO GEOPEDOLÓGICO	46
3.1. Datos de campo	46
3.2. Resultados generales	48
3.2.1. Dominio Fisiográfico: Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	49
3.2.1.1. Paisajes Glaciares.....	49
3.2.1.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido.....	50
i. Mollisols	50
a) <i>Andic Haplocryolls</i> (2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 18, 20, 21, 22, 23).....	50
b) <i>Pachic Haplocryolls</i> (24, 25, 26)	51
ii. Andisols.....	51
a) <i>Vitric Haplocryands</i> (1, 5, 13, 14, 15, 17, 19)	51
3.2.1.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido/isomésico	52
i. Mollisols	52
a) <i>Andic Hapludolls</i> (30, 31, 38, 39,40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59)	52
b) <i>Andic Hapludolls</i> (27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44).....	53
3.2.2. Dominio Fisiográfico: Sistema volcánico	54
3.2.2.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas.....	55
3.2.2.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido.....	55
i. Andisols	55
a) <i>Vitric Haplocryands</i> (62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78)	55
b) <i>Typic Melanocryands</i> (60, 61, 68, 70, 75).....	56
ii. Mollisols	57
a) <i>Pachic Haplocryolls</i> (69)	57
3.2.2.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico	57
i. Inceptisols	57
a) <i>Andic Dystrustepts</i> (79, 81, 82, 87).....	57
b) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (84).....	58
c) <i>Vitrantic Dystrudepts</i> (80).....	58
d) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (88).....	59
ii. Mollisols	60
a) <i>Andic Hapludolls</i> (83, 85, 89, 91, 92, 94).....	60
b) <i>Andic Hapludolls</i> (90).....	61
3.2.2.1.3. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico	61
i. Inceptisols	61
a) <i>Vitrantic Dystrudepts</i> (98)	61
b) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (99).....	62
c) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (100).....	63
d) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (102, 104).....	64
e) <i>Typic Dystrustepts</i> (103)	65
f) <i>Vitrantic Dystrudepts</i> (105)	65
g) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (106, 108).....	65
h) <i>Typic Dystrustepts</i> (107)	66
ii. Entisols.....	67
a) <i>Vitrantic Ustorthents</i> (95, 96, 97)	67
iii. Mollisols.....	67
a) <i>Vitrantic Haplustolls</i> (101)	67
3.2.3. Dominio Fisiográfico: Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....	68

3.2.3.1. Vertientes y relieves superiores e inferiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).....	68
3.2.3.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido.....	69
i. Mollisols	69
a) <i>Vitrandic Haplocryolls</i> (109, 110).....	69
3.2.3.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico	70
i. Andisols	70
a) <i>Pachic Vitric Melanudands</i> (114, 123, 127)	70
b) <i>Pachic Haplustands</i> (116, 124, 128).....	71
c) <i>Humic Haplustands</i> (126).....	72
d) <i>Pachic Haplustands</i> (130).....	72
e) <i>Typic Haplustands</i> (132, 133).....	73
ii. Inceptisols	73
a) <i>Vitrandic Dystrustepts</i> (115, 121, 122, 125, 129)	73
b) <i>Vitrandic Dystrustepts</i> (119, 120).....	74
iii. Mollisols.....	74
a) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (111)	74
b) <i>Pachic Haplustolls</i> (112, 113)	75
c) <i>Andic Haplustolls</i> (117, 118)	76
d) <i>Pachic Haplustolls</i> (131)	77
e) <i>Pachic Haplustolls</i> (134)	77
f) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (152)	78
3.2.3.1.3. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico	79
i. Mollisols	79
a) <i>Pachic Haplustolls</i> (135, 136, 155)	79
b) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (137, 138, 139).....	79
c) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (141)	80
d) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (142, 143, 144, 146, 147).....	82
e) <i>Typic Haplustolls</i> (148).....	82
f) <i>Pachic Haplustolls</i> (150)	83
g) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (151)	83
h) <i>Typic Haplustolls</i> (153).....	84
i) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (156)	84
j) <i>Pachic Haplustolls</i> (157).....	85
k) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (158)	86
l) <i>Pachic Haplustolls</i> (159, 160)	87
m) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (161).....	88
n) <i>Pachic Haplustolls</i> (162)	88
o) <i>Typic Haplustolls</i> (163, 164)	89
ii. Andisols.....	89
a) <i>Humic Haplustands</i> (140)	89
b) <i>Dystric Haplustands</i> (154).....	89
iii. Inceptisols	90
a) <i>Vitrandic Haplustepts</i> (149).....	90
3.2.4. Dominio Fisiográfico: Medio aluvial de sierra.....	90
3.2.4.1. Medio aluvial de sierra.....	91
3.2.4.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico	91
i. Mollisols	91
a) <i>Typic Haplustolls</i> (165, 166)	91
b) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (169, 185)	91
c) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (176)	92
d) <i>Oxyaquic Haplustolls</i> (180, 181).....	93
e) <i>Typic Haplustolls</i> (183).....	94
f) <i>Entic Haplustolls</i> (184).....	94
g) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (186).....	95
h) <i>Typic Haplustolls</i> (187).....	95
i) <i>Vitrandic Haplustolls</i> (188)	96
j) <i>Cumulic Haplustolls</i> (190)	96

ii. Inceptisols	97
a) <i>Vitrantic Haplustepts</i> (168).....	97
b) <i>Vitrantic Dystrudepts</i> (170)	97
c) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (175).....	98
d) <i>Vitrantic Haplustepts</i> (177).....	99
e) <i>Fluventic Haplustepts</i> (178)	99
f) <i>Vitrantic Dystrustepts</i> (179).....	100
g) <i>Vitrantic Dystrudepts</i> (189)	100
iii. Andisols	101
a) <i>Dystric Haplustands</i> (171).....	101
b) <i>Thaptic Ustivitrands</i> (172)	102
c) <i>Thaptic Ustivitrands</i> (173, 174)	102
iv. Entisols.....	103
a) <i>Typic Ustipsamments</i> (167)	103
b) <i>Typic Udifluvents</i> (182)	104
3.3. Resumen de resultados	104
3.3.1. Mollisols	106
3.3.1.1. Haplocryolls	107
3.3.1.2. Hapludolls.....	108
3.3.1.3. Haplustolls.....	108
3.3.2. Andisols	108
3.3.2.1. Haplocryands	109
3.3.2.2. Melanocryands	109
3.3.2.3. Melanudands	109
3.3.2.4. Haplustands	109
3.3.2.5. Ustivitrands.....	109
3.3.3. Inceptisols.....	109
3.3.3.1. Dystrudepts	110
3.3.3.2. Dystrustepts	110
3.3.3.3. Haplustepts	111
3.3.4. Entisols	111
3.3.4.1. Ustorthents	111
3.3.4.2. Udifluvents.....	111
3.3.4.3. Ustipsamments.....	112
4. VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	112
4.1. Datos de campo	112
4.2. Resultados.....	113
4.3. Resumen de resultados.....	115
4.3.1. Velocidad de infiltración Muy lenta	115
4.3.2. Velocidad de infiltración lenta.....	116
4.3.3. Velocidad de infiltración Moderadamente lenta	116
4.3.4. Velocidad de infiltración Moderada	116
4.3.5. Velocidad de infiltración Moderadamente rápida.....	117
4.3.6. Velocidad de infiltración Muy rápida.....	117
5. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	117
5.1. Resultados generales	117
5.2. Resumen de resultados.....	120
5.2.1. Agricultura y otros usos. Tierras arables	120
5.2.1.1. Clase III	120
5.2.1.2. Clase IV.....	122
5.2.2. Aprovechamiento forestal con fines de conservación.....	123

5.2.2.1. Clase VI.....	123
5.2.2.2. Clase VII.....	125
5.2.2.3. Clase VIII.....	126
6. DIFICULTAD DE LABRANZA.....	128
6.1. Resultados generales	128
6.2. Resumen de resultados.....	130
6.2.1. Tierras arables.....	131
6.2.1.1. Clase 2	131
6.2.1.2. Clase 3	132
6.2.1.3. Clase 4	133
6.2.1.4. Clase 5	135
7. AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA	137
7.1. Resultados generales	137
7.2. Resumen de resultados.....	139
7.2.1. Tierras con amenaza Media a erosión hídrica.....	140
7.2.2. Tierras con amenaza Alta a erosión hídrica	141
7.2.3. Tierras con amenaza Muy Alta a erosión hídrica.....	142
8. CONCLUSIONES.....	143
8.1. Geopedología	143
8.2. Velocidad de infiltración.....	146
8.3. Capacidad de uso de las tierras.....	146
8.4. Dificultad de labranza	147
8.5. Amenaza a erosión hídrica.....	149
9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	152
10. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS DE SUELOS Y AGRICULTURA	157
11. ANEXOS	173

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 Sierra.....	31
Cuadro 2.6. Resumen de las clases de Capacidad de uso de las tierras para la región Sierra	32
Cuadro 2.7. Resumen de las subclases de Capacidad de uso de las tierras en función de los factores limitantes analizados.....	33
Cuadro 2.8. Parámetros que definen las clases de Dificultad de labranza	38
Cuadro 2.9. Resumen de las clases de Dificultad de labranza.....	39
Cuadro 2.10. Resumen de las subclases de Dificultad de labranza de las tierras en función de los factores limitantes analizados.....	40
Cuadro 2.11. Clasificación de los valores del Índice de Susceptibilidad a la erosión hídrica	44
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.....	44
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.....	45
Cuadro 2.14. Resumen de las clases de Amenaza a erosión hídrica de los suelos	45
Cuadro 3.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas, superficie muestreada por tipología de muestreo.....	47
Cuadro 3.2. Órdenes de suelos en el cantón Penipe	106
Cuadro 3.3 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Mollisols en el cantón Penipe	107
Cuadro 3.4 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Andisols en el cantón Penipe	108
Cuadro 3.5. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Inceptisols en el cantón Penipe	110
Cuadro 3.6. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Entisols en el cantón Penipe	111
Cuadro 4.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas y tipología de ensayo de infiltración realizado	113
Cuadro 4.2 Rangos de velocidad de infiltración del cantón Penipe.....	115

Cuadro 5.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de capacidad de uso identificadas en el cantón Penipe y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio	120
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	122
Cuadro 5.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase IV de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas	123
Cuadro 5.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VI de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas	124
Cuadro 5.5. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas	126
Cuadro 5.6. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VIII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas	127
Cuadro 6.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de dificultad de labranza identificadas en el cantón Penipe y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio.....	130
Cuadro 6.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 2 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas	131
Cuadro 6.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 3 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas	133
Cuadro 6.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 4 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas	135
Cuadro 6.5. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 5 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas	136
Cuadro 7.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de amenaza a erosión hídrica identificadas en el cantón Penipe y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio	139
Cuadro 8.1. Prácticas de manejo de los suelos en función de la clase de dificultad de labranza	149
Cuadro 8.2. Sistemas de gestión de la erosión hídrica en función de la clase de amenaza erosiva de las tierras.....	151

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 Penipe en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000	46
Figura 3.2. Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados	48
Figura 3.3. Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón Penipe	105
Figura 4.1 Ubicación de los sitios donde se realizaron los ensayos de infiltración.....	112
Figura 4.2 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón Penipe	114
Figura 5.1. Ubicación geográfica de clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón	118
Figura 6.1. Ubicación geográfica de clases de dificultad de labranza de las tierras en el cantón.....	128
Figura 7.1. Ubicación geográfica de clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón.....	137

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	29
Gráfico 2.4. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Dificultad de labranza de los suelos	36
Gráfico 2.5. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la amenaza a erosión hídrica de los suelos	43
Gráfico 3.1 Representación de la distribución porcentual de los órdenes de suelos en el cantón Penipe	106
Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las clases de Velocidad de infiltración de los suelos en el cantón Penipe.....	114
Gráfico 5.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón.....	119
Gráfico 6.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de dificultad de labranza de los suelos en el cantón.....	129
Gráfico 7.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón.....	138

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.....	141
Foto 7.2. Zonas con amenaza Alta a erosión hídrica en el cantón	142

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.

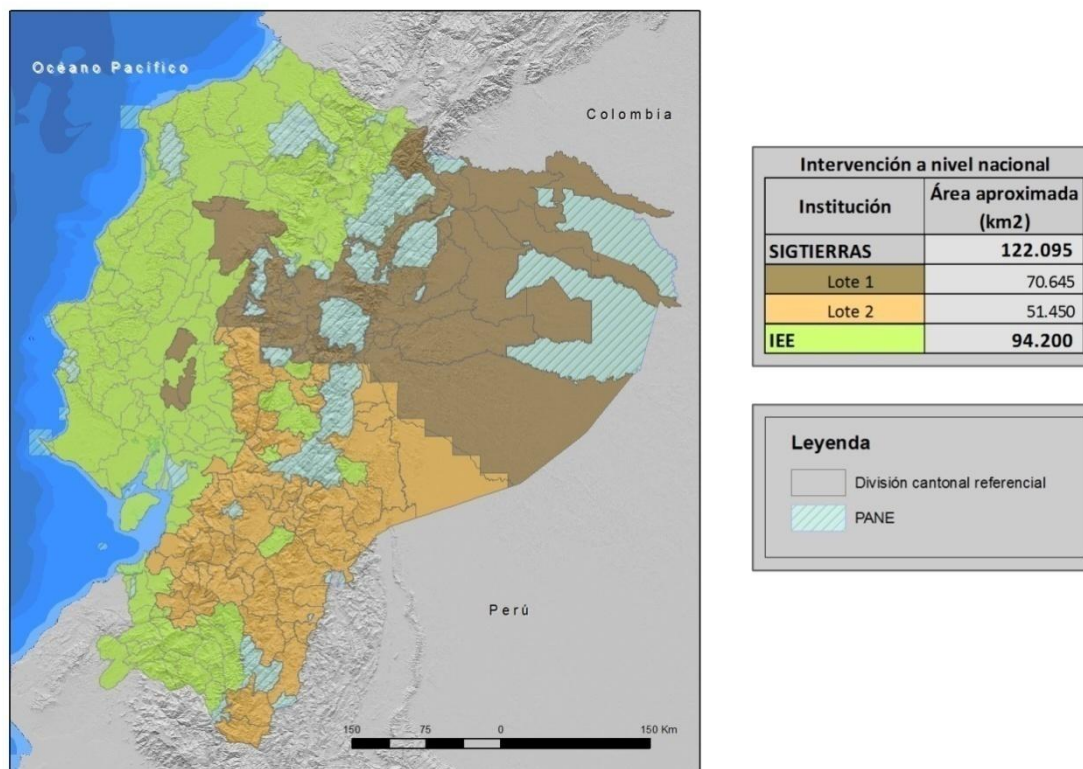
El proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

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 km², 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 km²; y,
2. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km² 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 la metodología del IEE y busca complementarlo en el territorio continental del Ecuador para alcanzar un cubrimiento a nivel nacional. Cabe indicar que no forma parte de este estudio el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (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 territorio específico. 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).

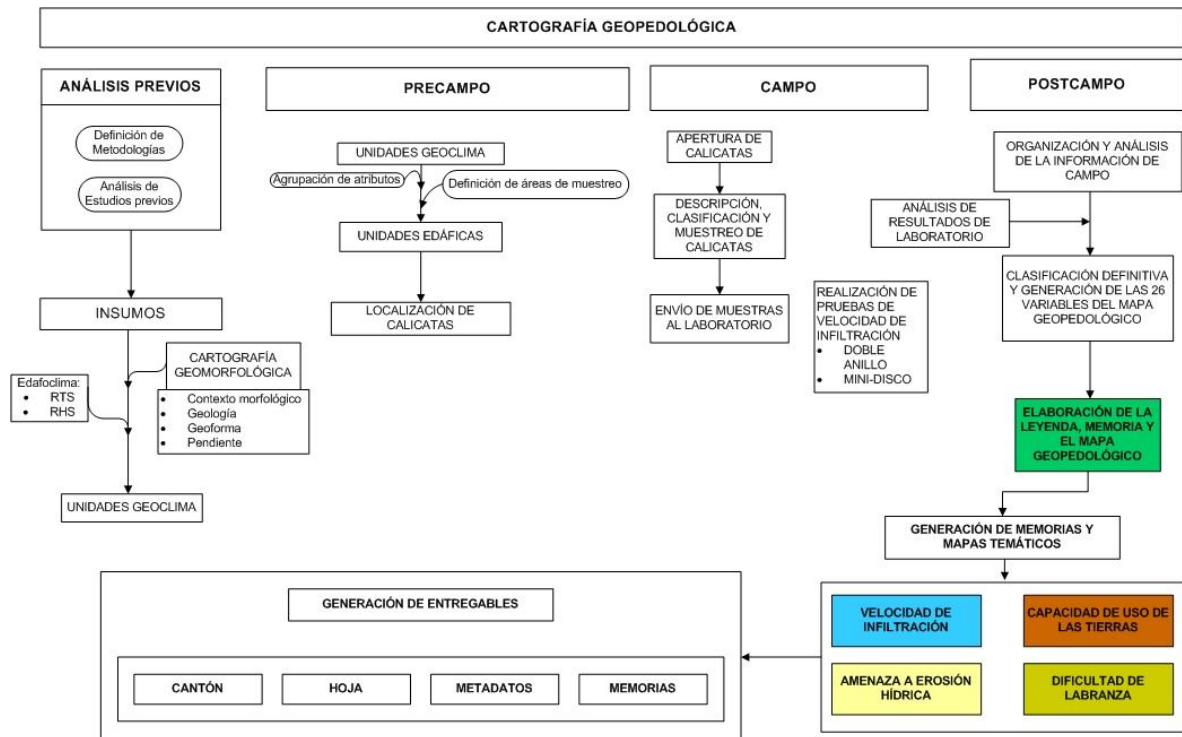
2.2. Levantamiento geopedológico

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 Amazonia, 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 km².

- **Zonas de reconocimiento**

En estas áreas se cumple con el requerimiento de describir, al menos, un perfil de suelo por cada 200 km². 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 ³
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 fosfato	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, 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 (*SSS-USDA*, 2006 y 2010),



clasificación a nivel de Subgrupo (SSS-USDA, 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.

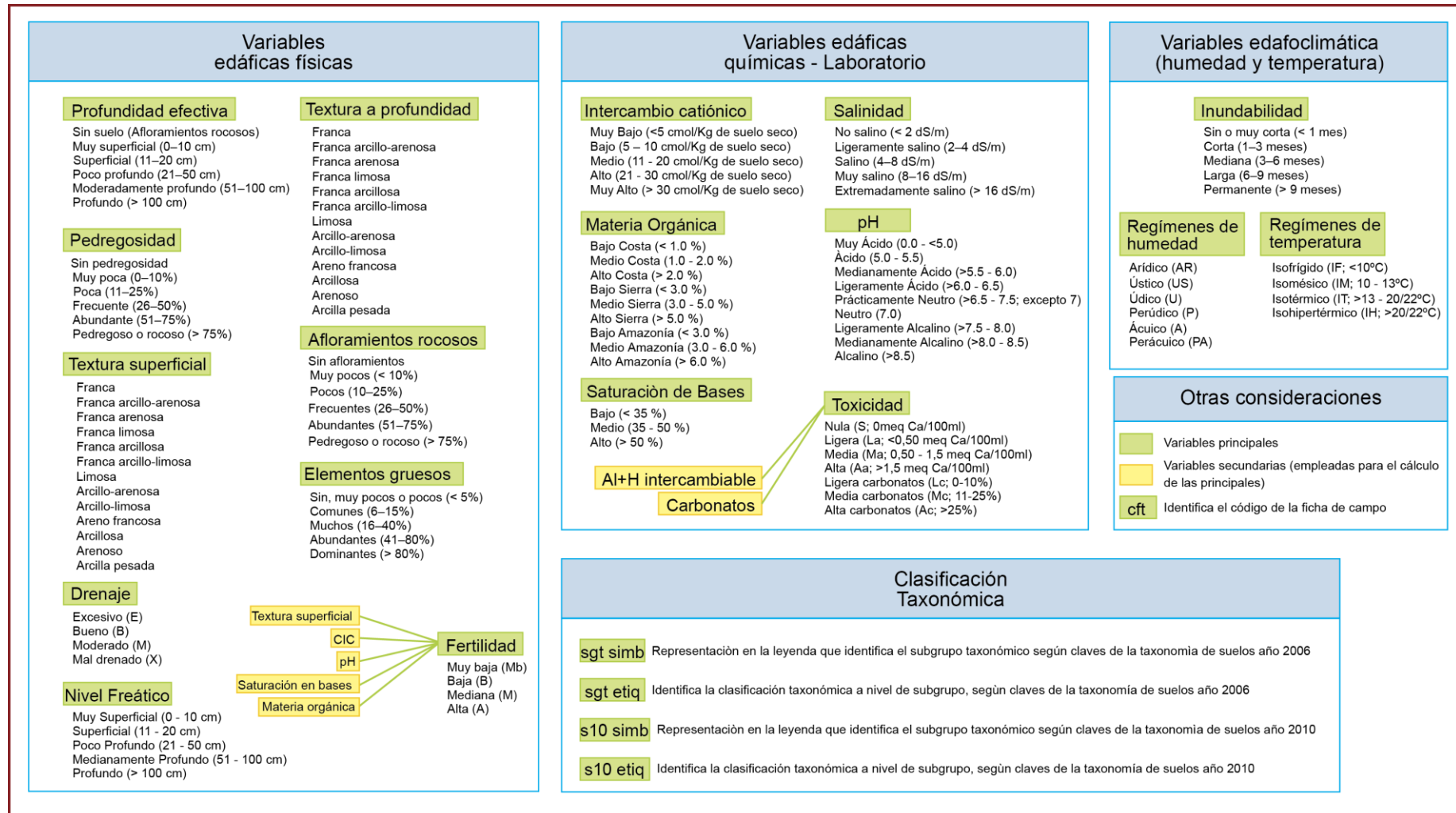
Como se puede observar, estas variables son de diferente naturaleza; algunas derivan directamente de las “unidades geoclima” (regímenes de humedad y temperatura), otras se obtienen a partir de las descripciones en campo (pedregosidad, afloramientos rocosos, etc.) y otras proceden de los análisis de laboratorio (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.

La fertilidad 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.

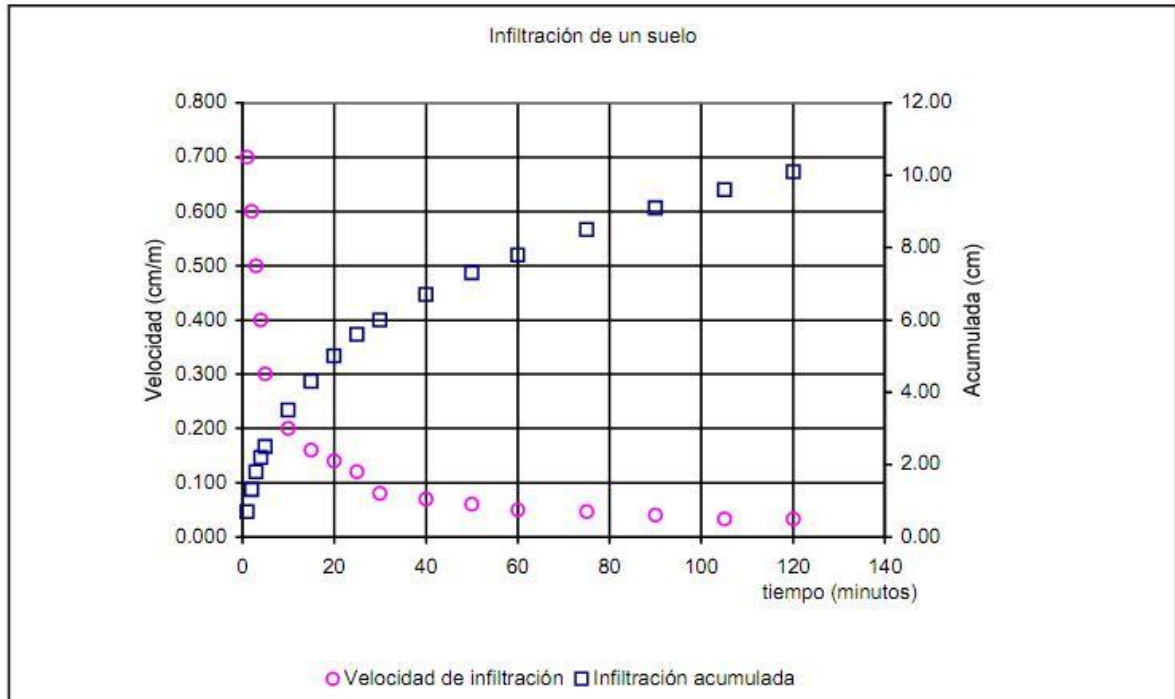
2.3.2.3. Fase postcampo

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 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^2)

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:

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

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

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							
	α	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 del 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 1:50.000 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

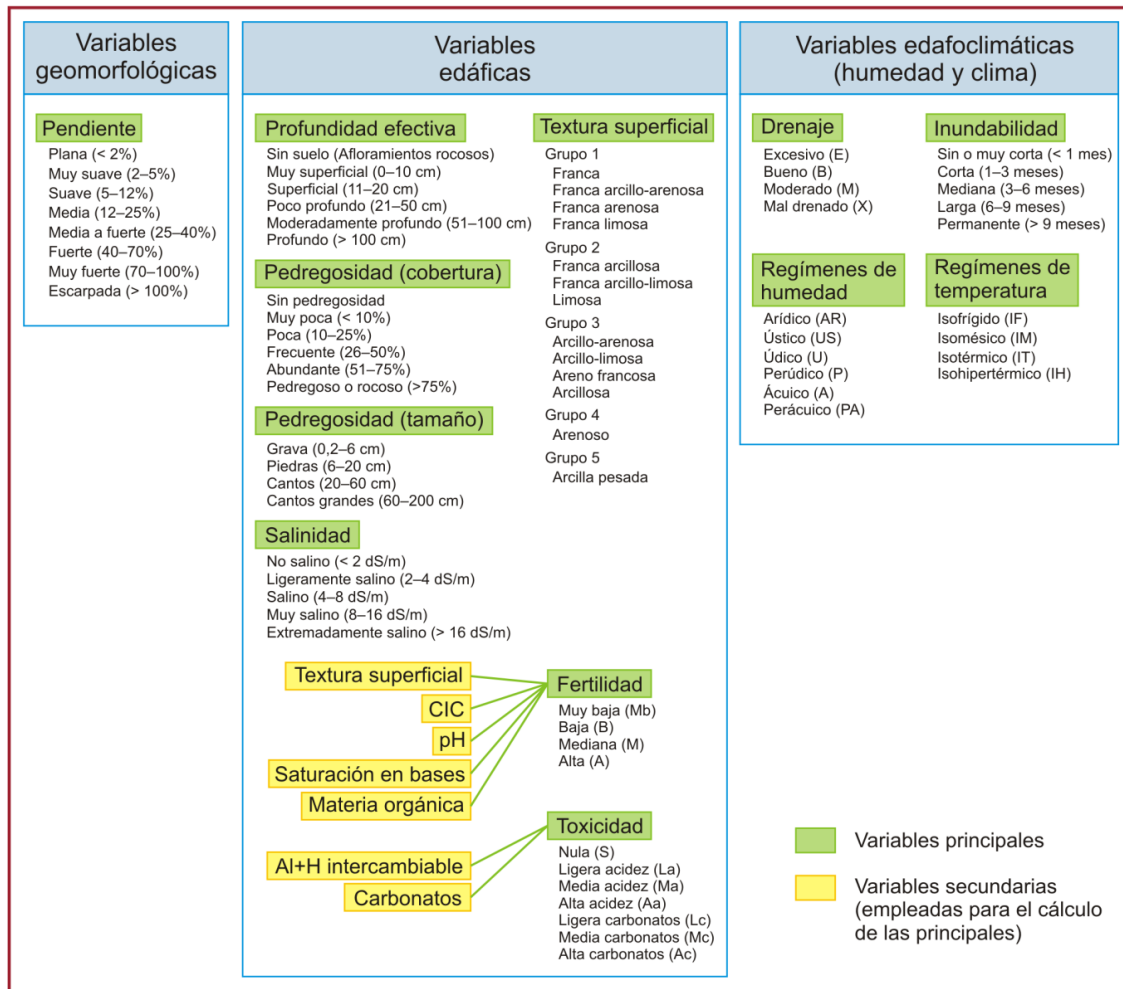
La elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras se realiza con la información levantada en campo en combinación con la del Mapa Geopedológico, en el que cada unidad edáfica tiene asignada una calicata.

Para la aplicación del modelo se incluyen variables geomorfológicas; edáficas, tanto físicas como químicas; y edafoclimáticas. Cada una de estas variables es categorizada e



introducida secuencialmente en el modelo, a través de matrices de decisión de doble entrada, con el objetivo de obtener una clasificación de la 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



Combinación de variables en matrices de decisión de doble entrada

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	Erosión (e) { (e1) – 2-5% (e2) – 5-25% (e3) – Mayor a 25%
			Suelo (s) { (s1) – Profundidad efectiva (s2) – Textura (s3) – Pedregosidad (s4) – Fertilidad (s5) – Salinidad (s6) – Toxicidad
Aprovechamiento forestal o fines de conservación	VI	Tierras con limitaciones fuertes, para pastos y bosques	Humedad (h) { (h1) – Drenaje (h2) – Inundación
	VII	Tierras con limitaciones muy fuertes, para pastos y bosques	
	VIII	Tierras con muy severas limitaciones para cualquier uso	Clima (c) { (c1) – RHS (c2) – RTS

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 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 Sierra

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
Erosión	Pendiente (%)	Menor a 2	Menor a 5	Menor a 12	Menor a 25	Hasta 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
Suelo	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
Humedad	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 y corta	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
Climático	Regímenes de humedad del suelo	Údico	Údico y Ústico	Údico y Ústico	Údico y Ústico	Údico, Ústico, Perústico, Ácuico, Perácuico y Arídico	Údico, Ústico y Perústico	Údico, Ústico Perústico y Arídico	Údico, Ústico Perústico, Ácuico, Perácuico y Arídico
	Regímenes de temperatura del suelo	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico, isomésico e isofrígido

Fuente: Adaptado del CONAGE, 2010.

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

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 ₁ (francos, franco-arcillo-arenosos, franco-arenosos y franco-limosos). Se presenta en el régimen de humedad clasificado como údico y en la zona de temperatura isohipertérmica e isotérmica. Las tierras de la clase 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 limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, son de textura superficial del grupo textural G ₁ , G ₂ (franco-arcillosos, franco-arcillo-limoso, limosos) y G ₃ (arcillo-arenosos, 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 limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, son de textura del grupo textural G ₁ , G ₂ y G ₃ , pueden presentar drenaje excesivo, bueno y moderado. Incluyen a suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico y ústico, y los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmico e isotérmico. Por las limitaciones que presentan estas tierras, 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 tienen 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 del suelo údico y ústico, y en los regímenes de temperatura del suelo son 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 a suelos profundos pero con severas limitaciones en cuanto a drenaje y pedregosidad. Éstos 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 a 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 del suelo údico, ústico, perústico, ácuico, perácuico y arídico, y en los regímenes de temperatura del suelo son 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, ocasionalmente pueden incluir cultivos permanentes y pastos. Son de textura variable, tienen drenaje de excesivo a mal drenado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico y perústico, y los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos, isotérmicos e isomésicos.
		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 del suelo údico, ústico, perústico y arídico, y en los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos, isotérmicos e isomésicos. Muestran condiciones para uso forestal con fines de conservación.
		CLASE VIII	VIII	Suelos en cualquier tipo de pendiente, son superficiales a profundos, son de textura y drenaje variables. Pueden ser suelos muy pedregosos o no pedregosos; en cuanto a la salinidad ésta clase de tierras incluye a las de reacción muy salina. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico, perústico, ácuico, perácuico y arídico, y en los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos, isotérmicos, isomésico e isofrígidos. 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 suelo, adquiridas 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

Factores	Descripción
Erosión (e)	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.
Suelo (s)	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.
Humedad (h)	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.
Clima (c)	Estas limitaciones se deben a distintas características climáticas que pueden afectar al desarrollo de los cultivos dependiendo de los regimenes de humedad y de temperatura del suelo, íntimamente relacionados con las condiciones climáticas ambientales.
(c1)	Se utiliza para identificar limitantes de clima por regimenes de humedad del suelo ústico, árido, perúico 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 que se dispone, además de los registros climáticos. Por tanto, para la

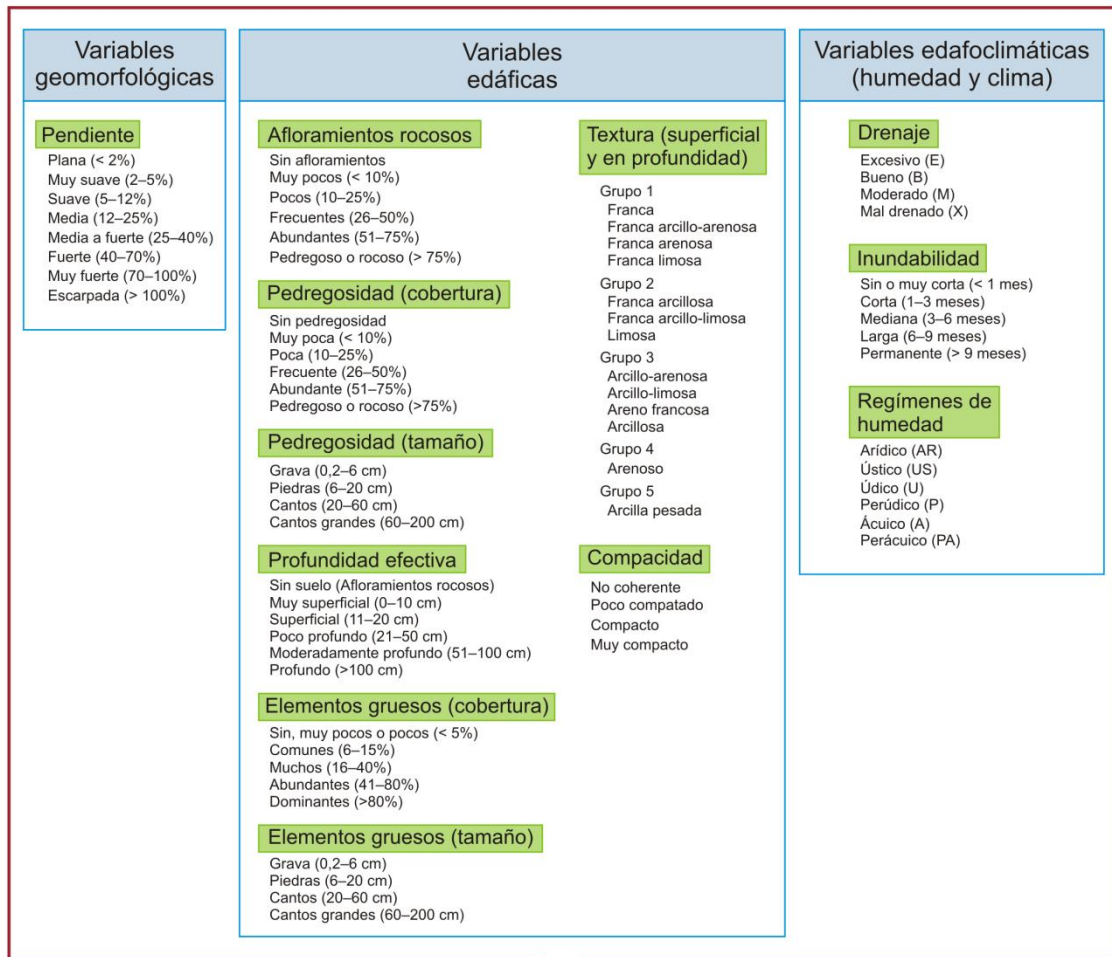


elaboración del Mapa de Dificultad de labranza se parte también de la información levantada en campo en combinación con el mapa geopedológico.

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> </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	Erosión (e)	<ul style="list-style-type: none"> (e1) – 5-12% (e2) – 12-40% (e3) – Mayor a 40%
		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="9">No arable</td><td rowspan="4">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	Suelo (s)	<ul style="list-style-type: none"> (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 						
			No arable	5	Tierras con dificultades para la labranza muy fuertes. No permiten el uso agrícola						
					Humedad (h)	<ul style="list-style-type: none"> (h1) – Drenaje (h2) – Inundación 					
					Clima (c)	<ul style="list-style-type: none"> (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	
Erosión	Pendiente (%)		Menor de 5	Menor a 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
Suelo	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, Pocas (<25)	Sin, Muy pocas, Pocas, Frecuentes (<50)	Sin, Muy pocas, Pocas, 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	
Humedad	Drenaje		Bueno	Bueno	Bueno o moderado	Excesivo, bueno, moderado o mal drenado	Cualquiera
	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
Climático	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
ARABLE	1	Sin	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.
	2	Baja	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.
	3	Media	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.
	4	Alta	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.
NO ARABLE	5	No arable	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.
No aplicable			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
Erosión (e)		
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%.
Suelo (s)		
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.
Humedad (h)		
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.
Clima (c)		
Régimen de humedad	(c1)	Se utiliza para identificar limitantes de clima por regímenes 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

Textura	Profundidad	Pendiente	Materia Orgánica	Longitud vertiente	Forma de Vertiente	Grado de protección vegetal	Ponderación de Saaty (1980)		
							Variables	Peso	
Arcilla pesada	1	Profunda	1	0-5%	1	Alto	1	Pendiente	0,32
Arcilla Arcillo limosa Franco Arcillo Arenosa Franco Arcilla limosa Franco Arcillosa Arcillo arenosa	2	Mod. profunda	2	5-12%	2	Medio	3	Grado de protección vegetal	0,27
		Poco profunda	3	12-25%	2	Bajo	4	Textura	0,15
		Superficial	4	25-40%	3			Materia orgánica	0,13
		Muy superficial	4	40-70%	3			Profundidad	0,06
				> 70%	4			Longitud de la vertiente	0,04
							Forma de la vertiente	0,03	
Franco limosa Franco Arenosa Franca Limosa	3								
Areno-francosa Arena (Muy fina, fina, media, gruesa)	4								



Agresividad Pluvial					
COSTA		AMAZONÍA		SIERRA	
(< 50) Baja	1	(< 150) Baja	1	(< 50) Baja	1
(50-150) Media	2	(150-250) Media	2	(50-75) Media	2
(150-350) Alta	3	(250-350) Alta	3	(75-100) Alta	3
(> 350) Muy alta	4	(> 350) Muy alta	4	(> 100) Muy alta	4



Índice de susceptibilidad a erosión hídrica (ISE)	
Baja	(< 2,00)
Media	(2,01-2,75)
Alta	(2,76-3,50)
Muy alta	(3,51-4,00)



MATERIA ORGÁNICA

		AGRESIVIDAD PLUVIAL (mm)			
		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: 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 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
Sin erosión	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.
Baja	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.
Media	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
Alta	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.
No aplicable	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.

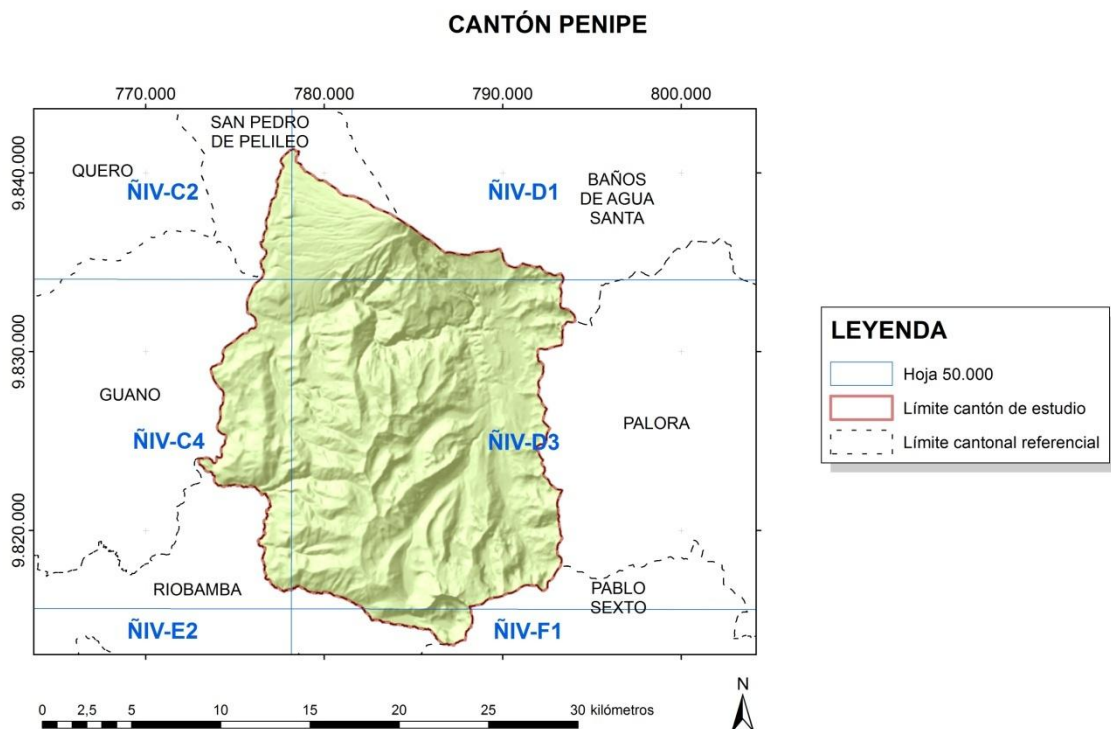
Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. Componente 2. CLIRSEN, 2011a.

3. LEVANTAMIENTO GEOPEDOLÓGICO

3.1. Datos de campo

El cantón Penipe se encuentra contenido entre cinco cartas u hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar-IGM denominadas Quero ÑIV_C2, Guano ÑIV_C4, Baños ÑIV_D1, Palitahua ÑIV_D3, Volcán El Altar ÑIV_F1, como se muestra en la siguiente Figura 3.1:

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



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Territorialmente, el cantón Penipe tiene una superficie de aproximadamente de 37.095 ha, de las cuales, el presente estudio contempla 36.361 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*
Palitahua	ÑIV_D3	21 del 01 al 05 de 02 de 2015	23	25.664	70,58
Guano	ÑIV-C4	10 al 15 del 09 de 2014	33	4.973	13,68
Baños	ÑIV-D1	09 al 14 del 09 de 2014	1	4.314	11,86
Quero	ÑIV-C2	18 al 21 del 09 de 2014	4	855	2,35
Volcán el Altar	ÑIV-F1	19 del 09 de 2014	0	555	1,53
Total			61	36.361	100

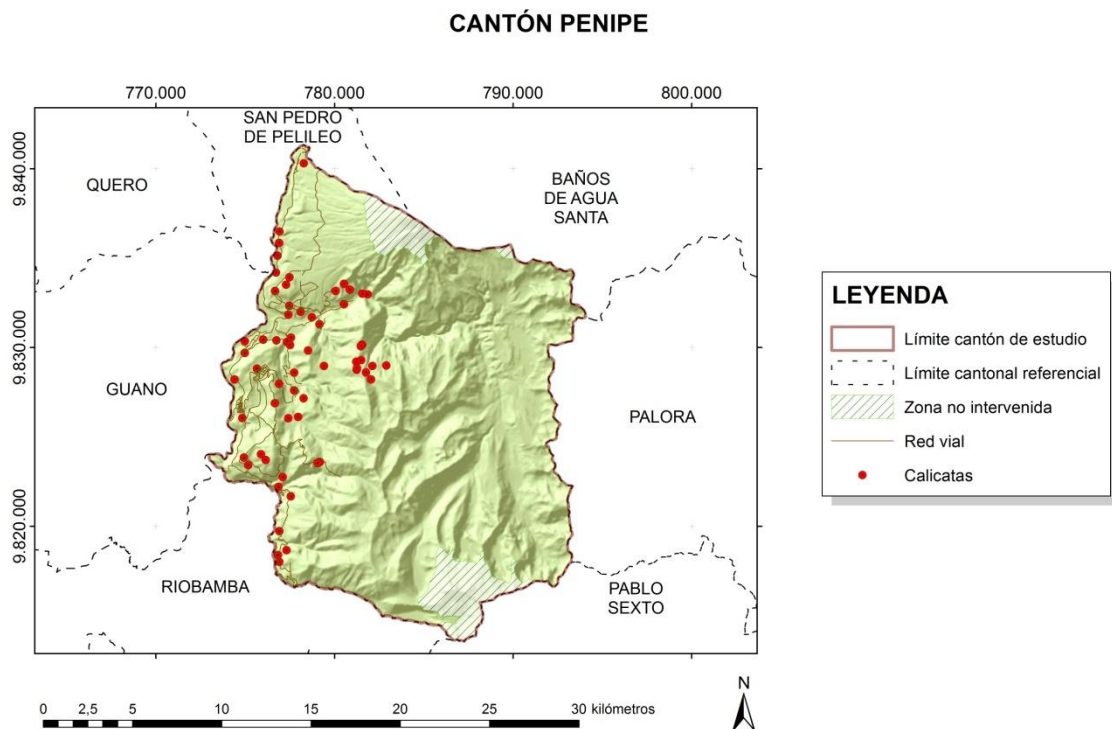
* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

** 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 Penipe se realizó la descripción de 61 perfiles dentro del territorio entre el 9 de septiembre de 2014 al 05 de febrero de 2015, de los cuales se han usado 51 para dotar de información al mapa y, 10 las denominadas calicatas secundarias, para complementar dicha información. También se han utilizado 19 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 Penipe. Este cantón se ubica en la región Sierra y presenta cuatro dominios fisiográficos:

- Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real
- Sistema volcánico
- Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas
- Medio aluvial de Sierra

3.2.1. Dominio Fisiográfico: Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras andinas, Occidental y Oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean -los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm.

En el cantón Penipe, este dominio posee una gran representación, ya que ocupa casi toda la mitad oriental del cantón (170 km²). Estos paisajes forman parte de la Cordillera Real (sector central, a la altura de Riobamba), donde se pueden encontrar relieves de gran elevación. En el caso concreto del cantón Penipe, las Cimas frías muestran altitudes que van desde 3.200 msnm hasta los 4.400 msnm. Sus relieves son muy agrestes y están surcados por numerosas formas de erosión glacial -en especial valles glaciares, que llegan a ser coalescentes- así como depósitos glaciares. No se observan aquí paisajes periglaciares ni páramos.

3.2.1.1. Paisajes Glaciares

Se presentan en las tierras más frías de las Cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglacialismo actual.

En numerosos puntos de la Sierra, la morfología glacial muestra buenos ejemplos de circos y valles glaciares. Los circos forman estructuras con forma de anfiteatro, con paredes verticales y fondo plano, de los que frecuentemente salen los valles glaciares, de perfil en U, que surcan estos relieves e imprimen sus modelados "en hueco" característicos. Estos valles presentan cubetas de sobreexcavación y rellenos morrénicos, que dan lugar a multitud de hondonadas pantanosas y pequeños lagos.

En la zona central de la Cordillera Real, donde se ubica el cantón Penipe, estos paisajes presentan una potente cobertura piroclástica. Estas rocas (Volcánicos El Altar, en este sector de la cordillera) han fosilizado los modelados glaciares preexistentes, de manera que variaciones topográficas originales han quedado suavizadas. Asimismo, han cubierto gran parte de la litología preexistente (rocas metamórficas Paleozoicas de la Serie Llanganates), que actualmente sólo aflora en lugares concretos, donde la incisión fluvial ha retirado la cobertera volcánica. Hacia el este, conforme va disminuyendo la altitud del relieve, las acumulaciones piroclásticas desaparecen y el basamento metamórfico vuelve a aflorar en superficie.

En el cantón Penipe, los paisajes glaciares ocupan la mitad oriental del área de estudio casi por entero, con un total de 170 km². Se empiezan a manifestar a partir de 3.200 msnm y llegan hasta los 4.400 msnm. Muestra abundantes formas de erosión glacial, como valles

glaciares, circos, cubetas, etc. También se pueden encontrar importantes depósitos glaciares, en forma de morrenas de diverso tipo o como material re trabajado (depósito glaciar modelado por la acción fluvial). La morfología general de la sierra en este punto parece provenir inicialmente de un gran domo o abombamiento montañoso, con una importante superficie por encima de 3.000 metros de altitud. Ello permitió, durante el Cuaternario, la acumulación de gran cantidad de hielo hasta formar un casquete, lo cual indujo el desarrollo de numerosos glaciares, que esculpieron las morfologías observadas en la actualidad. En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

3.2.1.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido

El régimen de temperatura isofrígido indica temperaturas de menos de 10°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. Los suelos isofrígidos pueden también tener un régimen de temperatura cryico (adaptado FAO, 2009).

i. Mollisols

a) *Andic Haplocryolls (2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 18, 20, 21, 22, 23)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), Depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas Interfluvio de cimas estrechas, vertiente de valle glaciar, vertiente rectilínea, interfluvio de cimas estrechas, morrena lateral, valle glaciar colgado, morrenas, en pendientes suaves (>5-12 %), medias (>12-25 %), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%) y muy fuertes.

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/C1/C2, superficial (20 cm) a esta profundidad presenta común piedras, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (A) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte (C1) de 45 cm de espesor, color pardo (7.5YR 4/3), textura franco-arenosa y estructura tipo masiva. Finalmente un horizonte (C2) de 65 cm de espesor, color pardo-amarillento claro (10YR 6/4), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Las principales características son presencia de epipedón mólico y ubicación en un régimen isofrígido, adicional presenta una densidad aparente de menos de 1 g/cm³ y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 7646 ha que representa el 21,03% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_D3-93-0001.

b) Pachic Haplocryolls (24, 25, 26)

Estos suelos están desarrollados a partir de los depósitos glaciares (Till, tillita Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), depósitos fluvio glaciares (Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas), depósitos superficiales (Depósitos superficiales indiferenciados), dentro de las geoformas denominadas fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, morrena lateral, en pendientes suaves (>5-12 %), medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw/2C, profundo (120 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro-rojizo (2.5YR 2.5/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 55 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 35 cm de espesor, color negro-rojizo (2.5YR 2.5/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo prismática subangular. Finalmente un horizonte (2C) de 20 cm de espesor, color negro (5YR2.5/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Las principales características son presentar un epipedón mólico y ubicación en un régimen isofrígido, adicional poseen un mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad údico y las velocidades de infiltración de esta unidad de suelos son: lenta (1,5 a 5 mm/h) y moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 805 ha que representa el 2,21% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0004.

ii. Andisols

a) Vitric Haplocryands (1, 5, 13, 14, 15, 17, 19)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatéxico de Azafrán), y a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), depósitos fluvio glaciares (Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas), dentro de las geoformas denominadas interfluvio de cimas estrechas, vertiente de valle glaciar, vertiente heterogénea con fuerte disección, valle glaciar colgado, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, colada de lava antigua, morrena lateral, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, en pendientes muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%), medias (>12-25%), medias a fuertes (>40-70%), fuertes (>40-70 %), muy fuertes (>70-100 %) y escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C1/C2, profundo (157 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte (C1) de 95 cm de espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (C2) de 32 cm de espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fosfato, siendo esta su principal característica, adicional presenta una retención de humedad de menos de 15% a 1500 kPa en una capa de 25 cm o más dentro de 100 cm de profundidad. Se determinó una baja densidad aparente en campo que da cuenta de propiedades ándicas.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 2.558 ha que representa el 7,03% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C2-92-0017.

3.2.1.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido/isomésico

El régimen de temperatura isofrígido/isomésico indica temperaturas menores a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009). El régimen de temperatura isofrígido/isomésico responde a la ubicación del presente contexto en una zona de transición térmica.

i. Mollisols

a) Andic Hapludolls (30, 31, 38, 39,40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatéxico de Azafrán), y a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), depósitos aluviales (cono de deyección) (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables), depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), depósitos fluvio glaciares (Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas), Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de las geoformas denominadas vertiente rectilínea, superficie inclinada, interfluvio de cimas estrechas, vertiente de valle glaciar, vertiente heterogénea, coluvión antiguo, superficie de cono de

deyección, morrena lateral, valle glaciar colgado, morrenas, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, vertiente abrupta, en pendientes muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%), medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), y muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C, profundo (165 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color negro-rojizo (2.5YR 2.5/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 45 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (C) de 95 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases mayor al 50%. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presenta una reacción al NaF ligera.

A pesar de que algunos de los datos analíticos reportados para esta calicata no cumplen con los rangos exigidos por la *Soil Taxonomy*, las observaciones en campo y el entorno edáfico en el que se ha desarrollado el suelo, justifican su clasificación.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 3.466 ha que representa el 9,53% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0002.

b) *Andic Hapludolls* (27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), y a partir de depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de las geofomas denominadas vertiente abrupta, interfluvio de cimas redondeadas, superficie inclinada, vertiente de valle glaciar, vertiente heterogénea, vertiente rectilínea, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, colada de lava antigua, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%) y escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw/2C1/2C2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón mólico (A) de 40 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C1) de 20 cm de espesor, color rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2), textura arena gruesa en campo y

estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (2C2) de 20 cm de espesor, color gris-rojizo oscuro (2.5YR 3/1), textura franca en campo.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presenta una densidad aparente de menos de 1 g/cm³ y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.756 ha que representa el 4,83% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0003.

3.2.2. Dominio Fisiográfico: Sistema volcánico

Los volcanes andinos, en número que supera el centenar, representan un importante papel geomorfológico en todo el Ecuador. Por una parte, los propios edificios volcánicos son en sí mismos destacados hitos paisajísticos que realzan el relieve de las dos cordilleras, Occidental y Oriental, así como del propio corredor o valle interandino. Por otra, los depósitos piroclásticos que han generado, fundamentalmente de cenizas y lapilli en sus últimos episodios, han recubierto con una espesa capa cerca de las dos terceras partes de la Sierra central y septentrional, así como amplias extensiones de las regiones Costa y, más localmente, Amazonía.

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes Cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Los volcanes Chimborazo, Tungurahua, Altar o Nevado de Carihuairazo son magníficos ejemplos en el entorno del cantón Penipe. Algunos de ellos -los más antiguos- como el volcán Huisla, al noroeste de Penipe, aparecen muy erosionados y, a veces, son difícilmente identificables morfológicamente. En los que se presentan los edificios volcánicos bien o muy bien conservados, la gran mayoría, se pueden establecer diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glaciar superpuesto, que en ocasiones es ausente. De estos edificios bien conservados, el más destacable es el Tungurahua, pues permanece activo en la actualidad.

En el cantón Penipe, este dominio está bien representado, ocupando 81 km² aproximadamente (el 23% del total del área de estudio). La mayor parte se localiza en el sector septentrional del cantón y corresponde al cono del volcán Tungurahua, de más de 5.000 metros de altitud. Al sur del área de estudio aparece de nuevo este dominio, en menor cuantía y asociado al edificio volcánico de El Altar, otro estratovolcán de altura aún mayor que el anterior, 5.319 msnm. Estos volcanes han condicionado en gran medida la geología de la región desde el Cuaternario, al cubrir el basamento de rocas metamórficas con potentes capas de piroclastos y lavas en la mayor parte del cantón.

3.2.2.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen los conos volcánicos y formas menores incluidas en ellos (conos adventicios, cráteres, lagunas en fondos de cráter o caldera, etc.) y un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, flujos de piroclastos, coladas de lava, lahares, etc.

En el cantón, este contexto tiene una gran importancia. Ocupa toda la superficie del dominio fisiográfico *Sistema volcánico*, 81 km². Representa tanto el cono del volcán Tungurahua (al norte del cantón) como las primeras estribaciones de El Altar (situado al sur). Las litologías predominantes corresponden a los materiales de origen ígneo efusivo expulsados por ambos volcanes, que en el caso del Tungurahua corresponden a lavas de composición basáltica y piroclastos. El volcán El Altar, por otro lado, se compone de lavas intermedias y básicas y tobas.

Hay que destacar también las morfologías relacionadas con el glaciario Cuaternario asociadas a conos volcánicos. Muchos de los grandes volcanes ecuatorianos tienen un modelado glaciar evidente, salvo aquellos que presentan actividad actual. En concreto y dentro del cantón, sirve de ejemplo el Tungurahua, casi sin signos de glaciario ni hielos perpetuos debido a su intensa actividad. El cono de El Altar, por otro lado, muestra mayores indicios de modelado glaciar, así como un casquete glaciar permanente.

3.2.2.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido

El régimen de temperatura isofrígido indica temperaturas de menos de 10°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. Los suelos isofrígidos pueden también tener un régimen de temperatura cryico (adaptado FAO, 2009).

i. Andisols

a) *Vitric Haplocryands* (62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78)

Estos suelos están desarrollados sobre la Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), depósitos fluvio glaciares (Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas), dentro de las geoformas denominadas interfluvio de cimas estrechas, vertiente de valle glaciar, interfluvio de cimas redondeadas, vertiente heterogénea con fuerte disección, valle glaciar colgado, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, colada de lava antigua, morrena lateral, morrena de fondo, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, en pendientes muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%), medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%), escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C1/C2, profundo (157 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte (C1) de 95 cm de

espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (C2) de 32 cm de espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Su principal característica es una retención de humedad de menos de 15% a 1500 kPa en una capa de 25 cm o más dentro de 100 cm de profundidad. Se determinó una baja densidad aparente en campo que da cuenta de propiedades ándicas.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 2.558 ha que representa el 7,03% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C2-92-0017.

b) Typic Melanocryands (60, 61, 68, 70, 75)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), Depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), Depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas como sin actividad volcánica actual e intenso retoque glacial, coluvio-aluvial antiguo, morrena lateral, fondo de valle glacial, en pendientes muy suaves (>2-5%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2, profundo (145 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (Ap) de 48 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF media. Subyace un epipedón melánico (A1) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Finalmente un epipedón melánico (A2) de 47 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares y angulares, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fósforo. Las principales características son la presencia de epipedón melánico y estar ubicado en régimen isofrío.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.361 ha que representa el 3,74% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_E1-88-0001.

ii. Mollisols

a) *Pachic Haplocryolls (69)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), Depósitos fluvio glaciares (Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas), Depósitos superficiales (Depósitos superficiales indiferenciados), dentro de las geoformas denominadas fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, morrena lateral, en pendientes suaves (>5-12%), medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 805 ha que representa el 2,21% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0004.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 24.

3.2.2.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico

El régimen de temperatura isomésico indica temperaturas de 10 a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

i. Inceptisols

a) *Andic Dystrustepts (79, 81, 82, 87)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, en pendientes medias a fuertes (>25-40%), muy fuertes (>70-100%), escarpadas (>100-150%), abruptas (> 200 %).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/2C/2Bw2/3C/Ab/4C/5C1/2Ab, moderadamente profundo (52 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 22 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Continúa un horizonte (2C) de 4 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franco-limosa en campo. Continúa un horizonte cámbico (2Bw2) de 12 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (3C) de 8 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franco-arenosa en campo, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte enterrado (Ab) de 34 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (4C) de 8 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3), textura areno-francosa en campo, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (5C1) de 19 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura arena fina en campo, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte enterrado (2Ab) de 33 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), presencia de moteados de abundancia pocos y

color pardo (7.5YR 4/4), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional muestra una densidad aparente de menos de 1 g/cm³ y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 792 ha que representa el 2,18% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D1-90-0008.

b) Vitrandic Dystrustepts (84)

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw1/Bw2, profundo (145 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 25 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 37 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw1) de 43 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 132 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-86-0005.

c) Vitrandic Dystrudepts (80)

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), y a partir de depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de las geoformas

denominadas como muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes media a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/2Bw1/2C1/2C2/3C1/3C2/4Ab/4C, moderadamente profundo (53 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 11 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 25 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (2Bw1) de 17 cm de espesor, color pardo claro (7.5YR 6/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C1) de 17 cm de espesor, color pardo claro (7.5YR 6/3), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo masiva. Continúa un horizonte (2C2) de 10 cm de espesor, textura arena media en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (3C1) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo (2.5Y 5/2), textura franco-limosa en campo y estructura tipo masiva. Continúa un horizonte (3C2) de 10 cm de espesor, color gris-parduzco claro (2.5Y 6/2), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte enterrado (4Ab) de 17 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (4C) de 11 cm de espesor, color pardo (7.5YR 5/3), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico y reacción al NaF al menos moderada.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue muy mojado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 45 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D1-92-0015.

d) *Vitrandic Dystrustepts (88)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C1/C2, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 29 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 49 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C1) de 42 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (C2) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo masiva y desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es lenta (1,5 a 5 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 37 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-86-0006.

ii. Mollisols

a) *Andic Hapludolls (83, 85, 89, 91, 92, 94)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), Lavas del Tungurahua (Lava basáltica) y a partir de depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de las geoformas denominadas vertiente abrupta, interfluvio de cimas redondeadas, superficie inclinada, vertiente de valle glaciar, vertiente heterogénea, vertiente rectilínea, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, colada de lava antigua, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%), escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw/2C1/2C2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón mólico (A) de 40 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C1) de 20 cm de espesor, color rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (2C2) de 20 cm de espesor, color gris -rojizo oscuro (2.5YR 3/1), textura franca en campo.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presenta una densidad aparente de menos de 1 g/cm³ y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.756 ha que representa el 4,83% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0003.

b) Andic Hapludolls (90)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), Depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), Depósitos aluviales (cono de deyección) (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables), Depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), Depósitos fluvio glaciares (Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas), dentro de las geofomas denominadas vertiente rectilínea, superficie inclinada, interfluvio de cimas estrechas, vertiente de valle glaciar, vertiente heterogénea, coluvión antiguo, superficie de cono de deyección, morrena lateral, valle glaciar colgado, morrenas, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, vertiente abrupta, en pendientes muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%), medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C, profundo (165 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color negro-rojizo (2.5YR 2.5/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 45 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (C) de 95 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases superior al 50%. La principal característica es presentar un epipedón mólico y una reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 3.466 ha que representa el 9,53% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0002.

3.2.2.1.3. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico

El régimen de temperatura isotérmico indica temperaturas de 13 a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

i. Inceptisols

a) Vitrandic Dystrudepts (98)

Estos suelos están desarrollados sobre Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geofoma denominada rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/C1/C2/2Ab/2C/3Ab/4C/5C, moderadamente profundo (53 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 20 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 33 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte (C1) de 8 cm de espesor, color pardo (7.5YR 5/3), textura franco-limosa en campo y estructura tipo masiva. Continúa un horizonte (C2) de 5 cm de espesor, color pardo-grisáceo (10YR 5/2), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte enterrado (2Ab) de 19 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte (2C) de 11 cm de espesor, color pardo-grisáceo (10YR 5/2), y estructura tipo grano simple, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte enterrado (3Ab) de 14 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte (4C) de 30 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura arena fina en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (5C) de 15 cm de espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura arena fina en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico y reacción al NaF ligera.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 26 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D1-92-0014.

b) Vitrandic Dystrustepts (99)

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C/Ab, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 32 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 43 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura arena-francosa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte enterrado (Ab) de 55 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 34 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-86-0004.

c) *Vitrandic Dystrustepts (100)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/2Ab/2C/3Ab/3C/4Ab, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 38 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Subyace un epipedón ócrico (A) de 39 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte enterrado (2Ab) de 19 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C) de 11 cm de espesor, color gris-parduzco claro (10YR 6/2), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte enterrado (3Ab) de 13 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte (3C) de 11 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arena fina en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte enterrado (4Ab) de 29 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.147 ha que representa el 3,15% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D1-92-0013.

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

- Vitrandic Dystrustepts CSp-ÑIV_C2-90-0014

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C1/C2/2C3, moderadamente profundo (90 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Subyace un horizonte (C1) de 22 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura arena fina en campo. Continúa un horizonte (C2) de 38 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura arena media en campo. Finalmente un horizonte (2C3) de 50 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura arena gruesa en campo.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

d) Vitrandic Dystrustepts (102, 104)

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de las geoformas denominadas superficie volcánica ondulada, rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C1/C2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo desmenuzable. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presencia reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (C1) de 35 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable, presencia reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (C2) de 35 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico y reacción al NaF ligera.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 131 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0008.

e) *Typic Dystrustepts (103)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C1/2C2/3C3/4C, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 20 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo desmenuzable. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte (C1) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte (2C2) de 10 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte (3C3) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Finalmente un horizonte (4C) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable.

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

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 356 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0011.

f) *Vitrantic Dystrudepts (105)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de las geoformas denominadas vertiente rectilínea, Superficie volcánica ondulada, en pendientes fuertes (>40-70%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 77 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C2-90-0013.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 170.

g) *Vitrantic Dystrustepts (106, 108)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes medias a fuertes (>25 -40%), fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/2C1/2C2/2C3/2C1, moderadamente profundo (53 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro

(10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo desmenuzable. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 23 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C1) de 12 cm de espesor, color pardo-amarillento claro (10YR 6/4), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte (2C2) de 25 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte (2C3) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Finalmente un horizonte (2C1) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta en superficie. La principal característica es una saturación de bases < 60% entre los 25 y 75 cm de profundidad, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue saturado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 76 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0009.

h) Typic Dystrustepts (107)

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3/2C, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo desmenuzable. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Continúa un horizonte cámbico (Bw3) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable. Finalmente un horizonte (2C) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple.

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

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 56 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0010.

ii. Entisols

a) *Vitrandic Ustorthents (95, 96, 97)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glacial, en pendientes fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%), escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/C1/C2/Ab, profundo (180 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (A) de 42 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular. Subyace un horizonte (C1) de 88 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo masiva porosa. Continúa un horizonte (C2) de 25 cm de espesor, color pardo pálido (10YR 6/3), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte enterrado (Ab) de 25 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es no mostrar ningún desarrollo definido, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 325 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-86-0002.

iii. Mollisols

a) *Vitrandic Haplustolls (101)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada rampas de piedemonte de cono volcánico, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Cr, poco profundo (46 cm) a esta profundidad presenta abundantes cantos grandes, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 28 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón ócrico (A) de 18 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (Cr) de 79 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), presencia de reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de

35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue saturado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 67 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_C4-93-0011.

3.2.3. Dominio Fisiográfico: Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías, en ocasiones con una clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. La dirección meridiana, N-S, que presenta en la zona septentrional de la Sierra, pasa a direcciones NO-SE y NNE-SSO en la zona central. Hacia la parte meridional de la Sierra, la Cordillera Real queda como la única franja continua de relieve y el corredor interandino, muy desdibujado.

Mientras que en las zonas más altas el dominio presenta por lo general, pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores suelen aparecer con pendientes globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan.

El dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas tienen una buena representación en el cantón Penipe, con unos 70 km². Se encuentra en el cuadrante suroccidental del área de estudio, donde se pueden encontrar paisajes dominados por vertientes y disecciones de gran profundidad. Estas morfologías enlazan con las Cimas frías, a altitudes en torno a 3.500 metros y acaban en el fondo del valle del río Chambo y sus afluentes, con cotas que llegan a ser inferiores a 2.400 msnm. Este desnivel se produce en un espacio reducido, lo que se traduce en pendientes muy importantes. Su geología está condicionada por las rocas volcánicas de El Altar, que cubrieron el basamento metamórfico durante varias erupciones en el Cuaternario. Sin embargo, en algunos puntos donde la red hidrográfica ha excavado lo suficiente, llegan a aflorar de nuevo los macizos metamórficos infrayacentes.

3.2.3.1. Vertientes y relieves superiores e inferiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)

Da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las Cuencas Interandinas de, especialmente, la Sierra Central. Las máximas altitudes del contexto alcanzan los 3.200-3.300 msnm, con límites inferiores muy variables según las diferentes zonas. En su parte superior contacta directamente con las cimas frías, con formas suavemente onduladas y paisajes de páramo, por lo que con frecuencia supone una ruptura de pendiente con éstas.

Los modelados dominantes originan vertientes bien disectadas, de gran desnivel y pendientes fuertes. En la margen derecha del río Chambo, al sur del Tungurahua, se llegan a apreciar niveles y rellanos ligeramente inclinados hacia el corredor interandino,

suavemente ondulados y con una disección moderada, que parecen corresponder a los derrames volcánicos Cuaternarios de El Altar. Son superficies estructurales que modelan un escalón tectónico cuya superficie cimera se sitúa a unos 3.000-3.400 msnm. En el cantón Penipe, estas superficies son poco visibles, pero en el vecino cantón de Riobamba, inmediatamente al suroeste, se pueden observar con mayor desarrollo.

Dentro del cantón Penipe, este contexto morfológico ocupa una franja de orientación meridiana y unos 3 km de ancho, situada al suroeste, con un total de 51 km² aproximadamente. En esta zona predominan las vertientes, aunque también existen importantes extensiones cubiertas por depósitos de ladera. Las litologías rocosas más relevantes corresponden a los Volcánicos El Altar (secuencia de lavas intermedias y básicas, tobas y fragmentos andesíticos). En algunos puntos donde los cauces fluviales han excavado profundamente llega a aflorar la Serie Llanganates, un conjunto de rocas metamórficas del Paleozoico cubierto en su mayor parte por el material volcánico más reciente.

3.2.3.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido

El régimen de temperatura isofrígido indica temperaturas de menos de 10°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. Los suelos isofrígidos pueden también tener un régimen de temperatura cryico (adaptado FAO, 2009).

i. Mollisols

a) *Vitrandic Haplocryolls (109, 110)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada interfluvio de cimas redondeadas, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/2C/3Bw/3C, moderadamente profundo (67 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presencia reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón mólico (A1) de 33 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presencia reacción al NaF ligera. Continúa un epipedón mólico (A2) de 14 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (2C) de 18 cm de espesor, color gris oscuro (7.5YR 4/1). Continúa un horizonte cámbico (3Bw) de 15 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (3C) de 60 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura arena en campo y estructura tipo grano simple.

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. Las principales características son la presencia de epipedón mólico y la ubicación en un régimen isofrígido, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue muy mojado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 30 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_D3-93-0002.

3.2.3.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico

El régimen de temperatura isomésico indica temperaturas de 10 a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

i. Andisols

a) *Pachic Vitric Melanudands (114, 123, 127)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de las geoformas denominadas coluvión antiguo, interfluvio de cimas estrechas, vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/Ab/C, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (Ap) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo desmenuzable, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un horizonte (Ab) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte, presencia de revestimiento de arcilla, localizados en las caras del agregado verticales y abundancia mucha. Finalmente un horizonte (C) de 40 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva, 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 baja y la saturación de bases baja. Tienen una alta fijación de fósforo. Las principales características son presentar un contenido de 6% o más de carbono orgánico y colores con value y chroma de 3 ó menos en una capa de 50 cm o más de espesor y una retención de humedad de menos de 15% a 1500 kPa en una capa de 25 cm o más dentro de 100 cm de profundidad. A pesar de que algunos de los datos analíticos reportados para esta calicata no cumplen con los rangos exigidos por la *Soil Taxonomy*, las observaciones en campo y el entorno edáfico en el que se ha desarrollado el suelo, justifican su clasificación.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 443 ha que representa el 1,22% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV_C1-83-0013.

b) Pachic Haplustands (116, 124, 128)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, interfluvio de cimas estrechas, coluvión antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/AB, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo grumoso, reacción al NaF media. Subyace un epipedón mólico (A) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares y angulares, reacción al NaF media. Finalmente un horizonte transicional (AB) de 60 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; 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 g/cm³ y alta fijación de fósforo. La principal característica es poseer un epipedón mólico de más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 758 ha que representa el 2,08% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-88-0023.

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

- *Typic Haplustolls CSp-ÑIV_C4-100-0018*

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 25 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 50 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw3) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

c) *Humic Haplustands (126)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/A3, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A1) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF media. Subyace un epipedón mólico (A2) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF media. Finalmente un epipedón mólico (A3) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo bloques angulares, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; 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 g/cm³ y alta fijación de fosfato. La principal característica es que presentan un epipedón melánico, mólico o úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 391 ha que representa el 1,07% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-99-0005.

d) *Pachic Haplustands (130)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (A1) de 35 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo granular, reacción al NaF media. Finalmente un epipedón mólico (A2) de 95 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares y angulares, 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 baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fosfato. La principal característica es poseer un epipedón mólico de más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 60 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_F1-99-0087.

e) Typic Haplustands (132, 133)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloque), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes suaves (>5-12%), medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/2Ab1/2Ab2, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (A) de 20 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 35 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF media. Continúa un horizonte enterrado (2Ab1) de 25 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte enterrado (2Ab2) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fosfato, siendo esta la principal característica.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es lenta (1,5 a 5 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 9 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-99-0004.

ii. Inceptisols

a) Vitrandic Dystrustepts (115, 121, 122, 125, 129)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de las geoformas denominadas vertiente heterogénea, interfluvio de cimas estrechas, vertiente abrupta, vertiente rectilínea, coluvión antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%) y muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw/C, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 25 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presenta reacción ligera al NaF. Subyace un epipedón mólico (A) de 35 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presenta reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 25 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, presenta reacción

ligera al NaF. Finalmente un horizonte (C) de 65 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple.

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 media. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.078 ha que representa el 2,97% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-93-0003.

b) Vitrandic Dystrustepts (119, 120)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de las geoformas denominadas superficie inclinada, superficie volcánica ondulada, en pendientes medias (>12-25%) y suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C1/2C2, moderadamente profundo (90 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presenta reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 70 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presenta reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (C1) de 40 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franco-arcillosa en campo. Finalmente un horizonte (2C2) de 20 cm de espesor, color gris-rojizo oscuro (2.5YR 3/1), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media. La principal característica es una saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico y reacción al NaF ligera.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 16 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0001.

iii. Mollisols

a) Vitrandic Haplustolls (111)

Estos suelos están desarrollados sobre la Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), dentro de la geoforma denominada superficie inclinada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C/2C, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 35 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 60 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (C) de 7 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple, presencia de reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (2C) de 58 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura arena en campo y estructura tipo 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 es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 20 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-93-0004.

b) Pachic Haplustolls (112, 113)

Estos suelos están desarrollados sobre la Serie Llanganates (Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatóxico de Azafrán), dentro de las geoformas denominadas vertiente rectilínea, vertiente abrupta, en pendientes fuertes (>40-70%) y muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/2C1/2C2/3C3/4C, moderadamente profundo (95 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (5YR2.5/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 65 cm de espesor, color negro-rojizo (2.5YR 2.5/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C1) de 20 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (2C2) de 10 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4). Continúa un horizonte (3C3) de 10 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo masiva. Finalmente un horizonte (4C) de 5 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 217 ha que representa menos del 0,60% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-82-0005.

c) Andic Haplustolls (117, 118)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada interfluvio de cimas estrechas, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw1/Bw2, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 21 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo grumoso, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón mólico (A) de 34 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (Bw1) de 41 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares y angulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 54 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques angulares.

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. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presenta una densidad aparente de menos de 1 g/cm³ y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 207 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-88-0024.

En esta unidad edáfica existen inclusiones con características específicas que se detallan a continuación:

- Pachic Haplustolls CSp-ÑIV_D3-82-0006

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/C1/2C2/2C3/3C, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 40 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 70 cm de espesor, color gris muy oscuro (5YR 3/1), presencia de muchos moteados de color pardo-rojizo oscuro (2.5YR 3/4), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C1) de 10 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 3/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo masiva. Continúa un horizonte (2C2) de 10 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franca en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (2C3) de 10 cm de espesor, color gris muy oscuro (5YR 3/1), textura franca en campo y estructura tipo masiva. Finalmente un

horizonte (3C) de 20 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 2.5/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

d) Pachic Haplustolls (131)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 40 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw3) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca 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 poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 10 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0020.

e) Pachic Haplustolls (134)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza colgada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 40 cm de

espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw3) de 35 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca 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 poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 56 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0019.

f) *Vitrandidic Haplustolls (152)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada relieve volcánico colinado muy alto, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw1/Bw2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 18 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón mólico (A) de 37 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw1) de 45 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

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. La principal característica es presentar un epipedón mólico, presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 93 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0020.

3.2.3.1.3. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico

El régimen de temperatura isotérmico indica temperaturas de 13 a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

i. Mollisols

a) *Pachic Haplustolls (135, 136, 155)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de las geoformas denominadas interfluvio de cimas redondeadas, Interfluvio de cimas estrechas, en pendientes medias (>12-25%) y fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo granular. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 45 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 50 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw3) de 25 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-limosa 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 poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 86 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_C4-100-0016.

b) *Vitrandic Haplustolls (137, 138, 139)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de las geoformas denominadas vertiente rectilínea, vertiente abrupta, vertiente heterogénea, en pendientes fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/C/2AB, profundo (135 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 18 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 52 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 35 cm de

espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C) de 30 cm de espesor, color pardogrisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (2AB) de 10 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares.

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. La principal característica es presentar un epipedón mólico, presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue saturado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 870 ha que representa el 2,39% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0026.

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

- Vitrandic Haplustolls CSp-ÑIV_D3-99-0008

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/2A3/2AC, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A1) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo grumoso, presencia de reacción ligera al NaF. Subyace un epipedón mólico (A2) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte mólico (2A3) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Finalmente un horizonte (2AC) de 60 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arena en campo y estructura tipo desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

c) *Vitrandic Haplustolls (141)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)), dentro de la geofорма denominada testigo de glacis de esparcimiento, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/C/2Ab1/2Ab2/2Ab3, profundo (148 cm), bien drenado y de escorrentía lenta.

Muestra un epipedón mólico (Ap) de 32 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), presencia de moteados de abundancia común y color rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 36 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), presencia de moteados de abundancia común y color rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C) de 19 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte enterrado (2Ab1) de 23 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte enterrado (2Ab2) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte enterrado (2Ab3) de 18 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

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. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue saturado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 131 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0025.

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

- Vitrandic Haplustolls CSp-ÑIV_C4-93-0019

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/2Bw/2BC, profundo (132 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 38 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 54 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (2Bw) de 18 cm de espesor, color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte transicional (2BC) de 22 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares y angulares, presencia de reacción al NaF ligera.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

d) Vitrandic Haplustolls (142, 143, 144, 146, 147)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), Depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de las geoformas denominadas coluvión antiguo, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%), fuertes(>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/2C1/2C2, moderadamente profundo (85 cm), bien drenado y de escurritía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A1) de 33 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura franco-arcillosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción al NaF ligera. Continúa un epipedón mólico (A2) de 22 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C1) de 20 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2). Finalmente un horizonte (2C2) de 45 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy lenta (<15 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 254 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-93-0005.

e) Typic Haplustolls (148)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, profundo (150 cm), bien drenado y de escurritía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 34 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 58 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 58 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico. Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 9 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0018.

f) Pachic Haplustolls (150)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza colgada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 50 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 50 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 101 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0021.

g) Vitrandic Haplustolls (151)

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

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/BC/C, profundo (104 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 27 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 52 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte transicional (BC) de 25 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (C) de 46 cm de espesor, color pardo-oliva claro (2.5Y 5/3), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 18 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0012.

h) Typic Haplustolls (153)

Estos suelos están desarrollados sobre la Rocas metamórficas (Rocas metamórficas indiferenciadas), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw1/Bw2, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A) de 26 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 45 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 79 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 74 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0015.

i) Vitrandic Haplustolls (156)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (vas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada relieve volcánico colinado muy alto, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/AC, profundo (140 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A1) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un epipedón mólico (A2) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura

franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (AC) de 25 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 37 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0022.

j) *Pachic Haplustolls (157)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada relieve volcánico colinado medio, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 40 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 36 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0014.

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

- Vitrandic Haplustolls CSp-ÑIV_C4-93-0023

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw/2C, profundo (143 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 37 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 34 cm de

espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 56 cm de espesor, color pardogrisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (2C) de 16 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

k) Vitrandic Haplustolls (158)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada superficie volcánica ondulada, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C/2Bw/2C/3Ab, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 22 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 19 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Continúa un horizonte (C) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa. Continúa un horizonte cámbico (2Bw) de 33 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C) de 31 cm de espesor, color gris oscuro (2.5Y 4/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa. Finalmente un horizonte enterrado (3Ab) de 15 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases superior al 50%. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 326 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_C4-86-0009.

l) Pachic Haplustolls (159, 160)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de las geoformas denominadas vertiente rectilínea, vertiente abrupta, en pendientes fuertes (>40-70%) y muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/Bw3, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw3) de 50 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.028 ha que representa el 2,83% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0015.

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

- *Typic Haplustolls CSp-ÑIV_C4-86-0010*

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2C/3Ab/3Bw, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 22 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte (2C) de 32 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte enterrado (3Ab) de 28 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (3Bw) de 68 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

m) Vitrandic Haplustolls (161)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)), dentro de la geoforma denominada testigo de glacis de esparcimiento, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Ab, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 36 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 47 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte enterrado (Ab) de 47 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 45 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_C4-93-0024.

n) Pachic Haplustolls (162)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada macrocoluvión, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/A/C/Cr, moderadamente profundo (95 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 32 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 33 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (A/C) de 30 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura areno-francosa en campo y estructura tipo granular, presencia de revestimientos de humus, localizados sin localización específica y abundancia mucha. Finalmente un horizonte (Cr) de 20 cm de espesor, color pardo muy pálido (10YR 7/4).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es poseer un epipedón mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 44 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0004.

o) Typic Haplustolls (163, 164)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/Cqm/2A, poco profundo (44 cm) a esta profundidad presenta cementación discontinua de sílice, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 26 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 18 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un duripán (Cqm) de 29 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arenosa y estructura tipo masiva porosa. Además presenta cementación discontinua por sílice. Finalmente un horizonte (2A) de 77 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6), textura franco-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico y las velocidades de infiltración de esta unidad de suelos son: moderadamente lenta (5 a 20 mm/h), y moderada (20 a 65 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 79 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0021.

ii. Andisols

a) Humic Haplustands (140)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 391 ha que representa el 1,07% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-99-0005

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 126.

b) Dystric Haplustands (154)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos

andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada interfluvio de cimas redondeadas, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/Bw1/Bw2/2C/3C, moderadamente profundo (98 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 29 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón mólico (A1) de 21 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un epipedón mólico (A2) de 15 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw1) de 20 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 13 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C) de 14 cm de espesor, color pardo muy pálido (10YR 7/4). Finalmente un horizonte (3C) de 38 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura arena en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fósforo. La principal característica es poseer menos de 15 cmol/kg de bases más Al en uno o más horizontes con espesor total de 60 cm o más y dentro de 75 cm de profundidad.

Se determinó una baja densidad aparente en campo que da cuenta de propiedades ándicas.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 38 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-93-0006.

iii. Inceptisols

a) *Vitrandic Haplustepts (149)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes suaves (>5-12%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 9 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-88-0007.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 177.

3.2.4. Dominio Fisiográfico: Medio aluvial de sierra

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

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) se incluyen dentro del contexto morfológico en que se emplacen, salvo que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial y atraviesen más de un contexto morfológico.

En el cantón Penipe este dominio está representado principalmente por el sistema fluvial del río Chambo, que ocupa una superficie de 25 km². El Chambo forma un cauce típico de curso alto, con canales anastomosados y lecho cubierto de gravas y bloques de cierto tamaño. El río ha dejado, además, una buena cantidad de terrazas a diferentes alturas, lo que es indicativo de importantes tasas de encajamiento. Muchas de las vertientes que limitan con el río son producto de la acción directa de éste sobre los macizos rocosos.

3.2.4.1. Medio aluvial de sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.4. En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

3.2.4.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico

El régimen de temperatura isotérmico indica temperaturas de 13 a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (adaptado FAO, 2009).

i. Mollisols

a) *Typic Haplustolls* (165, 166)

Estos suelos están desarrollados sobre Rocas metamórficas (Rocas metamórficas indiferenciadas), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 74 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0015.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 153.

b) *Vitrandic Haplustolls* (169, 185)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), Sedimentos Chambo (Sedimentos lacustres formados por conglomerados de composición andesítica y localmente metamórfica, areniscas y arcillas finas, con bancos de ceniza interestratificados), dentro de las geoformas denominadas vertiente o abrupto de terraza, interfluvio de cimas estrechas, en pendientes medias (>12-25%), y fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/AC/C1/C2, profundo (146 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 14 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura

franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 31 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Continúa un horizonte (AC) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (C1) de 38 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (C2) de 33 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción 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-ÑIV_C4-93-0015.

c) *Vitrandic Haplustolls (176)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/AC, profundo (120 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (A1) de 28 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A2) de 32 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (AC) de 60 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 19 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0027.

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

- Vitrandic Ustorthents CSp-ÑIV_C4-88-0009

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C1/2C2/3C3, profundo (140 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 36 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Subyace un horizonte (C1) de 38 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (2C2) de 41 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (3C3) de 25 cm de espesor.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es que no muestran ningún desarrollo definido, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

d) Oxyaquic Haplustolls (180, 181)

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%), muy suaves (>2-5%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/Cg, moderadamente profundo (80 cm), moderadamente drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 33 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 47 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (Cg) de 75 cm de espesor, color gris (5Y 5/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presentan saturación con agua dentro de los 100 cm por más de 20 días consecutivos y/o 30 días acumulativos.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 103 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-88-0011.

e) *Typic Haplustolls (183)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (cono de deyección) (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables), dentro de la geofoma denominada superficie de cono de deyección, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/BC, profundo (120 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 20 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 30 cm de espesor, color pardo-oliva (2.5Y 4/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte transicional (BC) de 70 cm de espesor, color gris-oliva claro (5Y 6/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares.

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. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy lenta (<1,5 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 33 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_D3-99-0007.

f) *Entic Haplustolls (184)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (cono de deyección) (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables), dentro de la geofoma denominada superficie de cono de deyección, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C, poco profundo (25 cm) a esta profundidad presenta cantos común, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), presencia de moteados de abundancia pocos y color pardo fuerte (7.5YR 4/6), textura franca y estructura tipo bloques subangulares y angulares. Finalmente un horizonte (C) de 75 cm de espesor, textura arena en campo.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional no poseen un horizonte cámbico y debajo del mólico (25cm) no reúnen los requisitos de un horizonte cámbico, excepto el color o tienen carbonatos libres a través del horizonte cámbico a partir de una profundidad de 25 cm.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 5 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑV_E3-90-0036.

g) *Vitrandic Haplustolls (186)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (terrazas) (Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa), dentro de la geoforma denominada terraza colgada, en pendientes medias (>12-25%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 66 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0012.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 151.

h) *Typic Haplustolls (187)*

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

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 60 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 20 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares y angulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 270 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0007.

En esta unidad edáfica existen inclusiones con características específicas que se detallan a continuación:

- *Typic Haplustolls CSp-ÑIV_C4-86-0011*

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/2C/3Ab, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 34 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 50 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C) de 28 cm de espesor, color pardo (10YR 5/3), textura arena gruesa en campo. Finalmente un horizonte (3Ab) de 38 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

i) Vitrandic Haplustolls (188)

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/A/Bw/BC, profundo (145 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 11 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Subyace un epipedón mólico (A) de 29 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 49 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, presencia de reacción ligera al NaF. Finalmente un horizonte transicional (BC) de 56 cm de espesor, color negro (7.5YR 2.5/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple, presencia de reacción ligera al NaF.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico y reacción al NaF ligera.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue saturado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 153 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0013.

j) Cumulic Haplustolls (190)

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

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/2A2/2A3, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A1) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un epipedón mólico (2A2) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques

subangulares. Finalmente un horizonte (2A3) de 45 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presentar un epipedón mólico, adicional presenta un contenido de 0,3% de carbono orgánico a 125 cm de profundidad o una disminución irregular del carbono orgánico y una pendiente menor a 25%.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 26 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0001.

ii. Inceptisols

a) *Vitrandic Haplustepts (168)*

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (A) de 36 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte cámbico (Bw) de 114 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media en el primer horizonte. La principal característica es saturación de bases >60%, adicionalmente presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 262 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-86-0013.

b) *Vitrandic Dystrudepts (170)*

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/Ab/C1/C2, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (A) de 5 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arena fina en

campo y estructura tipo grano simple. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 9 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular. Continúa un horizonte enterrado (Ab) de 16 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (C1) de 70 cm de espesor, color negro (7.5YR 2.5/1), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (C2) de 50 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

Se localizan en régimen de humedad údico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 100 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_C2-90-0013.

c) Vitrandic Dystrustepts (175)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C/Ab, profundo (160 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 23 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 32 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C) de 48 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura arena-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa y desmenuzable. Finalmente un horizonte enterrado (Ab) de 62 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH neutro; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta en la superficie. La principal característica es saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 12 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_D3-86-0001.

d) *Vitrandic Haplustepts (177)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 36 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-limosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 44 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 50 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es saturación de bases >60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 74 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_C4-88-0007.

e) *Fluventic Haplustepts (178)*

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos coluvio-aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial reciente, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/2Ab, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 15 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 35 cm de espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 50 cm de espesor, color gris oscuro (2.5Y 4/1), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte enterrado (2Ab) de 50 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es saturación de bases >60%, adicional presenta 0,2% carbono orgánico o más a una profundidad de 125 cm o una disminución irregular del contenido de carbono orgánico entre 25 cm y 125 cm de profundidad o a un contacto lítico, paralítico o dénsico cualquiera que sea más somero y una pendiente menor al 25%.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 4 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_D3-99-0006.

f) Vitrandic Dystrustepts (179)

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/C, profundo (120 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 24 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 56 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (C) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo masiva porosa y desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases media. La principal característica es saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico y reacción al NaF al menos moderada.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 59 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NIV_D3-86-0003.

g) Vitrandic Dystrudepts (189)

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

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2C1/2C2/2C3/3C, poco profundo (39 cm) a esta profundidad presenta dominantes grava media, de drenaje bueno y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (A) de 39 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Subyace un horizonte (2C1) de 13 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (2C2) de 42 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (2C3) de 25 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple.

Finalmente un horizonte (3C) de 36 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es saturación de bases < 60%, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de origen volcánico.

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

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 20 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C2-90-0015.

iii. Andisols

a) Dystric Haplustands (171)

Estos suelos están desarrollados a partir de Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi (Lava basáltica; conos de ceniza basáltica al NE de Calpi), dentro de la geofорма denominada vertiente rectilínea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw1/Bw2/C1/C2, profundo (170 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (A) de 32 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 38 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte (C1) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo grano simple, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (C2) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa en campo y estructura tipo granular y bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fosfato. La principal característica es poseen menos de 15 cmol/kg de bases más Al en uno o más horizontes con espesor total de 60 cm o más y dentro de 75 cm de profundidad.

Se determinó una baja densidad aparente en campo que da cuenta de propiedades ándicas.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue muy mojado.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 100 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-93-0012.

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

- Vitrandic Ustorthents CSp-ÑIV_C2-90-0016

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/2C/3C, profundo (145 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (A1) de 15 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Subyace un epipedón ócrico (A2) de 35 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franco-arenosa y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (2C) de 50 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura arena fina en campo. Finalmente un horizonte (3C) de 45 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura arena muy fina en campo.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es no mostrar ningún desarrollo definido, adicional presentan más de 35% de fragmentos más gruesos que las arenas de los cuales más del 66% es de origen volcánico, o más de 30% de limos y arenas con vidrio volcánico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

b) Thaptic Ustivitrands (172)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geofoma denominada coluvión antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2Ab/2C, profundo (160 cm), excesivamente drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 23 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura areno-francosa y estructura tipo grano simple. Subyace un horizonte enterrado (2Ab) de 64 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (2C) de 73 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm³ y alta fijación de fosfato. La principal característica es presencia de tefras, piedra pómez, vidrio volcánico o semejantes en los primeros 75 cm del suelo mineral, adicional presentan un horizonte A enterrado a una profundidad entre 40 y 100 cm con colores de mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 9 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-88-0008.

c) Thaptic Ustivitrands (173, 174)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de

estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2Ab/2C, profundo (160 cm), excesivamente drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 32 cm de espesor, color gris oscuro (10YR 4/1), textura arena y estructura tipo grano simple. Subyace un horizonte enterrado (2Ab) de 58 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura arena y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (2C) de 70 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es presencia de tefras, piedra pómez, vidrio volcánico o semejantes en los primeros 75 cm del suelo mineral, adicional presentan un horizonte A enterrado a una profundidad entre 40 y 100 cm con colores de mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente rápida (65 a 150 mm/h). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 54 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-88-0010.

iv. Entisols

a) *Typic Ustipsamments* (167)

Estos suelos están desarrollados sobre Volcánicos El Altar (Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez), dentro de la geoforma denominada superficie volcánica ondulada, en pendientes suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C1/C2/C3, profundo (155 cm), excesivamente drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura areno-francosa y estructura tipo desmenuzable. Subyace un horizonte (C1) de 45 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arena y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte (C2) de 65 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (C3) de 15 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arena fina en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es presencia en todos los horizontes del pedón de materiales del tamaño de arena francosa o más gruesa y <35% de fragmentos gruesos.

Se localizan en régimen de humedad ústico. El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 38 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑIV_C4-100-0017.

b) Typic Udifluvents (182)

Estos suelos están desarrollados a partir de depósitos aluviales (cono de deyección) (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables), dentro de la geofoma denominada superficie de cono de deyección, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2C1/3Ab/3C2, muy superficial (10 cm) a esta profundidad presenta bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón ócrico (A) de 10 cm de espesor, color negro (5YR2.5/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte (2C1) de 95 cm de espesor, color pardo-oliva claro (2.5Y 5/3), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte enterrado (3Ab) de 15 cm de espesor, color gris muy oscuro (7.5YR 3/1), textura areno-francosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (3C2) de 35 cm de espesor, color pardo-oliva claro (2.5Y 5/3), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. La principal característica es ubicación en posición de intensa actividad fluvial.

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). El grado de humedad del suelo al momento de la descripción fue húmedo.

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-ÑIV_D1-82-0024.

3.3. Resumen de resultados

Territorialmente, el cantón Penipe tiene una superficie de aproximadamente 37.095 ha, de las cuales, el presente estudio contempla 36.361 (Figura 3.1), y en él aparecen representados cuatro dominios fisiográficos: Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, Sistema volcánico, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra.

El dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, ocupa la mayor superficie del cantón, con régimen de temperatura isofrígido, e isomésico y régimen de humedad údico, donde dominan claramente los Mollisols.

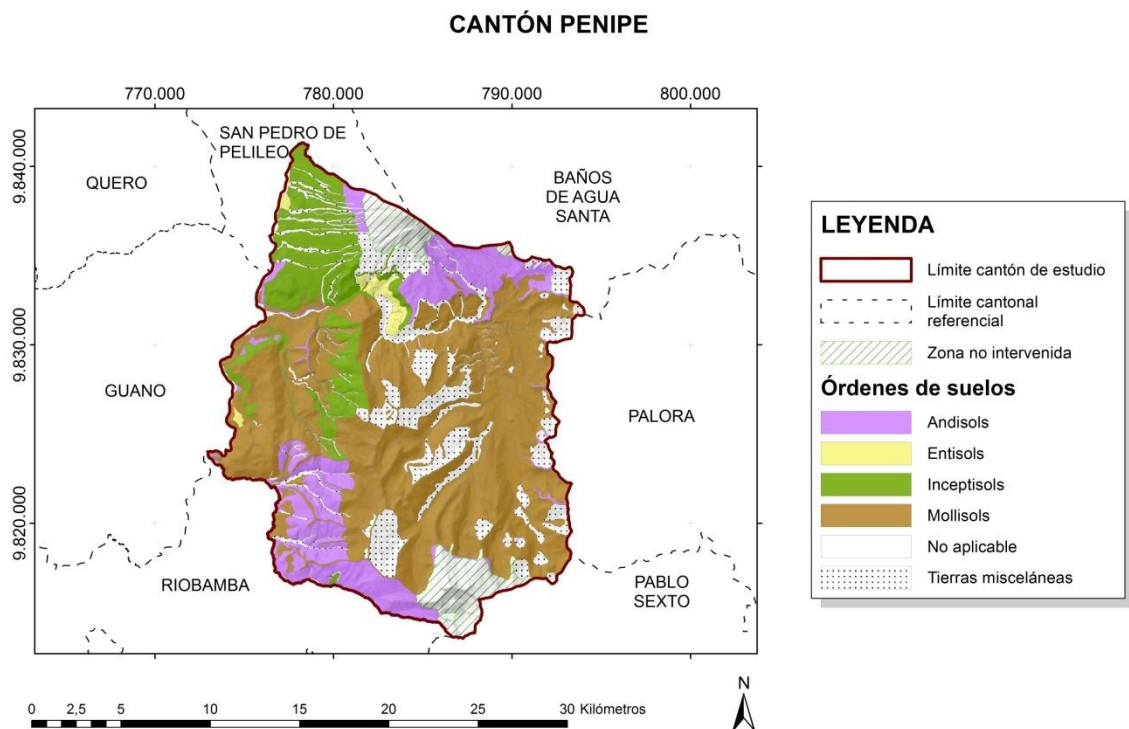
En el cantón se describe también la presencia del dominio fisiográfico Sistema Volcánico. Se encuentra en la parte norte y sur del cantón, con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isofrígido, donde dominan los Andisols acompañados de Inceptisols.

Se describe también la presencia del dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas. Se distribuye en la parte centro y sur-occidental del cantón, con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isomésico e isotérmico, donde dominan los Mollisols, acompañados de Inceptisols y Andisols.

El dominio fisiográfico Medio aluvial de Sierra, ocupa una superficie menor del cantón. Dentro de este dominio se puede diferenciar una zona ubicada en la parte occidental, con régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad údico y ústico, donde dominan claramente los Inceptisols acompañados de Mollisols y una pequeña parte de Andisols.

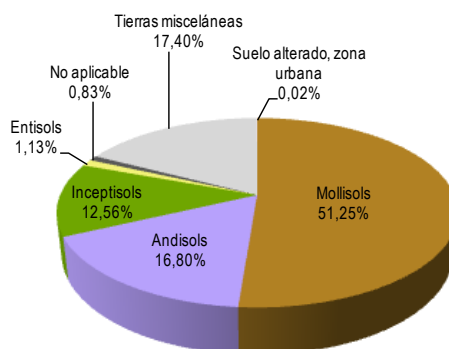
En líneas generales, tal como se muestra en el Gráfico 3.1 y Cuadro 3.2, puede decirse que en el cantón Penipe predominan los suelos del orden Mollisols con 18.636 ha (51,25%), seguidos por el orden Andisols con 6.108 ha (16,80%), Inceptisols con 4.567 ha (12,56%) y Entisols con 412 ha (1,13%). Por su parte, las tierras misceláneas suman un total de 6.237 ha (17,40%).

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



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 3.1 Representación de la distribución porcentual de los órdenes de suelos en el cantón Penipe



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Cuadro 3.2. Órdenes de suelos en el cantón Penipe

Orden de Suelo (SSS-USDA, 2006)	Superficie aproximada	
	ha	%*
Mollisols	18.636	51,25
Andisols	6.108	16,80
Inceptisols	4.567	12,56
Entisols	412	1,13
Tierras misceláneas ¹	6.327	17,40
No aplicable ²	301	0,83
Suelo alterado, zona urbana ³	9	0,02
Total	36.361	100

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

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

² Suelo alterado, zona urbana: Núcleos poblados y áreas construidas.

³ Tierras misceláneas: eriales y geformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

3.3.1. 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 tres subórdenes y tres grandes grupos como se muestra en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Mollisols en el cantón Penipe

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Mollisols	Cryolls	Haplocryolls	Andic Haplocryolls	7.646	21,03
			Pachic Haplocryolls	805	2,21
			Vitrandic Haplocryolls	30	0,08
	Udolls	Hapludolls	Andic Hapludolls	5.222	14,36
			Vitrandic Hapludolls	2.371	6,52
	Ustolls	Haplustolls	Pachic Haplustolls	1.578	4,34
			Typic Haplustolls	644	1,77
			Andic Haplustolls	207	0,57
			Oxyaquic Haplustolls	103	0,28
			Cumulic Haplustolls	26	0,07
			Entic Haplustolls	5	0,01
Total				18.636	51,25

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente un 51,25% del área total de estudio y se distribuyen a la zona centro-norte, centro y sur en el dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real con el contexto morfológico Paisajes glaciares y formas asociadas así también: el dominio fisiográfico Sistema volcánico, que contiene al contexto morfológico Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, también en el dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas que contiene al contexto morfológico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas Medio aluvial de Sierra, que contiene al contexto morfológico Medio aluvial de Sierra.

Este orden de suelo se encuentra en las siguientes geoformas: interfluvio de cimas estrechas, vertiente de valle glaciar, vertiente rectilínea, morrena lateral, valle glaciar colgado, morrenas, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, interfluvio de cimas redondeadas, superficie inclinada, vertiente abrupta, vertiente heterogénea, coluvión antiguo, superficie de cono de deyección, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, colada de lava antigua, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, rampas de piedemonte de cono volcánico, terraza colgada, testigo de glacis de esparcimiento, coluvio-aluvial antiguo, relieve volcánico colinado muy alto, valle fluvial, llanura de inundación, vertiente o abrupto de terraza y terraza media.

Las características generales de los grandes grupos se describen a continuación:

3.3.1.1. Haplocryolls

Este gran grupo taxonómico se ubica en clima frío correspondiente al régimen de temperatura del suelo isofrígido. Incluye en el perfil un epipedón mólico.

3.3.1.2. Hapludolls

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

3.3.1.3. Haplustolls

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

3.3.2. 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 alofano, imogolita o complejos metal-humus. Las características distintivas son la densidad aparente menor a $0,9 \text{ g/cm}^3$, retención de fosfato de 85% o más y otras, dentro de al menos los 60 cm superiores del suelo.

Los subgrupos correspondientes al orden Mollisols encontrados en el cantón pertenecen a tres subórdenes y tres grandes grupos como se muestra en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Andisols en el cantón Penipe

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Andisols	Cryands	Haplocryands	Vitric Haplocryands	2.558	7,03
		Melanocryands	Typic Melanocryands	1.361	3,74
	Udands	Melanudands	Pachic Vitric Melanudands	443	1,22
	Ustands	Haplustands	Pachic Haplustands	818	2,25
			Humic Haplustands	718	1,97
			Dystric Haplustands	138	0,38
			Typic Haplustands	9	0,02
	Vitrands	Ustivitrands	Thaptic Ustivitrands	63	0,17
	Total				6.108

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente un 16,80% del área total del estudio y se distribuye en la zona norte y sur del cantón, en dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real que contiene al contexto morfológico Paisajes glaciares también el dominio fisiográfico Sistema volcánico que contiene al contexto morfológico Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, también el dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, que contienen al contexto morfológico Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte), también el dominio fisiográfico Medio aluvial de sierra que contiene al contexto morfológico medio aluvial de sierra.

Este orden se encuentra en las siguientes geoformas: morrena lateral, morrena de fondo, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial, interfluvio de cimas estrechas, vertiente rectilínea, coluvión antiguo, coluvio-aluvial antiguo, vertiente rectilínea con fuerte disección e interfluvio de cimas redondeadas.

Las características generales de los grandes grupos se describen a continuación:

3.3.2.1. Haplocryands

Gran grupo del orden de los Andisols que tienen un régimen de temperatura del suelo isofrígido, presentan una densidad aparente menor a 0.9 g/cm^3 y alta retención de fósforo.

3.3.2.2. Melanocryands

Gran grupo del orden de los Andisols caracterizado por ubicarse en clima frío correspondiente al régimen de temperatura del suelo isofrígido. En el perfil se identifica un horizonte superficial de color muy oscuro, potente y alto contenido de carbono orgánica denominado melánico.

3.3.2.3. Melanudands

Los suelos de este gran grupo correspondiente al régimen de humedad del suelo údico en cuyo perfil se identifica un horizonte superficial de color muy oscuro potente y alto contenido de carbono orgánica denominado epipedón melánico.

3.3.2.4. Haplustands

Los suelos de esta categoría se ubican en régimen de humedad del suelo ústico, presentan una densidad aparente menor a 0.9 g/cm^3 y alta retención de fósforo.

3.3.2.5. Ustivitrands

Gran grupo que tiene un régimen de humedad ústico, generalmente ubicados cerca de los cráteres de los volcanes y que a pesar de tener una textura gruesa presenta una alta retención de humedad.

3.3.3. Inceptisols

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 Inceptisols encontrados en el cantón pertenecen a dos subórdenes y seis grandes grupos como se muestra en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Inceptisols en el cantón Penipe

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Inceptisols	Udepts	Dystrudepts	Vitrandic Dystrudepts	292	0,80
	Ustepts	Dystrustepts	Vitrandic Dystrustepts	2.721	7,48
			Andic Dystrustepts	792	2,18
			Typic Dystrustepts	413	1,14
			Vitrandic Haplustepts	345	0,95
	Haplustepts	Fluventic Haplustepts	4	0,01	
Total			4.567	12,56	

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente un 12,56% del área total del estudio y se distribuyen en la parte norte, central y occidental del cantón, en el dominio fisiográfico Sistema volcánico que contiene el contexto morfológico Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, así también en el dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas en el contexto morfológico Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte), dominio fisiográfico Medio aluvial de sierra en el contexto morfológico Medio aluvial de sierra.

Este orden de suelo se encuentra en las siguientes geoformas: cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, rampas de piedemonte de cono volcánico, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, superficie volcánica ondulada, vertiente rectilínea, interfluvio de cimas estrechas, superficie inclinada, vertiente abrupta, vertiente heterogénea, coluvión antiguo, coluvio-aluvial antiguo, valle fluvial, llanura de inundación y terraza media.

Las características generales de los grandes grupos 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 údico como característica principal de estos suelos es el nivel bajo de saturación de bases (menos del 60%).

3.3.3.2. Dystrustepts

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%).

3.3.3.3. Haplustepts

Los suelos de este gran grupo se ubican en áreas localizadas en régimen de humedad ústico la característica principal de estos suelos es el nivel alto de saturación de bases (mayor del 60%).

3.3.4. 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 tres subórdenes y tres grandes grupos como se muestra en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Entisols en el cantón Penipe

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha	%*
Entisols	Orthents	Ustorthents	Vitrandic Ustorthents	325	0,89
	Fluvents	Udifuvents	Typic Udifuvents	48	0,13
	Psamments	Ustipsamments	Typic Ustipsamments	38	0,11
Total				412	1,13

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente un 1,13% del área total del estudio y se distribuyen en la parte centro-norte, nor-occidental y centro-occidental del cantón, en el dominio fisiográfico Sistema volcánico que abarca el contexto morfológico Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, así también: el dominio fisiográfico Medio aluvial de Sierra de posee el contexto morfológico Medio aluvial de Sierra.

Este orden se encuentra en las siguientes geformas: como muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario y superficie volcánica ondulada.

Las características generales de los grandes grupos se describen a continuación:

3.3.4.1. Ustorthents

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

3.3.4.2. Udifuvents

Este gran grupo, originado a partir de materiales de origen aluvial, se ubica en régimen de humedad de suelo ústico, se presenta en pendientes menores de 25 por ciento, contiene 0.2 por ciento o más de carbono orgánico a una profundidad de 125 cm, o un decrecimiento irregular en el contenido de carbono orgánico entre 25 y 125 cm.

3.3.4.3. Ustipsamments

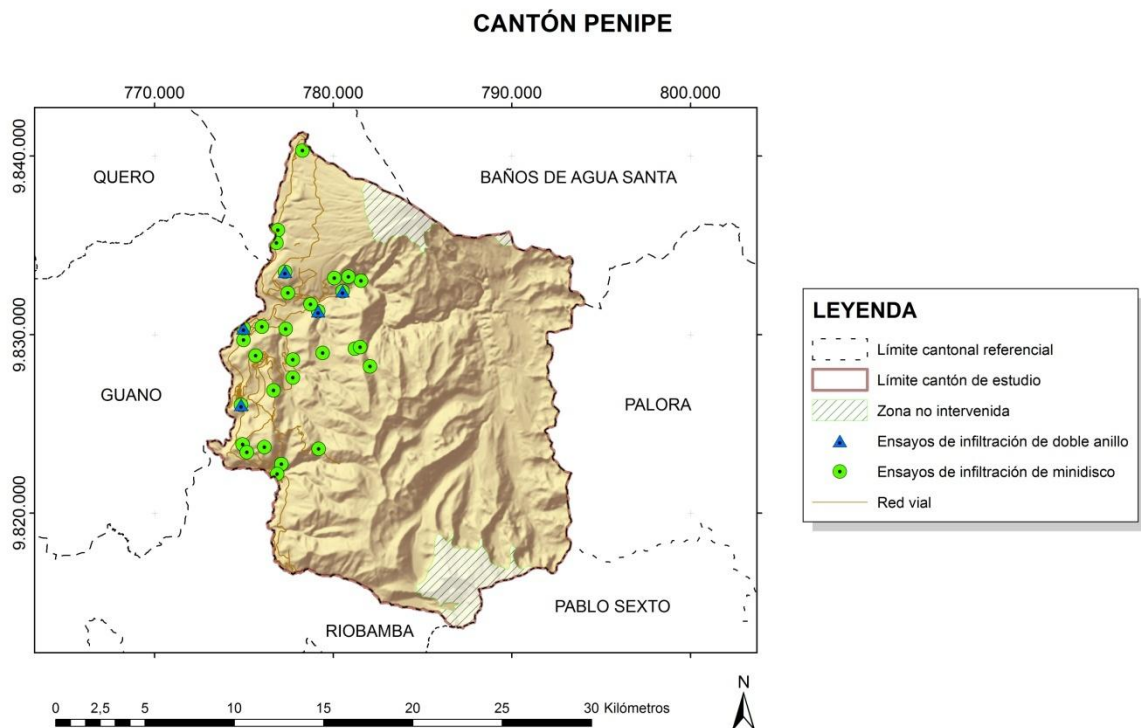
Gran grupo del orden de los Entisols ubicado en régimen de humedad del suelo ústico contienen menos de 35 por ciento (por volumen) de fragmentos rocosos y una textura de arena francosa fina o más gruesa, en todas las capas.

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 Penipe se realizaron 48 pruebas de infiltración entre el 19 de septiembre de 2014 y el 05 de febrero 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) y el cilindro infiltrómetro (doble anillo de Muntz).

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
Palictahua	ÑIV_D3	21 del 01 al 05 de 02 de 2015	13	11	2
Guano	ÑIV-C4	10 al 15 del 09 de 2014	19	16	3
Baños	ÑIV-D1	09 al 14 del 09 de 2014	1	1	0
Quero	ÑIV-C2	18 al 21 del 09 de 2014	2	2	0
Volcán El Altar	ÑIV-F1	19 del 09 de 2014	0	0	0
Total			35	30	5

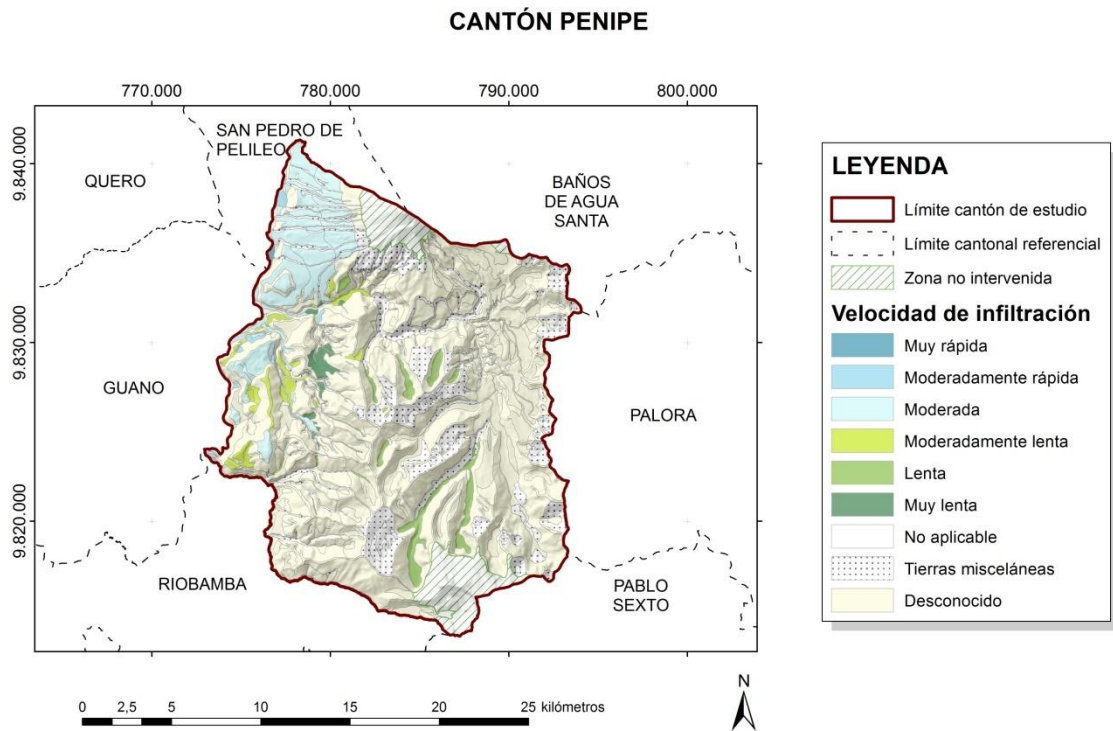
* Cartas sin ensayos pueden darse por diversos motivos: suelo saturado, pendientes fuertes, entre otros.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

4.2. Resultados

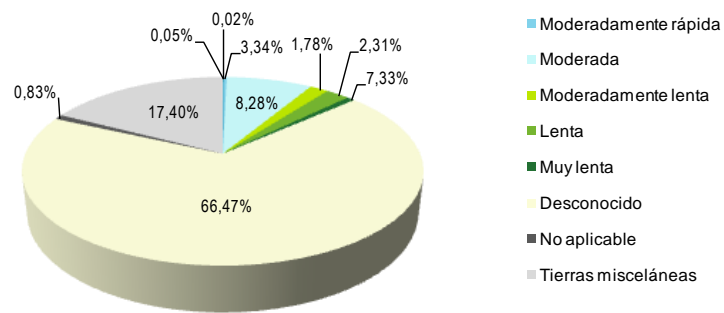
En la Figura 4.2 se presenta el mapa temático general del cantón Penipe, en el que se detallan las diferentes clases de velocidad de infiltración hídrica identificadas. A partir de este mapa es posible obtener información estadística y realizar un análisis descriptivo de la infiltración en el cantón. 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 Penipe



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

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



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Cuadro 4.2 Rangos de velocidad de infiltración del cantón Penipe

Velocidad de infiltración	Rangos (mm/h)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
Muy lenta	< 1,5	275	0,76
Lenta	1,5 a 5	828	2,28
Moderadamente lenta	5 a 20	646	1,78
Moderada	20 a 65	3.011	8,28
Moderadamente rápida	65 a 150	120	0,33
Muy Rápida	> 250	20	0,05
Desconocido ¹	-	24.824	68,27
No aplicable ²	-	301	0,83
Suelo alterado, zona urbana ³	-	9	0,02
Tierras misceláneas ⁴	-	6.327	17,40
Total		36.361	100

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

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

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

³ Suelo alterado, zona urbana: Núcleos poblados y áreas construidas.

⁴ Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

4.3. Resumen de resultados

En el cantón Penipe se han identificado seis tipos de velocidad de infiltración: Muy lenta, lenta, Moderadamente lenta, Moderada, Moderadamente rápida y Muy Rápida.

4.3.1. Velocidad de infiltración Muy lenta

La velocidad de infiltración Muy lenta ocupa 275 ha, lo que representa menos del 1% de la superficie total del cantón. Esta clase se localiza en la parte centro-norte; se ubica en los dominios fisiográficos: Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: depósitos de deslizamiento, masa deslizada, coluvión antiguo y superficie de cono de deyección, con pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

En cuanto a los subgrupos taxonómicos para esta categoría se encontró, Vitrandic Haplustolls y Typic Haplustolls, estos suelos presentaron texturas superficiales: francas y franco-arenosas.

En estos suelos las texturas se han descrito como franco-arenosas y la infiltración, sin embargo, es Muy lenta. La contradicción aparente entre la textura del suelo y la velocidad de infiltración obedece, probablemente, a cambios en el tamaño de poros capilares entre horizontes contiguos en el perfil y el grado de humedad del suelo.

4.3.2. Velocidad de infiltración lenta

La velocidad de infiltración lenta ocupa 828 ha, lo que representa el 2,28% de la superficie total del cantón. Esta clase se localiza en el centro y sur; se ubica en los dominios fisiográficos: Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Medio aluvial de Sierra.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: depósitos de deslizamiento, masa deslizada, coluvión antiguo y superficie de cono de deyección, con pendientes medias (>12-25%), y medias a fuertes (>25-40%).

En cuanto a los subgrupos taxonómicos para esta categoría se encontró, Vitrandic Haplustolls y Typic Haplustolls, estos suelos presentaron texturas superficiales: francas y franco-arenosas.

En estos suelos las texturas se han descrito como franco-arenosas y la infiltración, sin embargo, es Lenta. La contradicción aparente entre la textura del suelo y la velocidad de infiltración obedece, probablemente, a cambios en el tamaño de poros capilares entre horizontes contiguos en el perfil y el grado de humedad del suelo.

4.3.3. Velocidad de infiltración Moderadamente lenta

La velocidad de infiltración Moderadamente lenta ocupa 646 ha, lo que representa el 1,78% de la superficie total del cantón. Esta clase se localiza en varios sectores, pero fundamentalmente en la zona oriental del mismo; los dominios fisiográficos corresponden a Cimas frías de las Cordilleras Occidental Y Real, Sistema volcánico, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Medio aluvial de Sierra.

Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, rampas de piedemonte de cono volcánico, superficie inclinada, superficie volcánica ondulada, coluvio-aluvial antiguo, interfluvio de cimas redondeadas, relieve volcánico colinado medio, testigo de glacis de esparcimiento, coluvio-aluvial reciente, valle fluvial, llanura de inundación y terraza colgada, con pendientes, planas (>0-2%), muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%), medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Pachic Haplocryolls, Vitrandic Dystrustepts, Vitrandic Haplustolls, Typic Haplustolls, Pachic Haplustolls y Fluventic Haplustepts. Las texturas superficiales son francas, franco-arenosas y franco-limosas.

4.3.4. Velocidad de infiltración Moderada

La velocidad de infiltración Moderada ocupa 3.011 ha, lo que representa el 8,28% de la superficie total y se encuentra localizada en la parte norte y centro occidental; los dominios fisiográficos corresponden a Sistema volcánico, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Medio aluvial de la Sierra.



Esta velocidad de infiltración se encuentra en las siguientes geoformas: cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, rampas de piedemonte de cono volcánico, superficie volcánica ondulada, coluvio-aluvial antiguo, relieve volcánico colinado muy alto, coluvión antiguo, valle fluvial, llanura de inundación, superficie de cono de deyección, terraza colgada y terraza media, caracterizadas por pendientes: planas (>0-2%), muy suaves (>2-5%), suaves (>5-12%), medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Andic Dystrustepts, Vitrandic Dystrustepts, Vitrandic Dystrustepts, Typic Dystrustepts, Vitrandic Haplustepts, Vitrandic Haplustolls, Typic Haplustolls, Typic Ustipsamments, Oxyaquic Haplustolls, Entic Haplustolls y Cumulic Haplustolls, sus texturas superficiales corresponden a arenofrancosas, francas, franco-arenosas y franco-limosas.

4.3.5. Velocidad de infiltración Moderadamente rápida

La velocidad de infiltración Moderadamente rápida ocupa 120 ha, lo que representa menos del 1% de la superficie total y se encuentra localizada en varios sectores del cantón; los dominios fisiográficos corresponden a Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Medio aluvial de Sierra, sus geoformas son: terraza colgada, coluvión antiguo y superficie de cono de deyección, caracterizadas por pendientes: suaves (>5-12%), medias (>12-25%) y media a fuerte (>25-40%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Vitrandic Haplustolls, Thaptic Ustivitrands y Typic Udifluvents, sus texturas superficiales corresponden a arenas y franco-arenosas.

4.3.6. Velocidad de infiltración Muy rápida

Finalmente, la velocidad de infiltración Muy rápida con 20 ha, representa menos del 1% de la superficie total y se encuentra localizada en el nor-occidente del cantón; los dominios fisiográficos corresponden a Medio aluvial de la Sierra, su geoforma es: terraza media, caracterizada por pendientes: suaves (>5-12%).

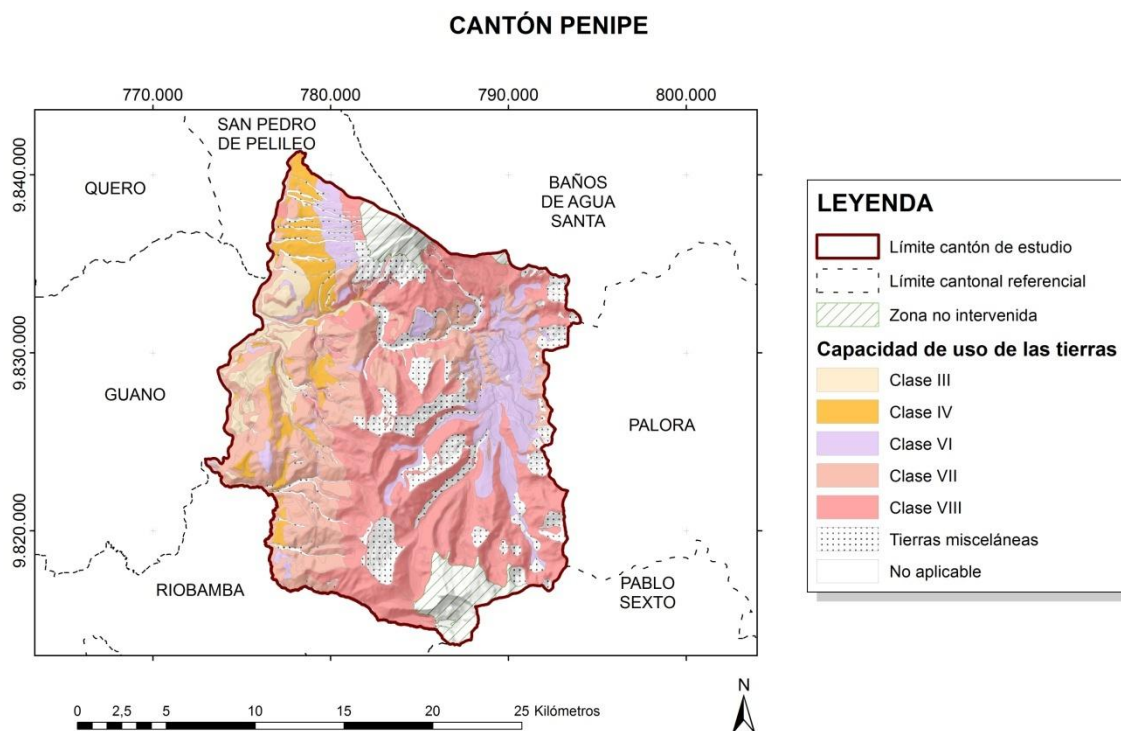
El subgrupo taxonómico para esta categoría corresponde a Vitrandic Dystrustepts, sus texturas superficiales son franco-arenosas.

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 Penipe, 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 este y los subsiguientes apartados. Se identifican, además, 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.

En el cantón Penipe 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 los suelos con una capacidad moderada a restrictiva para el aprovechamiento agrícola, por lo que su puesta en cultivo requerirá de la aplicación de ciertas medidas correctoras y de una inversión económica en adecuación de las características de las tierras.

La Clase VIII es la mayoritaria del cantón, representando aproximadamente el 37,90% del área estudiada, localizándose en los dos tercios orientales del área estudiada del cantón y abarcando desde el límite norte con el cantón Baños de Agua Santa y el Parque Nacional Sangay, hasta el límite sur con los cantones Riobamba y Pablo Sexto, apareciendo también un extremo del mismo Parque Natural Sangay. Concretamente asociada principalmente a geoformas de génesis glaciar y periglaciar, o de sistema volcánico, con pendientes fuertes. Aparecen intercaladas con áreas misceláneas excluidas del área de estudio (Figura 5.1). Reflejan la existencia de suelos con las mayores limitaciones, en los que el aprovechamiento agrícola se ve fuertemente impedido y su uso más adecuado sería, por tanto, el forestal, siendo preferible mantener en todo momento la vegetación original con fines de protección.

La segunda clase más abundante, representando una superficie del 22,69% del cantón es la Clase VII. Geográficamente las tierras pertenecientes a esta clase agrológica se localizan en el tercio oeste del área estudiada del cantón, concretamente asociados a geoformas de ladera de fuertes pendientes, que tienen una orientación este-oeste a partir de la divisoria de aguas en la cabecera de algunos ríos como el Matus, Yuracyacu, Candelaria y Choca, entre otros. Algunas áreas aparecen en el sector nororiental, intercalados con tierras de las clases

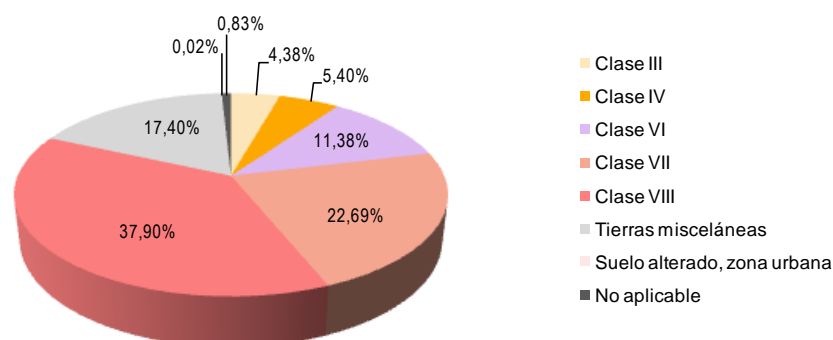
de capacidad de uso de las tierras VI y VIII. En el caso de la clase VII, estas tierras continúan teniendo importantes limitaciones para el uso agrícola, pero podrían utilizarse para aprovechamiento forestal, o si este no es viable para fines de conservación.

La Clase VI representa aproximadamente el 11,38% del área estudiada, localizándose en una importante área en el sector nororiental del área estudiada del cantón, asociadas a geoformas de génesis glaciario y periglaciario con baja pendiente. Además, en la zona noroeste aparece una franja de tierras con orientación norte-sur de geoformas de génesis volcánica ligada al volcán Tungurahua. Finalmente aparecen áreas localizadas en las poblaciones de Susutul al oeste y La Pampa al norte. Las tierras de esta clase, pese a tener importantes limitaciones pueden albergar ocasionalmente cultivos cuando los condicionantes lo permitan, o ser destinadas a pastos. Finalmente pueden ser dedicadas para aprovechamiento forestal.

La Clase IV es menos abundante y representa el 5,40% del total del área de estudio y se distribuye en el sector occidental, apareciendo áreas desde la población Santa Cruz en el límite norte, hasta la población de La Loma en el sur del área cantonal. En el sector noroeste está asociada a geoformas de rampas de piedemonte volcánico del volcán Tungurahua. En la zona central y en el margen izquierdo del río Puela, aparecen pequeñas áreas pertenecientes a la presente clase que aparecen rodeando las poblaciones de Paicahuan, Santa Vela, Nabuzo Bajo, Gabiñay y La Loma. Esta clase agrológica indica la existencia de tierras con moderadas limitaciones, por lo que puede ser necesario llevar a cabo en ellas algún tipo de acondicionamiento previo del terreno para subsanar las limitaciones detectadas, requiriendo un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria.

Por último, representando únicamente una superficie del 4,38% del cantón aparece la Clase III de capacidad de uso. Geográficamente tiene una distribución en el sector occidental, asociada a geoformas de pendientes suaves, en ambos márgenes del río Puela, desde la población Espinal al norte, hasta la población Penicucho Bajo al sur. Estas tierras muestran una mejor disposición para ser cultivadas, aunque pueden presentar ciertas limitaciones que requieran de prácticas especiales de manejo y conservación de los recursos del suelo y agua.

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.

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

Capacidad de uso de las tierras	Superficie (ha)	Superficie (%)*
III	1.591	4,38
IV	1.963	5,40
VI	4.138	11,38
VII	8.251	22,69
VIII	13.780	37,90
No aplicable ¹	301	0,83
Suelo alterado, zona urbana ²	9	0,02
Tierras misceláneas ³	6.327	17,40
Total área de estudio	36.361	100

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

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

²Suelo alterado, zona urbana: Núcleos poblados y áreas construidas.

³Tierras 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 Penipe, 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 Penipe, se han encontrado tierras incluidas en el primer y último grupo, no identificándose tierras con importantes limitaciones pero sin riesgo de erosión.

5.2.1. Agricultura y otros usos. Tierras arables

5.2.1.1. Clase III

La Clase III representa un porcentaje minoritario del área de estudio (4,38%) ocupando aproximadamente 1.591 ha. Son tierras con limitaciones de ligeras a moderadas que

pueden limitar el desarrollo de los cultivos, que serán eliminadas con prácticas especiales de manejo y adecuación de tierras.

Se encuentran en los dominios fisiográficos de Medio aluvial de Sierra, Sistema volcánico y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, donde predominan los contextos morfológicos asociados a estos como son Medio aluvial de Sierra; Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, y finalmente, Vertientes y relieves inferiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte). Las geoformas predominantes donde aparecen son de terraza colgada, superficie volcánica ondulada, rampas de piedemonte de cono volcánico, valle fluvial, llanura de inundación, coluvio-aluvial antiguo y terraza media, entre otras menos abundantes. Se dan en pendientes suaves (>5-12%), y en menor grado muy suaves (>2-5%) y planas (0-2%). Los materiales litológicos más abundantes sobre los cuales se desarrolla esta clase de capacidad de uso de la tierra son el conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa, y la lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi.

Los suelos descritos en la presente clase pertenecen a diferentes órdenes de suelo. Se han identificado Mollisols, en concreto Vitrandic Haplustolls como mayoritario, pero también se describen Typic Haplustolls, Oxyaquic Haplustolls Humic Ustivitrands; también Inceptisols, principalmente Typic Dystrustepts y Vitrandic Dystrustepts y, en menor grado Vitrandic Haplustepts. Finalmente, afectando a pocas hectáreas aparecen Entisols, específicamente Typic Ustipsamments. En el orden de suelo Inceptisols no se ha descrito algún subgrupo por ser minoritario. Se trata, de forma general, de suelos profundos, con texturas superficiales variables predominando las clases franco-arenosa, franca y franco-limosa. La pedregosidad es inexistente de forma mayoritaria, apareciendo pocas en los Fluventic Haplustepts, que únicamente representan 4 ha. La fertilidad general de los suelos es baja, y no presentan problemas de salinidad ni toxicidad, de forma mayoritaria, sin embargo aparecen problemas de salinidad en los Oxyaquic Haplustolls. El drenaje de los suelos es principalmente bueno, aún siendo excesivo en los Typic Ustipsamments, mientras es moderado en Oxyaquic Haplustolls. No poseen periodos de inundación o es muy corta. Por último, el régimen de temperatura del suelo es isotérmico, mientras que prácticamente todos de los suelos se desarrollan en un régimen de humedad del suelo ústico y una pequeña proporción sobre údico.

Las subclases de capacidad de uso de las tierras para la Clase III encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 5.2, del que puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- La pendiente, en los casos en los que ésta es suave (e2), o muy suave (e1)
- La fertilidad, puesto que ésta es baja (s4)
- El régimen de humedad del suelo, que es predominantemente ústico (c1)
- En menor medida aparecen limitaciones por suelos salinidad en los suelos (s5)
- La textura superficial, en los casos en los que es areno francosa (s2)
- El drenaje excesivo en los Typic Ustipsamments (h1)
- La moderada 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	IIIe2s4c1	1.214	3,34
	IIIe1s4c1	212	0,58
	IIIs4s5c1	69	0,19
	IIIe2s2s4h1c1	38	0,11
	IIIe1s4s5c1	33	0,09
	IIIe2s1s4	20	0,05
	IIIe1s1c1	5	0,01
Total		1.591	4,38

* 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 Penipe la Clase IV representa una clase con baja representatividad en el área de estudio (5,40%), ocupando aproximadamente 1.963 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 el dominio fisiográfico de Sistema Volcánico, Relieves de fondo de Cuencas Interandinas, de forma predominante, seguido del dominio de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Sistema Volcánico y Medio aluvial de Sierra. Los contextos morfológicos son Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Vertientes y relieves superiores e inferiores con cobertura piroclástica de la Sierra Norte, y Medio aluvial de Sierra. Se asocian a diversas geoformas, predominando la de rampas de piedemonte de cono volcánico, y en mucha menor extensión aparecen geoformas de coluvión antiguo, testigo de glacis de esparcimiento, terraza colgada, entre otras menos frecuentes. Todas la geoformas se desarrollan sobre pendientes medias (>12-25%), en las que el material originario predominante es lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi, seguido de mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Los suelos descritos en la presente clase pertenecen a diferentes órdenes de suelo. Se han identificado como predominantes los Inceptisols, principalmente Vitrandic Dystrustepts, y en menor grado Vitrandic Dystrudepts, Mollisols (Vitrandic Haplustolls, Pachic Haplustolls y Typic Haplustolls). Testimonialmente aparecen Andisols, concretamente Thaptic Ustivitrands, ocupando 17 ha del área estudiada del cantón. Se trata de suelos principalmente profundos, con texturas superficiales franco-arenosas, sin pedregosidad o ésta es muy poca. Son suelos de fertilidad baja, no salinos y sin toxicidad. El drenaje de los suelos es bueno, siendo en los Thaptic Ustivitrands excesivo, pero ninguno presenta períodos de inundación. El régimen de temperatura es isotérmico, mientras que prácticamente todos los suelos se desarrollan en un régimen de humedad del suelo ústico y una pequeña proporción sobre údico.

Tal y como se observa en el Cuadro 5.3, los principales limitantes de las tierras de esta clase se asocian a:

- La pendiente, media en los suelos de la presente clase (e2)
- La fertilidad, puesto que ésta es baja (s4)
- El régimen de humedad del suelo, en las tierras en las que es ústico (c1)
- En menor medida aparecen limitaciones por la textura superficial, en los casos en los que es arenosa (s2)
- El drenaje excesivo del suelo (h1)
- La escasa profundidad efectiva de algunos de los suelos descritos en esta clase (s1)

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

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
IV	Ive2s4c1	1.529	4,20
	Ive2c1	380	1,05
	Ive2s4	26	0,07
	Ive2s2s4h1c1	17	0,05
	Ive2s1s4c1	12	0,03
Total		1.963	5,40

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

5.2.2. Aprovechamiento forestal con fines de conservación

5.2.2.1. Clase VI

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso constituyen un porcentaje importante del área de estudio (11,38%), ocupando una superficie de 4.138 ha. Se trata de tierras con limitaciones marcadas y cuyo aprovechamiento recomendado, en caso de no llevar a cabo ningún tipo de medida correctora, es el uso pecuario en combinación con cierto tipo de cultivos poco restrictivos.

Estas tierras se ubican principalmente en el dominio fisiográfico de Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real y Sistema volcánico de forma predominante, en menor superficie, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra; en los contextos morfológicos de Paisajes glaciares, Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas y, en menor grado, Vertientes y relieves superiores e inferiores con cobertura piroclástica de la Sierra Norte y Medio aluvial de Sierra. Las geoformas predominantes son las denominadas depósito glaciar modelado por acción fluvial y fondo de valle glaciar, seguidas de otras como las geoformas de cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, vertiente rectilínea, morrenas, valle glaciar colgado, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, entre otras menos abundantes. Se encuentran en pendientes medias (>12-25%) y de medias a fuertes (>25-40%), aunque existen suaves y muy suaves de forma minoritaria. La litología característica

de estas geoformas es till, tillita, así como bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas, como litologías principales.

Los suelos descritos en esta clase pertenecen al orden de los Mollisols (principalmente Andic Hapludolls, seguido de Vitrandic Haplustolls y Pachic Haplustolls), Inceptisols (Andic Dystrustepts, Vitrandic Dystrustepts y Vitrandic Dystrudepts) y Andisols (Thaptic Ustivitrands y Typic Haplustands). Se trata de suelos generalmente profundos, con una textura superficial con predominio de las clases texturales franca y franco-arenosa, sin presentar pedregosidad o ésta es muy escasa. La principal limitación en cuanto al cultivo viene dada por su baja fertilidad, aunque existen suelos con fertilidad moderada de forma muy minoritaria. No se trata de suelos salinos, ni tampoco presentan toxicidad. Su drenaje es bueno y no presentan períodos de inundación. Su régimen de temperatura es principalmente isomésico, apareciendo también el isotérmico de forma minoritaria, mientras el de humedad es údico y ústico, con claro predominio del primero.

Las subclases de capacidad de uso de la tierra para la Clase VI encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 5.4, del que puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- La pendiente, especialmente en los casos en los que ésta es suave o media (e2), y media a fuerte (e3), como menor limitación las pendientes muy suaves (e1)
- La fertilidad, puesto que ésta es baja (s4)
- Limitaciones climáticas por régimen de temperatura del suelo, en las tierras con temperaturas frías (isomésico) (c2), así como el régimen de humedad del suelo, en las tierras en las que es ústico (c1)

Cuadro 5.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VI de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
VI	Vle2s4c2	2.475	6,81
	Vle3s4c1c2	581	1,60
	Vle1s4c2	272	0,75
	Vle3c2	212	0,58
	Vle3s4c2	157	0,43
	Vle3s4c1	107	0,29
	Vle3c1c2	93	0,26
	Vle2s4c1c2	82	0,23
	Vle2c1c2	66	0,18
	Vle2c2	55	0,15
	Vle3s2s4h1c1	37	0,10
	Vle2s4c2	2.475	6,81
Total		4.138	11,38

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

5.2.2.2. Clase VII

En el cantón Penipe, la Clase VII constituye una de las clases agrológicas mayoritarias (22,69%), ocupando aproximadamente 8.251 ha. La Clase VII se refiere a tierras cuyo aprovechamiento recomendado es el forestal o pecuario, aunque, teniendo en cuenta los factores limitantes concretos, quizá podría llevarse a cabo en ellas el cultivo de ciertas plantas mediante la utilización de técnicas de manejo adecuadas.

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso se presentan principalmente en el dominio fisiográfico de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, apareciendo también los dominios de Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real, Medio aluvial de Sierra y Sistema volcánico, en los contextos morfológicos de Vertientes y relieves superiores e inferiores con cobertura piroclástica de la Sierra Norte, Paisajes glaciares, Medio aluvial de Sierra y Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Aparecen asociadas a diferentes geoformas, fundamentalmente vertientes rectilíneas y vertientes heterogéneas, en menor medida aparecen las geoformas de cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, vertiente rectilínea con fuerte disección, coluvión antiguo, entre otras. Las pendientes son principalmente fuertes (>40-70%). De forma mayoritaria la litología característica de estas geoformas son lavas intermedias y básicas, tobas de grano medio con fragmentos andesíticos y piedra pómez.

Los suelos descritos en esta clase pertenecen a órdenes muy distintos, desde Inceptisols (Vitrandic Dystrudepts, Vitrandic Dystrustepts, Vitrandic Eutrudepts y Humic Dystrustepts), Mollisols (Vitrandic Hapludolls, Pachic Haplustolls, Vitrandic Haplustolls, Andic Hapludolls, Pachic Hapludolls, Entic Haplustolls y Typic Hapludolls), Entisols (Typic Ustorthents y Vitrandic Ustorthents), y Andisols (Thaptic Udivitrands, Vitric Hapludands y Humic Ustivitrands). Se trata de suelos profundos y moderadamente profundos, con una textura superficial franco-arenosa y franca, de forma predominante. Generalmente no presentan pedregosidad o ésta es muy escasa. La fertilidad de estos suelos es de forma predominante baja, siendo en algunos casos media. Se trata de suelos no salinos, y sin toxicidad, aunque existe toxicidad ligera por carbonatos en los Typic Ustorthents. Su drenaje es bueno, aún apareciendo drenaje excesivo, y no presentan períodos de inundación. Su régimen de temperatura es isomésico, apareciendo también el isotérmico, mientras el de humedad es údico y ústico, con predominio del segundo.

Las subclases de capacidad de uso de las tierras para la Clase VII encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 5.5, del que puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- La pendiente, que se ha descrito como fuerte en la mayor parte del territorio ocupado por esta clase (e3), siendo media a fuerte en algunas tierras (e2)
- Los bajos valores de fertilidad (s4)
- El régimen de temperatura del suelo, en las tierras con temperaturas frías (isomésico) (c2), así como el régimen de humedad ústico de ciertas zonas del territorio (c1)
- En menor medida, la escasa profundidad efectiva de algunos de los suelos descritos como poco profundas en esta clase (s1)

Cuadro 5.5. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
VII	VIIe3c1	1.821	5,01
	VIIe3s4c1c2	1.408	3,87
	VIIe3c1c2	1.355	3,73
	VIIe3c2	1.164	3,20
	VIIe3s4c1	1.137	3,13
	VIIe3s4c2	1.005	2,76
	VIIe3s4	177	0,49
	VIIe2s1s3s4c1	67	0,19
	VIIe3s1s4c1	67	0,18
	VIIe3s3c1	41	0,11
	VIIe3s2s4h1c1	9	0,03
Total		8.251	22,69

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

5.2.2.3. Clase VIII

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso constituyen la más abundante (37,90%), ocupando aproximadamente 13.780 ha. En estas tierras, el cultivo está completamente impedido, ya que los factores limitantes son muchos y difíciles de salvar, por lo que se recomienda mantener estos territorios bajo la vegetación natural y reservar su uso a la conservación.

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso se presentan principalmente en los dominios fisiográficos de Cimas frías de las Cordillera Occidental y Real y Sistema volcánico, en menor medida aparecen los dominios de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra. En contextos morfológicos de Paisajes glaciares, Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica de la Sierra Norte y Medio aluvial de Sierra. Debido a la extensión territorial de la presente clase existen múltiples geoformas, las principales son vertiente de valle glaciar, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar y cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar, fondo de valle glaciar, vertiente abrupta e interfluvio de cimas estrechas, entre otras menos abundantes. Las pendientes predominantes son fuertes (>40-70%), apareciendo de forma importante las pendientes muy fuertes (>70-100%) y medias (>12-25%). La litología de estas geoformas es diversa, pero como más relevante aparece la litología de lavas intermedias y básicas, tobas de grano medio con fragmentos andesíticos y piedra pómez.

Los suelos descritos en esta clase pertenecen a distintos órdenes, con predominio de los Mollisols (Andic Haplocryolls como mayoritario, seguido de Pachic Haplocryolls, Vitrandic Haplustolls, Andic Hapludolls y Pachic Haplustolls), Andisols (Vitric Haplocryands, Typic Melanocryands), aunque también existen Entisols (Vitrandic Ustorthents y Typic

Udifluvents), y en menor medida Inceptisols (Andic Dystrustepts, Vitrandic Dystrudepts y Vitrandic Dystrustepts). Existe polaridad de suelos respecto a su profundidad efectiva, así se han descrito suelos superficiales o profundos, aun existiendo un ligero predominio de los suelos superficiales. Su textura superficial es principalmente franca, apareciendo franco-arenosa y en la mayoría de los suelos la pedregosidad es muy poca o no existe. Su fertilidad es baja, no presentan salinidad ni toxicidad de los suelos. Su drenaje es bueno, sin presentar en ningún caso períodos de inundación. Su régimen de temperatura es predominantemente isofrígido, con aparición de los regímenes isomésico e isotérmico en algunos suelos, mientras el de humedad es údico en la mayoría de los casos, apareciendo en menor medida ústico y perústico.

Tal y como se observa en el Cuadro 5.6, los principales limitantes de las tierras de esta clase se asocian a:

- La pendiente, que se ha descrito como fuerte en la mayor parte del territorio ocupado por esta clase, apareciendo también pendientes media e incluso muy fuertes y escarpadas (e3), así como pendientes suaves y medias (e2)
- La escasa profundidad efectiva de algunos de los suelos descritos como superficiales en esta clase (s1)
- Los bajos valores de fertilidad (s4)
- El régimen de humedad ústico o perústico en ciertas zonas del territorio (c1)
- El régimen de temperatura del suelo, en las tierras con temperaturas muy frías (isofrígido), y frías (isomésico) (c2)

Cuadro 5.6. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VIII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
VIII	VIIIe3s1s4c2	7.139	19,63
	VIIIe3s4c2	3.105	8,54
	VIIIe2s4c2	1.383	3,80
	VIIIe2s1s4c2	507	1,40
	VIIIe3s4c1c2	490	1,35
	VIIIe3c1	423	1,16
	VIIIe3c2	325	0,89
	VIIIe3s4c1	224	0,62
	VIIIe1s4c2	135	0,37
	VIIIe2s1s4	49	0,13
Total		13.780	37,90

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

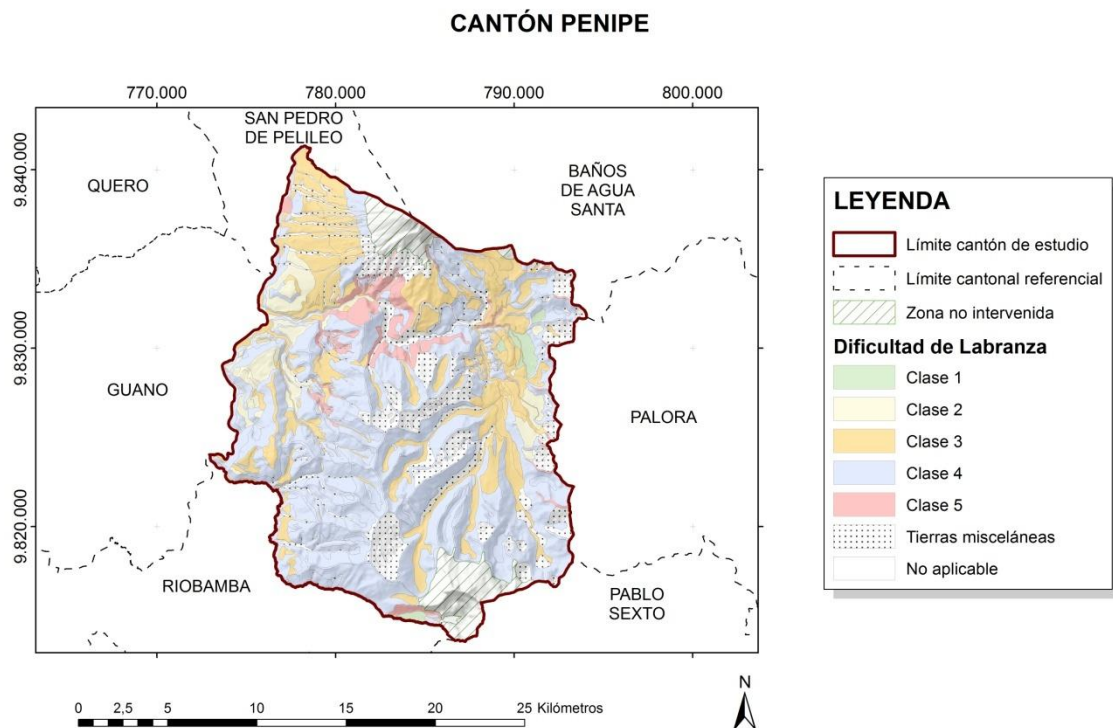
6. DIFICULTAD DE LABRANZA

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 Penipe, 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 descriptiva del cantón y para la territorialización temática de sus componentes.

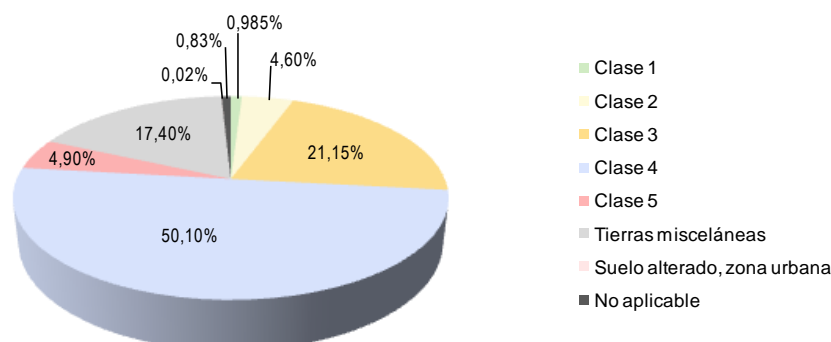
Las diferentes clases de dificultad de labranza identificadas en el presente cantón aparecen detalladas en el Cuadro 6.1 y Gráfico 6.1. De forma general, las tierras del cantón presentan una dificultad de labranza media y alta, predominando la Clase 4 que representa aproximadamente el 50% de la superficie de estudio. Esto significa que la labranza del suelo se ve dificultada por una serie de factores limitantes que se estudiarán con mayor detalle en los siguientes apartados.

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.

En concreto, la Clase 4 es la mayoritaria, representando un 50,10% del total del área de estudio y ocupa principalmente los dos tercios sur del territorio cantonal, abarcando desde el extremo norte al sur cantonal, principalmente en geoformas de vertiente en pendientes fuertes, intercaladas en las zonas de génesis glaciario y periglaciario con tierras misceláneas excluidas del análisis (Figura 6.1). Esta clase de dificultad de labranza, referida a tierras con una dificultad alta, sugiere que el laboreo de estos suelos sólo podría llevarse a cabo de forma manual, lo que determinará en gran medida la viabilidad económica de su aprovechamiento agrícola.

La Clase 3 corresponde a la segunda más representativa en Penipe, ocupando aproximadamente un 21,15%. Se distribuye heterogéneamente, en geoformas que siguen una orientación norte-sur, en los tercios este y oeste del territorio del cantón. Las tierras de esta clase situadas en el extremo norte se asocian principalmente a geoformas de génesis volcánica, asociada al volcán Tungurahua. Las tierras del tercio este están asociadas a geoformas de génesis glaciario y periglaciario, entre las que destacan las de depósitos glaciares modelados por acción fluvial, morrenas y fondos de valle glaciario, éstos últimos aparecen siguiendo el curso de los ríos Siete Vueltas y Chorreras (Figura 6.1). Corresponde pues, a tierras en las que la labranza no se encuentra tan dificultada, por lo que, a pesar de que el uso de maquinaria puede verse restringido según el tipo de limitaciones de la zona, su arado sería viable.

La Clase 5 de dificultad de labranza representa un 4,90% del área estudiada del cantón territorio y se localiza principalmente en el sector septentrional, al sur del volcán Tungurahua, ligada principalmente a geoformas de vertientes abruptas o de cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario, todas ellas en pendientes fuertes, al norte de la población Pujimpamba. Se trata de tierras en las que las limitaciones para la labranza son muy elevadas, definiéndose incluso como tierras no arables.

Un porcentaje de aproximadamente un 4,60% del área de estudio, corresponde a la Clase 2 de dificultad de labranza, localizada geográficamente en el sector noroccidental del área estudiada cantón Penipe, asociadas a geoformas de pendientes suaves, extendiéndose desde la población de Espinal al norte hasta la población de Penicucho Bajo al sur, en ambos lados del río Puela. Aparece también en una pequeña área en el sector oriental, en valles glaciares colgados de pendientes suaves. Estas tierras son las que presentan

menores dificultades para ser labradas y lo único que se debe tener presente a la hora de su labranza, es la necesidad de adaptar las técnicas de manejo al tipo concreto de suelo, pendiente del terreno y régimen de humedad, evitando un deterioro de la calidad de estos agrosistemas.

Por último, la clase menos representativa del cantón corresponde a la Clase 1, que ocupa el 0,98% de la superficie estudiada. Estas tierras se localizan geográficamente en puntos muy localizados del sector nororiental del cantón, en pequeñas áreas localizadas en ambos márgenes del río Siglal. Aparece también una pequeña área en el extremo sur del cantón, limitando con el cantón Riobamba. Estas tierras no presentan ningún impedimento para la labranza, y por tanto pueden ser labradas y mecanizadas con todos los tipos de implementos.

Las tierras de la Clase 1 de dificultad de labranza, representan una ocupación inferior al 1% del área estudiada del cantón, por lo que no es objeto de análisis detallado en la presente memoria.

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

Dificultad de labranza	Superficie (ha)	Superficie (%)*
1	358	0,98
2	1.674	4,60
3	7.690	21,15
4	18.218	50,10
5	1.783	4,90
No aplicable ¹	301	0,83
Suelo alterado, zona urbana ²	9	0,02
Tierras misceláneas ³	6.327	17,40
Total área de estudio	36.361	100

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

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

² Suelo alterado, zona urbana: Núcleos poblados y áreas construidas.

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

6.2. Resumen de resultados

Para cada una de las clases de dificultad de labranza identificadas en el cantón Penipe, 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

6.2.1. Tierras arables

6.2.1.1. Clase 2

Las tierras incluidas en esta clase son de las más aptas para la labranza encontradas en el cantón, que no representan un porcentaje relativamente importante del cantón (4,60%), que sin embargo supone una extensión de aproximadamente 1.674 ha. Engloban una serie de suelos en los que las labores han de adaptarse al suelo concreto, pendiente del terreno y régimen de humedad, para así evitar la degradación de los suelos.

Se encuentran distribuidas en los dominios fisiográficos de Sistema Volcánico, Medio aluvial de Sierra, Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real, y Vertientes y relieves de Cuencas Internadinas; en contextos morfológicos de Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Medio aluvial de Sierra, Paisajes glaciares y Vertientes y relieves inferiores de las Cuencas Interandinas con cobertura piroclástica de la Sierra Norte. Asociadas a las geoformas de terraza colgada, rampas de piedemonte de cono volcánico, superficie volcánica ondulada, valle glaciar colgado, depósito glaciar modelado por acción fluvial, y en menor medida, valle fluvial, llanura de inundación y hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. La litología predominante son lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi y la de conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa.

Se trata de tierras que presentan pendientes suaves (>5-12%) y muy suave (>2-5%), sin afloramientos rocosos en superficie y sin pedregosidad, mientras la presencia de elementos gruesos se reparte entre pocos y ninguno, aun con la existencia de tierras donde son comunes. En cuanto a los suelos, éstos son profundos, sin signos de compactación, una clase textural franca, franco-arenosa y franco-limosa tanto en superficie como en profundidad. Son suelos con drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados a los regímenes de humedad ústico y údico, con claro predominio del primero. Los suelos han sido clasificados como Mollisols (Vitrandic Haplustolls, Andic Hapludolls, Typic Haplustolls y Pachic Haplocryolls) e Inceptisols (Typic Dystrustepts y Vitrandic Dystrustepts).

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 2 encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 6.2, que muestra limitaciones suaves y vienen referidas a una ligero incremento en la pendiente (e1), al no ser completamente planas y la presencia del régimen de humedad de suelo ústico (c1).

Cuadro 6.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 2 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
2	2e1c1	1.111	3,06
	2e1	351	0,97
	2c1	212	0,58
Total		1.674	4,60

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

6.2.1.2. Clase 3

Las tierras incluidas en esta clase representan un porcentaje importante del cantón (21,15%), que supone aproximadamente 7.690 ha. Engloban una serie de suelos en los que existen ya ciertas limitaciones para la labranza que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un plan de manejo integral de las tierras.

Esta clase se distribuye principalmente en los dominios fisiográficos Sistema Volcánico y Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real; y, en menor medida, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra. Los contextos morfológicos han sido designados como Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; Paisajes glaciares; Vertientes y relieves superiores e inferiores con cobertura piroclástica de la Sierra Norte; y en menor medida, Medio aluvial de Sierra. Se asocian mayoritariamente a las geoformas de fondo de valle glaciar, rampas de piedemonte de cono volcánico, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, como mayoritarias, seguido de depósito glaciar modelado por acción fluvial, vertiente rectilínea, coluvión antiguo, colada de lava antigua, morrenas, entre otras que aparecen con menor frecuencia. Las litologías dominantes son de lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi y till, tillita.

Se trata de tierras que presentan pendientes predominantemente medias (>12-25%), y en menor medida pendientes medias a fuertes (>25-40%) y suaves (>5-12%), sin afloramientos rocosos en superficie y sin pedregosidad o esta es muy poca, aun existiendo suelos donde es poca y frecuente. De forma mayoritaria no tienen elementos gruesos en el perfil, aunque algunas tierras tienen pocos, comunes e incluso muchos que podrían interferir con el arado. En cuanto a los suelos, estos son profundos, pero una parte importante son moderadamente profundos, sin signos de compactación en la mayoría de los casos, aun identificándose en algunas tierras, y con texturas en superficie francas y franco-arenosas, como también lo son en profundidad junto con la areno-francosa. Son suelos con drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados a los regímenes de humedad údico y ústico, con predominio del primero. Los suelos han sido clasificados como Mollisols (Andic Hapludolls, Pachic Haplocryolls, Vitrandic Haplustolls, Pachic Haplustolls, Typic Haplustolls, Oxyaquic Haplustolls y Cumulic Haplustolls), Inceptisols (Vitrandic Dystrustepts, Andic Dystrustepts, Vitrandic Haplustepts, Vitrandic Dystrudepts) y finalmente Andisols (Vitric Haplocryands, Typic Haplustands, Typic Melanocryands).

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 3 encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 6.3, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, en los casos en los que éstas son medias o medias a fuertes (e2)
- El régimen de humedad ústico de algunos suelos (c1)
- La textura de los suelos en profundidad (s8), en que ha sido definida como areno-francosa
- La presencia de elementos gruesos, en los suelos que han sido descritos como muchos (s5)
- En menor medida aparecen limitaciones como los problemas de compactación, que ha sido descrita en algunos suelos (s9), la profundidad efectiva, por aparición de suelos

poco profundos (s4), por drenaje moderado en los Oxyaquic Haplustolls (h1) y aquellos con pocos afloramientos rocosos (s1) y frecuente pedregosidad (s2)

Cuadro 6.3. 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	3.367	9,26%
	3e2c1	1.832	5,04%
	3e2s8	1.085	2,98%
	3e2s5c1	639	1,76%
	3e2s9c1	355	0,98%
	3h1c1	103	0,28%
	3e1s5c1	83	0,23%
	3e2s4c1	79	0,22%
	3e2s1s2s4c1	67	0,19%
	3s8	50	0,14%
	3e1s5s9c1	26	0,07%
	3e1s8	3	0,01%
	3e2	3.367	9,26%
	3e2c1	1.832	5,04%
	Total		7.690

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

6.2.1.3. Clase 4

La Clase 4 de dificultad de labranza es la más abundante en el cantón Penipe (50,10%), ocupando un total de aproximadamente 18.218 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.

Las tierras clasificadas con Clase 4 se encuentran predominantemente en el dominio fisiográfico de Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real, seguido en relevancia por los dominios fisiográficos de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Sistema Volcánico y Medio aluvial de Sierra. Todo ello en los contextos morfológicos de Paisajes glaciares, Vertientes y relieves inferiores y superiores con cobertura piroclástica de las Sierra Norte, Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas y Medio aluvial de Sierra. Se asocian fundamentalmente a las geoformas denominadas vertiente de valle glaciar y vertiente rectilínea, en menor grado aparecen geoformas de vertiente heterogénea, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar, interfluvio de cimas estrechas y vertiente rectilínea con fuerte disección, entre otras geoformas menos abundantes a causa de la diversidad geomorfológica del cantón. La litología predominante en las tierras de esta clase corresponde predominantemente a lavas intermedias y básicas, tobas de grano medio con fragmentos andesíticos y piedra pómez.

Se trata de áreas en las que predominan claramente las pendientes fuertes (>40-70%), que no presentan afloramientos rocosos en superficie de forma mayoritaria, y sin pedregosidad superficial o son muy pocas en la mayoría de los casos. La mayoría de los suelos no poseen elementos gruesos o éstos son muy pocos, aunque en una pequeña proporción de tierras son comunes o incluso muchos. En cuanto las características morfológicas de los suelos, se reparten en similar frecuencia los suelos superficiales y profundos. No presentan signos de compactación en las subclases de limitación más abundantes. Las clases texturales superficiales más frecuentes son la franca y franco-arenosa, predominando en profundidad la franco-arenosa, seguida de la franca. En cuanto a su drenaje, los suelos tienen un drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados a los regímenes de humedad údico y ústico en similar proporción. Los suelos incluidos en esta clase han sido clasificados como Mollisols (Andic Haplocryolls como suelo más abundante del cantón, Andic Hapludolls, Pachic Haplustolls, Vitrandic Haplustolls, Typic Haplustolls y Andic Haplustolls), Inceptisols (Vitrandic Dystrustepts, Vitrandic Haplustepts, Vitrandic Dystrudepts), Andisols (Typic Melanocryands, Vitric Haplocryands, Pachic Haplustands, Pachic Vitric Melanudands y Dystric Haplustands) y Entisols (Vitrandic Ustorthents y Typic Ustipsamments). En los órdenes de suelo Mollisols, Inceptisols y Andisols, aparece algún subgrupo que no se ha incluido por ser minoritario.

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 4 encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 6.4, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, ya que en muchas tierras se ha descrito como fuerte (e3), apareciendo también pendientes medias o de medias a fuertes (e2)
- La profundidad efectiva, por aparición de suelos superficiales (s4)
- El régimen de humedad ústico de los suelos (c1)
- La textura en profundidad (s8), donde se definen clases texturales arenosas y areno-francosas en las que la labranza puede resultar complicada
- La presencia de elementos gruesos en los horizontes superficiales del suelo, descritos como muchos (s5)
- Afectando a menor extensión de tierras aparecen limitaciones por la presencia de cantos grandes en superficie (s3), clase textural superficial arenosa o areno-francosa (s7), el drenaje en los casos en los que es excesivo (h1) y la compactación de los horizontes del suelo (s9)

Cuadro 6.4. 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	4e3s4	6.950	19,11
	4e3c1	4.964	13,65
	4e3	3.336	9,18
	4e3s8	1.319	3,63
	4e2s4	562	1,54
	4e3s5c1	446	1,23
	4e3s3s5c1	262	0,72
	4e1s4	134	0,37
	4e2s5s7s8h1c1	54	0,15
	4e3s9c1	50	0,14
	4e3s2c1	41	0,11
	4e1s7s8h1c1	38	0,11
	4e3s9	30	0,08
	4e1s4s8	20	0,05
	4e3s7s8h1c1	9	0,03
4e1s3c1	4	0,01	
Total		18.218	50,10

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

6.2.1.4. Clase 5

La Clase 5 de dificultad de labranza no representan un porcentaje relativamente importante del área de estudio cantón Penipe (4,90%), que sin embargo supone una extensión de aproximadamente un total de 1.783 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.

Las tierras clasificadas con Clase 5 se encuentran predominantemente en el dominio fisiográfico de Sistema Volcánico, Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra. Todo ello en los contextos morfológicos de Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, Paisajes glaciares, Vertientes y relieves superiores con cobertura piroclástica de las Sierra Norte, y Medio aluvial de Sierra. Se asocian fundamentalmente a las geoformas denominadas vertiente abrupta, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, interfluvio de cimas estrechas, cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar y superficie de cono de deyección. Las litologías predominantes en las tierras de esta clase corresponden predominantemente a lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi, lavas intermedias y básicas, tobas de grano medio con fragmentos andesíticos y piedra pómez y filitas, esquistos, gneises y granitos anatécicos de Azafrán.

Se trata de áreas en las que predominan las pendientes muy fuertes (>70-100%), que no presentan afloramientos rocosos en superficie de forma mayoritaria, y sin pedregosidad superficial. La mayoría de los suelos no poseen elementos gruesos o éstos son muy pocos, aunque en una pequeña proporción de tierras son comunes o incluso muchos. En cuanto las características morfológicas de los suelos, los suelos son predominantemente profundos. No presentan signos de compactación en las subclases de limitación más abundantes. Las clases texturales superficiales más frecuentes son la franco-arenosa y la franca, predominando también en profundidad a las que se une la areno-francosa. En cuanto a su drenaje, los suelos tienen un drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados a los regímenes de humedad údico y ústico en similar proporción, y en menor abundancia aparece el régimen de humedad perúdic. Los suelos incluidos en esta clase han sido clasificados como Mollisols (Vitrandic Haplustolls, Andic Hapludolls y Pachic Haplustolls), Andisols (Vitric Haplocryands y Typic Melanocryands), Entisols (Vitrandic Ustorthents) e Inceptisols (Andic Dystrustepts, Vitrandic Dystrustepts y Vitrandic Dystrustepts). En el orden de suelo Mollisols, aparece algún subgrupo que no se ha incluido por ser minoritario.

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 5 encontradas en el territorio de Penipe aparecen detalladas en el Cuadro 6.5, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, ya que en muchas tierras se ha descrito como muy fuerte e incluso escarpada o abrupta (e3), apareciendo también pendientes medias o de medias a fuertes (e2)
- El régimen de humedad ústico de los suelos (c1)
- La presencia de elementos gruesos en los horizontes superficiales del suelo, descritos como muchos (s5)
- La textura en profundidad (s8), donde se definen clases texturales arenosas y areno-francosas en las que la labranza puede resultar complicada
- La profundidad efectiva, por aparición de suelos superficiales y poco profundos (s4)

Cuadro 6.5. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 5 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas

Clase	Subclase (factores limitantes)	Superficie (ha)	Superficie (%)*
5	5e3c1	726	2,00
	5e3	514	1,41
	5e3s5c1	212	0,58
	5e3s8c1	199	0,55
	5e3s8	79	0,22
	5e2s4s8	48	0,13
	5s3s4s6s8c1	5	0,01
Total		1.783	4,90

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

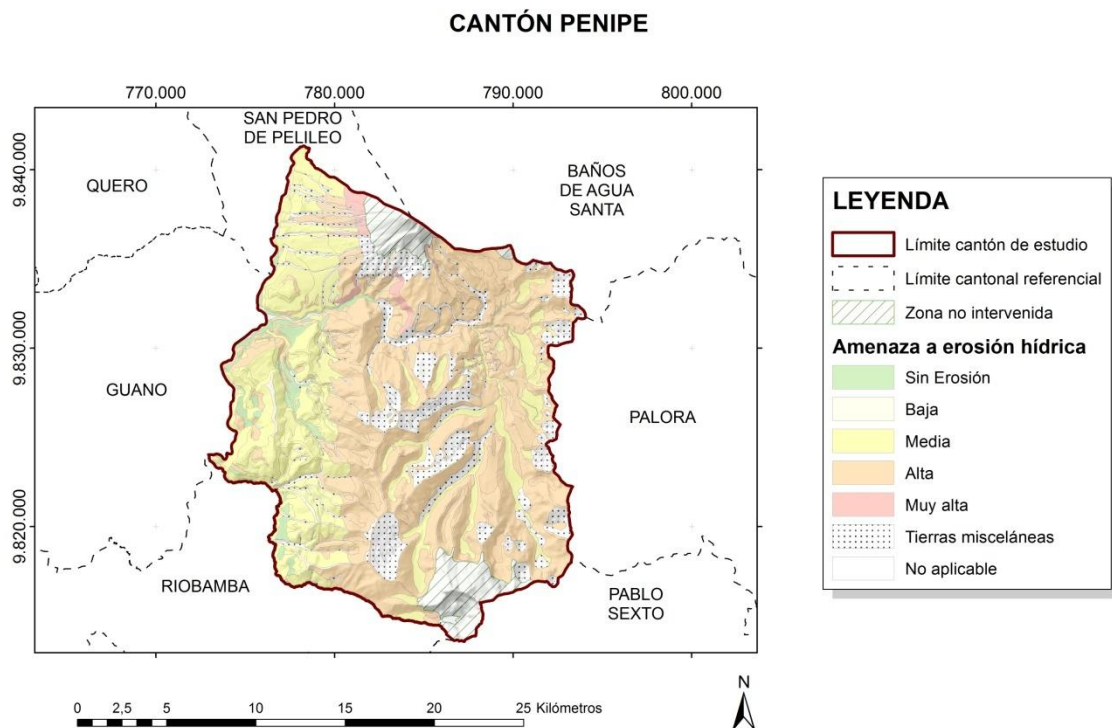
7. AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA

7.1. Resultados generales

En la Figura 7.1 se presenta un mapa temático general del cantón Penipe, 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.

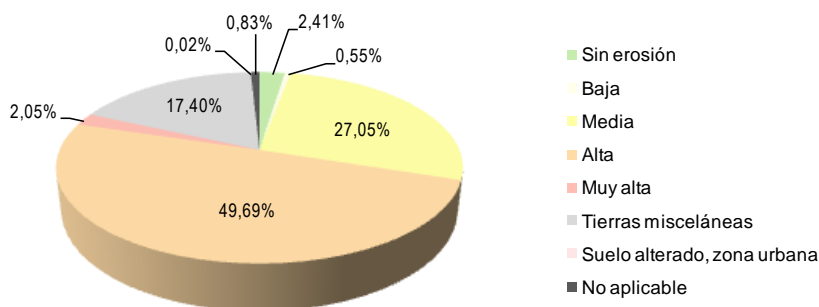
Así, en el Cuadro 7.1 y Gráfico 7.1 la información sobre la amenaza a erosión hídrica se detalla en términos numéricos, de forma que es posible distinguir diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón, entre las cuales, predominan las tierras con amenaza Media y Alta, alcanzando más del 75% 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.

La clase con amenaza Alta es la más abundante, representando un 49,69% del total del área de estudio y ocupando prácticamente los dos tercios orientales. Concretamente, se distribuye geográficamente abarcando desde el extremo norte del cantón, donde limita con el cantón Baños de Agua Santa, así como con el volcán Tungurahua en el Parque Nacional Sangay. A su vez limita al sur con el volcán Altar, en el mismo Parque Nacional Sangay y con el límite territorial de los cantones Riobamba y Pablo Sexto. Alternando con tierras misceláneas y tierras con amenaza Media (Figura 7.1). En estos casos podría no ser suficiente con tomar medidas de prevención, sino que incluso, puede ser necesario aplicar medidas correctoras concretas y evitar así que la degradación del suelo se agrave.

La clase con amenaza Media a erosión hídrica, que ocupa un área que representa 27,05% del territorio estudiado del cantón, se distribuye geográficamente en el tercio occidental limitando con los cantones Riobamba, Guano y San Pedro de Pelileo, de sur a norte. Concretamente, en la mitad suroriental, son tierras asociadas a geoformas de ladera de fuertes pendientes, que tienen una orientación este-oeste, mientras al norte del río Puela aparecen geoformas de génesis volcánica asociada al volcán Tungurahua (Figura 7.1). Otras tierras se ubican en el tercio oriental asociadas a geoformas de génesis glacial y periglacial, entre las que destacan las de depósitos glaciares modelados por acción fluvial, valles glaciares colgados y fondos de valle glacial, éstos últimos aparecen siguiendo el curso de los ríos Siete Vueltas, Chorreras y Cubillin. Esta clase de amenaza a erosión hídrica sugiere que todos estos terrenos no presentan un riesgo destacado a sufrir procesos de degradación de los suelos en el corto plazo, sin embargo, se encuentran en un punto de equilibrio frágil. El riesgo de 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.

Una etapa más avanzada viene representada por las tierras con amenaza Muy alta a erosión hídrica, representando un porcentaje del 2,05% del área de estudio y ubicadas en la zona norte del cantón, concretamente asociadas a geoformas de cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glacial, de muy fuertes pendientes asociadas al volcán Tungurahua. Estas tierras son poco representativas pero sugieren que, en ciertas zonas del cantón, los procesos de degradación pueden suponer un importante limitante a la productividad agrícola. En estos casos será necesario planificar medidas correctoras y, si los suelos se encontrasen bajo vegetación forestal, su cambio de uso no estaría recomendado.

En contrapunto a la clase anterior, en el cantón Penipe se han identificado algunas zonas caracterizadas como Sin erosión, que representan el 2,41% del total del área de estudio y se encuentran ubicadas geográficamente en la zona occidental y sur, en pequeñas áreas. Concretamente se encuentran asociadas a terrazas colgadas, valles fluviales y en menor medida hondonadas pantanosas. Se trata de zonas que, por definición, no son susceptibles de que la erosión hídrica sea medida, generalmente porque son áreas más propensas a procesos de desbordamiento y anegamiento, por lo que resulta complicado distinguir la amenaza a erosión hídrica de la de colmatación.

Por último, la clase con amenaza Baja a erosión hídrica representan un porcentaje poco significativo del área de estudio (0,55%), sugieren que en ciertas zonas del cantón, los procesos de degradación asociados a la actividad agrícola o agropecuaria serían bajos, tratándose así de tierras en las que no es necesario tomar medidas especiales de protección. Geográficamente se localizan en el sector suroccidental del cantón, siendo tierras correspondientes a geoformas de interfluvios o coluviones, intercaladas entre tierras correspondientes a la clase Media. Las tierras de la presente clase representan menos del 1% del total del área de estudio por lo que no se detallan en la presente memoria.

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

Dificultad de labranza	Superficie (ha)	Superficie (%)*
Sin erosión	877	2,41
Baja	198	0,55
Media	9.835	27,05
Alta	18.068	49,69
Muy Alta	745	2,05
No aplicable ¹	301	0,83
Suelo alterado, zona urbana ²	9	0,02
Tierras misceláneas ³	6.327	17,40
Total área de estudio	36.361	100

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

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

² Suelo alterado, zona urbana: Núcleos poblados y áreas construidas.

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

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

7.2. Resumen de resultados

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, en el cantón Penipe 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

Esta clase es la segunda más representativa respecto a la amenaza a erosión hídrica del cantón estudiado ya que ocupa una gran extensión del territorio estudiado (27,05%), lo que significa unas 9.835 ha aproximadamente. Las tierras sometidas a este tipo de amenaza se asocian de forma predominante al dominio fisiográfico de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Sistema Volcánico y Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, en menor medida aparece el dominio de Medio aluvial de Sierra. Los contextos morfológicos relacionados son de Vertientes y relieves superiores e inferiores con cobertura piroclástica de la Sierra Norte, Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas, asociado al sistema volcánico, apareciendo también los contextos de Paisajes glaciares y Medio aluvial de Sierra. Las geoformas descritas en esta clase del cantón corresponden fundamentalmente a vertiente rectilínea, rampas de piedemonte de cono volcánico y fondo de valle glaciar, pero frecuentemente aparecen otras geoformas de depósito glaciar modelado por acción fluvial, coluvión antiguo, superficie volcánica ondulada, vertiente rectilínea con fuerte disección, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, valle glaciar colgado, testigo de glacis de esparcimiento, entre otras. La litología está representada en la mayor parte del territorio de esta clase por lavas intermedias y básicas, tobas de grano medio con fragmentos andesíticos y piedra pómez y lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi.

Las pendientes registradas en estas geoformas son muy variables predominando las pendientes fuertes (>40-70%) y medias (>12-25%), siendo significativas las pendientes suaves (>5-12%). Las formas de vertiente más comunes son de tipo rectilíneas, seguidas de las cóncavas, por lo que, éstas últimas junto con las longitudes de vertientes mayoritariamente muy largas, determinan una importante contribución de la geomorfología a la clase de amenaza a erosión hídrica (Foto 7.1).

Los órdenes de suelos predominantes en esta clase de amenaza a erosión hídrica son los Mollisols (Vitrandic Haplustolls, Andic Hapludolls, Pachic Haplustolls, Pachic Haplocryolls y Typic Haplustolls), Inceptisols (Vitrandic Dystrustepts, Typic Dystrustepts, Andic Dystrustepts, Vitrandic Dystrustepts y Vitrandic Haplustepts), Andisols (Humic Haplustands, Pachic Vitric Melanudands y Dystric Haplustands) y de forma muy minoritaria Entisols (Typic Udifluvents). En todos los órdenes de suelo señalados, a excepción de los Entisols, aparece algún subgrupo que no se ha incluido por ser minoritario. En cuanto a su textura superficial predominan las clases franca y franco-arenosa. Por su parte, el contenido en materia orgánica es variable, desde suelos con un contenido alto hasta otros con un contenido bajo, aún con ligero predominio de los suelos con contenido medio en materia orgánica, mientras la profundidad efectiva es principalmente profunda. Así pues, respecto a las características edáficas, estos suelos muestran una gran diversidad debido a la gran variabilidad edáfica y extensión ocupada por la presente clase de amenaza a erosión hídrica, no obstante los suelos con bajos contenidos en materia orgánica serán más susceptibles frente a los procesos erosivos.

El grado de protección vegetal es alto y medio, en idéntica proporción, si bien el Índice de agresividad pluvial es predominantemente alto (75–100 mm), y en menor medida muy alto (>100 mm). Así, de los factores ecológicos y climáticos, la elevada precipitación, conjuntamente a las características geomorfológicas de longitudes largas de pendiente y

aquellos casos con vertientes rectilíneas, parecen ser las más importantes a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica. En los casos coincidentes con características edáficas negativas, los efectos se verán reforzados.

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



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.
Punto de muestreo CSp-ÑIV_C4-93-0020.
Ubicación: Parroquia Penipe.*

7.2.2. Tierras con amenaza Alta a erosión hídrica

Esta clase de amenaza a erosión hídrica es la mayoritaria del cantón y ocupa unas 18.068 ha, representando una superficie del territorio estudiado del 49,69%. Las tierras con amenaza Alta se ubican principalmente en el dominio fisiográfico de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, apareciendo en menores casos los dominios de Sistema Volcánico, Vertientes y relieves de Cuencas Internadinas y Medio aluvial de Sierra. Aparecen en los contextos morfológicos de Paisajes glaciares, Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica de la Sierra Norte, Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas y Medio aluvial de Sierra. Se asocian a las geoformas de vertiente de valle glaciar, vertiente rectilínea, cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar, cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar, vertiente heterogénea, depósito glaciar modelado por acción fluvial, interfluvio de cimas estrechas y vertiente abrupta, entre otras. La litología predominante corresponde a lavas intermedias y básicas, tobas de grano medio con fragmentos andesíticos y piedra pómez.

Las pendientes registradas en estas geoformas son predominantemente fuertes (>40-70%), apareciendo también pendientes medias (>12-25%) y de medias a fuertes (>25-40%). La forma de vertiente más común es de tipo rectilínea con longitudes de vertiente descritas como muy largas, así como en mucha menor medida longitudes largas y moderadamente largas (Foto 7.2).

Los órdenes de suelos existentes en esta clase de amenaza a erosión hídrica son varios, aunque existe un predominio de los Mollisols (Andic Haplocryolls, Andic Hapludolls, Vitrandic Haplustolls, Pachic Haplustolls y Typic Haplustolls), Andisols (Vitric Haplocryands, Typic

Melanocryands y Pachic Vitric Melanudands), Inceptisols (Vitrandic Dystrustepts, Andic Dystrustepts y Vitrandic Haplustepts) y de forma minoritaria Entisols (Typic Ustipsamments y Typic Udifluvents). En todos los órdenes de suelo señalados, a excepción de los Entisols, aparece algún subgrupo que no se ha incluido por ser minoritario. En cuanto a su textura superficial, predomina la clase textural franca, seguida de la clase franco-arenosa. El contenido en materia orgánica en estos suelos es predominantemente medio.

Respecto al grado de protección vegetal éste es alto, mientras el Índice de agresividad pluvial es muy alto (>100 mm). De nuevo, la elevada precipitación en estas zonas resulta un factor fundamental a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica, conjuntamente a las características geomorfológicas de longitudes largas de pendiente y vertientes rectilíneas, parecen ser las más importantes a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica.

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



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.
Punto de muestreo CSp-ÑIV_D3-86-0005.
Ubicación: Parroquia Puela.*

7.2.3. Tierras con amenaza Muy Alta a erosión hídrica

Esta clase ocupa unas 745 ha, representando una superficie del territorio estudiado del 2,05%. Las tierras con amenaza Muy Alta se ubican principalmente en el dominio fisiográfico de Sistema Volcánico, en el contexto morfológico de Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Se asocian a la geoforma predominante de cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar y, en menor grado a la geoforma de morrena lateral. La litología predominante corresponde a lava basáltica y conos de ceniza basáltica al noreste de Calpi.

Las pendientes registradas en estas geoformas oscilan desde media a fuerte hasta escarpada, no obstante, predominan las pendientes fuertes (>40-70%), seguidas de las muy fuertes (>70-100%) y abruptas (>200%). La forma de vertiente es de tipo cóncavo con longitudes de vertiente descritas como muy largas (>500 m) y largas (>250 a 500 m).

Los órdenes de suelos existentes en esta clase de amenaza a erosión hídrica son varios, aunque existe un predominio de los Andisols, concretamente los Vitric Haplocryands, y en

menor grado los Typic Melanocryands. Aparecen también Andic Dystrustepts y testimonialmente Vitrandic Dystrudepts dentro del orden de los Inceptisols. Finalmente, abarcando 1 ha aparece el subgrupo Andic Haplocryolls dentro del orden de los Mollisols. En cuanto a su textura superficial, predomina la clase textural franca y franco-arenosa. El contenido en materia orgánica en estos suelos es bajo y medio, con predominio del primero. Así pues, el bajo contenido en materia orgánica y las clases texturales presentes actúan como factores edáficos más importantes.

Respecto al grado de protección vegetal existe disparidad entre las clases alto y muy bajo, predominando en este caso el segundo, mientras el Índice de agresividad pluvial es muy alto (>100 mm). De nuevo, la elevada precipitación en estas zonas resulta un factor fundamental a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica, conjuntamente a las características geomorfológicas de longitudes largas de pendiente, que conjuntamente con los suelos con bajos contenidos en materia orgánica y muy baja cubierta vegetal, parecen ser las más importantes a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica.

8. CONCLUSIONES

8.1. Geopedología

El estudio semidetallado a escala 1:25.000 dio como resultado una variabilidad edafológica de 4 órdenes, 12 subórdenes, 14 grandes grupos y 28 subgrupos de suelos para el cantón Penipe, 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.

Se observa en este cantón una clara predominancia del orden de suelos Mollisols, que ocupan 18.636 ha, el 51,25% del área estudiada. También son frecuentes los suelos del orden Andisols, que cubren una superficie de 6.108 ha, representando el 16,80% del área de estudio, y el orden Inceptisols, que ocupan una superficie aproximada de 4.567 ha, representando el 12,56%. Otro orden descrito se refiere a los Entisols, con el 1,13% del total estudiado (412 ha).

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 Paisajes glaciares se ubica al este del cantón, siendo el más frecuente en la zona de estudio (47,22%). Los regímenes de temperatura del suelo son isofrígido e isofrígido/isomésico y el de humedad es, predominantemente údico y en algunos casos perúdic. Los suelos presentes en este contexto se desarrollan sobre los Volcánicos El Altar que ha recubierto gran parte de la litología preexistente (Rocas metamórficas de la Serie Llanganates) en pendientes que fluctúan entre medias a muy fuertes.

Los suelos que más abundan son del orden Mollisols, ocupando el 76,71%. En este contexto los valores de materia orgánica oscilan entre 3,2 y 6,1%. Predominan los subgrupos Andic Haplocryolls, Andic Hapludolls y Pachic Haplocryolls.

En menor proporción aparecen Andisols que representan el 2,52% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por su origen a partir de cenizas volcánicas, su baja densidad aparente y alta retención de fosfatos. En este contexto los valores de densidad aparente son inferiores a $0,9 \text{ g/cm}^3$ y la retención de fosfatos es del 14%. Este último valor no se ajustan a la taxonomía, pero la clasificación es adecuada al entorno edáfico y a las observaciones de campo. El subgrupo más característico es el Vitric Haplocryands.

- El contexto Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas se ubica en su mayor parte al norte del cantón y en menor porcentaje al sur; ocupa el 26,65% del área de estudio. Se encuentra bajo los regímenes de temperatura isofrío, isomésico y en algunos casos isotérmico, y de humedad údico (predominante) y en menor escala ústico. Los suelos presentes en este contexto se desarrollan sobre materiales de origen ígneo efusivos expulsados por los volcanes Tungurahua y El Altar en pendientes que varían de suave a media y hasta fuerte y muy fuerte.

El orden de suelos Andisols, representan el 35,98% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por su origen a partir de cenizas volcánicas, su baja densidad aparente y alta retención de fosfatos. En este contexto los valores de densidad aparente son de $0,68 \text{ g/cm}^3$ y la retención de fosfatos oscila entre 14 y 96%. Estos valores pueden no ajustarse a la taxonomía, pero la clasificación es adecuada al entorno edáfico y a las observaciones de campo. Los subgrupos más característicos son el Vitric Haplocryands y el Typic Melanocryands.

Los Inceptisols, representan el 30,27% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos de desarrollo incipiente. En este contexto predominan los caracteres Vitrandic y Andic. Los subgrupos más característicos son Vitrandic Dystrudepts y Andic Dystrudepts.

En menor proporción aparecen Mollisols que representan el 5,87% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos con alta saturación de bases, que desarrollan un epipedón oscurecido debido a la acumulación de materia orgánica. En este contexto los valores de materia orgánica tienen una media de 4,7%. Los subgrupos más característicos son Andic Hapludolls y Vitrandic Haplustolls.

Muy poco frecuentes son los suelos del orden Entisols, que abarcan el 3,35% del contexto. Son suelos cuya principal característica es la muy poca evolución del perfil con solo el desarrollo del horizonte A (Suelos AC). El subgrupo dominante es el Vitrandic Ustorthents.

- El contexto Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) ocupa dos áreas ubicadas al oeste del cantón, bajo los regímenes de temperatura isotérmico e isomésico y en menor porcentaje isofrío, y de humedad údico y ústico. Ocupa el 14,15% del área de trabajo. Los suelos presentes en este contexto se desarrollan sobre los Volcánicos El Altar (Secuencias de lavas intermedias y básicas, tobas y fragmentos andesíticos) en pendientes suaves, medias, fuertes y, en ocasiones, muy fuertes.

Los suelos que predominan son del orden Andisols, que representan el 38,62% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por su origen a partir de cenizas volcánicas, su baja densidad aparente y alta retención de fosfatos. En este contexto los valores de densidad aparente oscilan entre $0,43$ y $0,81 \text{ g/cm}^3$ y la retención de

fosfatos oscila entre 88 y 97%. Los subgrupos más característicos son el Pachic Haplustands, Humic Haplustands y Pachic Vitric Melanudands.

En una proporción similar ocurren Mollisols que representan el 38,52% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos con alta saturación de bases, que desarrollan un epipedón oscurecido debido a la acumulación de materia orgánica. En este contexto los valores de materia orgánica oscilan entre 1,87 y 10,75%. Los subgrupos más característicos son Vitrandic Haplustolls, Pachic Haplustolls y Andic Hapludolls.

En menor proporción existen Inceptisols los cuales abarcan el 21,44% de este contexto. Se caracterizan por ser suelos de desarrollo incipiente, son más desarrollados que los Entisols pero todavía carecen de las propiedades que son características de otros órdenes. En este contexto predomina el carácter Vitrandic, fuertemente influenciados por proyecciones piroclásticas pumíticas y cenizas volcánicas. Los subgrupos dominantes son: Vitrandic Dystrudepts y Vitrandic Haplustepts

- El contexto Medio aluvial de Sierra ocupa áreas localizadas al oeste del cantón, especialmente junto al río Pastaza, abarcando el 6,77% del área de estudio. Se encuentra bajo un régimen de temperatura isotérmico y de humedad ústico. La mayor parte de los suelos de este contexto son de origen aluvial, en algunos casos con influencia de materiales de origen volcánico, en pendientes dominantes de suaves, medias y de medias a fuertes.

Los suelos que predominan son del orden Mollisols, que representan el 44,05% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos con alta saturación de bases, que desarrollan un epipedón oscurecido debido a la acumulación de materia orgánica. En este contexto los valores de materia orgánica tienen una media de 2,7%. Los subgrupos más característicos son Vitrandic Haplustolls, Typic Haplustolls y Oxyaquic Haplustolls.

Los Inceptisols, representan el 21,56% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos de desarrollo incipiente. En este contexto predomina el carácter Vitrandic. Los subgrupos más característicos son Vitrandic Haplustepts y Vitrandic Dystrudepts.

Poco frecuentes, se describen los Andisols, representan el 6,63% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos derivados de cenizas volcánicas o piroclastos, caracterizados por bajas densidades aparentes y alta retención de fósforo. En este contexto los niveles mencionados presentan una densidad aparente media de 0,85 g/cm³ y unos niveles de retención del 85%. Los dos subgrupos encontrados son los Dystric Haplustands y Thaptic Ustivitrands.

Muy poco frecuentes, los Entisols, que representan el 3,52% de la superficie del contexto. Son suelos cuya principal característica es el poco desarrollo del perfil. Los dos subgrupos identificados en este contexto son Typic Udifluvents y Typic Ustipsamments.

- El contexto Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) ocupa dos pequeñas áreas ubicadas al oeste del cantón (5,21% del área de estudio). Se encuentra bajo un régimen de temperatura

isomésico y de humedad ústico. Los suelos presentes en este contexto se desarrollan sobre los Volcánicos El Altar (Secuencias de lavas intermedias y básicas, tobas y fragmentos andesíticos) en pendientes medias, media a fuertes y en algunos casos muy fuertes. Los suelos predominantes son:

Los Mollisols, que representan el 96,62% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por ser suelos con alta saturación de bases, que desarrollan un epipedón oscurecido debido a la acumulación de materia orgánica. En este contexto los valores de materia orgánica oscilan entre 1,05 y 6,07%. Los subgrupos más característicos son Pachic Haplustolls y Vitrandic Haplustolls.

En mucha menor cuantía aparecen suelos del orden Andisols que representan el 2,02% de la superficie de este contexto. Se caracterizan por su origen a partir de cenizas volcánicas, su baja densidad aparente y alta retención de fosfatos. En este contexto los valores de densidad aparente son de 0,39 g/cm³ y la retención de fosfatos de 74%. Estos valores pueden no ajustarse a la taxonomía, pero la clasificación es adecuada al entorno edáfico y a las observaciones de campo. El subgrupo más característico es el Dystric Haplustands.

8.2. Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración que predomina en el cantón Penipe es de la clase Moderada 3.011 ha (8,28%), seguida por la clase Lenta 828 ha (2,28%), continúa la clase Moderadamente lenta 646 ha (1,78%), a continuación la clase Muy lenta 275 ha (menos del 1%), Moderadamente rápida 120 ha (menos del 1%) y la última clase es Muy rápida 20 ha (menos del 1%). En estos suelos las clases de texturas son arenosa, areno-francosa, franco-arenosa, franca y franco-limosa. Localizándose en pendientes planas, muy suaves, suaves, medias, medias a fuertes, fuertes, muy fuertes, escarpadas y abruptas; la mayoría en régimen de humedad ústico, údico y perúdico.

8.3. Capacidad de uso de las tierras

De los resultados obtenidos se concluye que el cantón Penipe, que ocupa una superficie total de 37.095 ha, de las cuales se han estudiado 36.361 ha, presenta ciertas superficies con potencial para el aprovechamiento agrícola, si bien, sería necesario llevar a cabo sobre ellas ciertas medidas de corrección de los limitantes encontrados. Para ello es necesario detectar de qué limitantes se trata y si podrían ser enmendados desde el punto de vista de su viabilidad técnica y económica.

A modo de resumen, en el cantón Penipe 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. Geográficamente tiene una distribución en el sector occidental, asociada a geoformas de pendientes suaves, en ambos márgenes del río Puela, representando el 4,38%. Corresponde a tierras cultivables cuyos principales limitantes se deben a la pendiente, la fertilidad y el régimen de humedad del suelo ústico. En el caso de la pendiente, este factor no sería un grave limitante ya que éstas son suaves o muy suaves y no limitaría el uso de maquinaria. El régimen de humedad del suelo ústico

hace referencia al hecho de que la disponibilidad de agua para las plantas no es constante a lo largo del año, pudiendo concurrir períodos secos.

- Clase IV. Se ubica geográficamente en el sector occidental, y representa el 5,40% del área de estudio. Corresponde a tierras cultivables cuyos principales limitantes se deben a la pendiente, la fertilidad y el régimen de humedad del suelo ústico. En el caso de la pendiente, al ser ésta media, podría impedir el uso de maquinaria en ciertos casos.
- Clase VI. Se localiza en una importante área en el sector nororiental del área estudiada del cantón. Además, aparece en la zona noroeste en franja de tierras con orientación norte-sur, representando el 11,38% del área de estudio. Los principales limitantes de esta clase están relacionados con la pendiente, que es media o de media a fuerte en gran parte del territorio, la baja fertilidad y los condicionantes de humedad y temperatura del suelo al tratarse de regímenes isomésico y ústico. El régimen de temperatura isomésico hace referencia al hecho de que la temperatura media del suelo sea demasiado fría para el desarrollo de los cultivos. se recomienda reservar estas tierras al uso pecuario o forestal.
- Clase VII. Geográficamente las tierras pertenecientes a esta clase agrológica se localizan en el tercio oeste del área estudiada del cantón. Algunas áreas aparecen en el sector nororiental, intercalados con tierras de las clases de capacidad de uso de las tierras VI y VIII, y representan en total el 22,69% del área de estudio. Corresponde a tierras cuyas limitaciones recomiendan un uso no agrícola. Éstas están relacionadas nuevamente con la fuerte pendiente, los bajos valores de fertilidad, el régimen de temperatura del suelo isomésico y de humedad del suelo ústico. Concretamente, se trata de tierras no agrícolas, donde la capacidad de uso es forestal o con fines de conservación.
- Clase VIII. Se ubica geográficamente en los dos tercios orientales del área estudiada del cantón y abarcando desde el límite norte con el cantón Baños de Agua Santa y el Parque Nacional Sangay, hasta el límite sur con los cantones Riobamba y Pablo Sexto, representando el 37,90% del área de estudio. Los limitantes de estas tierras son los mismos que los de la clase anterior, pero además, se suma, la escasa profundidad efectiva de algunos suelos descritos como superficiales y el régimen de temperatura isofrígido de los suelos, es decir, la temperatura media del suelo es demasiado fría para el desarrollo de los cultivos (< 10°C). Todas estas limitaciones, en combinación, dificultan en gran medida la capacidad agrológica del suelo, por lo que se recomienda reservar estas tierras con fines de conservación.

8.4. Dificultad de labranza

Teniendo en cuenta los resultados de la capacidad de uso de las tierras, muchos suelos del cantón Penipe tienen una productividad agrícola limitada por ciertas restricciones que, sin embargo, pueden ser fácilmente salvadas con una buena inversión de recursos técnicos y económicos y, por tanto, ser cultivadas.

No obstante, los resultados de la dificultad de labranza reflejan que en determinadas zonas, ésta puede no resultar viable. Es necesario, por tanto, analizar la distribución de las tierras en función de la dificultad de labranza para determinar qué tipo de restricciones implica el arado en este cantón:

- Clase 2. Se localizan geográficamente en el sector noroccidental del área estudiada cantón Penipe, apareciendo también en una pequeña área en el sector oriental. Representa el 4,60% del área de estudio y corresponde a tierras con unas buenas condiciones para la labranza y muy pocas limitaciones. La pendiente aparece como limitación, no obstante este factor no sería un grave limitante ya que éstas son suaves y muy suaves y no limitarían el uso de maquinaria. El otro limitante encontrado se relaciona con el régimen de humedad del suelo, pues se trata de un régimen ústico.
- Clase 3. Se distribuye heterogéneamente en geoformas que siguen una orientación norte-sur, en los tercios este y oeste del territorio del cantón, representando el 21,15% del área de estudio. Corresponde a tierras con unas buenas condiciones para la labranza, pero con algunas limitaciones. El limitante más importante es la pendiente, que se ha descrito como media, y de media a fuerte en la mayor parte del territorio ocupado por esta clase. Otros limitantes encontrados son la textura del suelo en profundidad, pues se trata de suelos de texturas areno-francosas, la presencia de muchos elementos gruesos en el suelo y el régimen de humedad del suelo ústico. La limitación textural en profundidad dificulta la labranza, no obstante ésta limitación es difícil de subsanar.
- Clase 4. Se ubica geográficamente ocupando principalmente los dos tercios sur del territorio cantonal, abarcando desde el extremo norte al sur, representando el 50,10% del área de estudio. Los factores limitantes son bastante restrictivos; así por ejemplo, las pendientes fuertes dificultan en gran medida el acceso de maquinaria agrícola. A la pendiente se unen otros factores como las limitaciones por elementos gruesos, textura en profundidad arenosa y areno-francosa y régimen de humedad el suelo ústico, a los que se une la poca profundidad efectiva del suelo, que se combinan para limitar la labranza. En este caso concreto existen suelos superficiales, no obstante no presentan elementos gruesos. Además, la textura arenosa y areno-francosa en profundidad, conjuntamente a un régimen de humedad del suelo ústico, bien apareciendo conjuntamente o de forma individual, representan una dificultad añadida. Es por ello que estas tierras implican costes de producción muy elevados que, unido al hecho de que en gran medida coinciden geográficamente con una capacidad de uso agrícola limitada, llevan a recomendar para estas zonas el uso pecuario o forestal.
- Clase 5. Se localiza principalmente en el sector septentrional, al sur del volcán Tungurahua y representa el 4,90% del área de estudio. Engloban un tipo de terrenos cuyos impedimentos para el arado son tan elevados que no es posible realizar ningún tipo de labranza mecanizada o manual. Así, concurren una serie de limitaciones (pendientes muy fuertes e incluso escarpadas, elementos gruesos, texturas arenosas, suelos poco profundos y superficiales, etc.), que hacen recomendar para estas zonas a 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 Penipe reflejan que, por las características del territorio, predominan áreas en las que existe riesgo de erosión, siendo la clase Alta de amenaza a erosión hídrica mayoritaria. Los factores más influyentes son los geomorfológicos y climáticos, pues existe un predominio de las pendientes fuertes en gran parte de la zona de estudio, las formas de vertientes predominantes son rectilíneas y cóncavas, con longitudes de vertiente muy largas, y la agresividad de la pluviosidad es muy alta. Los factores edáficos, en cambio, son variables, ya que predominan suelos profundos aun con relevancia de suelos superficiales, con clases texturales francas y franco-arenosas, con contenidos medios en materia orgánica. Por otro lado, el grado de protección



vegetal es principalmente alto. Así, en función de la calificación otorgada a las diferentes regiones, pueden realizarse diferentes recomendaciones:

- Amenaza a erosión hídrica Media. Se distribuye geográficamente en el tercio occidental limitando con los cantones Riobamba, Guano y San Pedro de Pelileo, de sur a norte, y que representa un 27,05% del total del área de estudio. Esto significa que, en una parte importante del territorio, existe un riesgo moderado de pérdida de suelo por erosión a corto plazo, aunque se recomienda tener en cuenta los aspectos característicos de estas tierras en la planificación agrícola para evitar futuros problemas de degradación. En este caso específico, las pendientes son fuertes y medias, vertientes rectilíneas y cóncavas con la longitud de vertiente muy larga, y una agresividad pluvial fuerte. Por otra parte, los suelos presentan contenidos variables de materia orgánica. Finalmente, en la presente clase la cubierta vegetal proporciona un grado de protección alto.
- Amenaza a erosión hídrica Alta. Ocupa prácticamente los dos tercios orientales del área estudiada del cantón. Concretamente, se distribuye geográficamente abarcando desde el extremo norte del cantón, donde limita con el cantón Baños de Agua Santa, así como con el volcán Tungurahua en el Parque Nacional Sangay. A su vez limita al sur con el volcán Altar, en el mismo Parque Nacional Sangay y con el límite territorial de los cantones Riobamba y Pablo Sexto. Representa un porcentaje de aproximadamente un 49,69%. Estas zonas se encuentran más amenazadas por los procesos erosivos, por lo que habrá que tener en cuenta, en caso de planificar un nuevo uso agrícola, que todo manejo del suelo debe ir acompañado de medidas correctoras específicas, a fin de reducir la pérdida de suelo. En este caso específico, las pendientes son principalmente fuertes, la longitud de vertiente es muy larga y larga en vertientes rectilíneas, con una agresividad pluvial muy alta. Sin embargo, teniendo en cuenta que la capacidad de uso agrícola de estas tierras es principalmente baja (Clases VI, VII y VIII), y la dificultad de labranza es alta (clases 4), el mejor uso que podría darse a estos territorios es el forestal y/o con fines de conservación.
- Amenaza a erosión hídrica Muy Alta. Geográficamente ubicadas en la zona norte del cantón, concretamente relacionadas con geoformas asociadas al volcán Tungurahua. Representa un porcentaje de aproximadamente un 2,05%. En estos casos, el riesgo de erosión es muy elevado, por lo que no son recomendables los usos que puedan acelerar los procesos de degradación como el arado, pastoreo o la eliminación de la cubierta vegetal. Debido a su vulnerabilidad, se trata de tierras recomendadas para fines de conservación.

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, Acuicultura 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, Acuicultura y Pesca)-SINAGAP (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura 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. 2nd 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; CaCl₂ ó BaCl₂).

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 (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) y la acidez de cambio (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 10² a 10³ km². 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 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 km².

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 oxidoreducción (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 está 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⁻.

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°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°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°C a lo largo del año.

Isomésico.- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de 10 a 13°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°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°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 reductimorfos.- 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 10⁴ a 10⁵ km², 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 construidas 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 ₃ 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-NIV_D1-82-0024

FECHA: 14/09/2014 8:35:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Udifluvents

CLAVE: LDFH

USDA 2010: Typic Udifluvents

CLAVE: LEFH

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: TUNGURAHUA

Cantón: BAÑOS DE AGUA SANTA

Parroquia: ULBA

Coordenada X: -78,379162

Coordenada Y: -1,396793

Altitud: 1685,46

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: MAYO-JUNIO-JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE-OCTUBRE

Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie de cono de deyección

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 13%

Geología (Material Parental): Depósitos aluviales (cono de deyección)

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

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

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Ligero

Apectos 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: 10

Tipo: Muy superficial

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
A	10			
2A	120			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-93-0001

FECHA: 21/01/2015 11:10:00

EDAFÓLOGO: Carlos Roa

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Haplocryolls

CLAVE: IEFEC

USDA 2010: Andic Haplocryolls

CLAVE: IEFEC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,467786

Coordenada Y: -1,549065

Altitud: 3526

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

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: Vertiente de valle glaciar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 70%

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

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: Piedras

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Uso inadecuado de maquinaria

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: < 10

Sueprficie Afectada %: > 50

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: Moderado

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 20

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Superficial

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
A	0 - 20 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; 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 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 ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía fracturado; tipo de epipedón mólico
C1	20-65 cm	color principal en húmedo pardo (7.5YR 4/3); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave;
C2	65-130 cm	color principal en húmedo pardo amarillento claro (10YR 6/4); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-arenoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
A	20	40	43,64	16,36	Franco		
C1	65	60	29,64	10,36	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)			
DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN							
Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
A	20	6,5	6,69	2,16	0,06	1,33	3,73
C1	65	6,7	3,64	4,97	0,21	4,8	5,89

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
A	20	0,04	3,2		
C1	65	0,05	1,26		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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 (%)
A	20	0,23	0,04	3,29	1,53	5,09	6,6	77
C1	65	0,28	0,14	6,12	4,99	11,53	13,8	84

DETERMINACIONES QUIMICAS 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 (%)
A	20												
C1	65												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
A	20			
C1	65			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-82-0004

FECHA: 21/01/2015 14:55:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Haplocryolls

CLAVE: IEFK

USDA 2010: Pachic Haplocryolls

CLAVE: IEFK

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,465105

Coordenada Y: -1,552568

Altitud: 3500,1

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

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: Fondo de valle glaciario

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 19%

Geología (Material Parental): Depósitos glaciares

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. DESCRIPCIÓN 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

Aspectos 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: 120

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 - 30 cm	color principal en húmedo negro rojizo (2.5YR 2.5/1); 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 muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico
A	30-85 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
Bw	85-120 cm	color principal en húmedo negro rojizo (2.5YR 2.5/1); moteado principal color rojo (2.5YR 4/6); abundancia muy pocos, tamaño fino, contraste débil, límite agudo, estructura tipo prismática sub-angular, tamaño fino/delgado y grado débil a moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; saturado; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
2C	120-140 cm	color principal en húmedo negro (5YR2.5/1); estructura tipo grano simple, textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; muy mojado; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	64	25,64	10,36	Franco arenoso		
A	85	56,88	30,76	12,36	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
-----------	------------------	-------------	-------------	-------------

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	30	6,7	55,16	8,85	0,16	0,84	2,32
A	85	6,5	10,58	3,6	0,07	0,76	2,18

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,07	4,85		
A	85	0,02	2,52		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30	0,17	0,17	2,16	1,16	3,66	6,4	57
A	85	0,63	0,07	1,92	0,99	3,61	5,6	65

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												
A	85												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
A	85			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_C2-92-0017

FECHA: 21/09/2014 10:31:00

EDAFÓLOGO: Mireya Herrera

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitric Haplocryands

CLAVE: DCFG

USDA 2010: Vitric Haplocryands

CLAVE: DCFH

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: TUNGURAHUA

Cantón: QUERO

Parroquia: QUERO

Coordenada X: -78,617715

Coordenada Y: -1,459903

Altitud: 3589,19

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ABRIL-MAYO-JUNIO-JULIO

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %) Pendiente local: 50%

Geología (Material Parental): Volcánicos Igualata

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PAPA

Influencia humana: Vegetación ligeramente 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

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: > 50

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 157

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 - 30 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy 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 muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
C1	30-125 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (2.5Y 3/1); estructura tipo masiva porosa, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado;
C2	125-157 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (2.5Y 3/1); estructura tipo masiva porosa, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera,

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	51,54	32,74	15,72	Franco	13	6

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	30	6,75	10,95	120,7	0,26	0,82	2,62

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,07	1,29		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30	0,43	0,28	1,28	0,47	2,46	1,2	205

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			14

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-82-0002

FECHA: 21/01/2015 11:11:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

USDA 2010: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,457443

Coordenada Y: -1,545572

Altitud: 3470,22

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

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: Vertiente rectilínea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 52%

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

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

Sueprficie 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: Rapido

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 165

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 negro rojizo (2.5YR 2.5/1); 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; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón mólico
Bw	25-70 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); 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; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
C	70-165 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); estructura tipo grano simple, textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	25	44	40	16	Franco		
Bw	70	37,96	44,04	18	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
-----------	------------------	-------------	-------------	-------------

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	25	6,7	91,05	41,7	0,13	0,57	3,88
Bw	70	6,7	16,79	4,58	0,06	0,27	2,89

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	25	0,08	4,26		
Bw	70	0,02	2,54		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,13	0,12	3,36	0,73	4,34	8,7	50
Bw	70	0,3	0,06	2,62	0,36	3,34	5,9	57

DETERMINACIONES QUIMICAS 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												
Bw	70												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	25			
Bw	70			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-82-0003

FECHA: 21/01/2015 13:12:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

USDA 2010: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,464466

Coordenada Y: -1,545825

Altitud:
3467,29

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

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: Vertiente abrupta

Pendiente general: MUY FUERTE (> 70 - 100 %) Pendiente local: 83%

Geología (Material Parental): Serie Llanganates

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: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 130

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 - 30 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado a fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente 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 canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
A	30-70 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (7.5YR 3/1); color secundario en húmedo pardo rojizo oscuro (2.5YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
Bw	70-110 cm	color principal en húmedo rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 7; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
2C1	110-130 cm	color principal en húmedo rojo muy opaco (2.5YR 2.5/2); 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; no coherente; ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado;
2C2	130-150 cm	color principal en húmedo gris rojizo oscuro (2.5YR 3/1); textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; poco compacto; ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	66	23,64	10,36	Franco arenoso		
A	70	40	42	18	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	30	6,8	73,68	21,43	0,13	1,04	2,83
A	70	6,8	7,86	3,19	0,06	0,9	2,31

DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,05	6,14		
A	70	0,02	2,39		

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	30	0,16	0,14	2,62	1,38	4,3	7	61
A	70	0,13	0,06	2,15	1,13	3,47	5,5	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	30												
A	70												

DETERMINACIONES QUÍMICAS ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
A	70			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_C2-92-0017

FECHA: 21/09/2014 10:31:00

EDAFÓLOGO: Mireya Herrera

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitric Haplocryands CLAVE: DCFG USDA 2010: Vitric Haplocryands

CLAVE:
DCFH

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: TUNGURAHUA

Cantón: QUERO

Parroquia: QUERO

Coordenada X: -78,617715

Coordenada Y: -1,459903

Altitud: 3589,19

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrigido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ABRIL-MAYO-JUNIO-JULIO

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciario

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 50%

Geología (Material Parental): Volcánicos Igualata

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PAPA

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

6. DESCRIPCIÓN 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 %: > 50

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: -

Grado: -

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: 157

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 - 30 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy 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 muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
C1	30-125 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (2.5Y 3/1); estructura tipo masiva porosa, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado;
C2	125-157 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (2.5Y 3/1); estructura tipo masiva porosa, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera,

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	51,54	32,74	15,72	Franco	13	6

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	30	6,75	10,95	120,7	0,26	0,82	2,62

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,07	1,29		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30	0,43	0,28	1,28	0,47	2,46	1,2	205

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			14

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_E1-88-0001

FECHA: 07/09/2014 8:59:00

EDAFÓLOGO: Patricio Moncayo

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: BOLIVAR

Cantón: SAN MIGUEL

Parroquia: SANTIAGO

Coordenada X: -78,940207

Coordenada Y: -1,740226

Altitud: 3720

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-SEPTIEMBRE-OCTUBRE Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 48%

Geología (Material Parental): Formación Yunguilla

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

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

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:

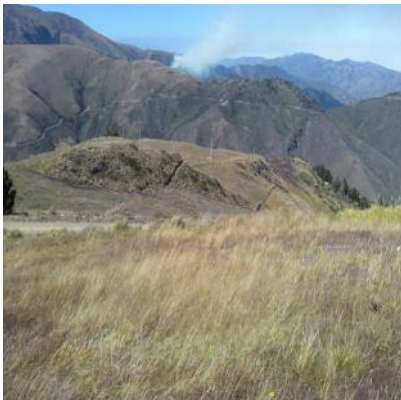


FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
Ap	0 - 48 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, 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 ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón melánico
A1	48-98 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño grueso/espeso y grado fuerte; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón melánico
A2	98-145 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares y angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana ligera, tipo de epipedón melánico

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	48	52,54	38,74	8,72	Franco arenoso		
A1	98	62,54	29	8,46	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	48	0,68	0,75	0,77

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	48	5,6	19,46	7,95	0,23	0,4	2,55
A1	98	6,1	308,3	1,01	0,17	0,7	2,81

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	48	0,07	11,04		
A1	98	0,03	9,01		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	48	0,11	0,18	0,71	0,16	1,16	5,7	20
A1	98	0,13	0,08	0,91	0,46	1,58	6,6	24

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	48												
A1	98												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	48			96
A1	98			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-82-0004

FECHA: 21/01/2015 14:55:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Haplocryolls

CLAVE: IEFK

USDA 2010: Pachic Haplocryolls

CLAVE: IEFK

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,465105

Coordenada Y: -1,552568

Altitud: 3500,1

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

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: Fondo de valle glaciar

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 19%

Geología (Material Parental): Depósitos glaciares

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

Sueprficie 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: 120

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 - 30 cm	color principal en húmedo negro rojizo (2.5YR 2.5/1); 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 muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico
A	30-85 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
Bw	85-120 cm	color principal en húmedo negro rojizo (2.5YR 2.5/1); moteado principal color rojo (2.5YR 4/6); abundancia muy pocos, tamaño fino, contraste débil, límite agudo, estructura tipo prismática sub-angular, tamaño fino/delgado y grado débil a moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; saturado; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
2C	120-140 cm	color principal en húmedo negro (5YR2.5/1); estructura tipo grano simple, textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; muy mojado; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	64	25,64	10,36	Franco arenoso		
A	85	56,88	30,76	12,36	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
-----------	------------------	-------------	-------------	-------------

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	30	6,7	55,16	8,85	0,16	0,84	2,32
A	85	6,5	10,58	3,6	0,07	0,76	2,18

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,07	4,85		
A	85	0,02	2,52		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30	0,17	0,17	2,16	1,16	3,66	6,4	57
A	85	0,63	0,07	1,92	0,99	3,61	5,6	65

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												
A	85												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
A	85			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D1-90-0008

FECHA: 11/09/2014 8:27:00

EDAFÓLOGO: Francisco Ayala

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Dystrustepts

CLAVE: KECD

USDA 2010: Andic Dystrustepts

CLAVE: KEDD

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: TUNGURAHUA

Cantón: SAN PEDRO DE PELILEO

Parroquia: COTALO

Coordenada X: -78,473986

Coordenada Y: -1,427822

Altitud: 2580,25

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: JUNIO-JULIO

Duración en Meses: 2

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario

Pendiente general: MEDIA A FUERTE (> 25 - 40 %) Pendiente local: 40%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ SUAVE

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

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Apectos Antrópicos: -

Grado: -

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: 52

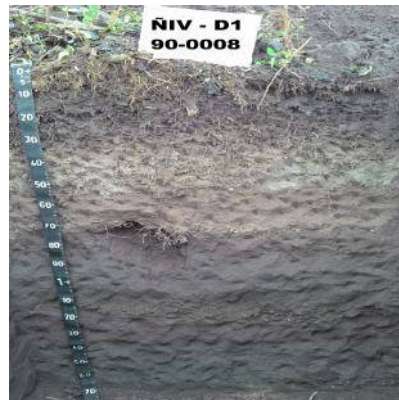
Tipo: Moderadamente profundo

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 - 30 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2); estructura tipo granular, tamaño muy fino y fino y grado moderado; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y no plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, no coherente; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico
Bw1	30-52 cm	color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 4/4); color secundario en húmedo pardo (10YR 4/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
2C	52-56 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
2Bw2	56-68 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
3C	68-76 cm	color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); textura de campo franco arenoso; consistencia en mojado ligeramente adherente y no plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
Ab	76-110 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, compacto; ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico
4C	110-118 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3); textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo intersticial; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado;
5C1	118-137 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/3); textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo intersticial; poco compacto; ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;
2Ab	137-170 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); moteado principal color pardo (7.5YR 4/4); abundancia pocas, tamaño fino, contraste prominente, límite agudo, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; compacto; fragmentos gruesos cantidad pocas, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana ligera, tipo de epipedón úmbrico

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	66	23	11	Franco arenoso	21,55	11,71
Bw1	52	36	49	15	Franco	19,45	10,57

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	30	0,93	0,99	1,03
Bw1	52	1,03	1,18	1,06

DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	30	5,97	0	47,04	0,56	4,25	10
Bw1	52	6,1	0	3,03	0,53	1,4	3,68

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,2	4,8		
Bw1	52	0,14	0,86		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30	0,42	0,02	2,25	1,04	3,73	15,1	24,7
Bw1	52	0,2	0,03	0,4	0,2	0,83	9,23	8,99

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												
Bw1	52												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			13,99
Bw1	52			17,35

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-NIV_D3-86-0005

FECHA: 22/01/2015 8:40:00

EDAFÓLOGO: Patricio Moncayo

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Humustepts

CLAVE: KECC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,478912

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,50422

Altitud: 2854

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 70%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ÁRBOLES

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

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Baja

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: 145

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	25			
Bw1	105			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D1-92-0015

FECHA: 12/09/2014 13:25:00

EDAFÓLOGO: Mireya Herrera

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrudepts

CLAVE: KGEG

USDA 2010: Vitrandic Humudepts

CLAVE: KGDF

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: TUNGURAHUA

Cantón: BAÑOS DE AGUA SANTA

Parroquia: BAÑOS DE AGUA SANTA

Coordenada X: -78,466015

Coordenada Y: -1,432197

Altitud: 2740,38

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: MAYO-JUNIO-JULIO-AGOSTO

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %) Pendiente local: 45%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

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. DESCRIPCIÓN 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: 53

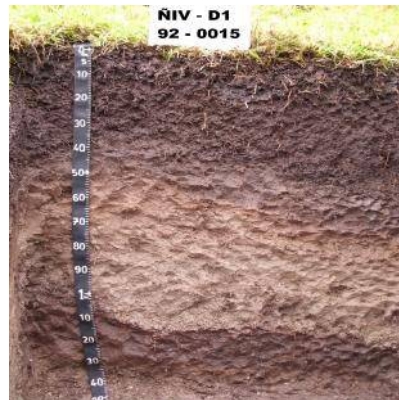
Tipo: Moderadamente profundo

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 - 11 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; muy mojado; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
A	11-36 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; muy mojado; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
2Bw1	36-53 cm	color principal en húmedo pardo claro (7.5YR 6/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy grueso/espeso y grado débil; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; muy mojado; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muchas, compacto; ph 6; reacción de alófana ligera, minerales abundancia pocas, naturaleza hierro, tipo agregación suave (o acumulación suave), límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
2C1	53-70 cm	color principal en húmedo pardo claro (7.5YR 6/3); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y muy plástico; muy mojado; porosidad abundancia muy pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción claro y topografía fracturado;
2C2	70-80 cm	estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; muy mojado; no coherente; ph 6; límite de horizonte distinción claro y topografía fracturado;
3C1	80-110 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo (2.5Y 5/2); estructura tipo masiva, textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; muy mojado; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2C2	110-120 cm	color principal en húmedo gris parduzco claro (2.5Y 6/2); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; muy mojado; no coherente; ph 6; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
4Ab	120-137 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; muy mojado; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; compacto; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado;
4C	137-148 cm	color principal en húmedo pardo (7.5YR 5/3); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y muy plástico; muy mojado; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; minerales abundancia pocas, naturaleza hierro, tipo fragmento rocoso residual,

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	11	75	17	8	Franco arenoso		
A	36	69	23	8	Franco arenoso		
2Bw1	53	44	40	16	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	11	5,67	0	16,4	0,2	1,78	2,66
A	36	5,88	0	3,1	0,28	2,57	6,62
2Bw1	53	6,13	0	2,4	0,17	1,3	2,85

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	11	0,15	4,38		
A	36	0,11	4,17		
2Bw1	53	0,04	1,18		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	11	0,8	0	0,66	0,68	2,14	12,77	16,76
A	36	0,36	0	1,24	0,65	2,25	12,35	18,22
2Bw1	53	0,32	0	0,47	0,33	1,12	10,35	10,82

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	11												
A	36												
2Bw1	53												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	11			
A	36			
2Bw1	53			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-86-0006

FECHA: 22/01/2015 10:33:00

EDAFÓLOGO: Patricio Moncayo

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Humustepts

CLAVE: KECC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,4759

Coordenada Y: -1,507154

Altitud: 2778

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 25%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ DURO

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

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Muy alta

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

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:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	29			
Bw	78			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-82-0003

FECHA: 21/01/2015 13:12:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

USDA 2010: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,464466

Coordenada Y: -1,545825

Altitud: 3467,29

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

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: Vertiente abrupta

Pendiente general: MUY FUERTE (> 70 - 100 %)

Pendiente local: 83%

Geología (Material Parental): Serie Llanganates

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: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 130

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
A	70			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-82-0002

FECHA: 21/01/2015 11:11:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

USDA 2010: Andic Hapludolls

CLAVE: IHFE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,457443

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,545572

Altitud: 3470,22

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udicó

Duración en Meses:

Duración en Meses: 5

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 52%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

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

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie 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: 165

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 - 25 cm	color principal en húmedo negro rojizo (2.5YR 2.5/1); 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; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón mólico
Bw	25-70 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); 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; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico
C	70-165 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); estructura tipo grano simple, textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	25	44	40	16	Franco		
Bw	70	37,96	44,04	18	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	25	6,7	91,05	41,7	0,13	0,57	3,88
Bw	70	6,7	16,79	4,58	0,06	0,27	2,89

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	25	0,08	4,26		
Bw	70	0,02	2,54		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,13	0,12	3,36	0,73	4,34	8,7	50
Bw	70	0,3	0,06	2,62	0,36	3,34	5,9	57

DETERMINACIONES QUIMICAS 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												
Bw	70												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	25			
Bw	70			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D1-92-0014

FECHA: 12/09/2014 10:46:00

EDAFÓLOGO: Mireya Herrera

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrudepts

CLAVE: KGEg

USDA 2010: Vitrandic Humudepts

CLAVE: KGDF

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: TUNGURAHUA

Cantón: SAN PEDRO DE PELILEO

Parroquia: COTALO

Coordenada X: -78,487681

Coordenada Y: -1,428153

Altitud: 2302

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udic

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: MAYO-JUNIO-JULIO-AGOSTO

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ SUAVE

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Grava Media

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: - Clases de Tamaño: -

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Poco

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 53

Drenaje Natural: Bueno

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 - 20 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales y nidos de termitas u hormigas, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada fuerte, límite de horizonte distinción gradual y topografía irregular; tipo de epipedón úmbrico
A	20-53 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); 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 comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales y nidos de termitas u hormigas, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
C1	53-61 cm	color principal en húmedo pardo (7.5YR 5/3); estructura tipo masiva, textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, compacto; ph 7; límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado;
C2	61-66 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo (10YR 5/2); estructura tipo grano simple, textura de campo arena gruesa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2Ab	66-85 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado 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 muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía fracturado;
2C	85-96 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo (10YR 5/2); estructura tipo grano simple, húmedo; no descrito; ph 7; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado;
3Ab	96-110 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); 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 pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de epipedón antrópico
4C	110-140 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; no coherente; ph 7; límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado;
5C	140-155 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (2.5Y 3/1); 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 abundante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	20	63	29	8	Franco arenoso		
A	53	59	33	8	Franco arenoso		
2Ab	85	63	25	12	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	20	1,14	1,19	1,2

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	20	6,31	0	43,3	0,14	1,03	4,37
A	53	6,3	0	24,5	0,09	0,66	2,87
2Ab	85	6,5	0	0	0,07	1,22	4,36

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	20	0,1	1,44		
A	53	0,04	0,76		
2Ab	85	0,02	0,76		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,4	0	0,75	0,2	1,35	6,88	19,62
A	53	0,41	0	0,7	0,19	1,3	5,52	23,55
2Ab	85							

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	53												
2Ab	85												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	20			
A	53			
2Ab	85			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-86-0004

FECHA: 21/01/2015 16:39:00

EDAFÓLOGO: Patricio Moncayo

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Humustepts

CLAVE: KECC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,483084

Coordenada Y: -1,507904

Altitud: 2666

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 18%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ DURO

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

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Ligero

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Alta

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:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	32			
Bw	75			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D1-92-0013

FECHA: 12/09/2014 8:25:00

EDAFÓLOGO: Mireya Herrera

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Humustepts

CLAVE: KECC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: BILBAO (CAB. EN QUILLUYACU)

Coordenada X: -78,499169

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,443314

Altitud: 2377,78

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ABRIL-MAYO-JUNIO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

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

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

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 - 38 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy 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, poco compacto; actividad biológica tipo canales y nidos de termitas u hormigas, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
A	38-77 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); 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 pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
2Ab	77-96 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 arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2C	96-107 cm	color principal en húmedo gris parduzco claro (10YR 6/2); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; no coherente; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; ligeramente calcáreo; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado;
3Ab	107-120 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado;
3C	120-131 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); 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 común, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
4Ab	131-160 cm	color principal en húmedo gris oscuro (10YR 4/1); 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 muy pocos tamaño finos y tipo canales; poco compacto; ph 7; reacción de alófana ligera,

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	38	53	39	8	Franco arenoso		
A	77	57	35	8	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	38	1,41	1,37	1,49

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	38	6,15	0	79,4	0,08	0,34	1,93
A	77	6,02	0	12,2	0,07	0,33	1,77

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	38	0,07	0,71		
A	77	0,03	0,6		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	38	0,38	0	0,27	0,05	0,7	5,41	12,94
A	77	0,6	0	0,35	0,06	1,01	5,2	19,42

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	38												
A	77												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	38			
A	77			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_C2-90-0014

FECHA: 20/09/2014 14:43:00

EDAFÓLOGO: Francisco Ayala

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KEDE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: BILBAO (CAB. EN QUILLUYACU)

Coordenada X: -78,511501

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,483641

Altitud: 2340,01

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: MAYO-JUNIO-JULIO-AGOSTO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 13%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Cultivos: MAIZ SUAVE

Vegetación natural: NO APLICA

6. DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Uso inadecuado de maquinaria

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 10 - 25

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Alta

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 90

Drenaje Natural: Bueno

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 - 30 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo grano simple, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico
C1	30-52 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); textura de campo arena fina; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado;
C2	52-90 cm	color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); color secundario en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado;
2C3	90-140 cm	color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); 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; no coherente; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo cantos e intemperización poca o ninguna, ph 6;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	68,96	20	11,04	Franco arenoso	8	1

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	30	6,47	8,97	25,99	0,17	0,13	0,61

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,08	0,84		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30	0,3	0,25	0,05	0,01	0,61	2,7	23

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			5

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_C4-100-0008

FECHA: 12/09/2014 8:54:00

EDAFÓLOGO: Carlos Briones

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Humustepts

CLAVE: KECC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,507911

Coordenada Y: -1,504733

Altitud: 2643,85

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE

Duración en Meses: 2

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie volcánica ondulada

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 6%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: PAPA

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

Sueprficie 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: 130

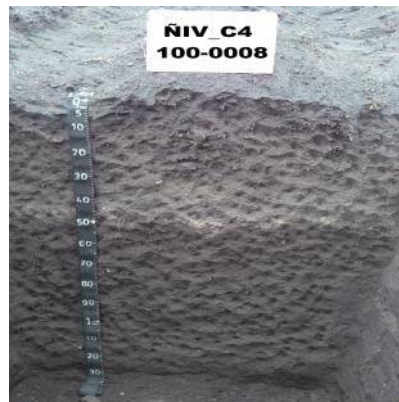
Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
Bw	60			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_C4-100-0011

FECHA: 12/09/2014 12:34:00

EDAFÓLOGO: Carlos Briones

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Dystrustepts

CLAVE: KECK

USDA 2010: Typic Dystrustepts

CLAVE: KEDK

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,506399

Coordenada Y: -1,515379

Altitud: 2508,43

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE

Duración en Meses: 2

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 6%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ SUAVE

Influencia humana: Vegetación moderadamente 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

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

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 - 20 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, no coherente; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw	20-60 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad pocas, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
C1	60-80 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave;
2C2	80-90 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave;
3C3	90-120 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; saturado; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave;
4C	120-150 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	20	40,78	45,26	13,96	Franco		
Bw	60	40,78	44,26	14,96	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	20	6,36	15,58	120,93	0,28	0,26	1,76
Bw	60	6,31	13,41	103,95	0,16	0,24	1,9

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	20	0,09	0,56		
Bw	60	0,08	0,36		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,16	0,05	0,46	0,15	0,82	6,6	12
Bw	60	0,08	0,26	0,6	0,16	1,1	6,6	17

DETERMINACIONES QUIMICAS 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												
Bw	60												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	20			
Bw	60			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_C4-100-0011

FECHA: 12/09/2014 12:34:00

EDAFÓLOGO: Carlos Briones

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Dystrustepts

CLAVE: KECK

USDA 2010: Typic Dystrustepts

CLAVE: KEDK

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,506399

Coordenada Y: -1,515379

Altitud: 2508,43

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE

Duración en Meses: 2

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 6%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ SUAVE

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

Sueprficie 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 - 20 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, no coherente; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw	20-60 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
C1	60-80 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave;
2C2	80-90 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave;
3C3	90-120 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; saturado; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave;
4C	120-150 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 6;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	20	40,78	45,26	13,96	Franco		
Bw	60	40,78	44,26	14,96	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	20	6,36	15,58	120,93	0,28	0,26	1,76
Bw	60	6,31	13,41	103,95	0,16	0,24	1,9

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	20	0,09	0,56		
Bw	60	0,08	0,36		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,16	0,05	0,46	0,15	0,82	6,6	12
Bw	60	0,08	0,26	0,6	0,16	1,1	6,6	17

DETERMINACIONES QUIMICAS 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												
Bw	60												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	20			
Bw	60			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_C4-100-0010

FECHA: 12/09/2014 11:08:00

EDAFÓLOGO: Carlos Briones

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Dystrustepts

CLAVE: KECK

USDA 2010: Typic Dystrustepts

CLAVE: KEDK

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,513512

Coordenada Y: -1,507912

Altitud: 2557,1

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE

Duración en Meses: 2

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 41%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ SUAVE

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 y eólica

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

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: 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 - 30 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, no coherente; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Bw1	30-60 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; 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 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw2	60-100 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, no coherente; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
Bw3	100-130 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo desmenuzable, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, no coherente; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
2C	130-150 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); 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 muy finas abundancia muy pocas, no coherente; ph 6;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	34,78	51,68	13,54	Franco limoso		
Bw1	60	41,28	46,18	12,54	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	30	6,03	11	15,17	0,08	0,19	1,02
Bw1	60	6,03	13,36	6,13	0,09	0,24	1,56

DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,07	0,63		
Bw1	60	0,08	0,34		

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	30	0,12	0,17	2,22	0,42	2,93	6,3	47
Bw1	60	0,21	0,03	0,18	0,13	0,55	7,2	8

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												
Bw1	60												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
Bw1	60			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-86-0002

FECHA: 21/01/2015 12:14:00

EDAFÓLOGO: Patricio Moncayo

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Ustorthents

CLAVE: LEEJ

USDA 2010: Vitrandic Ustorthents

CLAVE: LFEJ

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,466865

Coordenada Y: -1,509543

Altitud: 2498,12

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario

Pendiente general: MUY FUERTE (> 70 - 100 %) Pendiente local: 75%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTICA SECA

6. DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: < 10

Distribución entre Afloramientos m: 5 - 20 Clases de Tamaño: No se fracciona

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: 180

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
A	42			
C1	130			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_C4-93-0011

FECHA: 12/09/2014 8:43:00

EDAFÓLOGO: Javier Tumbaco

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Haplustolls

CLAVE: IGGO

USDA 2010: Vitrandic Haplustolls

CLAVE: IGGO

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PUELA

Coordenada X: -78,500612

Coordenada Y: -1,518508

Altitud: 2477,11

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Rampas de piedemonte de cono volcánico

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 13%

Geología (Material Parental): Lavas del Tungurahua. Rocas basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA AGRICOLA

Cultivos: MAIZ SUAVE

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 10 - 25

Distribución entre Afloramientos m: 5 - 20

Clases de Tamaño: No se fracciona

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras

Cobertura: 25 - 50

Dureza: Poco

Erosión: Erosión hídrica y eólica

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

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: 46

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 - 28 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino/delgado y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y no plástico; saturado; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, raíces tamaño gruesas abundancia pocas, no coherente; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización moderado, ph 7,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
A	28-46 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo grano simple, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; saturado; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 7,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico
Cr	46-125 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); no aplica; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, no descrito; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo cantos grandes e intemperización poca o ninguna, ph 7,5; reacción de alófana ligera,

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	28	68,96	20	11,04	Franco arenoso		
A	46	79,64	10	10,36	Franco arenoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	28	7	13,04	44,07	0,14	0,4	1,94
A	46	7,27	11,48	3,68	0,14	0,16	0,76

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	28	0,07	0,82		
A	46	0,05	0,15		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	28	0,08	0,17	0,68	0,1	1,03	1,59	65
A	46							

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	28												
A	46												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	28			
A	46			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-93-0002

FECHA: 21/01/2015 12:39:00

EDAFÓLOGO: Carlos Roa

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Haplocryolls

CLAVE: IEFD

USDA 2010: Vitrandic Haplocryolls

CLAVE: IEFD

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,472386

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,547669

Altitud: 3553

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-JUNIO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Interfluvio de cimas redondeadas

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 42%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

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

Apectos Antrópicos: Uso inadecuado de maquinaria

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Baja

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: 67

Drenaje Natural: Bueno

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 - 20 cm	color principal en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; muy mojado; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico
A1	20-53 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (7.5YR 3/1); 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 pocos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico
A2	53-67 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); moteado principal color rojo (10R 4/6); abundancia muy pocos, tamaño fino, contraste distinto, límite difuso, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico
2C	67-85 cm	color principal en húmedo gris oscuro (7.5YR 4/1); húmedo; no descrito; actividad biológica tipo madrigueras grandes abiertas, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava gruesa e intemperización moderado, ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
3Bw	85-100 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); 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 muy pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 7,5; límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
3C	100-160 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); estructura tipo grano simple, textura de campo arena; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo piedras e intemperización moderado, ph 7,5;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	20	36	47,64	16,36	Franco		
A1	53	35,64	44	20,36	Franco		
A2	67	33,64	38	28,36	Franco arcilloso		

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	20	6,1	14,37	3,4	0,14	1,2	3,35
A1	53	6,4	7,49	1,25	0,02	0,86	2,65
A2	67	6,7	5,58	1,14	0,02	0,84	3,08

DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	20	0,08	7,49		
A1	53	0,04	3,6		
A2	67	0,04	3,13		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,23	0,15	2,93	1,41	4,72	6,6	72
A1	53	0,26	0,03	2,22	0,96	3,47	5,7	61
A2	67	0,34	0,01	2,51	0,89	3,75	6,3	60

DETERMINACIONES QUIMICAS 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												
A1	53												
A2	67												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	20			
A1	53			
A2	67			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑV_C1-83-0013

FECHA: 04/09/2014 11:49:00

EDAFÓLOGO: Fernanda Livisaca

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Vitric Melanudands

CLAVE: DHCG

USDA 2010: Pachic Vitric Melanudands

CLAVE: DHCG

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CAÑAR

Parroquia: ZHUD

Coordenada X: -78,989657

Cantón: CAÑAR

Coordenada Y: -2,461215

Altitud: 3190,95

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udic

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 5

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvión antiguo

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 23%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (coluvial)

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

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Moderado

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: 110

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	40			92
Bw	80			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_C4-88-0023

FECHA: 15/09/2014 9:02:00

EDAFÓLOGO: Patricio Moncayo

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Haplustands

CLAVE: DGBE

USDA 2010: Pachic Haplustands

CLAVE: DGBE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: RIOBAMBA

Parroquia: QUIMIAG

Coordenada X: -78,516376

Coordenada Y: -1,65963

Altitud: 3533

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-JUNIO-JULIO

Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 50%

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación perturbada (no especificado)

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

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Apectos Antrópicos: -

Grado: -

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: 150

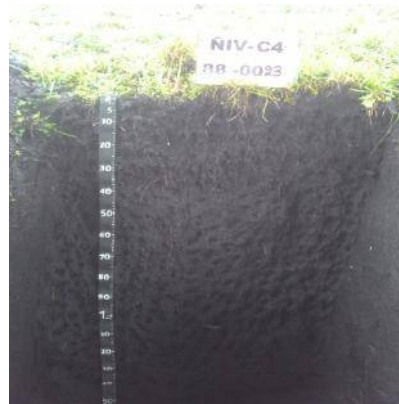
Tipo: Profundo

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 - 40 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo grumoso, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 7; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico
A	40-90 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares y angulares, tamaño grueso/espeso y grado moderado; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón mólico
AB	90-150 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques angulares, tamaño grueso/espeso y grado moderado; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 7; reacción de alófana ligera,

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	40	33,78	49,44	16,78	Franco		
A	90	33,96	51,08	14,96	Franco limoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
Ap	40	0,88	0,81	0,82

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	40	6,56	18,08	12,25	0,47	1,94	8,08
A	90	6,73	8,19	2,9	0,3	2,86	10,91

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	40	0,08	9,17		
A	90	0,04	12,09		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	0,16	0,51	6,7	2,65	10,02	8,1	124
A	90	0,25	0,3	9,94	5,01	15,5	12,3	126

DETERMINACIONES QUIMICAS 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												
A	90												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	40			88
A	90			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_C4-100-0018

FECHA: 15/09/2014 9:54:00

EDAFÓLOGO: Carlos Briones

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Haplustolls

CLAVE: IGGZe

USDA 2010: Typic Haplustolls

CLAVE: IGGZe

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: LA CANDELARIA

Coordenada X: -78,511158

Coordenada Y: -1,644989

Altitud: 3103,82

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO

Duración en Meses: 4

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 45%

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ÁRBOLES

Influencia humana: Vegetación moderadamente 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

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 130

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	25			
Bw1	50			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-99-0005

FECHA: 21/01/2015 11:29:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Humic Haplustands

CLAVE: DGBL

USDA 2010: Humic Haplustands

CLAVE: DGBL

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: PENIPE

Coordenada X: -78,492088

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,594856

Altitud: 3402

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: AGOSTO-SEPTIEMBRE-OCTUBRE

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 55%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

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 y eólica

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: 5-10

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 110

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
A1	30			92,8
A2	80			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_F1-99-0087

FECHA: 19/09/2014 13:35:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Haplustands

CLAVE: DGBE

USDA 2010: Pachic Haplustands

CLAVE: DGBE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: QUIMIAG

Coordenada X: -78,499559

Cantón: RIOBAMBA

Coordenada Y: -1,68201

Altitud: 3409,35

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Macrocoluvión

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (coluvial)

Pendiente general: MEDIA A FUERTE (> 25 - 40 %)

Pendiente local: 30%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Influencia humana: Sin influencia

Cultivos: -

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA SECA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 130

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

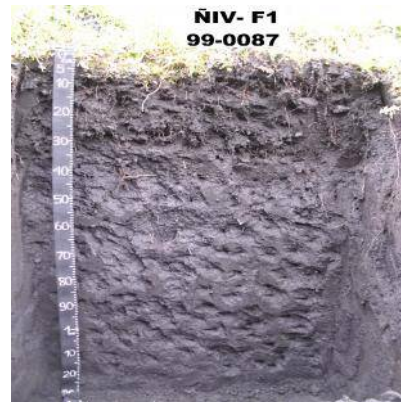
Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

Horizonte	Profundidad (cm)	Características Descritas en Campo
A1	0 - 35 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino/delgado y grado fuerte; 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 común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado; tipo de epipedón melánico
A2	35-130 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares y angulares, tamaño grueso/espeso y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, tipo de epipedón melánico

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
A1	35	35,96	50,08	13,96	Franco limoso	18	13
A2	130	37,78	48,68	13,54	Franco		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)
A1	35	0,7	0,76	0,79

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
A1	35	6,12	12,78	4,29	0,26	1,16	4,41
A2	130	6,73	8,78	2,51	0,23	0,88	5,47

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
A1	35	0,08	10,12		
A2	130	0,05	12,27		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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 (%)
A1	35	0,17	0,2	2,73	1,47	4,57	8,7	53
A2	130	0,12	0,18	3,6	1,3	5,2	9,3	56

DETERMINACIONES QUIMICAS 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 (%)
A1	35												
A2	130												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
A1	35			97
A2	130			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-99-0004

FECHA: 21/01/2015 9:42:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Haplustands

CLAVE: DGBM

USDA 2010: Typic Haplustands

CLAVE: DGBM

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: PENIPE

Coordenada X: -78,490795

Coordenada Y: -1,594357

Altitud: 3336

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: AGOSTO-SEPTIEMBRE-OCTUBRE

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvio-aluvial antiguo

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 11%

Geología (Material Parental): Depósitos coluvio aluviales

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

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 y eólica

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Ligero

Apectos 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: 110

Tipo: Profundo

Profundidad efectiva del suelo cm: 110

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
A	20			96
Bw	55			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-93-0003

FECHA: 21/01/2015 14:01:00

EDAFÓLOGO: Carlos Roa

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Humustepts

CLAVE: KECC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,472216

Coordenada Y: -1,546828

Altitud: 3505

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente heterogénea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 46%

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

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

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Sueprficie Afectada %: > 50

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: Uso inadecuado de maquinaria

Grado: Baja

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: 150

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	25			
A	60			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑIV_D3-82-0001

FECHA: 21/01/2015 8:55:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KECE

USDA 2010: Vitrandic Dystrustepts

CLAVE: KEDE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,472597

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,543584

Altitud: 3446,21

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie inclinada

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 18%

Geología (Material Parental): Volcánicos El Altar

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

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: > 50

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 90

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	20			
Bw	90			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSP-ÑIV_D3-93-0004

FECHA: 21/01/2015 15:30:00

EDAFÓLOGO: Carlos Roa

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vitrandic Haplustolls

CLAVE: IGGO

USDA 2010: Vitrandic Haplustolls

CLAVE: IGGO

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Cantón: PENIPE

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,470101

Coordenada Y: -1,542786

Altitud: 3388

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie inclinada

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 18%

Geología (Material Parental): Serie Llanganates

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

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Uso inadecuado de maquinaria

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Baja

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: 160

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 - 35 cm	color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); 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 comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad pocas, tipo grava gruesa e intemperización moderado, ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico
Bw	35-95 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad pocas, tipo grava gruesa e intemperización moderado, ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico
C	95-102 cm	color principal en húmedo negro (10YR 2/1); 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 muy finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo piedras e intemperización moderado, ph 7,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave;
2C	102-160 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); color secundario en húmedo negro (7.5YR 2.5/1); estructura tipo grano simple, textura de campo arena; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; no coherente; ph 7,5;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	35	30	51,64	18,36	Franco limoso		
Bw	95	28,64	51	20,36	Franco limoso		

Horizonte	Profundidad (cm)	Da1 (g/cm3)	Da2 (g/cm3)	Da3 (g/cm3)

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

Horizonte	Profundidad (cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Ca (meq/100g)
Ap	35	6,4	13,16	18,88	0,06	0,57	2,11
Bw	95	6,6	5,17	1,76	0,03	0,58	2,3

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	35	0,07	4,73		
Bw	95	0,04	2,14		

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	35	0,28	0,05	1,95	0,64	2,92	4,5	65
Bw	95	0,26	0,01	2,08	0,64	2,99	5,7	53

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	35												
Bw	95												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	35			
Bw	95			

Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NIV_D3-82-0005

FECHA: 22/01/2015 8:55:00

EDAFÓLOGO: Freddy Marín

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Haplustolls

CLAVE: IGGU

USDA 2010: Pachic Haplustolls

CLAVE: IGGU

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CHIMBORAZO

Parroquia: EL ALTAR

Coordenada X: -78,469688

Cantón: PENIPE

Coordenada Y: -1,534967

Altitud: 3415

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Geología (Material Parental): Serie Llanganates

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 56%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

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

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 95

Drenaje Natural: Bueno

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 - 30 cm	color principal en húmedo negro (5YR2.5/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy grueso/espeso y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy 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, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
A	30-95 cm	color principal en húmedo negro rojizo (2.5YR 2.5/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño grueso a muy grueso 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 muchas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico
2C1	95-115 cm	color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); estructura tipo grano simple, textura de campo arena gruesa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño medio y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado;
2C2	115-125 cm	color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); húmedo; no descrito; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado;
3C3	125-135 cm	color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo masiva, textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; compacto; ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado;
4C	135-140 cm	color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/2); estructura tipo grano simple, textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 7;

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FÍSICAS

Horizonte	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural (%)	CC (%)	PMP (%)
Ap	30	62,88	26,76	10,36	Franco arenoso		
A	95	40,88	42,76	16,36	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	30	6,7	71,64	36,58	0,09	0,96	3,47
A	95	6,8	15,76	4,15	0,03	0,73	3,19

DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

Horizonte	Profundidad (cm)	CE (ds/cm)	MO (%)	Acidez Libre (meq/100g)	Aluminio Intercambiable (meq/100g)
Ap	30	0,07	3,92		
A	95	0,02	1,98		

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	30	0,26	0,1	3,18	1,26	4,8	7,1	68
A	95	0,36	0,03	2,84	0,89	4,12	5,8	71

DETERMINACIONES QUIMICAS 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	30												
A	95												

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

Horizonte	Profundidad (cm)	Carbonatos Totales (%)	pH (KCl)	Retención de Fosfatos (%)
Ap	30			
A	95			