

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA**

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LOS SUELOS EN LA PARTE
MEDIA DE LA MICROCUENCA PENDENCIA**

T E S I S

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN : CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

SALAS SALAS, JUAN GODOFREDO

PROMOCIÓN

2006 - II

Tingo María - Perú

2007

P33

S18

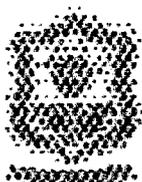
Salas Salas, Juan G.

Caracterización Edáfica de los Suelos en la Parte Media de la Microcuenca
Pendencia. Tingo María, 2007

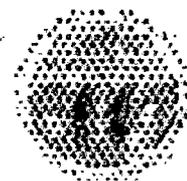
74 h.; 12 cuadros; 17 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de
Suelos y agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María
(Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

SUELO / ANÁLISIS DE SUELO / CONSERVACIÓN DE SUELO /
CLASIFICACIÓN DE SUELO / METODOLOGÍA / TINGO MARÍA /
RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 de Abril del 2007, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la tesis titulada:

"CARACTERIZACION EDAFICA DE LOS SUELOS EN LA PARTE MEDIA DE LA MICROCUENCA PENDENCIA"

Presentado por el Bachiller **JUAN GODOFREDO SALAS SALAS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

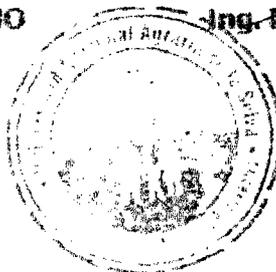
Tingo María, 09 de mayo del 2007

.....
Ing. MSc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO
Presidente

.....
Ing. Mg. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
Vocal

.....
Ing. JAIME TORRES GARCIA
Vocal

.....
Ing. M.Sc LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Asesor



DEDICATORIA

Con el permiso de DIOS a mi padre,
Pedro Raúl Salas Mera, a mi
adorada madre Lola Salas de Salas,
a todos mis hermanos y toda mi
familia por su apoyo moral y
económico para el cumplimiento de
mis metas.

A mi cuñado que en paz descansa
y de DIOS goce, Daniel Ochoa
Alfaro que desde el cielo me guía y
me protege.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haberme brindado la oportunidad de hacerme profesional.
- A la Plana Docente de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.
- Al Ing. M.Sc. Manrique de Lara Suárez, Lucio
- Al Ing. M.Sc. Lévano Crisóstomo, José
- Al Ing. Torres García, Jaime
- Al Ing. Alva Valdivieso, Wilfredo
- Al Ing. Rengifo Trigozo, Juan Pablo
- Al Bach. Cárdenas Ushiñahua, Pierre
- Al Bach. Pinto Jara, Stalin
- Al Bach. Reátegui Díaz, Fernando
- A mis compañeros: Flores Vara, Rony
Olortegui Zamora, Juan
Cerna Molina, Javier
Farfan Pinedo, Abel
Villanueva Vargas, Harrinton
- A mis colegas, amigos y a todas las personas que apoyaron e hicieron posible la ejecución del presente Trabajo de Investigación.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivo Específico.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades.....	3
2.2. Pendiente.....	5
2.3. Exposición.....	5
2.4. Factores edáficos.....	6
2.5. Muestreos de suelos.....	6
2.6. Tipos de muestreos.....	7
2.6.1. Forma de muestreo.....	8
2.6.2. Obtención de la muestra.....	10
2.6.3. Superficie de la muestra.....	11
2.6.4. Época de muestreo.....	11
2.6.4.1. Frecuencia de muestreo.....	12
2.6.4.2. Profundidad de muestreo.....	12
2.7. Precauciones a tomar en cuenta.....	13
2.7.1. Se tendrá en consideración.....	13
2.7.1.1. Barreno o muestreador.....	13
2.7.1.2. Conservación y envío.....	13
2.8. Manejo de las muestras en el laboratorio.....	14
2.8.1. Deseccación.....	14
2.8.2. Tamizado.....	14
2.8.3. Molienda.....	14
2.8.4. Mezcla.....	15
2.8.5. Partición.....	15
2.8.6. Pesada.....	15
2.9. Análisis de suelos.....	16

2.10. Calicata.....	16
2.10.1. Tamaño.....	17
2.10.2. Color.....	18
2.10.3. Olor.....	18
2.10.4. Humedad.....	18
2.10.5. Estructura.....	19
2.10.6. Cementación.....	19
2.10.7. Densificación.....	19
2.10.8. Clasificación.....	20
2.11. Nombre local.....	20
2.11.1. Muestras perturbadas.....	21
2.11.1.1. Muestras en bolsas.....	22
2.11.2. Muestra sin perturbar.....	22
2.12. Cuenca hidrográfica.....	23
2.13. Partes principales de una cuenca.....	24
2.13.1. La divisoria topográfica.....	24
2.13.2. La red de cauces.....	25
2.13.3. Las vertientes.....	25
2.13.4. El valle.....	25
2.14. Clasificación FAO.....	26
2.14.1. Acrisol.....	26
2.14.1.1. Los posibles tipos de suelos y sus definiciones son:.....	28
2.14.2. Phaeozems.....	32
2.14.2.1. Phaeozem háplico.....	32
2.14.2.2. Phaeozem calcarico.....	34
2.14.2.3. Phaeozem luvico.....	35
2.14.2.4. Phaeozem gleyico.....	35
2.15. Rangos de clasificación.....	35
2.16. Criterios de clasificación.....	36
2.17. Definición de las clases de capacidad de uso potencial.	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43

3.1.	Características generales de la zona en estudio.....	46
3.1.1.	Ubicación política.....	46
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	46
3.1.3.	Climatología de la zona.....	46
3.1.4.	Geología y suelos.....	47
3.1.5.	Relieve.....	47
3.1.6.	Vegetación y uso de los suelos.....	47
3.2.	Materiales y equipos.....	48
3.2.1.	Material de campo.....	48
3.2.2.	Equipos.....	48
3.3.	Metodología.....	49
3.3.1.	Fase I.....	49
3.3.2.	Fase II.....	49
3.3.3.	Fase III.....	50
3.3.4.	Fase IV.....	52
IV.	RESULTADOS.....	53
4.1.	De las unidades de suelos determinadas.....	53
4.2.	Capacidad de uso potencial de los suelos.....	57
4.3.	Mapas.....	59
4.3.1.	Mapa de delimitación microcuenca río pendencia....	59
4.3.2.	Mapa de ubicación parte media microcuenca pendencia.....	60
4.3.3.	Mapa de unidades de suelo.....	61
4.3.4.	Mapa de capacidad de uso actual.....	62
4.4.	Propuestas de manejo y conservación de suelos.....	63
4.4.1.	Unidad 1.....	63
4.4.2.	Unidad 2.....	63
4.4.3.	Unidad 3.....	64
4.4.4.	Unidad 4.....	64
V.	DISCUSIÓN.....	65
VI.	CONCLUSIONES.....	70
VII.	RECOMENDACIONES.....	71

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
IX. ANEXO	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Material parental.....	36
2. Textura (30 cm superiores)	36
3. Drenaje interno.....	37
4. Reacción o pH.....	38
5. Pendiente.....	38
6. Profundidad efectiva.....	39
7. Pedregosidad superficial.....	39
8. Erosión.....	40
9. Capas duras o densas.....	40
10. Análisis físico y químico.....	75
11. Interpretación de las características químicas del suelo	79
12. Rangos y valores límites de los análisis del suelo	80

RESUMEN

Este estudio se realizó en un área de 1050.50 ha, donde se ha determinado suelos de las clases III en un área de 435.95 ha y clase VI, en un área de 614.55 ha según la clasificación FAO son suelos phaeozem háplico y phaeozem luvico. Los suelos de esta zona son de fertilidad moderada, fisiográficamente son suelos de colinas altas y bajas, ligeramente ácido con un promedio de pH 6.3, de textura franca siendo óptimos para los cultivos de cacao, café, plátano, papayo, especies forestales, etc, ya que las características de los suelos de esta zona son favorables para diversos cultivos.

I. INTRODUCCIÓN

En la zona de Pendencia y específicamente en la región de Tingo María el suelo ha sido utilizado de manera irracional, ya que este es un recurso vital para los cultivos. El suelo, contiene grandes diversidades de especies de animales y vegetales.

El presente trabajo de caracterización de suelos, identifica los tipos de suelos que existen en dicha localidad para saber si el suelo es fértil o infértil para los cultivos agrícolas.

El muestreo de suelos se realizó con la finalidad de obtener información básica de un suelo y constituye la fase preliminar de todo proceso de análisis de suelos. Este último dependerá de la toma de la muestra y del conocimiento que se tenga acerca de las propiedades del suelo en particular (espesor del horizonte, % de materia orgánica, pH, contenido de nutrientes, textura, estructura y otras propiedades físicas y químicas), así como la interacción de estos con las características del cultivo a instalar y otros los factores que directa o indirectamente intervienen en el normal crecimiento de las plantas.

Por más simple que parezca una práctica, la importancia que encierra es enorme ya que los resultados obtenidos serán el reflejo de lo que ocurre en el

suelo. De ahí que el resultado de un análisis por más cuidado que se tenga en su realización, no tendrá ningún valor si es que ha sido realizado sobre una muestra que no es representativa del área en estudio.

En esta microcuenca las principales actividades que se desarrollan son la agropecuaria y forestal, destacando cultivos como cacao, café, papaya, maíz, arroz, etc, y de las especies forestales mas extraídas son el tornillo, cedro, bolaina, entre otros.

Objetivo General

Realizar el estudio de suelos en la parte media de la microcuenca pendencia.

Objetivos Específicos

- Efectuar la clasificación taxonómica de los suelos según el sistema de la FAO.
- Determinar el uso actual de los suelos con las principales actividades agropecuarias.
- Elaborar el mapa de suelos a una escala 1: 50,000.
- *Formular propuestas de manejo y conservación de los suelos.*

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Generalidades

ESTRADA (1976), define el suelo como cuerpos naturales, producto de la acción del clima y los organismos vivientes sobre materiales litológicos, ubicados en una determinada posición topográfica a través del tiempo. Desde el punto de vista agrícola, el suelo es un factor de producción, que desempeña el rol no solo de soporte o sostén de las plantas, sino también de dispensa o almacén de las sustancias necesarias para el crecimiento de los vegetales.

Según ZAVALETA (1992), el suelo es un ente viviente demasiado complejo para tener una definición simple, considera que el suelo se refiere a la porción superficial de la corteza terrestre que ha sido alterada "insitu" en capas que difiere una de la otra y de los materiales más profundos no alterados o roca sólida.

A si mismo, SUÁREZ DE CASTRO (1980), manifiesta que el suelo es una capa de material orgánico y mineral que cubre la corteza terrestre, sobre la cual las plantas se desarrollan gracias a que, a través de sus raíces toman los alimentos que son necesarios para su nutrición.

Por su parte ZAMORA (1972), considera como factores importantes para el manejo de los suelos la sobre carga pastoral y la topografía accidentada. Asimismo, HAMOND (1977), menciona que la partida de los suelos, especialmente de sus capas superiores, origina menor rendimiento de las cosechas, la preparación del terreno resulta mas trabajosa y costosa, disminuyendo la rentabilidad de la tierra agrícola; considera que la erosión es parte de un proceso anormal e indeseable, provocado por el hombre, por tanto se debe corregir. Este trabajo debe emprenderse lo más pronto para evitar que la tarea sea más difícil y costosa ya que la defensa del suelo es parte de la defensa nacional.

Según ZVALETA (1978), indica que la sierra peruana es la región del país que mas se encuentra dañada por la erosión siendo común observar enormes áreas desnudas o con escasa vegetación, suelos superficiales y pobres rendimientos, afirma que la perdida de suelos cultivables genera pobreza de las comunidades campesinas, comprometiendo el bienestar de las futuras generaciones, debido al equilibrio ecológico que conduce a una vida menos confortable para la familia campesina.

CONSTANTINESCO (1976), considera que con buenas prácticas conservacionistas y uso eficiente de las tierras, no solamente tendremos rendimientos elevados, sino también una mínima erosión.

2.2. Pendiente

DAUBENMIRE (1993), indica que la pendiente o la gradiente pueden ser definidas como el ángulo formado entre la superficie del suelo y la horizontal. Su influencia radica en lo siguiente:

- Efectos del escurrimiento y drenaje (contenido de agua en el suelo).
- Insolación sobre el suelo, determina la temperatura y humedad del suelo.
- Influencia de la luz, viento y la nieve.
- La profundidad y contenido del agua del suelo esta directamente relacionado con la gradiente (suelos menos profundos y gradientes mayores, árboles delgados y en mayor número, poco grueso).
- Frecuentemente los suelos con poca pendiente no tienen buen drenaje y tiene la tendencia a formarse de humus no descompuesto.

2.3. Exposición

La exposición de un sitio determinado esta dado de acuerdo a la orientación de la superficie del suelo. Es la dirección de la gradiente (vertiente) del terreno. La exposición de una gradiente determina la cantidad de luz solar recibida por un sitio; esto, a su vez modifica el contenido de humedad y la temperatura del suelo y del aire.

En nuestra latitud los rayos solares llegan al suelo en forma mas vertical en las vértices orientadas al norte que las de orientación sur, por lo tanto, los primeros reciben mucho mas calor. Por la acción de la exposición respecto al calor absorbido, se modifica la distribución de la vegetación.

2.4. Factores edáficos

Importancia

DAUBENMIRE (1993), explica que la composición florística de las formaciones, o sea el tipo de vegetación o el tipo de bosque (asociación) esta influenciado también en su carácter específico por otro grupo de factores que son los edáficos, entre los que se encuentra el suelo, que tiene mayor influencia en la impresión de carácter del tipo de bosque dentro de una formación climática.

La influencia del suelo es importante en la distribución local de los árboles, crecimiento (fuente de nutrientes y sostén), longevidad, suelos superficiales, vejez prematura, (ejemplo: eucalipto), forma, calidad de la madera, tolerancia y regeneración.

2.5. Muestreo de suelos

Es una práctica muy delicada porque de el dependerá el éxito del análisis y de nada servirán los mejores técnicas o instrumentos de laboratorio, si la muestra ha sido mal tomada.

La toma de las muestras debe tener en cuenta las variaciones de los suelos de acuerdo con la profundidad del perfil y el área del terreno.

La vista de la variabilidad del suelo, parece imposible establecer un método completamente satisfactorio para la toma de muestras de tal forma que los detalles del procedimiento deben quedar determinados por el propósito y finalidad con que se toma la muestra (FORSYTHE, 1975).

2.6. Tipos de muestreo

- Muestreo del perfil del suelo: Consiste en la toma de muestras de cada horizonte hasta la sección de control.

Las muestras servirán:

- Para la clasificación taxonómica, cartografía de suelos y para estudios de fertilidad potencial.

- Muestreo superficial del suelo: Consiste en la toma de muestras de la capa arable, que es generalmente alrededor de las 20 - 30 cm. Este muestreo se realiza con fines de diagnóstico de la fertilidad actual, para establecer programas de fertilización.

Antes de empezar el muestreo de una determinada zona, lo primero que se debe hacer es un reconocimiento de terreno y en base a ello dividirlos en áreas o lotes de acuerdo a sus características de tal manera que cada área sea lo más uniforme posible debiendo muestrearse por separado.

En lo que respecta a la época adecuada es generalmente para todos los cultivos es conveniente realizarlo uno o dos meses antes de la siembra o trasplante o después del corte en el caso de partes ya establecidos (AZABACHE, 1991).

2.6.1. Forma de muestreo

Los suelos varían tanto horizontalmente (superficie), como verticalmente (profundidad), por tanto al hacer el muestreo es necesario que se incluya todo el rango de variabilidad de tal manera que la heterogeneidad del suelo, sea reducida al máximo y obtener al final un resultado promedio de análisis. Para ello la muestra debe ser una muestra compuesta.

- Muestra compuesta: La cual se encuentra formada por 20 a 30 submuestras o muestras individuales tomadas de diferentes puntos de cada área delimitada al hacer el reconocimiento del terreno. Al momento de iniciar el muestreo, debe limpiarse la superficie del terreno para evitar posibles contaminaciones. No deben mezclarse muestras de diferentes lotes.

No se debe tomar muestras de los siguientes lugares:

- Al pie de las zanjas.
- Lugares de acumulación de materiales vegetales.
- Lugares dónde haya habido quemas.
- Zonas pantanosas o de acumulación de sales.

Las muestras individuales deben cumplir los siguientes requerimientos:

1. Cada muestra individual debe ser el mismo volumen que las demás y representar la misma sección transversal del volumen de que se toma la muestra. Si se utiliza una pala es necesario primero hacer un hoyo en forma de "V" o rectangular; luego se remueve de un lado una capa de tierra de 3 cm de grueso; después se elimina la tierra de ambos lados del hoyo; con la pala se toma una muestra del suelo en el centro del hoyo.
2. Las muestras deben ser tomadas al azar con respecto al volumen de que se toman, reduciéndolas en general a atravesar transversalmente las direcciones de las operaciones de cultivo y los accidentes naturales tales como la pendiente.
3. Hay que tomar un número suficiente de muestras individuales para que quede representado adecuadamente el volumen total del que se toma la muestra.
4. El área de terreno escogido para muestrear debe ser homogéneo para el objetivo del análisis.

2.6.2. Obtención de la muestra

La parte más crítica en un buen programa de análisis de suelos es la obtención de una muestra que sea representativa del campo. Existen diferentes maneras de obtener una muestra representativa:

- Muestreo al azar: un esquema sencillo y el más usado, consiste en tomar submuestras al azar a lo largo del campo, mezclándose luego para obtener una muestra compuesta que se envía al laboratorio, o bien llevando cada submuestra a analizar. Una muestra compuesta es adecuada pero no da idea de la variabilidad del lote. El envío de muestras individuales da idea de variabilidad pero es más costoso.
- Muestreo al azar estratificado: implica la subdivisión del lote en subunidades dentro de las cuales se toman muestras compuestas al azar. Las subunidades coinciden con sectores homogéneos del lote que se diferencian entre sí. Se logra incrementar la precisión sin aumentar sustancialmente los costos.
- Áreas de referencia: es un tipo de muestreo al azar estratificado. Consiste en seleccionar un área pequeña que sea representativa del lote (aproximadamente una décima de hectárea), dentro de la cual se toman muestras al azar. Siempre que elijamos bien el sitio de muestreo, este sistema reduce costos, eliminando alguno de los problemas asociados al muestreo de un área extensa y de gran variabilidad.

- Muestreo en grilla: las muestras son tomadas a intervalos regulares en todas las direcciones. Es un tipo de muestreo muy aceptado debido al potencial de incremento en la exactitud de los análisis de suelos. Es el más caro, pero el que mejor muestra la variabilidad del lote.
- *Identificación de las muestras: luego de haber tomado las respectivas muestras individuales en cada área o lote uniforme, se procede a formar la muestra compuesta, correspondiente a cada una de ellas.*

2.6.3. Superficie de muestreo

De acuerdo a la uniformidad del lote a muestrear, este puede ser de un máximo de 3 ha. Sobre todo para los cultivos extensivos (maíz, arroz, yuca) aun en los sitios en los cuales el suelo parece ser muy uniforme. Al hacer el muestreo debe consignarse en un mapa los lotes muestreados.

2.6.4. Época de muestreo

En lo que respeta a la época adecuada es generalmente para todos los cultivos de ciclos cortos y largos, así anuales (maíz, arroz, frijoles, etc.) es conveniente realizarlo uno o dos meses antes de la siembra o trasplante o después del corte en el caso de partes ya establecidos. En el caso de pastos ya establecidos realizarlo después del corte. Esto permite planificar programas de fertilización y encalamiento de ser necesario. Para el caso de cultivos perennes como plátano, banano, café, cítricos, etc,

muestrear de 3 a 6 meses después de la última fertilización. En estos casos muestrear en la banda de fertilización (AZABACHE, 1991).

2.6.4.1. Frecuencia de muestreo

La práctica normal implica muestreos cada 2 ó más años de intervalo, pero es conveniente realizarla en función del propósito de explotación, especialmente en cultivos de altos rendimientos en donde se utilizan altas aplicaciones de fertilizantes.

2.6.4.2. Profundidad de muestreo

La profundidad a la que se debe realizar el muestreo, es generalmente un motivo de duda; si se siguen los principios teóricos del muestreo de acuerdo a la profundidad hasta la que se haya desarrollado el suelo, teniendo un límite de muestreo de 1 a 1.5 m. En cambio cuando el muestreo se realiza siguiendo *lineamientos prácticos*, la profundidad a la que se toma la muestra es la profundidad a la que llegan los implementos de Aradura, y que es generalmente alrededor de 20 cm. En otros casos, la profundidad de muestreo coincide con la profundidad a la cual desarrollan el mayor porcentaje de las raíces del cultivo a sembrarse. Así por ejemplo en la papa, la profundidad de muestreo será de 20 a 30 cm. En el caso de frutales se recomienda tomar la muestra a 2 profundidades: una superficial

(O a 20 ó 30 cm.) y otra a mayor profundidad (30 a 70 cm)
(AZABACHE, 1991).

2.7. Precauciones a tomar en cuenta

2.7.1. Se tendrá en consideración

Además de elegir el plan de muestreo que los errores pueden ser minimizados siguiendo algunos consejos prácticos.

2.7.1.1. Barreno o muestreador

Debe asegurarse su limpieza movilidad de los nutrientes: Tanto el momento, la frecuencia y la profundidad dependen de la movilidad del nutriente. En el caso de nutrientes móviles como nitratos y sulfatos el muestro debe realizarse con una frecuencia anual a una profundidad de 60 cm. El momento de muestreo debe ser lo más cercano posible a la siembra, o cuando se reduce la actividad biológica (temperaturas menores a 5°C). Para aquellos nutrientes poco móviles como fósforo y potasio, es suficiente con una profundidad de 15 cm y no es necesaria una frecuencia anual de muestreo.

2.7.1.2. Conservación y envío

Luego de la toma de muestras, las mismas deben ser enviadas inmediatamente al laboratorio o bien

ser conservadas en frío hasta ese momento. El objetivo de ello es prevenir la alteración en la concentración de algún nutriente por los microorganismos (AZABACHE, 1991).

2.8. Manejo de las muestras en el laboratorio

Implica aplicar procedimientos para su desecación, molienda, tamizado, mezcla, partición, pesada y conservación.

2.8.1.1. Desecación

Las muestras de suelo se suelen secar parcialmente al aire por 48 horas; al cabo de este tiempo el suelo constituye lo que se denomina suelo seco al aire.

2.8.1.2. Tamizado

Se pesa la muestra en seco al aire a través de una malla de 2 mm y se recoge lo que pasa por ella obteniéndose de esta manera lo que se denomina tierra fina seca al aire (TFSA). Al tomar la muestra en el campo se desprecia las piedras y las gravas gruesas presentes en ella.

2.8.1.3. Molienda

Los agregados del suelo se someten a fracturas moliéndolos ligeramente con un rodillo o una mano de mortero de

caucho. La molienda fina de los granos del mineral, solamente se puede tomar cuando las muestras se destinan a la determinación de la materia orgánica total contenida en el suelo o para el análisis elemental total.

2.8.1.4. Mezcla

La muestra obtenida luego del tamizado se procede a mezclarlo uniformemente en una bandeja plástica o en una superficie limpia repitiendo el proceso hasta lograr la mayor uniformidad posible

2.8.1.5. Partición

La tierra fina seca al aire tiene que recibir un cuarteo; este se realiza haciendo un montón cónico en el suelo aplastando un poco y cortando en 2 por el centro con una espátula, luego se corta en 4 partes haciendo otro corte similar al anterior. Se muestran los dos cuartos opuestos. Esta operación se repite hasta que se tenga el tamaño de la muestra deseada (1 Kg.).

2.8.1.6. Pesada

Se llama muestra analítica a la porción de suelo que se utiliza como conjunto en una determinación analítica única. Produciéndose posteriormente el análisis de suelo (FUENTES, 1989).

2.9. Análisis de suelos

Es el proceso que tiene por finalidad, entre otras, evaluar la fertilidad del suelo por medios de métodos analíticos físicos y/o químicos. El procedimiento consiste en extraer un constituyente del suelo, fenómeno dependiente de la constitución de este último, para ponerlo en una forma tal que pueda ser determinado por las técnicas analíticas propias del método (FORSYTHE, 1975).

2.10. Calicata

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos (ZAVALETA, 1992).

La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación pero es dada generalmente, por el nivel freático. La sección mínima recomendada es de 0,80 m por 1,00 m, a fin de permitir una adecuada inspección de las paredes. El material excavado deberá depositarse en la superficie en forma ordenada separado de acuerdo a la profundidad y horizonte correspondiente. Debe desecharse todo el material contaminado con suelos de estratos diferentes. Se dejarán plataformas o escalones de 0,30 a 0,40 metros al cambio de estrato, reduciéndose la excavación. Esto permite una superficie para efectuar la determinación de la densidad del terreno. Se

deberá dejar al menos una de las paredes lo menos remoldeada y contaminada posible, de modo que representen fielmente el perfil estratigráfico. En cada calicata se deberá realizar una descripción visual o registro de estratigrafía comprometida.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte de la descripción visual de los diferentes estratos donde deberá contener, como mínimo, toda la información que allí se solicita.

Los suelos es posible agruparlos en tres grupos primarios, sin embargo, en la naturaleza se encuentran compuestos, pero es posible discernir el componente predominante y asimilar la muestra a ese grupo. La principal distinción se hace sobre la base del tamaño. Las partículas individuales visibles forman la fracción gruesa y las demasiadas pequeñas para ser individualizadas componen la fracción fina. Los componentes orgánicos del suelo consisten en materia vegetal descompuesta o en proceso de descomposición, lo que le impone al suelo una estructura fibrosa. Pueden ser identificados por sus colores oscuros y el olor distintivo.

2.10.1. Tamaño

Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado

independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas. En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; *indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%*.

2.10.2. Color

Se debe indicar el color predominante.

2.10.3. Olor

Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.

2.10.4. Humedad

En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener una óptima compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.

2.10.5. Estructura

Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de *textura diferente*.

2.10.6. Cementación

Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.

2.10.7. Densificación

La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera. La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas. Los valores de resistencia al corte están basados en *correlaciones con penetrómetro de bolsillo usado* frecuentemente para estimar la consistencia.

2.10.8. Clasificación

Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas (SOIL, 1960).

2.11. Nombre local

El uso de nombres típicos tales como caliche, maicillo, pumicita, cancagua, etc, además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales. La descripción de suelos, en especial su clasificación, está basada en examen visual y ensayos manuales, y no debe contener refinamientos que sólo pueden determinarse con equipo de laboratorio, aunque éstos sean contradictorios. Ocasionalmente los suelos son descritos con tal cantidad de detalles que el cuadro presentado es más confuso que esclarecedor; sin embargo, es mejor errar por el lado del exceso de detalles, que pueden seleccionarse, que presentar descripciones incompletas.

En todo caso se estima recomendable utilizar como pauta las definiciones y recomendaciones contenidas en la norma ASTM D 2488, denominada "descripción de suelos" (procedimiento Visual- Manual).

Estas descripciones visuales deberán contener como mínimo los siguientes antecedentes:

- Identificación de la calicata mediante un número, especificando su ubicación con respecto al kilometraje del eje o sus coordenadas, nombre del laboratorista y fecha de inspección.
- Profundidad total.
- Profundidad de la napa de agua, referida al nivel del terreno *natural* y *fecha de observación*.
- Profundidad de los diferentes estratos por describir, referidas al nivel del terreno natural.
- Cantidad y tipo de las muestras tomadas en la calicata.
- Observaciones y otras características relevantes.

Desde las paredes y piso de las calicatas se deben obtener las muestras que serán llevadas a laboratorio. Todas las muestras que se obtengan deberán ser perfectamente identificadas, incluyendo a lo menos las siguientes características: identificación de la calicata, profundidad a la que fue tomada, *nombre de la persona que la tomo* y *fecha de obtención*. Se distinguen dos tipos de muestras que se pueden obtener:

2.11.1. Muestra perturbadas

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.

2.11.1.1. Muestras en bolsas

Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada, estas muestras se usan para: análisis granulométrico, ensayos de plasticidad, ensayos de compactación -humedad óptima, ensayos de compactación CBR en laboratorio.

2.11.2. Muestra sin perturbar

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calicatas, en especial cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad. En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calicata menos expuesta al sol y debe excavarse el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad.

No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos. En las calicatas, es posible realizar ensayos

como, las pruebas de carga con placas, permeabilidades, medidas de densidad, etc. Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma.

Cada vez que sea necesario realizar un ensayo de una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, *dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación*. Es así como la toma de densidades obliga a realizar éstas a medida que la excavación se realiza, o bien es necesario dejar bancos intermedios.

El muestreo es tan importante como el ensayo y se deben tomar las precauciones para obtener muestras que exhiban la naturaleza real y condiciones de los suelos que se representan. Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras viales serán perturbadas (ZVALETA, 1992).

2.12. Cuenca hidrográfica

Es una unidad del territorio que capta la precipitación, transita el escurrimiento y la escorrentía hasta un punto de salida en el cauce principal.

Es un área delimitada por una divisoria topográfica que drena a un cauce común.

Es toda el área que genera escorrentía aguas arriba de un punto de referencia en el cauce principal.

Las definiciones indicadas responden claramente a una concepción hidrológica del término cuenca.

El concepto de cuenca define un área geográfica, constituyéndose en una manera más de dividir regiones.

2.13. Partes principales de una cuenca

La cuenca presenta 5 partes o elementos principales: la divisoria topográfica, la red de cauces, las vertientes, el valle y los interfluvios.

2.13.1. La divisoria topográfica

Conocida también como divisoria de aguas, o también como "Divortium acuarum", es la línea que circunscribe la cuenca hidrográfica a partir de un punto determinado en el cauce. Representa la línea de separación de dos cuencas vecinas. En la realidad, es la fila o cresta de montañas. Se conocen dos tipos de divisorias; la de aguas superficiales, que corresponde con la divisoria topográfica, y la de aguas subsuperficiales, que en algunos casos no coincide con la anterior. Esta situación sucede cuando la inclinación, longitud e impermeabilidad de los estratos geológicos produce un control en el movimiento del agua, captando la que se infiltra en la vertiente adyacente; es evaluada solo en casos especiales.

2.13.2. La red de cauces

Conjunto de depresiones bien definidas y continuas linealmente por donde se mueve la escorrentía en busca de salida hacia el nivel base o hacia el mar. Geométricamente es la sucesión de puntos de cota más baja en secciones transversales adyacentes.

La red se desarrolla en forma ordenada, dependiendo de 4 factores: El tiempo, el relieve o la pendiente inicial, la geología y el clima. Estos dos últimos juegan un papel muy importante en la existencia de la vegetación natural, la cual a su vez determina, junto con los otros factores iniciales, la generación de escorrentía y sedimentos en la cuenca de recepción.

2.13.3. Las vertientes

Comprende el área ubicada entre la divisoria de aguas y el cauce. Normalmente las vertientes se designan con los nombres de izquierda y derecha mirando aguas abajo en el sentido del movimiento de la escorrentía. En las vertientes se cuantifica el *ángulo de inclinación, su longitud, su forma, su ancho, etc.*

2.13.4. El valle

Es el área más o menos plana comprendida entre la finalización de la vertiente empinada y el cauce. En las partes altas de las cuencas montañosas el valle casi no existe y el perfil transversal tiene forma de "V", a diferencia del perfil en "U" que

ocurre cuando el valle es extenso. La existencia del valle además de su utilidad para el aprovechamiento de las tierras, tiene una función hidrológica importante, provoca infiltración, capta flujos subsuperficiales y crea almacenamiento de agua, lo cual amortigua las crecidas y aumenta los niveles en épocas de estiaje(VILLÓN, 2002).

2.14. Clasificación FAO

La FAO es la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, corresponde al nombre en inglés, es decir, Food and Agriculture Organization (FAO). Se fundó el 16 de octubre de 1945, en parte como respuesta ante la dramática situación de post-guerra, cuando el problema de los alimentos era crucial para la humanidad. Su mandato original fue de elevar los niveles nutricionales y de vida, mejorar la productividad agrícola, elevar el nivel de vida de la población rural, y contribuir al crecimiento de la economía mundial. Dentro el sistema de clasificación de los suelos, se considera.

2.14.1. Acrisol

El término acrisol deriva del vocablo latino "acris" que significa muy ácido, haciendo alusión a su carácter ácido y su baja saturación en bases, provocada por su fuerte alteración.

Los acrisoles se desarrollan principalmente sobre productos de alteración de rocas ácidas, con elevados niveles de arcillas muy alteradas, las cuales pueden sufrir posteriores degradaciones.

Predominan en viejas superficies con una topografía ondulada o colinada, con un clima tropical húmedo, monzónico, subtropical o muy cálido. Los bosques claros son su principal forma de vegetación natural.

El perfil es de tipo A/E/Bt/C. Las variaciones están relacionadas con las condiciones del terreno. Un somero horizonte A oscuro, con materia orgánica poco descompuesta y ácida, suele pasar gradualmente a un E amarillento. El horizonte Bt presenta un color rojizo o amarillento más fuerte que el del E.

La pobreza en nutrientes minerales, la toxicidad por aluminio, la fuerte adsorción de fosfatos y la alta susceptibilidad a la erosión, son las principales restricciones a su uso. Grandes áreas de acrisoles se utilizan para cultivos de subsistencia, con una rotación de cultivos parcial. No son muy productivos salvo para especies de *baja demanda y tolerantes a la acidez como la piña, caucho o palma de aceite.*

2.14.1.1. Los posibles tipos de suelos y sus definiciones son:

Acrisol léptico. Presenta roca continua y dura entre 25 y 100 cm. desde la superficie del suelo. Se distinguen dos modalidades:

Endoléptico. Cuando la roca está entre 50 y 100 cm.

Epiléptico. Cuando la roca se sitúa entre 25 y 50 cm.

Acrisol plíntico. Con un horizonte plíntico en el primer metro de profundidad, se contemplan tres modalidades:

Epiplíntico. El horizonte se sitúa en los primeros 50 cm.

Hiperplíntico. El horizonte presenta una lámina continua endurecida, de forma irreversible, por hierro (ironstone).

Ortiplíntico. El horizonte plíntico presenta una capa endurecida por hierro, de forma irreversible, y del tamaño de la grava.

Acrisol gleico. Presenta propiedades gleicas en el primer metro superficial del suelo. Se distinguen dos modalidades.

Endogleico. Las propiedades aparecen entre 50 y 100 cm.

Epigleico. Las propiedades aparecen en los primeros 50 cm. del suelo.

Acrisol ándico. Existe un horizonte ándico en los primeros 100 cm. se distinguen dos modalidades:

Aluándico. Cuando el contenido en sílice extraída con oxalato es menor del 0.6 % o la relación entre el Al extraído con pirofosfato y el extraído con oxalato es de 0.5 o más.

Silándico. Un contenido en sílice de 0.6 % o una relación inferior a 0.5, en las condiciones anteriores.

Acrisol vítrico. El suelo posee un horizonte vítrico en su primer metro, sin que exista un horizonte ándico por encima de aquel.

Acrisol úmbrico. El suelo presenta un horizonte úmbrico.

Acrisol arénico. Con una textura arenosa-franca fina o más gruesa en la totalidad de los primeros 50 cm.

Acrisol estágnico. Con propiedades estágnicas en los primeros 50 cm. del suelo.

Acrisol gérico. Tiene propiedades géricas en algún horizonte situado en los 100 cm.

Acrisol álbico. Indica la presencia de un horizonte álbico en los 100 cm. del suelo. En él se distingue una modalidad especial:

Hiperálbico. Cuando el horizonte se inicia en los primeros 50 cm. y su base está por debajo de los 100 cm.

Acrisol húmico. Más de un 1 % de carbono orgánico a lo largo de los primeros 50 cm.

Acrisol véptico. Cuando la suma de las bases de cambio más el hidrógeno cambiante es inferior a 6 cmol/Kg. de arcilla, en algún subhorizonte del B que esté situado a menos de 100 cm. de profundidad.

Acrisol abrupto. Expresa la presencia de un cambio textural abrupto.

Acrisol profónico. En el horizonte árgico la distribución de arcilla es tal que su contenido no disminuye en más del 20 % del máximo, de forma relativa, dentro de los primeros 150 cm.

Acrisol lamélico. Presenta láminas de iluviación de arcilla con un espesor combinado de al menos 15 cm. y situadas en los primeros 100 cm. del suelo.

Acrisol férrico. Con un horizonte férrico en los primeros 100 cm. existe una modalidad:

Hiperférrico. Una o más capas, con un espesor total de al menos 25 cm. que contienen el 40 % o más de nódulos de hierro/manganeso; todo ello en los primeros 100 cm. del suelo.

Acrisol aluminico. El suelo presenta una saturación de Al del 50 % o más, en alguna parte del horizonte B comprendida entre 50 cm. Y 100 cm. de profundidad.

Acrisol hiperdístico. Una saturación de bases menor al 50 % en la totalidad del suelo situado a 20 y 100 cm. y en alguna parte dentro de los primeros 100 cm. es inferior al 20 %.

Acrisol esquelético. Tiene entre el 40 % y el 90 % de gravas u otros fragmentos gruesos hasta una profundidad de 100 cm. se distinguen dos modalidades:

Endoesquelético. El contenido de gravas situado solo a 50 cm. y 100 cm. de profundidad.

Epiesquelético. La condición anterior se cumple entre 20 y 50 cm.

Acrisol róxico. El horizonte B tiene un matiz más rojo que 5 YR en su totalidad, excluyendo horizontes de transición que

podieran existir, y cuya intensidad en húmedo es menos de 3.5 y no más de una unidad superior en seco.

Acrisol crómico. La mayor parte del horizonte B tiene un matiz de 7.5 YR y una pureza en húmedo mayor de 4, o un matiz más rojo que 7.5 YR.

Acrisol hiperótrico. Con un horizonte ótrico de color claro en seco, usualmente gris, y que se vuelve más oscuro al humedecerlo; su contenido en materia orgánica es bajo, comúnmente el C orgánico < 0.4 %, su contenido en hierro relativamente bajo, la textura gruesa, signos de estructura laminar y una costra superficial fina.

Acrisol háplico. Otros Acrisoles.

Acrisol ortico. Es muy claro o bien muy delgado o pobre en materia orgánica como para ser mólico o hístico.

2.14.2. **Phaeozems**

(Del griego phaeo = pardo, pardo negruzco y de la palabra rusa zemija = tierra).

El perfil de este tipo de suelo esta compuesto por cuatro horizontes: Ah, Bt, Bc. y C; y una primera capa donde se lleva a cabo

una descomposición rápida de materia orgánica y existe la infiltración de agua que contiene CO₂ (dióxido de carbono) y productos de descomposición. Estos desarrollan un color gris oscuro (en el horizonte Ah) hasta el pardo amarillento (en el horizonte C). La morfología que encierra el primer horizonte es granular con abundante *materia fecal de gusanos*. En el segundo y tercer horizonte son bloques subangulares con revestimientos de arcilla ocasionales. El tercero está compuesto de escasos revestimientos de arcilla. La textura que predomina en esta es la que corresponde a migaron arcillo limoso y migaron arcilloso. Su pH va desde 7.3 en un primer horizonte pasando hasta 5.7 en el horizonte Bt y llegando hasta 7.9 en el horizonte C.

Este tipo de suelo se desarrolla en lugares donde hay drenaje hídrico suficiente donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación con falta de humedad durante parte del año, por lo cual se desarrollan algunos tipos de gramíneas. “En estos suelos existen excelentes relaciones de humedad permitiendo que la humedad excesiva se infiltre libremente, al mismo tiempo que retienen gran cantidad de la misma en los pedos porosos”.

El material que da origen a estos suelos se trata de depósitos no consolidados como acarreo glacial, loes y aluviones.

La topografía de los terrenos es plana o ligeramente ondulada y es carente casi en su totalidad de pendientes muy pronunciadas. En cuanto a su edad, se dice que estos son relativamente jóvenes, ya que en su mayoría se desarrollan en depósitos del periodo pleistoceno tardío. Estos tipos de suelos van asociados a los suelos *luvisols* y *chernozems*.

La utilización que se les da a los *phaeozems* es para agricultura de granos, principalmente de maíz, trigo y avena, aunque en la actualidad también se practica el cultivo de soya. La fertilidad natural que tiene es muy alta produciendo buenas cosechas que se pueden acrecentar con el consumo de fósforo; y cuando se utilice intensivamente el suelo, es recomendable aportar otros fertilizantes como la cal. El peligro que corren estos tipos de suelos es por erosión eólica e hídrica, por lo que todo el tiempo deben estar con medidas de control.

Existen cuatro subdivisiones de *phaeozems*:

2.14.2.1. Phaeozem háplico (del griego haplos = simple). Tiene solo las características descritas para la unidad de *phaeozem*. Sus posibles utilizaciones, productividad y tendencia a la erosión, dependen también de los factores que se han detallado para todos los *phaeozems*.

2.14.2.2. Phaeozem calcarico (del latín calcarium = calcáreo). Se caracterizan por tener cal en todos sus horizontes. Son los phaeozems más fértiles y productivos en la agricultura o ganadería, cuando son profundos y planos. Su susceptibilidad a la erosión es variable en función del tipo de terreno.

2.14.2.3. Phaeozem luvico (del latín luvi, luo = lavar). Se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa de acumulación de arcilla. Alguno de estos suelos pueden ser algo más infértiles y ácidos que la mayoría de los phaeozems. Se presentan muchas veces con vegetación de bosque o selva. Pueden ser agrícolas o forestales, en función a su profundidad, el relieve de terreno, etc. Tienen susceptibilidad moderada o alta a la erosión.

2.14.2.4. Phaeozem gleyco (del ruso gley = suelo pantanoso). Se caracterizan por presentar una capa que se satura periódicamente con agua, para la unidad de los phaeozems. Sus posibles utilidades, productividad y tendencia a la erosión dependen también de los factores que se han detallado para todos los phaeozems.

2.15. Rangos de clasificación

Cuadro 1. Material parental

Categorías	Tipo	Símbolo
Rocas coherentes duras o meteorizadas.	- Calizas en general	Ca
	- Areniscas o cuarcitas	Ar
	- Lutitas, pizarras y/o limonitas	Lu
	- Tufos volcánicas	Tu
	- Otro material volcánico	Vo
Material detrítico de diferente origen.	- De origen aluvial	Al
	- De origen fluvio glaciario, glaciario, aluvio coluvial o coluvial :	
	- De carácter fino	Di
	- De carácter grueso	Do

Se encierra dos símbolos entre paréntesis en el caso de materiales complejos, ejemplo (Ar -Do)

Cuadro 2. Textura (30 cm superiores)

Denominación	Clases	Símbolos	Símbolos
		Simple	Complejos
Ligera	Arena, arena franca, franco arenoso.	l	L
	Franco, franco limoso.		
	Franco arcillo limoso.		
Media	Franco arcillo arenoso, limo, arcilla, arcillo limoso.	m	M
Pesada	arenoso, franco arcilloso.	p	

Cuadro 3. Drenaje interno

Denominación	Descripción	Símbolos simples	Símbolos complejos	
Excesivo	Asociado generalmente a texturas gruesas y/o poca profundidad, el perfil no muestra moteados.	a	A	
Buena	Asociados generalmente a texturas medias a pesadas, abundante moteado en el perfil	e		
Imperfecta	Asociada generalmente a texturas medias a pesadas, abundante moteado en el perfil	i	E	
Pobre	Moteados muy abundante en el perfil, presencia de un horizonte gley azulado o gris, asociado a un nivel freático permanente a fluctuante en el perfil.	o	I	U
			O	
Nula o anegado	El horizonte gley aparece en los 30 cm, superiores del perfil, anegamiento.	u		

Cuadro 4. Reacción o pH

Denominación	Clase de pH	Símbolos simples	Símbolos complejos
fuertemente ácido	$\text{pH} < 5.4$	f	F
Fuertemente a ligeramente ácido	$5.5 < \text{pH} < 6.4$	l	N
Ligeramente ácido a ligeramente alcalino	$6.5 < \text{pH} < 7.4$	n	
Moderadamente alcalino a alcalino	$\text{pH} > 7.4$	k	

Cuadro 5. Pendiente

Denominación	Rango %	Símbolos simples	Símbolos complejos				
Nula o casi a nivel	0 – 4	1	D	C	B	A	I
Ligeramente inclinado	5 – 12	2					II
Moderadamente empinado	13 – 25	3					III
Empinado	26 – 50	4					IV
Muy empinado	51 – 70	5					V
Extremadamente empinado	> 70	6					

Cuadro 6. Profundidad efectiva

Denominación	Rango %	Símbolos simples	Símbolos complejos	
Muy superficial a superficial	< 30	a	A	O
Superficial a moderadamente profundo	30 – 60	e	E	
Moderadamente profundos a profundos	60 -120	i	I	
Muy profundos	> 120	o		

Cuadro 7. Pedregosidad superficial

Descripción de las clases	Símbolos simples	Símbolos complejos
Sin piedras o con muy poco que no interfieren con el cultivo.	0	I
Piedras suficientes para interferir pero no imposibilitar las labores para cultivos a escarda.	1	II
Piedras suficientes para imposibilitar las labores requeridas para los cultivos a escarda, pero el suelo puede prepararse para siembra de pastos mejorados.	2	
El uso de maquinaria es impedido, excepto la muy liviana. Puede utilizarse para pastos o forestales.	3	III
Imposible de usar maquinaria. Puede utilizarse con pastos en el interior de bosques.	4	IV
Superficies prácticamente pavimentada con piedras	5	V

Cuadro 8. Erosión

Clases	Símbolos simples	Símbolos complejos
Ninguna a leve	n	M
Moderada	m	
Severa	s	S

Cuadro 9. Capas duras o densas

Tipos	Símbolos
Costra calcárea y horizonte petrocalcico	C
Capa dura rica en CaCO ₃	
Duripán. Capa de tierra densa y muy poco permeable a las raíces	X
Contacto petrocálcico, capa dura enriquecida con óxidos de fierro y manganeso	F
Cuarzo. Capa dura cementada por sílice.	D
Se anotan mayúsculas en caso que los contactos no sean continuos en una unidad (C,X,F,D)	

- La simbología será utilizada para representar de manera resumida las características de los suelos en cada unidad cartográfica.
- Para determinar el uso actual de la tierra, las áreas se delimitaran teniendo en cuenta:

- Cultivos agrícolas

- Áreas de cultivos
- Áreas de descanso

- Pastos

- Áreas con pastos cultivados
- Áreas con pastos naturales

- Forestales

- Áreas con especies forestales

- Áreas sin uso

- Áreas sin uso actual (eriazos y desnudos)

2.16. Criterios de clasificación

Los criterios de clasificación de suelos para el presente estudio se basa en la fórmula propuesta por LANGHOR (1976).

$$T = \frac{M.t.d.r}{P.Pr.Pe.e(c)} \text{---CUP}$$

Donde:

- T : Denominación taxonómica del suelo, según la clasificación mundial de suelos, FAO (1976).
- M : Material parental (substrato)
- t : Textura de superficie (30 cm. superiores)
- d : Drenaje interno
- r : Reacción o pH
- P : pendiente (%)
- Pr : Profundidad efectiva.
- Pe : Pedregosidad (%)
- e : Erosión
- (c): Presencia eventual de capas duras o densas
- CUP: Clase(s) de capacidad de uso potencial.

En la formula descrita, el numerador: *M t d r*, representa la serie de suelos y se encuentra constituida por todos aquellos suelos desarrollados a partir de un mismo material parental, de textura, drenaje y reacción similares; el denominador: *P Pr Pe (c)*, constituye la fase y complejos de suelos, conformado por la pendiente, profundidad efectiva, pedregosidad superficial, erosión y presencia eventual de capas duras.

2.17. Definición de las clases de capacidad de uso potencial:

Clase I : Los terrenos de esta clase son aptos para los cultivos anuales. Pueden utilizarse además para la producción de cultivos permanentes, ganadería, actividades forestales y protección. Es la clase ideal, tiene muy pocas o ninguna limitación que puedan restringir su uso.

Clase II : Estos terrenos son aptos para la producción de cultivos anuales. Las tierras de esta clase presentan algunas limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de cultivos, o incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo o de conservación de suelos. Pueden utilizarse además en actividades indicadas en la clase anterior. Requieren de una conservación moderada.

Clase III : Las tierras de esta clase son aptas para la producción de cultivos anuales. Pueden utilizarse además en las mismas actividades indicadas en la clase anterior. Los terrenos de esta clase presentan limitaciones severas que, restringen la selección de cultivos o incrementan sustancialmente los costos de producción. Requiere conservación especial.

Clase IV : Estas tierras son aptas para la producción de cultivos permanentes o semipermanentes. Los cultivos anuales sólo se pueden desarrollar en forma ocasional y con prácticas muy intensas de manejo y

conservación de suelos, esto debido a las muy severas limitaciones que presentan estos suelos para ser usados en este tipo de cultivos de corto período vegetativo. También se permite utilizar los terrenos de esta clase en ganadería, producción forestal y protección. Requiere un manejo muy cuidadoso.

Clase V : Esta clase es apta para la actividad ganadera, también se permite la actividad del manejo del bosque natural cuando hay. Las tierras de esta clase presentan limitaciones y riesgo de erosión de modo tal que los cultivos anuales no son aptos en ésta.

Clase VI : Los terrenos de esta clase son aptos para la actividad forestal (plantaciones forestales). También se pueden establecer plantaciones de cultivos permanentes arbóreos tales como los frutales, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos (terrazas individuales, canales de desviación, etc.), son aptos para pastos. Otras actividades permitidas en esta clase son el manejo del bosque natural y la protección. Presentan limitaciones severas.

Clase VII : Esta clase es apta para el manejo del bosque natural, además de protección. Las limitaciones son tan severas que ni siquiera las plantaciones forestales son recomendables en los terrenos de esta clase. Cuando existe bosque en estos terrenos se deben proteger para provocar el reingreso de la cobertura forestal mediante la regeneración natural, En algunos

casos y no como regla general es posible establecer plantaciones forestales con relativo éxito y también pastos.

Clase VIII : Las tierras de esta clase presentan limitaciones tan severas que no son aptas para ninguna actividad económica directa del uso del suelo, de modo tal que sólo se pueden dedicar para la protección de los recursos naturales (suelos, bosques, agua, fauna, paisaje).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características generales de la zona en estudio

3.1.1. Ubicación política

La zona de trabajo en estudio se encuentra ubicado en la localidad de pendencia aproximadamente a 30 Km., de Tingo María, en los distritos de Daniel Alomía Robles y José C. y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

18 L : 0391630 a 0396069

UTM : 8993095 a 8996446

Altitud : 660 msnm

3.1.3. Climatología de la zona

Desde el punto de vista ecológico, la zona en estudio se encuentra constituida por un bosque muy húmedo subtropical y por lo tanto correspondiente a las zonas tropicales de altura; es decir, cálido húmedo con temperaturas anuales: mínima de 24.5°C y como máxima de 33°C. El promedio de precipitaciones pluviales es 3400 mm.

3.1.4. Geología y suelos

El área en estudio de acuerdo al sistema de clasificación por su capacidad de uso mayor presenta, suelos con aptitud para cultivos permanentes, de protección y de producción forestal.

3.1.5. Relieve

Los terrenos planos ocupan aproximadamente el 15% del área total. El resto se caracteriza por presentar pendientes inclinadas y sujetos a constantes deslizamientos durante el periodo de lluvias.

3.1.6. Vegetación y uso de suelos

La flora en la zona de estudio es muy variada existen diversas especies tanto agrícolas como forestales, se pueden observar cultivos como platanales, cacaotales, cítricos, yuca, piña entre otros, y en los alrededores sembrío de coca.

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Material de campo

- Altimetro
- Acido clorhídrico
- Brújula
- Bolsas y etiquetas para las muestras
- Palana
- Tabla munsell
- Wincha
- Barreno
- Etiquetas
- Herramientas

3.2.3. Equipos

- Equipos de laboratorio
- Cámara digital
- Computadora.

3.3. Metodología

3.3.1. Fase I

Fase de pre-campo

- Estudio bibliográfico, implementación de material cartográfico y trabajo preliminar de gabinete.
- Revisión bibliográfica referida a aspectos legales y regulaciones aplicables.
- Obtención y ordenamiento del material cartográfico.
- Delimitación de la zona en la carta nacional, hojas topográficas y -fotografías aéreas.
- Fotointerpretación preliminar de la zona.

3.3.2. Fase II

Fase de campo:

- Reconocimiento preliminar de la zona con la finalidad de determinar los patrones geológicos y edáficos dominantes.
- Lectura de los cortes naturales con la finalidad de obtener una primera aproximación de las características físico morfológicas de los suelos.
- Elaboración de una leyenda cartográfica de los suelos a estudiar.
- Mapeo sistemático de los suelos mediante chequeos o perforaciones hasta 1.50 m de profundidad. En cada

chequeo se evaluara los parámetros edáficos siguientes:

- Clasificación taxonómica según F.A. O. (T)
- Tipo de material parental (M)
- Textura en superficie (t)
- Drenaje interno (d)
- Reacción o pH (r)
- Pendiente (p)
- Profundidad efectiva (pr)
- Pedregosidad superficial (pe)
- Erosión (e)
- Presencia eventual de capas duras o densas (c)

3.3.3. Fase III

Fase de laboratorio

Las muestras de suelos obtenidas en la fase de campo (Fase II) serán sometidas a análisis físicos y químicos con la finalidad de determinar su composición granulometría, sus características fisicoquímicas y su calidad nutricional.

Las determinaciones y metodología a utilizar son:

Métodos analíticos

01. Análisis mecánico. Textura por el método del hidrómetro
02. Conductividad eléctrica (C.E.) lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica
03. pH método del potenciómetro, relación suelo agua 1:1
04. Calcáreo total : Método gaso – volumétrico
05. Materia orgánica : Método de walkley y black
06. Nitrógeno total : % M.O. x 0.045
07. Fósforo disponible : Método de olsen modificado. Extracto NaHCO_3 0.5M, pH 8.5
08. Potasio disponible : Método de ácido sulfúrico 6N
09. Capacidad de intercambio catiónico: Método de acetato de amonio 1N.
pH 7.0 a suelos con pH > 5.5
Ca : Absorción atómica
Mg : Absorción atómica
K : Absorción atómica
Na : Absorción atómica
10. C.I.C.efectiva: Desplazamiento con Kel KCl 1 N (suelos en pH < 5.5).
Aluminio más hidrógeno: Método de yuan.
Calcio más magnesio: Método de E.D.T.A. (Versanato)

3.3.4. Fase IV

Fase final de gabinete

- Verificación y/o corrección de la clasificación taxonómica de los suelos en base a los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.
- Fotointerpretación final y delimitación definitiva en el mapa de cada unidad cartográfica.
- Restitución fotogramétrica y elaboración de los mapas base de suelos y de uso actual.
- Areado, dibujo, grabado y roturado de los mapas definitivos de suelo y de uso actual a escala 1:50,000

IV. RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación se han obtenido mediante métodos y técnicas de investigación, por el proceso de estudio en campo y análisis de interpretación en gabinete, referenciando trabajos y experiencias en otras condiciones.

4.1. De las unidades de suelos determinadas

Descripción de las unidades de suelos

Teniendo en cuenta los análisis físico-químicos de las diferentes muestras de suelos, así como las características morfológicas, se describe a continuación los diferentes parámetros edáficos evaluados:

UNIDAD 1	:	(Di- Lu) m.e.k Hh ----- III 1.i.o.n
Clasificación FAO	:	Phaeozem haplico (Hh)
Capacidad de uso potencial	:	Suelos clase III
Material parental	:	Detrítico fino, derivado de lutitas
Textura	:	Franco
Drenaje	:	Bueno
Reacción	:	Moderadamente alcalino (pH: 7.5)
Pendiente	:	Nula o casi a nivel (0 a 4%)

Profundidad efectiva	:	Moderadamente profundo a profundo
Pedregosidad superficial	:	Libre de piedras
Perfil dominante	:	A / Bc / C
Erosión	:	Nula
Área	:	257.37 has
Uso actual de la tierra	:	Cultivos de cacao 49%, café 10.2%, plátano 40.8%.

UNIDAD 2 :
$$\begin{array}{c} \text{(Do- Lu).m.e.L} \\ \text{HI} \text{-----} \text{III} \\ \text{1.i.o.n} \end{array}$$

Clasificación FAO	:	Phaeozem luvico (HI)
Capacidad de uso potencial	:	Suelos clase III
Material parental	:	Lutitas y conglomerados
Textura	:	Franco limoso
Drenaje	:	Bueno
Reacción	:	Moderadamente ácido (pH: 6.5)
Pendiente	:	Nula o casi a nivel (0 a 4 %)
Profundidad efectiva	:	Moderadamente profundo a profundo
Pedregosidad efectiva	:	Pedregosidad I (complejo) Sin piedras, o escasas, que no impiden el crecimiento de los cultivos.

Perfil dominante	:	A / Bt / C
Erosión	:	Nula o moderada
Área	:	178.365 ha
Uso actual de la tierra	:	Cultivo de café 20.61%, maíz 8.83%, cítrico 17.68 %, papayo 17.67%, arroz 11.8% y el resto de terreno corresponde a purmas 23.41%.

UNIDAD 3	:	$\frac{(D_i - D_o).m.e.L}{HI \text{-----} VI}$ 3.i.e.m
-----------------	---	---

Clasificación FAO	:	Phaeozem luvico (HI)
Capacidad de uso potencial	:	Suelos clase VI
Material parental	:	Deposito de material detrítico derivado de limonitas.
Textura	:	Franco arcillosa
Drenaje	:	Bueno
Reacción	:	Ligeramente ácido (pH: 5.8)
Pendiente	:	Moderadamente empinada (13 a 25%)
Profundidad efectiva	:	Moderadamente profundo a profundo
Pedregosidad superficial	:	Escasas piedras
Perfil dominante	:	A / B / C

Erosión	:	Moderada
Área	:	294.1 ha
Uso actual de la tierra	:	Cultivo de pifia 3.94%, palto 3.58%, especie medicinal sangre de grado 3.25%, bosque primario 34%, purmas 17.85%, especies forestales 8.9% y bosque secundario 28.48 %.
UNIDAD 4	:	$\begin{array}{c} \text{Lu.m.e.f} \\ \text{Hh} \text{-----} \text{VI} \\ \text{3.i.e.m} \end{array}$
Clasificación FAO	:	Phaeozem haplico (Hh)
Capacidad de uso potencial	:	Suelos clase VI
Material parental	:	Rocas lutitas de desarrollo in situ.
Textura	:	Franco
Drenaje	:	Bueno
Reacción	:	Fuertemente ácido (pH: 5.4)
Pendiente	:	Moderadamente empinada (13 a 25%)
Profundidad efectiva	:	Moderadamente profundo a profundo
Pedregosidad superficial	:	Ligeramente pedregosos
Perfil dominante	:	AE / B / C
Erosión	:	Moderada

Área	:	320.4 ha
Uso actual de la tierra	:	Bosque secundario 72.13%, bosque primario 27.87%

4.2. Capacidad de uso potencial de los suelos

El sistema de clasificación por capacidad de uso potencial de los suelos comprende cuatro categorías y ocho clases de capacidad de uso potencial, que se agrupan del I al VIII de acuerdo a las características de los suelos y condiciones climáticas dominantes.

En el presente estudio se han determinado suelos de clases III y VI, debido principalmente a que se encuentra con buena cobertura vegetal, por lo que solo se describen las clases de suelo encontrado.

Tierras generalmente no arables; aptas para cultivos permanentes, pastos y forestales.

Esta categoría comprende las clases III y VI de capacidad de uso potencial.

Clase III

Ocupa una extensión de 435.95 ha, que representa el 45% del área total, se ubican en las partes bajas y en las riberas, estos suelos en su mayoría son planos, así mismo por su ubicación geográfica están propensos a inundaciones, además podemos decir que son aptos para los cultivos anuales o perennes, no tiene limitaciones, son de textura franco, buen drenaje, reacción moderadamente alcalina a moderadamente ácida.

Clase VI

Ocupa una extensión de 614.55 ha. Estos suelos presentan severas limitaciones ya que los factores edáficos como pendiente, profundidad efectiva no son propicios para los cultivos intensivos. Ocupan el 55% del área total, se ubican en las partes medias a altas de la zona en estudio, se encuentran ocupadas por bosques primarios, bosques secundarios, purmas, etc.

A pesar de algunas limitaciones edáficas en esta zona, los registros climáticos muestran precipitaciones alrededor de 3300 mm anuales, que favorece la instalación de cultivos, lo cual reduce los riesgos ya sea para cultivos de pan llevar o frutales.

388000 390000 392000 394000 396000 398000 400000 402000 404000 406000 408000 410000 412000

MICROCUENCA RÍO PENDENCIA

UBICACIÓN

DATOS INSUFICIENTES

RÍO PENDENCIA

LEYENDA

-  CURVAS DE NIVEL
-  RIO
-  DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MAPA DE DELIMITACIÓN MICROCUENCA RÍO PENDENCIA

SECTOR: PARTE MEDIA DE LA MICROCUENCA RÍO PENDENCIA

DISTRITOS: JOSE CRESPO Y CASTILLO Y DANIEL ALOMIA ROBLES

PROVINCIA : LEONCIO PRADO

DEPARTAMENTO: HUANUCO

REV. POR: ING. MSc. LUCIO MANRIQUE DE LARA S.

DIB. POR: JUAN G. SALAS SALAS

ESCALA : 1: 100,000

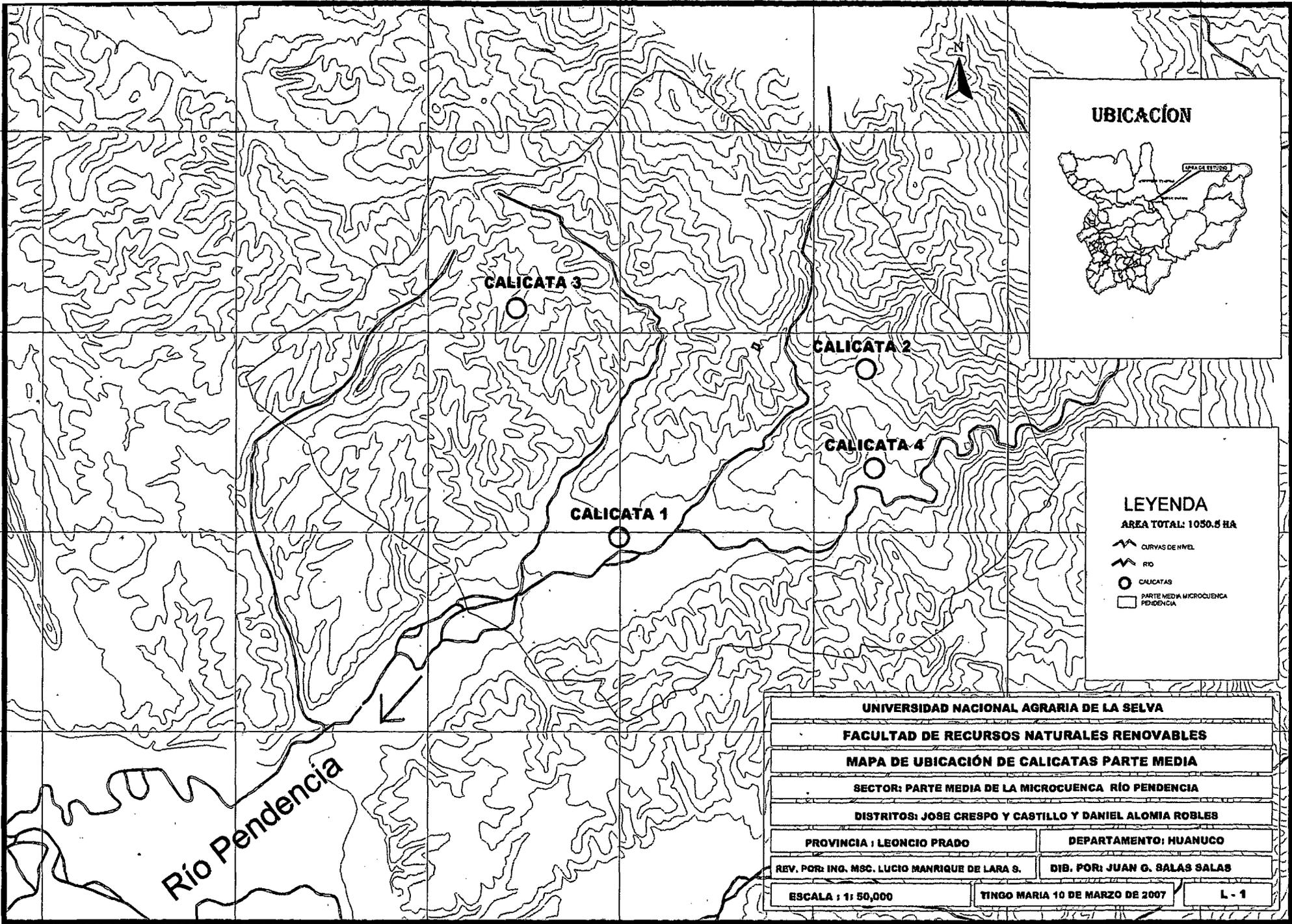
TINGO MARIA 10 DE MARZO DE 2007

L - 1

388000 390000 392000 394000 396000 398000 400000 402000 404000 406000 408000 410000 412000

9002000
9000000
8998000
8996000
8994000
8992000
8990000
8988000
8986000

9002000
9000000
8998000
8996000
8994000
8992000
8990000
8988000
8986000



LEYENDA

AREA TOTAL: 1050.5 HA

- CURVAS DE NIVEL
- RIO
- CALICATAS
- PARTE MEDIA MICROCUENCA PENDENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES	
MAPA DE UBICACIÓN DE CALICATAS PARTE MEDIA	
SECTOR: PARTE MEDIA DE LA MICROCUENCA RÍO PENDENCIA	
DISTRITOS: JOSE CRESPO Y CASTILLO Y DANIEL ALOMIA ROBLES	
PROVINCIA : LEONCIO PRADO	DEPARTAMENTO: HUANUCO
REV. POR: ING. MSC. LUCIO MANRIQUE DE LARA S.	DIB. POR: JUAN G. SALAS SALAS
ESCALA : 1: 50,000	TINGO MARIA 10 DE MARZO DE 2007
L - 1	

8994000

8992000

8990000

8988000

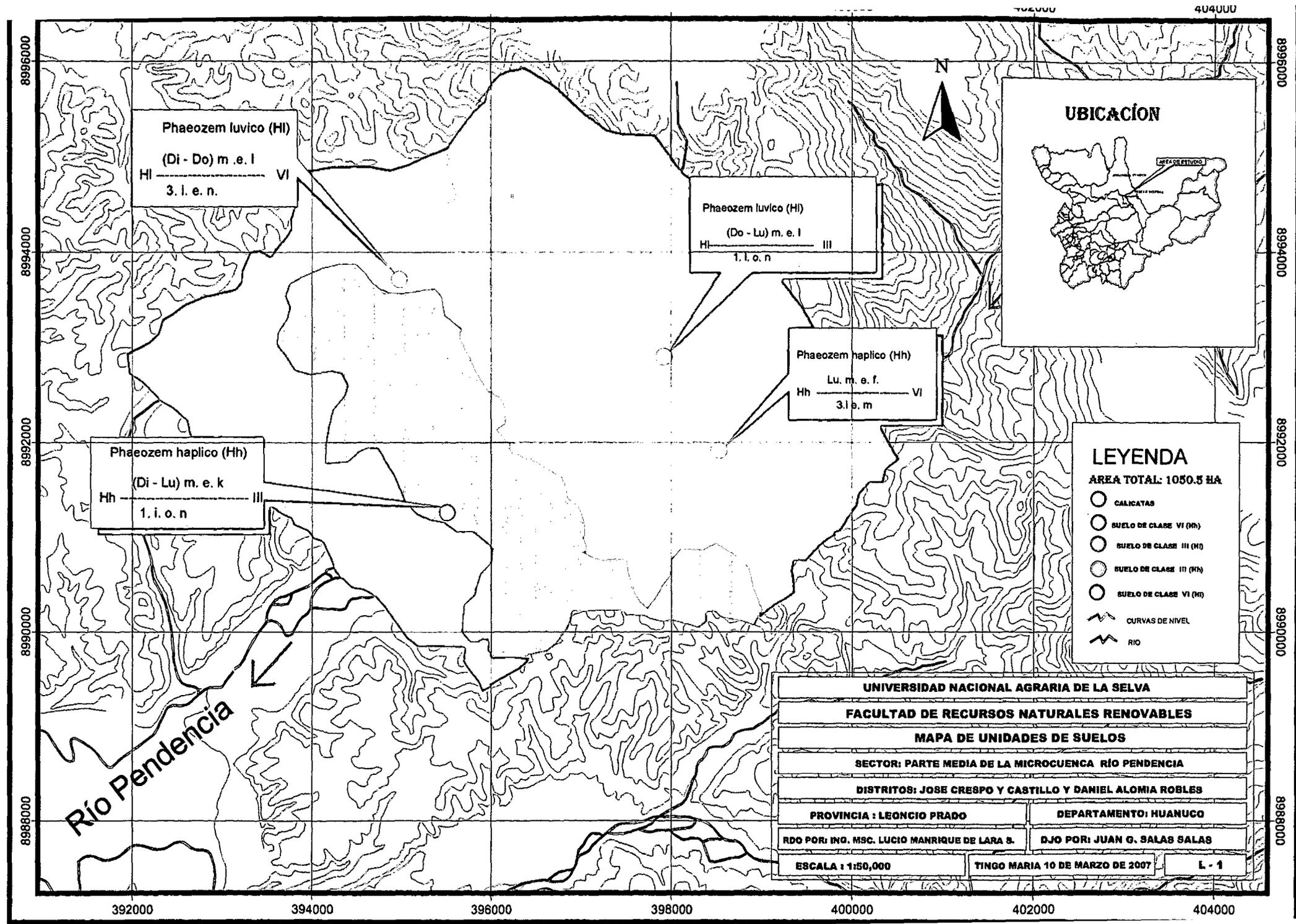
8994000

8992000

8990000

8988000

390000 392000 394000 396000 398000 400000 402000



Phaeozem luvico (HI)
 (Di - Do) m. e. l
 HI ----- VI
 3. i. e. n.

Phaeozem luvico (HI)
 (Do - Lu) m. e. l
 HI ----- III
 1. i. o. n

Phaeozem haplico (Hh)
 Lu. m. e. f.
 Hh ----- VI
 3. i. a. m

Phaeozem haplico (Hh)
 (Di - Lu) m. e. k
 Hh ----- III
 1. i. o. n



LEYENDA
 AREA TOTAL: 1050.5 HA

- CALICATAS
- SUELO DE CLASE VI (Hh)
- SUELO DE CLASE III (HI)
- SUELO DE CLASE II (Hh)
- SUELO DE CLASE VI (HI)
- ~ CURVAS DE NIVEL
- ~ RIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MAPA DE UNIDADES DE SUELOS
 SECTOR: PARTE MEDIA DE LA MICROCUENCA RÍO PENDENCIA
 DISTRITOS: JOSE CRESPO Y CASTILLO Y DANIEL ALOMIA ROBLES
 PROVINCIA : LEONCIO PRADO DEPARTAMENTO: HUANUCO
 RDO POR: ING. MSc. LUCIO MANRIQUE DE LARA S. DJO POR: JUAN G. SALAS SALAS
 ESCALA : 1:50,000 TINGO MARIA 10 DE MARZO DE 2007 L - 1

Río Pendencia

392000 394000 396000 398000 400000 402000 404000

8996000
8994000
8992000
8990000
8988000

8996000
8994000
8992000
8990000
8988000

392000

394000

396000

398000

400000

402000

8994000

8992000

8990000

8988000

8994000

8992000

8990000

8988000

ARROZ
21.01 Ha

PURMA
42.02 Ha

CITRICO
31.515 Ha

BOSQUE SECUNDARIO
231.11 Ha

BOSQUE SECUNDARIO
84.04 Ha

CAFE
38.76 Ha

ESPECIES FORESTALES
26.26 Ha

PURMA
52.5 Ha

MAIZ
15.75 Ha

BOSQUE PRIMARIO
99.8 Ha

PAPAYO
31.51 Ha

PLATANO
105.05 Ha

BOSQUE PRIMARIO
89.29 Ha

SANGRE DE GRADO
9.45 Ha

CAFE
26.26 Ha

CACAO
128.06 Ha

PALTO
10.50 Ha

PIÑA
11.55 Ha

Río Pendencia



LEYENDA
 AREA TOTAL: 1050.5 HA

- BOSQUES PRIMARIOS
- BOSQUES SECUNDARIOS
- CULTIVOS DE CACAO
- PURMAS
- ESPECIES FORESTALES
- CULTIVO DE PLATANO
- SIEMBRA DE ORIZO
- CULTIVO DE PALTO
- CULTIVO DE CAFE
- CULTIVO DE MAIZ
- CULTIVO DE ARROZ
- CULTIVO DE CIPRES
- CULTIVO DE PAPAYO
- CULTIVO DE PIÑA
- CURVAS DE NIVEL
- CUCUTIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MAPA DE CAPACIDAD DE USO ACTUAL

SECTOR: PARTE MEDIA DE LA MICROCUENCA RIO PENDENCIA

DISTRITOS: JOSE CRESPO Y CASTILLO Y DANIEL ALOMIA ROBLES

PROVINCIA : LEONCIO PRADO DEPARTAMENTO: HUANUCO

REV. POR: ING. MSC. LUCIO MANRIQUE DE LARA S. DIS. POR: JUAN G. SALAS SALAS

ESCALA : 1: 50,000 TINGO MARIA 10 DE MARZO DE 2007 L - 1

392000

394000

396000

398000

400000

402000

4.4. Propuestas de manejo y conservación de suelos

4.4.1. Unidad 1

Como estos suelos se caracterizan por presentar un pH 7.5 moderadamente alcalino, con pendiente casi a nivel y teniendo un grado de erosión nula, para su manejo se recomienda la instalación de cultivos como el cacao, esta especie se adapta a estas condiciones climáticas de esta zona, así mismo se recomienda que debe ser asociada con especies arbóreas para evitar el escurrimiento y afecte la capa superficial y hacer en la parte media una acequia de infiltración para evitar la escorrentía.

4.4.2. Unidad 2

El suelo presenta una topografía plana de buen drenaje, sin grado de erosión con un pH 6.5 moderadamente ácido, son de gran potencial de uso agrícola, se recomienda cultivos permanentes como el cacao, café, asociados con especies arbóreas como es la guaba para que los rayos solares no afecten su producción y generen sombra, así mismo se recomendaría optar por cultivos anuales como el arroz, maíz, frijol, como parte de rotación de cultivos, asociados con cortinas rompe vientos para evitar que el viento tumben dichos cultivos y en las riberas instalar defensas ribereñas con bambú, como medida preventiva en caso de inundaciones evitando que el río arrase en su totalidad con cultivos y tierras.

4.4.3. Unidad 3

Se caracterizan por ser de pendiente moderadamente empinado, siendo un factor importante que causa la erosión del suelo, también la lluvia es uno de los factores climáticos que influyen sobre la erosión, estos suelos son de menor potencial de uso agrícola, debido a la imposibilidad de la labranza, se recomienda coberturas de maní forrajero y gramíneas para la protección del suelo protegiéndolo de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuyendo la separación de las partículas de los agregados del suelo, además se propone la siembra de especies forestales como la bolaina, cedro, caoba, así mismo la siembra de pasturas.

4.4.4. Unidad 4

Son suelos fuertemente ácidos pH 5.4 de pendiente moderadamente empinada de buen drenaje, teniendo un grado de erosión moderado, recomendando para proteger la erosión coberturas de gramíneas y reforestación con especies forestales tales como moena amarilla, bolaina, tornillo, sangre de grado, ya que son aptos para estos tipos de suelos, además contribuiría a largo plazo a mejorar la economía de los dueños de los predios.

V. DISCUSIÓN

De las cuatro unidades de suelos encontradas, según la FAO son suelos phaeozem , en la unidad 1 se determinó el tipo de suelo phaeozem haplico (Hh) ya que su topografía es plana y es carente de pendiente, siendo buenos para los cultivos de cacao, café, maíz, etc., perteneciente a la capacidad de uso potencial; suelos clase III, de material parental detrítico fino, derivado de lutitas,CALZADA(1980) ya que no son muy densos de textura franco de buen drenaje para los cultivos con un pH 7.5 moderadamente alcalino,CONSTANTINESCO(1976), mientras que en la unidad 2 es suelo phaeozem luvico (HI) se caracterizan por acumular arcillas en el subsuelo, son buenos suelos para la agricultura, suelos clase III de material parental lutitas y conglomerados de textura franco de buen drenaje, de pendiente nula, con un pH 6.5 moderadamente ácido,CONSTANTINESCO(1976), así mismo la unidad 3 pertenece al suelo phaeozem luvico (HI), a lo mencionado en la anterior unidad se dice también que estos suelos son aptos para la actividad forestal, DAUBENMIRE(1993),de deposito de material detrítico derivado de limonitas, textura franco arcillosa de buen drenaje, con pH 5.8 ligeramente ácido, además en la unidad 4 se determinó que es suelo phaeozem haplico (Hh), comparando con la unidad 1 esta tiene una pendiente moderadamente empinada, pero se opto por este suelo ya que tiene un pH ácido, son suelos de clase VI, material

de rocas de lutitas de desarrollo in situ, de textura franco, buen drenaje, pH 5.4 fuertemente ácido (SUAREZ DE CASTRO, 1980).

La determinación de las muestras de suelos tomados nos indica que el porcentaje de arena es mayor que el de los porcentajes de limo y arcilla, mediante el triángulo textural nos indica que la clase textural predominante en esta zona en estudio es franco (SANCHEZ, 1981).

Los suelos de esta zona son de fertilidad moderada, fisiográficamente son suelos de colinas altas, y bajas de la parte media de la microcuenca Pendencia.

Por lo general estos suelos presentan una alta acidez y por consiguiente una alta saturación de aluminio en algunos lugares, baja capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe), baja saturación de bases y una textura franco; por tanto presentan moderada fertilidad, menor disponibilidad de nutrientes y consecuentemente la absorción de los mismos, tiende a ser baja a limitada. Así mismo por la falta de costumbre de aplicar fertilizantes o aplicarlos sin previo análisis de suelos, sin conocimiento del balance de nutrientes, interacciones sustanciales, y la práctica de labores agronómicas inadecuadas dentro de un programa de manejo de suelos (HAMOND, 1977).

Subsanándose estos problemas, dentro de un marco de agricultura sostenible, estos suelos se constituirán en buenos o adecuados para el cultivo

del cacao, papayo, plátano, etc, si consideramos que estos cultivos están adaptados a condiciones ácidas del suelo (soporta saturación de aluminio hasta 60%) (SANCHEZ, 1981).

La textura en estos suelos, varia desde moderadamente gruesa (franco arenosa), con un promedio de 31.25% de arena, 43.58% de limo y 25.58% de arcilla (franco), lo que hace que estos suelos presentan buena permeabilidad, buen drenaje, escorrentía superficial rápida sobre todo en las áreas con pendientes mayores a 25%.

Predominantemente estos suelos presentan colores marrón oscuro, marrón claro, pardos, pardo amarillento, amarillos, siendo estos colores los que tienen mayor relación con estos cultivos.

Estructuralmente estos suelos varían desde granular hasta masivo, desde fina hasta media y desde débil hasta moderado en cuanto al tipo, clase y grado, respectivamente. Esta variación se debe a que los suelos tropicales dentro de los primero 30 centímetros aproximadamente, presentan una buena estructura porque esta asociada a los contenidos de materia orgánica, arcilla y óxidos de hierro y aluminio. Los que hacen que las partículas primarias estén bien unidas en forma de gránulos muy estables mientras que aproximadamente debajo de los 30 cm., el tipo de estructura que predomina en estos suelos es la cúbica subangular y cúbica angular debido al contenido de

materia orgánica, es decir tiene un desarrollo estructural insipiente, común en suelos que están en proceso de formación (CALZADA, 1980).

La profundidad efectiva oscila entre 70 a más de 110 cm., calificando como suelos profundos a muy profundos, lo que se considera como óptimo para el cultivo de cacao, plátano, papayo, etc, ya que facilita que la raíz principal se fije bien en el suelo y las raíces secundarias ocupen el espacio ideal para la absorción de nutrientes y los procesos que deriven de ello.

El pH varía de 5.3 a 7.5 con un promedio de 6.3 (ligeramente ácido) la acidez de estos suelos, obedecería, en general, a la intensa meteorización de los minerales, a la alta precipitación (FUENTES, 1989).

Los niveles de materia orgánica fluctúan de 1.5 hasta 4%. Con un promedio de 2.55% (nivel medio), en los primeros 30 cm. de profundidad aproximadamente, los niveles altos se deben al acumulación de materia orgánica que presentan los suelos de pendiente.

El contenido de nitrógeno varía de 0.07 hasta 0,18%, con un promedio de 0.11%, siendo considerado un nivel medio, los factores que influyen en el contenido de materia orgánica afectan también en el contenido de nitrógeno, implicando una relación directa entre la evolución de este elemento con la materia orgánica (ESTRADA, 1976).

El contenido promedio de fósforo disponible es medio (7.45 ppm), con un rango de 5.6 hasta 9.0 ppm de P, los niveles medios, puede ser debido a las condiciones de acidez de estos suelos. La disponibilidad de fósforo es medio en pH bajos (ácidos) porque en estas condiciones, mas las altas precipitaciones hacen que el fósforo precipite como fosfato insoluble de fierro o aluminio debido a su alta reactividad o al ser fijados por estos; así mismo no se realizan practicas adecuadas (el encalado principalmente) para contrarrestar dichos efectos, por la tanto, el fósforo se constituye en el principal elemento limitante de la producción agrícola en la región del alto huallaga, tanto en suelos aluviales como residuales.

El contenido de potasio disponible oscila de 196 hasta 310 ppm de K₂O, considerado como un nivel bueno (FUENTES, 1989).

La capacidad de intercambio cationico efectiva (CICe) fluctúa desde 5.5 hasta 6.0 meq gr suelo. Y con un promedio de 5.66 meq gr suelo en algunas zonas. La CICe de estos suelos es media. Atribuyéndose principalmente al pH, seguido del tipo de arcilla que predomina en estos suelos. La materia orgánica no influye significativamente en la CICe de estos suelos, debido a la acidez de estos suelos.

VI. CONCLUSIONES

1. Las clases de capacidad de uso potencial encontrados
Son: las clase III, que tiene un área de 435.95 ha, que representa al 45% del área total; y a la clase VI le corresponde un área de 614.55 ha., que representa el 55% del área total.
2. las características limitantes del uso de los suelos son: empinados, erosión, acidez fuerte y altas precipitaciones pluviales.
3. De acuerdo al sistema de clasificación FAO, se han determinado los siguientes tipos de suelos: phaeozem luvico y phaeozem haplico.
4. Los parámetros edáficos como tipo de suelos, pH, materia orgánica y profundidad efectiva, son los factores que mas inciden sobre el desarrollo y diversificación de las especies vegetales, con rango de pH fuertemente ácido.

VII. RECOMENDACIONES

1. Efectuar un catastro del área para cuantificar y delimitar la ubicación de las parcelas agrícolas y bosques.

2. Incentivar los proyectos integrales de producción como los sistemas agrosilvopastoril y agroforestería con manejo agro ecológico, bajo el modelo de las chacras integrales, donde se debe tener en cuenta de preferencia los componentes siguientes:

- **Forestal:**

"Moena amarilla (*Nectandra globosa*), "Bolaina" (*Guazuma crinita*), "Guaba" (*Inga edulis*), "Tornillo" (*Cedrelinga catenaeformis*), "Sangre de grado" (*Croton draconoide*) y "Uña de gato" (*Uncaria tomentosa*).

- **Agrícola:**

Permanentes: "Cacao" (*Theobroma cacao* L) "Críticos" (*Citrus* sp), "Café" (*Coffea arabica*), "Palto" (*Persea americana*).

Eventual: "Maíz" (*Zea mays*), "Yuca" (*Manihot esculenta*), "Frijol de palo" (*Phaseolus* sp), "Plátano" (*Musa* sp), "Papaya" (*Carica papaya*),

ABSTRACT

This study was made in area of 1050.50 ha, where it was determined grounds of classes III in area of 435.95 ha and classes VI, in area of 614.55 ha with the classification of the FAO is grounds phaeozem háplico and phaeozem luvico. The grounds of this zone are of moderate fertility, physiographically are high and low hill grounds, slightly acid with an average of pH 6.3, *frank texture being optimal for the cultures of cacao, coffee, banana, papayo, forest species, etc, since the characteristics of grounds of this zone are favorable for diverse cultures.*

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AZABACHE L.A. 1991. Fertilidad de suelos. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. 11 – 06 p.
- CALZADA. B.J. 1980. 143 Frutales nativos. Editorial Estudiante. Lima. Perú.
- CONTANTINESCO, L. 1976. Conservación de suelos para países de desarrollo. Boletín Nº 10 FAO. Roma
- DAUBENMIRE, R. 1993. *Tratado de auto ecología de plantas*. 5º. Ed. Omega, Madrid, España
- ESTRADA, J. 1976. Fertilidad de suelos. Ed. Agronomía. La Molina. Lima Perú.
- FORSYTHE W. 1975. Física de suelos. Manual de laboratorio. IICA. México
- FUENTES Y. 1989. El suelo y sus propiedades físicas. 3ra. Edición. Ediciones Mundiprensa
- HAMOND. B.H. 1977. Manual de conservación de suelos. Dto. De Agricultura de Estados Unidos. 2º Ed. Lima, México
- HARDY, F. 1970. Suelos tropicales. Pedología tradicional con énfasis en América. Ediciones. Henneo Hnos. México
- HOLDRIGE, L. 1953. Curso de ecología vegetal. IICA. Costa Rica
- SUAREZ DE CASTRO, F. 1980 Conservación del suelo. 3º Ed. IICA. San José de Costa Rica.
- MARGALEF, 1985. Ecología. Omega. Barcelona, España
- PULGAR, J. 1981 Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales del Perú. 8ava Ed. Editorial Universo S.A. Lima, Perú.

- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico. Características y manejo. Editorial Ilca. San José, Costa Rica.
- VILLON, B. Máximo. 2002. Hidrología Básica. Instituto Tecnológico. Costa Rica.
- ZAMORA, C. 1972. Esquema de los podsoles de la región selvática del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de los recursos Naturales. Lima, Perú.
- ZAVALETA, A. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. Editado por A & B S.A. Lima, Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC. 223 p.

ANEXO

Cuadro 10. Análisis físico y químico

Numero de muestra		CE mmh/cm	Análisis mecánico				pH 1:1	CO ₂ Ca %	M.O %	N %	P ppm	K ₂ O Kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	ClCa	% Bas. Ca m	% Ac. Ca mb
Laboratorio	Campo		Aren a %	Lima %	Arcilla %	Textura																
M310-D7	C1-HzA		19.0	58.0	23.0	Fo. Lo.	7.5	1.0	4.0	0.18	8.60	300	5.75	4.00	1.20	0.50	0.05				100.00	
M311-D7	C1-HzBc		49.0	36.0	15.0	Franco	7.5	2.0	3.1	0.14	9.00	196	6.20	3.80	1.20	0.60	0.60				100.00	
M312-D7	C1-HzC		45.0	38.0	17.0	Franco	7.5	2.8	2.2	0.10	8.90	310	6.76	4.00	1.20	0.50	0.06				100.00	
M313-D7	C2-HzA		27.0	50.0	23.0	Fo. Lo.	5.6	0.0	3.2	0.14	6.40	284	6.13	3.60	1.40	0.10	0.03				100.00	
M314-D7	C2-HzBt		15.0	58.0	29.0	Fo. Ar. Lo	7.1	0.0	2.0	0.09	7.80	294	6.04	3.80	1.20	1.00	0.04				100.00	
M315-D7	C2-Hzc		61.0	26.0	13.0	Fo. Ab	7.0	0.0	1.5	0.07	8.80	298	5.63	3.60	1.20	0.80	0.03				100.00	
M316-D7	C3-HzA		35.0	44.0	21.0	Franco	5.9	3.0	3.2	0.14	7.60	286	5.64	3.80	1.20	0.60	0.04				100.00	
M317-D7	C3-HzB		21.0	50.0	29.0	Fo. Ar. Lo	5.8	0.0	2.1	0.09	6.80	290	5.22	3.60	1.20	0.40	0.02				100.00	
M318-D7	C3-HzC		17.0	38.0	45.0	Arcillosa	5.9	0.0	1.6	0.07	7.40	288	4.71	3.00	1.20	0.50	0.01				100.00	
M319-D7	C4-HzAE		35.0	46.0	19.0	Franco	5.5		4.0	0.18	6.60	234		2.40	0.80			2.00	0.80	6.00	53.33	46.67
M320-D7	C4-Hz-B		31.0	44.0	25.0	Franco	5.4		2.1	0.09	5.90	228		2.20	0.60			2.10	0.60	5.50	50.91	49.09
M321-D7	C4-Hz-C		20.0	37.0	48.0	Arcillosa	5.3		1.6	0.07	5.60	246		2.00	0.60			2.40	0.50	5.50	47.27	52.73
Promedio			31.25	43.58	25.58	Franco	6.3	0.97	2.55	0.11	7.45	271.2	5.67	3.31	1.08	0.66	0.09	2.16	0.63	5.66	87.62	49.4

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos - Universidad Nacional Agraria De La Selva

Descripción de los perfiles representativos

Calicata 1

A: 0-46 cm. horizonte orgánico de color marrón oscuro (5 Y/R 3/2) en húmedo, textura franco limoso, estructura granular fino, reacción moderadamente alcalina (pH: 7.5) con presencia de raíces gruesas.

Bc: 46- 77 cm. Color pardo fuerte (7.5 Y/R 4/4) en húmedo, textura franco estructura en bloques subangulares, consistencia muy firme en mojado, presencia de raíces, reacción moderadamente alcalina (pH: 7.5)

C: 77- 98 cm. Color marrón claro (5 Y/R 4/4) en húmedo, textura franco, consistencia firme en mojado, reacción moderadamente alcalina (pH: 7.5)

Calicata 2

A: 0-21 cm. Franco limoso, Marrón oscuro, (7.5YR3/3) en húmedo, cúbico

Subangular grueso, moderadamente ácido (pH 5.6), contenido, medio de materia orgánica (3.2%), pocas raíces finas.

Cuadro 11. Interpretación de las características químicas del suelo según Estrada 1,976.

Característica	Nivel		
	Bajo	Medio	Alto
Materia Orgánica	<2%	2 - 4%	> 4%
Nitrógeno	< 0.1%	0.1 - 0.2%	> 0.2 %
Fósforo: P	< 7 ppm	7 - 14 ppm	> 14 ppm
P ₂ O ₅	< 50 Kg/Ha	50 - 80	> 80 kg/Ha
K ₂ O	< 150 ppm	150 - 300	> 300 ppm
Saturación Bases	< 35%	35%	> 35% [#]
	< 50%	50%	> 50% [§]
CaCO ₃	< 1%	1 - 5%	5 - 15%
CIC	5 - 10	10 - 15	15 - 20 meq/100gr. Suelo

= suma de cationes § = acetato de amonio

Cuadro 12. Rangos y valores límites de los análisis del suelo según Fuentes 1,989.

Rangos	CaCO ₃	M.O	N.T.	Disponibles		C.I.C.	Bases cambiables				Relación catiónica		
	%	%	%	P ₂ O ₃	K ₂ O	Mo/100g	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	SB	Ca/Mg	Ca/K	Mg/k
				ppm	Kg/ha		Mo/100g			%			
Muy Bajo	-	-	-	-	-	<5	0-5	0-1	0-1.16	0-10	-	-	-
Bajo	<2	0-2	0-0.1	<7	<300	5-10	5-10	1-2.5	0.15-0.30	10-30	-	-	-
Medio	2-4	2-4	0.1-0.2	7-14	300-600	10-20	10-18	2.5-4.5	0.30-0.50	30-75	-	-	-
Alto	>4	>4	>0.2	>14	>600	>20	18-30	4.5 - 8	0.50-0.80	75 - 100	-	-	-
Normal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>5-8	>14-16	>1.8-2.5