

GOBIERNO DEL PARAGUAY

MINISTERIO DE AGRICULTURA y GANADERÍA

SUBSECRETARIA DE ESTADO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO  
AMBIENTE

BANCO MUNDIAL

PROYECTO DE RACIONALIZACION DEL USO DE LA TIERRA  
(PRESTAMO No. 3445-PA)

ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE SUELOS,  
CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y PROPUESTA  
DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PRELIMINAR  
DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL PARAGUAY.

(Estudio financiado por el Gobierno del Japón, a través de la donación - TF 025910)

Volumen I

Elaborado por:

Dr. Oscar López Gorostiaga.  
Dr. Enrique González Erico  
M.Sc. Pedro A. de Llamas G.  
M.Sc. Alfredo S. Molinas M.  
M.Sc. Enrique S. Franco S.  
M.Sc. Sinforiano García S.  
M.Sc. Eugenio O. Ríos A.

Asunción, Paraguay

Febrero de 1995

## RECONOCIMIENTOS.

El presente estudio fue financiado por una donación del Gobierno del Japón a la República del Paraguay, canalizada a través del Banco mundial (BIRF), y ejecutado en forma directa por esta institución, a solicitud del Gobierno del Paraguay, estando constituida la contraparte paraguaya por la Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA) de la Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SSERNMA), del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Las tareas que involucraron la realización del estudio se iniciaron en el mes de marzo de 1992, con la contratación de los consultores, adquisición y obtención de los equipos para el trabajo de campo, la recopilación y análisis de los estudios previos y de la información de base. Se dio inicio a los trabajos de campo en el mes de mayo del mismo año, culminando los mismos en el mes de marzo de 1991. En el mes de agosto de 1991 finalizaron los trabajos de gabinete y cartografía preparándose un Informe Preliminar que se presentó a la SSERNMA en el mes de septiembre de 1993. En diciembre de 1993 los materiales cartográficos fueron enviados a los EEUU para preparar los mapas finales a escala 1:500.000, los cuales posteriormente el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Paraguay introducirá en una base de datos. La cartografía e impresión de los mapas fue realizada por la empresa Williams & Heintz Map Corporation en Washington, D.C.

El estudio fue realizado por un Equipo Técnico de Relevamiento de Suelos, constituido por los siete profesionales paraguayos que se indican en la portada, actuando los Dres. López Gorostiaga y González Erico como Coordinadores Nacionales del mismo.

Dicho Equipo Técnico contó con el apoyo de un Equipo de Geología y Fisiografía, así como de un Equipo de Cartografía y de Secretaría, también; integrado en su totalidad por personal técnico y de apoyo paraguayo. Se cumplió así con uno de los propósitos que animaron al Banco Mundial a la ejecución del estudio: entrenar personal paraguayo que permaneciera en el país y pudiera a futuro ser utilizado en trabajos similares. Todo el personal indicado desempeñó sus labores en el contexto de la "Unidad de Estudios y

Proyectos para el Sector Agropecuario" (UEP), constituida por el BIRF en la República del Paraguay, a los efectos que indica su nombre.

El Equipo Técnico antes mencionado contó con la asistencia, coordinación y supervisión de los siguientes funcionarios y consultores internacionales del Banco Mundial:

John R. McKenna, Jr.

Planificador de Recursos (Senior) de la División Agropecuaria del Departamento Técnico para América Latina y el Caribe del Banco Mundial; Oficial a cargo del estudio en nombre del BIRF.

Steven Oliver

Economista Agrícola (Senior) de la División Agropecuaria del Departamento Geográfico IV de América Latina y el Caribe del Banco Mundial.

Alexis Vásquez Morera

Consultor principal, responsable del diseño y supervisión técnica de la totalidad del estudio; Coordinador Internacional.

Stanley W. Buol

Profesor de Ciencias del Suelo de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, EEUU; Consultor en Taxonomía de Suelos.

Gustavo Moscatelli.

Consultor en Fisiografía, Cartografía y Taxonomía de suelos.

Roberto Ronchietto y Juan C. Jorge Hiriart.

Coordinadores de la UEP durante el lapso del estudio.

Durante el estudio, se desempeñó como enlace por parte de la SSERNMA el Ing. Agr. Luis Pereira.

El personal de apoyo al Equipo Técnico estuvo constituido por el Ing. Agr. Augusto Fatecha (edafólogo), el Lic. Pablo Pflugfelder (geólogo), los cartógrafos Pedro Meza, Gladys Orrego, Patricio Florentín y Feliciano Romero, y las secretarias Patricia Gómez, Sonia Butlerov y Lucía Russo.

La gestión administrativa de los fondos desembolsados en el Paraguay corrió por cuenta de la Representación de las NNUU en el Paraguay, correspondiendo destacar el permanente apoyo y la excelente colaboración recibida de parte de los Sres. Representantes y SubRepresentantes, así como de todo el personal de la Representación.

Con la presencia del Sr. Presidente de la República, Ing. Juan Carlos Wasmosy, en un acto oficial fue presentado el documento y los mapas por el Sr. Ministro de Agricultura y Ganadería Dr. Arsenio Vasconsellos P., en fecha 5 de octubre de 1995.

## CONTENIDO

Página

RECONOCIMIENTOS

RESUMEN

1

I.

1

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

2

EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN.

2.1.	LOCALIZACIÓN	y	EXTENSIÓN	2					
2.2.			CLIMA	2					
2.3.	FISIOGRÁFIA	y	GEOMORFOLOGIA	6					
2.3.1.			Serranías	6					
2.3.2.			Lomadas	7					
2.3.3.			Llanuras	8					
2.3.4.			Valles	9					
2.4.	REVISIÓN	DE	ANTECEDENTES	EDAFOLÓGICOS	9				
2.5.	COBERTURA	VEGETAL	Y	USO	ACTUAL	DE	LA	TIERRA	11
2.6.	VÍAS	DE	COMUNICACIÓN	13					
III.	MATERIALES	Y	METODOLOCÍA	DE	LOS	ESTUDIOS	14		
3.1.	MATERIALES	Y	EQUIPOS	EMPLEADOS	14				
3.2.	METODOLOGÍA	DE	GABINETE	15					
3.2.1.	Seminario	-	Taller	15					
3.2.2.	Preparación	de	mapa	-	base	15			

15	3.2.3.	Interpretación de imágenes satelitarias
16	3.3	METODOLOGÍA DE CAMPO
16	3.3.1.	Planificación preliminar
16	3.3.2.	Equipos de campo
17	3.3.3.	Levantamiento de información
18	3.4.	METODOLOGÍA DE LABORATORIO
19	3.5.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA y UNIDADES CARTOGRAFICAS
20	3.6.	LEYENDA CARTOGRAFICA O SIMBOLOGÍA
21	3.7.	CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA
21	3.7.	1. Metodología
23	3.7.2.	Definición de los parámetros para la determinación de las clases y sub clases de capacidad de uso de la tierra
29	3.7.3.	Determinación de la capacidad de uso de la tierra

**IV. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS**

31

37	4.1.	ORDEN:	OXISOL	(O)
40	4.1.1.	Suborden:	Aquox	
41	4.1.1.1.	Gran	Grupo:	Haplaquox,
41	a)	Subgrupo:	Typic	Haplaquox (01.5)
41	4.1.2.	Suborden:	Udox	
42	4.1.2.1.	Gran	Grupo:	Acrudox
42	a)	Subgrupo:	Rhodic	Acrudox (02.5)
43	4.1.2.2.	Gran	Grupo:	Eutrudox
43	a)	Subgrupo:	Lithic	Eutrudox (03.5)
43	b)	Subgrupo:	Kandiudalfic	Eutrudox (04.5)
44	4.1.2.3.	Gran	Grupo:	Kandiudox

44	a)	Subgrupo:	Lithic	Kandiudox	(05.5)
45	b)	Subgrupo:	Rhodic	Kandiudox	(06.5)
45	e)	Subgrupo:	Typic	Kandiudox	(07.5)

4.2. ORDEN: VERTISOL

4.2.1. Suborden: Udert

4.2.1.1. Gran Grupo: Hapludert

a) Subgrupo: Typic Hapludert (V1)

4.3. ORDEN: MOLLISOL (M)

4.3.1. Suborden: Udoll

4.3.1.1. Gran Grupo: Paleudoll

a) Subgrupo: Vertic Paleudoll (M 1)

4.3.1.2. Gran Grupo: Argiudoll

a) Subgrupo: Calcic Argiudoll (M2.4)

4.3.1.3. Gran Grupo: Hapludoll



53	a)	SubGrupo:	Lithic	Hapludoll	(M 3)
4.4		ORDEN:		ULTISOL	(U)
54					
63	4.4.1.		Suborden:		Aquult
63	4.4.1.1.	Gran		Grupo:	Albaquult
63					
63	a)	Subgrupo:	Typic	Albaquult	(U 1)
63					
64	4.4.1.2.	Gran		Grupo:	Paleaquult
64					
64	a)	Subgrupo:	Typic	Paleaquult	(U2)
64					
65	4.4.1.3.	Gran		Grupo:	Epiaquult
65					
65	a)	Subgrupo:	Typic	Epiaquult	(U3)
65					
66	4.4.2.		Suborden:		Udult
66					
66	4.4.2.1.	Gran		Grupo:	Kandiudult
66					
66	a)	Subgrupo:	Arenic	Kandiudult	(U4)
66					
67	b)	Subgrupo:	Rhodic	Kandiudult	(U5)
67					

				Página
68	4.4.2.2.	Gran	Grupo:	Paleudult
	a)	Subgrupo:	Arenic Rhodic Paleudult (U6)	68
69	b)	Subgrupo:	Grossarenic Paleudult	(U7)
70	c)	Subgrupo:	Fragiaquic Paleudult	(U8.1)
70	d)	Subgrupo:	Aquic Paleudult	(U9.4)
71	e)	Subgrupo:	Rhodic Paleudult	(U 10)
76	f)	Subgrupo:	Typic Paleudult	(U 11)
78	4.4.2.3.	Gran	Grupo:	Rhodudult (U13)
78	a)	Subgrupo:	Psammentic Rhodudult	(U13)
79	b)	Subgrupo:	Typic Rhodudult	(U 13)
80	4.4.2.4.	Gran	Grupo:	Hapludult
80	a)	Subgrupo:	Aquic Hapludult	(U 14.3)
81	b)	Subgrupo:	Humic Hapludult	(U 15.4)

c) Subgrupo: Ochreptic Hapludult (U 16.2)

d) Subgrupo: Typic Hapludult (U 17)

#### 4.5. ORDEN: ALFISOL (a)

##### 4.5.1. Suborden: Aqualf

###### 4.5.1.1. Gran Grupo: Albaqualf

a) Subgrupo: Typic Albaqualf (A1)

##### 4.5.2. Suborden: Udalf

###### 4.5.2.1. Gran Grupo: Natrudalf

a) Subgrupo: Mollic Natrudalf (A 2.2)

b) Subgrupo: Typic Natrudalf (A3.4)

###### 4.5.2.2. Gran Grupo: Kandiudalf

a) Subgrupo: Rhodic Kandiudalf (A4)

b) Subgrupo: Mollic Kandiudalf (A5.5)

###### 4.5.2.3. Gran Grupo: Paleudalf

a) Subgrupo: Albaquic Paleudalf (A6.4)

c) Subgrupo: Oxyaquic Paleudalf (A8.3)

d) Subgrupo: Arenic Paleudalf (A9)

e) Subgrupo: Grossarenic Paleudalf (A10.1)

f) Subgrupo: Rhodic Paleudalf (A 11)

g) Subgrupo: Mollic Paleudalf (A12)

h) Subgrupo: Typic Paleudalf (A 13)

###### 4.5.2.4. Gran Grupo: Rhodudalf (A 14.4)

###### 4.5.2.5. Gran Grupo: Hapludalf

a) Subgrupo: Aquic Lithic Hapludalf (A15.2)

b) Subgrupo: Oxyaquic Hapludalf (A 16.2)

c) Subgrupo: Typic Hapludalf (A17.3)

#### 4.6. ORDEN: INCEPTISOL (1)

##### 4.6.1. Suborden: Ochrept

###### 4.6.1.1. Gran Grupo: Eutrochrept

###### a) Subgrupo: Typic Eutrochrept (11.3)

###### 4.6.1.2. Gran Grupo: Dystrochrept.

###### a) Subgrupo: Ruptic Alfic Dystrochrept (12.3)

###### b) Subgrupo: Umbric Dystrochrept (13)

###### c) Subgrupo: Oxaquic Dystrochrept (14.2)

###### d) Subgrupo: Typic Dystrochrept (15.1)

#### 4.7. ORDEN: ENTISOL (E)

##### 4.7.1. Suborden: Aquent

###### 4.7.1.1. Gran Grupo: Psammaquent

###### a) Subgrupo: Typic Psammaquent(E 1.1)

##### 4.7.2. Suborden: Psamment

###### 4.7.2.1. Gran Grupo: Quartzipsamment

###### a) Subgrupo: Typic Quartzipsamment (E2)

###### 4.7.2.2. Gran Grupo: Udipsamment

###### a) Subgrupo: Lithic Udipsamment (E3)

###### b) Subgrupo: Oxyaquic Udipsamment (E4)

###### c) Subgrupo: Typic Udipsamment (E5)

##### 4.7.3. Suborden: Fluvent

###### 4.7.3.1. Gran Grupo: Udifluvent

###### a) Subgrupo: Aquic Udifluvent (E6)

###### b) Subgrupo: Typic Udifluvent (E7)

##### 4.7.4. Suborden: Orthent

###### 4.7.4.1. Gran Grupo: Udorthent

###### a) Subgrupo: Lithic Udorthent(E8)

#### 4.8 TIERRAS MISCELÁNEAS.

## **V. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA.**

### **5.1. CLASE 1**

### **5.2. CLASE II**

5.2.1. Subclase II-E

5.2.2. Subclase II-Sf

5.2.3. Subclase II-E, Sf

### **5.3. CLASE III**

5.3.1. Subclase III-E

5.3.2. Subclases III-Sf y III-E,Sf

5.3.3. Subclases III-Sp y III-E,Sp

-4-

5.3.4. Subclases III-St y III-E,St

5.3.5. Subclases III-St,f y III-E,St,f .

### **5.4 CLASE IV**

5.4.1. Subclase IV-E .

5.4.2. Subclases IV-Sf y IV-E,Sf .

5.4.3. Subclase IV-Sp, IV-E,Sp

5.4.4. Subclases IV-Sr y IV-E,Sr

5.4.5. Subclases IV-St, IV-E,St, IV-St,f

5.4.6. Subclases IV-E,St,f y IV-E,St,r

5.4.7. Subclases IV Wd y IV-Sr,Wd

## 5.5 CLASE V.

## 5.6 CLASE VI

### 5.6.1. Subclase VI-Sr

### 5.6.2. Subclases VI-St y VI-E, St

### 5.6.3. Subclases VI-Sp, VI-St,p, VI-Stp, Wd .

### 5.6.4. Subclase VI-Wi

## 5.7 CLASE VII

### 5.7.1. Subclase VII-Sr .

### 5.7.2. Subclase VII-Wi .

## 5.8 CLASE VIII

## VI ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN ORIENTAL

### 6.1. INTRODUCCIÓN

### 6.2. METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

### 6.3. ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

### 6.4. ACCIONES PROPUESTAS A DESARROLLAR EN CADA CATEGORÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

### 7.2. RECOMENDACIONES

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## RESUMEN EJECUTIVO

En la República del Paraguay, el sector agropecuario constituye uno de los bastiones más sólidos para el desarrollo socioeconómico nacional. Así, este sector genera un 30% del producto interno bruto, provee un 40% del empleo nacional y es responsable por un 90% de las exportaciones registradas. También aporta materias primas para la industria, contribuyendo con un 50% del total de su valor agregado.

El país está dividido en dos grandes regiones: la Occidental, que representa un 60% del total del área, pero con solo un 2 % de la población, y la Oriental, que es donde tienen lugar la mayor parte de las actividades económicas nacionales, incluyendo las agropecuarias y las extracciones forestales. En las últimas dos décadas, y principalmente en la Región Oriental, ha venido ocurriendo una acelerada ampliación de la frontera agrícola a expensas de las áreas boscosas, a tasas de deforestación del orden de 100.000 Ha/año, las que se han incrementado a partir de 1989. En estas condiciones, la degradación de suelos y la erosión se han convertido en serios problemas que aumentan día a día, en detrimento de la base de recursos de tierras, de la calidad ambiental y de la misma productividad de las explotaciones agropecuarias.

Sin duda alguna, el sector agropecuario continuará jugando un importante papel en el crecimiento económico y en el desarrollo social, pero se requiere de un cambio estructural en las políticas orientadas al incremento de la producción, para que ésta no se base en la

expansión de la frontera agrícola, sino en una estrategia que promueva la intensificación del uso del recurso tierra, sin que esta intensificación signifique degradación o erosión de suelos, sino la utilización sostenible de este recurso esencial.

Para lograr lo anterior, es indispensable mejorar la base de conocimientos sobre las características y vocación de los recursos de tierras, en forma tal que se pueda planificar más acertadamente el desarrollo agropecuario nacional en armonía con las potencialidades y fragilidades de este recurso, y las restricciones impuestas por la naturaleza.

El presente trabajo tuvo como objetivo la realización de un estudio de reconocimiento de suelos y determinación de su capacidad de uso en la Región Oriental del Paraguay, a efectos de sentar las bases para la planificación racional del uso y manejo sustentable de este recurso y la promoción de su ordenamiento territorial.

El mismo fue financiado por una donación del Gobierno de Japón a la República del Paraguay, canalizada a través del Banco Mundial (BIRF), y ejecutado en forma directa por esta Institución a solicitud del Gobierno del Paraguay, estando constituida la contraparte paraguaya por la Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA) de la Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SSERNMA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Este estudio forma parte de un proyecto más amplio (“Racionalización del Uso de la Tierra”), el que también cuenta con financiamiento del Banco Mundial, de la Sociedad Interamericana de Geodesia y del propio Gobierno del Paraguay. En el marco de dicho

proyecto, la información generada por el presente estudio será incorporada a un Sistema de Información Geográfico (SIG) a ser implementado por la SSERNMA.

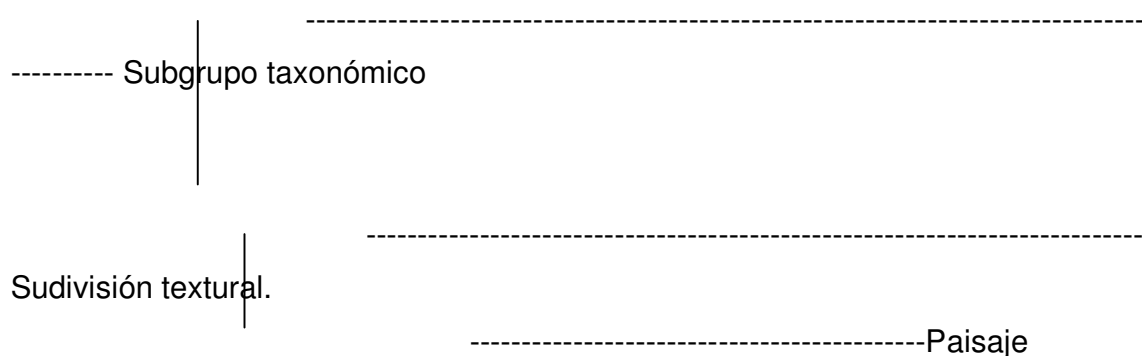


## RECONOCIMIENTO DE SUELOS

El Estudio de Suelos de la Región Oriental del Paraguay se llevó a cabo a través del uso de ampliaciones de imágenes satelitarias a escala 1: 100.000, cuyo procesamiento y cartografía digital fue realizado por "Earth Satellite Corporation", de Rockville, Md., EEUU, a partir del "Landsat Thematic Mapper" (TM) conteniendo las bandas TM 3, 7 Y 4, en órdenes azul, verde y rojo-; cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 100.000; trabajo de campo consistente en la descripción de perfiles de suelos de toda la región Oriental y toma de muestras de suelos; análisis laboratoriales de las muestras de suelos recolectadas e interpretación y procesamiento de toda la información recolectada.

También se caracterizó el clima, la fisiografía-geomorfología y uso actual de la tierra. En esta forma, se generaron los mapas de suelos, que contienen información sobre el tipo de cada área en particular, paisaje donde aparece cada suelo, material parental, pendiente del terreno, drenaje, pedregosidad y rocosidad. Además, cada tipo de suelos se presenta descrito según sus características morfológicas, químicas, físicas y taxonómicas.

La simbología adoptada para representar cada una de las unidades cartográficas fue la siguiente:



I ----- Material de origen  
 I  
 L a

U 13.3

B 2 n ----- Rocosidad y/o pedregosidad

|  
 |

Drenaje -----Relieve

En este caso, lo anterior indica que se trata de un suelo que clasifica como Tepic Rhodudult, de clase textural francosa fina, desarrollado sobre un paisaje de lomadas, cuyo material de origen son areniscas, de relieve ligeramente ondulado, de drenaje bueno y de pedregosidad nula.

Para todos los elementos la Simbología, se establecieron las siguientes categorías:

PAISAJE	ORIGEN	RELIEVE	DRENAJE
<b>PEDREG. Y/O ROCOSIDAD</b>			
S: Serranía	a: arenisca	A: 0 – 3%	1: Excesivo
nula			n=

L: Lomada	b: basalto	B: 3 – 8%	2: Bueno
m= moderada			
V: Valle	c: caliza	C: 8 – 15%	3: Moderado
f= fuerte			
LI: Llanura	g: granito	D: > 15%	4: Pobre
	i: intrusión alcalina		5: Muy pobre
	s: sedimento aluvial		6: Inundado

El Mapa de Suelos de la Región Oriental del país, producido en este estudio, contiene 349 unidades cartográficas, en donde los suelos que las componen pertenecen a 7 Órdenes, 13 Subórdenes, 28 Grandes Grupos y 58 Subgrupos, clasificados por el sistema Soil Taxonomy, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, 1992).

De los 11 Ordenes de suelos reconocidos en todo el mundo, los 7 que se presentan en la Región Oriental y las superficies que abarcan son:

<b>ORDEN</b>	<b>SUPERFICIE</b>
OXISOL	
VERTISOL	
ULTISOL	
MOLLISOL	
ALFISOL	
INCEPTISOL	
ENTISOL	

En superficie ocupada, los Ultisoles y Alfisoles representan el % de la Región Oriental del país. Es oportuno señalar que no todos los suelos de estos Ordenes poseen condiciones favorables para su utilización en agricultura, con los cultivos de secano tradicionales del Paraguay.

La denominación de los suelos por el sistema de clasificación norteamericano no debe considerarse una extravagancia, por más que el lector encuentre dichos nombres difíciles de memorizar por lo extraño que puedan parecerle. La denominación de cada suelo resulta de la conjunción de sílabas abstractas, de raíces de origen griego y latino, y cada término expresa importantes informaciones sobre una o más de las propiedades del suelo.

La clasificación de los suelos de acuerdo a este sistema es hoy de suma importancia, ya que a pesar de la poca familiaridad de su empleo en el Paraguay, los suelos del país con tales denominaciones podrán ser reconocidos a nivel mundial tanto por sus propiedades como por sus aptitudes productivas, lo que permitiría interpolación y extrapolación de resultados con otras regiones del mundo.

En el informe técnico se describen las características de los distintos suelos, hasta el nivel del Subgrupo taxonómico, indicándose en cada caso si estos aparecen en unidades cartográficas simples o combinadas. Asimismo, también se presentan en tablas para cada Orden de suelos los distintos Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos identificados, y a este último nivel, las correspondientes unidades cartográficas definidas, tal y como aparecen en el mapa de suelos

.

#### CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

Se elaboró también un mapa de capacidad de uso de la tierra de escala 1: 100.000 de la Región Oriental con base en las informaciones suministradas por el mapa de suelos, el mapa de pendientes y los datos sobre los parámetros físicos y químicos de los perfiles de suelos de las unidades cartográficas. Se han identificado las 8 clases de capacidad de uso del manual N° 210 del Departamento de Agricultura en los EEUU de América, que fue adaptado a las condiciones agro ecológicas de la Región Oriental.

Las Clases con mayor superficie son las III y IV, que son suelos de uso agrícola en su mayoría, especialmente la Clase III. En una menor proporción, dentro de los suelos con aptitud agrícola (cultivos anuales), se encuentran las Clases I y II. La clase I es la que se encuentra en menor proporción en comparación con todas las demás clases.

Los suelos que pertenecen a las Clases I y II (agrícolas intensivos) derivan principalmente de roca basáltica, o si son derivados de roca arenisca, tienen una textura arcillosa fina en la sección de control (25-100 cm.). Los suelos de la Clase III son en su mayor parte suelos agrícolas de cultivos anuales. Solamente los suelos de la Subclase III-St, que tienen una textura francosa gruesa, poseen menor aptitud para cultivos agrícolas anuales, pero se los puede cultivar con algunos de ellos (soja, tártago, sandía, melón, alfalfa).

También los suelos de la Subclase III-E, tienen una seria limitación, por la pendiente del 8 al 15 %, Y no se les recomienda para la agricultura mecanizada, debido a que el límite seguro de la mecanización es la pendiente de 8%. Se puede, sin embargo, utilizarlos para cultivos perennes, o cultivos anuales con medidas fuertes de protección del suelo.

Los suelos de la Subclase II-Sp (Vertic Paleudoll y Lithic Hapludoll) no son utilizados mayormente para agricultura, si se encuentran sobre calizas (NE del Opto. de Concepción), sino que se les utiliza en ganadería extensiva. Sin embargo, cuando estos suelos derivan de roca intrusiva (Lithic Paleudoll) son los mejores para el cultivo de la alfalfa en el país.

La Clase IV es la que mayor cantidad de Subclases tiene (15 Subclases).

Los suelos de la Subclase IV-Sf. Umbric Dystrochept, arcillosa muy fina de la zona de Pedro Juan Caballero, Colonia Estrella y Capitán Bado, así como el Rhodic Kandudox arcillosa muy fina, de San Alberto, ambos derivados de roca basáltica, se utilizan en agricultura mecanizada (trigo-soja), pero no así los Rhodic y Typic Paleudult, francosa gruesa y algunos francosa fina, dentro de la Subclase IV-Sf. que son suelos dedicados a ganadería extensiva sobre pastos nativos. Los suelos de textura francosa fina de los Rhodic y Typic Paleudult se utilizan en agricultura mecanizada en la zona de Juan M. Frutos (Campo9).

Los suelos de la Subclase IV-Sp, Lithic Hapludoll, francosa fina de la zona de Sapucaí, se dedican al cultivo de alfalfa, algodón y maíz, con excelentes rendimientos. Sin embargo,

los Lithic Udorthent, francosa gruesa de la misma subclase IV-Sp, localizados en la serranía del Dpto. de Cordillera (Caacupé, San José) cuando son dedicados a la agricultura de cultivos anuales, tienen rendimientos muy pobres y son abandonados con el tiempo.

En resumen, los suelos de las clases I, II, III y los señalados para las Subclases IV,Sf y IV-Sp se utilizan para agricultura de cultivos anuales, con las únicas restricciones indicadas en las subclases a que pertenecen. Son los "suelos agrícolas" por excelencia de la Región Oriental. La gran mayoría de ellos son mecanizables sin mayores problemas, en todas sus fases (preparación del suelo, cuidados culturales y cosecha). Las recomendaciones principales de manejo son el uso de curvas de nivel de base ancha para cultivos mecanizados y/o la siembra directa, incluyendo el abono verde. Para los cultivos no mecanizados, se recomiendan las curvas de nivel con cordones de contención sembrados con especies vivas. También se recomienda la siembra directa, el abono verde y el cultivo en contorno.

Los suelos de las demás Subclases de la Clase IV tienen muchas restricciones para agricultura de tipo anual y se los debe dedicar a cultivos perennes (frutales como cítricos, aguacate, guayabo) o pasturas cultivadas de pisoteo. También pueden ser destinados a la reforestación con especies exóticas o enriquecimiento del bosque con especies nativas, si existe vegetación boscosa.

Los suelos de la Clase V constituyen en su gran mayoría los campos boscosos no inundables de la Región Oriental, por el que desaguan las partes altas de las lomadas y serranías. De estos campos bajos, las aguas desaguan a su vez, a los campos bajos fácilmente inundables, los esteros, los arroyos y ríos.

Los suelos de la Clase VI y VII tienen limitaciones demasiado severas para uso agrícola, aún con cultivos del tipo perennes (frutales, cítricos, banano, aguacate) o pasturas cultivadas de pisoteo. Las principales limitaciones son la pendiente, la rocosidad y/o

pedregosidad o el alto riesgo de inundación. Se aconseja su uso en pasturas naturales con control de la carga animal y de las quemas, el manejo forestal o la reforestación.

La clase VIII es estrictamente de protección, sin actividad agrícola, pecuaria o forestal.

La distribución final de las tierras por clases de capacidad de uso fue la siguiente:

CLASE	SUPERFICIE	PORCENTAJE
I		
II		
III		
IV		
V		
VI		
VII		
VIII		
TOTA L		

#### USO ACTUAL DE LA TIERRA

....

Los análisis de uso actual de la tierra desarrollados en este estudio sirvieron para apoyar la propuesta de ordenamiento territorial. Los mismos también se apoyaron en la interpretación de imágenes satelitarias para la determinación de las distintas formas de uso de la tierra, con los respectivos controles de campo. De dichos estudios, se infiere la siguiente distribución del uso actual de la tierra en la Región Oriental:

CATEGORÍA	SUPERFICIE	PORCENTAJE
-----------	------------	------------

Agricultura

Campo Bajo

Campo Alto

Bosque

Otros

## ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Como resultado de los mapas de suelos y de capacidad de uso de la tierra, también se elaboró un mapa de ordenamiento territorial de la Región Oriental del Paraguay, en donde se establecen los usos máximos permisibles de cada tipo de suelo, en forma tal que se garantice su productividad permanente y se eviten problemas de deterioro o degradación de este importante recurso, fomentando así un aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Este aprovechamiento racional de los recursos naturales debe considerar las características agroecológicas de las tierras, el potencial en recursos naturales y la vocación de las distintas porciones del territorio, así como las áreas frágiles que demandan atención especial. Es decir, las distintas partes de un territorio deben asignarse estratégicamente a aquellas formas de uso que posibiliten un desarrollo económico y sostenido de sus recursos, en función de las potencialidades y fragilidades de los mismos; debe por lo tanto, impulsarse un ordenamiento del territorio, asignando cada porción de tierra a aquellos usos que sean económicamente rentables y ecológicamente sostenibles.

El propósito fundamental de ordenamiento territorial es levantar un sistema de información que constituya un instrumento eficaz para asegurar un desarrollo ordenado y sistemático del territorio de un país o región, en consonancia con la distribución de su población y de las actividades de la misma. El ordenamiento territorial pretende poner orden en la utilización de los espacios geográficos de una nación, para definir metódicamente las áreas de



expansión de los centros urbanos, las áreas agrícolas, las áreas industriales y también las áreas boscosas y recreativas, todo en armonía con la naturaleza.

De acuerdo con lo indicado, y en coordinación con las autoridades de la SSERNMA, las categorías de ordenamiento territorial definidas en este estudio para la Región Oriental del Paraguay fueron:

1. Tierras agrícolas (intensivas y extensivas):

Son tierras aptas para desarrollo agrícola, que comprenden las clases de capacidad de uso I, II, III y algunas, áreas de la clase IV (Subclase IV-Sr, arcillosa). Esta categoría comprende tierras aptas para desarrollo agrícola intensivo de cultivos anuales, sin o con moderadas restricciones, aunque también soportan actividades menos intensivas como cultivos perennes, actividades pecuarias, forestales o de protección.

2. Tierras pecuarias:

Son tierras aptas para ganadería, que comprenden la clase V y algunas áreas de las clases IV (Subclase IV- Wd, IV-Sp y IV-ESp) y VI (Subclase VI-Sp), aunque también soportan actividades de protección.

3. Tierras forestales de producción:

Son tierras que tienen suelos profundos, porosos, bien estructurados, bien drenados, normalmente con pendientes superiores al 15 % y/o con altos contenidos de piedras o con severos problemas de fertilidad o de textura, que no permiten el desarrollo de actividades agropecuarias, pero que sí son aptos para cultivos perennes, reforestación comercial y manejo forestal, así como protección, aunque ocasionalmente pueden utilizarse en pastoreo (pasto natural). Comprenden la mayoría de las tierras de las clases IV y VI, excepto IV-Wd, IV-Sp, IV-ESp y VI-Sp.

4. Tierras forestales de protección:

Son tierras que no son aptas para desarrollo agropecuario o de producción forestal, y que deben por tanto destinarse solo a protección. Son tierras que presentan muy severas limitaciones, solas o combinadas, en erosión, pendiente, profundidad efectiva,

Textura o pedregosidad, que no permiten su uso para actividades agropecuarias o de reforestación comercial, por lo que solo deben destinarse a actividades de regeneración natural y protección. Comprende las subclases VII-Sr, VII ESt y clase VIII (Por rehenes y/o piedras).

#### 5. Áreas silvestres protegidas:

Comprende todas aquellas tierras designadas como áreas silvestres protegidas mediante normativa legal específica, v.g., Parques Nacionales. Refugios de Vida Silvestre, Refugios Arqueológicos, Históricos, Culturales, Paisajísticos, etc.

#### 6. Áreas de conservación ecológica o especial:

Son Áreas de suelos muy frágiles y con severos problemas de drenaje, no aptas para desarrollo agropecuario intensivo, pero que por la riqueza de sus recursos ecológicos deben destinarse a protección. Esta categoría distingue principalmente humedales. En estas tierras, no obstante, pueden desarrollarse actividades agropecuarias de subsistencia, que no alteren el entorno. Esta categoría comprende las tierras de las subclases VI-Wi y VII-Wi.

#### 7. Campos bajos inundados:

Son áreas cuyos suelos están cubiertos por un manto de agua permanente, en forma natural. Estas áreas también deben estar destinadas a la conservación. Comprenden las tierras de clase VIII (por drenaje).

#### 8. Asentamientos indígenas:

Son todas aquellas tierras que la Constitución u otras leyes específicas asignan como de patrimonio indígena. Sin embargo, a pesar de que sus límites normalmente se indican en la legislación pertinente, en realidad estos no han sido establecidos en el campo, por lo que comúnmente es posible encontrar explotaciones no indígenas en estas tierras.

## 9. Áreas urbanas:

Se definen aquí aquellas tierras ocupadas por núcleos de población rural o urbana.

Con respecto a algunas de estas categorías, se podrían establecer subdivisiones, pero se considera que, al actual nivel de análisis (1:100.000), con dichas categorías se puede tener una primera aproximación al ordenamiento territorial de esta Región, el cual podrá afinarse con la realización de estudios mas detallados que se vayan ejecutando en las distintas zonas del país.

En el siguiente cuadro se observa la distribución de las categorías de ordenamiento territorial en esta región:

CATEGORIA	SIMBOLO	AREA (Km2)	PORCENTAJE
Tierras agrícolas	A		
Tierras pecuarias	P		
Tierras forestales de producción	F		
Tierras forestales de protección	FP		
Áreas silvestres protegidas	ASP		
Áreas de conservación especial	ACE		
Campos bajos inundados	CBI		
Asentamientos indígenas	RI		
Áreas urbanas	AU		
TOTAL			

Estas áreas fueron jerarquizadas de acuerdo con las categorías de intervención que demandan, proponiéndose las siguientes acciones para cada categoría:

1. Áreas silvestres protegidas:

- a) Consolidar el sistema actual de áreas protegidas, a través de una demarcación apropiada de sus límites físicos en el campo y el mejoramiento de las actividades de control y monitoreo de las mismas.
- b) Llevar a cabo una valoración ecológica de cada una de las áreas silvestres protegidas y establecer las modificaciones pertinentes en aquellas en donde la intervención humana ha destruido los principales recursos que se esperaba proteger, en especial por el cambio de uso de la tierra.
- c) Para la eventual ampliación de los límites de las distintas áreas protegidas, tomar en consideración los resultados de este estudio de ordenamiento territorial.

2. Tierras forestales de protección:

- a) Decretar la protección inmediata de las tierras incorporadas en esta categoría, prohibiendo las actividades agropecuarias o de extracción forestal en ellas, así como la extracción de otros subproductos y la caza de todo tipo de animales.
- b) Establecer campañas divulgativas a nivel nacional sobre la importancia de proteger estas áreas por su fragilidad y por su potencial de producción de otros recursos y bienes intangibles, como agua, oxígeno, biodiversidad, esparcimiento, turismo, etc.
- c) Organizar formalmente a las comunidades locales para que intervengan directamente en la protección de estas áreas, bajo la asesoría de la SSERNMA.

3. Áreas de conservación ecológica o especial:

- a) Restringir en estas áreas el desarrollo de actividades agrícolas intensivas, permitiendo solo el desarrollo de agricultura de subsistencia en pequeñas áreas y la ganadería extensiva, así como la reforestación.
- b) Restringir la caza furtiva de mamíferos, aves, peces e insectos.

- c) Promover la regeneración natural de la flora y la fauna criolla de estas áreas.
- d) Concienciar a la población sobre la fragilidad de estas áreas, y promover la participación de las comunidades locales en la protección de las mismas.

#### 4. Campos bajos inundados:

- a) Promover la protección de estas áreas, evitando su contaminación o degradación.
- b) Promover el desarrollo de actividades sostenibles en estas áreas, como la acuicultura o la cría de distintas especies de mamíferos, reptiles, peces, crustáceos, etc., que eventualmente puedan incorporarse en la economía familiar.
- c) Promover y facilitar el desarrollo de actividades turísticas en estas áreas, en especial con la participación de las comunidades locales.

#### 5. Asentamientos indígenas:

- a) Establecer claramente los límites físicos de las tierras de esta categoría.
- b) Fomentar y facilitar el desarrollo de actividades agropecuarias sostenibles en estas comunidades, como la agroforestería y la regeneración natural de la fauna y flora criolla.

#### 6. Tierras forestales de producción:

- a) Incentivar el desarrollo de la arboricultura en estas tierras, a través de la reforestación de especies comerciales y el desarrollo de cultivos perennes.
- b) Evitar y desestimar el cambio de uso de la tierra y la tala rasa, permitiendo en las tierras boscosas de esta categoría solo el manejo forestal.
- c) Establecer un sistema de incentivos técnicos, económicos, tributarios, etc., que promuevan la cobertura vegetal de estas tierras y desestimen otras formas de uso mas intensivo de las mismas.
- d) Fomentar la realización de estudios mas detallados de suelos para el desarrollo de proyectos productivos en este tipo de tierras.

#### 7. Áreas urbanas:

- a) Establecer para los principales núcleos urbanos del país las áreas de expansión futura y delimitarlas claramente de las tierras dedicadas a otros usos agropecuarios, forestales o de protección.
- b) Establecer la planificación para el desarrollo de estas áreas, con una clara definición de los sitios de disposición, tratamiento y reciclaje de aguas negras, desechos industriales y basura, evitando que estos subproductos urbanos ocasionen contaminación acuática, terrestre o ambiental en general.

#### 8) Tierras pecuarias:

- a) Fomentar las actividades pecuarias en esta categoría de tierras, e introducir progresivamente en las mismas pasturas mejoradas (gramíneas y leguminosas).
- b) Impulsar el desarrollo de actividades silvopastoriles en estas tierras (cercas vivas, cortinas rompevientos, reforestación en franjas, reforestación de arroyos y manantiales, etc.) para proporcionar un mejor ambiente para el desarrollo ganadero.
- c) Como algunas tierras de esta categoría pueden incorporarse al desarrollo agrícola con apropiadas obras de avenamiento, se deberá en estos casos desarrollar estudios mas detallados de suelos que permitan justificar este cambio de uso de la tierra.

#### Tierras agrícolas:

- a) Por el nivel de intensidad de uso de estas tierras, se deberán realizar en ellas estudios mas detallados de suelos (escalas 1:50.000 y 1:25.000), que permitan en ellas actividades agrícolas socioeconómicamente deseables y ambientalmente sostenibles.
- b) Impulsar en estas tierras programas vigorosos de conservación de tierras y aguas.
- c) Impulsar el desarrollo agrícola intensivo de la Región Oriental del Paraguay exclusivamente en este tipo de tierras.

## I. INTRODUCCION

La Republica del Paraguay, con una superficie total de 406.792 Km<sup>2</sup>, se divide en dos grandes regiones fisiográficas: la Occidental o Chaco, constituida por una inmensa planicie sedimentaria de origen aluvial, que representa el 60% de la superficie territorial pero contiene tan solo el 2% de su población, y la Región Oriental, constituida por una sucesión de tierras altas en forma de lomadas, con un sistema de serranías en su parte central que divide las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná. Es en esta ultima región donde tienen lugar la mayor parte de las actividades económicas del país, incluyendo las agropecuarias y las extracciones forestales.

El sector agropecuario constituye una de las bases mas sólidas para el desarrollo socioeconómico del Paraguay, ya que genera un 30% del producto interno bruto, provee un 40% del empleo nacional y es responsable por un 90% de las exportaciones registradas. También aporta materias primas para la industria, constituyendo con un 50% del total de su valor agregado.

En las ultimas dos décadas, principalmente en la Región Oriental, ha venido ocurriendo una acelerada ampliación de la frontera agrícola a expensas de las areas boscosas, a tasas de deforestación del orden de 100.000 Ha/año, las que se han incrementado a partir del año 1989. En estas condiciones, la degradación de suelos y la erosión se han convertido en serios problemas que aumentan día a día, en detrimento de la base de recursos de tierras, de la calidad ambiental y de la misma productividad de las explotación agropecuarias.

Sin duda alguna, el sector agropecuario continuara jugando un importante papel en el crecimiento económico y en el desarrollo social, pero se requiere de un cambio estructural

en las políticas orientadas al incremento de la producción, pasando de las actuales basadas en la expansión de la frontera agrícola, a una estrategia que promueva la intensificación del uso del recurso tierras, sin que esta intensificación signifique degradación o erosión de suelos, sino la utilización sustentable de este recurso esencial.

Para lograr lo anterior, es indispensable mejorar la base de conocimientos sobre las características y variaciones del recurso suelo, en forma tal que se pueda planificar mas acertadamente el desarrollo agropecuario nacional en armonía con las potencialidades y fragilidades de este recurso, y considerando las restricciones impuestas por la naturaleza.

El presente trabajo tuvo como objetivo la realización de un estudio de reconocimiento de suelos y la determinación de la capacidad de uso de la tierra en la Región Oriental del Paraguay, a los efectos de sentar las bases para la planificación nacional del uso y manejo sustentable de este recurso, y su ordenamiento territorial.

Este estudio forma parte de un proyecto mas amplio (“Racionalización del Uso de la Tierra”), el que también cuenta con financiamiento del Banco Mundial, del Servicio Geodésico Interamericano y del propio Gobierno del Paraguay. En el marco de dicho proyecto, da información generada por el presente estudio será incorporada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) a ser implementado por el SSERNMA.

## II. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 2.1. LOCALIZACION Y EXTENCION

La Región Oriental del Paraguay se localiza entre los meridianos 22° 0’ a 27° 30’ de latitud Sur y los 54’’ a 58’’ de longitud Oeste.



Se trata de una región de ubicación mediterránea que no posee montañas, en donde los picos más elevados no sobrepasan los 800 metros de altura sobre el nivel del mar. El relieve general es plano a ondulado.

El área total de la zona del estudio es de 159.827 Km<sup>2</sup>, lo que representa aproximadamente el 40% del territorio paraguayo.

## 2.2. CLIMA

De Llamas (1990) señala, citando a Ortiz-Solorio, que según la metodología del Proyecto Agroecológico para América del Sur y Central de la FAO, el clima de esta Región se define como Tropical Caliente al noroeste, Subtropical Caliente hacia la parte central y Subtropical Moderado hacia el extremo sur.

La precipitación media anual oscila entre 1.300 mm y 1.900 mm, y la temperatura media mensual entre 17°C y 27°C, aunque las temperaturas medias mínimas anuales alcanzan los 15°C y las medias máximas anuales llegan a los 30°C. En los meses de verano soleado, las temperaturas ocasionalmente superan los 40°C, y en los meses de invierno con poco sol, se pueden registrar heladas importantes en la mayor parte del territorio, ya que las temperaturas pueden bajar a -2°C.

Cuadro 1. Datos de precipitación (mm) de varias Estaciones Climatológicas.

MES	ESTACION				
	1	2	3	4	5
Enero	170	148	165	166	142
Febrero	158	13	6123	149	175
Marzo	170	144	152	152	148
Abril	128	148	159	138	162
Mayo	130	110	133	144	155
Junio	89	76	116	126	142
Julio	46	48	73	97	109

Agosto	57	50	83	94	99
Setiembre	81	78	108	139	144
Octubre	172	121	176	196	183
Noviembre	187	136	156	156	157
Diciembre	188	135	132	140	139
TOTAL	1575	1330	1575	1697	1757

#### ESTACIONES:

1. Estación Pedro J. Caballero

Latitud 22° 34', Longitud 55° 44'', Altitud 652 m.s.n.m.

2. Estación Asunción

Latitud 25° 15', Longitud 57° 31', Altitud 95 m.s.n.m.

3. Estación Villarrica

Latitud 25° 43', Longitud 56° 36', Altitud 160 m.s.n.m.

4. Estación Ciudad del Este

Latitud 25° 17', Longitud 54° 36', Altitud 190 m.s.n.m.

5. Estación Encarnación

Latitud 27° 19', Longitud 55° 50', Altitud 85 m.s.n.m.

Datos de temperatura media (°C) de varias Estaciones Climatológicas

MES	ESTACION				
	1	2	3	4	5
Enero	24	29	27	27	27
Febrero	24	28	27	26	26
Marzo	23	27	22	22	21
Abril	21	23	22	22	21
Mayo	19	21	19	19	18
Junio	17	19	17	17	16
Julio	17	18	17	17	16

Agosto	19	20	19	18	18
Setiembre	21	22	20	20	19
Octubre	22	24	22	22	22
Noviembre	23	26	25	24	24
Diciembre	24	28	26	26	26
Anual	21,3	23,7	26	26	26

## ESTACIONES:

### 1. Estación Pedro J. Caballero

Latitud 22° 34', Longitud 55° 44'', Altitud 652 m.s.n.m.

### 2. Estación Asunción

Latitud 25° 15', Longitud 57° 31', Altitud 95 m.s.n.m.

### 3. Estación Villarrica

Latitud 25° 43', Longitud 56° 36', Altitud 160 m.s.n.m.

### 4. Estación Ciudad del Este

Latitud 25° 17', Longitud 54° 36', Altitud 190 m.s.n.m.

### 5. Estación Encarnación

Latitud 27° 19', Longitud 55° 50', Altitud 85 m.s.n.m.

## 2.3. FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

Las unidades fisiográficas geomorfológicas consideradas en el trabajo están relacionadas al material litológico predominante en cada unidad.

El mapa geológico de la Región Oriental realizado por la Anschuts Corporation, citado por Pflugfelder (1993), es el que mejor refleja la variedad de este componente. Sobre la base del mismo, el citado autor establece la siguiente descripción de unidades fisiográficas, con su correspondiente caracterización litológica:

### 2.3.1. Serranías

son superficies muy irregulares, de relieve agudizado, con cotas variables de 250-840 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Tienen pendientes mayores de 15% y drenaje muy bueno. Las litologías son variables: areniscas, basaltos, calcáreos y metamórficos, en correspondencia a los contactos y elementos estructurales, así como núcleos de complejos alcalinos. Es típico observar afloramientos de rocas, aunque en los pies de los taludes existe material detrítico coluvional.

Según su configuración y distribución se subdividen en:

a) Serranías propiamente dichas:

Formas agrupadas con elevaciones muy prominentes en complejos alcalinos con son los cerros Acahay, Sarambi y Sapucaí y en cordones con menor amplitud en los contactos geológicos originados por erosión diferencial, disectados por valles profundos. Generalmente estas serranías están cubiertas por vegetación arbórea natural, o se presentan sin ella por desmontes y/o cultivos. Dichos cordones denotan un lineamiento serpentado y discontinuo, de orientación general N-S, en correspondencia por lo general con el lado mas occidental de los derrames basálticos de la Cuenca del Paraná y en contacto con las unidades sedimentarias mesozoicas (areniscas de Misiones) y paleozoicas (areniscas de San Miguel – Tacuary y Aquidabán). Estos “cordones” se constituyen, por otra parte, como los principales divisores de la cuenca hidrográfica de los ríos Paraguay y Paraná, extendiéndose con una orientación general N-S desde Pedro J. Caballero hasta Encarnación.

b) Serranías Escarpadas:

Derivadas de elementos tectónicos, notorios en rocas de areniscas, del silurico y en intrusiones alcalinas. También existen en los contactos geológicos entre los derrames basálticos y las rocas sedimentarias de la Formación Misiones, Tacuary – San Miguel. La vegetación es arbustiva, con pastos y líquenes.

Se manifiestan en las áreas de Paraguari, Caballero, La Colmena – Acahay, Ybycú, Cerros de Acahay, Cerro Sarambí, Colonia Nueva Virginia – Capitán Bado, Ybyrarobana, Ybytyruzú.

### c) Cerros

Cuerpos aislados de tipo Inselberg, que sobresalen sobre superficies aplanadas; son de forma cónica o truncada. Los tipos de litologías predominantes son: alcalinas, areniscas, granitos y basaltos. Normalmente están cubiertos de vegetación arbórea, arbustiva y pastizales.

Se citan en esta categoría los cerros Lambaré, Yaguarón, Memby, Verde y San Rafael, entre otros.

En el presente trabajo se emplea el símbolo “S” para denotar todo tipo de serranía, tanto las serranías propiamente dichas como las escarpadas y los cerros.

### 2.3.2. Lomadas

Son de relieve ondulado y de formas variadas, según la red de drenaje y litologías, con superficies aplanadas y convexas disectadas por valles en forma de “u” y “v”. Tienen cotas variables de 150 – 450 m.s.n.m. y pendientes suaves a profundas (4 – 15%), generalmente cubiertas de vegetación natural o de cultivos.

Según su pendiente y amplitud, se subdividen en Lomadas Altas, Medias y Bajas.

#### a) Lomadas Altas:

Son redondeadas, que alcanzan cotas entre 250-450 m.s.n.m.; generalmente tienen pendientes pronunciadas a moderadas (8-15%), diectadas por valles en forma de “v”. Son de drenaje muy bueno. Las litologías son de basaltos (principalmente), de areniscas silúricas pérmicas; alcalinas y metamórficas en algunos casos.

Este tipo de relieve se manifiesta en forma dispersa, como en las localidades de Altos, Caacupé, Piribebuy, Ybycuí, Acahay, entre Pirapó y San Alfredo, Ybyrarobaná y en el área de Cerro Paiva, al noreste de Concepción.

También se las encuentra en pendientes suaves a moderadas (3-8%) en el planalto del Departamento de Amambay, con cotas superiores a los 450 m.s.n.m.

b) Lomadas Medias:

Son cimas redondeadas y aplanadas, que alcanzan aproximadamente 150-400 m.s.n.m.; tienen pendientes moderadas a suaves (4-8%), y las principales litologías son basaltos, areniscas y granitos. Constituyen el tipo de relieve predominante en la Región Oriental y se extienden en un franja ancha de orientación N-S, abarcando los departamentos de Concepción, San Pedro, partes de Amambay y Canindeyú, Alto Paraná, Caaguazú, Guairá, Caazapá e Itapúa.

c) Lomadas Bajas:

Cimas generalmente aplanadas, con cotas de hasta unos 150-300 m.s.n.m.; son pendientes suaves (1-4%). Las litologías predominantes son areniscas, basaltos, granitos y calcáreos.

La simbolización utilizada en este trabajo para identificar todo tipo de lomadas, sean altas, medias o bajas, es la “L”.

### 2.3.3. Llanuras

Se clasifican en tres unidades fisiográficas:

a) Llanuras Altas:

Son de relieve plano, semiplano, con pendientes suaves (1-3%) y tienen drenaje pobre a moderado, alcanzando cotas de 80-200 m.s.n.m. En correspondencia a ella, se diferencian en llanuras anteriores y valles recientes, constituidos por sedimentos aluviales y fluviales de arenas, limos y arcillas del Cuaternario. La cobertura vegetal esta representada por pajonales, pastizales y escasos montes en galería.

b) Llanuras Bajas:

Son de relieve semiplano a plano, con pendientes suaves (1-3%) y tienen drenaje moderado a pobre, alcanzando cotas entre 70-150 m.s.n.m. Según el material de origen y ambiente de disposición, se diferencian en: a) Llanuras de Acumulación Recientes, de origen fluvial-eólico, constituidas de arena fina y limo, b) Pie de Monte, (próximo a las lomadas y serranías), que son sedimentos coluviales recientes de gravas, arenas, limos y arcillas; y c) Penillanuras Antiguas, semiplanas, con drenaje moderado, que se desarrollan en formaciones geológicas precámbricas y paleozoicas, entre Villa Florida y San Juan Bautista de las Misiones, áreas de Caazapá, y norte de Concepción, entre otras. Poseen suelos residuales y coluviales.

La vegetación esta representada por pastizales que cubren generalmente todo el área, por lo que son utilizadas con fines pecuarios.

c) Llanuras de Inundación:

Son de relieve plano, con pendientes menores al 1%, de drenaje muy pobre, con zonas inundadas e inundables, y tienen cotas que oscilan entre 55-80 ms.n.m. Se trata de la zona deprimida constituida por la influencia de los ríos Paraná y Paraguay y partes de la Planicie de Inundación del Río Paraguay al norte, conformadas por sedimentos recientes aluviales y fluviales, los que están constituidos por arenas, limos y arcillas, con participación de materia orgánica (turba). Son los denominados esteros y pantanos, con presencia de abundantes lagunas y paleocauces de antiguos meandros próximos a los cauces de dichos ríos.

La cobertura vegetal esta representada por pastizales y pajonales, con asiladas islas de monte bajo.

La simbolización utilizada en el presente trabajo para todo tipo de llanuras (altas, bajas y de inundación), es la "LI".

#### 2.3.4. Valles

Son corredores o depresiones de forma longitudinal con relación al relieve contiguo), que pueden alcanzar varios kilómetros de extensión. Por su forma topográfica, que esta constituida por vertientes con dos sistemas de declive convergentes, los valles donde predominan las areniscas son mas anchos y de pendientes planas a ligeramente inclinadas (en forma de “U”), y donde predomina el basalto son mas estrechos y con pendientes más abruptas (en forma de “V”).

La simbología utilizada en este trabajo para todas las clases de valles es la misma; la “V”.

## 2.4. REVISION DE ANTECEDENTES EDAFOLOGICOS

De la revisión bibliográfica realizada al inicio de los trabajos, surgió que hasta la fecha, no existía un estudio de suelos que cubriera la totalidad de la Región Oriental del Paraguay. Si bien los estudios de reconocimiento general se suelos de Tirado, Hammond y Ramírez (1954) y el “ Report on the Soils of Paraguay” de FAO (1964) trataron de cubrir todo el país, en esa época no se contaba con los medios necesarios (fotografías aéreas, cartas topográficas, etc.) como para realizar un estudio de esta naturaleza.

Todos los estudios de suelos posteriores, realizados hasta el presente, solo han cubierto áreas parciales de la Región Oriental del Paraguay. Los trabajos mas destacados fueron:

- a) “Plan Triangulo” (1966). Este estudio cubrió un área de unas 49.849 km<sup>2</sup>. de forma aproximadamente triangular, cuyos vértices estaban constituidos por las ciudades de Asunción, Encarnación y Ciudad del Este. Las primeras fotografías aéreas del país, a escala 1:50.000 y en ciertas áreas a escala 1:25.000, se tomaron en ocasión de este estudio. Se elaboro un mapa con unidades cartográficas en el que se indicaban los grupos de suelos predominantes según la clasificación taxonómicas del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA) de 1949. Las unidades cartográficas contenían informaciones de la profundidad de los suelos, la textura superficial, su permeabilidad, la toma fisiográfica, el material originador predominante, la clase de pendiente y la humedad (combinación de la profundidad del nivel freático y el riesgo de inundación). También se adjudico a las distintas unidades cartográficas una Clase de Capacidad de



Uso de la Tierra, de acuerdo a las normas establecidas en el “Manual de Agricultura N° 211”, del Servicio de Conservación de Suelos del USDA. El trabajo se realizó en escala 1:100.000, sobre transparencias sepia que se superponían a los mosaicos de fotografías aéreas. También se preparó un mapa a escala 1:500.000, con las clases de Capacidad de Uso de la Tierra.

- b) Informe Técnico N° 3 del Ing. Miguel A. Rico para el Proyecto de Desarrollo Forestal (FAO, 1973). Este estudio abarcó un área de aproximadamente 30.000km<sup>2</sup>, situada al noreste del área cubierta por el Plan Triangulo, hacia el Río Paraná y la Cordillera de Mbaracayú. La leyenda de las unidades cartográficas de este estudio variaron ligeramente respecto de las utilizadas en el Plan Triangulo, lo que permitió relacionarlas solo hasta cierto punto. Los perfiles de suelos fueron clasificados taxonómicamente según el sistema de clasificación de los EEUU de América (clasificación de 1949 y Séptima Aproximación). Se elaboró un mapa de suelos a escala 1:100.000, incluyendo en la leyenda de las distintas unidades cartográficas la respectiva Clase de Capacidad de Uso de la Tierra.
- c) “Proyecto Aquidaban” (1972). Este proyecto elaboró un mapa de suelos a escala 1:500.000 del área de influencia de los ríos Ypane, Aquidaban y Apa, cubriendo un área de 33.697 km<sup>2</sup>. Las unidades cartográficas contienen información de la fisiografía, el relieve, el grado de erosión y el grupo dominante de suelos de acuerdo al sistema de clasificación taxonómica del USDA (1949). Este trabajo tiene la importancia de haber mapeado por primera vez un área hasta entonces desconocida y de difícil accesibilidad, tratándose de la primera vez que se utilizaron a tales efectos imágenes satelitarias (Ertis 1 y Skylab), además de fotos aéreas convencionales a escala 1:50.000.
- d) “Proyecto Caazapá” (1980). Este estudio abarcó una parte del centro del Departamento de Caazapá, así como parte del Departamento del Guairá, sobre una superficie del orden de las 130.000 há. Si bien esta área ya había sido estudiada en el Plan Triangulo, el Proyecto Caazapá lo hizo en mayor detalle, al trabajar con fotografías aéreas a escala 1:20.000.

- e) “Proyecto de Consolidación de Colonias” (1983-1985). Comprendía dos ejes: el denominado “Eje Norte” que abarcaba el área comprendida en la zona de influencia de las ciudades de Coronel Oviedo y Mbutuy, y el denominado “Eje Concepción – Pedro Juan Caballero”, que comprendía una franja aproximadamente paralela a la Ruta N°5, y otra franja desde Pedro J. Caballero hacia Capitán Bado, en el área de influencia de las cuencas de los ríos Ypané y Aquidabán. Gran parte de estas áreas ya habían sido cubiertas por el Proyecto Aquidabán pero este proyecto permitió un grado mayor de detalle (mapas a escala 1:100.000 en el caso del Eje Norte y a escala 1:150.000 en el caso del Eje Concepción – Pedro Juan Caballero). El estudio utilizó el sistema de clasificación taxonomica de suelos y el sistema de clasificación taxonómica de suelos y el sistema de calificación por Capacidad de Uso de la Tierra del USDA, introduciendo además el concepto del “grado de aptitud de las tierras” (sistema brasileño).

En resumen, la superficie cubierta por todos estos estudios a nivel de reconocimiento general ascendía a unos 111.000 km<sup>2</sup>, lo que representaba tan solo aproximadamente el 70% de la Región Oriental.

## 2.5. COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL DE LA TIERRA

Como ya se ha indicado, en la Región Oriental del Paraguay ocurren las principales actividades económicas del país, incluyendo las agropecuarias y de extracción forestal. Por lo anterior, según estimaciones preliminares de este proyecto, en esta Región se tiene la siguiente distribución de uso de la tierra:

<b>Tipos de uso</b>	<b>Superficie (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque	36.834	23.5
Uso agrícola	53.113	33.9
Campo alto	19.745	12.6
Campo bajo	39.832	25.4
Otros usos	7.275	4.6
<b>TOTAL *</b>	<b>156.799</b>	<b>100.0</b>

\* superficie incompleta por falta de información de campo.

Las cifras indicadas denotan que en la Región existe un marcado predominio de las actividades agropecuarias (uso agrícola, campo alto y campo bajo) sobre otras formas de uso de la tierra. En cuanto al uso agrícola, sobresalen los cultivos de soja, algodón, maíz, mandioca y trigo, aunque también se producen otros rubros como frutales, caña de azúcar, arroz, hortalizas, etc. Entre los cultivos anuales y permanentes mas comunes en esta Region, se citan:

Nombre comun	Cientifico
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Andaí	<i>Cucurbita pepo</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Arveja	<i>Vigna arvensis</i>
Avena	<i>Avena sativa</i>
Banano	<i>Musa spp.</i>
Batata	<i>Ipomea batatas</i>
Canola, v. de Colza	<i>Brassica napus var. napus</i>
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Ciruelo	
Cítricos	<i>Citrus spp.</i>
Crotalaria	<i>Crotalaria spp.</i>
Dolico	<i>Dolichos lablab</i>
Durazno	<i>Prunus persica</i>
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>
Frutilla	<i>Fragara sp.</i>
Girasol	<i>Helianthus annus</i>

Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>
Habilla	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>
Lupino	<i>Lupinus spp.</i>
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Mamón	<i>Carica papaya</i>
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Maní	<i>Arachis hypogea</i>
Manzana	<i>Prunus comunis</i>
Mbocayá	<i>Acrocomia total</i>
Melón	<i>Cucumis melo</i>
Mucuna	<i>Mucuna spp.</i>
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Pasto Cedrón	<i>Andropogon citriodorus</i>
Pasto Pacholí	<i>Andropogon squarrossus</i>
Pecán	<i>Carya illinoensis</i>
Pera	<i>Prunus malus</i>
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Poroto	<i>Vigna sinensis</i>
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>
Repollo, brócoli	<i>Brassica oleracea</i>
Sandía	<i>Citrullus vulgaris</i>

## 2.6. VIAS DE COMUNICACIÓN

La Región Oriental del Paraguay esta atravesada por varias rutas con pavimento asfáltico, como las del triangulo Asunción-Ciudad del Este-Encarnación-Asunción, así como la Villarrica-Ñumí, Villarrica-Coronel Oviedo, Santa Rosa del Aguaray Guazú, Ciudad del

Este-Catueté y Cuero Fresco-Pedro Juan Caballero. Sin embargo, la mayoría de los caminos rurales son de tierra y se ven muy afectados por las lluvias y las inundaciones, lo que dificulta su tránsito en ciertas épocas del año. También se presentan varias pistas de aterrizaje, públicas y privadas, que facilitan el acceso a lugares distantes. No obstante, todavía existen amplios territorios de muy difícil acceso en cualquier época del año, por carecer de caminos para el tránsito automotor.

### III. MATERIALES METODOLOGICOS DE LOS ESTUDIOS

Para encarar la realización de un trabajo de levantamiento y mareamiento de suelos de la magnitud y complejidad del correspondiente a la Región Oriental del Paraguay, se tuvieron inicialmente que considerar diversos aspectos de la metodología a utilizarse y disponer de materiales y equipos de campo y de gabinete que posibilitaron la ejecución del proyecto.

#### 3.1. MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS

Desde el inicio del trabajo se dispuso y utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- a) Cartas nacionales plani-altimétricas a escala 1:100.000 y 1:250.000, elaboradas por la Dirección del Servicio Geográfico Militar. En el caso de las cartas escala 1:100.000, se dispuso no solo de copias impresas en papel, sino también en material estable transparente.
- b) Ampliaciones georeferenciadas a escala 1:100.000 de imágenes satelitarias, cuyo procesamiento y cartografía digital fue realizado por (Earth Satellite Corporation”, de Rockville, Md., EEUU. Dichas imágenes fueron compuestas a partir de “Landsat Thematic Mapper” (TM) - conteniendo bandas TM 3, 7 y a, en ordenes azul, verde y rojo- correspondientes a una o mas escenas de las siguientes fechas:
  - i) Trayectoria (Path 224; Filas (Rows) 77-79, 19 de mayo de 1991
  - ii) Trayectoria (Path 225; Filas (Rows) 76-29, de mayo de 1991
  - iii) Trayectoria (Path 225; Filas (Rows) 75-76, 29 de julio de 1991

- iv) Trayectoria (Path 225; Filas (Rows) 76-79, 19 de febrero de 1991
  - v) Trayectoria (Path 226; Filas (Rows) 75-20, de julio de 1991
  - vi) Trayectoria (Path 226; Filas (Rows) 76-79, 17 de mayo de 1991
- 
- c) Mosaico a escala 1:500.000 elaborado a partir de las imágenes antes indicadas.
  - d) Mapa de geología de la Región Oriental del Paraguay a escala 1:500.000, preparado por “The Anschutz Corporation” (1983), y el mapa geológico, hidrogeológico y metalogénico del Paraguay, a escala 1:1.000.000, elaborado en 1987 por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones con asistencia del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
  - e) Cuatro vehículos todo terreno, tres de ellos adquiridos por el proyecto, y el restante suministrado por la SSERNMA.
  - f) Juegos de barrenadores, con cabezales para suelos arcillosos, arenosos y saturados de agua, con extensiones que permitían sobrepasar los dos metros de profundidad, fabricados por la Eiskelkamp, Agrisearch Equipment, de Holanda.
  - g) Medidores de pH, clinómetros, tablas de colores Munsell y un conjunto de otros equipos menores.

### 3.2. METODOLOGIA DE GABINETE

#### 3.2.1. Seminario – Taller

A efectos de discutir y definir la metodología de trabajo a utilizar para el estudio de suelos de la Región Oriental del Paraguay, se realizó al inicio del proyecto un Seminario – Taller con la participación de todos los consultores y Coordinadores nacionales a cuyo cargo estarían los trabajos, así como del Coordinador internacional.

Los temas considerados se relacionaron a los fundamentos generales y específicos sobre cartografía de suelos, taxonomía de suelos y capacidad de uso de la tierra, técnicas de mapeo y características del suelo que deben ser considerados en los levantamientos edafológicos y su relación con el paisaje. Con el análisis de la morfología y composición de

los perfiles de suelos tomados como ejemplo, se pudieron llegar a clasificar los suelos hasta el nivel de subgrupo. Como resultado de este taller, se confeccionaron las planillas de campo con los parámetros definidos para la descripción morfológica de los perfiles y otras observaciones edafológicas.

Se realizó también una visita de campo a fin de observar perfiles y discutir las características de los diferentes suelos en el trayecto Asunción-Hernandarias-Encarnación-Asunción (1100 km.), la que sirvió para unificar los criterios de levantamiento entre los distintos grupos responsables del trabajo de campo, así como también para controlar sobre las imágenes satelitarias las diferencias en los patrones de distribución de suelos.

### 3.2.2. Preparación de mapa – base

Del estudio de los antecedentes edafológicos se prepararon resúmenes que contienen la cita bibliográfica correspondiente, la utilización y área del estudio de suelos, el número, descripción y localización de los perfiles, los análisis físicos y químicos que se realizaron, y los sistemas de clasificación empleados.

Las áreas mapeadas en los estudios realizados fueron delimitados en un mapa – base a escala 1:250.000 de la Región Oriental del Paraguay, preparado con láminas a dicha escala de las cartas plani-altimétricas de la Dirección del Servicio Geográfico Militar. En el mismo se indicaron también los sitios donde se abrieron calicatas y se describieron perfiles. En cada punto se indicó la clasificación taxonómica del suelo correspondiente al perfil descrito.

### 3.2.3. Interpretación de imágenes satelitarias

Para la interpretación de las imágenes satelitarias en función de la distribución de los suelos, se obtuvieron primeramente las copias en material estable transparente de las cartas topográficas a escala 1:100.000 antes mencionadas, las cuales se superpusieron a las imágenes satelitarias. En esta forma, la interpretación de dichas imágenes se basó en características tales como tonos de color, cobertura vegetal, tamaño de las parcelas, patrón

de drenaje y relieve. Las imágenes fueron interpretadas utilizando material plástico transparente, antes de emprender el trabajo de campo, fijando en las mismas, según la interpretación realizada, los puntos de observación en el campo. Posteriormente al trabajo de campo, la interpretación definitiva de las imágenes se realizó sobre material estable, tipo cronoflex.

### 3.3. METODOLOGIA DE CAMPO

#### 3.3.1. Planificación preliminar:

La planificación previa a la salida al campo considero las condiciones de accesibilidad de los lugares a recorrer, el estado de los caminos y el comportamiento previsible de las condiciones meteorológicas de las distintas épocas del año, según las estadísticas de lluvias, a fin de cubrir proporcionalmente la Región Oriental en el tiempo previsto en el cronograma de actividades originalmente diseñado.

Con base a estas consideraciones, se dividió el área total a cubrir en ocho secciones que abarcaban aproximadamente 9 cartas nacionales plani-altimétricas de escala 1:100.000 cada una, según el mapa de la Región Oriental con las cuadrículas de las cartas nacionales a la escala referida. La Región está cubierta en su totalidad por 75 cartas, de las cuales 58 pueden considerarse “llenas”, es decir, que el territorio cubre la totalidad de la carta. Cada carta “llena” a esta escala abarca una superficie de 2.750 km<sup>2</sup>.

A título de ejemplo, cabe mencionar que en la planificación del trabajo de campo, se dejó la zona integrada mayormente por terrenos bajos y pantanosos, para ser recorrida en el mes de agosto de 1992, por tratarse estadísticamente del mes con menor cantidad de lluvias en el año. No obstante, cabe consignar que el año 1992 fue lluvioso en exceso, lo que implicó dificultades de accesos mayores a las previstas, y consecuentes demoras sobre los cronogramas de avance originalmente previstos.

#### 3.3.2. Equipos de campo:

Con base al número de técnicos disponibles, se conformaron cuatro equipos edafológicos; tres de ellos estaban integrados por dos edafólogos, y el cuarto por tan solo uno,



acompañado por un chofer. Cada equipo contaba con un vehículo todo terreno, para poder movilizarse en forma independiente.

En la distribución de los trabajos se procuro que dos equipos cubrieran el área correspondiente a una carta nacional, con excepción de las áreas difíciles, en las que participaron los cuatro equipos en forma conjunta. Las áreas consideradas “difíciles” lo fueron por su complejidad edáfica, por ejemplo las correspondientes a las cartas nacionales identificadas con los nombres Caacupé, Coronel Oviedo, Caaguazú, Paraguari y San Agustín, por su poca accesibilidad debido al mal estado de los caminos o por tratarse de áreas inseguras, como es el caso de la frontera seca con el Brasil.

### 3.3.3. Levantamiento de información

En el terreno, se practicaron los siguientes tipos de observaciones:

#### a) Barrenadas simples:

Son perforaciones realizadas en el terreno, de hasta 1.20 metros de profundidad o mas según variaciones locales de suelo, donde se describen y registran características como: pendiente, relieve, drenaje, pedregosidad, horizontes del suelo, espesor de cada horizonte, textura (al tacto), color y manchas de color por Tablas de Munsell, presencia de nódulos o concreciones, etc.

#### b) Observaciones detalladas:

Son pequeñas fosas de 40cm. de lado, ancho y profundidad, respectivamente, en los que se describen detalladamente las características del epipedón y endopedón, tales como horizontes, color, grosor, textura (al tacto), estructura, contenido de poros y de raíces, etc., continuando luego en el fondo de la fosa con una barrenada simple. Cuando se considera necesario, se tomaron muestras de suelo de los horizontes a fin de determinar el pH y el color en seco, e incluso hacer análisis completos en el laboratorio si ello ayudaba a la definición y delimitación de las unidades cartográficas.

#### c) Descripción de perfiles:

La selección de los sitios donde se estudiaron los perfiles representativos de suelos se basó en los estudios previos de gabinete (imágenes satelitarias, cartas plani-altimétricas, fisiografía, litología, accesibilidad, etc.) y en las observaciones de campo (barrenadas y observaciones de campo (barrenadas y observaciones detalladas). Una vez seleccionando el lugar representativo de cada unidad cartográfica, se procedió a la apertura de calicatas, con ubicación de la misma en la correspondiente carta nacional plani altimétrica a escala 1:100.000 y registro de su altitud, longitud y altura m.s.n.m.

Las calicatas son fosas que se abren en el terreno en forma manual (utilizando picos y palas, con las siguientes dimensiones: 1.5 metros de profundidad, 1.5 metros de largo y 1.0 metro de ancho. En el plano de la fosa de 1.0 metro de ancho se realiza la descripción del perfil y se registra en una planilla de campo, todas las características morfológicas de los suelos por horizonte, tales como textura al tacto, color por comparación con la Tabla de Munsell, estructura, consistencia, porosidad, contenido de raíces, límite entre horizontes, etc. De estas calicatas se extraen muestras de suelos por horizonte para los respectivos análisis de laboratorio.

Los suelos se describieron según la “Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos” de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (F.A.O., 1968).

### 3.4. METODOLOGIA DE LABORATORIO

Las muestras de suelos fueron remitidas al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica, en la ciudad de San Lorenzo, con las etiquetas de identificación de cada muestra. Las muestras fueron codificadas con el número de carta nacional, seguido por el número del perfil de suelo y la identificación correspondiente.

Todas las muestras de suelos fueron secadas al aire, desterronadas manualmente con rodillo de madera y pesadas por un tamiz de malla de 2mm. Posteriormente, se realizó la homogeneidad de las mismas, el cuarteo correspondiente y la separación en dos porciones iguales, quedando una de las porciones almacenada en el archivo de suelos de la Facultad, y la otra porción preparada para los análisis físicos y químicos.

Las determinaciones físicas realizadas fueron:

- a) Densidad aparente: La determinación se realizó por el método gravimétrico, para lo cual los cilindros metálicos que contenían las muestras fueron secados en estufa a 105°C, pesados en balanza digital y leídos en un equipo Daiki de tres fases.
- b) Granulometría: Se utilizó el método de la pipeta para las muestras que contenían más de 20% de arcilla, y el método de Bouyoucos para las muestras con menos de 20% de arcilla. Para ambos métodos, el dispersante usado fue Calzón (Hexametáfosfato de sodio) e Hidróxido de sodio, con tratamiento previo de Peróxido de hidrógeno.
- c) Clase textural: Se asignaron de acuerdo con el triángulo de textura del USDA.

Las determinaciones químicas fueron:

- a) pH en agua: Se formó una suspensión suelo-agua de relación 1:1, la cual se equilibró durante 30 minutos, leyéndose el pH de la suspensión, con agitación previa, en un peachímetro TOA.
- b) Acidez intercambiable (Aluminio intercambiable): Extracción con una solución de Cloruro de potasio 1N, titulación con Hidróxido de sodio 0.01N, usando azul de bromotimol como indicador.
- c) Capacidad de intercambio catiónico: Extracción de Acetato de amonio 1N, con pH ajustado a 7.0 y saturación con amonio del complejo de cambio. El exceso de amonio del suelo fue eliminado lavándolo con etanol al 95%. El amonio de la porción de intercambio fue extraído por el lavado con una solución de Cloruro de sodio al 10% y una alícuota de esta solución fue destilada en un aparato de Kjeldahl,

recogiéndose el destilado en una solución de Ácido bórico y titulándose con una solución de Ácido clorhídrico a 0.002N.

- d) Bases de cambio: En la solución extraída para determinar capacidad de intercambio cationico, se determinaron calcio, magnesio, potasio y sodio por absorción atómica, en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Hitachi.
- e) Carbono orgánico: Método volumétrico de Dicromato de potasio, Ácido sulfúrico concentrado y Ácido ortofosfórico concentrado: titulación con Sulfato ferroso amoniacal.
- f) Fósforo disponible: Extracción del fósforo soluble en Bicarbonato de sodio 0.5M (Método de Olsen), usando Superfloc 127; el desarrollo del color se realizó por el método de Murphy y Riley, y la posterior lectura en un Espectrofotómetro Hitachi 100-10.
- g) Microelementos (cinc, manganeso, cobre, hierro): En la solución de Olsen utilizada para determinar fósforo, se leyeron directamente estos micronutrientes en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica Hitachi 170-30.

### 3.5. CLASIFICACION TAXONÓMICA Y UNIDADES CARTOGRÁFICAS:

La clasificación taxonómica de los suelos se realizó siguiendo lo indicado en “Keys to Soil Taxonomy” del Soil Survey Staff, Soil Management Support Services del Soil Conservation Service, USDA (1992), hasta el nivel del Subgrupo taxonómico.

Las unidades cartográficas representadas en este estudio son (Wanbeke y Forbes, 1985):

- a) Consociaciones: son áreas de suelos delineadas, que están dominadas por un solo taxón y suelos similares, en donde al menos la mitad de la misma unidad taxonómica, siendo los restantes tan similares que no afectan el nivel categórico del taxón; se admiten hasta un 15% de inclusiones limitativas o un 25% de no limitativas.
- b) Asociaciones: contienen dos o más taxas disímiles que se presentan en un patrón conocido o regular, en donde ninguno de esos taxa individualmente cubre más de un

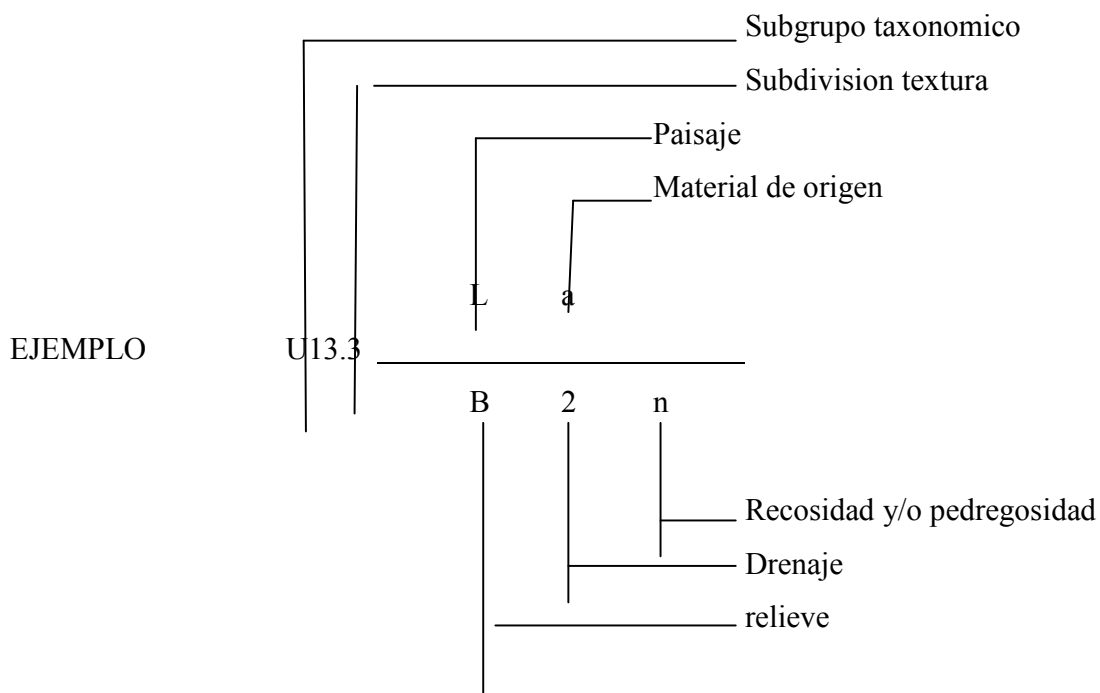
50% del área, pero que pueden ser separados a escalas más detallados, también se admiten hasta un 15% de inclusiones limitativas o un 25% de no limitativas.

- c) Tierras Misceláneas: son tierras que esencialmente no tienen suelo, presentan escasa o ninguna vegetación a causa de erosión activa, lavado por agua, condiciones desfavorables de suelos, etc. Comprenden, entre otras, playas, dunas, depósitos de cauce, cuerpos de agua, etc.
- d) Complejos: contienen dos o más tasas disímiles que se presentan en un patrón poco conocido o irregular y que usualmente no pueden ser separados a escalas mas detalladas.

Estas unidades, cuando correspondió, fueron subdivididos en fases, atendiendo a conceptos de variaciones en el relieve, la pedregosidad o el drenaje.

### 3.6. LEYENDA CARTOGRÁFICA O SIMBOLOGÍA

La simbología adoptada para representar cada una de las unidades cartográficas fue la siguientes:



Lo anterior indica que se trata de un suelo que clasifica como Typic Rhodudult, de clase textural francosa fina, desarrollado sobre un paisaje de lomadas, cuyo material de origen son areniscas, de relieve ligeramente ondulado, de drenaje bueno y de pedregosidad nula.

Cuando se trata de consociaciones, se usa un símbolo único por unidad, pero si se trata de asociaciones o complejos, se usa un símbolo por cada componente de suelos, separados por una línea inclinada (/), en la siguiente forma:

	<u>Vs</u>	El	<u>Vs</u>
E5	A1n		A2n

Por otro lado, las variaciones que se obtengan en los elementos indicados en el denominador (relieve, drenaje, jocosidad y/o pedregosidad), constituyen fases de una misma unidad cartográfica, y así se indican en el informe técnico. Por ejemplo, los siguientes símbolos indican tres fases de una misma unidad:

	<u>La</u>		<u>La</u>		<u>La</u>
U7.1	A2n	U7.1	B2n	U7.1	C2n

O bien

	<u>La</u>		<u>La</u>	
U7.1	A2n	U7.1	A3n	etc.

### 3.7. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

#### 3.7.1. Metodología

La disposición sobre distintas metodologías de capacidad de uso de la tierra permitió una adaptación de la metodología del USDA (Klingebiel y Montgomery, 1964) para la Región Oriental del Paraguay. Según dicha metodología, los suelos se agrupan en ocho categorías, en las cuales aumentan progresivamente las limitaciones para uso de las tierras.

En el sistema de capacidad de uso, los suelos se agrupan generalmente en tres niveles: clases, subclases y unidades de capacidad. Tales niveles se definen a continuación:

- a) Clases de Capacidad: constituyen las agrupaciones mas amplias, las que son designadas con números romanos del I al VIII. Los numerales indican limitaciones progresivamente mayores, asi como menores posibilidades de selección de cultivos para uso práctico. Las Clases se definen como sigue (definición general):

Clase I: Los suelos tienen ninguna o pocas limitaciones que restrinjan su uso.

Clase II: Los suelos tienen moderadas limitaciones que reducen la posibilidad de selección de cultivos, o que requieren practicas moderadas de conservación al cultivarlos.

Clase III: Los suelos tienen severas limitaciones que reducen la posibilidad de selección de cultivos, o requieren practicas especiales de conservación al cultivarlos.

Clase IV: Los suelos tienen muy severas limitaciones que reducen la posibilidad de selección de cultivos o requieren un manejo muy cuidadoso, o ambos.

Clase V: Los suelos no tienden a erosionarse, pero tienen otras limitaciones, muy difíciles de eliminar, que limitan su uso.

Clase VI: Los suelos tienen severas limitaciones que los hacen generalmente inadecuados para cultivos.

Clase VII: Los suelos tienen muy severas limitaciones que los hacen totalmente impropios para cultivos.

Clase VIII: Los suelos y áreas misceláneas tienen limitaciones que prácticamente impiden su uso para producción comercial.

- b) Subclases de capacidad: son grupos de tierras dentro de una misma clase, con limitaciones similares. Ellos son designados mediante la adición de una letra..... La letra E indica que la principal limitación es el riesgo de erosión a menos que se mantenga una cubierta vegetal densa: W indica que el agua dentro o sobre el suelo interfiere con el crecimiento o cultivo de las plantas (en algunos suelos el exceso de humedad puede ser corregido parcialmente mediante drenaje artificial); S indica que

la limitación principal proviene del propio suelo, que es superficial, rocoso, etc; y C, indica que la limitación predominante es el clima, el cual es muy frío o muy seco.

No existen subclases en las Clase I, debido a que los suelos de esta clase tienen muy ligeras o ninguna limitación. Los suelos de la clase V están sujetos a poca o ninguna erosión, pero tienen otras limitaciones que restringen su uso a pasturas naturales o cultivadas, bosques, hábitat natural o recreación; en consecuencia, la Clase V contiene solo las subclases indicadas con W, S ó C.

En el presente trabajo no se empleo la subclase C, por considerarse que las variaciones climatológicas entre las distintas regiones del área bajo estudio no son significativamente importantes desde el punto de vista del crecimiento de las plantas.

Con los anteriores conceptos se definieron los parámetros edáficos, de relieve y de drenaje, que permiten establecer cada clase de capacidad de uso y sus respectivas subclases, tal y como se presentan en el Cuadro 3.

### 3.7.2. Definición de los parámetros para la determinación de las clases y subclases de capacidad de uso de la tierra

Los parámetros en los que están basadas las Clases y Subclases de Capacidad de y Uso de la Tierra, han sido adaptados a las condiciones naturales de la Región Oriental del Paraguay y se definen de la siguiente manera:

- a) Pendiente (E): Los porcentajes de pendientes utilizados van del 0 al 30 %, con rangos de 0-3, 3-8, 8-15 y 15-30 % para las diferentes clases de tierras. El límite máximo del 30% de pendiente obedece a la imposibilidad de detectar pendientes superiores a este límite al trabajar con las cartas plani-altimétricas a escala 1:100.000. Se reconoce la existencia de pendientes superiores al límite indicado, pero las mismas ya no tienen influencia en esta clasificación.



Si bien los rangos seleccionados pueden ser diferentes de los utilizados en otros levantamientos de suelos, los mismos se adaptan a las pendientes generales predominantes en las llanuras, valles, lomadas y serranías de la Región Oriental del Paraguay, y a las que se pueden utilizar para recomendar las practicas de manejo y conservación de suelos a la escala de trabajo utilizada.

b) Suelo (S): En esta subclase se incluyen aquellas limitaciones inherentes al mismo suelo, esto es, sus propiedades físicas y químicas.

c) Profundidad efectiva del suelo (Sp): Es el espesor de las capas de suelo y subsuelo en las cuales las raíces de las plantas pueden penetrar sin dificultad. Su limite anterior esta definido por capas u horizontes compactos, que impiden el desarrollo de las raíces, como arcillas muy densas y compactas, horizontes cementados (panes endurecidos), estratos rocosos o pedregosos continuos, nivel triatico asociado con glaciación, horizontes con concentración tóxicas de algún elemento químico (aluminio, manganeso), o con concentraciones altas de sales solubles (conductividad eléctrica media a alta, o presencia de niveles altos de sodio). Las categorías de profundidad efectiva utilizadas en el presente trabajo fueron:

Categorías:	Rango
1. Muy profunda	Más de 150 cm.
2. Profunda	De 100 a 150 cm.
3. Moderadamente profunda	De 75 a 100 cm.
4. Poco profunda	De 50 a 75 cm.
5. Superficial	Menos de 50 cm.

d) Textura de la sección de control (St): A fin de poder abarcar textura tanto del horizonte superficial como la del subsuelo, se opto por utilizar la textura de la Sección de Control, que cubre estas profundidades de suelo y cuyos datos estaban contenidos en los perfiles. Las categorías de textura de la Sección de Control empleados en este trabajo fueron:

i) Arenoso: arenoso y arenoso franco, con menos de 50 % de arena muy fina. Se incluye en esta categoría el tamaño de partícula esquelética fina a gruesa.

ii) Francosa gruesa: 10 a 18 % de arcilla y más de 15 % de arena fina o más gruesa.

iii) Francosa fina: 18 a 28 % de arcilla y mas de 15 % de arena fina o mas gruesa.

iv) Arcillosa fina: 35 a 59 % de arcilla.

v) Arcillosa muy fina: 60 % o más de arcilla.

e) Pedregosidad y/o Jocosidad (Sr): Es el contenido de piedras y rocas que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de las raíces y el movimiento de agua.

La pedregosidad se define en este documento como el contenido de piedras con mas de 2 cm de diámetro, aunque también incluye el contenido de grava cuyo tamaño varia de 2 mm a 20 mm de diámetro; rocosidad se entiende la proporción relativa de expansión e la roca fija, ya sea por afloramiento en suelos muy delgados o por conglomerados.

Las categorías de pedregosidad o rocosidad utilizadas en el presente estudio fueron las siguientes:

i)Nula: No hay piedras o rocas, o son tan pocas, que no interfieren en la preparación del suelo. Las piedras y/o rocas cubren menos de 1 m<sup>2</sup>/ha, o sea, es inferior de 0,01 % del área.

ii) Ligera: El contenido de piedras y/o rocas interfiere levemente con la preparación de terrenos pero sin impedir esta labor. El área ocupada por las piedras y/o rocas varia de 1 a 10 m<sup>2</sup>/ha, o sea de 0.01 a 0.1 % del área.

iii) Moderada: El contenido de piedras y/o rocas es suficientes para dificultar la preparación del suelo, por lo que esta labor debe desarrollarse cuidadosamente. El área ocupada por las piedras y/o rocas varia de 10 a 300 m<sup>2</sup>/ha, o sea 0.1 a 3 % del área.

iv) Pedregoso: El contenido de piedras y/o rocas solo permite la utilización de maquinaria liviana o herramientas de mano para preparar el terreno. El área ocupada por las piedras y/o rocas varia de 300 a 800 m<sup>2</sup>/ha o sea 3 a 8 % del área.

v) Muy Pedregoso: El contenido de piedras y/o rocas es suficiente para impedir cualquier tipo de maquinaria agrícola en la preparación de terrenos, por lo que solo se pueden usar implementos manuales. El área ocupada por las piedras y/o rocas varia de 800 a 2000 m<sup>2</sup>/ha, o sea de 8 a 20 % del área.

vii) Fuertemente Pedregoso: La superficie se encuentra cubierta de piedras y/o rocas, las cuales ocupan entre 20 y 50 % de la superficie. Solo se podrán usar implementos manuales ocasionalmente.

viii) Extremadamente Pedregoso: La superficie se encuentra cubierta de piedras y/o rocas, las cuales ocupan mas del 50 % de la superficie.

f) Fertilidad aparente (Sf): Se refiere a la capacidad de un suelo de disponer y proveer nutrientes a la planta. Esta fertilidad puede ser natural o artificial (realizada por el hombre). Para propósitos de esta clasificación, se consideran solo los parámetros de saturación de bases, calculada a partir de la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) obtenida de acetato de amonio 1N a pH 7.0, y la saturación de aluminio (aluminio intercambiable de la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva).

A los fines de este estudio, se emplearon las siguientes categorías de fertilidad:

i) Alta: Contiene una saturación de bases superior al 70 % y una suma de bases de cambio superior a 6 cmol/Kg de suelo.

- ii) Media: Contiene una saturación de base del 35 al 70 %, y una suma de bases de cambio entre 3 y 6 cmol/Kg.
  - iii) Baja: contiene una saturación de bases inferior al 35 %, y una suma de bases de cambio inferior a 3 cmol/Kg y una saturación de aluminio inferior al 30 %.
  - iv) Muy Baja: Tiene una saturación de bases inferior al 35 %, una suma de bases de cambio inferior a 3 cmol/Kl., y una saturación de aluminio superior al 30 %.
- g) Drenaje y permeabilidad (Wd): SE refiere a la capacidad de escurrimiento general del terreno (drenaje) y a la infiltración del agua en el perfil. (permeabilidad)

Las categorías de drenaje y permeabilidad utilizadas en el presente estudio fueron:

- a) Muy rápido: El agua se elimina del suelo muy rápidamente, ya sea porque posee texturas gruesas o muy gruesas, o porque tiene pendientes muy fuertes.
- b) Rápido: El agua se elimina del suelo rápidamente ya sea porque posee texturas gruesas o bien pendientes relativamente fuertes y expuesta (sin apreciable cobertura vegetal)
- c) Moderadamente Rápido: El agua se elimina del suelo en forma relativamente rápida. Muchos de estos suelos son de texturas moderadamente gruesas y/o de relieve ondulado.
- d) Moderado: El agua se elimina del suelo con facilidad pero no con rapidez. Estos suelos tienen comúnmente texturas medias; sin embargo, suelos arcillosos con buena estructura pueden incluirse dentro de esta clase.
- e) Lento: El agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece saturado (humedad excesiva) durante periodos cortos pero apreciable. Por lo general, estos perfiles tienen una capa de permeabilidad lenta o un nivel freático relativamente alto (60-90 cm de

profundidad) y con moteos después de 30 cm. Pueden aparecer ocasionalmente horizontes gleizados en el sub-suelo.

- f) Muy lento: El agua se elimina del suelo con lentitud suficiente para mantenerlo saturado durante periodos muy apreciables de tiempo (3 a 6 meses al año) tiene usualmente un nivel freático alto entre 30 y 60 cm de profundidad, con moteos a menos de 30 cm y es normal que se presenten capas gleizadas en el sub-suelo.

- h) Riesgo de Inundaciones(Wi): Se refiere a la probabilidad y frecuencia de ocurrencia de un desborde de una corriente de agua fuera de su cause normal, poniendo en peligro áreas aledañas. El anegamiento puede ser causado por el estancamiento de agua en depresiones y llanuras, en especial sobre suelos con problemas de drenaje.

Las categorías de riesgos de inundaciones empleadas en el presente estudio fueron las siguientes:

- a) Nulo: Los suelos no presentan ningún riesgos de sufrir inundaciones.
- b) Ocasional: Se presentan en forma ocasional y por lo general en año excepcionalmente lluvioso, sin embargo, su permanencia no es mayor de una semana.
- c) Frecuente: Las inundaciones por lo general ocurren todos los años, pero su permanencia es inferior a dos semanas.
- d) Muy Frecuente: Las inundaciones ocurren varias veces al año y por periodos mayores a dos semanas.

- e) Permanente: El suelo permanece constantemente inundado durante todo el año.

### 3.7.3. Determinación de capacidad de uso de la tierra

La elaboración del mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de la Región Oriental del Paraguay se realizó usando como mapa base el mapa de suelo conteniendo las unidades cartográficas con la información de paisaje (fisiografía), material de origen, pendiente, drenaje y rocosidad o pedregosidad o sea: se elaboró una matriz que contenía la identificación de las unidades cartográficas.

La matriz antes indicada se superpuso sobre un mapa de pendientes realizados también a la escala 1:100.000 a partir de las correspondientes cartas nacionales planialtimétricas, a efectos de definir los grados de pendientes de cada unidad cartográfica de acuerdo a los rangos contenidos en el Cuadro N° 3. A partir de esto se definió el parámetro “E”, vinculado al riesgo de erosión.

El parámetro de suelo “S” se definió según lo siguiente:

- Textura de la Sección de Control (St), por los datos de la granulometría del perfil predominante en la unidad cartográfica (25 a 100 cm. De profundidad).
- Profundidad efectiva del suelo (Sp), por la descripción morfológica del perfil predominante en lo referente a la presencia y cantidad de raíces en los horizontes subsuperficiales, la presencia o no de horizontes líticos, paralíticos o petrocalcicos, panes cementados y endurecidos, etc, que pudieran afectar el desarrollo de las raíces de las plantas.
- Jocosidad y/o pedregosidad (Sr), por la descripción morfológica del perfil predominante y consociados (si los hubiera) de la unidad cartográfica en cuestión, en lo referente a la presencia y cantidad de rocas y/o piedras según esta indicadas en la planilla de descripción de perfiles, y en los datos de jocosidad de la fórmula de la unidad cartográfica.

El parámetro Humedad del Suelo (“W”), se definió de acuerdo a lo siguiente:

- Drenaje y/o pedregosidad (Sr), por la condición acuica de los perfiles contenidos en la unidad cartografica en cuestión, por el paisaje y la condición de drenaje de la unidad cartografica en general. Con estas informaciones, se interpretaron nuevamente las imágenes satelitarias, con la ayuda de las cartas topograficas sobreimpuestas en las mismas.
- Riesgos de inundación (Wi), por las mismas consideraciones del parámetro Wd, y además por las condiciones de inundabilidad de las unidades cartograficas en epocas de lluvia y/o crecientes de los Rios Paraguay, Paraná e interiores.

La definición de la Clase de Capacidad de Uso se baso en la interpretación de estos parámetros, y se adjudicaron a las mismas Subclases por las cuales se las definieron.

Algunos ejemplos son:

III-E                   Corresponde a la Clase III por el grado de pendiente ( 8 a 15 %) Únicamente. Esta unidad reúne características de Clase I o II en todos los demás parámetros.

III-E, Sf              Corresponde a la Clase III por dos parámetros: susceptibilidad a la erosión por el grado de pendiente (8 a 15 %) y fertilidad aparente (menos de 35 % de C.I.C., menos de 3 cmol/Kg. de Bases de Cambios y menos de 30 % de saturación de aluminio). Esta unidad reúne características de Clase I o II en todos los demás parámetros.

Sin embargo es importante señalar que las limitaciones definidas en cada subclase indican restricciones al nivel de la Clase correspondiente por lo que no incluyen limitaciones que pueden ocurrir a niveles de clases inferiores. Así, la Clase III-Sf indica que la limitación que induce a esta clasificación es la fertilidad del suelo, pero si esta se corrige,



esta subclase puede transformarse en II-ESf, es decir que aunque tiene una limitación de pendiente de clase II, al designar esta tierra en Clase III, dicha limitación no se indica en este nivel.

#### IV. DESCRIPCION DE LOS SUELOS

En este capítulo se consignan los resultados del estudio de suelos de la Región Oriental del Paraguay.

El objetivo fundamental ha sido la realización de un inventario del recurso natural suelo. En este sentido, la descripción de las unidades cartográficas contenidas en el mapa se basan en la caracterización de los suelos y del ambiente donde se distribuye.

El Mapa de Suelos de la Región Oriental del país, producido en este estudio, contiene las unidades cartográficas en donde los suelos que las componen pertenecen a 7 Ordenes, 13 Subórdenes, 28 Grandes Grupos y 58 Subgrupos, clasificados por el sistema Soil Taxonomy, del Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, 1992).

En el nivel de Subgrupo muchos de los suelos encontrados presentan diferencias por las clases texturales de las camadas superficiales, razón por la cual ha sido considerada esta condición edáfica para separarlos como una subdivisión del Subgrupo (Fase), puesto que la clase textural constituye una propiedad de alta significación para la correcta utilización y manejo de los suelos.

Los suelos de la Región Oriental pertenecen a 7 Ordenes de los 11 reconocidos en el mundo. Los Ordenes y las superficies que abarcan, así como los símbolos con los que son reconocidos en este estudio, son:

SIMBOLO	ORDEN	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )
O	OXISOL	
V	VERTISOL	
U	ULTISOL	
M	MOLLISOL	
A	ALEISOL	
I	INCEPTISOL	

Los Ultisoles y Alfisoles son los que contienen la mayor cantidad de Subgrupos, 17 cada uno de ellos, seguidos por los Entisoles y Oxisoles.

En superficie ocupada, los Ultisoles y Alfisoles representan el        % de la Región Oriental del país. Es oportuno señalar que no todos los suelos de estos Ordenes poseen condiciones favorables para su utilización en agricultura, con los cultivos de secano tradicionales del Paraguay.

La denominación de los suelos por el sistema de clasificación norteamericano no debe considerarse una extravagancia, por mas que el lector encuentre dichos nombres difíciles de memorizar por lo extraño que pueda parecerle. La denominación de cada suelo resuelta de la conjunción de silabas abstracta, de raíces de origen griego y Latino, y cada termino expresa importantes informaciones sobre una o mas de las propiedades del suelo.

La clasificación de los suelos de acuerdo a este sistema es hoy de suma importancia, ya que a pesar de la poca familiaridad de su empleo en el Paraguay los suelos del país con tales denominaciones podrán ser reconocidos a nivel mundial por tanto sus propiedades como por sus aptitudes productivas, lo que permitirá la interpolación y la extrapolación de resultados de otras regiones del mundo.

En el cuadro Nro. 4 se presenta la relación de los suelos reconocidos en la Región Oriental del país, según las diversas categorías de la clasificación adoptadas, la ubicación de los perfiles de los suelos representativos de cada unidad cartográfica en las cartas topograficas del IGM de escala 1:100.000 y los símbolos de cada Unidad Taxonómica.

En este capítulo se describen las características de los distintos suelos, hasta el nivel del Subgrupo taxonómico, indicándose en cada caso si estos aparecen en unidades cartográficas simples o combinadas.



En el cuadro N° 3 se presentan jerárquicamente estos parámetros, según las clases y sub clases de tierras.

CLASE DE TIERRA	PENDIENTE	SUELO (s)					
		PROFUNDID.	TEXTURA DE SECCION DE CONTROL(st)	PEDREG. ROCOSIDAD(sr)	Y/O FERTILIDAD (sf)	DRENAJE Y PERMEABIL (wd)	RIES INUN (wi)
I	0-3	>150	Francosa fina a arcillosa fina	Nula	Alta	Moderado	Nulo
II	3-8	100-150	Francosa fina a arcillosa muy fina	Ligera	Media	Moderadamente rápido	Nulo
III	8-15	75-100	Francosa gruesa a francosa fina	Moderada	Baja	Rápido	Nulo
IV	15-30	50-75	Arenosa esquelética fina a gruesa	Pedregoso	Muy baja	Muy rápido o mod. Lento	Ocas
V	0-3	>50	Cualquiera	Muy pedregoso	Cualquiera	Lento	Ocas

VI	3-8	<50	Cualquiera	Fuertemente pedregoso	Cualquiera	Rápido o lento	Frec
VII	8-15	<50	Cualquiera	Extremadamente pedregoso	Cualquiera	Muy rápido o lento	Muy
VIII	>15	<50	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Muy rápido o muy lento	Pern

Cuadro Síntesis de los Suelos de la Regio Oriental del Paraguay

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	FASE	DISTRIBUCION PRINCIPAL			UBICACIÓN			
					CARTA			LATITUD	LONGITUD		
					NUMERO	NOMBRE	PERFIL				
OXISOL				Arcillosa muy fina							
	Aquox	Haplaquox	Typic Haplaquox		5969	Ciudad del Este	2	25º30'26"	54º45'29"		
	Udox	Aerudox	Rhodic Acrudox	Arcillosa muy fina	5970	Hernandarias	1	25º13'48"	54º53'59"		
		Eutrodox		Lithic Eutrodox	Arcillosa muy fina						
			kandrudalfic	Arcillosa muy fina	5768	San Juan	3	26º03'16"	56º35'35"		
			Eutrodox		5767	Nepomuceno	1	26º57'59"	55º32'48"		

						Pizarro				
			Lithic kandiudox	Arcillosa muy fina						
		Kandiudox	Rhodic Kandiudox	Arcillosa muy fina	5972 5971 5969	La Paloma San Alberto Ciudad del Este	2 1 1	24°25'59" 24°46'05" 25°30'26"	54°32'59" 54°54'28" 54°46'11"	
			Typic Kandiudox	Arcillosa muy fina	5766	Encarnación	3			
VERTISOL	Udert	Hapludert	Typic Hapludert	Arcillosa fina	5375	Puerto Pinasco	1	22°34'21"	57°47'23"	
				Arcillosa muy fina	5376	San Lorenzo	EP5	22°26'35"	57° 49'10"	
ULTISOL	Aquult	Albaquult	Typic Albaquult	Francosa fina	5468	Villa Florida	1	22°02'56"	57°09'28"	
				Arcillosa muy fina	5471	Puerto La Victoria	1L	24°57'43"	57°01'04"	
		Paleaquult	Typic Paleaquult	Francosa fina	5468 5667	Villa Florida Gral. Artigas	3 PS1	26°18'34" 26°56'05"	57°04'28" 56°17'12"	
		Epiaquult	Typic Epiaquult	Arcillosa fina	5370	San Lorenzo	1	22°25'00"	57°41'44"	
	Udult	Kandiudult	Arenic Kandiudult	Arenosa	5470	Caacupe	6	25°18'32"	57°14'17"	
				Francosa gruesa	5671	San Estanislao	1	24°36'22"	56°19'46"	



			Rhodic Kandudult	Arcillosa muy fina	5666	Cnel. Bogado	EP1	27°10'33"	56°24'35"	
				Arenosa	5570	Itacurubi de la Coordillera	2	25°26'12"	56°55'00"	
		Paleudult	Arenic Rhodic Paleudult	Francosa gruesa	5773 5574 5669	Colonia Ybycui Tacuari Villarrica	4 PFG2 2	23°44'40" 23°08'12" 25°43'06"	55°39'21" 56°30'54" 56°01'54"	
				Francosa fina	5872	Ybyrarobana	3	24°20'10"	55°24'17"	
			Gossarenic Paleudult	Arenosa	5772	San Isidro Curuguaty	2	24°15'19"	56°48'45"	
				Arenosa	5672	Gral. Francisco Resquin	1	24°22'59"	56°11'40"	
			Fragiaquic Paleudult	Arcillosa fina	5569	San Jose	PB1	25°31'38"	56°36'19"	
			Rhodic Paleudult	Francosa gruesa	5568	Mbuyapey	PS1	26°25'33"	56°37'41"	
				Francosa fina	5668	Caazapa	5	26°25'00"	56°04'39"	
					5670	Cnel Oviedo	5	25°04'31"	56°16'58"	
					5868	San Alfredo	1	26°10'49"	55°26'40"	
					5871	Itaquyry	PF1	24°40'26"	59°09'21"	
					5469	Paraguari	3	55°35'00"	57°03'59"	

					5973	Guavira	1	23°52'43"	54°34'10"	
					5873	Ype Jhu	2	23°49'21"	55°28'13"	

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	FASE	DISTRIBUCION PRINCIPAL			UBICACIÓN	
					CARTA			LATITUD	LONGI'
					NUMERO	NOMBRE	PERFIL		
ULTISOL	Udult	Paleudult	Rhodic Paleudult	Francosa Fina	5568	Mbuyapey San Jose	4	26°21'59"	55°40'4
					5569	Itacurubi del	1	25°35'00"	56°54'1
					5571	Rosario	RP1	24°48'16"	56°33'0
				Arcillosa fina		San Isidro Curuguay			
					5772	San Agustin	3	24°28'48"	55°37'5
					5769	Cptan. Meza	1,EP5	25°41'31"	55°32'3
					5867	San Jose	1	26°35'33"	55°28'1
					5569	Juan	3M	25°34'54"	56°46'1
					5870	L.Mallorquin	GFP2	25°18'25"	55°26'1
					6072	Salto del Guaira	1	24°19'21"	54°20'5
					5871	Itaquyry	PF3	24°53'16"	55°27'0
					5467	San Juan	1,2	26°40'49"	57°03'4
					5667	Misiones	1	26°31'18"	56°11'5
					5770	Gral. Artigas	FG2,RL1	25°08'38"	55°40'0
					5970	Juan Manuel	GF1	25°07'59"	55°40'0
					5771	Frutos	2	24°58'06"	54°21'5

						Hernandarias Cia. Rio Corrientes			
				Arcillosa muy fina	5669 5970 5871 5766 5868 5869 5670	Villarica Hernandarias Itaquyry Encarnación San Alfredo Santa Rita Cnel. Oviedo	PGF1 GF2 PF2 1 2 1 1	25°58'52" 25°07'20" 24°43'42" 27°02'27" 26°21'05" 25°57'53" 25°23'382	56°06'2 54°46'1 55°02'4 55°47'0 55°47'0 55°12'0 56°12'5
			Typic Paleudult	Francosa gruesa	5475 5766 5674	Peguaho Encarnación Cororo	PRM1 2 RM1	22°53'16" 27°11'12" 23°08'48"	57°05'2 55°41'4 56°07'5
				Francosa fina	5770	Juan Manuel Frutos	PB1	25°26'25"	55°48'3
				Arcillosa fina	5768	San Juan Nepomuceno	1	26°18'16"	55°50'3
				Arcillosa muy fina	5968	Mayor Julio Otaño	1	26°07'50"	54°45'5
		Rhodudult	Psammentic Rhodudult	Arenosa	5671	San Estanislao	2	24°42'01"	56°04'4

			Typic Rhodudult	Francosa fina	5674	Tacuati	1	23°14'05"	56°42'3		
					5776	Colonia Estrella	EP1	22°22'17"	55°42'4		
				Arcillosa fina	5669	Villarrica	5	25°49'11"	56°28'1		
		Hapludult	Aquíic Hapludult	Francosa fina	5370	Cnel.Oviedo	A1	25°21'28"	56°55'3		
			Humic Hapludult	Arcilla fina	5576	Bella Vista norte	MGFP2	22°22'43"	56°55'3		
			Ochreptic Hapludult	Francosa gruesa	5374	Puerto Colon	EP1	23°11'00"	57°30'0		
			Typic Hapludult		Francosa fina	5570	Itacurubi de la cordillera	1	25°15'52"	56°51'0	
				Arcillosa fina	5476	San Carlos	2	22°15'00"	57°20'0		
MOLLISOL	Udolt	Paleudoll	Vertic Paleudoll	Arcillosa fina	5475	Peguajho	1	22°40'29"	57°22'4		
		Argiudoll	Calcic Argiudoll	Arcillosa fina	5376	San Lazaro	3	22°21'41"	57°36'5		
		Hapludoll	Lithic Hapludoll	Francosa gruesa	5873	Ype Jhu	1	23°58'16"	55°26'2		
				Arcillosa	5469	Paraguari	6	25°41'22"	57°00'3		
				Arcillosa fina	5376	San Lazaro					

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	FASE	DISTRIBUCION PRINCIPAL			UBICACIÓN		S
					CARTA			LATITUD	LONGITUD	
					NUMERO	NOMBRE	PERFIL			
ALFISOL	Aqualf	Albaqualf	Typic Albaqualf	Arcillosa fina	5469	Paraguari	11L	25°43´22"	57°06`11"	
					5473	Puerto Ybapobo	2	23°33`16"	57°14`46"	
					5466	Yabebyry	1	27°15`00"	57°03`34"	
	Udalf	Kandiudalf	Mollic Natrudalf	Francosa gruesa	5367	S. Juan Bautista Ñeembucu	1	26°39`08"	57°57`41"	/

			Typic Natrudalf	Arcillosa fgruesa	5469	Paraguari	10L	25°22`37"	57°04`53"	
		Paleudalf		Francosa fina	5470	Caacupe	3	25°28`16"	57°22`34"	
			Rhodic Kandiudalf		5770	Juan Manuel Frutos San Isidro	1,FG1	25°21`44"	55°37`51"	
				Arcillosa fina	5772	Curuguaty	1	24°03`16"	55°33`16"	
			Mollic Kandiudalf							
				Arcillosa fina	5869	Santa Rita	2	25°39`05"	55°31`23"	
			Aquic Paleudalf	Francosa fina	5467	San Juan Misiones	7	26°50`49"	57°28`06"	
				Arcillosa fina	5267	Pilar	2	26°39`21"	58°04`46"	
			Aquic Paleudalf	Francosa gruesa	5570	Itacurubi de la Cordillera	PB2	25°05`54"	56°32`12"	
				Francosa fina	5670	Cnel.Oviedo	B3	25°13`22"	56°23`56"	
				Arcillosa fina	5368	Villa Oliva	1	26°00`03"	57°48`24"	
			Oxyaquic Paleudalf	Francosa fina	5575	Yby Yau	1	22°44`05"	56°50`54"	

					5768	San Juan				
					5569	Nepomuceno	2	26°14`21"	55°51`04"	
					5771	San Jose	4M	25°38`32"	56°48`38"	
						Compañía Rio	1	24°48`16"	55°50`07"	
						Corriente	4	25°25`00"	56°28`52"	
				Arenosa	5670	Cnel. Oviedo				
			Arenic Paleudalf	Francosa gruesa	5668	Caazapa	4	26°16`22"	56°05`21"	
			Grossarenic Paleudalf	Arenosa	5670	Cnel. Oviedo	6	25°03`06"	56°21`29"	
				Francosa gruesa	5972 5469	La Paloma Paraguari	1 5	24°02`27" 25°56`38"	54°56`51" 57°08`52"	
				Francosa fina	5568 5569	Mbuyapey San Jose	1 3	26°00`10" 25°50`33"	56°37`41" 56°53`49"	
			Rhodic Paleudalf	Arcillosa fina	5869 5569	Santa Rita San Jose	3 2	25°56`31" 25°33`42"	55°22`19" 56°47`59"	
			Mollic paleudalf			Gral. Elizardo				
					5572	Aquino	1	24°21`22"	56°43`45"	
				Francosa	5470	Caacupe	1	25°20`49"	57°01`01"	
				gruesa	5375	Puerto Pinasco	2	22°59`05"	57°31`54"	



					5474	Concepción	1	23°21`05"	57°04'35"	
					5668	Caazapa	6	26°29`44"	56°21'40"	
					5568	Mbuyapey	2	26°05`48"	56°35'32"	
					5669	Villarrica	4	25°52`43"	56°27'05"	
					5469	Paraguari	2	25°36`54"	57°13'24"	
				Francosa fina	5569	San Jose	4	25°54`14"	56°45'54"	
					5470	Caacupe	5	25°25`26"	57°12'12"	
					Arcillosa fina	5472	Sam Pedro Ycuamandyyu	1	24°03`25"	57°02'34"
				Francosa gruesa	5470	Caacupe	8	25°21`22"	57°07'44"	
				Typic Paleudalf	Francosa fina	5469	Paraguari	4	25°16`58"	57°16'01"
					5470	Caacupe	9	25°03`32"	57°06'58"	
			Rhodudalf		Arcillosa fina	5870	Juan L. Mallorquin	GFP1	25°09`05"	55°28'52"
						5670	Cnel. Oviedo	2	25°26`22"	56°17'16"
			Hapludalf	Aquic Lthic Hapludalf	Francosa gruesa	5468	Villa Florida	4	26°20`55"	57°05'39"
Oxyaquic Hapludalf	5670	Cnel. Oviedo		3		25°04`21"	56°12'30"			
Typic Hapludalf	Francosa	5476		San Carlos	1	22°16`54"	67°03'38"			

				fina
--	--	--	--	------

--	--	--	--	--	--

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	FASE	DISTRIBUCION PRINCIPAL			UBICACIÓN	
					CARTA		PERFIL	LATITUD	LON
					NUMERO	NOMBRE			
INCEPTISOL	OCHREPT	Eutrochrept	Aquic Eutrochrept	Francosa fina	5376	San Lazaro	MS1	22º05'46"	57º5
		Dystrochrept	Ruptic-Alfic Dystrochert	Francosa fina	5570	Itacurubi de la Cordillera	3	25º26'12"	56º5
					5467	San Juan Misiones		26º41'54"	57º1
			Umbric Dystrochrept	Arenosa	5775	Pedro Juan	PG1	22º50'00"	55º5
					5674	Caballero	PR1	23º06'57"	56º2
					5776	Colonia Estrella	EP2	22º23'42"	55º4
			Oxiyaquic Dystrochrept	Arcillosa muy fina	5774	Cptan. Bado	EP1	23º21'54"	55º3
			Typic	Arenosa	5675	Cerro Cora	PF1	22º56'28"	56º0

			Dystrochrept		5676	Arroyo Estrella	EP2	22°25'00"	56°1
ENTISOL	Aquent	Psammaquent	Typic Psammaquent	Arenosa	5266	Gral. E. Diaz	2	27°00'33"	58
	Psamment	Quartzipsamment	Typic Quartzipsamment		5376	San Lazaro	2	22°16'54"	57°3
					5474	Concepcion	2	23°09'21"	57°1
					5574	Tacuari	2	23°09'21"	57°1
					5574	Gral. Jose E.	PS2	23°20'42"	56°4
					5266	Diaz	1	27°11'22"	58°2
					5366	Cerrito	1	27°18'35"	57°3
					5872	Ybyrarobana	PF1	24°18'58"	55°1
					5470	Caacupe	4	25°16'54"	57°1
		Udipsamment	Lithic Udipsamment		5470	Caacupe	7	25°08'16"	57°2
			Oxyaquic Udipsamment		5773	Colonia Ybycui	2	23°40'49"	55°3
			Typic Udipsamment		5575	Yby Yau	2	22°30'29"	56°5
	Fluvent	Udifluvent	Aquic Udifluvent	Arenosa					
			Typic Udifluvent	Arenosa					
	Orthent	Udorthent	Lithic Udorthent	Francosa fina	5468	Villa Florida	2	26°17'33"	57°0
				Arcillosa fina					

				Arcillosa muy fina					
--	--	--	--	-----------------------	--	--	--	--	--



En cualquier caso, con el propósito de que los responsables del diseño e implementación de las políticas agropecuarias y forestales del país, así como para técnicos, productores rurales y público interesados en general puedan apreciar y valorar las condiciones que ofrecen los suelos de la Región Oriental del País, se hará una descripción general de las características de los mismos sin apelar al máximo rigor técnico o científico, sino tratando de que las informaciones recogidas y ordenadas por este estudio sean fácilmente accesible y comprensibles.

No obstante lo antes señalado, el estudio contiene también en cuadros incorporados en el texto o en anexos toda la información científica requerida para que los especialistas puedan seguir paso a paso el razonamiento que condujo a la caracterización y clasificación de los suelos.

La descripción de los suelos encontrados se hará siguiendo el orden jerárquico del sistema taxonómico, y por consiguiente se iniciará con los Órdenes, siguiendo con los Sub órdenes, Grandes Grupos y los Subgrupos identificados, con sus respectivas faces texturales, en estos casos en que se empleó este nivel de subdivisión. A cada subgrupo taxonómico y su fase textural se les asigna un símbolo (Ejemplo: U11.3), tanto en unidades individuales como combinadas (consociaciones, asociaciones, etc.). No obstante, será necesario identificar en las tablas de las unidades cartográficas de cada Orden de suelos, las unidades cartográficas individuales que conforma cada subgrupo taxonómico, seguido por un quebrado que en el numerador se indica el tipo de paisaje y el tipo de roca, y en el denominador, la pendiente del terreno, el drenaje, la pedregosidad y/o jocosidad, tal y como se señaló en el Capítulo III. Luego, estas unidades cartológicas se discuten según se presentan dentro de cada categoría taxonómica, como se verá luego.

Es oportuno indicar que las propiedades que llevan a clasificar un suelo en un Orden determinado pertenecen inalterables en las categorías inferiores; es decir, un suelo clasificado a nivel de Subgrupo contiene las características inherentes a las del Gran Grupo, Suborden y Orden a los que pertenece.

#### 4.1. ORDEN: OXISOL (O)

Los suelos que pertenecen al Orden Oxisol cubren una superficie de .....Km<sup>2</sup>, lo que representa un...% de la Región Oriental del país. En el Cuadro 5 pueden observarse en las unidades cartográficas que componen los diferentes Subgrupos de los suelos Oxisoles encontrados en este estudio, con su respectiva distribución.

Los Oxisoles se caracterizan por tener un horizonte oxico. Este horizonte se ubica por debajo de la capa superficial o arable del suelo. El suelo también se reconoce como Oxisol si los primeros 18 cm. superficiales tienen 40 % o mas de contenido de arcilla y un horizonte Kandico cuyo limite superior se encuentra dentro de los 100 cm de profundidad del suelo.

EL horizonte Oxico debe comenzar a detectarse dentro de los 150 cm. de profundidad del suelo a contar desde la superficie, y debe tener por lo menos 30 cm. de espesor. No puede ser arenoso, es decir, debe tener textura mas fina o pesada que la arenosa, debe tener bajo contenido (menos de 10 %) de minerales intemperizables, tales como mica, feldespatos, minerales ferromagnesianos, apatitas, etc., así como ausencia de estructuras rocosas, y si estas están presentes no pueden cubrir mas del 5 % del volumen del suelo.

El horizonte Oxico puede tener un gran espesor, y entonces la distinción de camada superpuestas es poco perceptible por el gradual cambio de color, ya sea rojo o gris, o por el cambio del contenido de arcilla, que también es gradual. Los limites entre los subhorizontes dentro del Oxico son difusos.

El cambio textural, medido por el porcentaje de arcilla, no debe ser superior al 20 % entre los horizontes super puestos en el perfil del suelo, o no debe haber mas de un 8 % adicional de arcilla en el horizonte inferior cuando el superior tiene 40 % o mas de arcilla.

En los Oxisoles, las arcillas predominantes son los oxidos hidratados de hierro (Fe) y de aluminio (Al) y la caolinita, a que transfieren al suelo una baja capacidad de intercambio cationico, es decir una pobre capacidad para retener los elementos nutrientes que requieren las plantas, tales como el potasio ( $K^+$ ), Calcio ( $Ca^{++}$ ), magnesio ( $Mg^{++}$ ) y otros micro nutrientes cationicos intercambiables como el cobre, Zinc, Manganeseo y hierro.

En la Región Oriental del país, los oxisoles se distribuyen predominantemente en el sector este, desde el departamento de Canindeyu hasta el de Itapúa, con intrusiones en los Departamentos de Caaguazu y Caazapa. Son suelos derivados de basalto y se presenta en ambientes de topografía suavemente ondulada a ondulada, en lomadas con áreas planas, suavemente inclinadas e inclinadas. Algunos suelos desarrollados en las depresiones o valles entre las lomadas también pertenecen a este Orden.

Debido a la influencia del clima en la formación del suelo Oxisol en la Región Oriental, donde se destaca la precipitación y el efecto de la permanencia del agua en el suelo, los Oxisoles se clasifican en dos Subordenes : Aquox y Udox. Resulta conveniente destacar.

Cuadro 5. Unidades Cartográficas y Áreas de los Subgrupos de Suelos Oxisoles

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Haplaquox	01.5 <u>V s</u> B3n 01.5 <u>V s</u> A3n 01.5 <u>V s</u> A4n		
Rhodic Aerudox	02.5 <u>L b</u> A2n 02.5 <u>L b</u> A/B2n 02.5 <u>L b</u> B/C2n		
Lithic Eutrudox/Kandiudalfle Eutrudox	03.5/04.5 <u>L b</u> B2m 03.5/04.5 <u>L b</u> C2m		



Kandiudalfle Eutrudox	04.5 <u>L<sub>b</sub></u> A2n 04.5 <u>L<sub>b</sub></u> A/B2n 04.5 <u>L<sub>b</sub></u> B/G2n 04.5 <u>L<sub>b</sub></u> C2m 04.5 <u>L<sub>b</sub></u> B2n		
Rhodic Kandiodox	06.5 <u>L<sub>b</sub></u> A2n 06.5 <u>L<sub>b</sub></u> A/B2n 06.5 <u>L<sub>b</sub></u> B2n		
SUBGRUPO		UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE
UNIDAD		SUBGRUPO	
Typic Kandiodox/Lithic Kandiodox		07.5/05.5_!.. B2m	.

Los Oxisoles se caracterizan por tener un horizonte óxico. Este horizonte se ubica por debajo de la capa superficial o arable del suelo. El suelo también se reconoce como Oxisol si los primeros 18 cm. superficiales tienen 40% o más de contenido de arcilla y un horizonte kándico cuyo límite superior se encuentra dentro de los 100 cm. de profundidad del suelo.

El horizonte óxico debe comenzar a detectarse dentro de los 150 cm. de profundidad del suelo a contar desde la superficie, y debe tener por lo menos 30 cm. de espesor. No puede ser arenoso, es decir, debe tener textura más fina o pesada que la arenosa, y debe tener bajo contenido (menos de 10 %) de minerales intemperizables, tales como mica, feldespatos, minerales ferromagnesianos, apatitas, etc., así como ausencia de estructuras rocosas, y si estas están presentes, no pueden cubrir más del 5% del volumen del suelo.

El horizonte Óxico puede tener un gran espesor, y entonces la distinción de camadas superpuestas es poco perceptible por el gradual cambio de color, ya sea rojo o gris, o por el cambio del

contenido de arcilla, que también es gradual. Los límites entre los subhorizontes dentro del óxico son difusos.

El cambio textural, medido por el porcentaje de arcilla, no debe ser superior al 20% entre los horizontes superpuestos en el perfil del suelo, o no debe haber más de un 8% adicional de arcilla en el horizonte inferior cuando el superior tiene 40% o más de arcilla.

En los Oxisoles, las arcillas predominantes son los óxidos hidratados de hierro (Fe) y de aluminio (Al) y la caolinita, a que transfieren al suelo una baja capacidad de intercambio catiónico, es decir, una pobre capacidad para retener los elementos nutrientes que requieren las plantas, tales como el potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y otros micronutrientes catiónicos intercambiables como el cobre, zinc, manganeso y hierro.

En la Región Oriental del país, los Oxisoles se distribuyen predominantemente en el sector este, desde el Departamento de Canindeyú hasta el de Itapúa, con intrusiones en los Departamentos de Caaguazú y Caazapá. Son suelos derivados de basalto y se presentan en ambientes de topografía suavemente ondulada a ondulada, en lomadas con áreas planas, suavemente inclinadas e inclinadas. Algunos suelos desarrollados en las depresiones o valles entre las lomadas también pertenecen a este Orden.

Debido a la influencia del clima en la formación del suelo Oxisol en la Región Oriental, donde se destaca la precipitación y el efecto de la permanencia del agua en el suelo, los Oxisoles se clasifican en dos Subórdenes: Aquox y Udox. Resulta conveniente destacar que todo suelo que sea considerado como Oxisol, el nombre contiene el sufijo “ox” en cualquier categoría de la clasificación.

#### **4.1.1. Suborden Aquox**

Los suelos de este suborden, que ocupan una superficie de..... km<sup>2</sup> de la Región Oriental (ó sea, un.... % de la misma), tiene un régimen de humedad “ácuico” Aqu = agua + ox= oxisol. Por la presencia de un nivel freático alto, se encuentran estacionalmente saturado de agua y consecuentemente sin suficiente aireación a las raíces en cualquier horizonte dentro de los 50cm superiores del suelo. Estas condiciones hacen que los suelos tengan una coloración grisácea oscura y contengan “motas”, o sea, manchas de color rojizo y/o pardo que indican la presencia de iones de hierro y/o manganeso en estado reducido.

Estos suelos se ubican en áreas planas o cóncavas y debido al lento drenaje superficial fácilmente se encharcan con las lluvias o por el agua que escurre desde las partes más altas.

Dentro de este Subgrupo solo se reconoció el Gran Grupo Haplaquox.

#### **4.1.1.1. Gran Grupo Haplaquox**

La superficie ocupada por este Gran Grupo en la Región Oriental correspondiente al Suborden Aquox.

Los Haplaquox (hapl=haplous=simple+aquox), son suelos Aquox que dentro de los 150cm de profundidad tienen por lo menos una camada del horizonte óxico con una capacidad de intercambio catiónico efectiva de mas de 1,5cmol (+)/Km. de arcilla y un pH menor a 5,0; no tienen plintita y la saturación de bases es menor al 35% en todas las partes del suelo, desde la superficie hasta una profundidad de 125cm. dentro de este Gran Grupo los suelos se caracterizaron en tan solo el Subgrupo Typic Haplaquox.

#### **a) Subgrupo Typic Haplaquox. (O1.5)**

La superficie ocupada por este Subgrupo es por supuesto coincidente con la ocupada por el Gran Grupo Haplaquox y el Suborden Aquox. Los suelos son Typic Haplaquox por que mantienen las características del Haplaquox y no presentan otras condiciones que lo desvíen del concepto típico. Estos suelos se distribuyen en las depresiones entre otros Oxisoles de color rojo que ocupan los sectores más elevados. Son arcillosos en todo el perfil, considerándose como arcilloso muy fino a nivel de fase. Son de muy baja fertilidad, ácidos, de baja saturación en bases y nivel medio de aluminio intercambiables, pobres en fósforo y con altos contenidos en materia orgánica (3%) en el horizonte superficial estos suelos se localizan en los Departamentos de Alto Paraná e Itapúa, distribuyéndose desde la zona de Hernandarias hasta Pirapó.

Son suelos que están cubiertos de una vegetación de gramíneas, con moderado o deficiente drenaje superficial y baja permeabilidad. Tienen baja aptitud para los cultivos tradicionales de secano, excepto el cultivo de arroz de secano aprovechándose la alta capacidad de retención de agua que poseen la existencia de una capa freática alta.

#### **4.1.2. Suborden: Udox**

Ocupa..... km<sup>2</sup> de la Región Oriental, lo que representa un.....% de superficie. Son suelos con un régimen de humedad “udico”, condición que indica que cualquier parte de la sección de control del suelo no esta seca por un periodo de 90 días acumulativos por año en seis o mas de cada diez años. Su color es rojizo o rojo-amarillento y se desarrolla a partir de roca basáltica, bajo vegetación boscosa, en un paisaje de lomadas, con pendientes suaves o inclinadas.

Dentro de este Suborden se encontraron suelos de 3 Grandes Grupos, a saber: Acrudox, Eutrudox y Kandiudox.

#### **4.1.2.1. Gran Grupo: Acrudox**

La superficie de la Región Oriental ocupada por este Gran Grupo es de..... km<sup>2</sup> (....% de la misma).

Se trata de suelos Udox que tienen uno o mas subhorizontes del horizonte óxico o kándico dentro de los primeros 150cm de profundidad, una capacidad de intercambio cationico efectivo de menos de 1,5mE/Kg. de arcilla y un pH de 5,0 o mas. Como categoría inferior solo se identifico el Subgrupo Rhodic Acrudox.

#### **a) Subgrupo: Rhodic Acrudox (O2.5)**

La superficie ocupada por este subgrupo en la Región Oriental se corresponde, naturalmente, con la de su Gran Grupo. Los suelos pertenecen al Gran Grupo Acrudox donde el carácter Rhodico, indica el color rojizo (Radhon), e implica que en su perfil entre la profundidad de 25 y 125cm presentan en un 50% o mas, un color de matiz 2,5 YR o mas rojo, con un brillo (value) húmedo de 3 o menos. Se trata de suelos d color rojo oscuro provocado mas por la presencia de gran cantidad de oxido de hierro que por el contenido de materia orgánica. La textura es arcillosa muy fina.

Estos suelos se distribuyen en mayor proporción en la zona norte de los Ríos Acaray e Iguazú, desde Troncal 2 a Hernandarias, y al norte del Río Ñacunday, desde su desembocadura hasta el sector sur de Santa Rosa del Monday, dentro del Departamento de Alto Paraná.

Los Rhodic Acrudox son suelos profundos, de color rojo y muy arcilloso en todo el perfil, con poco o gradual aumento en el contenido de arcilla con la profundidad: la separación de los subhorizontes es dificultosa por lo difuso de sus cambios de color, textura y consistencia. Como tienen una alta permeabilidad y una textura arcillosa pueden considerarse como altamente resistentes a la erosión hídrica mientras se localicen en las plataformas y en los sectores de las lomadas con pendientes suaves. La fertilidad es baja, aunque tiene una moderada capacidad de intercambio catiónico, (entre 10 y 12cmol/kg. de suelo); ya que las bases de cambio son bajas (menos de 3%), y la saturación del complejo coloidal es menor del 25%. Son suelos ácidos y con presencia moderada de aluminio intercambiable fósforo bajo y contenido medio de materia orgánica (1,7%) en al camada superficial. Sin embargo estos suelos están siendo utilizados en la agricultura con cultivos de sojas, maíz, trigo, girasol y habilla, y resultan altamente productivos con la aplicación de fertilizantes y correctivos para su acidez.

Estos suelos se encontraron formando parte de unidades cartográficas que comprenden paisajes de lomadas, en pendientes suaves y en menor proporción en pendientes mas fuertes que generalmente se localizan en los declives finales de las lomadas, que se vuelven convexas y cortas.

Estas condiciones fisiográficas son consistentes en zonas de rocas basálticas, donde las lomadas están separadas por depresiones angostas en las que se desarrollan los suelos Haplaquox.

##### **4.1.2.2. Gran Grupo: Eutrudox**

Ocupa..... km<sup>2</sup> (....%) de la Región Oriental del Paraguay. Son suelos que poseen las propiedades de los Udox y que se caracterizan por tener una saturación de bases de 35% o más en los horizontes, dentro de la profundidad de 125cm a contar de la superficie del suelo.

Dentro de este gran grupo se conocieron dos Subgrupos Lithic Eutrudox y Kandiudalfic Eutrudox, siendo el de mayor expresión territorial el Kandiudalfic Eutrudox.

En el sector entre San Cristóbal y San Agustín, sector donde limitan los Departamentos de Caapucú, Alto Paraná, sobre la Cordillera de Caaguazú, se delimitaron unidades cartográficas de los dos Subgrupos taxonómicos mencionados **(O3.5/O4.5)**.

**a) Subgrupo: Lithic Eutrudox (O3.5)**

La textura de estos suelos es arcillosa muy fina. Son suelos que aparecen asociados al Kandiualfic Eutrudox y se diferencian de este por tener menor espesor. Como se presentan al final de las pendientes de las lomadas, tienen un contacto lítico dentro de los 125cm de profundidad, es decir, el material de origen rocoso aparece dentro de esa profundidad. De ahí que presenten las mismas aptitudes del Kandiualfic Eutrudox para su uso en agricultura, excepto por que el suelo es muy somero y presentan dificultades a la mecanización por las pendientes acentuadas en el afloramiento rocoso en muchas posiciones topográficas.

**b) Subgrupo Kandiualfic Eutrudox (O4.5)**

Este subgrupo se encuentra distribuido en el Departamento de Alto Paraná, al norte de la Cordillera de Caaguazú, desde la zona de San Cristóbal hasta la Colonia “Raúl Peña”, y en el Departamento de Itapúa, y en las zonas de las colonias de Pirapó y Bella Vista. Aparece en lomadas derivadas de basalto, en sectores planos y pendientes suaves a inclinadas. Cuando se ubican en los declives pronunciados se encuentran fases de rocosidad moderada en las unidades cartográficas que conforman.

Los Kandiualfic Eutrudox pertenecen al Gran Grupo Eutrudox, y por consiguiente los suelos poseen las propiedades de esa categoría superior. Son Eutrudox que tienen un contenido de arcilla de 40% o mas en la camada superior del suelo, o en los primeros 18cm de espesor, y un horizonte kándico cuyo límite superior se inicia dentro de los 150cm de la profundidad del suelo, medido desde la superficie del suelo mineral. El horizonte A es ócrico, de color pardo rojizo oscuro con alto contenido de materia orgánica (3%) en áreas todavía no cultivadas, pH 6.5 y alta capacidad de intercambio catiónico.

El horizonte subsuperficial es kándico porque en una distancia vertical de 15cm se verifica un cambio textural a la profundidad de 30cm y la diferencia en contenido de arcilla entre las dos camadas superpuestas es de mas del 8% en valor absoluto; por que el horizonte de arriba tiene mas del 40% de arcilla y por que la capacidad de intercambio cationico efectiva de la arcilla de las camadas superior e inferior tienen respectivamente valores menores de 16mE/100g y 12mE/100g. En profundidad, el horizonte kándico cumple con todas las propiedades del horizonte óxico. La capacidad de intercambio catiónico varia poco, entre 10 y 12cmol/Kg. de suelo y las bases de cambio disminuye gradualmente con la profundidad, desde 8mE/100g en los 30cm hasta 4mE/100g a la profundidad de 1,90m. Pero a partir de los 127cm la saturación del complejo de cambio es

mayor a 35%, el pH es fuertemente ácido y el contenido de aluminio (1,4mE/100g.) es muy alta, lo que puede aceptar por su toxicidad a las plantas con raíces profundas.

Los suelos profundos, de textura arcillosa muy fina, de alta porosidad y permeabilidad. Las propiedades físicas son excelentes y sus condiciones químicas son favorables para una alta profundidad. La fertilidad de las camadas superficiales es buena, hasta los 90cm, ya que tiene una alta saturación en bases, ausencia de aluminio intercambiable, pH óptimo para la mayoría de los cultivos y alto contenido de materia orgánica; solamente el nivel de fósforo es bajo. Su uso actual es con cultivos anuales de soja, trigo, girasol, maíz, con excelentes rendimientos y algunas especies perennes, tales como el tung, la yerba mate los cítricos y otros frutales.

#### **4.1.2.3. Gran Grupo Kandiodox**

Los Kandiodox pertenecen al orden Udox y se caracterizan por un contenido de arcilla de 40% o más en los primeros 18cm superficiales, y por presentar un horizonte kándico cuyo límite superior aparece dentro de los 150cm de la parte superior del suelo. Las propiedades para un horizonte subsuperficial se ha considerado Kándico fueron consideradas en el carácter kándico del Eutrodox.

Este Gran Grupo se identificaron 3 subgrupos, a saber: Lithic Kandiodox, Rhodic Kandiodox y Typic Kandiodox, siendo el Rhodic Kandiodox el de mayor dispersión territorial.

El Gran Grupo Kandiodox abarca una superficie de ..... km<sup>2</sup> de la Región Oriental del país.

##### **a) Subgrupo: Lithic Kandiodox (O5.5)**

Son los suelos Kandiodox que tienen un contacto lítico dentro de los 125cm de profundidad a partir de su superficie. Se presentan asociados a Typic Kandiodox (**O 7.5/O5.5**) y se localizan en una zona que se extiende desde Cambyreta y Alborada hacia Capitán Miranda y Colonia Federico Chávez, del Departamento de Itapúa, son lomadas derivadas de basalto con pendientes acentuadas y mostrando una pedregosidad moderada.

##### **b) Subgrupo: Rhodic Kandiodox (O6.5)**

Es un Kandiodox de carácter ródico, lo que significa que tiene un horizonte argílico rojo. En un espesor de 75cm, localizado entre los 25 y 125cm de profundidad del brillo con valor de 3 o menos cuando húmedo. A nivel de fases, se le ha caracterizado como arcilloso muy fino.

Los Rhodic Kandiodox abarca una gran extensión del sector norte del Departamento de Alto Paraná y este del Canindeyú, se distribuyen en una gran extensión que va desde el Río Monday hasta el Río Carapá, encontrándose en forma más continua en las cuencas de los Ríos Itambey y Limboy.

Abarcan una superficie de ..... km<sup>2</sup> , lo que representa un....% de la Región Oriental del país.

Los suelos son utilizados en agricultura estacional y en ganadería con pastura implantados sobre tierras desmontadas. Como se trata de suelos arcillosos, y siendo las arcillas de baja actividad, la capacidad de intercambio catiónico es menor de 14mE/100g de suelo y la suma de bases de cambio esta entorno de 2mE/100g de suelo; en consecuencia, la saturación de bases es muy baja (menor al 17%). A la baja fertilidad se debe adicionar el alto contenido en aluminio intercambiable y la alta saturación del complejo coloidal con este elemento. El aluminio ya se encuentra en niveles tóxicos para las plantas.

Son suelos que tienen un color pardo rojizo oscuro en la camada arable rojo oscuro o rojo en los horizontes profundos según estén húmedos o secos respectivamente; son muy arcillosos y desde los 40cm de profundidad hay poca variación en su textura, estructura y consistencia, y también químicamente considerando su acidez, capacidad de intercambio catiónico, cantidad de bases intercambiables y saturación con bases.

Los Rhodic Kandiudox son suelos de alto potencial de producción por sus excelentes propiedades físicas, siempre que se atienda a su fertilidad y se corrija su alta acidez (pH menor a 5,0 en la capa superficial arable). En áreas cultivadas el contenido de materia orgánica es bajo, del Orden de 1,2%, el fósforo es de 2ppm. Bajo vegetación boscosa, las concentraciones de materia orgánica, de fósforo y de las bases de intercambio mejoran sensiblemente, aunque los niveles a que llegan continúan siendo bajos.

Estos suelos derivados de basalto componen las unidades cartográficas donde se destacan una fisiográfica de lomadas, con pendientes planas y suavemente onduladas, que no sobre pasan en 8%, con buen drenaje y sin presencia de rocas en la superficie

#### **c) Subgrupo: Typic Kandiudox (O7.5)**

Estos suelos son parecidos al Rhodic Kandiudox, diferenciándose del mismo por no reunir las condiciones de color en lo que refiere al brillo en la profundidad entre los 25 y 125cm del perfil. El Typic Kandiudox se halla asociado con el Lithic Kandiudox (O7.5/O5.5) y se han desarrollado sobre rocas basálticas, en topografía ondulada, con pendientes predominantes entre 3 y 8%. Esta asociación de suelos se encuentra al sur del Departamento de Itapúa, extendiéndose desde la Colonia Federico Chávez hasta el Río Paraná, al noreste de Encarnación.

### **4.2. ORDEN VERTISOL**

Los Vertisoles se localizan al noroeste de la Región Oriental del país, en una amplia zona de las localidades de Puerto Pinasco y San Lázaro. Cubren una superficie de ..... km<sup>2</sup> , formando inmensas llanuras cubiertas por vegetación de gramíneas, cuyo material de origen esta constituido por roca calcáreas, rocas ígneas básicas o sedimento derivados de ellas.

Las unidades cartográficas delimitadas en el paisaje de estas llanuras se presentan en el Cuadro 6:

**Cuadro 6. Unidades Cartográficas y Áreas de los Subgrupos de Suelos vertisoles**

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE (km2)	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Hapludert	V1.4 <u>Lis</u>		
	A4n		
	V1.5 <u>Lic</u>		
	A4n		
	V1.5 <u>Lic</u>		
	A4n		

Los Vertisoles se caracterizan por poseer un alto contenido de arcilla que se expande y se contrae conforme el estado de hidratación. Debido a esta condición, los suelos se agrietan en las épocas de sequía y cuando húmedos las grietas se cierran por el consecuente hinchamiento de las arcillas de tipo montmorillonítico, mostrando una baja permeabilidad y alta adhesividad.

Las características fundamentales de los Vertisoles, además del agrietamiento ya mencionado, son la presencia de una camada de 25cm o más de espesor dentro de los primeros 100cm superficiales, cuyos agregados tienen caras alisadas y estriadas debido a que una masa de suelo resbala contra otra como resultado de la permanente situación de hinchamiento y contracción del suelo. Tales superficies de fricción son conocidas como “slickensides”. Estas superficies planas de deslizamiento se interceptan cuando están próximas y aparecen agregados estructurales en forma de cuña, con sus ejes longitudinales inclinados entre 10° y 60° respecto de la horizontal. Tienen también 30% o más de arcilla en los primeros 18cm superficiales del suelo, o en todo el perfil cuando el suelo tiene



menos de 50cm de profundidad debido al contacto con rocas continuas o semidescompuestas o con una capa endurecida.

La cobertura vegetal predominante es de gramíneas, aunque también se han encontrado árboles dispersos en ciertas aras una vegetación típica Chaqueña de gramíneas con Karanday; aromita y otros arbustos.

En este Orden se ha definido el Suborden Udert.

#### **4.2.1. Suborden: Udert.**

Son Vertisoles que tienen un régimen de humedad “údic”, permaneciendo húmedos la mayor parte del año. Los periodos de sequía son relativamente cortos y por ello las grietas que aparecen nunca están abiertas por mas de 90 días acumulativos por año. Dentro de este Suborden se ha reconocido el Gran Grupo Hapludert.

##### **4.2.1.1. Gran Grupo: Hapludert**

Son los suelos que presentan las propiedades del Suborden Udert con relación al régimen de humedad y la ocurrencia de grietas en el periodo seco del año, y que no presentan una conductividad eléctrica de menos que 4,0dS/m a 25° C y un pH del suelo medido con agua en la relación 1:1 de 5,0 o menos, en uno o mas horizontes identificados con un espesor total de 25cm o mas, contenidos en los 50cm superficiales del suelo. Dentro de este Gran Grupo se ha reconocido tan solo el Subgrupo Typic Hapludert.

##### **a) Subgrupo: Typic Hapludert (V1)**

Los suelos mantienen las propiedades destacadas en las categorías anteriores de clasificación y se caracterizan también por no ser someros ni tener contacto con la roca originaria dentro de los 100cm de profundidad, así como por no permanecer saturados de agua por largo tiempo.

El Typic Hapludert se distribuye al noroeste del Departamento de Concepción desde San Lázaro hasta el Puerto Itapucumi, en una franja costera al Río Paraguay de aproximadamente 30km de ancho, donde también aparecen suelo de otros Ordenes, como Alfisoles, Mollisoles e Inseptisoles. También aparecen asociados al Aquic Eutrochrept (V1.4/I1.3)

Estos suelos presentan colores oscuros en los horizontes superiores, los que van del gris muy oscuro al negro, con fuerte estructura granular y en muy pequeños bosques subangulares que son friables cundo secos y muy plásticas y muy pegajoso cuando contienen mas agua. La textura es arcillosa fina (V1.4) y muy fina (V1.5), lo que conduce a una baja permeabilidad. En profundidad, los horizontes tienen colores algo más claros, estructurados en pequeños bloques subangulares, siendo también arcillosos, muy plástico y pegajosos.

En el perfil se observa poca evidencia de iluviación. Los suelos tienen una alta capacidad de intercambio cationico (mas de 30mE/100g de suelo) y una alta saturación en bases, dominada por el calcio; se verifica la presencia de concreciones de carbonato de calci, pequeñas en las camadas superiores y que llegan a 100mm y en cantidad mas

abundante a mayor profundidad, donde también aparecen moteados anaranjados, pequeños y escasos, así como concreciones oscuras y pequeñas.

**4.3 ORDEN: MOLLISOL (M)**

Los suelos que en este estudio se reconocieron como Mollisoles abarcan una superficie de..... km<sup>2</sup>, la que representa un.....% de la Región Oriental del país. Las unidades cartográficas en que participan estos suelos se aprecian en el Cuadro 7

Cuadro 7. Unidades Cartográficas y Aéreas de los Subgrupos de Suelos Mollisoles.

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE (km2)	
		UNIDAD	SUBGRUPO

Vertic Paleudoll	M1.4 <u>Lls</u> A5n  M1.4 <u>Se</u> Dlf		
Vertic Paleudoll / Lithic Paleudoll	M1.4/M3.4 <u>Lc</u> A3f  M1.4/M3.4 <u>Lc</u> A3m  M1.4/M3.4 <u>Llc</u> A3m		
Calcic Argiudoll	M2.4 <u>Llc</u> A3m		
Lithic Hapludoll/Lithic Udorthent	M3.2/E8.2 <u>Sa</u> Dlf  M3.2/E8.2 <u>Sa</u> C/D1f  M3.2/E8.2 <u>Sa/b</u> C/D2f  M3.2/E8.2 <u>Sa/b</u> Dlf		
Lithic Hapludoll	M3.3 <u>Li</u> B2m  M3.3 <u>Sc</u>		

--	--	--	--

Los Mollisoles son suelos minerales, de colores oscuros, ricos en bases, que se han desarrollado a partir de sedimentos donde predominan los cationes bivalentes, principalmente el calcio, y que gradualmente se han ido enriqueciendo de materia orgánica, lo que se verifica mas notoriamente en la camada superior del suelo.

Los materiales que dieron origen a estos suelos son tocas calcáreas y las intrusivas alcalinas, y se observan en extensas llanuras cubiertas fundamentalmente de una vegetación de gramíneas, y en lomadas fuertes y en serranías con cobertura boscosa.

El horizonte superficial de estos suelos, que se conoce como “mólico”, es de color oscuro, rico en bases donde destaca el calcio, con mas del 50% de saturación del complejo de intercambio, con alto contenido de materia orgánica y estructura granular o grumosa fuertemente desarrollada; y los suelos que tienen el horizonte superficial mólico son considerados Mollisoles. También se consideran Mollisoles aquellos suelos cuya camada superficial de 18cm de espesor que cumple con los requisitos del mólico, excepto el espesor, y además en la parte superior de un horizonte argílico, kándrico o nátrico, presentan un sub-horizonte de mas de 7.5cm de espesor que cumple con los requisitos de un epipedón mólico, pero que está separado del horizonte superficial por un horizonte blanquecino. Esta última condición no se ha encontrado en la región de estudio. Los suelos son también Mollisoles si tienen una saturación de bases de 50% o más en los 125cm superiores de los sub horizontes argílico, kándrico o nátrico, en caso de que lo contengan, o entre la superficie del suelo y una profundidad de 180cm. O hasta el contacto lítico o paralítico, si el material rocoso se encuentra más superficialmente.

No todos los suelos que tienen un horizonte mólico son Mollisoles. Si un suelo tiene debajo del horizonte mólico un horizonte argílico con una saturación con bases de menos del 50% no puede ser considerado Mollisol. Tampoco pueden ser considerados Mollisoles aquellos suelos que tienen un horizonte óxico y los que presentan micro relieve (gilgai), slickensides, grietas inclinadas u otras propiedades de los Vertisoles.

En este estudio, dentro del Orden Mollisol se ha caracterizado tan solo el Sub Orden Udoll.

#### **4.3.1 Suborden: Udoll**

Esta categoría incluye los suelos con régimen de humedad údico y que no tienen un horizonte albico entre el mólico y otro subyacente. No muestran los efectos de una saturación permanente o estacional con agua entre una profundidad de 40 a 50cm. Del perfil, y al ser suelos

de regiones húmedas, no están secos por más de 90 días acumulativos al año. Además del horizonte mólico superficial, oscuro, rico en materia orgánica y con alta saturación de bases, pueden presentar horizontes superficiales enriquecidos de arcilla.

En el Suborden Udoll se caracterizaron los siguientes Grandes Grupos: Paleudoll, Argiudoll y Hapludoll.

#### **4.3.1.1 Gran Grupo: Paleudoll.**

Los suelos reconocidos como Paleudoll son profundos, y no tienen un horizonte petro cálcico dentro de los 150cm de profundidad, así como tampoco en ese mismo espesor se verifica una disminución del contenido de arcilla con la profundidad de más de 20% en relación al horizonte más arcilloso. Además, los horizontes más profundos tienen un color rojizo. A los Paleudoll se les conoce por ello como Udoll rojizos. Dentro de este Gran Grupo se ha caracterizado el Subgrupo Vertic Paleudoll.

##### **a) Subgrupo: Vertic Paleudoll (M.1)**

En este suelo se incluye a los Paleudoll que muestran grietas de 5mm de ancho como mínimo, con un espesor de 30cm, o más, en algún periodo del año dentro, de la profundidad de 125cm, del suelo mineral. Muestran también superficies de fricción y en forma de cuña. La clase textural de este Vertic Paleudoll es arcillosa muy fina (M.1.4)

Este suelo se ha encontrado en el departamento de Concepción, al norte de la Laguna Verá, en la cuenca del Arroyo Napegué. Los horizontes superficiales son de color gris a gris negruzco, de textura franco-limosa a arcillosa, estructura grumosa y en bloques sub angulares muy pequeños y con contenido alto de materia orgánica (2.5 a 4 %), capacidad de intercambio catiónico entre 16 y 18 Me/100g de suelo y alta saturación en bases, destacándose el calcio. En profundidad, los horizontes presentan colores pardo, pardo rojizo oscuro, o pardo rojizo. La textura es arcillosa y la estructura en bloques sub angulares pequeños a medio de desarrollo fuerte. El paisaje predominante es de llanura cubierta con permeabilidad por las propiedades físicas del perfil.

Esa unidad taxonómica se encuentra también asociada al Lithic Hapludoll (M.14/M3.4), en unidades cartográficas que se distribuyen en el sector de la Colonia María Auxiliadora y en las cabeceras de las Cuencas de los arroyos La Paz y Tagatija, al norte de la Región Oriental del país.

#### **4.3.1.2 Gran Grupo: Argiudoll**

Los Argiudoll son los suelos Udoll que tienen horizontes sub superficiales enriquecidos de arcilla iluvial o transportada de las capas superiores. Como el Argiudoll reconocido a nivel de la Región Oriental del país se encontró un horizonte cálcico dentro de los 100cm. Superiores del suelo, se ha clasificado a nivel de subgrupo como Calcic Argiudoll.

##### **a) Subgrupo: Calcic Argiudoll (M2.4)**

Este suelo se ha encontrado al norte del Departamento de Concepción, en una faja contigua al macizo granítico que se extiende desde el Río Apa hacia el sur. Se encuentra entre Vertisoles y Entisoles líticos formado por unidades cartográficas que se extienden en llanuras cuyo mineral de origen es la roca calcárea o sedimentos de ella y en una topografía plana, de moderado drenaje superficial y con alternada rocosidad.

El Calcic Argiudoll es un suelo con un horizonte mólico en superficie y un contenido de materia orgánica de 3.5%, lo que indica el efecto acumulativo de los residuos vegetales. El color es pardo grisáceo oscuro, con textura franco arcillo arenosa y alto contenido en bases, donde predomina el calcio. El pH es neutro a débilmente alcalino.

En sub superficie aparece el horizonte argílico, enriquecido de arcilla transportada. El color es más claro a medida que aumenta la profundidad, yendo del gris negruzco al pardo grisáceo. Su textura es arcillosa, y la estructura es en bloques sub angulares pequeños a medios y de fuerte desarrollo, muy plásticos y muy pegajosos. A los 70cm. De profundidad aparece una camada con acumulación de carbonato de calcio (39%) que tiene más de 15cm de espesor.

Todo el perfil contiene concreciones de carbonato de calcio, siendo muy pequeñas en los horizontes superficiales y llegando al tamaño de 5mm. En profundidad y en cantidad más abundante. También presenta nódulos de hierro, negros, duros y abundantes. (2%)

Los horizontes sub superficiales tienen más alta capacidad de intercambio catiónico (más de 25mE/100g. de suelo) y alta saturación en bases. El pH se hace más alcalino a medida de la mayor profundidad del suelo. El fósforo es el elemento que se encuentra en un nivel muy bajo, de tan solo 2ppm en todos los horizontes.

#### 4.3.1.3 Gran Grupo: Hapludoll

Los Hapludoll (Hapl= haplous =simple, + Udoll) son los suelos que debajo del horizonte mólico no presentan un horizonte enriquecido de arcilla, ni un horizonte que presente acumulación de carbonato de calcio o carbonato de calcio y magnesio. Son suelos jóvenes, de un desarrollo incipiente, por lo que el perfil es somero o muy somero.

Dentro de este Gran Grupo, sólo se ha reconocido en este estudio el Subgrupo Lithic Hapludoll.

#### **a) Subgrupo: Lithic Hapludoll (M3)**

Son los Hapludoll que tienen un contacto lítico dentro de los 50cm de profundidad a partir de la superficie mineral del suelo. Estos suelos se han reconocido en ambientes de serranías y de lomadas con pendientes acentuadas. Son suelos rasos que se presentan cubriendo el manto rocoso. Cuando el material de

origen es la arenisca, la textura del suelo es francosa gruesa (M3.2), con estructura débil y muy susceptible a la erosión por la pendiente y la alta permeabilidad. El horizonte superficial es de color rojo parduzco, de baja capacidad de intercambio catiónico pero de alta saturación de bases; pH casi neutro.

Se le ha encontrado asociado a los Lithic Udorthent de textura gruesa (M3.2/E8.2) en el Departamento de Amambay, en la cordillera del mismo nombre que se extiende de norte a sur en el sector de Capitán Bado, al noroeste de la Región Oriental del país. También se presenta asociado con el Lithic Udorthent de textura arcillosa (M3.2/E8.5) en la misma cordillera, hacia el sector de Pedro Juan Caballero, donde se encuentra el contacto geológico entre la arenisca y el basalto. Forma la unidad cartográfica que se caracteriza por una fuerte pendiente, de excesivo drenaje u fuerte pedregosidad.

El Lithic Hapludoll de textura francosa fina (M3.3) también se ha desarrollado en lomadas con pendientes moderadas sobre rocas alcalinas intrusivas. Esta unidad taxonómica se ha caracterizado en el Departamento de Paraguari, entre Sapucaí e Ybytymí. El horizonte mólico, de color gris en la parte superficial y pardo en la parte inferior, es de poco espesor (menos de 50cm), y descansa sobre el horizonte C o sobre el horizonte de la roca madre. El contenido de materia orgánica es de 3%, a capacidad de intercambio es de 28Me/100g de suelo en la camada superior y de 18mE/100g. de suelo en la parte inferior del mólico; la saturación de bases es alta y el pH es alcalino. Son suelos de uso agrícola, particularmente en la producción de alfalfa, leguminosa forrajera de alto valor nutritivo. En ese paisaje forma una unidad cartográfica destacada por la presencia de moderada rocosidad, que dificulta la utilización de labores mecánicas.

El Lithic Hapludoll se ha encontrado también asociado a Lithic Udorthent franco arenoso (M3.3/E8.2) , en el sector sur de la cordillera del Amambay y que empalma con la cordillera del Mbarakayú, desde Itanará hasta la altura de Corpus Christi, en el Departamento de Canindeyú, en un paisaje donde se observa el contacto entre el basalto, arenisca, en una topografía ondulada, con pendientes mayores a 8% y también mayores de 15% con presencia de fuerte rocosidad.

El sector de Puerto Pinasco y San Lázaro, al norte del departamento de Concepción, los Lithic Hapludoll son de textura arcillosa (M3.4) y ocupan las áreas de serranías y cerros aislados que se distribuyen a lo largo y próximo al Río Paraguay; formado una unidad cartográfica caracterizada por el material de origen calcáreo, en un ambiente fuertemente inclinado, de excesivo drenaje superficial y fuerte rocosidad o pedregosidad.

#### **4.4 ORDEN: ULTISOL (U)**

Los suelos que pertenecen al Orden Ultisol cubren una superficie de .....Km<sup>2</sup> y representan el .... % de la Región Oriental del país. Se presentan

formando numerosas unidades cartográficas, donde participan como unidades casi puras o se les encuentra en asociación con otros suelos del mismo Orden o de otros Órdenes. Las unidades dominantes se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Unidades Cartográficas y Aéreas de los Subgrupos de Suelos Ultisoles.

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE (km2)	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Albaquult	Ul.3 $\frac{La}{A3n}$		
	Ul.3 $\frac{Lls}{A4n}$		
	Ul.3 $\frac{Lls}{A5n}$		
	Ul.5 $\frac{Lls}{A4n}$		
Typic Paleaquult	U2.3 $\frac{Lg}{B2n}$		
	U2.3 $\frac{Lls}{A4n}$		
	U2.3 $\frac{Lls}{A5n}$		
	U2.3 $\frac{Vs}{A5n}$		



Typic Paleaquult/Typic Psammaquent	U2.3/E1.1 <u>Lls</u> A5n		
Typic Epiaquult	U3.4 <u>Lls</u> A4n		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE (km2)	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Arenic Kandiudult	U4.2 <u>La</u> A2n		
Arenic Kandiudult/Typic quartzipsamment	U4.1/E2 <u>La</u> B2n		
Rhodic Kandiudult	U5.4 <u>La</u> A2n		
	U5.4 <u>La</u> B2n		
	U5.5 <u>La</u> A2n		

Arenic Rhodic Paleodult	U6.1 <u>La</u> A2n		
	U6.1 <u>La</u> A/B2n		
	U6.1 <u>La</u> C2n		
	U6.1 <u>La</u> B/C2n		
	U6.2 <u>La</u> A2n		
	U6.2 <u>La</u> A/B2n		
	U6.2 <u>La</u> B2n		
	U6.3 <u>La</u> A2n		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIES (Km <sup>2</sup> )	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Arenic Rhodic Paleudult/Ubric Dystrochrept	U6.1/I3.1 <u>La</u> A2n U6.1/I3.1 <u>La</u> B2n U6.1/I3.1 <u>La</u> C2n		
Grossarenic Paleudult	U7.1 <u>La</u> A2n		
Grosarenic Paleudult/Arenic Rhodic Paleudult	U7.1/U6.3 <u>La</u> A2n		
Fragiaquic Paleudult	U8.1 <u>Lis</u> A4n		
Aquic Paleudult	U9.4 <u>Lis</u> A4n U9.4 <u>Lis</u> A5n		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIES (Km <sup>2</sup> )	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Rhodic Paleudult	U10.2 <u>La</u> A2n U10.2 <u>La</u> A/B2n		

	U10.2 <u>La</u> B2n		
	U10.2 <u>La</u> B/C2n		
	U10.3 <u>La</u> A2n		
	U10.3 <u>La</u> A3n		
	U10.3 <u>La</u> B2n		
	U10.3 <u>La</u> A/B2n		
	U10.3 <u>La</u> C2n		
	U10.4 <u>La</u> A/B2n		
	U10.4 <u>La</u> A2n		
	U10.4 <u>La</u> B2n		
	U10.4 <u>La</u> C1m		
	U10.4 <u>La</u> B/C2n		
	U10.4 <u>Lb</u> B2n		
	U10.5 <u>La</u> A2n		
	U10.5 <u>La</u> A/B2n		
	U10.5 <u>La</u> B2n		
	U10.5 <u>Lb</u> A2n		
	U10.5 <u>Lb</u> A/B2n		
	U10.5 <u>Lb</u> B2n		

	U10.5 <u>Lb</u> C2n U10.5 <u>Lb</u> C/D2n		
Rhodic Paleudult/ Mollic Paleudalf	U10.3/A12.2 <u>La</u> B2n		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIES (Km <sup>2</sup> )	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Rhodic Paleudult/ Lithic Udorthent	U10.5/E8.5 <u>Lb</u> B/C2n U10.5/E8.5 <u>Lb</u> C2m		
Rhodic Paleudult/ Typic Paleudult	U10.5/U11.5 <u>Lb</u> B/C2n U10.5/U11.5 <u>Lb</u> C2n		
Typic Paleudult	U11.2 <u>La</u> A2n U11.2 <u>La</u> B2n U11.2 <u>La</u> C1n U11.2 <u>La</u> C2n U11.3 <u>La</u> A2n U11.3 <u>La</u> A/B2n		

	U11.3 <u>La</u> B2n U11.3 <u>La</u> C2n U11.4 <u>La</u> B2n U11.4 <u>La</u> C2n		
Typic Paleudult/ Typic Quartzipsamment	U11.2/E2 <u>La</u> A2n U11.2/E2 <u>La</u> B2n U11.2/E2 <u>La</u> C1n U11.2/E2 <u>La</u> C2n		
Psammentic Rhodudult	U12.1 <u>La</u> A/B2n		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIES (Km <sup>2</sup> )	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Rhodudult	U13.3 <u>La</u> A2n U13.3 <u>La</u> B2n U13.3 <u>La</u> C2n U13.4 <u>La</u> A/B2n U13.4 <u>La</u> B2n		
Aquic Hapludult	U14.3 <u>La</u> A3n		
Humic Hapludult	U15.4 <u>La</u> A2n U15.4 <u>La</u> B2n		
Ochreptic Hapludult	U16.2 <u>La</u> A3n		
Typic Hapludult	U17.3 <u>La</u> A2n U17.3 <u>La</u> B2n U17.4 <u>La</u> B2n U17.4 <u>Lis</u> A3n		

En el Orden Ultisol se reconocieron dos Subordenes, 7 Grandes Grupos y 17 Subgrupos. Los Subordenes son Aquult y Udult. El Aquult contiene tres Grandes Grupos sus correspondientes Subgrupos, mientras que el Suborden Udult contiene 4 Grandes Grupos y en estos se reconocieron 14 Subgrupos.

Los Ultisoles de la Región Oriental del país, tiene un horizonte argílico o kándico, pero sin Fragipan, y una saturación de bases (por la suma de cationes) de menos que 35% en una de las siguientes profundidades: 1) si el horizonte superficial es arenoso o arenoso con 35% o mas de fragmentos de rocas, esa saturación en bases debe cumplirse a la profundidad de 125cm. a partir del limite superior del Argilico o 180cm. de profundidad desde la superficie del suelo, o inmediatamente arriba del contacto con la roca si el suelo es menos profundo de 2 metro; 2) si tienen un Fragipan, (camada endurecida y quebradiza, de alta densidad y de textura francosa), la saturación en bases debe cumplirse a los 75cm. debajo del limite superior del Fragipan, o a los dos metros desde la superficie del suelo, o en el contacto lítico, paralítico o petroférico. No se ha reconocido la presencia de fragipan.

Es oportuno referirse a lo que se considera un horizonte Argilico, por que las propiedades de un horizonte kándico ya se han mencionado cuando se considero el suelo Kandialfic Eutradox.

Un horizonte Argilico es un horizonte iluvial en el cual las arcillas cristalinas silicatadas se han acumulado por iluviación en una cantidad significativa, aunque esta camada contenga también arcilla que se haya formado naturalmente “in situ”. Este horizonte es considerado de subsuperficie,



por que se forma debajo de un horizonte eluvial o de lavado, hídrica, las camadas superficiales han sido arrastradas.

Como no se han encontrado suelos con discontinuidad litológica entre el horizonte eluvial y el argílico, este debe contener mas arcilla que el horizonte superior en una distancia vertical de 30cm., en la siguiente proporción: 1) cuando el horizonte eluvial tiene menos de 15% de arcilla total en la fracción fina de la tierra, el contenido total de arcilla en el horizonte argílico debe ser de 3% mas en valor absoluto; 2) cuando el horizonte eluvial tiene entre 15 y 40% de arcilla total, la relación de arcilla entre el argílico y el eluvial debe ser de 1.2 o mas, y 3) si el horizonte eluvial tiene 40% o mas de arcilla, para ser considerado argílico el horizonte en cuestión debe contener 8% mas de arcilla en valor absoluto.

Hay tan bien condiciones requeridas de espesor. El argílico debe tener un espeso mínimo de un décimo de la suma de todos los horizontes por encima de el, o de 15cm. o mas si el suelo tiene una profundidad de 1,5m., o si la textura es areno francosa o arenosa. Si el suelo es de textura franca o mas fina, basta con que el horizonte subsuperficial tenga un espesor de 7,5cm.

En suelos sin estructura; el horizonte argílico presenta arcillas orientadas llenando algunos poros y uniendo los granos de arena. Si se presentan estructuras, estas deben tener cutanes en sus superficies o en los poros finos, o por lo menos revestimiento de arcilla es la parte interior del argílico, si es arcilloso.

Entonces, la característica principal de un Ultisol es la presencia del horizonte argílico o kándico con bajo porcentaje de saturación en bases. Generalmente se forman en climas húmedos y en regiones donde la precipitación supera a la evapotranspiración en algunas estaciones del año. Esta condición climática hace que el agua se mueva gravitacionalmente en el suelo y arrastre las arcillas y los cationes hacia los horizontes inferiores. De ahí que los horizontes inferiores pueden presentar un enriquecimiento con arcilla translocadas, y los agregados y los paros revestirse con películas de las mismas. Las bases son absorbidas por las raíces de las plantas y recicladas a la superficie del suelo mediante el aporte de materia orgánica. Es por eso que la saturación de bases decrece con la profundidad del suelo.

Los Ultisoles se encuentran desarrollados sobre una variedad de materiales rocosos, tales como areniscas, basaltos granito y sedimento de estas rocas. Se encontraron también en diferentes paisajes, como llanuras, lomadas y serranías, y con cobertura vegetal de bosques, sabanas y praderas.

Los Ultisoles pueden tener un horizonte superficial mólico, umbrico, ócrico o histico, pero en la Región Oriental del país predomina el epipedón ócrico.

A nivel de Suborden, y como ya se indicara, se reconocieron los Aquult y los Udult.

#### **4.4.1 Suborden: Aquult**

Estos suelos son de lugares húmedos y están saturados de agua por algún tiempo del año, ya sea por recoger el agua de escurrimiento o por la presencia de una napa freática alta o que fluctúa estacionalmente. Como tienen un régimen de humedad ácuico, en los primeros 50cm. superficiales pueden contener hierro ferroso activo o presentar características morfológicas

ocasionadas por un ambiente alternativo de reducción y oxidación de compuestos de hierro y manganeso. Estas características aparecen dentro de los 40cm. superficiales del suelo, por debajo del horizonte Ap o de la profundidad de 25cm. si contienen un horizonte argílico o kándico, en los 12,5cm. superiores de estos deben encontrarse nódulos o concreciones, y en 50% un de la matriz o en las caras de los agregados, una intensidad de color de dos o menos.

Dentro de este Suborden se han reconocido los Grandes Grupos Albaquult, Paleaquult y Epiaquult.

#### **4.4.1.1. Gran Grupo: Albaquult**

Los Albaquult son los Aquult que tienen un marcado aumento en el porcentaje de arcilla con la profundidad, pero con un cambio abrupto entre el horizonte superficial ócrico o álbico, de colores más claros, y el horizonte argílico o kándico. Dentro de este gran grupo, se han identificado únicamente el Subgrupo Typic Albaquult.

##### **a) Subgrupo: Typic Albaquult (U1)**

Este Subgrupo presenta todas las características del Albaquult y además, en cualquier parte del suelo y en los primeros 30 cm. de espesor no se observan grietas de 5cm. o más intensidad de croma menor que 3 en todo el perfil.

Esta unidad se ha reconocido en el Departamento de Paraguari, en la depresión dominada por el Arroyo Curucau, que extiende desde el sur de Quinde hasta Ybycuí, pero en mayor extensión se encuentra en el departamento de Caazapá, dominando las llanuras de las cuencas del Río Pirapó y Río Capiibary hasta el dominio del Río Tebicuary, que se extiende hasta el sector de General Artigas, en el Departamento de Itapúa.

En estos suelos se han reconocido dos subdivisiones texturales: la francosa fina (**U1.3**) y la arcillosa fina (**U1.5**)

La presencia del horizonte argílico, muy arcilloso, hace que el suelo tenga una muy baja conductividad hidráulica y por consiguiente mal drenaje. En el sector de Quindy e Ybycuí, tiene un drenaje moderado, por que se localiza en pendientes muy suaves de lomadas muy aplanadas. En cambio, en las llanuras que se extiende desde la localidad de Caazapa hasta Artigas, estos suelos son mas pobremente drenados, anegables e inclusive inundables.

El Typic Albaquult, de textura arcillosa fina, se ha reconocido también en el Departamento de San Pedro, cerca de Puerto La Victoria asociado al Aquic Paleudalf (**U5.1/A 7**) pero en menos proporción.

EL uso actual de este suelo es la ganadería extensiva por que se aprovecha la cobertura natural de gramíneas. En algunas zonas, el uso agrícola esta limitado al cultivo de arroz bajo irrigación. El uso de agricultura de secano esta limitado por el exceso de humedad, pobre condición de drenaje y la baja fertilidad debida principalmente a la pobreza en cationes intercambiables y nivel de contenido toxico de aluminio, particularmente acentuado en el Departamento de San Pedro.

#### **4.4.1.2. Gran Grupo: Paleaquult**

Los Paleaquult son suelos que no tienen un contacto rocoso o petroférico dentro de los 150cm. de profundidad medido desde la superficie mineral, y que dentro de este espesor, tiene una distribución de arcilla tal que su porcentaje no decrece en 20% o mas con relación al contenido de arcilla del horizonte que tiene la máxima cantidad. En la Región Oriental se ha identificado desde este Gran Grupo al Subgrupo Typic Paleaquult.

**a) Subgrupo: Typic Paleaquult (U2)**

El Typic Paleaquult es una categoría que reúne todas las características conceptuales del Gran Grupo Paleaquult. Los suelos de este Subgrupo son considerados típicos por que tienen un horizonte superficial ócrico (pálido), que no es arenoso y que descansa sobre camadas enriquecidas de arcilla iluvial, con poca variación en profundidad en contenido de arcilla. Esta unidad se ha reconocido en lomadas suaves a casi planas que se extienden al suroeste y oeste de Caapucú (Departamento de Paraguari) adyacentes al Río Tebicuary.

También participa como consociación de las unidades cartográficas que se extienden desde el Departamento de Misiones hasta el de Itapúa, abarcando extensas llanuras desde la localidad de Santa Rosa hasta el sector de General Artigas y Coronel Bogado y finalmente siguiendo ambos márgenes del Arroyo Aguapey hasta su desembocadura en el Río Paraná. Por ocupar los sectores más sureños de la Región Oriental, el drenaje se hace más deficiente y por consiguiente, es mayor el riesgo de encharcamiento e inundación.

En estos suelos se reconoció la clase textural francosa fina (U2.3).

Epipedón ócrico tiene un mayor espesor en la medida que el suelo se distancia de los lugares mas cóncavos.

Estos suelos presentan las limitaciones de un drenaje imperfecto y con riesgo de encharcamiento temporal por lo que también esta unidad es usada preferentemente en ganadería extensiva.

Los suelos de este Subgrupo tienen una fertilidad natural muy baja, principalmente debido a una pobre cantidad de bases de cambio, alta acidez y una alta concentración de aluminio intercambiable que llega a niveles tóxicos para la mayoría de los cultivos.

Entre Ayolas y Encarnación y próximo al Río Paraná, se ha encontrado estos suelos formando una asociación con Entisoles arenosos (Typic Psammaquent) y de régimen de humedad también ácuico (U2.3/E1.1).

**4.4.1.3. Gran Grupo: Epiaquult**

Los suelos de este Gran Grupo pertenecen también al Suborden Aquult, y su característica fundamental es la episaturación. Esta condición implica que dentro de una profundidad de 200cm.; el suelo mineral tiene una o mas camadas saturadas de agua y también una o mas camadas no saturadas, cuyo limite superior debe estar por debajo se la camada saturada. Dentro de este Gran Grupo se ha caracterizado el suelo Typic Epiaquult.

**a) Subgrupo: Typic Epiaquult. (U3)**

Esta unidad no presenta en los 125cm. superiores de su perfil, grietas de 5cm. o mas de ancho en una camada de 30cm. de espesor, ni presentan superficies de presión o deslizamiento en las caras de los agregados en una distancia vertical de 15cm. los horizontes que están encima del argílico no son arenosos y el color del suelo hasta la profundidad de 75cm. tiene una intensidad de 3 o menos, o sea que son oscurecidos. Se determino en este subgrupo la clase textural arcillosa fina (**U3.4**)

Se le ha reconocido al norte del Departamento de Concepción, en la zona de Puerto Pinasco y San Lázaro entre los suelos vertisoles y mollisoles. Ocupan un ambiente plano cuyo material de origen es sedimentario y esta cubierto por una vegetación gramínea. Se trata de una unidad de escasa representatividad geográfica. Las propiedades son inherentes a las definidas para las categorías superiores de clasificación con relación a la fertilidad, son los mas pobres de la zona, principalmente por la acidez, la baja saturación de bases del complejo de cambio, la escasez de fósforo y la presencia de aluminio en concentraciones consideradas toxicas, condiciones que se observan en los 40cm superficiales del suelo.

#### **4.4.2. Suborden: Udult**

Los Udult son suelos del orden Ultisol de regiones húmedas o sub-húmedas que tienen un régimen údico de húmedas. En la Región Oriental del país, los suelos tienen un régimen de temperatura hipotérmico; esto se refiere a que la temperatura media anual del suelo es mayor a 22° C y la diferencia entre la temperatura media del suelo entre los meses del verano y del invierno es mayor de 5° C a 50 cm. de profundidad o en el contacto rocoso, si el suelo es más superficial.

En la Región Oriental del país, los suelos Udult son los que más extensivamente aparecen en una topografía suavemente ondulada a ondulada y por las condiciones de drenaje externo no tienen una marcada estación seca.

La mayoría de ellos tiene horizontes superficiales levemente coloreados que contrastan con horizontes inferiores argílicos, de color pardo amarillento a rojizo. Los Udult que se desarrollaron a partir de rocas básicas tienen un color pardo oscuro a pardo rojizo oscuro en superficie y un color rojo oscuro o más fuerte en los horizontes más profundos.

Los Grandes Grupos de suelos en este suborden reconocidos en la Región Oriental del país son los Kandiodult, Paleodult, Rhododult y Haplodult.

##### **4.4.2.1. Gran Grupo Kandiodult**

Son suelos profundos que no descansan sobre el material rocoso que los origina dentro de la profundidad de 150cm. a partir de la superficie. Pueden tener un horizonte argílico o Kándico pero en ambos casos tienen una capacidad de intercambio catiónico de 16mE/100g. de suelo o menos, o 12mE/100g. de arcilla de capacidad de intercambio catiónico efectiva, medida por la suma de bases mas el aluminio intercambiable en 50% o mas del espesor del horizonte argílico o kándico, o en los 100cm. superiores de ellos. Dentro de los 150 cm. superiores de la profundidad del suelo tampoco hay una distribución

del 20 % o más de arcilla en relación al contenido del horizonte con máximo tenor de arcilla. En este Gran Grupo se reconocieron dos Subgrupos, el Arenic Kandiuult y Rodic Kandiuult.

**a) Subgrupo: Arenic Kandiuult (U4)**

El Arenic Kandiuult se caracteriza por tener una camada que empieza en la superficie del suelo mineral, que tiene una clase de tamaño de partículas arenosa y se extiende hasta la parte superior del horizonte kándico, que esta entre los 50 y 100 cm. por debajo de la superficie del suelo.

Este suelo se ha encontrado extendido en una importante área del Departamento de San Pedro, que va desde La Colonia Defensores del Chaco, al norte de San Estanislao, hasta el Río Jejuí Guazú, abarcando las zonas de Guayaibí, Compañía de San Pedro, Cruce Liberación, parte de Choré y General Resquín. En la zona de Caacupé, se le ha reconocido en asociación con el Typic Quarzipsamment (U4/e2).

La profundidad de la capa superficial, de textura arenosa (U4.1) o arenosa franca (U4.2), varia entre 60 a 85cm. tiene un color pardo oscuro a pardo rojizo oscuro, con débil estructuración y pobre consistencia; la materia orgánica de la camada arable es de 1,2% o menos. El horizonte kándico que se inicia debajo de la capa superficial, muestra una acumulación de arcilla de baja actividad. Tiene una estructuración débil a moderada, en bloques subangulares medianos, muy friables y de consistencia moderadamente plástica y adhesiva. Los colores de los horizontes mas profundos son rojos a rojos oscuros, y contienen una saturación de bases menos de 50%; la capacidad de intercambio catiónico no llega a 4 mE/100g. de suelo y el contenido de aluminio intercambiable esta entre 0,6 y 0,8 mE/100g. de suelo, niveles que pueden afectar el crecimiento de cultivo de raíces profundas y susceptibles a la acidez.

En la capa arable, este suelo puede tener un pH óptimo y una alta saturación de bases, pero en profundidad, la acidez aumenta y la saturación de bases es menor al 50%. El Arenic Kandiuult esta siendo utilizado en agricultura con cultivos de secano; por su morfología y propiedades fisico-químicas, es un suelo de baja fertilidad y muy susceptible a la erosión.

**b) Subgrupo: Rhodic Kandiuult (U5)**

Son los suelos Kandiuult que tienen en todo el espesor del horizonte argilico o kándico con matiz de 2,5YR o más rojo, brillo en húmedo de 3 o menos en estado seco, hasta una unidad más alto que el húmedo.

En la Compañía Santa Clara del Departamento de Itapúa, en la zona entre Coronel Bogado y San Cosme, se ha reconocido este suelo, de fase arcillosa fina (U5.4), que se presenta en lomadas con pendientes entre 3 y 8%, de buen drenaje superficial y cuyo material de origen es la arenisca de Misiones.

En la Colonia Piraretá, distrito de Piribebuy, Departamento de Cordillera, en las lomadas de arenisca y en posiciones topográficas planas y suavemente inclinadas, se

reconocieron los Rhodic Kandudult, de fase textural arcillosa muy fina (U5.5). La vegetación natural es de bosque.

Estos suelos se caracterizan por presentar un epipedón (horizonte diagnóstico de superficie) ócrico, de color pardo rojizo oscuro, textura franco arcillo arenosa a franca, estructura moderadamente desarrollada en bosques subangulares muy pequeños a granular. El contenido de materia orgánica alcanza 1,5% y presenta una saturación de bases superior a 50% y pH entorno de 6,0.

Por debajo de epipedón ócrico se tiene el horizonte B profundo, arcilloso, pero en la mayor parte de su espesor tiene una capacidad de intercambio catiónico de la arcilla de 16 mE/100g. y 12 mE/100g. de capacidad de intercambio catiónico efectiva. Esta condición aparece después de los 50 a 60cm. del límite superior del horizonte argílico.

El horizonte argílico o kándico tiene un color rojo opaco a rojo oscuro y el incremento en el contenido de arcilla es gradual con la profundidad. La estructuración es moderada, en bloques subangulares medios; la consistencia es muy plástica y muy pegajosa. La saturación de bases disminuye con la profundidad, siendo menor a 50% en la profundidad de 150cm. y el pH es ácido.

En las camadas superficiales, la capacidad de intercambio, las bases de cambio, el pH, el aluminio intercambiable y así mismo el contenido de materia orgánica no constituyen factores limitantes decisivos para la producción de cosechas. Solamente el contenido de fósforo es bajo, pero con la aplicación moderada de fertilizantes y enmiendas, este suelo tiene un excelente potencial para altos rendimientos de cultivos anuales y perennes adaptados.

#### **4.4.2.2. Gran Grupo: Paleudult**

En esta categoría están los suelos Udult de antiguo desarrollo (Pale=paleos=viejo+Udult) que no tienen fragipán o plintita, ni tampoco un contacto lítico, paralítico o petroférico dentro de los 150cm. de profundidad medida desde la superficie, pero que dentro de esa profundidad tiene un horizonte argílico o kándico cuyo porcentaje de arcilla no decrece en 20% o más respecto del contenido de arcilla de aquel horizonte con mayor cantidad.

Tienen además una capacidad de intercambio catiónico de la arcilla de más de 16mE/100g. y una capacidad de intercambio catiónico efectiva mayor que 12mE/100g. de arcilla en la mayor parte del horizonte argílico o kándico si estos tienen menos de 100cm de espesor, o en los 100cm superiores de tales horizontes si son más profundos. En este Gran Grupo se reconocieron 6 Subgrupos a saber: Arenic Rhodic Paleudult, Grosarenic Paleudult, Fragiaquic Paleudult, Aquic Paleaquult, Rhodic Paleudult, Typic Paleudult.

##### **a) Subgrupo: Arenic Rhodic Paleudult (U6)**

Son suelos Paleudult que tienen un epipedón que se extiende desde la superficie mineral hasta el límite superior de un horizonte argílico, con un espesor de 50 a 100cm y una clase de tamaño de partículas arenosa, que tienen dentro de los 100cm de la parte superior del argílico, un color con brillo de 3 o menos en estado seco y no mas que una unidad mas alta de la referida en condiciones húmedas.

Se le ha reconocido distribuido en lomadas suaves, ocupando áreas de topografía plana a suavemente onduladas, de buen drenaje superficial. Considerando la textura hasta los 100cm superiores, en este Subgrupo domina territorialmente la clase textural arenosa. Las fases texturales están relacionadas al espesor de la capa superficial arenosa y al a profundidad en que aparece el horizonte argílico. Si el cambio textural se verifica próximo a los 100cm de profundidad, el subgrupo es dominado por la fase textural arenosa (**U6.1**) y a medida que el cambio se verifica mas superficialmente, aparecen las fases texturales francosa gruesa (**U6.2**) y francosa fina (**U6.3**).

Los Arenic Rhodic Paleudult arenosos, también componen unidades cartográficas asociadas con suelos arenosos recientes Typic Quartzipsamment (**U6.1/E2**), que se reconocieron en la zona donde contactan los Departamentos de Amambay, Canindeyú y San Pedro. Se distribuyen en las cuencas de los Arroyos Puendy e Itanará, al este del Río Aguaray Guazú hasta cerca de la serranía del Amambay. En menor extensión, se han localizado en los Departamentos del Guaira y Caaguazú.

Estos suelos también se presentan asociados con suelos del Orden Inseptisol, los Umbric Dystrochrept arenoso (U6.1/I3.1), formando unidades cartográficas que se localizan en el Departamento de Concepción, al norte del Río Ypané; y en las Colonias Rosenhem, F. Dávalos, Azotey y Arroyito, zona de Cororó, del Departamento de San Pedro.

Los suelos Arenic Rhodic Paleudult francosa gruesa (**U6.2**), aparecen al sureste de Villa Ygatymí entre los ríos Jejui-mí y Jejui Guazú; y se extienden hacia el este abarcando las Colonias Caruperamí, Ybyrarobana y Santo Domingo en el Departamento de Canindeyú, en un paisaje de lomadas, con buen drenaje superficial y sin rocosidad.

Los Arenic Rhodic Paleudult con textura francosa fina (U6.3), de poca extensión territorial, se encuentra al sur de la Colonia Siete Monte, en la zona de Curuguaty. El cambio textural entre el epipedón ócrico y el argílico se verifica por debajo muy próximo de los 50cm de profundidad del suelo. Esta unidad tiene mejores aptitudes agrícolas que la fase arenosa.

El Arenic Rhodic Paleudult muestra un epipedón arenoso a arenoso franco cuyo espesor varía entre 55 y 90cm desde la superficie mineral del suelo. Presenta un color pardo rojizo oscuro a rojo amarillento con bloques subangulares, pequeños y d débil desarrollo en lamelas de 2,5cm de espesor. El contenido de materia orgánica no supera el 1,5%; el pH catiónico menor de 5mE/100g. de suelo y la saturación con bases es mayor del 50%.

En el horizonte argílico, que se presenta por debajo del ócrico, el porcentaje de arcilla a aumenta gradualmente con la profundidad y la saturación con bases disminuye a valores inferiores del 50%. El pH es ácido, no conteniendo aluminio intercambiable. La estructuración es débil a moderada, en bloques subangulares, pequeños a medios; la textura predominante es franco arcillo arenosa y el color es rojo oscuro.

Grandes extensiones de estos suelos se encuentran todavía cubiertas de bosques, pero también se los ha estado incorporando al uso agrícola. Es importante señalar que el Subgrupo Arenic Rhodic Paleudult fase arenosa (**U6.1**) tiene como limitante para el cultivo la profundidad de la capa superficial y la alta susceptibilidad a la erosión, particularmente cuando la pendiente es mayor que el 3%. La fertilidad moderada que presenta la capa arable rápidamente puede perderse, al eliminarse la cobertura vegetal y someterse a cultivos agrícolas.

#### **b) Subgrupo: Grosarenic Paleudult (U7)**

En este Subgrupo se incluyen los Paleudult que tienen una capa con clase de tamaño de partículas arenosa (**U7.1**), que empieza en la superficie de suelo mineral y se extiende hacia la parte superior del horizonte argílico, el que está situado a una profundidad de 100cm o más por debajo de la superficie del suelo.

El Grosarenic Paleudult se presenta como unidad pura y también asociado con el Arenic Rhodic Paleudult (**U7.1/U6.3**), constituyendo unidades cartográficas que ocupan lomadas suaves, con pendientes menores que el 3%, de buen drenaje superficial y ausencia de rocosidad.

Las propiedades morfológicas y la composición física y química de estos suelos son similares al Arenic Rhodic Paleudult. La diferencia se encuentra en la profundidad en que se verifica el cambio textural, pues en el Grosarenic Paleudult, el contacto de la capa superficial arenosa o arenofranchosa con el horizonte argílico ocurre a más de 100cm de profundidad. Esta característica morfológica acentúa los riesgos de erosión y la rápida pérdida de la fertilidad natural cuando este suelo es sometido al laboreo.

También se lo encontró asociado con el Typic Albaquult (**U7.3/U5.1**)

La zona donde se localiza esta unidad abarca la cuenca del Río Curuguaty, que separa el Departamento de San Pedro al de Canindeyú y se extiende desde el Río Capiibary hasta la Colonia Siete Montes.

#### **c) Subgrupo: Fraguaquic Paleudult (U8.1)**

Son Paleudult que tienen un horizonte argílico con una o más capas dentro de los 125cm de profundidad con todas las propiedades de un Fragipán, excepto que solamente 40% a 60% de su volumen es quebradizo.

Presentan también en una o más capas dentro de los 75cm superficiales del suelo, motas con un color con brillo de cuatro o más alto y una intensidad dos o menos, acompañadas de nódulos o motas de intensidad de color más elevado, debido a la segregación de hierro. La capa moteada está saturada con agua en algún tiempo del año.



El Fraguaquic Paleudult se ha localizado en una pequeña extensión del Departamento de Cordillera, en la llanura cubierta de vegetación de pastos entre el distrito de Nueva Australia y Coronel Oviedo. Se encuentran en un ambiente de depresión, pobre drenaje superficial.

Esta unidad presenta un epipedón ócrico, de color pardo, textura franco arenosa y débil estructuración, que se ubica sobre un argílico, también de textura franco arenosa, pero de gran contraste textural. El argílico es de color mas claro, variando de color pardo grisáceo a pardo amarillento a medida que aumenta la profundidad. Presenta moteado de color amarillo-verdoso y abundancia de 30% a 50%.

Los suelos tienen bajo contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico menor al 5mE/100g de suelo y saturación en bases menor a 50%; es ácido y muy pobre en fósforo. Presentan serias limitaciones para los cultivos de secano por su baja fertilidad y su condición de saturación con agua en los periodos lluviosos. Se les usa en ganadería extensiva.

#### **d) Subgrupo: Aquic Paleudult (U9.4)**

Estos suelos presentan las características del Paleudult, pero tienen en una o más camadas dentro de los 75 cm. superiores del perfil, motas con un color que en el estado húmedo tiene un brillo mayor o igual a 4 y una intensidad de 2 o menos, acompañadas de nódulos concreciones, resultantes de condiciones ácuicas por algún tiempo del año. La característica principal es que los efectos de la saturación con agua se observan en camadas más superficiales del suelo.

Los Aquic Paleudult tienen un horizonte ócrico de 50cm de espesor, de color gris a pardo grisáceo, de textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares pequeños y moderado desarrollo. Químicamente, presenta un contenido alto de materia orgánica (mas de 3%), pH fuertemente ácido, muy bajo contenido en bases de cambio y una saturación de bases del complejo coloidal menor al 20%.

El horizonte argílico subyacente cuyo limite superior se encuentra a partir de los 50cm de profundidad del suelo, medido desde la superficie mineral, es de color gris oscuro en la parte superior y gris a mayor profundidad, con motas pardo amarillentas clase textural moderado. Este horizonte diagnostico es fuertemente ácido, con nivel de aluminio intercambiable considerado toxico para los cultivos de secano y saturación de bases de menos de 50mE/100g de suelo.

El Aquic Paleudult, por el ambiente en el que se encuentra por la baja conductividad hidráulica que tiene por ubicarse en una posición de captación del agua superficial, esta sujeto a periódicas inundaciones y en ciertas ares, permanece por una lamina de agua permanente.

Las unidades cartográficas que conforma se localizan en la zona norte de la confluencia de los Ríos Tebicuary y Pirapó, la que se extiende hasta la localidad de

Mbuyapey. También se encuentra en la Cuenca del Río Tebicuary-mi (Departamento de Caazapá) y del Arroyo Mbuyapey (Departamento de Paraguari).

**d) Subgrupo: Rhodic Paleudult (U10)**

En este subgrupo se integran los suelos Paleudult que tienen debajo del epipedón ócrico un horizonte argílico, que muestra un incremento en el contenido de arcilla iluvial con capacidad de intercambio catiónico de más de 16mE/100g pero cuya saturación en bases es menor de 50% en las camadas inferiores del argílico.

El Rhodic Paleudult tiene a través de los 100cm superiores del horizonte argílico, un color de brillo de 3 o menos cuando húmedo, y cuyo valor no es más que una unidad más elevada cuando el color es determinado en estado seco y no tiene moteado con una intensidad de 3 o más.

Esta unidad se distribuye en una gran extensión de la Región Oriental del país y se extiende desde los suelos Departamento de Itapúa y Misiones hasta los de San Pedro y Canindeyú en el norte. Estos suelos se formaron a partir de rocas areniscas y basaltos ocupando las lomadas de áreas con topografía suavemente ondulada a ondulada, en pendientes casi planas a inclinadas.

Por influencia del material de origen el Rhodic Paleudult presenta variaciones en su morfología y propiedades físico-químicas, haciéndose reconocidos las siguientes subdivisiones cartográficas:

Rhodic Paleudult, franco grueso (U10.2)

Rhodic Paleudult, franco fino (U10.3)

Rhodic Paleudult, arcilloso fino (U10.4)

Rhodic Paleudult, arcilloso muy fino (U10.5)

Los suelos derivados de areniscas presentan texturas superficiales desde francosa gruesa a arcillosa fina, mientras que los derivados de basalto son arcillosos finos o arcillosos muy finos. Una gran proporción de las explotaciones agrícolas del país se asientan sobre todos estos tipos de Rhodic Paleudult, siendo también utilizado por el sector ganadero mediante la implantación de praderas. La vegetación natural predominante en estos suelos es la de bosques y en algunos casos, la de pastos naturales.

Rhodic Paleudult de textura francosa gruesa (U10.2); son componentes dominantes de las unidades cartográficas que se distribuyen en lomadas con pendientes A (0 a 3%), B (3 a 8%) y C (8 a 15%), todas derivadas de areniscas, con buen drenaje y nula pedregosidad.

En el Departamento de Alto Paraná se los ha reconocido al norte del embalse del Río Yguazú extendiéndose hasta el Arroyo Capiibary y también entre el Río Acaray y el Arroyo Itakyry; En el Departamento de Canindeyú, desde la zona noreste de La Paloma hasta la cuenca superior del Río Pirateiy, y en el Departamento de Caazapá, en las lomadas de los sectores Yuty y Ytytay, y en la cuenca superior del arroyo Tacuary (Compañía de San Francisco, Capiitindy y Santa Ursula).

En menores extensiones este suelo se ha encontrado en los Departamentos de la Cordillera Paraguari y Caaguazú

Los Rhodic Paleudult de textura francosa gruesa se caracterizan por tener un horizonte ócrico de 70 cm de espesor en promedio, color pardo rojizo oscuro, textura franco arenosa, y estructura en bloques subangulares pequeños y débilmente desarrollados. El horizonte argílico es de color rojo oscuro en las carnadas más profundas; tiene una textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, medianos y moderadamente desarrollados, consistencia moderadamente plástica y pegajosa.

En cuanto a la composición química, la materia orgánica de la carnada más superficial del suelo varía de 1,0 % a 1,5 %. El pH es levemente ácido en los horizontes superiores, haciéndose más ácido con la profundidad; en la zona sur del Departamento de Alto Paraná el suelo es fuertemente ácido en todo el perfil. La capacidad de intercambio catiónico no supera 10 mE/100 g. de suelo, siendo este valor encontrado en los subhorizontes más profundos del argílico. En los epipedones, la capacidad de intercambio catiónico es generalmente menor que 5 mE/100 g. de suelo. Las bases de cambio están en niveles muy bajos, que no superan los 3 mE/100 g. de suelo. Este contenido hace que en muchos lugares, la saturación en bases supere el 50 % en las capas superiores del suelo, por la menor capacidad de intercambio, y también parece asociado al menor tiempo de uso agrícola y por consiguiente menor consumo de nutrientes por los cultivos. Sin embargo, en los subhorizontes más profundos del argílico, la saturación en bases siempre es menor al 50 % y el pH es ácido. Por tanto, la fertilidad del Rhodic Paleudult francoso grueso es baja, y el riesgo de erosión es alto, particularmente por la textura superficial y donde las pendientes son más pronunciadas.

- **Rhodic Paleudult de textura francosa fina (U 10.3):** participan de las unidades cartográficas que se extienden en un ambiente fisiografía) de lomadas, con pendientes planas a inclinadas y buen drenaje superficial. Este suelo se ha reconocido en muchas zonas de varios departamentos de la Región Oriental del país, sobre rocas de areniscas y de basaltos.

En el Departamento de San Pedro domina una gran extensión territorial al sur del Río Ypané y el Arroyo Guazú, desde las lomadas de Puerto Ybapovó siguiendo por Lima, Río Verde, Cororó, Resquín y Nueva Germanía, hasta cerca de la Cordillera de Amambay, abarcando las cuencas de los ríos Aguaray-mí, Aguaray Guazú y el sector norte del Jejuí Guazú.

En el Departamento de Misiones, se distribuye en las zonas de Santiago, Santa Rosa, Santa María y San Ignacio; en el Departamento de Caaguazú, al norte del eje Caaguazú - J.M. Frutos, donde se identifican también los Typic Paleudult; en los Departamentos de Caazapá y Guaira, desde la zona de Gaazapá e Iturbe hasta las de Numí, Borja y San Salvador, y también en los sectores de Buena Vista, General. Morínigo y Paso Yobai; en el Departamento de las, Cordilleras

se ha reconocido distribuyéndose desde Valenzuela hacia Mbocayaty del Yhaguy, y en el Departamento de Central, en Nueva Italia.

Esta unidad taxonómica se caracteriza por tener un horizonte ócrico sobre un horizonte subsuperficial argílico que tiene baja saturación en bases.

El horizonte ócrico, de color pardo rojizo oscuro, es de menor espesor que el del Rhodic Paleudult arenoso. Generalmente, dicho espesor está en torno de 50 cm., con textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares pequeños, débiles y de consistencia muy friable y débilmente pegajosa. El contenido de materia orgánica es de 1,2 %, encontrándose valores menores en los suelos cultivados; la capacidad de intercambio catiónico es menor a 8 mE/100 g. de suelo, y las bases de cambio menores a 3 mE/100 g. de suelo. En la mayoría de las zonas, la saturación en bases es menor al 50 %, aunque en algunas áreas como General Resquín, Coronel Oviedo y J.M. Frutos, la carnada superficial del suelo tiene más alta saturación en bases.

Sin embargo, el Rhodic Paleudult siempre presenta saturación de bases menor a 50 % en los subhorizontes inferiores del argílico. El argílico tiene una textura franco arcillo arenosa, aunque algunos suelos tienen una textura más fina después de los 1,5 m. de profundidad del suelo. El color predominante es el rojo oscuro y la estructuración es más fuerte, en bloques subangulares medianos a grandes. La capacidad de intercambio catiónico varía, pero no supera los 12 mE/100 g. de suelo, siendo más comunes los valores entre 6 y 8 mE/100 g. de suelo. Las bases de cambio no superan 5 mE/100 g. de suelo, pero en profundidad, es común que sean menores a 3 mE/100 g. de suelo.

El pH es ácido pero no se encuentra aluminio intercambiable en niveles que pueda interferir con el crecimiento de las plantas.

En la zona de Caacupé, este suelo se presenta asociado con el Mollic Paleudalf (U10.3/A12.2), formando una unidad cartográfica que cubre un paisaje de lomadas, ligeramente ondulado, de buen escurrimiento superficial de agua y sin presentar rocosidad.

- **Rhodic Paleudult arcilloso- fino (U 10.4):** se desarrolla sobre areniscas y también sobre basalto. Cuando se desarrolla sobre areniscas, se ubica en las zonas próximas al contacto con el basalto. Es probable que la arenisca sea de granulometría fina y tenga sesquióxidos como agente cementante. Los suelos se encuentran en lomadas y ocupan las áreas planas a suavemente onduladas y también las áreas donde la topografía es ondulada con pendientes inclinadas. Las unidades cartográficas que forman los suelos de este Subgrupo y que participan, en proporción dominante se han reconocido en varias zonas, como ser, al noreste de San Agustín (Departamento de Caazapá) hasta el Arroyo Guyraunguá; al norte del Río Monday y Juan León Mallorquín hasta

el embalse del Río Monday y en las cuencas de los ríos Monday-mí e Yguazú (Departamento de Caaguazú). En este último Departamento, también se, extiende desde los campos de Palomares y Golondrina hasta la localidad de Laurel, al sur del Río Itambey (Departamento de Alto Paraná). En el Departamento de Canindeyú, se extiende desde la zona sur de Curuguaty hacia el norte, hasta la Colonia Siete Montes. En el Departamento de Misiones, se le identifica en el tramo San Ignacio - San Juan Bautista, y en Itapúa, desde la zona norte de Coronel Bogado, hasta Yuty, Departamento de Caazapá.

Esta unidad taxonómica, cuando se desarrolla sobre roca basáltica, también en lomadas con pendientes que van de 3 % a 15 %, constituye unidades cartográficas delimitadas en el Departamento de Canindeyú, desde la localidad de Mbaracayú hasta Puerto Tigre sobre el Río Paraná, y entre los ríos Carapá y Gasory, abarcando la cuenca del Río Brillante. En el Departamento de Itapúa, se las ha reconocido en los distritos de Pirapó, Itapúa Poty, María Auxiliadora, Natalio, Capitán Meza y San Rafael.

El horizonte ócrico de los suelos tiene un color pardo rojizo oscuro y un espesor de 30 a 40 cm. Su textura es franco arenosa a franco arcillo arenosa, y presenta moderada estructuración en bloques subangulares medianos y de moderada consistencia. Los suelos destinados a cultivo tienen en la camada arable un contenido de materia orgánica de 1,2 %; en los suelos derivados de basalto y con menos años de utilización en agricultura, este contenido llega al 2,5 %. Es más frecuente encontrar que la capacidad de intercambio catiónico sea de 10 a 12 mE/100 g. de suelo, aunque cuando el contenido de materia orgánica es alto, se alcanzan los 18 mE/100 g. de suelo. Las bases de cambio no pasan de 6 mE/100 g. de suelo y la saturación en bases es ligeramente superior al 50% en la mayoría de las zonas. En el horizonte argílico, la saturación de bases es menor a 50%, lo que indica una baja concentración en bases de cambio, que no llega a 4 mE/100 g. de suelo. La capacidad de intercambio catiónico es mayor, entre 12 y 14 mE/100 g. de suelo, consecuencia del mayor contenido de arcilla. La clase téxtral es arcillosa y la estructura en bloques subangulares medianos y grandes, de fuerte desarrollo; la consistencia es muy plástica y muy pegajosa. El color del argílico es rojo oscuro. Esta unidad es usada extensamente en agricultura con resultados óptimos por su productividad, debido principalmente a sus excelentes propiedades físicas antes que a sus propiedades químicas.

- **Rhodic Paleudult arcilloso muy fino (U 10.5):** ha sido reconocido desarrollándose principalmente sobre roca basáltica y en menor extensión sobre areniscas, pero siempre en lomadas con buen drenaje superficial. Se presenta en el paisaje en unidades cartográficas casi puras o asociadas.

El Rhodic Paleudult arcilloso muy fino, cuando participa como suelo dominante de algunas unidades cartográficas, se ha reconocido distribuyéndose en muchas áreas. En el Departamento de Alto Paraná se encuentra en la cuenca superior del Río Acaray; en la cuenca del

Río Itabo Guazú abarcando las Glebas 3 y 4, las zonas de las localidades de Pikyry, Colonia P. Coronel y J.E. Estigarribia, las zonas de las Colonias Santa Isabel y San Alberto, y desde ésta última hasta Puerto Marangatú, al sur del Río Limoy. En el Departamento de Itapúa; se extiende por las zonas de las Colonias Fram, La Paz, Santa Rosa y Federico Chávez. También se le ha reconocido en los Departamentos de Guaira y Caaguazú, pero en menor extensión.

El horizonte ócrico de estos suelos es de color pardo rojizo oscuro y tiene un espesor que varía de 10 a 35 cm. La clase téxtral es franco arcillo arenosa a arcillo arenosa y la estructura es en bloques subangulares pequeños a medios, de moderado a fuerte desarrollo, con consistencia plástica y pegajosa. La camada superficial tiene una saturación en bases levemente superior al 50 % en algunas zonas, e inferior en otras; la capacidad de intercambio catiónico es mayor a 10 mE/100 g. de suelo y sus bases de cambio generalmente menor a ese valor.

El horizonte argílico, que se encuentra debajo del ócrico, tiene una coloración pardo rojizo oscura en las cam7adas superiores y rojo oscuro en las más profundas. La saturación en bases es menor a 50 % y el pH inferior a 5,0, fuertemente ácido, contenido de aluminio intercambiable también alto, con valores que superan los 1,5 mE/100 g. de suelo. Este horizonte es más estructurado, con agregados en bloques subangulares medianos a grandes, muy plásticos y muy pegajosos, presentando cutanes discontinuos.

Esta unidad está asociada al Typic Paleudult (**U10.5/U11.5**) en las zonas del Departamento de Alto Paraná, entre los ríos Yñaró, Ñacunday y el Tembey; en las Colonias Naranjito, Raúl Peña e Iruña, extendiéndose hasta las localidades de Mayor Otaño y Carlos A. López, sobre el Río Paraná. En estas áreas, se reconocieron las asociaciones con el Lithic Udorthent, también arcilloso muy fino (**U10.5/E8.5**), que aparece en la cima y al final de los declives de las lomadas, casi siempre en una estrecha faja que acompaña el curso de los arroyos y ríos. El Rhodic Paleudult arcilloso muy fino es usado preferentemente en agricultura de secano y de ciclo estacional, y también con cultivos perennes como la yerba mate, tung y cítricos.

### **Typic Paleudult (U11)**

Son los suelos que presentan las propiedades típicas del Gran Grupo Paleudult. Se desarrollan en lomadas cuyo material de origen es la arenisca y ocupan posiciones topográficas planas e inclinadas. Los horizontes superficiales no presentan moteados ni concreciones o nódulos por efecto de una saturación con agua durante algún tiempo del año; no tienen un epipedón con un espesor mayor de 50 cm y con tamaño de partículas de arena; no se agrietan dentro de los 125 cm. superficiales del suelo ni tienen plintita en un volumen de 5 % o más, en uno o más horizontes dentro de aquella profundidad.

Son suelos de una profundidad mayor a 150 cm., y dentro de esta profundidad, tienen el horizonte argílico cuyo contenido de arcilla no disminuye en más de 20%, en relación a la camada de máximo contenido de arcilla. Además, en los 100 cm. superiores del horizonte argílico, el color tiene un brillo de 4 o más cuando húmedo y su brillo en estado seco es más claro todavía.

Se han distinguido varios suelos Typic Paleudult, de acuerdo a la clase textural de los horizontes superiores.

- **Typic Paleudult, francesa gruesa (U11.2):** se ha reconocido en el Departamento de San Pedro, abarcando la cuenca del Arroyo Aguaraymí y del Río Corrientes. Generalmente, se localiza en las confluencias de los tributarios y también a lo largo de estos cursos de agua. En el Departamento de Amambay, cubre la cuenca del Arroyo Guazú, en su confluencia con el Río Ypane y la cuenca superior del Arroyo Ypanemí. En el Departamento de Itapúa, se distribuye en los distritos de Trinidad y Jesús. Las unidades cartográficas que conforman superficies de lomadas, cuyo material de origen es la arenisca, y se distribuyen en pendientes planas y también inclinadas, con drenaje superficial bueno a excesivo y sin rocosidad.

Los suelos tienen un horizonte ócrico de color pardo rojizo, de espesor menor de 50 cm. y textura arenosa franca a franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico es menor a 6 cmol/Kg de suelo, las bases de cambio menor a 2 cmol/Kg de suelo y la saturación en bases menor a 50%. El contenido de materia orgánica es bajo y el pH es ácido.

En los horizontes inferiores, la textura es franco arcillo-arenosa y el color varía de pardo rojizo oscuro en la parte superior del argílico a rojo oscuro en las camadas más profundas. Con la profundidad el pH se hace más ácido, la saturación del complejo de cambio es menor a 50% y el contenido de aluminio intercambiable también aumenta, llegando a valores superiores a 1 cmol/Kg de suelo.

Los Typic Paleudult, de clase textural francesa gruesa, se encuentran asociados con el Typic Quartzipsamment (**U11.2/E2**), formando las unidades cartográficas que se distribuyen desde la cuenca del Río Ypané hasta las estribaciones del Cerro Guazú, en el Departamento de Amambay y en el límite entre los Departamentos de Concepción y San Pedro. Cubren lomadas de arenisca en una topografía ondulada y de pendientes entre el 3% y el 15%.

- **Typic Paleudult, de textura francosa fina (U11.3):** Se presenta como una consociación que se desarrolla en un paisaje de lomadas suaves, con pendiente que no pasan del 8%, de buen drenaje superficial y ausencia de rocosidad.

Estos suelos se reconocieron en el Departamento de Amambay, al Sur de Capitán Bado, extendiéndose hasta Itanará, entre la Cordillera del Amambay y la frontera con el Brasil. También

se ha reconocido en Villa Igatimí, donde confluyen los Ríos Jejuí Guazú y Jejuimí, y en la zona de Ybyrarobaná, del Dpto. de Canindeyú.

El epipedón ócrico tiene menos de 50 cm. de espesor, la textura es arenosa franca a franco arenosa, de baja capacidad de intercambio catiónico (menos de 3 cmol/Kg de suelo) y baja saturación en bases de cambio. La capa arable tiene más de 50% de saturación de bases y el pH es ligeramente ácido. En profundidad, el pH decrece, haciéndose más ácido y también la saturación de bases, que es menor de 50%. El color del horizonte argílico es rojo oscuro y la textura es franco arcillo arenosa.

- **Typic Paleudult, arcilloso fino (U11.4):** se ha reconocido hacia el Sur de San Juan Nepomuceno, Departamento de Caazapá donde abarca las Compañías Pindó Potrero, Guayakí y Potrero Ybaté.

El horizonte superficial es franco arenoso, de color pardo rojizo oscuro. El cambio textural se verifica a los 35 cm., pasando a franco arcillo arenoso, y a partir de los 64 cm. la textura del horizonte argílico es arcillosa, de color rojo oscuro a mayor profundidad. La capacidad de intercambio catiónico y las bases de cambio también aumentan con la profundidad; pero la saturación de bases es menor a 50%, la acidez es alta y el contenido de aluminio intercambiable es mayor que 1 cmol/Kg de suelo.

En la camada superficial, el contenido de materia orgánica es de 1.7%, la estructuración es débil, en bloques subangulares pequeños. En el argílico la estructura es también en bloques subangulares, medios y de moderado desarrollo. Se observa la presencia de cutanes y pequeñas concreciones duras, blancas, de silicio.

La vegetación natural es de bosque residual y el uso predominante es agricultura. La limitación principal de este suelo, es la baja fertilidad.

- **Typic Paleudult, de textura arcillosa muy fina (U11.5):** se reconoció en la zona Sur del Departamento de Alto Paraná y en la zona norte del Departamento de Itapúa, formando una asociación con el Rhodic Paleudult (U11.5/U10.5), en pendientes ligeramente onduladas a onduladas. Estos suelos son muy parecidos, diferenciándose entre ellos, solamente por el color de los 100 cm. superiores del argílico, en el que el Typic Paleudult tiene un brillo de 4 ó más, en húmedo, y es una unidad más alta que el húmedo, cuando en estado seco, mientras que en el Rhodic Paleudult, el brillo es de 3 ó menos, en húmedo.

#### **4.4.2.3. Gran Grupo: Rhodudult**



Son suelos Ultisoles con régimen údico de humedad y que tienen en todo el espesor del epipedón un color de brillo (valué), húmedo, de 3 ó menos. El horizonte argílico tiene un color de brillo, seco, de 4 ó menos, y cuando húmedo, no es más que una unidad más bajo que el brillo cuando seco. Son suelos de colores rojos oscurecidos que no tienen fragipan ni plintita, y que cuando son profundos, en 50% o más de los 100 cm. superiores del horizonte argílico o kándico, tienen una capacidad de intercambio catiónico de 16 cmol/Kg de arcilla o más alto y una capacidad efectiva de intercambio catiónico de 12 cmol/Kg de arcilla o mayor.

En el Gran Grupo Rhodudult se han reconocido los Subgrupos Psammentic Rhodudult y Typic Rhodudult.

#### **a) Subgrupo: Psammentic Rhodudult (U12.1)**

Los Psammentic Rhodudult se caracterizan por no tener un contacto con la roca madre dentro de los primeros 50 cm. de profundidad, medido desde la superficie mineral del suelo, es decir, que la profundidad de los suelos de este Subgrupo es mayor de 50 cm. Los suelos de este Subgrupo tienen una textura areno francosa fina o más gruesa en todo el horizonte argílico y, dentro de los 150 cm. superficiales, alguna camada tiene una disminución del contenido de arcilla de 20% o más, en relación al subhorizonte de mayor contenido de arcilla.

Estos suelos se han reconocido en el sector de la cuenca superior y media del Arroyo Capiibary y en la margen izquierda del Río Corrientes en el Departamento de San Pedro y en el sector que limita con los de Canindeyú y Caaguazú. Esta unidad cartográfica está formada sobre lomadas en una topografía ligeramente ondulada, en pendientes planas a ligeramente inclinadas y de drenaje bueno.

La textura de las camadas superiores es arenosa franca, el argílico es franco arenoso en la parte superior y arenoso franco en las camadas más profundas. El color del suelo es pardo rojizo oscuro en todo el perfil. Tiene una capacidad de intercambio catiónico menor a 4 cmol/Kg de suelo, bases de cambio menor a 3 cmol/Kg de suelo y la saturación en bases, aunque en la parte superficial sea mayor que 50%, en los horizontes más profundos es menor a 50%. El contenido de materia orgánica es de 1,2% en la capa arable y el pH ligeramente ácido. Sin embargo, en las camadas profundas del argílico el pH es fuertemente ácido y el contenido de aluminio intercambiable es alto, con un valor superior a 1,5 cmol/Kg de suelo.

Estas condiciones químicas hacen que el Psammentic Rhodudult sea de muy baja fertilidad y que cuando se localiza en pendientes que varían de 3% a 8%, el riesgo de erosión sea considerable, por la clase textura! arenosa de las carnadas superficiales.

#### **b) Subgrupo: Typic Rhodudult (U13)**

Son los suelos Rhodudult típicos, o sea, que no tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm. de profundidad, medido desde la superficie mineral del suelo y cuyo horizonte argílico tiene una textura más fina que franco arenosa fina, en alguna parte del mismo. Las características de estos suelos son similares a las del Gran Grupo. Por la condición textural, se distinguieron el Typic Rhodudult, francosa fina, y el Typic Rhodudult, arcillosa fina.

##### **- Typic Rhodudult, textura francosa fina (U13.3):**

Estos suelos se presentan en un ambiente de lomadas, cuyo material de origen es la arenisca. Ocupan posiciones topográficas planas, ligeramente inclinadas e inclinadas, siempre de buen drenaje. En el Dpto. de Concepción, estas unidades se extienden siguiendo la Ruta V Gral. Bernardino Caballero, desde Horqueta hasta la zona Sur del Cerro Memby, y entre el Río Ypané y las depresiones del Río Aquidabán.

Se caracterizan por tener un horizonte ócrico de color pardo rojizo oscuro de un matiz 2,5 YR, de 40 a 45 cm. de espesor, textura arenosa franca, estructura débil, pequeña, en bloques subangulares y casi sin consistencia. Esta carnada tiene un, contenido de materia orgánica de 1,2%, pH ligeramente ácido, capacidad de intercambio catiónico menor de 6 mE/100 g de suelo, bases de cambio menores que 2 mE/100 g de suelo y saturación de bases mayor de 50%.

El horizonte argílico subyacente tiene una textura franco arenosa en los 30 cm. superiores y más abajo es arcillo arenoso, aunque se verifica la disminución en el contenido de arcilla en más de 20% (valor relativo) a partir de la profundidad de 120 cm. del suelo. El color del argílico es rojo oscuro en las carnadas más profundas y tiene una saturación de bases de menos del 50%, pH muy ácido y contenido de aluminio intercambiable mayor de 1 cmol/Kg de suelo. La estructuración es débil, en bloques subangulares pequeños. La limitación principal de esta unidad es la baja fertilidad.

El Typic Rhodudult con textura arcillosa se ha reconocido en la Colonia Estrella, en la zona norte del Departamento de Amambay, donde está la naciente del Arroyo Estrella, que es límite con Brasil. En el Dpto. del Guaira se localiza en el sector de Villarrica y Yatytay.

El horizonte ócrico es de 19 cm. de espesor desde la superficie del suelo. Tiene un color pardo rojizo oscuro de matiz 2,5 YR, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares pequeños y de desarrollo fuerte, consistencia plástica y pegajosa. El contenido de materia orgánica es alta, más del 3%, la capacidad de intercambio catiónico de 10 cmol/Kg de suelo, bases de cambio menores de 4 cmol/Kg de suelo, saturación en bases menor de 50% y pH ligeramente ácido.

El horizonte argílico tiene el color pardo rojizo oscuro del mismo matiz, pero que cambia a rojo oscuro cuando seco. La textura es arcillosa y la estructura en bloques subangulares, pequeños y débiles. Hay poca variación en la capacidad de intercambio catiónico y en el contenido de las bases de cambio con la profundidad del argílico. Sin embargo, la saturación de bases es menor del 50%, el pH es fuertemente ácido y el contenido de aluminio intercambiable está en torno de 1 cmol/Kg de suelo, desde los 43 cm. de profundidad del suelo.

Esta unidad tiene una profundidad menor a los 150 cm., y al final de las pendientes, ya se observa un contacto lítico más superficial, inclusive con afloramiento de rocas, lo que indica que debe separarse el Lithic Rhodudult, cuando se hagan estudios de nivel más detallado.

La limitación principal de esta unidad también la constituya la baja fertilidad.

#### **4.4.2.4. Gran Grupo: Hapludult**

Los suelos de este Gran Grupo (Hapl= haplous = simple, + udult) son Ultisoles con régimen de humedad údico y que tienen un epipedón ócrico y un horizonte argílico de moderado o fino espesor. Ellos no tienen un fragipan ni plintita. El color del argílico normalmente es pardo oscuro o rojo amarillento y el contenido de arcilla disminuye en 20% o más (relativo) en alguna carnada en relación a la de mayor contenido de arcilla dentro del argílico. La arcilla tiene una capacidad de intercambio catiónico mayor que 16 cmol/Kg y una capacidad efectiva de intercambio catiónico de más de 12 cmol/Kg.

En este Gran Grupo se distinguieron los Subgrupos Aquic, Humic, Ochreptic y Typic Hapludult.

##### **a) Subgrupo: Aquic Hapludult (UI4.3)**

Son Hapludult que tienen en uno o más subhorizontes dentro de los 60 cm. superiores del argílico, motas con u brillo (valué) en húmedo de 4 o más e intensidad (croma) de 2 o menos, acompañado de concreciones o nódulos y también saturación con agua en la zona moteada por algún tiempo del año. El cambio textural se verifica a los 64 cm. de profundidad. Los horizontes

superficiales tienen un color del matiz 7,5 YR que es pardo oscuro en la parte superior y pardo en la carnada inferior. La textura es franco arenosa y la estructura en bloques subangulares, muy pequeños y de débil desarrollo, casi sin consistencia. La capa más superficial tiene un contenido de materia orgánica del 2%, la capacidad de intercambio catiónico menor de 10 cmol/Kg de suelo y las bases de cambio menor a 1 cmol/Kg de suelo. El pH es ácido y el contenido de aluminio intercambiable es moderado.

Los horizontes eluviales que se encuentran por debajo de la capa superficial presentan semejantes condiciones físicas y químicas, excepto en el pH, que es más alto y la materia orgánica que disminuye acentuadamente.

El horizonte argílico, de 17 cm. de espesor, descansa abruptamente sobre el horizonte C y es de textura arcillo arenosa, color gris oscuro, estructura en bloques angulares de tamaño mediano y fuerte desarrollo, con motas de color rojo en una cantidad del 20%. El pH es ácido, la capacidad de intercambio catiónico es de 15 cmol/Kg de suelo, las bases de cambio menores a 4 cmol/Kg de suelo.

En todo el perfil la saturación en bases es menor a 50.%.

Estos suelos se presentan en lomadas de pendientes suaves, cubierta de una vegetación de gramíneas. El material de origen es arenisca, y el drenaje y la permeabilidad son moderadas.

#### **b) Subgrupo: Humic Hapludult (U15.4)**

Son los Hapludult que tienen un horizonte A disturbado por el laboreo (Ap) o un horizonte A de 15 cm. o más de espesor, que tiene un color oscuro, con brillo en húmedo de 3 ó menos y con brillo en seco de 5 ó menos.

Esta unidad se desarrolla a partir de arenisca y se presentan en lomadas de pendientes suaves y buen drenaje superficial. Las unidades cartográficas de estos suelos se han reconocido extenderse al Noreste del Dpto. de Concepción, desde la Colonia Sgto. José F. López (ex Puenteño) hacia el Río Apa.

Los horizontes superficiales tienen un espesor de 40 cm., de textura franco arenosa y color pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3 en los primeros 18 cm. superficiales). La estructura se presenta en bloques subangulares, muy pequeños a pequeños y de débil desarrollo; sin consistencia cuando mojado.

El horizonte argílico tiene una textura arcillo arenosa en la parte superior y franco arcillo arenosa en las carnadas más profundas, verificándose una disminución en el contenido de arcilla

con la profundidad que supera en 20% (relativo) al de la carnada que contiene el mayor porcentaje de arcilla. La estructura es en bloques subangulares, medianos y de moderado desarrollo. Presenta concreciones de hierro, pequeños y escasos. Con la profundidad, el color se hace más rojo; sin embargo, hay poca variación en la capacidad de intercambio cationico (10-13 cmol/Kg de suelo), en el contenido de bases de cambio (3-5 cmol/Kg de suelo) y en la saturación de bases, que es menor a 50% en todo el espesor del suelo. El pH es ácido y no presenta aluminio intercambiable.

Como la vegetación natural es de gramíneas con bosques discontinuos de especies semileñosas, el uso principal que se da en esta unidad cartográfica es la ganadería extensiva.

### **c) Subgrupo: Ochreptic Hapludult (U16.2)**

Son suelos del Gran Grupo Hapludult que tienen un horizonte argílico de 25 cm. o menos de espesor. La mayor parte de estos suelos tienen un contacto superficial con la roca meteorizada, como se ha reconocido en el trayecto Loreto-Paso Barreto, al norte de la ciudad de Concepción, Departamento del mismo nombre. Forma una unidad cartográfica que se ubica en lomadas cuyo material de origen es arenisca. Tiene un buen drenaje superficial y generalmente se localiza en áreas de pendientes suaves y largas de los bordes de las lomadas que contactan con las áreas depresivas.

El horizonte superficial es ócrico, con color rojo oscuro a rojo, de textura arenosa a arenosa franca; estructura granular, débil; contenido bajo de materia orgánica y también baja capacidad de intercambio cationico y de bases de cambio. La saturación de bases es mayor de 50% y el pH débilmente ácido.

El argílico se extiende desde los 25 cm a los 50 cm de profundidad, descansando abruptamente sobre una carnada de gravas y gravillas. El argílico tiene una textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, pequeños y de débil desarrollo. El color es rojo, con intensidad clara. La saturación con bases es menor de 50%, el pH es fuertemente ácido, con baja concentración de aluminio intercambiable.

Esta unidad es utilizada en agricultura, pero a nivel familiar y con rubros de consumo. Representa una pequeña extensión-de terreno y generalmente se lo encuentra participando en una asociación con el Mollic Paleudalf (U16.2/A12.2), aunque en menor proporción.

### **d) Subgrupo: Typic Hapludult (U 17)**

Son los suelos que tienen las propiedades centrales del Gran Grupo Hapludult. Se han reconocido dos variantes por la clase textural: el Typic Hapludult francoso fino y el Typic Hapludult arcilloso fino.

- **Typic Hapludult, francoso fino (U 17.3):**

Estos suelos se reconocieron en el Departamento de las Cordilleras, cubriendo las localidades de Isla Pucú, Caraguatay y 1° de Marzo. Se extienden sobre lomadas derivadas de arenisca y bajo vegetación natural de bosque, en topografía plana a ligeramente ondulada, de buen drenaje superficial.

El horizonte eluvial es ócrico, de 70 cm. de espesor, pardo rojizo superficialmente y rojo amarillento más abajo, de textura franco arenosa en todo el espesor, con una capacidad de intercambio catiónico menor a 4 cmol/Kg de suelo, bases de cambio de 2 cmol/Kg de suelo y saturación\*de bases mayor que 50%. Tiene estructuración en bloques subangulares, pequeños y débiles y poca consistencia en condiciones de humedad.

El horizonte argílico, que se inicia a los 70 cm. de profundidad del suelo, es de color rojo oscuro, tanto en el matiz de 2,5 YR de las carnadas superiores como en el matiz 10 R en las inferiores. Su textura varía con la profundidad, siendo arcillo arenosa en la parte superior y franco arcillo arenosa en los subhorizontes inferiores, ocurriendo una disminución en el contenido de arcilla en más del 20% en relación a la carnada que contiene el mayor porcentaje de arcilla. Además, la arcilla es de alta actividad intercambiable, pues tiene más de 16 cmol/Kg y más de 12 cmol/Kg de capacidad efectiva de intercambio catiónico.

La capacidad de intercambio del horizonte argílico es menor a 7 cmol/Kg, las bases de cambio tienen valores menores que 3 cmol/Kg y la saturación en bases de cambio del complejo adsorbtivo menos del 50%. El argílico ya presenta una estructuración de desarrollo fuerte en la parte superior, con presencia de cutanes en la superficie de los agregados, aunque discontinuos y de débil desarrollo.

Esta unidad es de uso preponderantemente en agricultura y su limitación principal es la baja fertilidad.

- **Typic Hapludult, de textura arcillosa fina (U17.4):**

En el Dpto. de Concepción, en la zona de San Carlos, se han reconocido estos suelos, apareciendo como islas en la llanura entre el Río Apa y el complejo granítico. Su extensión territorial es pequeña.

Los horizontes superficiales tienen colores pardo amarillento oscuro a pardo oscuro hasta los 40 cm de profundidad. La textura es arenosa franca a franco arenosa, débilmente estructurado, con capacidad de intercambio catiónico y bases.

**Cuadro 9. Unidades Cartográficas y Áreas de los Sub-grupos de Suelos Alfisoles**

Typic Natrudalf	$A3.4 \frac{Lls}{A4n}$		
	$A3.4 \frac{Vs}{A4n}$		
SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Natrudalf/Typic Albaqualf	$A3.4/41.4 \frac{Lls}{A4n}$		
Typic Albaqualf	$A1.4 \frac{Lls}{A5n}$		
	$A3.4/41.4 \frac{Lls}{A5n}$		
	$A1.4 \frac{Lls}{A6n}$		
Typic Albaqualf/Typic Psammaquent	$A1.4/E1.1 \frac{Lls}{A4n}$		
	$A1.4/E1.1 \frac{Lls}{A5n}$		
Mollic Natrudalf/Aquic Paleudalf	$A2.2/A7.4 \frac{Lls}{A5n}$		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Aquic Paleudalf/Typic Rhodic Kandudalf Albaqualf	$A7.4/A4.4 \frac{La}{A2n}$ $A4.4 \frac{Lls}{A6n}$		
Aquic Paleudalf/Typic Albaqualf	$A4.4 \frac{La}{A7.4/A6.4 \frac{Lls}{A5n}}$		
Mollic Kandudalf Aquic Paleudalf/Albaquic Paleudalf/Typic Psammaquent	$A7.4/A6.4 \frac{Lls}{A6n}$ $A5.5 \frac{A/B2n}{A4n}$		
Oxyaquic Paleudalf	$A7.3 \frac{Lls}{A4n}$ $A8.3 \frac{Lls}{A4n}$		
Aquic Paleudalf Arenic Paleudalf	$A9.1 \frac{La}{Lls}$ $A7.3 \frac{La}{A5n}$ $A9.1 \frac{La}{Lls}$ $A7.4 \frac{A/B2n}{A4n}$ $A9.1 \frac{La}{Lls}$ $A7.4 \frac{B/C2n}{A5n}$		
Aquic Paleudalf/Typic Albaquulf	$A9.1 \frac{La}{Lls}$ $A7.1/B7.5 \frac{Lls}{A5n}$ $A9.1 \frac{La}{Lls}$ $A7.3/C1.5 \frac{Lls}{A4n}$ $A9.2 \frac{La}{Lls}$ $A7.3/B7.5 \frac{Lls}{A5n}$ $A9.2 \frac{La}{Lls}$ $A7.3/B1.5 \frac{Lls}{A6n}$		
Aquic Paleudalf/Typic Quartzipsamment	$A9.2 \frac{La}{B2n}$ $A9.2 \frac{La}{B/C2n}$ $A7.3/E2 \frac{La}{A4n}$ $A9.2 \frac{La}{C2n}$		



SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Grossarenic Paleudalf	$A10.1 \frac{La}{B / C2n}$		
Rhodic Paleudalf	$A11.2 \frac{La}{B2n}$		
	$A11.2 \frac{La}{C2n}$		
	$A11.3 \frac{La}{A2n}$		
	$A11.3 \frac{La}{B2n}$		
	$A11.3 \frac{La}{B / C2n}$		
	$A11.3 \frac{La}{C2n}$		
	$A11.3 \frac{La}{C2m}$		
	$A11.4 \frac{La}{B2n}$		
	$A11.4 \frac{Lb}{B2n}$		
Rhodic Paleudalf/Rhodic Paleudult	$A11.4/U10.5 \frac{Lb}{A / B2n}$		
Rhodic Paleudalf/Rhodic Acrudox	$A11.4/O2.5 \frac{Lb}{A / B2n}$		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPRFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Mollic Paleudalf	A12.2 <u>La</u>		
	A2n		
	A12.2 <u>La</u>		
	A4n		
	A12.2 <u>La</u>		

	<p><b>B2n</b></p> <p><b>A12.2 <u>La</u></b></p> <p><b>B/C2n</b></p> <p><b>A12.3 <u>La</u></b></p> <p><b>A2n</b></p> <p><b>A12.3 <u>La</u></b></p> <p><b>A/B2n</b></p> <p><b>A12.3 <u>La</u></b></p> <p><b>B2n</b></p> <p><b>A12.4 <u>La</u></b></p> <p><b>A2n</b></p>		
<p><b>Mollic Paleudalf /</b></p> <p><b>Lithic Udorthent</b></p>	<p><b>A12.2/E8.2<u>La</u></b></p> <p><b>A2n</b></p> <p><b>A12.2/E8.2<u>La</u></b></p> <p><b>B2n</b></p>		
<p><b>Mollic Paleudalf /</b></p> <p><b>Ochreptic</b></p> <p><b>Hapludult</b></p>	<p><b>A12.3/U16.2<u>La</u></b></p> <p><b>A2n</b></p> <p><b>A12.3/U16.2<u>La</u></b></p> <p><b>A3n</b></p> <p><b>A12.3/U16.2<u>La</u></b></p> <p><b>B2n</b></p>		

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPRFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Paleudalf	A13.3/ <u>La</u> A2n A13.3/ <u>La</u> A3m A13.3/ <u>La</u> B2n A13.3/ <u>La</u> B2m A13.3/ <u>La</u> B3m A13.3/ <u>La</u> B/C2n		
Typic Paleudalf / Lithic Udipsamment	A13.3/E3 <u>La</u> B2m		
Typic Paleudalf / Lithic Udorthent	A13.3/E8.2 <u>La</u> B2n A13.3/E8.2 <u>La</u> B/C2m		
Rhodudalf	A14.4 <u>La</u> A2n A14.4 <u>La</u> A/B2n A14.4 <u>La</u> B/C2n		
Rhodudalf / Rhodic	A14.4/U10.5 <u>La</u>		

<b>Paleudult</b>	<b>A/B2n</b> <b>A14.4/U10.5 <u>La</u></b> <b>B/C2n</b> <b>A14.4/U10.2 <u>La</u></b> <b>B/C2n</b>		
------------------	--	--	--

SUBGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPRFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
<b>Aquic        Lithic</b> <b>Hapludalf</b>	<b>A15.2 <u>Lg</u></b> <b>A3n</b>		
<b>Oxyaquic</b> <b>Hapludalf</b>	<b>A16.2<u>La</u></b> <b>A3n</b>		
<b>Typic   Hapludalf /</b>	<b>A17.3/E2 <u>Lls</u></b>		

Typic Quartzipsamment	A4n		
Typic Hapludalf / Typic Quartzipsamment / Lithic Udorthent	A17.3/E2/E8.2 <u>Lls</u> A4n		

En el orden Alfisol se han reconocido 2 Subórdenes, 6 Grandes Grupos y 17 Subgrupos. Las subórdenes son Aqualf y UdaIf, clasificados por el régimen de humedad del suelo. El Suborden Aqualf tiene solamente el Gran Grupo Albaqualf y a nivel de Subgrupo conforma el Typic Albaqualf.

Sin embargo, en el Suborden Udalf se ha encontrado suelos pertenecientes a 5 Grandes Grupos y en éstos 17 Subgrupos.

El nombre de Alfisol proviene de la antigua denominación de Pedalferos que se daba a los suelos (pedon) ricos en aluminio (Al) y hierro (Fe).

En la mayoría de las zonas de la Región Oriental del país, los suelos tienen un régimen de humedad údico. Esto implica que los suelos en la mayoría de los años no están secos en alguna parte de la sección de control por un período tan largo como 90 días acumulativos, en la mayoría de los años. Este régimen de humedad es común en los suelos de climas húmedos que tienen una buena distribución de lluvias o que tienen períodos estacionales largos de lluvia al año, de manera que el exceso queda almacenado y es utilizado en los períodos breves de sequía.

Aunque en el Suborden Udalf se ha reconocido un número mayor de Grandes Grupos y Subgrupos que en el Aqualf, esto no indica que en cualquier zona de la Región Oriental del país, los suelos Udalf predominan territorialmente sobre los Aqualf.

Los Alfisoles no tienen superficialmente un horizonte de acumulación de materia orgánica, no presentan grietas anchas y profundas, no tienen un epipedón mólico y no son arcillosos en superficie. Son suelos minerales que tampoco presentan un horizonte subsuperficial óxico.

En este Orden, se incorporan todos los suelos que tienen un horizonte nátrico o que tienen un horizonte argílico o kándico con una saturación de bases de 50% o más, calculado por la suma de cationes y determinado con acetato de amonio neutro. También pertenecen a este Orden los suelos que tienen un fragipan con revestimiento de láminas de arcilla de 1 mm o más de espesor, en alguna parte.

El valor de saturación de bases debe verificarse en los suelos a 125 cm por debajo del límite superior del horizonte argílico o a la profundidad de 180 cm a partir de la superficie del suelo; pero nunca debe sobrepasar los 200 cm de la profundidad del suelo, aunque esta sea mayor. Si el suelo es más raso, la condición de saturación de bases debe darse inmediatamente encima del contacto con la roca madre.

La mayoría de los Alfisoles localizados en un ambiente de buen drenaje tienen naturalmente una cobertura vegetal boscosa, y aquellos que presentan un drenaje moderado a deficiente están cubiertos de pastos, bosques en islas o con árboles xerófilos aislados.

**Pág. 90**

Todos los suelos que son clasificados en el Orden Alfisol tienen en su nomenclatura el sufijo “ alf ”. Los Alfisoles, conforme al régimen ácuico o údico de humedad del suelo, se clasifican en el nivel de Suborden como Aqualf y Udalf, respectivamente.

#### **4.5.1 Suborden: Aqualf**

Los Aqualf son los Alfisoles que tienen un régimen de humedad ácuico, porque están saturados de agua en algún período del año, o si fueron sometidos a prácticas de drenaje artificial, mantienen las características asociadas al encharcamiento estacional.

Los Aqualf raramente se encuentran en lomadas, habiendo sido reconocido extenderse en amplias llanuras aluviales y en depresiones de lento drenaje superficial.

Se los encuentra también formando asociaciones con suelos pertenecientes a las Subordenes Udalf y Aquent. Tienen una pobre permeabilidad, porque se han desarrollado y permanecen bajo la influencia estacional de una napa freática alta; por contener una capa arcillosa por debajo de la superficie del suelo, tienen una muy baja conductividad hidráulica, que restringe el movimiento gravitacional de agua y consecuentemente prolonga el período de saturación.

Las condiciones ácuicas se verifican en una o más camadas dentro de los primeros 50 cm. de suelo, observándose moteados, bajo brillo (croma) y concreciones de Fe-Mn.

Los Aqualf son suelos grises y moteados. En este Suborden se ha reconocido el Gran Grupo Albaqualf.

#### **4.5.1.1. Gran Grupo: Albaqualf**

En este Gran Grupo se incorporan los suelos Aqualf que tienen un cambio textural abrupto entre el epipedan ócrico o un horizonte álbico y el horizonte argílico, teniendo éste una conductividad hidráulica lenta o muy lenta.

El cambio textural abrupto se caracteriza por un incremento brusco del contenido de arcilla dentro de una distancia vertical muy corta, en la zona de contacto entre los horizontes indicados. Si el contenido de arcilla en el epipedan ócrico es de 20%, el argílico debe tener el doble dentro de una distancia en profundidad de 7,5 cm. Si el contenido de arcilla en el ócrico excede el 20%, el contenido del argílico deberá ser el 20% más (valor absoluto) y dentro del argílico, alguna camada deberá tener el doble del horizonte superficial.

Los suelos de este Gran Grupo no presentan horizonte nátrico, fragipán ni duripán. Tampoco tienen plintita en uno o más horizontes entre los 30 y 150 cm de profundidad del suelo, que forma una carnada continua o constituye el 50% o más del volumen.

En esta categoría, se ha reconocido solamente el Subgrupo Typic Albaqualf.

##### **a) Subgrupo: Typic Albaqualf (Al)**



El Typic Albaqualf tiene las características modales del Gran Grupo Albaqualf. No presentan otras propiedades o condiciones que lo desvíen del concepto típico, tales como un horizonte superficial arenoso, de 50 cm o más de espesor que se extiende hasta el horizonte argílico, no se agrietan, no presentan colores muy oscuros en la camada arable o en los 18 cm superficiales y tampoco tienen colores claros en 40% o más de la matriz del suelo entre el límite inferior del horizonte A o Ap y los 75 cm de profundidad.

En el Subgrupo Typic Albaqualf, los suelos tienen un horizonte ócrico, de 20 cm de espesor, de color pardo a pardo oscuro cuando húmedo y gris parduzco claro cuando seco. Este epipedón es de textura franco arenosa, con 13 % de arcilla; estructura en bloques subangulares, muy pequeños y de débil desarrollo; ligeramente plástico y también pegajoso. El horizonte argílico, que aparece inmediatamente abajo tiene un contenido de arcilla de 58%, siendo por tanto de textura arcillosa, de color gris rojizo oscuro en la parte superior y pardo oscuro o pardo grisáceo oscuro en las capas inferiores.

La estructura del argílico está fuertemente desarrollada, en pequeños bloques subangulares en la parte superior y en bloques angulares, también pequeños desde los 30 cm hasta los 150 cm de profundidad. Presenta una consistencia muy dura cuando seco y muy plástico y muy pegajoso cuando mojado.

El horizonte argílico tiene una saturación de bases superior al 50% en toda su profundidad, la capacidad de intercambio catiónico del suelo es de 20 cmol/Kg y la de la arcilla supera los 16cmol/Kg. Los cationes dominantes de las bases de cambio son el calcio, el magnesio y el sodio, aunque en las camadas más profundas el contenido de sodio supera al de magnesio.

Esta unidad se localiza en llanuras aluviales, de pobre a muy pobre drenaje y/o permeabilidad, formando las unidades cartográficas que se extienden por la cuenca del arroyo Caañabé en el Dpto. de Paraguari, y desde los Esteros del Ypoá hasta el Río Paraguay, al sur de Villeta.

El Typic Albaqualf se encuentra también asociado con el Typic Psammaquent (Al/E11), formando las unidades cartográficas que se localizan en el Estero Guazú, al Sur de la ruta Villalbín -Ayolas, abarcando también el sur de los Departamentos de Neembucú y Misiones. También se ha reconocido participar de asociaciones con el Typic Natrudalf y Aquic Paleudalf, pero en menor proporción. La vegetación característica es de pastizales naturales, aunque cuando asociado con los Udalf, aparecen árboles aislados del tipo xerofítico.

#### **4.5.2. Suborden: Udalf**

Los suelos Alfisoles que tienen un régimen de humedad údico son denominados Udalf. Ocupan una superficie de ....Km<sup>2</sup> de la Región Oriental del país, correspondiendo al .....%.

**Pág. 92**

La mayoría de los suelos de la Región Oriental del país tienen un régimen de humedad údico. Esto implica que los suelos no están secos por 90 días consecutivos al año en alguna parte de la sección de control, condición que es común en las regiones de clima húmedo, donde se tiene períodos estacionales largos de lluvia al año, que superan la evapotranspiración, quedando el exceso de agua almacenada para ser utilizado en los períodos breves de sequía.

Los suelos Udalf se han observado distribuirse en diferentes ambientes fisiográficos, tales como lomadas, valles y llanuras; en posiciones topográficas planas, suavemente inclinadas e inclinadas, y derivan de diferentes materiales geológicos, como la arenisca, el basalto, granito y sedimentos

aluviales. Son los suelos parduzcos o rojizos, de buen a moderado drenaje y permeabilidad. Los colores son más claros que en los Aqualf y no presentan los efectos de las condiciones de saturación con agua.

En los Udalf se han reconocido 5 Grandes Grupos.

#### **4.5.2.1. Gran Grupo: Natrudalf**

Los Natrudalf son los suelos Alfisoles que tienen el régimen údico de humedad del suelo y que presentan un horizonte nátrico. El horizonte nátrico (Natriun = sodio) que implica la presencia de sodio (Na), es un horizonte argílico con propiedades especiales tales como la estructura columnar y menos comúnmente la prismática y en bloques, y su capacidad de intercambio catiónico está saturado con 15% o más de sodio en algún subhorizonte del argílico dentro del espesor de 40 cm a partir de su límite superior. En el Gran Grupo Natrudalf, se reconocieron dos Subgrupos, el Mollic Natrudalf y el Typic Natrudalf.

##### **a) Subgrupo: Mollic Natrudalf (A2.2)**

Los suelos reconocidos en este Subgrupo tienen las características del Natrudalf con la particularidad de que presentan un horizonte Ap o que el suelo en sus primeros 18 cm superficiales, después de mezclado, tienen un color con brillo (value) de 2 ó menos.

Los suelos clasificados como Mollic Natrudalf no presentan grietas en algún período del año, ni tienen lenguas de materiales álbicos que se introducen en el horizonte nátrico por más de 2,5 cm.

Este Subgrupo se ha encontrado asociado con el Aquic Paleudal (A2.2/A7), formando una unidad cartográfica que se extiende a lo largo de la ruta que une San Juan Bautista de Ñeembucú con San Ignacio de las Misiones. La cobertura vegetal es de gramíneas con palmas de Karanday en las pequeñas elevaciones del terreno.

El Mollic Natrudalf se caracteriza por presentar un epipedón ócrico de 17 cm, de color gris negruzco (5 YR 3/1), de textura areno francosa, estructura en bloques subangulares, muy pequeños y de débil desarrollo, y consistencia no plástica y no pegajosa. El contenido de materia orgánica es de 1,7% el pH ligeramente ácido, la capacidad de

intercambio catiónico de 5 cmol/Kg de suelo, las bases de cambio menores de 3 Cmol/Kg de suelo y la saturación de bases menor del 50%, con los cationes Ca, Mg, Na, K indicados en orden decreciente de participación. Por debajo de este horizonte superficial, se ha identificado un horizonte eluvial, de color pardo y clase textural arenosa, de apenas 9 cm de espesor, con las propiedades morfológicas similares al horizonte superficial y las propiedades químicas disminuidas.

El horizonte argílico aparece a los 26 cm de la profundidad del suelo y la textura es franco arcillo arenosa, aunque a nivel de campo, se ha detectado ser franco arcilloso, el color en húmedo es pardo grisáceo oscuro, pardo y pardo negruzco conforme la secuencia de los subhorizontes en profundidad. El subhorizonte con alta saturación de sodio se presenta entre los 26 y 50 cm de la profundidad de suelo. El orden de participación en la saturación de bases es Na, Ca, Mg y K. La estructura en esta camada es de bloques angulares, de tamaño mediano y de fuerte desarrollo, más abajo, las estructuras son de bloques subangulares, medianos y de moderado desarrollo.

El horizonte nátrico contiene concreciones de color negro, de común abundancia y pequeñas. Los subhorizontes que se encuentran más profundos contienen concreciones de carbonato de calcio, de abundancia común y tamaño mediano, y también de Fe-Mn, de 5-7 mm a los 100 cm de profundidad. El Mollic Natrudalf es un suelo que es utilizado en agricultura en esa región de depresión y dominante permanencia de agua, porque presenta variables profundidades de los horizontes superficiales con buen contenido de materia orgánica y suficiente aireación para las raíces de los cultivos. No obstante, no forma en el paisaje una unidad continua, sino que se presenta intercalado con el Aquic Paleudalf.

#### **b) Subgrupo: Typic Natrudalf (A3.4)**

El Typic Natrudalf tiene todas las condiciones definidas en el Gran Grupo Natrudalf, o sea que no

presenta grietas ni tiene un color oscuro en el horizonte superficial Ap o Al, como se encuentra en el Subgrupo Mollic Natrudalf.

En el paisaje en que se desarrolla, forma unidades cartográficas que cubren una franja entre el estero del Lago Ypoá y las lomadas altas de Carapeguá y Roque González de Santacruz. También en el valle de Pirayú hasta el Lago Ypacarai, en el Dpto. de Paraguari. En el valle del Arroyo Caañabé, al sur de Yaguarón y Paraguari, y en la cuenca alta de este arroyo, el Typic Natrudalf se encuentra asociado con el Typic Albaqualf (A3.4/A1.4) formando una unidad cartográfica de muy lenta permeabilidad, debido principalmente a la muy baja conductividad hidráulica del horizonte nátrico.

El horizonte ócrico tiene un color pardo a pardo oscuro en húmedo y pardo amarillento cuando seco. La textura es franco arenosa hasta los 27 cm y la estructura es en bloques subangulares, muy pequeños y de moderado desarrollo. Contienen pocas concreciones, negras, blandas y duras, de 2 mm de diámetro. El contenido de materia orgánica es menor a 1,5%, pH ácido, aunque la saturación en bases es mayor que 50%.

**Pág. 94**

El horizonte argílico comienza en la profundidad de 27 cm, con una transición abrupta con el ócrico. La clase textural es arcillosa y la estructuración es fuerte, en bloques angulares en el horizonte nátrico, que se extiende desde los 57 cm de profundidad. La saturación con Na supera 15%. El horizonte argílico presenta concreciones comunes, medianas, rojas y motas rojizas, que

son más abundantes y grandes en las capas más profundas.

El Typic Natrudalf está cubierto de una vegetación natural de gramíneas, con árboles y arbustos dispersos del tipo xerofítico. Es usado predominantemente en ganadería extensiva.

#### **4.5.2.2. Gran Grupo: Kandiudalf**

Los suelos clasificados en este Gran Grupo son los Udalf que no tienen contacto con la roca madre o con un horizonte petroférico dentro de los 150 cm de la superficie del suelo. En cambio, tienen un horizonte argílico o kándico que en los 100 cm superiores, tiene una capacidad de intercambio catiónico de la arcilla de 16 cmol/Kg o menos y la capacidad de intercambio efectivo de cationes es de 12 cmol/Kg de arcilla en la mayor parte de esos horizontes. También, la distribución de arcilla dentro de los 150 cm de profundidad del suelo, no decrece en más de 20 % (% relativo) de aquel subhorizonte que contiene la máxima cantidad de arcilla.

Los Kandiudalf son suelos profundos y que en el horizonte kándico o argílico presentan una saturación en bases mayor que 50%, a las mismas profundidades definidas para los Alfisoles.

En el Gran Grupo Kandiudalf se reconocieron dos Subgrupos: el Rhodic Kandiudalf y el Mollic Kandiudalf.

##### **a) Subgrupo: Rhodic Kandiudalf (A4)**

Son los suelos que presentan todas las propiedades del Kandiudalf, excepto que en todo el espesor del horizonte kándico tienen colores más rojos que el matiz (Hue) de 2,5 YR y brillo (value) en húmedo de 3 ó menos, y en estado seco hasta una unidad más alta que cuando húmedo.

Esta unidad, en su fase francosa fina (A4.3), se ha reconocido en el Departamento Central, en los distritos de Capiatá, Itá, Guarambaré e Itauguá, formando una unidad cartográfica que se caracteriza por distribuirse en lomadas con declives menores a 8%, de buen drenaje y cuyo material de origen es la arenisca.

Los suelos presentan un horizonte ócrico de color pardo rojizo oscuro (húmedo) y pardo rojizo (seco), de textura arenosa franca, espesor de 20 cm, contenido de 1.2% de materia orgánica, pH ácido, capacidad de intercambio catiónico menor a 2 cmol/Kg de suelo, saturación de bases mayor de 50%. El horizonte kándico subsuperficial tiene arcilla de baja actividad, con una saturación de bases superior al 50% a la profundidad de 150 cm o más; la

textura es arcillo arenosa en las camadas más profundas y el color es rojo oscuro en estado seco. La capacidad de intercambio catiónico es menor a 6cmol/Kg de suelo y el pH es levemente ácido.

El Rhodic Kandiudalf, fase arcillosa fina (A4.4) se ha identificado en el distrito de J. Eulogio Estigarribia del Departamento de Caaguazú, y en el Departamento de Canindeyú, desde la Colonia Teudal, al noreste de Villa Igatimí, hasta la zona sur de Ypejhú. Las unidades cartográficas donde participan estos suelos se distribuyen en lomadas de arenisca, de buen drenaje, en pendientes planas a ligeramente inclinadas.

En los suelos Rhodic Kandiudalf de textura arcillosa fina, el horizonte ócrico contiene más materia orgánica, alcanzando valores del 2%, capacidad de intercambio catiónico más alto y pH ligeramente ácido; su textura varía de franco arenosa a franca su estructura en bloques subangulares, pequeños y de débil desarrollo; el espesor llega hasta los 40 cm. Sin embargo, el horizonte kándico subyacente presenta una clase textural arcillo arenosa y una estructura en bloques subangulares, medianos a grandes y de moderado a fuerte desarrollo, a medida que aumenta la profundidad del suelo; también se encuentra que los agregados presentan cutanes, discontinuos y de moderado a fuerte desarrollo, a partir de los 80 cm de profundidad del suelo.

Los Rhodic Kandiudalf son suelos utilizados en agricultura. Tienen apreciable potencial de producción por las reservas en nutrientes tanto en las camadas superficiales como en las más profundas. En los suelos de textura francosa fina, la fertilidad es la limitación dominante, por la

baja capacidad de intercambio catiónico y también bajo contenido de bases de cambio. Sin embargo, las propiedades físicas y químicas permiten inferir que, con la aplicación de fertilizantes, se puede obtener alta productividad en cada cultivo que se implante en estos suelos. La potencialidad de obtener alta productividad es mayor en los de textura arcillosa fina, porque presentan mejores condiciones de retener los elementos fertilizantes aplicados al suelo y cederlos a la planta en forma continuada, durante su ciclo vegetativo.

**b) Subgrupo: Mollic Kaiidiuclalf (A5.5)**

Son los suelos que tienen las propiedades del Kandiuclalf, pero que se distinguen por presentar un horizonte Ap, o en los primeros 18 cm superficiales, con un color en húmedo de brillo 3 o menos y que cuando en estado seco, el brillo no tiene un valor de 5 o más alto.

La diferencia con el Rhodic Kandiuclalf es simplemente el color más oscurecido de la carnada arable o de los 18 cm superficiales del suelo. Este color oscuro tal vez sea debido al contenido de materia orgánica y por consiguiente, con los sucesivos cultivos y la gradual descomposición de la materia orgánica, es esperable que los suelos clasificados originalmente como Mollic Kandiuclalf pasen a integrar con el tiempo los Subgrupos Rhodic Kandiuclalf o Typic Kandiuclalf.



El Mollic Kandiudalf participa de una unidad cartográfica que se ha reconocido en la zona limítrofe entre los Dpto. de Caaguazú con el Alto Paraná, específicamente en la localidad de Sapiré, al Suroeste de la confluencia del río Ypety con el río Monday.

Los suelos de esta unidad taxonómica tienen horizonte ócrico de 18 cm de espesor, de color pardo rojizo oscuro, textura franco arenosa, 1,7 % de materia orgánica, pH ligeramente ácido, capacidad de intercambio catiónico de 5 cmol/Kg de suelo y saturación en bases mayor que 50%. El horizonte subsuperficial es kándico, porque la arcilla es de baja actividad química; la clase textural es arcillosa y la estructura es en bloques subangulares, medianos y de moderado desarrollo, desde los 33 cm de profundidad del suelo. La capacidad de intercambio catiónico es de 7 mE/100 g de suelo y la saturación de bases es mayor que 50% a los 150 cm de profundidad, aunque el pH encontrado es fuertemente ácido y el contenido de aluminio intercambiable es alto. En esta situación, se ha considerado la saturación de bases para clasificar este suelo en el orden Alfisol.

El Mollic Kandiudalf es de alto potencial productivo en agricultura,-debiendo tenerse el cuidado de mantener o incrementar el contenido de materia orgánica en los camadas superficiales y evitar el peligro de la erosión, cuando ubicado en pendientes entre 3 y 8%, por el riesgo de la decapitación del suelo por la erosión hídrica.

#### **4.5.2.3. Gran Grupo: Paleudalf**

En esta categoría, se incluyen los suelos que no tienen un contacto lítico o paralítico dentro de los 150 cm de la superficie mineral del suelo, y que dentro de esta distancia vertical, el porcentaje de arcilla no decrece en 20% (relativo) o más de aquella carnada que tiene el máximo contenido. Además, en la matriz del horizonte más profundo del argílico, se tiene un matiz (hue) más rojo que 10 YR y en la mayor parte una intensidad (croma) de 5 ó mayor; o en la mayor parte de la matriz, un matiz de 2,5 YR o más rojo con un brillo húmedo de 3 ó 6 menos, y de 4 ó 6 menos cuando seco; o cuando en uno o más subhorizontes, aparecen gruesos moteados con matiz más rojo de 7.5 YR o intensidad e color de 6 o más, o ambos.

Los Paleudalf son suelos profundos, rojizos, cuando desarrollados sobre lomadas de buen drenaje, cuyo material originario es arenisca, basalto o granito. Pero también presentan colores grises, cuando los factores dominantes de su formación son la topografía plana y las pobres condiciones de drenaje. Los suelos tienen un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura hipertérmico, no presentan horizonte nátrico ni fragipan y la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla es mayor de 16 mE/100 g en la mayor parte del horizonte argílico.

En los Paleudal, se reconocieron 8 Subgrupos.

**a) Subgrupo: Albaquic Paleudalf (A6.4)**

Los suelos en este Subgrupo tienen las características definidas para los Paleudalf, pero se distinguen porque, en uno o más horizontes dentro de los 75 cm de la superficie mineral

**Pág. 97**

del suelo, tienen motas con intensidad de color de 2 o menos y están saturados de agua en algún tiempo (condiciones ácuicas), presentan también un incremento de 15% o más de arcilla (absoluto) dentro de una. distancia vertical de 2,5 cm en el límite superior del argílico.

Se los considera suelos intermedios entre los Albaqualf y los Paleudalf típicos.

Esta unidad taxonómica se desarrolla en llanuras aluviales y en condiciones de drenajes deficientes. Forman las unidades cartográficas que se encuentran en la zona de Pilar, Departamento de Neembucú, próximo al Río Paraguay, y también en las zonas aledañas al Arroyo Yacaré y a los Esteros Yacaré y Mburicá. El Albaquic Paleudalf se presenta asociado al Aquic Paleudalf (A6.4/A7.4) formando franjas anchas y paralelas, donde en algunas unidades cartográficas se encuentran en proporción dominante y en otras como subordinadas.

Los Albaquic Paleudalf tienen un color gris muy oscuro en los horizontes superiores y el cambio textural se ha observado verificarse a los 17 cm de profundidad, pasando de textura franco arenosa a arcillo arenosa. El pH es ácido y el contenido de materia orgánica supera el 3%. La estructura es en bloques subangulares, pequeños y de moderado desarrollo.

El argílico subyacente, de textura arcillo arenosa y arcillosa a mayor profundidad, tiene una baja saturación de bases, dominado por los cationes Ca y Mg. La estructura es en bloques angulares, medios y de muy fuerte desarrollo; la consistencia es muy plástica y muy pegajosa en mojado. El color es gris oscuro hasta los 57 cm y más abajo pardo olivo claro. En el argílico, se presentan moteos de color ocre en la parte superior, y en las más profundas, también moteos ocre y negros, comunes grandes. La presencia de nódulos duros, blancos, pequeños y escasos se observa en los subhorizontes superiores del argílico, rojizos y negros en los intermedios, también escasos, y desde los 60 cm de profundidad aparecen concreciones blancas, abundantes, de 3-5 mm de diámetro, duras, de carbonato de calcio. Son suelos que por la vegetación de gramíneas con palmares y los problemas de drenaje deficiente, son utilizados en ganadería extensiva. En esta unidad se ha implementado con bastante éxito un programa de reforestación con eucaliptos, previa construcción de canales de drenaje a intervalos frecuentes.

#### **b) Subgrupo: Aquic Palendalf (A7)**

Los Aquic Paleudalf son suelos con las características similares a los Albaquic Paleudalf, en cuanto a la presencia de moteado baja intensidad de color dentro de los 75 cm superficiales del suelo, pero no presentan el cambio textural entre el ócrico y el argílico de una diferencia de 15% de arcilla o más en una distancia vertical de 2,5 cm.

Esta unidad muestra también condiciones ácuicas en algún subhorizonte, dentro de los 75 cm del límite superior del suelo. El horizonte ócrico tienen un espesor de 50 cm, de color pardo a pardo grisáceo, textura franco arenosa (A7.2), estructura en bloques subangulares, pequeños y débiles. El contenido de materia orgánica en los 20 cm superficiales es de 1,2 %, el pH ácido, las bases de cambio menores a 2 cmol/Kg de suelo y

la saturación en bases mayor que 50%. El ócrico descansa sobre el horizonte argílico, de textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques subangulares medianos y de moderado desarrollo. Su color es gris y la consistencia es plástica y pegajosa en profundidad. El argílico tiene moteados abundantes, de color pardo amarillento; la capacidad de intercambio catiónico aumenta poco, llegando a 4 mE/100 (le suelo; la saturación del complejo de cambio supera el 50%. El pH es ligeramente ácido.

Las unidades cartográficas en que participa cubren la cuenca del Arroyo Yhacá guazú, al norte de la localidad de Iturbe, en el Departamento del Guairá. En otras zonas de los Departamentos del Guairá y Caazapá, la clase textural es francosa fina (A7.3), donde forma unidades cartográficas que se presentan en llanuras aluviales y en posiciones topográficas que transmiten un drenaje y una permeabilidad moderada a muy lenta.

Los suelos Aquic Paleudalf se encuentran también asociados con los Typic Quartzipsamment (A7.3/E2) en el Departamento de Concepción, donde estos ocupan pequeñas elevaciones con cobertura boscosa de las anchas llanuras.

En mayor extensión se ha encontrado asociado con el Typic Albaquult (A7.3/U1.5). En llanuras aluviales con drenaje pobre, estos suelos se han reconocido en las localidades de Caballero e Ygatymí hasta el río Tebicuary (Dpto. de Paraguari). Con las condiciones de drenaje más pobre, los suelos se extienden en los esterales del Tobatiry y Tacuary, al norte de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú; en los Esteros del Mbutuy (Cordillera) hacia el Norte, abarcando los Esteros Tapiracuai, de los Ríos Jejuí guazú y Aguaray guazú hasta Pto. Rosario y San Pedro de Ycuamandiyú (Dpto. de San Pedro). También abarca las planicies de los Ríos Jejuí guazú, Curuguaty y de sus afluentes.

En el sector sur de Villa Oliva, cerca del Río Paraguay, y al Sur del Río Tebicuary, donde limitan los Departamentos de Neembucu, Misiones y Paraguari, el Subgrupo Aquic Paleudalf tienen una textura arcillosa fina (A7.4).

En asociación con el Albaquic Paleudalf (A7.4/A6.4) forman unidades cartográficas que abarcan extensas llanuras, de vegetación (le gramíneas y bosques aislados, de drenaje muy pobre y frecuentemente inundadas. Estas unidades se han reconocido abarcar los Esteros del Ypoá y Tebicuary en el Dpto. de Paraguari; en el de Neembucu, desde Villa Oliva hasta el Río Tebicuary y más al sur, en los Esteros Neembucu y Cambá, que se extienden hasta Santiago y Ayolas (Dpto. Misiones).

El Aquic Paleudalf también se ha encontrado asociado con el Typic Albaqualf (A7.4/A1.4), en el

Estero Pirá guazú, que se localiza al norte de Yabebyry, Dpto de Misiones.

En esta misma zona se ha reconocido una unidad cartográfica que va desde Villalbín hasta el sector Norte de Desmochado, en el Dpto. de Ñeembucú, donde el Aquic Paleudalf forma una asociación con los suelos Albaquic Paleudalf y Typic Psammaquent (A7.4/A6.4/E1.1), en un paisaje de llanura aluvial, con alto riesgo de inundación.

**Pág. 99**

### **c) Subgrupo: Oxyaquic Paleudalf (A8.3)**

Son los Paleudalf que están saturados con agua en una o más camadas dentro de los 100 cm de profundidad desde la superficie mineral del suelo, por un período de un mes o más al año y por 6 o más años de cada década.

En esta categoría, se incorporan los suelos Paleudalf que tienen una carnada superior más profunda y con mayor aireación e intercambio gaseoso que los Aquic y Albaquic; por lo tanto, están sometidos a períodos más cortos de saturación con agua. Forman la unidad cartográfica que se distribuye al Norte del Río Aquidabán, en el Dpto. de Concepción, siguiendo el curso del arroyo Napegüé y parte de la cuenca alta del Río Tagatiya hasta el Río Paraguay, a la altura de Pto. Alegre.

Tienen un horizonte ócrico de 60 cm de profundidad, de textura arenosa franca a franco arenosa, estructura en bloques subangulares muy pequeños a pequeños, débiles; casi sin consistencia y presentan moteados pardo amarillentos oscuros, pocos y pequeños, en los primeros 32 cm. En esta capa, el contenido de materia orgánica es menor a 1,5%, el pH ácido, la capacidad de intercambio

catiónico menor de 5 cmol/Kg de suelo, las bases de cambio menores de 4 cmol/Kg de suelo y la saturación en bases mayor que 50%.

El horizonte argílico subyacente es de color pardo amarillento, siendo más claro a mayores profundidades; la textura es franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, medianos, de fuerte desarrollo en las capas superiores y pequeños y débiles en las inferiores. La capacidad de intercambio catiónico aumenta con la profundidad, no alcanzando 8 cmol/Kg de suelo; las bases de cambio son menores de 5 cmol/Kg de suelo y la saturación en bases mayor de 50%. El pH es ligeramente ácido, aunque en la capa más profunda la acidez es más alta.

La vegetación natural es de pasto con arbustos y se lo destina a ganadería extensiva.

#### **d) Subgrupo: Arenic Paleudalf (A9)**

Los suelos que pertenecen a esta categoría son los Paleudalf que tienen un epipedón entre 50 y 100 cm de profundidad, con una textura areno francosa fina o más gruesa.

Se ha reconocido distribuirse en un ambiente de lomadas, formados a partir de la roca arenisca, con drenaje bueno a excesivo y sin pedregosidad. Se han diferenciado dos fases, conforme a la clase textural, la arenosa y la francosa gruesa.

El Arenic Paleudalf arenoso (A9.1), corresponde a aquellos suelos en que el argílico aparece más profundo, cerca de los 100 cm de profundidad del suelo, mientras que el Arenic Paleudalf francoso grueso (A9.2) tiene un horizonte ócrico con espesor de 50 cm o ligeramente superior.

El horizonte ócrico es de color pardo rojizo oscuro, variando su espesor entre 70 a 80 cm, con textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares a granular, muy

pequeños, débiles; sin consistencia. Contienen lamellas de 2 cm de espesor, en la carnada superpuesta al argílico. La capacidad de intercambio catiónico es baja, comúnmente menor de 5cmol/Kg de suelo, las bases de cambio son de 2cmol/Kg de suelo y la saturación de bases generalmente es mayor de 50%. El pH varía de ligeramente ácido a ácido y el contenido de materia orgánica es de 1,2%, valor que es mayor en las áreas recientemente desmontadas. El horizonte argílico tienen una textura franco arcillo arenosa, que se hace más pesada a medida que aumenta la profundidad del suelo.

La estructura es en bloques subangulares, pequeños a medios, de moderado desarrollo. Se presentan suelos con agregados grandes y de fuerte desarrollo en los subhorizontes más profundos del argílico, recubiertos de cutanes, discontinuos y fuertes, de color rojo oscuro. Con la profundidad, la capacidad de intercambio catiónico y las bases de cambio aumentan, pero no pasan de 7 cmol/Kg de suelo; la saturación de bases es mayor que 50% y el pH ligeramente ácido a neutro.

El Arenic Paleudalf arenoso (A9.1) se ha reconocido en unidades cartográficas del Dpto. de Caaguazú, y se extiende desde Cornel Oviedo hasta la Pastora, y en el sector de Yhú a Yataí; en el Departamento de Caazapá, al sur del eje San Carlos - Tavaí; en Itapúa, desde el río Tebicuary hacia la Cordillera de San Rafael y en el Dpto. de Canindeyú, en el sector de la Colonia Río Corrientes, entre el Arroyo Corrientes y el Arroyo Curuguaty.

El Arenic Paleudalf francosa gruesa (A9.2), se ha localizado en mayor extensión en las zonas de Independencia y Mauricio J. Troche, localidades del Dpto. del Guairá.

Son suelos que se han formado bajo vegetación boscosa y probablemente de una arenisca de grano grueso, lo que ha generado una carnada superficial de bastante espesor y textura arenosa. Con los cultivos sucesivos, el contenido original de materia orgánica disminuye rápidamente y la agregación de las partículas primarias se pierde, la fertilidad baja y el riesgo de erosión es alto, particularmente en los suelos que ocupan pendientes mayores de 3%.

#### **e) Subgrupo: Grossarenic Paleudalf (A10.1)**

En esta categoría, se incorporan los suelos Paleudalf que tienen una capa, que comienza en la superficie del suelo mineral, con una clase de tamaño de partículas arenosa, que se extiende hacia la parte superior de un horizonte argílico o kándico, que está a más de 100 cm abajo de la superficie del suelo.

El epipedón del Grossarenic Paleudalf, por consiguiente, tienen más de 1 m de espesor, de textura arenosa franca, color pardo rojizo oscuro en los 12 cm superiores y rojo amarillento por debajo de esta camada, hasta el contacto con el argílico. El contenido de materia orgánica es menor al 5%, la capacidad de intercambio catiónico es de 5 cmol/Kg superficialmente y de 3 cmol/Kg de suelo hasta el argílico. Son pobres en bases de cambio y la saturación de bases es mayor que 50%. El pH es prácticamente neutro en todo el suelo.

**Pág. 101**

El horizonte argílico se inicia a los 114 cm de profundidad, de textura franco arcillo arenosa y más abajo, arcillo arenosa; la estructura es en bloques subangulares y angulares, pequeños a medianos y de moderado desarrollo, la consistencia es plástica y pegajosa cuando mojado. La capacidad de intercambio catiónico llega a 8 cmol/Kg de suelo y las bases de cambio son menores a 7 cmol/Kg de suelo. La saturación de bases es mayor que 50%, alcanzando valores de 80% en todo el argílico.

El Grossarenic Paleudalf es de poca expresión territorial, y se ha reconocido formando una unidad cartográfica en la zona al norte de Coronel Oviedo y noroeste de Cecilio Báez, Departamento de Caaguazú. Se extiende sobre lomadas de arenisca, con pendientes de 3% a 15%, lo que acentúa el riesgo de erosión de la camada superficial arenosa y profunda.

Esta unidad es destinada al uso agrícola y también a ganadería con pasturas implantadas.



### **1) Subgrupo: Rhodic Paleudalf (A11)**

En este subgrupo, están los suelos Paleudalf que tienen un epipedón ócrico y debajo de éste, un horizonte argílico que en todo su espesor tiene un matiz (hue) de 2,5 YR o más rojo, con brillo (value) de 3 o menos en húmedo y que cuando seco, el brillo no es más elevado que una unidad del determinado en estado húmedo.

El horizonte ócrico es de color pardo rojizo oscuro a pardo rojizo, el espesor varía de 20 a 55 cm, siendo más raso en los Rhodic Paleudalf de textura arcillosa fina (A11.4). La estructura es en bloques subangulares pequeños y de débil a moderado desarrollo, la capacidad de intercambio catiónico alcanza a 3 cmol/Kg de suelo en los de textura francosa gruesa (A11.2) y de 13 cmol/Kg en los arcillosos finos. Todos presentan una saturación de bases mayor que 50%, el pH ligeramente ácido y la materia orgánica menor de 2%.

El subhorizonte argílico varía de color con la profundidad, siendo rojo o rojo oscuro en las camadas inferiores; la textura es franco arcillo arenosa en las camadas superiores y en profundidad pasa a arcillo arenosa y arcilloso. La estructura es en bloques subangulares medianos y de moderado desarrollo, con cutanes discontinuos, comunes a abundantes y moderados, en los subhorizontes más profundos. La capacidad de intercambio catiónico llega a 6 cmol/Kg en las camadas con textura arcillo arenosa y hasta 12 cmol/Kg en las arcillosas.

En todo el espesor del argílico, la saturación de bases es superior al 50%.

El Rhodic Paleudalf francosa gruesa (A 11.2) forma las unidades cartográficas que se reconocieron en las localidades de la Colmena (Dpto. de Paraguari) y en las zonas que se extienden desde Puente Kyjhá y Corpus Christi hasta Saltos del Guairá (Dpto. de Canindeyú), entre los ríos Carapá y Piratí. Estas unidades se distribuyen en un paisaje de lomadas, derivadas de areniscas, con buen escurrimiento superficial, pendientes entre 3 y 15% y nula rocosidad.

El Rhodic Paleudalf francosa fina (A 11.3) se ha reconocido en los distritos de la Colmena y Gral. Barrientos, y en la Colonia Fulgencio Yegros, del Dpto. de Paraguari; en la Compañía San Antonio (Cordilleras) en el Dpto. de Caazapá, al este de Abaí. Los suelos de este Subgrupo forman unidades cartográficas que se desarrollan sobre lomadas de areniscas, en pendientes ligeramente inclinadas e inclinadas, siendo que algunas unidades muestran alguna rocosidad, cuando predomina la topografía más ondulada.

El Rhodic Paleudalf arcillosa fina (A11.4) se desarrolla en lomadas de arenisca y de basalto, con pendientes entre 3% y 8%, formando las unidades cartográficas que presentan un buen drenaje y nula rocosidad, que se distribuyen entre las localidades de San Carlos y Enramadita y la Cordillera de Caaguazú, en la zona del Departamento de Caazapá.

El Rhodic Paleudalf arcilloso fino, se ha reconocido en asociación con el Rhodic Paleudult arcilloso muy fino (A11.4/U10.5), formando las unidades cartográficas que se extienden en las áreas geológicas de basalto, en paisaje de topografía suavemente ondulada a ondulada, y de buen drenaje. Los suelos que componen estas unidades no tienen rocosidad.

Estas unidades abarcan una gran extensión de terreno, que va desde la Colonia Yguazú y la Colonia 3 de Mayo hacia el este del Departamento de Alto Paraná, cubriendo las zonas de Naranjal, Sta. Rita, Sta. Rosa del Monday, Cedrales y Pto. Itaipyté, y desde el Río Monday hasta el río Yñaró.

Son unidades destinadas al uso intensivo en agricultura, prácticamente todo con mecanización y con la alternancia estacional de los cultivos trigo-soja-maíz.

El Rhodic Paleudalf también se ha reconocido en asociación con el Rhodic Acrudox (A11.A/O2.5), formando una unidad cartográfica en el Dpto. de Alto Paraná, al Sur de Cedrales y adyacente al Río Paraná.

### **G ) Subgrupo: Mollic Paleudalf (A 12)**

Es esta categoría se incluyen los suelos con las características del Paleudalf, que tienen un horizonte Ap con un color de brillo (value) 3 o menos, en húmedo, y un brillo de 5 o menos de una muestra molida y mezclada, o que el suelo entre la superficie y la profundidad de 18 cm tiene esos mismos colores después de mezclado.

La particularidad de los suelos es el color oscuro del epipedón, que lo ubica entre los Grandes Grupos Paleudoll y Paleudalf.

Los suelos Mollic Paleudalf presentan diferentes clases texturales entre los 25 y 75 cm de profundidad. Se ha reconocido la clase francosa gruesa (A12.2). donde los suelos son derivados de areniscas y se presentan en las lomadas suaves, ocupando las posiciones topográficas planas y en menor grado, las lomadas con pendientes inclinadas de hasta 15%.

Estos suelos se distribuyen en el Dpto. de San Pedro, desde el Río Jejuí guazú hasta Itacurubí del Rosario, abarcando las localidades de Choré,, Gral. Aquino, San Pedro y Nueva Germania. En el Dpto. de Concepción, se ha reconocido en el trayecto de la Colonia Jorge

**Pág. 103**

S. Miranda a Sgto. Felix López (ex-Puentecíño) y en pequeñas áreas entre los arroyos Tagatiya y Tagatiya mí.

En el sector Paso Barreto-Colonia San Alfredo, se los encuentra asociados al Typic Quartzipsammnet (A12.2/E2), en ciertas unidades como suelo dominante y en otras como subordinado, donde los suelos se encuentran en lomadas de areniscas, en áreas de relieve plano a ligeramente ondulado.

Los Mollic Paleudalf se caracterizan por presentar un horizonte superficial de color pardo rojizo oscuro, de 20 a 28 cm de espesor, de textura arenosa franca y débilmente estructurado. El epipedón ócrico descansa sobre el argílico, cuyo límite superior se encuentra entre los 50 y 60 cm de profundidad del suelo. El argílico es de color pardo rojizo a rojo, de textura variable en profundidad, de franco arcillo arenosa a arcillo arenosa y con estructuras moderadamente

desarrollados, en bloques subangulares medianos. La capacidad de intercambio catiónico es menor a 7 cmol/Kg de suelo y la saturación de bases mayor que 50%.

Esta unidad es utilizada en agricultura, con las limitaciones derivadas de la textura superficial y de la baja capacidad para retener nutrientes, en la zona de mayor concentración de raíces.

Los suelos de esta unidad taxonómica, de clase textural francosa fina (A 12.3), se han reconocido en los sectores de Villarrica y Mbocayaty, y de Moisés Bertoni y Yegros, del Dpto. del Guairá. En el Departamento de Caazapá, en los distritos de San Francisco y Yataity. En el Departamento Central, en las zonas de Itá, Yaguarón y Nueva Italia.

Los suelos clasificados como Moliic Paleudalf de textura francosa fina, están asociados a los Ochreptic Hapludult (A12.3/U16.2), en el Dpto. de Concepción, formando unidades cartográficas que se ubican en lomadas, con pendientes menores a 8% y de buen a moderado drenaje, conforme la participación de ambos suelos. Cuando la participación del Ochreptic Hapludult es más acentuada, el drenaje es moderado.

Los suelos reconocidos como Mollic Paleudalf de textura francosa fina, tienen un horizonte Ap o un Al de 18 cm de espesor de color oscuro, generalmente pardo rojizo oscuro. El epipedón varía de 40 a 60 cm de espesor, de textura arenosa franca a franco arenosa y de estructura débil en pequeños bloques subangulares; sin consistencia; de baja capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases variables.

En el horizonte argílico, el color es pardo rojizo oscuro a rojo; la textura varía con la profundidad, de franco arcillo arenosa a arcillosa. La concentración de arcilla no disminuye con la profundidad; su capacidad de intercambio catiónico es superior a 16 cmol/Kg y la capacidad efectiva para retener cationes básicos es mayor a 12 cmol/Kg de arcilla. La saturación de bases en el argílico, a las profundidades ya definidas para un suelo Alfisol, siempre superan el valor de 50%.

El Mollic Paleudalf de textura arcillosa fina (A12.4), es un suelo dominante en una unidad cartográfica que se ha reconocido al Noroeste (le San Pedro del Ycuamandiyú hasta el sector de San José del Rosario. El horizonte ócrico tiene 35 cm de espesor y en la carnada superficial de los 18 cm es de color pardo rojizo oscuro. La textura es franco arenosa y la estructura es en bloques subangulares, pequeños y de débil desarrollo. El contenido de materia orgánica es de 1,5%, saturación de bases alta, con una capacidad de intercambio catiónico de 4 cmol/Kg. En profundidad, el argílico aumenta poco la capacidad de intercambio catiónico, aunque la textura se vuelva arcillosa. La estructuración es moderada, en pequeños bloques subangulares; la consistencia en mojado es plástica y también pegajosa. La saturación de bases es mayor que 50% y el pH ácido.

Es un suelo de óptimas condiciones físicas, pero de pobre capacidad de retención de nutrientes básicos, por lo que la única limitación para obtener buena productividad es la baja fertilidad, fácilmente corregible con la aplicación de fertilizantes y enmiendas orgánicas.

#### **h) Subgrupo: Typic Paleudalf (A 13)**

Los suelos Paleudalf considerados a nivel de Subgrupo como típicos son de drenaje externo libre, sin que algún horizonte presente los efectos de una saturación permanente o temporal de agua; no tienen un epipedón profundo de textura arenosa, un horizonte Ap con los colores oscuros de un mólico, ni grietas en un espesor de 30 cm de alguna carnada dentro de los 125 cm de profundidad del suelo.

El horizonte argílico no tiene apreciable cantidad de plintita ni una textura arenosa franca o más gruesa, no es discontinuo horizontal ni verticalmente, no presenta lenguas de un horizonte albico en 5% o más del volumen de algún subhorizonte. El argílico, además, tiene un color de matiz (hue) más oscuro que 2.5 YR y un brillo (value) de 4 o más cuando húmedo en algún subhorizonte, y en estado seco, el brillo difiere del húmedo en más de una unidad.

Los su de la Región Oriental clasificados en este Subgrupo tienen un epipedón ócrico de 20 cm de

espesor, de color pardo a pardo rojizo, textura arenosa o arenosa franca, estructura en bloques subangulares a granular, débilmente desarrollado. El contenido de materia orgánica es bajo, aunque en algunas zonas llegan a 1,7%. La capacidad de intercambio catiónico es muy dependiente de la materia orgánica y no supera los 5 cmol/Kg de suelo. La saturación de bases es mayor a 50%, aunque a veces es menor; el pH varía de 5,6 a 5,8.

En el argílico, el contenido de arcilla aumenta con la profundidad y la textura varía de franco arenosa a arcillo arenosa. La estructura es en bloques subangulares, medianos y de moderado desarrollo, a veces recubiertos de películas de arcilla iluvial, discontinuas. Algunos subhorizontes contienen pequeñas concreciones de hierro, comunes y duras, y también pocas de sílice blanco, pequeñas y duras.

**Pág. 105**

El Typic Paleudalf, de clase textural francosa fina (A13.3), se constituye en el suelo dominante de las unidades cartográficas que se extienden en un paisaje de lomadas, en áreas de arenisca que ocupan las partes planas y las suavemente inclinadas en mayor extensión.

Estas unidades se han reconocido en las zonas de Acahay y Carapeguá del Dpto. de Paraguari.

En el Departamento de Paraguarí, el Typic Paleudalf se encuentra asociado con el Lithic Udipsarnment (A13.3/E3) formando unas unidades cartográficas que se extienden entre el río Yhaguy Guazú y la cordillera de los Altos hasta la Compañía Cerro roké. En el sector que abarca las localidades e Roque González de Santacruz hasta Valle apuá, el Typic Paleudalf está asociado con el Lithic ljdorthent (A13.3/E8.2) formando unidades cartográficas que se distribuyen también sobre lomadas de arenisca, ocupando las pendientes ligeramente inclinadas e inclinadas y bien drenadas, pero cuando la topografía es más acentuada, se presentan con rocosidad moderada.

#### **4.5.2.4. Gran Grupo: Rhodudalf (A 14.4)**

Los suelos que se reconocen como Rhodudalf son los Alfsoles con régimen tídico de humedad, con un horizonte ócrico y un subhorizonte argílico que tiene en toda su profundidad un color de matiz (hue) 2,5YR o más rojo, con un brillo (value) en húmedo de 3 o menos y que cuando seco, el brillo no debe superar en una unidad al valor del determinado en estado h́irnedb. Estas condiciones son similares a las señaladas para los Subgrupos Rhódicos.

En el Gran Grupo Rhodudalf todavía no se definieron las propiedades diferenciales de los suelos para que puedan ser clasificados al nivel de Subgrupo.

Por consiguiente, los Rhodudalf son los suelos de menor profundidad que los Paleudalf, con un horizonte argílico rojo, con arcilla de alta actividad y cuya distribución en todo el espesor disminuye en un 20% o más (relativo) en algún subhorizonte con respecto a otro que tiene el mayor porcentaje de arcilla. Los Rhodudalf tienen un epipedón ócrico, de 30 a 50 cm. de espesor, textura arenosa franca a franco arenosa, estructura en bloques subangulares, pequeños a medianos y de débil desarrollo. La capacidad de intercambio catiónico es menor que 10 cmol/Kg de suelo y las bases de cambio son menores de 8 cmol/Kg de suelo. El contenido de materia orgánica en el horizonte Ap es de 1,2%.

El horizonte argílico tiene color rojo oscuro en estado húmedo y rojo en estado seco, ambos del matiz 2,5 YR. Este horizonte muestra también un incremento del contenido de arcilla en profundidad, excepto en el subhorizonte más profundo, cuyo contenido de arcilla disminuye en más del 20% (relativo) de aquel suprayacente que tiene el mayor porcentaje de arcilla. La textura del argílico es arcillo arenosa a arcillosa, desde su límite superior hasta la última carnada, que es franco arcillo arenosa a franca. La estructura es en bloques subangulares, medianos y de fuerte desarrollo, presentando en sus caras películas de arcilla transportada, abundantes y de moderado desarrollo.

La saturación de bases es superior al 50% en toda la profundidad del suelo y el PH varía de ligeramente ácido en superficie a prácticamente neutro en todo el argílico.

Los Rhodudalf son suelos con alta reserva de cationes, con buenas condiciones físicas y químicas, lo que permite considerarlos como de alta capacidad productiva.

En la Región Oriental del país, los Rhodudalf se reconocieron en varios ambientes, donde participan de unidades cartográficas en carácter de consociación o de asociación. Se le ha reconocido en varias zonas del Dpto. de Caaguazú, como la Col. Santa Teresa, entre los ríos Acaray e Yguazú, e Iguazú y Mondaymí; como también en la Colonia Tagaó, el sector norte de Carayaó y en la Cuenca del Arroyo Tobatiry, del mismo Departamento. Los suelos Rhodudalf componen las unidades cartográficas delimitadas en un ambiente de lomadas, en zonas derivadas de arenisca, ocupando posiciones topográficas planas y en pendientes levemente inclinadas, con libre drenaje superficial y ausencia de rocosidad.

Al oeste de las Serranías de San Joaquín y en las Colonias R.I. 3 Corrales y Blas Garay, los Rhodudalf se encuentran asociados con los Rhodic Paleudult (M4.4/U1O.5), unidades cartográficas distribuidas en sectores de lomadas y sobre roca de arenisca, donde los suelos tienen un buen drenaje superficial, al ubicarse en pendientes ligeramente inclinadas e inclinadas.

#### **4.5.2.5. Gran Grupo: Hapludalf**

Son suelos Udalf que no tienen horizonte nátrico, álbico ni argílico discontinuo, fragipán nódulos grandes cementados o endurecidos con hierro. El horizonte argílico se encuentra normalmente



dentro de la profundidad de 150 cm. del suelo y la distribución de arcilla en profundidad es tal que disminuye en 20% o más (relativo), en relación al subhorizonte que la contiene en mayor cantidad. Además, la actividad de la arcilla, medida por la capacidad de intercambio catiónico, es mayor que 16 cmol/Kg y la capacidad efectiva de retener cationes es mayor que 12cmol/Kg.

Los Hapludalf son suelos de colores pardos o rojizos y se presentan en lomadas, sobre roca madre de arenisca y de granito, y también en llanuras aluviales.

En el Gran Grupo Hapludalf, se reconocieron los Subgrupos Aquic Lithic Hapludalf, Oxiaquic Hapludalf y Typic Hapludalf.

**a) Subgrupo: Aquic Lithic Hapludalf (A 15.2)**

Los suelos clasificados en esta categoría son los Hapludalf que tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm. de profundidad, medido desde la superficie mineral del suelo, y tienen también motas con intensidad (croma) de 2 o menos en los 25 cm. superiores del horizonte argílico y condiciones ácuicas por algún tiempo en la mayoría de los años.

En el ambiente en que se ha reconocido, forma parte de una consociación, como suelo dominante, en una unidad cartográfica que cubre lomadas de granito, de drenaje moderado y rocosidad nula. Esta unidad cartográfica está localizada al este de la localidad de Caapucú, Estancia Barrerito, Departamento de Paraguarí. El Aquic Lithic Hapludalf es un suelo somero, con un horizonte ócrico de 36 cm. de profundidad, de color pardo oscuro, textura arenosa franca, estructura granular a masiva, consistencia suelta y sin plasticidad y pegajosidad. En este epipedón aparecen concreciones duras, muy pequeñas, blancas y en poca cantidad. La composición química demuestra una capacidad de intercambio catiónico menor de 4 cmol/Kg, saturación de bases menor de 50%, pH ácido y materia orgánica menor a 1.5%. El horizonte argílico, de 11 cm. de espesor que descansa sobre la roca, es franco arcillo arenoso, de color pardo rojizo oscuro en húmedo, estructura en bloques subangulares, medianos y moderados; consistencia plástica y pegajosa; moteados rojos, medianos y comunes; pocas concreciones, blancas, duras y pequeñas. La capacidad de intercambio catiónico es menor de 5 cmol/Kg y la saturación de bases es mayor que 50%.

Esta unidad está cubierta de una vegetación de gramíneas y es destinada al uso ganadería extensiva.

#### b) Subgrupo: Oxyaquic Hapludalf (A 16.2)

Son los Hapludalf que están saturados con agua, en una o más capas dentro de los 100 cm. de la superficie mineral del suelo, por un mes o más al año y en seis o más años por década.

Los suelos se desarrollan sobre lomadas suaves, derivadas de arenisca, que tienen un drenaje moderado y no presentan rocas. Son dominantes en una unidad cartográfica que se ha reconocido entre las localidades (le Cecilio Báez y San Joaquín, en el Dpto. de Caaguazú. Los suelos son moderadamente profundos, con un epipedón ócrico, de color pardo rojizo oscuro en la carnada superior y gris muy oscuro en la subyacente. La textura es franco arenosa hasta los 55 cm. de profundidad y la estructura es en bloques subangulares, muy pequeños y débiles. El contenido de materia orgánica es menor de 1.5% en la capa arable, la capacidad de intercambio catiónico y las bases de cambio son bajas, menores de 5 cmol/Kg de suelo. La saturación de bases es menor de 50% en la carnada superficial yaumenta con la profundidad, situación que también sucede con el pH.

Desde los 40 cm. de profundidad del suelo hasta los 80 cm se presentan motas de color rojo, cuya cantidad aumenta hacia el límite inferior de dicho espesor.

El horizonte argílico comienza a los 55 cm. de profundidad, teniendo textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, medianos y moderadamente desarrollados, color gris oscuro, capacidad (le intercambio catiónico menor de 10 cmol/Kg de suelo y la saturación de bases es superior al 50%

c) Subgrupo: Typic I-Iapludalf (A 17.3)

En esta categoría, se incluyen los suelos con las características modales del Hapludalf. Estos suelos tienen una profundidad mayor que 50 cm., no se agrietan en algún período del año, no muestran los efectos de una saturación con agua en algún horizonte dentro de los 100cm. del suelo y no tienen un epipedón de textura areno francosa o arenosa y no descansa abruptamente sobre el argílico.

Son suelos profundos o moderadamente profundos, con un epipedón ócrico de 10 cm de espesor, de color pardo amarillento rojizo en húmedo y pardo claro en seco, estructura en bloques subangulares pequeños, de moderado desarrollo. Contiene 1,7% de materia orgánica, el pH es ácido, la capacidad de intercambio catiónico es menor de 4 cmol/Kg y la saturación en bases supera el 50%.

El argílico subyacente tiene un color pardo rojizo oscuro de matiz 10 YR en la carnada superior y se vuelve de color pardo a pardo oscuro en profundidad. La textura pasa de franco arcillo arenosa a arcillo arenosa, aunque en el subhorizonte inferior, la textura es nuevamente franco arcillo arenosa, porque el contenido de arcilla disminuye en más del 20% en relación al subhorizonte que contiene la mayor cantidad de arcilla. La estructura es en bloques angulares, medianos y de fuerte desarrollo. Con la profundidad aumenta la capacidad de intercambio catiónico (13 cmol/Kg), las bases de cambio (12 cmol/Kg) y la saturación de bases que llega al 95%.

El Typic Hapludalf se ha reconocido asociado con el Typic Quartzipsamment (A17.3/E2), extendiéndose en un paisaje de llanura aluvial, con pobre drenaje y sin rocosidad.

En el Departamento de Concepción, esta unidad cartográfica se distribuye en sectores de las cuencas del Río Aquidabán y del Arroyo Trementina, al noreste de Paso Barreto, al oeste de la Colonia Jorge S. Miranda y al sur de Itapucumí. En la cuenca de los Ríos Napegüe y Negla, que separan los Departamentos de Concepción y Amambay, se ha reconocido esta unidad taxonómica, donde participan en asociación los suelos Typic Hapludalf, Typic Quartzipsamment y Lithic Udorthent (A 17.3/ E2/E8.2).

Esta unidad cubre un amplio paisaje de pastizales y bosques bajos, ralos y dispersos, dominado por una sucesión de depresiones y elevaciones suaves. En las depresiones se ubica el Typic Hapludalf; en el inicio de las lomadas, se encuentran los Lithic Udorthent y en las cotas más altas aparecen los Typic Quartzipsamment, de textura arenosa en todo el perfil. Los Lithic Udorthent, de textura francosa gruesa, se caracterizan por tener un horizonte superficial de espesor variable, pero nunca superior a 50 cm, que descansa sobre un horizonte C con abundante grava.

#### 4.6. ORDEN: INCEPTISOL (1)

Los suelos que pertenecen al Orden Inceptisol (Incept = Inceptum comienzo, +sol= suelo) cubren una superficie de . . . Km<sup>2</sup> de la Región Oriental del país, lo que representa el...%.

Orden Inceptisol presenta en esta Región 1 Suborden, 3 Grandes Grupos y 5 Subgrupos. Los suelos se presentan en diversas unidades cartográficas, donde en algunas, tienen una participación de carácter dominante y en otras unidades, están en asociación con otros Inceptisoles o con suelos de los órdenes Alfisol y Entisol.

Las unidades cartográficas en que son componentes los suelos Inceptisoles y la extensión que ocupan se presenta en el Cuadro 10. (cuadro 10 falta 111-112) Los Inceptisoles son suelos que se desarrollaron en regiones climáticas húmedas y subhúmedas, donde la meteorización no ha actuado con el máximo nivel de intensidad para que los minerales primarios de la fracción arena y limo estén destruidos. Por consiguiente, los suelos son considerados Inmaduros todavía, porque no han alcanzado a desarrollar horizontes con los caracteres diagnósticos de otros Ordenes, por lo que mantienen reservas de minerales intemperizables, como las arcillas del tipo 2: 1, clorita, talco, feldspatos, micas, apatitas y otros minerales inestables.

Los suelos que pertenecen a este Orden se han desarrollado bajo vegetación boscosa y también bajo gramíneas. Son suelos minerales, con textura uniforme o casi uniforme en toda su profundidad y no presentan horizontes que hayan sufrido procesos de iluviación o eluviación significativa.

En la Región Oriental del país, los Inceptisoles presentan comúnmente el horizonte diagnóstico superficial ócrico y el horizonte subsuperficial cámbico, y se encuentran en ambientes pobremente drenados o bien drenados.

En el Orden Inceptisol, se ha reconocido el Suborden Ochrept (Ochr = ochros = pálido, + Ept = Inceptisol).

##### 4.6.1. Suborden: Ochrept

Los suelos que clasifican en esta categoría tienen un horizonte úcrico y no presentan condiciones ácuicas por algún tiempo del año entre la profundidad de 40 a 50 cm, desde la superficie del suelo y no tienen horizonte hístico, sulfúrico, sódico o colores bien oscuros en alguna carnada por debajo del epipedón y dentro (le los 50 cm. superficiales del suelo).

En este Suborden, se han reconocido dos Grandes Grupos: Eutrochrept y Dystrochrept. En la Región Oriental del país, tienen un régimen údico de humedad del suelo y un régimen de temperatura hipertérnico.

#### 4.6.1.1. Gran Grupo: Eutrochrept

Los Eutrochrept (Eu = Eutrotic = fértil) son los suelos Ochrept de color parduzcos, ricos en bases de cambio y que se desarrollaron sobre sedimentos de materiales calcáreos o rocas sedimentarias básicas. Los Eutrochrept generalmente tienen una cobertura vegetal de pasturas y son los Ochrept que contienen carbonatos dentro del perfil del suelo o tienen una saturación en bases de 60% o más, por los menos en un horizonte entre los 25 y 75 cm. De profundidad, medido desde la superficie in mineral del suelo.

En el Gran Grupo Eutrochrept, se ha reconocido el Subgrupo Typic Eutrochrept.

##### a) Subgrupo: Typic Eutrochrept (11.3)

Son los suelos Eutrochrept moderadamente profundos o profundos, que no se presentan sobre la roca madre dentro de los 50 cm. superficiales, no tienen horizonte argílico y no presentan grietas en algún tiempo del año dentro de los 125 cm. del suelo, desde la superficie mineral. Tampoco presentan motas con intensidad de 2 o menos dentro de los 60 cm. superiores del suelo, ni están saturados con agua durante un mes al año en algunos subhorizontes dentro de los 100 cm. de profundidad, desde la superficie mineral del suelo.

Los suelos Typic Eutrochrept forman una asociación con los Typic Hapludert (11.3/V1.5) en un paisaje de llanuras aluviales. con drenaje deficiente y sin afloramiento rocoso, condiciones expresadas en una unidad cartográfica que se ha reconocido en el norte del Dpto. de Concepción, extendiéndose en una franja que parte desde el Río Paraguay, entre Valle mí y Tres Cerros, hacia el noreste y hasta cerca del Río Apa, en una distancia de aproximadamente 30 Km.

En el Typic Eutrochrept, se incorporan los suelos con un horizonte ócrico, pardo grisáceo muy oscuro, franco arcillo arenoso, débil estructuración y contenido de materia orgánica de 3%. El horizonte subyacente es cámbico, cuyo color varía con la profundidad desde pardo oscuro a

gris oscuro de la matiz 10 YR, de textura también franco arcillo arenosa y estructuración moderada. El contenido de arcilla varía poco en todo el espesor y la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla es de 70 cmol/Kg. La capacidad de intercambio catiónico del suelo varía entre 18 y 20 cmol/Kg y está saturada con bases decambio e más del 50%, siendo los cationes predominantes el Ca, Na y Mg. EL pH es alcalino en todo el perfil y el contenido de materia orgánica decae desde la superficie hasta el valor de 0,1% de C, a la profundidad de 80 cm.

Esta unidad es utilizada en explotación ganadera extensiva.

#### 4.6.1.2. Gran Grupo RUPO: Dystrochrept

Los suelos considerados en esta categoría (Dystr= Dystrofic= infértil) son los Ochrept ácidos, que se presentan sobre lomadas derivadas de arenisca y de basalto, y en extensas llanuras sedimentarias. Son de colores parduzcos o rojizos y se caracterizan también por tener un horizonte ócrico superficial y un horizonte cámbico subyacente. El horizonte cámbico no tiene carbonatos y la saturación de bases, determinada con acetato de amonio, es menor que 60%. El régimen de humedad del suelo es idrico y el de temperatura es hipertérmic. Los suelos Dystrochrept no contienen un horizonte diagnóstico sulfúrico dentro de los 50 cm. superficiales del suelo, , no tienen un fragipán ni un duripán, cuyo límite superior se encuentre antes de la profundidad de 100 cm. del suelo.

En el Gran Grupo Dystrochrept, se reconocieron 4 Subgrupos. a) Subgrupo: Ruptic Alflic Dystrochrept (12.3) En este Subgrupo, se reconocen los suelos que presentan las características de los Dystrochrept y que tienen un horizonte argílico en alguna parte del perfil pero en menos de la mitad de cada pedón y una saturación de bases, calculado por la suma de cationes, de 35% o más, a la profundidad de 125 cm. del límite superior del horizonte argílico o directamente arriba de un contacto lítico o paralítico, si el suelo es menos profundo de 125 cm.

Los suelos tienen un horizonte ócrico superficial, de colores pardo a pardo oscuro, o rojizos, de poco espesor, de textura arcillo franco a franco arcillo arenosa, sin estructura debilmente estructurado, con un contenido de materia orgánica entre 1 .2% y 1 .5%, pH entre 5.2 y 5.5, pudiendo encontrarse contenidos de aluminio intercambiables en niveles tóxicos para las plantas.

El horizonte cámbico, de color pardo oscuro o rojo, presenta poca variación en el contenido de arcilla, aunque se encuentra un incremento con la profundidad, que en algunos suelos es gradual y no contrastante. Dependiendo de la intensidad en que actuaron el clima, la vegetación y la topografía sobre la roca que originó el suelo, el horizonte cámbico de un Ruptic Alflic Dystrochrept presenta variables valores de capacidad de intercambio catiónico, bases de cambio y saturación en bases. En todos los suelos, el pH del cámbico es ácido, con valores frecuentemente de 5.5, en algunos, el aluminio intercambiable es elevado en superficie y en otros en los subhorizontes más profundos; pero la saturación de bases es siempre superior al 35%. Estos suelos se presentan en posiciones intermedias entre los Ultisoles y Alfisoles de buen drenaje y permeabilidad, y los suelos desarrollados en las depresiones finales de un paisaje de

lomadas. El Ruptic Alflic Dystrochrept, fase francosa gruesa (12.3), se ha reconocido sobre lomadas suaves con pendientes menores de 3%, cuyo material de origen es la arenisca; tiene una moderada permeabilidad y drenaje superficial, y no presenta pedregosidad. Forma parte de una unidad cartográfica que se distribuye al sur de la Región Oriental del país, en sectores de San Juan Bautista del Ñeembucú, Santa Rita, San Ignacio y Sta. Rosa (Dpto. de Misiones), hasta la zona de Coronel Bogado y Carmen del Paraná (Dpto. de Itapúa). Esta unidad se ha reconocido también entre Itacurubí de la Cordillera y Valenzuela, Dpto. de las Cordilleras. Los Ruptic Alflic Dystrochrept también se han reconocido asociados al Albaquic Paleudalf de textura arcillosa fina (12.3!A6.4), formando una unidad cartográfica que se presenta en un paisaje de lomadas suaves donde predomina una topografía plana y pendientes menores al 3% en los declives finales. El drenaje superficial es moderado y el suelo también tiene una permeabilidad moderada. Esta unidad cartográfica se distribuye en el Dpto. de Misiones, al oeste del trayecto Villa Florida, Arazapé y San Juan Bautista de las Misiones, y se extiende hasta la zona Oeste de San Ignacio y Santa Rita. Estas unidades están cubiertas de vegetación de gramíneas y son utilizadas en una explotación ganadera extensiva, aunque tienen potencial para la implantación de especies frutales perennes, como los cítricos, que se observa haberse implantado tímidamente en esas zonas.

b) Subgrupo: Umbric Dystrochrept (13) En este Subgrupo, se incorporan los suelos donde se destacan las propiedades del horizonte Ap, o de la camada superficial de 18 cm. de espesor del suelo. En ambas consideraciones, esas camadas tienen un brillo (value) en húmedo de 3 o menos y un brillo, cuando seco, de 5 o menos. El suelo considerado como Umbric Dystrochrept tiene las propiedades de Dystrochrept; pero no poseen las condiciones de un contacto con la roca madre dentro de los 50 cm. superficiales del suelo, un horizonte argílico que tenga un espesor mayor que la mitad del podón, no tienen motas de colores oscuros dentro de los 60 cm. superficiales ni condiciones de saturación con agua en los 100 cm. superficiales del suelo, en algún período del año. El Umbric Dystrochrept se ha reconocido sobre un ambiente de lomadas, con material de origen de arenisca, en pendientes predominantemente planas, aunque de buen drenaje y sin pedregosidad, que caracteriza una unidad cartográfica que tiene cobertura boscosa y es utilizada en agricultura y en ganadería, mediante la implantación de praderas artificiales. Esta unidad se ha reconocido en el Dpto. de Amambay, en la Colonia Yby yú, desde la zona Norte del Río Aquidabán hasta la frontera con el Brasil, al Norte de la Cordillera del Amambay. Hacia el Sur de este Departamento, abarca las cuencas de los arroyos Tuyutí e Itaquyry y se extiende hasta el Arroyo Ypehú (Dpto. Canindeyú). El Umbric Dystrochrept tiene un horizonte ócrico, con colores oscuros que lo asemejan a un horizonte jímbrico. El contenido de materia orgánica llega al 2%; pero en general contiene menos cantidad y son de pobre desarrollo estructural. El color predominante es pardo rojizo oscuro, del matiz 2,5 YR. El horizonte cámbico, que se inicia inmediatamente debajo, también tiene el color pardo rojizo oscuro, aunque en algunos suelos se torna rojo en las camadas más profundas y siempre manteniendo el matiz 2,5 YR. Esta unidad taxonómica muestra poco cambio en sus propiedades en toda su profundidad. La textura es arenosa franca, prácticamente sin estructuración o debilmente estructurado en bloques

subangulares, muy pequeños a pequeños; la capacidad de intercambio catiónico es bajo, menor de 5 cmol/Kg en la capa superficial y menor de 3 cmol/Kg en el cámbico, con saturación de bases siempre menor de 50%. El pH es ácido a fuertemente ácido y otra propiedad constante es la cantidad de aluminio intercambiable, que general mente es mayor que 1 cmol/Kg de suelo, por lo que se constituye en un factor limitante para la elección de cultivos agrícolas, pues ya es considerado como un nivel tóxico para la mayoría de las especies agrícolas de secano. Las raíces se observaron en cantidad abundante solamente en el horizonte superficial. El Umbric Dystrochrept de fase arenosa (13.1), se encuentra formando una asociación con el Typic Dystrochrept (13.1/15.1), también de fase arenosa, derivada de arenisca, distribuyéndose en lomadas, con predominancia de pendientes menores de 8%. Estas asociaciones se reconocieron en el Dpto. de Amambay, en la cuenca del Río Aquidabán, al Norte del Cerro Lambaré, cubriendo el Parque Nacional Cerro Corá; también, en la cuenca Norte del Arroyo Ypané mf hasta la Cordillera del Amambay y al Norte de Arroyo Guazú hasta el Cerro Guazú. Desde el Parque Nacional Cerro Corá hasta la Ciudad de Pedro Juan Caballero, siguiendo la Ruta V Gral. Bernardino Caballero, se ha reconocido el Umbric Dystrochrept, fase arcillosa muy fina (13.5), como componente dominante de varias unidades cartográficas, desarrollados de roca basáltica y cubriendo lomadas de buen drenaje superficial. También aparecen alrededor de Capitán Bado; pero en menor extensión territorial. El Umbric Dystrochrept de textura arcillosa muy fina, es de color pardo rojizo oscuro y de matiz 2,5 YR cuando observado en seco y de 10 YR cuando húmedo, es arcilloso en todo su espesor y la estructura es en bloques subangulares que se deshace en granular, pequeños a medianos y de moderado a débil desarrollo. La capacidad de intercambio catiónico disminuye con la profundidad, desde 18 cmol/Kg a 14 cmol/Kg de suelo, al igual que las bases de cambio que son muy bajas, con menos de 3 cmol/Kg de suelo. La materia orgánica en la capa arable es de casi 3%; pero el pH es menor a 5,0 en todo el suelo y también presenta niveles tóxicos de aluminio intercambiable desde la superficie del suelo. Estos suelos son de muy baja fertilidad; aunque por las propiedades físicas y desde que se proceda a la corrección de la acidez dependiente del aluminio, puede convertirse en tierras de alta productividad agrícola. En tierras jóvenes, la productividad está dependiendo del comportamiento físico-químico de la materia orgánica contenida en la capa arable. c) Subgrupo: Oxaquic Dystrochrept (14.2) Los suelos de este Subgrupo cumplen con todas las características del Gran Grupo Dystrochrept, pero se distinguen del concepto típico porque están saturados con agua, en una o más camadas dentro de los 100 cm superficiales del suelo, por un mes o más por año, en seis o más años por cada década. Los suelos identificados en este Subgrupo se han encontrado distribuidos desde el Sur de Iturbe hasta el Río Pirapó, abarcando las localidades de Moisés Bertoni y el sector Oeste de Fulgencio Yegros, o sea, desde el Sur del Dpt. de Guairá hacia el Norte de Caazapá. Forma parte de una unidad cartográfica como suelo dominante (consociación), o en asociación con otros, en una fisiografía de llanuras aluviales, de topografía plana, con drenaje moderado a pobre. Los Oxaquic Dystrochrept se caracterizan por presentar un horizonte ócrico superficial, de color pardo a pardo oscuro con matiz 2,5 YR, cuando húmedo y pardo amarillento del matiz 10 YR, en



estado seco. Este horizonte superficial tiene una estructuración moderada en bloques subangulares; pero estos son débiles en los horizontes más profundos. EL color del horizonte cámbico es pardo amarillento oscuro, de matiz 10 YR y son más claros en estado seco. Sin embargo, presenta moteados rojizos desde los 90 cm de profundidad, lo que indica que está afectado por saturación con agua por algún período del año. Estos suelos tienen una baja capacidad de intercambio catiónico y una muy baja saturación de bases, menor de 50%. El pH es ácido y el contenido de aluminio intercambiable es alto en las camadas más profundas del cámbico. Estos suelos son utilizados preferentemente en ganadería extensiva, por el aprovechamiento de la vegetación natural de pastos que lo cubre. d) Subgrupo: Typic Dystrochrept (15.1) Son suelos con las características modales del Dystrochrept. Son suelos con horizonte ócrico y con horizonte subsuperficial cámbico, bien drenados, muy profundos, extremadamente ácidos y con muy bajo contenido de nutrientes. No tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm superficiales, el cámbico no contiene un horizonte argílico de poco espesor, no presentan moteados oscuros ni camadas que están saturadas con agua por algún tiempo del año, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo. El epipedón ócrico o el horizonte Ap no es oscuro, como lo exige el carácter úmbrico. El color es pardo rojizo a pardo rojizo oscuro, en estado húmedo, y pardo rojizo a pardo amarillento, en estado seco. La textura es arenosa franca y la estructura es granular de pobre desarrollo; la materia orgánica alcanza al 2.5% y el pH es menor que 5.0; la capacidad de intercambio catiónico es menor de 4 cmol/Kg de suelo y la saturación de bases generalmente es menor de 50%. El horizonte cámbico es de color rojo a rojo opaco u oscuro en húmedo, y rojo en estado seco; la textura es arenosa franca a franco arenosa en todo el espesor y de débil estructuración. En profundidad, la capacidad de intercambio catiónico aumenta, pero las bases de cambio no superan 2 cmol/Kg de suelo, lo que hace que la saturación de bases sea menor de 50% y que el contenido de aluminio intercambiable sea alto, más de 1.5 cmol/Kg de suelo. Aunque presenta buenas propiedades físicas para el desarrollo radical de las plantas nativas o cultivadas, las limitaciones principales para su uso derivan de la clase textural arenosa, con acentuado riesgo de erosión, cuando el suelo se presenta en pendientes de 3 a 8%, y el contenido de aluminio intercambiable, que aparece en niveles tóxicos para la mayoría de los cultivos agrícolas. Los suelos clasificados como Typic Dystrochrept forman en el paisaje donde se desarrollan unidades cartográficas caracterizadas por una topografía plana a ligeramente ondulada, cuyo material de origen es la arenisca. Tienen buen drenaje superficial y no presentan rocosidad ni pedregosidad. Estas unidades se han reconocido al norte de la Región Oriental del país, en el Dpto. de Concepción, siguiendo paralelo al ramal que une la Ruta V a la ciudad de Bella Vista Norte. También en el Dpto. de San Pedro, en el sector del Arroyo Verde y al sur de la localidad de Lima. El Typic Dystrochrept se ha reconocido también asociado con el Typic Quartzipsamment (15.1/E2), en un ambiente de lomadas, cuyo material de origen es la arenisca, con buen drenaje y nula rocosidad. Las unidades cartográficas que conforman estos suelos se distribuyen desde el este del empalme Ruta V-Bella Vista, hasta la Cordillera del Amambay y la frontera con el Brasil. 4.7. ORDEN: ENTISOL (E) Los Entisoles cubren una superficie de . . . .

Km<sup>2</sup>, que representa el ... % de la Región Oriental del país. En este Orden, se incorporan los suelos considerados “recientes”, porque el tiempo en que los factores formadores han actuado ha sido corto y los suelos no poseen horizontes genéticos naturales o sólo presentan un comienzo de horizontes, de débil expresión. Los Entisoles pueden consistir de sedimentos aluviales muy recientes o tener roca firme a escasa profundidad; pueden tener diversos colores, como los grises, amarillos pardos y rojos. Algunos Entisoles son profundos, arenosos y arenoso francos, que presentan solamente un horizonte ócrico y pueden tener un horizonte albico, de lavado, inmediatamente debajo. En la Región Oriental del país, se los ha reconocido en todos los Departamentos, en paisajes de valles y llanuras, lomadas y serranías; se desarrollan de materiales sedimentarios, rocas de areniscas, basalto y granito, en relieve plano a fuertemente ondulado. En el Cuadro 11 se presentan las unidades cartográficas del Orden Entisol y su distribución.

7.1. Suborden: Aquent Los Aquent son los Entisoles que se encuentran en lugares naturalmente húmedos, como en las planicies de lento escurrimiento superficial de agua, en lugares saturados con agua permanente o temporalmente o en los depósitos de arenas con régimen ácuico en alguna carnada dentro de los primeros 50 cm de profundidad del suelo. Las características más comunes son la falta de horizontes diagnósticos y los efectos de un hidromorfismo, que se traduce en la presencia de moteados y colores grises de los suelos. En este Suborden, se ha reconocido el Gran Grupo Psamrnaquent.

4.7.1.1. Cran Grupo: Psaiumnquent Los suelos reconocidos en este Gran Grupo (Psamm=Psammos=arena, + Aquent) son los Entisoles que tienen un tamaño de partículas arenosa en todos los subhorizontes que se encuentran debajo de un horizonte Ap o debajo de la profundidad de 25 cm, hasta los 100 cm, o hasta el contacto lítico, paralítico o petroférico, si el suelo es más raso que 100 cm. Como estos suelos no tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie mineral, ni concentración de materia orgánica y aluminio debajo del horizonte Ap o de los primeros 18 cm superficiales, como tampoco un horizonte superficial de color oscuro, en este Gran Grupo se ha reconocido el Subgrupo Typic Psamrnaquent.

a) Subgrupo: Typic Psammaquent (El. 1) Los Typic Psamrnaquent son los Entisoles con régimen (le humedad ácuico y de textura arenosa en todo el perfil. El color en húmedo es pardo a pardo oscuro en el horizonte superficial ócrico y solamente en la carnada más profunda es pardo amarillento oscuro, y en estado seco, es pardo grisáceo a pardo claro. El epipedón ócrico, de 15 Cm de espesor, muestra una acumulación de materia orgánica, conteniendo cerca de 1,5%, lo que facilita cierta agregación en bloques subangulares muy pequeños y débiles, y una mayor capacidad de intercambio catiónico que los horizontes inferiores. La saturación de bases es menor que 35% , y la acidez y el **contenido** de aluminio intercambiable aumentan con la profundidad del suelo. La napa freática está a poca profundidad (82 cm) por largos períodos, haciendo que los subhorizontes que se encuentran arriba de ella presenten moteados pardos pequeños y abundantes, por las condiciones de constante saturación con agua. Los Typic Psammaquent aparecen como suelos dominantes en asociaciones con los suelos Typic Paleaquult (E1.1/U2.3), formando la unidades cartográficas reconocidas en la En el orden Entisol se han reconocido 4 Subórdenes: Aquent, Psarnment, Fluvent y Orthentzona sur del Dpto. de Misiones, en una franja paralela al río

Paraná, próximo a la localidad de Ayolas y al norte, en otra unidad donde predomina el Typic Paleaquult. Con los Aquic Paleudalf forman una asociación (E1.I/A7.4), donde el Typic Psammaquent ocupa las pequeñas elevaciones del ambiente de llanuras aluviales, de pobre drenaje y que es característico del paisaje dominado por el Estero Bellaco, desde Paso de Patria, siguiendo al sur de Mayor Martínez y Desmochado, hasta el sector Sur de la ruta Villalbin y Laureles, localidades de los Dptos. de Ñeembucú y Misiones, al sur de la Región Oriental del país. En una franja paralela y angosta a la ruta que une Paso Patria con Villalbin y las de Isla Ombú en Paso de Patria, el Typic Psammaquent se encuentra formando una asociación con el Typic Quartzipsamment (E1.I/E2), caracterizada por amplias llanuras aluviales de pobre drenaje superficial. En el Dptode Ñeembucú, se ha delimitado una unidad cartográfica compuesta por una asociación de los suelos Typic Psammaquent, Typic Quartzipsamment y Aquic Paleudult (E1.I/E2/A7.4), que se distribuye en un ambiente de acentuada depresión y de prolongados períodos de inundación. Esta unidad se extiende en franjas más o menos paralelas al río Paraná, en dirección al río Paraguay, desde el sur de la Ruta Villalbin-Desmochado hasta Paso de Patria. En las zonas aledañas al Arroyo Ñeembucú, del Dpto. de Ñeembucú, se ha caracterizado otra unidad cartográfica compuesta por una asociación de Typic Psammaquent, Typic Quartzipsamment y Tierras Misceláneas (E1.I/E2/TM), también distribuidas en las llanuras aluviales planas y de pobre escurrimiento superficial de agua.

**4.7.2. Suborden: Psamment** Los Psamment son los Entisoles que tienen, debajo (le un horizonte superficial o debajo de una profundidad de 25 cm, menos (le 35% (por volumen) de fragmentos de roca, y tienen una textura arenosa franca fina o más gruesa en todos los suzhorizontes hasta los 100 cm de profundidad o hasta un contacto lítico, paralítico o petroférico, si el suelo es menos profundo. Los Psamment aparecen en diversos ambientes, sobre llanuras, lomadas y serranías; en lugares planos y también en pendientes fuertemente inclinadas, con drenaje lento o excesivo y con vegetación de praderas, sábanas y bosques. En el sur del Departamento de Ñeembucú, paralelo al río Paraná, los Psamment se presentan como cadenas de dunas, como colmatando antiguos valles fluviales. En otras zonas, son derivados de areniscas de textura gruesa y de materiales sedimentarios gruesos. Los suelos son de textura arenosa o arenosa franca y no están permanente saturados con agua ni muestran señales de bidromorfismo. En la Región Oriental del país, se han reconocido dos Grandes Grupos, el Quartzipsamment y el tidipsamment.

**4.7.2.1. Grau Grupo: Qiiartzipsanunen**(Son suelos Psarnment que se caracterizan por tener, en la fracción arena (0.002-2 mm) de la sección de control de tamaño de partículas, **más** del 90% de minerales silíceos como cuarzo zircón, calcedonia, turmalina, rutilo, opalo) y otros minerales cristalinos extremadamente resistentes al intemperismo. Los Quartzipsamment, al ser de textura arenosa y no tener minerales que puedan generar arcillas, no tienen horizontes diagnósticos distinguibles, excepto un horizonte superficial ócrico u otro generado por la acción del hombre. En la Región Oriental del país, se los ha reconocido como unidad dominante en ciertos paisajes y en otros, formando asociaciones con suelos Alfisoles, Ultisoles, otros Entisoles y también Tierras Misceláneas. En muchas unidades cartográficas aparecen como suelos subordinados; pero se

encontraron distribuirse desde la zona norte hasta la zona sur de la región estudiada, en llanuras de aluviones y en lomadas de areniscas, con buen drenaje superficial o pobremente drenados, sin rocosidad o con moderada rocosidad, cuando se presenta influenciado por el suelo asociado. En este Gran Grupo, se ha caracterizado solamente el Typic Quartzipsamment. a) Subgrupo: Typic Quartzipsamminf (E2) • z. C1 Los suelos reconocidos como Typic Quartzipsamment son profundos, no presentan moteados ni condiciones de saturación con agua en cualquier camada dentro de la profundidad de 100 cm desde la superficie, no tienen lamellas dentro de los 200 cm de profundidad, un régimen de humedad idéico, ústico o xérico, ni plintita en un volumen de 5% o más, en al menos un horizonte dentro de los 100 cm superficiales del suelo. Son los suelos de arenas cuarzosas, bien drenados, de similar morfología entre horizontes, en donde sólo se diferencia el horizonte Al, ócrico, ya que en el resto del perfil, se presenta una difusa transición entre los subhorizontes y no se evidencia alguna evolución edáfica. La textura del ócrico es arenosa o arena franca, de color pardo a pardo oscuro, de los matices 7,5 YR y 10 YR. Solamente en la zona de la Colonia Ybycui, del Dpto. de Caninduyú, el color es rojizo, del matiz 2,5 YR. El color en estado SCO es más claro, en el mati (hue) o en el brillo (value). El ócrico presenta una débil estructuración en bloques subangulares muy pequeños a pequeños, que es debida a la acumulación de materia orgánica que generalmente es menor de 1,5%; la capacidad de intercambio catiónico es menor (le 4 Me/100g (le suelo y la saturación de bases puede ser mayor o menor de 50%. En profundidad, los subhorizontes tienen una textura arenosa y rara vez arena franca; el color varía poco en profundidad, aunque se observa más claro que el ócrico. La estructura es masiva o en granos sueltos, la capacidad de intercambio catiónico y las bases de cambio son más bajos que 5 y 2 *cmol/Kg*, respectivamente. La saturación de bases es generalmente menor de 50% y en la mayoría (le los Typic Quartzipsamment, el aluminio intercambiable es alto en las camadas más profundas. Estos suelos se han reconocido sobre lomadas (le arenisca, extendiéndose en ambientes de relieve plano y también inclinados, en drenajes moderados a excesivos y sin rocosidad. En el Dpto. de Concepción, estos suelos se presentan bordeando las lomadas cuyas pendientes se dirigen hacia las llanuras del río Aquidabán. También se han reconocido en Caacupé y al Sur de Capitán Bado. Los Typic Quartzipsamment se encuentran más frecuentemente asociados con suelos del mismo orden y con otros Alfisoles y Ultisoles, participando en unidades cartográficas como componente dominante. En otros ambientes, aparece como unidad taxonómica subordinada a suelos de otras categorías de su mismo Orden. En el Dpto. del Amambay, al norte del río Aquidabán y cerca del Cruce Bella Vista, el Typic Quartzipsamment forma una asociación con el Mollic Paleudalf (E2/A12.2), en unidades cartográficas que se localizan en lomadas cuyo material de origen es la arenisca y cubren los sectores planos a suavemente ondulados, teniendo un buen drenaje y sin presencia de rocas en la superficie del suelo. En la misma zona norte de la Región Oriental del país, entre Ybyyaú y el cruce Bella Vista, se ha reconocido una unidad cartográfica compuesta por una asociación de Typic Quartzipsamment y Oxyaquic Paleudalf, francosa fina (E2/A8.3), que cubren las lomadas de arenisca, en un relieve plano, de moderado drenaje y ausencia de rocosidad y/o

pedregosidad. En las zonas sureñas de los Dptos. de Ñeembucú y Misiones, sector de influencia del río Paraná, donde se incluyen las islas, entre ellas la de Yacyretá, se reconoció una unidad cartográfica que se extiende en extensas llanuras aluviales y (le topografía plana, con drenaje moderado a pobre y con áreas sujetas a inundación, compuesta por una asociación de Typic Quartzipsamment y Typic Psammaquent (E2/E1.1), siendo el primero el suelo dominante. En el Dpto. de Canindeyí, al norte del trayecto de la Ruta De las Residentas, desde Ybyrapytá a la Colonia Bernardino Caballero, se localiza una unidad cartográfica formada por una asociación de Typic Quartzipsamment y Lithic Quartzipsamment (E2/E3), en lomadas de areniscas que ocupan sectores planos a inclinados, con drenaje bueno a excesivo y con pedregosidad moderada, debido al Lithic Quartzipsamment. Esta unidad cartográfica está siendo habilitada para uso agrícola por las colonizaciones recientemente implantadas. Es conveniente indicar que los suelos son de excesiva permeabilidad y muy susceptibles a la erosión. La productividad original de estos suelos es altamente dependiente del contenido de la materia orgánica y del sistema manual de explotación agrícola que se está utilizando. En el Dpto. de Concepción, al norte de la Región Oriental del país y al oeste del sector entre la Colonia J. S. Miranda y Sgto. José F. López (Ex Puenteño), se ha reconocido una asociación de Typic Quartzipsamment y Lithic Udorthent (E2/E8.2), que se distribuyen en lomadas, cuyo material geológico es la arenisca, en relieve plano, de buen drenaje y sin rocosidad expuesta. Hacia el este del sector indicado anteriormente y en la cuenca del Arroyo Negla, se ha reconocido una unidad cartográfica compuesta por una asociación de Typic Quartzipsamment, Lithic Udorthent y Mollic Paleudalf (E2/E8.2/A12.2), que se extiende sobre lomadas de arenisca y llanuras aluviales, en una topografía plana, con drenaje bueno o pobre, según su posición topográfica, y sin afloramientos rocosos. El Typic Quartzipsamment sigue siendo el suelo dominante en esta unidad cartográfica y el uso predominante es la ganadería extensiva, por la vegetación gramínea que la cubre en mayor extensión. En el Dpto. de Concepción, en la cuenca del Arroyo Napeague y en las depresiones que corresponden a la influencia del río Apa, en el límite norte de la Región Oriental del país, se presenta una asociación de Typic Quartzipsamment, Lithic Udorthent y Typic Hapludalf (E2/E8.2/A17.3), que aparecen en lomadas de arenisca y en llanuras aluviales, de buen drenaje a pobremente drenados y con fases (le rocosidad nula y moderada, dependiendo de la participación del Lithic Udorthent. En el sector de Bella Vista, del Dpto. (le Concepción, se ha reconocido el Typic Quartzipsamment en asociación **con** el Typic Hapludalf (E2/U15.4), en un ambiente de lomadas, de arenisca como roca madre, en pendientes de 8- 15% y de rocosidad nula a moderada.

4.7.2.2. Gran Grupo: Udipsamment En esta categoría, se incluyen los suelos Psammaquent que tienen un régimen de humedad ódico y que a la profundidad (le 50 cm, la diferencia entre los promedios de temperatura de los meses de verano y (le los del invierno es de 5°C o mayor. Son suelos de regiones que tienen una buena distribución de lluvias al año y donde la precipitación supera a la evapotranspiración en la mayoría de las estaciones. Por lo tanto, no tienen períodos secos por más de 90 días acumulativos al año en algmn horizonte dentro (le los 100 cm superficiales del suelo. En el Gran Grupo Udipsamment se han reconocido suelos con diferentes

características, siendo clasificados a nivel de Subgrupo como Lithic Udipsamment, Oxyaquic Udipsamment y Typic Udipsamment. a) Subgrupo: Lithic Udipsamment (E3) Los suelos que se incorporan en esta categoría **Son** los Udipsamment rasos, que tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de profundidad, desde la superficie mineral del suelo. Se caracterizan por tener un horizonte A 1, de poco espesor y en contacto con el horizonte C subyacente. Contiene escasas concreciones de Fe pequeñas, y tienen un color pardo rojizo oscuro, textura arenosa franca y débil estructuración en pequeños bloques subangulares; la capacidad de intercambio catiónico es muy baja, de 2 cmol/Kg y la saturación de bases es alta. El pH es ácido, con moderado contenido de aluminio intercambiable y materia orgánica que llega al 1.2%. Los Lithic Udipsamment se han reconocido desarrollarse a lo largo de la Cordillera de Altos, en los Dptos. de las Cordilleras y Paraguarí. El material de origen es la arenisca y aparecen en un paisaje de serranías en mayor proporción, y también en lomadas. Cuando se encuentran en lomadas, ocupan tanto las partes planas como suavemente inclinadas de ellas y presentan un paisaje de buen drenaje superficial y sin afloramiento rocoso. En el paisaje de serranías, los suelos ocupan áreas de buen drenaje y áreas de drenaje superficial excesivo, las pendientes son variables y más frecuentemente están entre 8 y 15%, aunque los tramos finales de las pendientes tienen caídas más abruptas, alcanzando niveles superiores al 15 %. Los Lithic Udipsamment participan como suelos dominantes en unidades cartográficas definidas, que muestran fases de rocosidad diferentes, pudiendo ser nula, moderada y fuerte. En el Dpto. de Paraguarí, en el sector serrano de los distritos de Escobar, Sapucaí y Caballero que se localiza en la vertiente norte de la Cordillera de Altos, el Lithic Udipsamment se encuentra asociado con el Typic Paleudalf (E3/A13.3), presentándose esta unidad cartográfica en lomadas derivadas de arenisca, en fases de relieve suavemente ondulado a ondulado, con buen drenaje y sin rocas expuestas. En el Dpto. de las Cordilleras, la asociación (de los suelos Lithic Udipsamment con Typic Quartzipsamment (E3/E2) se ha reconocido en las unidades cartográficas que cubren la plataforma de la Cordillera de Altos, extendiéndose por las zonas de Emboscada, Nueva Colombia, Altos, San Bernardino y Caacupé.

b) Subgrupo: Oxyaquic Udipsamment (E4) Son los Udipsamment que están saturados con agua en una o más capas, dentro de los 100 cm de profundidad desde la superficie mineral del suelo, por un mes o más al año y en un período de 6 o más años por década. Los suelos se caracterizan por la textura arenosa hasta los 120 cm de profundidad, siendo arenosa franca en las capas que están más abajo. El color varía con la profundidad y con el estado de humedad. El horizonte superficial A 1 es de color pardo a pardo oscuro, tanto en seco como con humedad; pero en húmedo el matiz es 7.5 YR y en seco 10 YR. En los horizontes de subsuperficie, el color es pardo amarillento a pardo amarillento oscuro cuando húmedo y amarillento pardusco cuando seco, todos de matiz 10 YR. La estructura en todo el perfil es masiva, de granos simples, y en las capas por debajo de los 80 cm de profundidad, aparecen moteados anaranjados y rojizos, finos y comunes en abundancia.

BGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
ptic-Alfic Eutrochrept	<i>I2.3<u>La</u></i> <i>A2n</i> <i>I2.3La</i> <i>A3n</i>		
ptic-Alfic trochrept/Albaquie eudalf	<i>I2.3/A6.4<u>La</u></i> <i>A3n</i>		
mblic Dystrochrept	<i>I3.1.4<u>La</u></i> <i>A2n</i> <i>I3.1.<u>La</u></i> <i>A/B2n</i> <i>I3.1.4<u>La</u></i> <i>B2n</i> <i>I3.1.4<u>La</u></i> <i>C2n</i>		
mblic Dystrochrept	<i>I3.5<u>Lb</u></i> <i>A2n</i> <i>I3.5<u>Lb</u></i> <i>B2n</i> <i>I3.5<u>Lb</u></i> <i>C2n</i> <i>I3.5<u>Lb</u></i> <i>C2m</i>		
mblic strochrept/Typic strochrept	<i>I3.1/I5.1<u>La</u></i> <i>A2n</i> <i>I3.1/I5.1<u>La</u></i> <i>B2n</i>		

	<i>I3.1/15.1<u>La</u></i> <i>C2m</i> <i>I3.1/15.1<u>La</u></i> <i>C2n</i> <i>I3.1/15.1<u>Sa</u></i> <i>D2m</i>		
--	---	--	--

Cuadro1



BGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE	
		UNIDAD	SUBGRUPO
uic Eutrochrept/Typie pludert	<i>II.3/V1.5<u>Lls</u></i>  <i>A4n</i>		
pic Dystrochrept	<i>14.2<u>Lls</u></i> <i>A3n</i> <i>14.2<u>Lls</u></i> <i>A4n</i> <i>15.1<u>La</u></i> <i>A2n</i> <i>15.1<u>La</u></i> <i>A/B2n</i> <i>15.1<u>La</u></i> <i>B2m</i>		
pic Dystrochrept/ Typic artzipsamment	<i>15.1/E2<u>La</u></i> <i>A2n</i> <i>15.1/E2<u>La</u></i> <i>A/B2n</i> <i>15.1/E2<u>La</u></i> <i>B2n</i> <i>15.1/E2<u>La</u></i> <i>B/C2n</i>		

Cuadro 2

BGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Typic Psammaquent	<i>EI.1</i> <u><i>Lls</i></u>  <i>A4n</i>		
Typic Psammaquent / Aquic eudalf	<i>EI.1/ A7.4</i> <u><i>Lls</i></u>  <i>A4n</i>		
Typic Psammaquent / Typic artzipsamment	<i>EI.1/E2.4</i> <u><i>Lls</i></u>  <i>A4n</i>		
Typic Psammaquent / Typic artzipsamment / Aquic eudalf	<i>EI.1/E2/TM</i> <u><i>Lls</i></u>  <i>A4n</i>		
Typic Psammaquent / Typic artzipsamment / Tierra scelánea	<i>EI.1/E2/TM</i> <u><i>Lls</i></u>  <i>A4n</i>		
Typic Psammaquent / Typic eudalf	<i>EI.1/U2.3</i> <u><i>Lls</i></u>  <i>A5n</i>		
Typic Quartzipsamment	<i>E2</i> <u><i>La</i></u>  <i>A2n</i>  <i>E2</i> <u><i>La</i></u>  <i>B2n</i>  <i>E2</i> <u><i>La</i></u>		

	$C1n$		
	$E2 \underline{La}$		
	$C2n$		
	$E2 \underline{Lls}$		
	$A3n$		
	$E2 \underline{Lls}$		
	$A5n$		

Cuadro: 3

BGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
pic Quartzipsamment / ollic eudalf	<i>E2/A12.2<u>La</u></i>  <i>A2n</i>  <i>E2/A12.2<u>La</u></i>  <i>B2n</i>		
pic Quartzipsamment / yaquic eudalf	<i>E2A8.3<u>La</u></i>  <i>A3n</i>		
pic Quartzipsamment / pic ammaquent	<i>E2/EI.1<u>Lls</u></i>  <i>A3n</i>  <i>E2/EI.1<u>Lls</u></i>  <i>A4n</i>  <i>E2/EI.1<u>Lls</u></i>  <i>A5n</i>  <i>E2/EI.1<u>Lls</u></i>  <i>A6n</i>		
pic Quartzipsamment / hic ipsamment	<i>E2/E3<u>La</u></i>  <i>C1m</i>  <i>E2/E3<u>La</u></i>  <i>C2m</i>  <i>E2/E3<u>La</u></i>  <i>D1m</i>		
pic Quartzipsamment / hic ipsamment	<i>E2/E3<u>La</u></i>  <i>A2n</i>		
pic Quartzipsamment / hic orthent/Mollic Paleudalf	<i>E2/E8.2/A12.2 <u>La</u></i>  <i>A2n</i>  <i>E2/E8.2/A12.2 <u>Lls</u></i>  <i>A4n</i>		

pic Quartzipsamment / hic orthent/Typic Hapludalf	<i>E2/E8.2/A17.3 <u>La</u></i> <i>A2n</i> <i>E2/E8.2/A17.3 <u>Lls</u></i> <i>A3n</i> <i>E2/E8.2/A17.3 <u>Lls</u></i> <i>A4n</i> <i>E2/E8.2/A17.3 <u>Lls</u></i> <i>A4m</i>		

Cuadro:4

BGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
pic Quartzipsamment / mic pludult	<i>E2/U15.4<u>La</u></i> <i>C2n</i>		
pic Quartzipsamment / pic strochrept	<i>E2/15.1<u>La</u></i> <i>A2n</i>		
hic Udipsamment	<i>E3<u>La</u></i> <i>B2m</i> <i>E3<u>La</u></i> <i>B/C2m</i> <i>E3<u>La</u></i> <i>C1m</i> <i>E3<u>La</u></i> <i>C2m</i> <i>E3<u>Sa</u></i> <i>B/C2m</i> <i>E3<u>Sa</u></i> <i>C1f</i> <i>E3<u>Sa</u></i> <i>C2m</i>		

	$E3\text{\underline{S}a}$ $D\text{\textit{I}f}$ $E3\text{\underline{S}a}$ $D2\text{\textit{f}}$		
hic Udipsamment / Typic eudalf	$E3/A13.3\text{\underline{L}a}$ $B/C2n$		
hic Udipsamment / Typic artzipsamment	$E3/E2\text{\underline{L}a}$ $B/C2m$ $E3/E2\text{\underline{L}a}$ $B/C2n$ $E3/E2\text{\underline{L}a}$ $C2m$		
yaquic Udipsamment	$E4\text{\underline{L}a}$ $A3n$		

BGRUPO	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
pic Udipsamment	<i>E5/E8.2 <u>La</u></i> <i>A2m</i>		
uic Udifluent / Typic difluent	<i>E6.1/E7.1<u>Lls</u></i> <i>A4n</i>  <i>E6.1/E7.1<u>Lls</u></i> <i>A5n</i>		

Cuadro: 5

Cuadro 11. Unidades Cartográficas que Conforman los Entisoles (Cont.)

BGRUPOS	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
hico Udorthent	<i>E8.2 <u>La</u></i>		
	<i>B1m</i>		
	<i>E8.2 <u>La</u></i>		
	<i>B2m</i>		
	<i>E8.2 <u>La</u></i>		
	<i>C1m</i>		
	<i>E8.2 <u>La</u></i>		
	<i>C2m</i>		
	<i>E8.2 <u>La</u></i>		
	<i>C2n</i>		
	<i>E8.2 <u>La</u></i>		
	<i>C1f</i>		
	<i>E8.2 <u>Lg</u></i>		
	<i>B2f</i>		
	<i>E8.2 <u>Lg</u></i>		
	<i>C1f</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>C1f</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>C2f</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>C1m</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>C2m</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>C/D1f</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>C/D1m</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>D1f</i>		
	<i>E8.2 <u>Sa</u></i>		
	<i>D2f</i>		



	$E8.2 \, \underline{S_a}$  $D1m$		
	$E8.2 \, \underline{S_g}$  $D1f$		

Cuadro: 6

BGRUPOS	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
hic Udorthent (cont)	<i>E8.2/E8.5 <u>Sa/b</u></i> <i>D2f</i> <i>E8.3 <u>La</u></i> <i>B2m</i> <i>E8.3 <u>La</u></i> <i>C1m</i> <i>E8.3 <u>La</u></i> <i>C2m</i> <i>E8.3 <u>La</u></i> <i>D1f</i> <i>E8.3 <u>Lg</u></i> <i>A3n</i> <i>E8.3 <u>Lg</u></i> <i>B2m</i> <i>E8.3 <u>Lg</u></i> <i>B2n</i> <i>E8.3 <u>Lg</u></i> <i>C2f</i> <i>E8.3<u>Lg</u></i> <i>C2m</i> <i>E8.3 <u>Lg</u></i> <i>D1f</i> <i>E8.3 <u>Sa</u></i> <i>C2m</i> <i>E8.3 <u>Sa</u></i> <i>D1f</i> <i>E8.3 <u>Sg</u></i> <i>C1f</i> <i>E8.3 <u>Sg</u></i> <i>D1f</i> <i>E8.3 <u>Sg</u></i> <i>D2f</i>		



BGRUPOS	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
hic Udorthent (cont)	<p><i>E8.4 <u>La</u></i></p> <p><i>C/D1m</i></p> <p><i>E8.4 <u>Lb</u></i></p> <p><i>C/D1m</i></p> <p><i>E8.4 <u>Lb</u></i></p> <p><i>C2m</i></p> <p><i>E8.4 <u>Lb</u></i></p> <p><i>D1m</i></p> <p><i>E8.4 <u>Sa</u></i></p> <p><i>C/D1m</i></p> <p><i>E8.4 <u>Sb</u> E8.5 <u>Lb</u></i></p> <p><i>C/D1m B2n</i></p> <p><i>E8.5 <u>Lb</u></i></p> <p><i>B/C1m</i></p> <p><i>E8.5 <u>Lb</u></i></p> <p><i>C/D1m</i></p> <p><i>E8.5 <u>Lb</u></i></p> <p><i>C1m</i></p> <p><i>E8.5<u>Lb</u></i></p> <p><i>C2m</i></p> <p><i>E8.5 <u>Lb</u></i></p> <p><i>D1f</i></p> <p><i>E8.5 <u>Lb</u></i></p> <p><i>D1m</i></p> <p><i>E8.5 <u>Sb</u></i></p> <p><i>C1m</i></p> <p><i>E8.5 <u>Sb</u></i></p> <p><i>C2m</i></p> <p><i>E8.5 <u>Sb</u></i></p> <p><i>D1f</i></p> <p><i>E8.5 <u>Sb</u> E8.5 <u>Sb</u></i></p> <p><i>D2f D1m</i></p>		

hic Udorthent/ Mollic eudalf	<i>E8.2/A12.2 <u>La</u> A2n</i>		
---------------------------------	-------------------------------------	--	--

BGRUPOS	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
hmic Udorthent / Typic artzipsamment	<i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>A2m</i> <i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>B2f</i> <i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>B2m</i> <i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>C2f</i> <i>E8.2/E2 <u>Sg</u></i> <i>DIf</i>		
hmic Udorthent/ Humic pludult	<i>E8.2/U15.4 <u>La</u></i> <i>A/B2n</i> <i>E8.2/U15.4 <u>La</u></i> <i>B2n</i>		
hmic Udorthent andiudalfic trodox	<i>E8.3/O4.5 <u>Sa/b</u></i> <i>DIf</i>		

Cuadro: 9

BGRUPOS	UNIDADES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	
		UNIDAD	SUBGRUPO
Humic Udorthent / Mollic pedalf	<i>E8.2/A12.2 <u>La</u></i>  <i>A2n</i>		
Humic Udorthent/ Typic cartipsamment	<i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>A2m</i> <i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>D2f</i> <i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>B2m</i> <i>E8.2/E2 <u>Lg</u></i> <i>C2f</i> <i>E8.2/E2 <u>Sg</u></i> <i>D1f</i>		
Humic Udorthent /Humic pludult	<i>E8.2/U15.4 <u>La</u></i> <i>A/B2N</i> <i>E8.2/U15.4 <u>La</u></i> <i>B2n</i>		
Humic Udorthent / diudalfic trodox	<i>E8.3/O4.5 <u>Sa/b</u></i> <i>D1f</i>		

Cuadro: 10

ARREGLAR

HASTA

AQUÍ

Estos suelos son profundos, de baja fertilidad y excesivamente permeables. El contenido de materia orgánica es de 1.2% o menor, a capacidad de intercambio catiónico es menor de 5 cmol/Kg de suelo, las bases de cambio son menores a 2 cmol/Kg de suelo y la saturación de bases es menor que 50%. No presentan problemas de acidez debido al aluminio intercambiable.

Los Oxyaquic Udipsamment son suelos desarrollados en suaves lomadas de depósitos de arena cuarzosa y bajo vegetación de gramíneas, con islas de árboles y arbustos ralos o árboles dispersos, de morfología xerofítica. Forman una unidad cartográfica que cubre una superficie plana y de moderado drenaje. Estos suelos son utilizados en ganadería extensiva y se extienden al Norte de Itanará, en el límite noreste del Dpto. de Canindeyú con el de Amambay. Esta unidad es poco representativa territorialmente.

#### c) Subgrupo: Typic Udipsamment (ES)

Son los suelos que contienen las características centrales de los Udipsamment. Son suelos arenosos, profundos, con difusa transición entre los horizontes y donde solamente se destaca la presencia de un epipedón ócrico, que acumula materia orgánica hasta un contenido de 1,5%, de textura arenosa franca y débil estructuración. Este horizonte superficial tiene un color pardo grisáceo oscuro cuando húmedo y pardo claro en estado seco; la capacidad de intercambio catiónico es de 3 cmol/Kg de suelo y la saturación de bases es mayor que 50%. El pH es levemente ácido.

Los horizontes subsuperficiales tienen en la parte de arriba un color pardo a pardo oscuro, que pasa a pardo amarillento en los más profundos, cuando húmedos. El color en estado seco es gris claro de matiz IOYR. Presentan textura arenosa franca en toda la profundidad y débil a ninguna estructuración, capacidad de intercambio catiónico de 3 cmol/Kg y saturación de bases menor de 50%.

Los Typic Udipsamment no son rasos y dentro (de los 100 cm superficiales del suelo, no tienen motas ni períodos de saturación con agua durante algún tiempo al año, en algún subhorizonte. Tampoco tienen lamellas dentro de los 200 cm de profundidad, desde la superficie mineral del suelo.

El Typic Udipsamment se ha reconocido asociado con el Lithic Udorthent (E5/E8.2), formando una unidad cartográfica que se extiende en lomadas de arenisca, con pendientes menores de 3% con buen drenaje superficial y moderada rocosidad. Se localiza al sur de la localidad de Sgto. José F. López (Ex Puenteño), en el Dpto. de Concepción. Se utiliza en ganadería extensiva, por su cobertura vegetal de gramíneas; no tiene gran expresión territorial.



#### 4.7.3. Suborden: Fluvent

Los Fluvent (Flu = fluvius = río (fluvial), + ent Entiso)) son los suelos que constan de sucesivas capas aportadas por los cursos permanentes de agua con régimen intermitente y que causan periódicas inundaciones o anegamientos durante las crecidas.

Los Fluvent se distribuyen en franjas paralelas a los ríos y arroyos, en deltas y en los meadros. Generalmente son estrechos, aunque a veces abarcan anchos sectores relacionados al desborde de los cursos de agua, dependiendo su conformación del caudal del río y de la topografía del terreno.

Los suelos han sido formados de materiales que se encuentran estratificados, debido a la sucesiva deposición de los sedimentos aluviales durante cada período de bajante. La mayoría de los sedimentos aluviales provienen de los suelos erosionados en las cuencas superiores de los ríos, y como arrastran también materia orgánica, el suelo puede mostrar una irregular concentración de la misma con la profundidad, cuando los materiales se encuentran estratificados. Si la textura es homogénea en todo el perfil, el porcentaje de materia orgánica disminuye con la profundidad. El contenido de materia orgánica en profundidad constituye un carácter de identificación de los Fluvent.

Los Fluvent son los Entisoles que no tienen un contacto lítico o paralítico dentro de los 25 cm de la parte superficial del suelo ni mineral, tienen pendientes menores de 25% y un contenido de 0,2 % o más de C orgánico (0,34% o más de materia orgánica) a la profundidad de 125 cm, o tienen una irregular disminución del contenido de materia orgánica desde la profundidad de 25 cm hasta los 125 cm, o hasta el contacto lítico o paralítico si el suelo es menos profundo.

Los Fluvent pueden tener cualquier tipo de vegetación, de bosques o de gramíneas, y un régimen de temperatura de suelo cuyo promedio anual sea superior de 0°C. Los suelos de esta categoría se clasifican al nivel de Gran Grupo como Udilluvent, en la Región Oriental del país.

##### 4.7.3.1. Gran Grupo: Udifliivenl

En esta categoría se incluyen los suelos Fluvent que tienen un régimen de humedad údico y un régimen de temperatura del suelo a los 50 cm de profundidad, en que la diferencia entre los promedios anuales de los meses del invierno y del verano es superior a 5°C. Los suelos Udifluvent tienen un régimen de temperatura hipotérmico y se los encuentra en las llanuras y valles de los ríos; pero no ya en los ambientes fisiográficos de lomadas o en lugares de mayor altitud.

Los Udifluvent se han observado (istribllirse a lo largo de los ríos más importantes de la región , habiéndose reconocido dos Subgrupos:

a) Subgrupo: Aquic Udifluent (E6)

Son los suelos Udifluent con el carácter distinguible de condiciones ácuicas, que se traduce en la presencia de moteados dentro de los 50 cm superficiales y que tienen un color con intensidad (croma) de 2 o menos, y también tiene una o más capas que están saturadas de agua en algún período del año.

b) Subgrupo: Typic Udifluent (E7)

En esta categoría se incluyen los suelos Uditludent que tienen textura arenosa franca o arenosa, en un espesor mínimo de 18 cm dentro de los primeros 75 cm superficiales del suelo, y no tienen moteados ni carnada alguna que está saturada con agua por más de un mes al año, en la mayoría de los años de una década. Tampoco tienen un horizonte A o Ap de, 15 cm o más de espesor, de color oscuro, que satisface las condiciones para el carácter mólico.

Los Aquic Udifluent y los Typic lidilluent se encuentran también asociados en un paisaje de llanuras aluviales y de topografía plana (E6.1/E7.1). En los cursos superiores de los ríos, los suelos tienen un drenaje moderado y en las zonas de mayor depresión, el drenaje es muy lento y muchas áreas están sujetas a períodos prolongados de inundación o anegamiento.

En estas unidades se tiene una cobertura vegetal boscosa alternando con pastos. Generalmente, se observa una formación de bosques de galería cuando el drenaje es más libre y la permeabilidad de los suelos es mayor, o cuando la napa freática se localiza a mayor profundidad; pero cuando el drenaje es pobre y se tiene una napa freática alta, las condiciones de una más prolongada saturación con agua hace que la vegetación predominante sea la de pastos, lo que hace suponer una mayor participación del Aquic Udiíluent en esta asociación.

Estas unidades se destacan particularmente a lo largo del río Paraná, al sur de la Región Oriental del país, desde Encarnación hasta su confluencia con el río Paraguay.

Prácticamente estas unidades se extienden también a lo largo de todo el trayecto de río Paraguay, desde la confluencia del río Apa hasta su unión con el río Paraná.

Estos suelos se extienden también a lo largo de los ríos interiores de la Región Oriental del país y principalmente en aquellos cuyas cuencas superiores abarcan suelos originarios de arenisca, como el Tebyctiary, que cruza desde el Departamento (le Caazapá hasta el de Pilar; los ríos Ypané y Aquidaháii en el Dpto. de Concepción; el río Jejuí guazú en el Dpto. de San Pedro y los ríos Yhaguy y Piribcbuy, al norte del Dpto. de las Cordilleras.

Estos suelos no tienen aptitudes de uso agrícola y solo presentan pocas aptitudes para uso ganadero, por el alto riesgo de inundación y los cortos períodos de acceso.

#### 4.7.4. Suborden: Orthent

En este Suborden se incluyen los suelos jóvenes que no tienen texturas arenosas y que no presentan capas estratificadas de sedimentos aluviales.

Los Orthent (Orth orthos = verdadero + cnt Entisol) son los suelos someros, que se encuentran en las serranías y cerros aislados y en áreas de topografía fuertemente ondulada, donde cubren las partes, más altas y la franja adyacente a los cursos de agua, al final de las pendientes de las lomadas y colinas. Esta última situación principalmente en las zonas cuyo material de origen es el basalto, donde las pendientes son cortas y convexas.

En la Región Oriental del país, se han observado ocurrir en áreas de granito y de arenisca, en pendientes ligeras e inclinadas y con moderada a fuerte rocosidad o pedregosidad. Los Orthent aparecen cubriendo los paisajes que están sujetos a un permanente y constante proceso erosivo y en aquellos lugares de reciente deposición de los materiales transportados por la erosión. Los suelos se presentan predominantemente en pendientes mayores de 25 %; tienen textura franco arenosa o arcillosa, lo que refleja la naturaleza y la composición del material rocoso que los origina; no tienen inclusiones de otros horizontes en una matriz definida entre los 25 y 100 cm de profundidad; además, los Orthent no se caracterizan por tener camadas estratificadas de deposición en el perfil.

En este Suborden, los suelos se diferencian por el régimen de humedad que tienen. En la Región Oriental del país, a nivel de Gran Grupo se ha reconocido la ocurrencia de los suelos Udorthent.

##### 4.7.4.1 Gran Grupo: Udorthent

Son los suelos Orthent que tienen el régimen de humedad dico y un régimen de temperatura hipertérmico, y que además, no presentan otro horizonte diagnóstico que no sea el ócrico.

En la Región Oriental del país, se ha reconocido el Lithic tidorthent en la categoría de Subgrupo, porque se presenta en áreas donde el proceso geológico de erosión supera al proceso de meteorización de la roca subyacente. Tienen todas las características del Gran Grupo Orthent en cuanto a la posición fisiográfica, la textura, profundidad y propiedades físicas y químicas derivadas de la naturaleza y composición de la roca madre.

#### Subgrupo: Lithic Udorthent (E8)

Son los suelos Udorthent que tienen un contacto con la roca que lo origina dentro de los 50 cm de profundidad, desde la superficie mineral del suelo.

Son los suelos con piedras o planchadas de rocas aflorando en la superficie, o muchas veces caracterizados como una pequeña carnada (le tierra cubriendo el material rocoso, cuando la topografía no es agreste. El Lithic Udorthent, al no ser profundo no muestran los efectos de un encharcamiento o saturación con agua por algún período del año, como tampoco los signos de una actividad microbiológica destacada.

En la Región Oriental del país, se han reconocido estos suelos desarrollados en lomadas y en serranías, en paisajes (isiográficos formados sobre rocas de arenisca, granito y basalto, en pendientes planas a fuertemente inclinadas, (le drenaje bueno-excesivo y (le nula a fuerte rocosidad. Los Lithic Udorthent no tienen aptitud para uso agrícola y pocos lugares lo tienen para uso pecuario, con la vegetación gramínea natural. Es fundamental señalar que la vegetación d gramíneas y de floresta que cubren estos suelos no debe ser alterada, porque si se quiere mejorar una explotación ganadera, mediante la substitución de la vegetación natural de pastos con la implantación de gramíneas de mejor aptitud forrajera, o si se quiere substituir el bosque natural por el bosque artificial, difícilmente se pueda llegar a tener una cobertura vegetal que sea producto de un equilibrio biótico y a la vez económico a corto ni a mediano plazo.

Los Lithic Udorthent de la Región Oriental del país muestran propiedades diferentes, que son derivadas de la roca madre. Los suelos derivados de areniscas y que presentan una textura francosa gruesa (E8.2) se encuentran en unidades cartográficas que cubren lomadas j de un paisaje ondulado, generalmente adyacente a las serranías, y también en el paisaje de serranías, donde predomina un relieve fuertemente ondulado, un drenaje superficial excesivo fuerte rocosidad.

Esta unidad se encuentra formando parte de la Cordillera de los Altos, de los Dptos.

de la Cordillera y Paraguarí; en las Cordilleras del Ybyturuzú y Caaguazú de los Dptos del Guairá, Caaguazú y Caazapá; en el Cerro Sarambí y la Cordillera del Amambay, del Departamento del Amambay; y en las Serranías cte San Luis del Departamento de Concepción. También estos suelos se han formado en los cerros de arenisca, que aparecen en toda la Región Oriental.

Los suelos Lithic Udorthent fueron reconocidos en asociación con los Typic Quartzipsamment (E8.2/E2), en las serranías de San Carlos y en las cuencas de los Arroyos Blandengue y Pitanoaga, Paso Bravo, Toropaso y la Paz, todos del Departamento de Concepción, al norte de la Región Oriental del país. Esta asociación se presenta en varias unidades cartográficas que se diferencian por el material de origen (arenisca o basalto), la pendiente donde se desarrolla y la rocosidad.

Estas unidades cubren áreas de lomadas, cuyo material de origen preponderante es el granito. En algunos sectores, la topografía es plana, pero en la mayoría domina la topografía ondulada; también se caracterizan por tener cte moderada a fuerte rocosidad o pedregosidad. Esta asociación de Entisoles comparte una zona donde las unidades cartográficas son dominadas por el Lithic Udorthent. Estas unidades están cubiertas de vegetación boscosa predominantemente y en menor extensión de gramíneas. No son aptas para agricultura, por el poco espesor del suelo y la alta rocosidad, e igualmente, tienen muchas limitaciones para su uso en ganadería.

El Lithic Udorthent forma una asociación con el Mollic Paleuclalf (E8/A12.2), en el sector del contacto entre el granito y la arenisca, en el l)pto de Concepción. Esta unidad cartográfica cubre un ambiente de lomada, de buen drenaje.

También en el Dpto. de Concepción se ha reconocido la asociación de los suelos Lithic Udorthent con los flumic 1-lapludult (8/U15.4), en una unidad cartográfica que se localiza rodeando la localidad de Bella Vista Norte y que se presenta en un ambiente de lomadas, derivadas de arenisca, en una fisiografía plana a ligeramente ondulada, de buen drenaje y sin rocosidad.

En la Cordillera del Ybytyruzu, del Dpto. del Guairá, se ha reconocido una unidad cartográfica conformada por los suelos Lithic Udortlient, francosa gruesa y Lithic Udorthent, arcillosa muy fina (E8.2/E8.S), y que se encuentra en un ambiente de serranía, de fuerte pendiente y rocosidad, justamente en el contacto geológico entre la arenisca y el basalto.

Los suelos clasificados como Lithic Udorthent, de textura francosa fina, se les ha reconocido cubrir principalmente las serranías de Caapucú, en el Dpto. de Paraguari, de rocas graníticas, y en las serranías de Santa Rosa Misiones y la Cordillera de San Rafael en Itapúa, donde la roca madre es la arenisca. En todos estos paisajes domina una topografía fuertemente ondulada, con inclinaciones mayores a 25%, drenaje superficial excesivo y fuerte rocosidad.

Estos suelos son someros, con el horizonte superficial A 1 de color pardo a pardo oscuro, de textura franco arcillo arenosa y debilmente estructurado en muy pequeños bloques subangulares. Este horizonte tiene el contacto lítico a los 40 cm de su profundidad y tiene un contenido de materia orgánica (le 1,7%, acidez alta porque el pH es de 4,6 y la concentración de aluminio intercambiable mayor de 1 ,0 cmol/Kg de suelo. Son suelos pobres en bases y consecuentemente de muy baja fertilidad.

Esta unidad cartográfica es usada exclusivamente en ganadería extensiva, aprovechándose la vegetación graminosa que lo cubre. Como son suelos muy endebles, es conveniente mantenerlos en su equilibrio natural, con la alternativa de implantación de florestas, sin modificar el ambiente edáfico con laboreos mecánicos, por el alto riesgo de erosión.

Los Lithic Udorthent, de textura francosa fina (E8.3) también se han reconocido en el Dpto. de Canindeyú, en el sector de la Paloma. En la Cordillera de Caaguazti, Dpto. de Caazapá, en el contacto entre las zonas geológicas de la arenisca con el basalto, se ha reconocido una unidad cartográfica compuesta por la asociación Lithic Udorthent y Kandiudalflc Eutrodox (E8.3/04.5), en un ambiente (le lomadas y de serranías, donde predomina un relieve fuertemente ondulado, (le excesivo drenaje y rocosidad fuerte.

Bordeando el Río Paraná, desde Encarnación hacia el norte, abarcando los Dptos. de Itapúa y Alto Paraná, y en la zona (le Pedro Juan Caballero, Dpto. del Amambay, se reconoció una consociación de Lithic Udorthent, arcillosa fina y arcillosa muy fina, derivados de rocas basálticas, distribuyéndose en lomadas y en serranías, con pendientes suavemente inclinadas a fuertemente inclinadas, con drenaje bueno a excesivo y con nula a fuerte rocosidad expuesta.

Otras unidades cartográficas que contiene los Lithic tidorthent se derivan de areniscas; son de textura arcillosa fina (E8.4) y arcillosa muy fina (E8.5). Se encuentran entre Cnel. Oviedo y Caaguazú, en la localidad de Tayaó, Dpto. de Caaguazú, y en el Dpto de San Pedro, en las serranías de la localidad de Curuguaty.

#### 4.8. TIERRAS MISCELÁNEAS

En este concepto se incorporan los suelos de difícil observación, muestreo e identificación por la dificultad de acceso, debido fundamentalmente a que las áreas donde se distribuyen permanecen o han permanecido anegados o inundados durante el período de levantamiento de campo. En esta clase, se incorporaron las tierras del sector de llanuras o valles que se encuentran en un nivel topográfico ms bajo, colector del escurrimiento superficial del agua. Generalmente, están cubiertas de vegetación de pastos y tienen similares limitaciones para su uso y manejo, como el drenaje deficiente y la exposición a constantes y permanentes inundaciones, por lo que se han mapeado como Tierras Misceláneas (TM).

Las diversas unidades cartográficas identificadas como TM se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Unidades Carlogníicas y Arcas le las Tierras Misceláneas Miselaneas

	UNIDA DES CARTOGRAFICAS	SUPERFICIE (Km2)	
		Unidad	Subgrupo
Tierras micelanesas/Albaquic Paleudalf	Lls TM/A6.4 ----- A6n		
Tierras misceláneas	Lls TM----- A5n Lls TM----- A6s Lls TM----- A6n Lls Vs TM----- A3n Vs TM----- A4n Vs		



	<p>TM-----</p> <p>A5n</p>		
--	---------------------------	--	--

La variación principal entre estas unidades depende de la posición topográfica dominante, la cual condiona un drenaje superficial moderado, pobre o nulo.

Las Tierras Misceláneas tienen moderado a pobre drenaje cuando acompañan los sectores superiores y medios de los ríos, como sucede con el río Ypané, que separa los Departamentos de Concepción y San Pedro, y las áreas adyacentes a los ríos Monday y Acaray, en el Dpto. de alio Paraná. Hacia el sur de la Región Oriental, en las inmensas llanuras del Dpto. de Neeinbucú, el drenaje es tan lento que permanecen inundados por largos períodos y se presentan en anchas franjas paralelas que desaguan en el río Paraguay. Estas unidades cartográficas se extienden en un sentido NW a SE en la zona conocida como Carrizales, un poco al norte del Río Paraná, entre Cerrito y Panchito López (Dpto. de Neembucú) y en el Estero Piripucó, (Id Dpto. (le San Pedro. También se ha reconocido esta unidad en la cuenca del Arroyo Caraguatá. al este de Carmen del Paraná, Dpto. de Itapúa.

En el Dpto. de Ñeeinbucú al sur de a Región Oriental del país, en el triángulo formado entre el río Paraná y l'araguay, teniendo como vértice a confluencia de ambos, las tierras Misceláneas se encuentran en asociación con los Alhaquic Paleudalf (TM/A6.4), que se extienden también en faas paralelas a otras unidades, en donde los Albaquic Paleudalf ocupan dispersas y pequeñas elevaciones del paisaje. En el sectordeprimido de la unidad, se encuentran pequeñas lagunas dispersas y en cantidad abundante.

Esta unidad se distribuye desde la Compañía Camba cuá hasta la Compañía San Antonio, al sur de Isla Ombú e jsiena y en el Sector de Desmochados y Mayor Martínez. También se extiende desde el Arroyo Yacaré, Norte de Pilar, siguiendo la ruta IV por San Juan Bautista de Neembucú y San Lorenzo hasta Ybyraty, bordeando al norte de los Esteros Yacaré y Camba.

Son unidades cubiertas de vegetación de gramíneas y destinadas a uso pecuario

extensivo. En las imágenes satelitarias no se observa el trazado de alambrados en las áreas de mayor depresión, donde se tiene un permanente anegamiento.

## V. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

La clasificación por capacidad de uso de la tierra de la Región Oriental ha permitido identificar las 8 clases de capacidad de uso del sistema del Manual W 210 (USDA, 1964), y que fuera adaptada a las condiciones locales de esta Región (Ver Cuadro 3 - Parámetros para la Determinación de las Clases de Capacidad de Uso - Región Oriental del Paraguay).

Las lomadas (L) constituyen el paisaje dominante de la Región Oriental, en cuanto a superficie se refiere, cubriendo más del 60% de la misma. Prácticamente, toda la agricultura, gran parte de la ganadería, los bosques altos continuos y residuales y las zonas urbanas están asentadas sobre estas lomadas. Las limitaciones principales son: el grado de pendiente (E, por erosión), la fertilidad aparente media, baja y muy baja (Sí), y la textura de la sección de control; arenosa o francosa gruesa (St).

Las serranías (S), que son las partes más altas del terreno, constituyen aproximadamente el 10% del área total de la Región Oriental. La principal limitación que presentan es la rocosidad y/o pedregosidad (Sr), aunque la poca profundidad efectiva del suelo (Sp) también puede ser limitante dentro de las mismas unidades clasificadas como Sr, pero en consideración a la mayor importancia de la rocosidad y/o pedregosidad, se mantuvo solamente esta limitación Sr, en la simbología (le la unidad).

Los paisajes dominantes de las partes bajas son las llanuras (LL) y valles (y), que constituyen más del 20% de la superficie (le la Región Oriental. Estos paisajes son importantes por constituirse en los desagües naturales de las partes altas (lomadas y serranías). Lógicamente, la principal limitación de estas áreas la constituye el exceso de humedad del perfil del suelo (W), ya sea por drenaje deficiente del paisaje en general, permeabilidad lenta dentro del perfil del suelo o Of riesgo de inundación (Wi) en las épocas de lluvias y/o crecidas de los arroyos y ríos. El drenaje deficiente del paisaje y la permeabilidad lenta del suelo tienen la misma designación (Wd), aunque se debe aclarar que drenaje del paisaje y permeabilidad del suelo son conceptos independientes y muchas veces no interrelacionados. Por motivos de practicidad, debido a la gran superficie de la Región, se integraron estas dos limitaciones en una sola (Wd= drenaje).

Los suelos de cada Clase y Subclase y su distribución se presentan en el Cuadro 13.

Las Clases de Capacidad de Uso de la Tierra, con las limitaciones de cada una de ellas, definidas en las respectivas subclases, son las siguientes:

## 5.1. CLASE!

Esta Clase se considera la mejor desde el punto de vista (le USO en agricultura, por no tener ninguna o tener muy pocas limitaciones de USO, y por requerir de prácticas de manejo relativamente simples. Tiene una superficie (le Km<sup>2</sup>, que representa el % (le la superficie total de la Región Oriental. Esta superficie es muy pequeña en consideración a la superficie total de la Región. Los requisitos para ser Clase 1 son muy estrictos, por lo que

no tiene subclases (sin limitaciones serias). Para ser Clase 1, los suelos en la unidad cartográfica deben llenar estos requisitos: saturación de base superior a 70%, suma de las bases de cambio superior a 6 cmol/kg; la profundidad efectiva del suelo debe ser mayor de 150 cm.; la pedregosidad y/o rocosidad y el riesgo de inundación deben ser nulos; el drenaje y la permeabilidad moderado; la textura de la sección de control francosa fina o arcillosa muy fina. Además de todos estos parámetros, la pendiente del lugar debe ser inferior al 3%. Muy pocos suelos han podido llenar todos estos requisitos.

Los suelos representativos de la Clase 1 se presentan en el Cuadro 13. Ellos son Rhodic Paleudalf, Rhodudalf, Kandiuudalfic Eutrudox y la asociación de Rhodic Paleudalf/Typic Rhodudult, pero todos en fases de pendientes inferiores al 3% (pendiente A de la leyenda del mapa de suelos).

La mayor concentración de la Clase 1 está en los suelos derivados de roca basáltica, hacia el SE y el E de la Región Oriental, en los Departamentos de Itapúa y Alto Paraná. Se presentan en polígonos de 2 a 50 Km<sup>2</sup> cada uno, en forma clíspersa, desde Colonia Obligado -Bella Vista en el Sur, extendiéndose hacia el Norte por Pirapó, Capitán Meza, San Juan Nepomuceno, San Agustín, San Alfredo, Mayor Otaño, Santa Rita y Ciudad del Este. No se ha encontrado Clase 1 al norte de la ciudad de Hernandarias, donde aún existen suelos derivados de roca basáltica en gran extensión. La razón principal es la aparición de problemas de fertilidad de suelo que los llevaron a Clases II y III, IV, esta última por la acidez elevada. En los suelos derivados de roca arenisca (Rhodic

Paleudalf y Rhodudalf), la Clase 1 está también en unidades de 2 a 50 Km<sup>2</sup> cada una, y se encuentran principalmente en J.M. Frutos y J. L. Mallorquín (el límite norte es la Presa Yguazú, en el río del mismo nombre). •1

Relacionados a la Clase 1 están las unidades de la Subclase II-E, donde por el paisaje y por el tipo de suelo, pertenecen a la Clase 1, pero la pendiente del lugar (3-8%) las llevó a esta Subclase (II-E), y que incluso pasa a III-E, en los lugares con pendientes de 8-15%.

### Uso, manejo y conservación de los suelos

Como la Clase 1 no tiene ninguna o tiene muy pocas limitaciones para uso en agricultura, y además requiere prácticas simples de manejo, se le puede dedicar a todos los cultivos tradicionales del país, y aún a aquellos no tradicionales que pudieran adaptarse a las condiciones agro-ecológicas de la Región Oriental.

Los cultivos agrícolas recomendados en estas tierras son:

- Cereales: maíz, sorgo granífero, trigo, avena, cebada
- Leguminosas de grano: poroto, soja, habilla, maní, arveja, gandul
- Cucurbitáceas: sandía, melón, zapallo, andai
- Tubérculos y raíces: papa, batata, mandioca
- Fibra: algodónero
- Oleaginosas: girasol, colza
- Frutales: cítricos, banano, piña, mango, aguacate, guayabo, frutilla, vid, mamonero, durazno, ciruela, grosella, chi ri moya.
- Hortícolas:

De hoja: lechuga, acelga, espárrago, brócoli, repollo, cebollita de hoja, espinaca

De raíz: zanahoria, rabanito y nabo

De fruto: tomate, jocote

- Flores y ornamentales: rosa, crisantemo, clavel, zinias, etc. y numerosas plantas de vista
- Abonos verdes: lupino (blanco, amarillo), mucuna, ceniza, mucuna negra, crotalaria, dólico, nabo forrajero
- Nueces: pecán, macadamia
- Otros: caña de azúcar, tabaco, stevia (ka'a he'e), cafeto, té, tung
- Pasturas cultivadas. Gramíneas de pisoteo: estrella, pangola, brachiaria, setaria, yaraguá.

Gramínea de corte: elefante, camerún

- Especies forestales: las especies nativas para el enriquecimiento de bosques naturales. Las especies exóticas en cultivos puros, como pino, eucalipto, paraíso gigante.

Generalmente, para la Clase 1 no se recomendaría pasturas cultivadas y especies forestales, por el valor más alto de la tierra, y la menor rentabilidad relativa comparada con los cultivos agrícolas, especialmente los anuales. Sin embargo, las actividades de tambo lechero, cabaña de bovino o

equino, cría de cerdos o aves necesitan de especies de pasturas cultivadas y de especies forestales para sombra, por lo que no se les puede descartar.

Otra observación importante es que los cultivos recomendados anteriormente fueron hechos desde el punto de vista edáfico. Es posible la existencia de otros problemas de adaptación de las especies, tanto tradicionales como no tradicionales a los otros factores del ambiente, como ser temperaturas muy bajas (heladas), horas de frío mínimo necesario para especies caducifolias, o temperaturas muy altas durante cierto período de desarrollo de la planta, fotoperiodismo incorrecto, lluvias excesivas o períodos secos muy prolongados, etc.

En la Región Oriental, la preparación de los suelos se realiza en forma convencional (una a dos aradas y una a dos rastreadas) para la siembra de cualquier cultivo. También, en la zona mecanizada de los cultivos de trigo y soja se utiliza rastra pesada solamente para preparar grandes superficies de suelo. Los pequeños productores labran el suelo con arado de una reja tirado por bueyes (especialmente los productores de algodón, mandioca, maíz, caña de azúcar). Este sistema convencional (de laboreo) expone al suelo a la acción erosiva de las lluvias, por hallarse desprotegido de vegetación durante este período y aún durante el período de crecimiento de las plantas.

La erosión eólica no es peligro serio en la Región Oriental, y sólo se percibe en los períodos secos, con vientos (de superficie) relativamente fuertes. La erosión hídrica, laminar o en surcos, es la más seria, por afectar a suelos aún con relieve plano, por efecto de acumulación y arrastre del agua de lluvia en suelos preparados convencionalmente.

Por tales razones, las prácticas conservacionistas del suelo que deben desarrollarse son:

Cuando la pendiente es inferior al 1 %, puede sembrarse en hileras rectas, ya que el terreno es virtualmente plano. Sin embargo, por el gran valor de la tierra, se deberán plantar los cultivos en contorno, siguiendo las curvas de nivel.

Cuando la pendiente es del 1 al 3%, se deberán tomar otras medidas conservacionistas como:

a) Curvas de nivel, con cordones de contención ubicados transversalmente a la pendiente, sembrados con pasto cedrón, pasto elefante, pacholí, caña de azúcar, etc. Con este sistema, se pueden manejar cultivos del pequeño productor (algodón, mandioca, maíz, poroto, caña de azúcar). Si es cultivo mecanizado, se deben usar curvas de nivel de base ancha, las cuales permiten la siembra del cultivo sobre la misma curva. Con este sistema se cultiva soja, trigo, avena, girasol, canola, maíz, sorgo, acevén.

b) Cobertura permanente o casi permanente del suelo, por medio de:

1) Abonos verdes; de invierno (lupino, avena negra, nabo forrajero) y de verano (mucuna ceniza, mucuna negra, crotalaria, dólico), incorporados al suelo con rastra durante la floración. Se deben mantener estos abonos verdes en rotación COfl cultivos agrícolas. Este sistema es muy útil para los cultivos del pequeño productor (algodón, maíz, mandioca).

2) Siembra directa, con los abonos verdes mencionados más arriba, en rotación con cultivos agrícolas: el abono verde se corta con machete (áreas pequeñas), rotativa, rastra liviana, rolo-cuchillo, o se trata químicamente con herbicida, y se siembra directamente el cultivo sobre el abono verde cortado o tratado químicamente. La mejor respuesta se ha observado con el rolo-cuchillo. La descomposición del abono verde se realiza sobre el suelo y constituye una forma de mulching o cobertura del suelo con plantas o restos vegetales. También es posible manejar en siembra directa las siguientes rotaciones de cultivo, en las áreas mecanizadas: trigo-soja; avena negra-soja; avena negra- maíz; pasto acevén-soja; pasto acevén-maíz o sorgo; canola-soja; canola-maíz.

Además de estas prácticas de conservación de suelos, se deberán aplicar abonos químicos, según fuese necesario de acuerdo al análisis de suelo de la parcela en particular. Un suelo de Clase 1, con fertilidad aparente alta, no significa que tenga un nivel alto de los nutrientes minerales esenciales, como el fósforo, el nitrógeno e incluso el potasio y los micronutrientes (Zn, principalmente). Si estos elementos están deficientes o sólo en un nivel medio, se recomienda su aplicación en forma (le abonos químicos al suelo, en la cantidad recomendada para cada cultivo.

## 5.2. CLASE II

Esta Clase, también considerada una de las mejores desde el punto de vista de uso agrícola, tiene moderadas limitaciones que reducen las posibilidades de selección de cultivos o requieren prácticas moderadas de conservación.

Ocupa una superficie de Km<sup>2</sup>, que representa el .... % de la Región Oriental. Esta superficie es relativamente escasa, en consideración a la superficie total de la Región.

Para la Clase II, las limitaciones que se pueden presentar, solas o combinadas, en general, son:

- pendientes de 3 a 8%, con riesgo de erosión relativamente alto
- profundidad efectiva del suelo de 100 a 150 cm.
- tamaño de partículas de la sección de control francosa fina o arcillosa muy fina
- pedregosidad y/o rocosidad ligera
- fertilidad aparente inedia: 35 a 70% de saturación (le bases, 3 a 6 cmol/Kg de suma de bases de cambio
- drenaje y/o permeabilidad moderadamente rápido

Las subclases encontradas para la Clase II son: II-E, II-Sf y II-E, Sf. No se ha encontrado en esta clase limitaciones debidas a la profundidad efectiva, la pedregosidad, rocosidad, drenaje y/o permeabilidad.

#### 5.2.1. Subclase II-E

En esta subclase, las tierras presentan una limitación debida a la pendiente ligeramente ondulada (3-8%), que representa un riesgo de erosión hídrica relativamente alto, especialmente en las pendientes cercanas al 8%. Por lo demás no presenta ningún otro tipo de limitación en los factores de suelo o drenaje. Están generalmente contiguas a la Clase 1, y siguen la misma distribución geográfica. Los suelos de esta subclase son los mismos que para la Clase 1, además de ellos, se encuentra el suelo Rhodic Kandiudult, francosa fina de la zona del SE de Coronel Bogado.

Ocupa ...Km, el .... % de la Región Oriental.

#### Uso, manejo y conservación de suelos

Es posible usarlo para los mismos cultivos agrícolas indicados en la Clase 1, ya que esta subclase está relacionada a esta Clase en el paisaje. A un suelo de Clase 1 en el paisaje, le sigue generalmente un trecho de la Subclase II-E, donde la pendiente supera el 3% (hasta 8%). Por consiguiente, son los mismos cultivos que se pueden continuar, pero en esta subclase se deben tener muy en cuenta los riesgos relativamente altos de erosión. Las prácticas de conservación (le suelos son:



a) Curvas de nivel, con cordones de contención ubicados transversalmente a la pendiente, sembrados con pasto cedrón, pasto elefante, pacholí, caña de azúcar. Con este sistema, se pueden manejar los cultivos del pequeño productor (algodonero, mandioca, maíz, poroto, tabaco). Si el cultivo es mecanizado, usar curvas de nivel de base ancha, las cuales permiten la siembra del cultivo sobre la misma curva. Con este sistema se cultiva soja, trigo, avena, girasol, canola, maíz, sorgo, acevén.

En todos los casos, como la pendiente es más fuerte que 1 a 3%, las distancias entre curvas de nivel serán más cortas. Las curvas de nivel de buen ancho se utilizan, por lo general, hasta una pendiente del 8%. En la zona de suelos de basalto, se utilizan con éxito en pendientes del 3 al 6%

b) Cobertura permanente o casi permanente del suelo por medio de:

1) Abonos verdes: de invierno (lupino, avena negra, nabo forrajero) y de verano (mucuna ceniza, mucuna negra, cratelia, dólido) incorporados al suelo con rastra liviana durante la floración. Mantener estos abonos verdes en rotación con los cultivos agrícolas. Este sistema es muy útil para los cultivos del pequeño productor (algodonero, maíz, mandioca).

2) Siembra directa, con los abonos verdes mencionados más arriba en rotación con cultivos agrícolas: el abono verde se corta con machete (áreas pequeñas), rotativa, rolo-cuchillo, rastra liviana o se trata químicamente con herbicida y se siembra directamente el cultivo sobre el abono verde, cortado o tratado químicamente. La descomposición del abono verde se realiza sobre el suelo y constituye una forma de mulching o cobertura del suelo, con plantas o restos vegetales sobre el suelo. También es posible manejar en siembra directa las siguientes rotaciones de cultivo, en las áreas mecanizadas: trigo-soja; avena negra-soja; avena negra-maíz; pasto acevén-soja; pasto acevén-maíz o sorgo; canola-soja, canola-maíz.

Además de estas prácticas de conservación de suelos, se deberá aplicar cal agrícola en caso que el pH del suelo fuere inferior a 5.5 y/o el nivel de calcio y magnesio fuesen bajos o medios, previo a la siembra de los cultivos (3 a 6 meses antes de la siembra). Si los niveles de los nutrientes minerales son bajos, se deberán aplicar en forma de abonos químicos nitrogenados, fosfatados, potásicos y micronutrientes como el Zn.

#### 5.2.2. Subclase II-Sf

En esta subclase, la principal limitación se debe a la fertilidad aparente media (35 a 70% de saturación de base, 3 a 6 cmol/Kg de suma de bases de cambio). La pendiente es inferior al 3%.

La superficie ocupada es Km<sup>2</sup> que representa el .... % (le la Región Oriental).

Los suelos de lo que no tienden a erosionarse, pero tienen otras limitaciones, muy difíciles de eliminar, que limitar su uso.

Las limitaciones generales de esta clase, que aparecen solas o combinadas, son:

- Profundidad efectiva del suelo menor de 50 cm. esta clase son planos a casi planos,
- Muy peregrino, el contenido de piedras y/o rocas es suficiente para impedir cualquier tipo de maquinaria agrícola en la preparación de terrenos, por lo que cualquier tipo de maquinaria agrícola en la preparación de terrenos, por lo que solo pueden usar implementos manuales. El área ocupada por las piedras y/o rocas varía de 800 a 2000 m<sup>2</sup>/ha, o sea de 8 a 20 % del área drenaje y/o permeabilidad, lenta: el agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece saturado (humedad excesiva) durante periodos cortos pero apreciable. Por lo general, tienen una capa de permeabilidad lenta en el perfil, o un nivel freático relativamente alto (60-90 cm. de profundidad) y con moteos después de 30 cm. Pueden aparecer ocasionalmente horizontes gleizados en el subsuelo.
- Riesgo de inundación ocasional: se presentan inundaciones en forma ocasional y por lo general en años excepcionalmente lluviosos, sin embargo, su permanencia no es mayor de una semana.

En este estudio, se encontró mayormente la limitación debida al drenaje y/o permeabilidad lenta. Por eso, la subclase V\_W es la gran predominante y solo existe una unidad cartográfica de la subclase V-St, Wd. La otra sub-clase dentro de la clase V,

### **La sub-clase V- W ocupa.... Km<sup>2</sup>, el...%de la región.**

Los suelos representativos de esta sub-clase son: Alfisoles: Tepic Albaqualf arcillosa fina, Aquie Lithic Hapludalf francosa gruesa: la Asociación Tepic Hapludalf francosa fina/Tepic Quartzpsamment: Tepic Natrudalf arcillosa fina; la asociación Tepic Natrudalf/ Tepic Albaqualf arcillosa fina: Aquie Paleudalf arcillosa fina: la asociación Abaquie Paleudalf arcillosa fina/Aquie Paleudalf arcillosa fina: Aquie Paleudalf francosa gruesa y arcillosa fina: la asociación Aquie Paleudalf/Pipyc Quartzpsamment: la asociación gruesa y arcillosa fina: la asociación Aquie Paleudalf/Tepic Quartzpsamment: la asociación Aquie paleudalf francosa fina/ Tepic Albaqualf arcillosa muy fina: Oxiaquie Paleudalf francosa fina. Entisoles: la Asociación Tepic Quartzpsamment/Tepic Psammaquent; Aquie Udifluvent. Inceptisoles: la asociación Tepic Eutrochrept francosa fina/Tepic Hapludert arcillosa muy fina. Ruptic Alfisol Dystrochrept francosa fina: la asociación Tuptic Alfisol Dystrochrept francosa fina/Albaquie Paleudalf arcillosa fina: Oxiaquie Dystrochrept francosagruesa.: Vertic Paleudoll arcillosa fina: Tepic Haplaquox arcillosa muy fina. Ultisoles: Tepic Albaquult francosa fina: Tepic Paleaquult francosa fina: Tepic Epiaquult arcillosa fina/Fragiaquie paleudult arenosa. Aquie Palendult arcillosa fina. Tepic Hapludert arcillosa fina y los suelos de tierras misceláneas.

Las tierras de esta clase están representada por aquellos suelos en los campos bajos que son prácticamente no inundables en su mayor parte, que constituyen los desagües naturales de partes altas, y que a su vez drenan a partes aun mas bajas: campos bajos inundables, esteros, arroyos y ríos. Se encuentran distribuidos en su mayor parte en la cuenca del río Paraguay y sus afluentes, desde San Lázaro al norte, hasta la zona de Ñeembucu en el sur. También cubren las zonas bajas de la cuenca del río Paraná, desde Encarnación hasta su confluencia con el río Paraguay, principalmente.

### **Uso, manejo y conservación de los suelos**

Se los utiliza como campo de pastoreo, en ganadería, extensiva, en su mayor parte. No existe una superficie considerable de pasturas cultivadas en esta sub-clase. Las pasturas naturales son: capipe cabayu, jesuita capii-pyta principalmente. Las pasturas cultivadas son brachiaria humidicola, pangola y estrella.

Uno de los pocos cultivos agrícolas es el arroz de regadío. La superficie de arroz no es muy extensa (18.00 a 20.00 ha) debido al consumo relativamente bajo de la población. Para este cultivo se recomienda la fertilización nitrogenada, fosfatada y potasita. En superficies muy pequeñas y cerca de los centros poblados, existen huertas comerciales para producción de verduras en general (no se incluyen tomate y locote). La ganadería es la mejor opción en esta sub-

clase, ya que bajo este sistema se le ha mantenido por mucho tiempo. Se recomienda el control de la carga animal y el control de las quemadas, en el caso de pasturas naturales.

## **Clase VI**

Los suelos de esta clase tienen severas limitaciones que los hacen generalmente inadecuados para cultivos.

Las limitaciones generales, solas o combinadas, son:

- Riesgo de erosión alto por la pendiente de 3 a 8 %, profundidad efectiva menor de 50 cm.
- Fuertemente pegregoso: la superficie se encuentra cubierta de piedras y /o rocas, las cuales ocupan entre 20 y 50 % de la superficie. Solo se podrían usar implementos naturales ocasionalmente.
- Drenaje y /o permeabilidad, rápida o lenta: si es rápida, el agua se elimina del suelo rápidamente, ya sea porque posee textura gruesas o bien pendientes relativamente fuertes. Si es lenta, el agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece saturado (humedad, excesiva) durante periodos cortos, pero apreciables. Por lo general tiene una capa freática relativamente alta (60-90 cm. de profundidad) y con moteos después de 30 cm.
- Pueden parecer ocasionalmente horizontes gleizados en suelos, riesgo de inundación frecuente: las inundaciones por lo general ocurren todos los años, pero su permanencia es inferior a 2 semanas.

En este estudio, se encontraron las sub-clases Vi-Sr, VI-E,St, VI,pVI-Sp, Vi-St, p,Wd, VI-Wi

### **Sub-clase VI-Sr.**

La característica fuertemente pegregosa a esta sub-clase en las serranías (arenisca, basalto y granito) o sobre los bordes con afloraciones rocosas de las lomadas de areniscas, basalto y calizas, y en toda la región oriental. Ocupa.....Km<sup>2</sup> , el..... % de la región oriental..

Los suelos mas representativos son los Lithic Udorthent, Lithic Udipsamente Tepic Quartzipsament, Rhodic paleudult, Vertic Paleudoll, Lithic Hapludoll, Umbric Tepic Dystrochrept y Rhodic Kandiodox. Se encuentran distribuidas por todo el sistema de serranías como San Rafael, Ybyturu, San Joaquin, Mbaracayu, Amambay, altos.

También por casi toda la costa del río Paraná, en la zona basáltica.

### **Uso, manejo y conservación de los suelos**

Por la severa limitación de la pedregosidad, estos suelos son inadecuados para cultivos agrícolas. Las pendientes sobre las que están ubicadas son en su mayor parte C y D, lo que constituye una limitación mas, por el alto riesgo de erosión, si son puestos bajo cultivos. Generalmente se mantienen aun el bosque nativo en muchas de estas áreas según se ha observado en el trabajo de campo y en las imágenes satelitales del año 1991. Se recomiendan mantener estos lugares con la vegetación boscosa, enriqueciéndola con especies nativas, ya que se han realizado extracciones sucesivas de árboles de manera comercializables.

Si por alguna razón estos suelos han sido desmontados, se recomienda reforestarlo con especies nativas.

Una situación diferente se observa en los suelos derivados de las rocas calizas, en el noreste del departamento de Concepción (mollisoles) . La pendiente de estos lugares es A(menos del 3%) y el drenaje es regular (drenaje 3). Estos suelos, con calizas aflorando sobre la superficie se dedican exclusivamente a la ganadería extensiva, sobre las pasturas nativas. No se recomienda la implantación de pasturas cultivadas en estas condiciones, ya que se dispone de pasturas naturales de buena calidad (yaragua). Mas bien se recomienda el manejo animal (enpoteamiento de los campos y carga animal controlada en los potreros.

### **Sub-clases VI-St y VI-E, St**

La limitación común de estas dos sub-clases es la textura arenosa (arenosa y arena francosa) en todo el perfil del suelo. La subclase VI, E, St tiene, además, una pendiente de 3 a 8 %, que implica un riesgo alto de erosión.

Estas dos subclases se diferencian de la IV-St porque el carácter arenoso es mucho mas profundo que los 25 a 100 cm. de la sección de control contemplados para esta ultima, pudiendo llegar a los 1.5-2.0 mts o mas de profundidad.

Los suelos representativos de la subclase VI-St son los Tepic Quartzipsamment Oxyquic Udipsamment, Tepic Palendult, la asociación Tepic Paleudult/Tepic Quartzipsamment y la asociación Tepic Dystrochrept/Tepic Quartzipsamment. La ubicación de estos suelos en el noerteste de la Region oriental, desde colonia Ybycui e Ypehu hasta Cororo y Capitán Bado.

Los suelos representativos de la subclase VI-E.St son Typic-Quartzipsamment, Tepic Paleudult, la asociación de este ultimo son los Typic Quartzipsamment y Arcenic Rhodic Paleudult, todos ubicados en Cororo.

## **Uso, manejo y conservación de los suelos**

La gran profundidad de los horizontes constituye el facto que incluye determinadamente el uso de estos suelos. Actualmente, se los dedica a la ganadería, extensiva sobre pastos nativos, ya que en gran parte son campos altos del tipo sabana. No se han observado mucha agricultura, salvo los sitios de donde existió bosque alto, con pequeñas explotaciones de subsistencia.

El manejo mas apropiado para las dos subclases es siempre ganaderia, con pasturas cultivadas que tengan un sistema radicular profundo (brachiaria, estrella) con la aplicación de abonos químicos, completos (N-P) en el inicio y mantenimiento con abonos nitrogenados en dosis pequeñas, pero frecuentes (Ej. . 25 Kg. N/ha, cada 4 -6 meses )

Para la sub-clase VI-E, St es recomendable realizar prácticas de conservación de suelos, aun cuando se tengan solamente pasturas cultivadas, como curvas de nivel y barreras de árboles como rompevientos (control de erosión eolica)

## **Subclases VI-Sp, VI-St,p, VI-Stp, Wd**

Estas 3 subclases tienen como limitación común la poca profundidad efectiva del suelo (50-75 cm ). La sub-clase VI-St,p tiene además la textura de la sección de control arenosa: arena, arena francosa; la VI-St,p Wd tiene a su vez , además de todas limitaciones mencionadas, el drenaje y/o permeabilidad lento, donde el suelo permanece saturado por periodos cortos, pero apreciables.

Los suelos representativos de la subclase VI-Sp son Lithic Udorthent francosam fina, asociación Typic Paleudalf francosa fina/LithicUdorthent francosa gruesa y francosa fina, moderada. Los suelos mas representativos de la subclase VI-St,p son el Typic Quartzipsamment asociado conMollic paleudalf: Lithic Udorthent, y una triple asociación de Typic Quartzipsamment/Lithic Udorthent/Mollic Paleudalf, todos en la zona norte (norte del río Aquidaban del Departamento de Concepción y Departamento de Amambay, al oeste del ramal de la ruta V a Bella Vista Norte.

Los suelos representativos de la subclase VI-Stp, Wd son también asociaciones de Typic Quartzipsamment/Litic con Mollic Paleudalf o Typic Hapludalf, situadas sobre las llanuras sedimentarias con drenaje lento y pedregosidad moderada. Estos suelos también están situados al norte del rio Aquidaban y al oeste del ramal de la ruta V a Bella Vista Norte, en dirección al Río Apa.

## **Uso, manejo, y conservación de los suelos**

La poca profundidad efectiva del suelo (50-75 cm) es una limitante muy seria para los cultivos agrícolas. Por esta razón, los suelos no están siendo dedicados a la agricultura. La vegetación natural es del tipo sabana: campo alto y campo medio de gramínea y pequeños bosques de altura media. Se los dedica exclusivamente a la explotación ganadera, sobre esta vegetación nativa. Existen también extracciones forestales de la vegetación boscosa (especies de árbol trébol, por ejemplo) . No se recomienda la implantación de cultivos agrícolas estas tres subclases por las limitaciones ya mencionadas. Se recomienda el uso ganadero, de tipo extensivo en su mayor parte,

sobre el pasto nativo, con control de la carga animal y control de las quemas. Además realizar reforestaciones con especies de árboles de trébol..

## **Subclase VI-Wi**

La limitación de esta subclase es el frecuente riesgo de inundación del suelo. Las inundaciones por lo general ocurren todos los años, pero su permanencia es inferior a 2 semanas.

Los suelos representativos de esta subclase son Alfisokles: Typic Albaqualf, Albaquic y Aquic Paleudalf, Typic Natrudalf, abundan en toda la zona de influencia de Ñeembucu, ya Entisoles: Typic Psammquent asociado con Typic Quartzipsamment o Tierra Miscelanea tambien en la zona de influencia del Ñeembucu. Ultisoles: Typic y Aquic Paleudult, y el Typic Albaquult asociado con Aquic Paleudalf, en las llanuras y valles de los ríos interiores tanto en el área de arenisca como en la de basalto y también en las llanuras bajas del río Paraguay y Parana. No se han encontrado esta subclase en la zona norte, mas allá del río Aquidaban, tanto en los Dptos de Concepción, como de Amambay.

## **Uso, manejo y conservación de los suelos**

Como las inundaciones ocurren generalmente todos los años, no se recomiendan cultivos agrícolas tradicionales, aun cuando se realice el drenaje del terreno. Estos suelos pueden ser dedicados a arroz de regadío, si se tiene un buen control de agua y la textura es la adecuada (sub-suelo de textura arcillosa fina a muy fina).El uso actual de campo de pastoreo, para una ganadería extensiva sobre pastos nativos, que no son muy forrajeros (cortadera, cola de zorro, CAPII-pyta) El mejoramiento posible es la implantación pasturas cultivadas, que toleran condiciones muy húmedas, como el pasto pangola, brachiaria humicicola para. Generalmente, la fertilidad de estos suelos es media y no necesitan la aplicación de abonos químicos en los años iniciales (4 a 6 años)

## **ClaseVII**

Los suelos de esta clase tienen muy severas limitaciones que los hacen totalmente impropios para cultivos. Las limitaciones de esta clase, solos o combinadas son:

- Riesgo de erosión muy alto, por la pendiente de 8 a 15 %
- Profundidad efectiva menor de 50 cm
- Extremadamente pedregoso, la superficie se encuentra cubierto de piedras y/o rocas, los cuales ocupan mas del 50 % de la superficie.
- Drenaje y/o permeabilidad muy rápido o lento, si es muy rápido, el agua se elimina del suelo excesivamente rápido, ya sea porque posee textura gruesa o bien pendientes relativamente fuertes. Si es muy fuerte, el agua se elimina del suelo con mucha lentitud, de modo que el perfil permanece saturado (humedad excesiva) durante periodos largos de tiempo.
- Riesgo de Inundación muy frecuente: las inundaciones ocurren varias veces al año y por periodos mayores a dos semanas.

Las subclases encontradas fueron VII-Sr y VII-Wi, lo que indica que las limitaciones principales son la jocosidad y/o pedregosidad por un lado y el riesgo de inundación por el otro.

## **Subclase VII-Sr**

La limitación de esta subclase se debe a la extrema pedregosidad. La superficie se encuentra cubierta de piedras y/o rocas, los cuales ocupan mas del 50 % de la superficie

Los suelos representativos de esta subclase son Lithic Udorthent francosa gruesa en las serranías de arenisca del Caaguazu y de Jesús –Trinidad, en Itapua, con pendientes C y D;

Asociación del Lithic Udorthent con Typci Quartzipsamment, en las lomadas de granito, contendiente A, B y C al noreste de la Region Orienta(zona de influencia de la Serranía de San Luis de la Sierra) ; Lithic Udorthent francosa fina en las serranías y lomadas de granito de Caapucu, y asociadas con Kandiudalfic Eutrudox en las serranías y lomadas de basalto de San Juan Nepomuceno y San Agustín: Asociación Lithic Hapludoll con Lithic Udorthent en las serranías de areniscas y parte de basalto de la Cordillera de Mbaracayu y Amambay.: Lithic Hapludoll en la serranía y cerros de calizas, a lo largo del río Paraguay, en el noreste del Dpto. de concepción.

## **Uso, manejo y conservación de los suelos**

No se recomienda su uso para actividad agrícola, pecuaria o producción forestal en las pendientes C y D, donde deben destinarse a protección. Para pendientes Ay B, se las puede seguir usando en pasturas naturales (ganadería extensiva) con control de la carga animal.

## **Suclase VII-Wi**

Las limitaciones se deben al muy frecuente riesgo de inundación de los suelos. Las inundaciones ocurren varias veces al año y por periodos mayores de dos semanas.

Los suelos representativos de esta subclase son Alfisoles:Typic Albaqualf. Aociacion Typic Albaqualf/Typic Hapludalf, Albaquic y Aquie Paleudalf y asociación Aquiec Paleudalf/Albaquic paleudalf, asociaconde estos dos ultimos con Typic Psammaquent: todos estos Alfisoles estan en la zona de influencia del Ñeembucu. Entisoles Psammquent y Tierra Miscelanea, tambien en la zona de influencia del Ñeembucu. La asociación Aquic Udifluent y Typic Udifluent ocupa las llanuras bajas de las cosatas de los rios Paraguay, Parana y Tebicuary. Ultisoles: Aquic Paleudalf, asociadas subordinamente a Aquic Paleudalf, en las llanuras de inundación del Rio Paraguay en la zona norte.

## **Uso, manejo y conservación de los suelos.**

Por el riesgo de inundación muy frecuente, solo pueden usarse como campo de pastoreo en las épocas no inundadas. No se recomiendan pasturas cultivadas, por la menor resistencia que tienen los pastos cultivados en comparación con los nativos a las inundaciones. Se recomiendan un control de la carga animal, a fin de no compactar ni enmalezar estos campos, debido a que los mismos son muy útiles a la ganaderia en los periodos de sequía, cuando los pastos de los campos altos se secan o no son más palatables al ganado. El ganado se conduce a tierras, para el pastoreo en estos periodos críticos

## **Clase VII**

Los suelos de esta clase tienen limitaciones tan severas que impiden su uso para producción comercial. Se incluyen en esta clase:

- a) Sistemas de serranías en su parte mas elevada y escarpada (cerros)
- b) Sistema de áreas bajas inundadas permanentemente (riesgo de inundación permanente) como los pantanos y las áreas costeras bajas del Río Paraná y Paraguay principalmente.

No se asignaron subclases en esta clase.

Los suelos más representativos son:

a) en el sistema de serranias: Lithic Udorthent, Lithic Hapludoll, Lithic Udipsament, Asociación de Typic Quartzipsamment con Lithic Udipsamment. Están distribuidas por todo el sistema orografico de la Region Oriental: Serranías de San Rafael, Ybyturuzu, Caaguazu, San Joaquín, Mbaracayu, Amambay, Altos, Acahay, San Luis de la Sierra, Itapucumi. El material de origen (roca) puede ser arenisca, basalto, granito, rocas intrusitas o calizas,

b) en el sistema de áreas bajas inundadas permanentemente: Asociación Aquic y Typic Udifluent; Asociación Aquic Paleudalf con albaquic paleudalf y estos últimos con Typic Psammaquent; Asociación Tierra miscelánea con Albaquic Paleudalf. Se encuentran distribuidos,

principalmente en la zona de influencia del Ñeembucu y las partes bajas cercanas al río Paraguay y afluentes (Tebicuary, Manduvira, jejui, Ypane) y en la planicie aluvial del Río Paraná, río debajo de la ciudad de Ayolas

## **Uso, manejo y conservación de los suelos.**

Por la extrema fragilidad de esta clase, no se recomienda uso agrícola, pecuario o forestal. Constituyen las áreas de reserva y áreas protegidas.

## **ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGION ORIENTAL**

### **INTRODUCCION**

Los países en vías de desarrollo son por lo general altamente de los recursos naturales renovables para la generación de ingreso en los sectores productivos claves como la agricultura, silvicultura, pesca, generación de energía y turismo, así como también en el abastecimiento de materia prima para la mayoría de las industrias procesadoras y manufactureras.

Sin embargo, las presiones permanentes de la creciente población y las economías en expansión están provocando que se sobreexploten los recursos naturales, para satisfacer las necesidades diarias inmediatas, incrementar las oportunidades de empleo, aumentar los actuales ingresos, etc. Como consecuencia, los índices de reducción de bosques, suelos, zonas de pesca y biodiversidad están alcanzando niveles dramáticos; asimismo, la contaminación de aguas está llegando a niveles críticos en muchos lugares.

Esta explotación irracional del ambiente, facilita los esfuerzos de subsistencia en el corto plazo, pero está contribuyendo en realidad a la disminución de la producción de alimentos en el largo plazo, a la reducción del ingreso per capita y al deterioro del bienestar físico que ya es notorio en muchas regiones. La degradación continuada de estos sistemas de recursos naturales en el futuro, es probable que agrave aun más los problemas de inestabilidad social y política, el estancamiento económico y la persistente pobreza rural.

Porque estas acciones de corto plazo solo sirven para atenuar temporalmente un problema, ya que detectan y abordan los efectos o consecuencias de una situación que hace crisis, pero no profundizan en la verdadera causa del problema.

Por ello, los esfuerzos de asistencia para el desarrollo en esta región, deben dirigirse mas directamente a lo que está sucediendo con los recursos naturales, sobre los que dependen casi todos sus programas de desarrollo y debe hacerse un esfuerzo concertado para asegurar que estos sistemas de recursos naturales sean manejados adecuadamente, en vez de ser degradados y desperdiciados, como ocurre en la actualidad.

Pasturas cultivadas, como curvas de nivel y barreras de árboles como rompevientos (control de la erosión eólica)

Este aprovechamiento racional de los recursos naturales debe considerar las características agroecológicas de las tierras, el potencial en recursos naturales y la vocación de uso de las distintas porciones del territorio, así como las áreas frágiles que demandan atención especial. Es decir, las distintas partes de un territorio deben asignarse estratégicamente a aquellas formas de uso que posibiliten un desarrollo económico y sostenido de esos recursos en función de las potencialidades y fragilidades de los mismos; debe por lo tanto impulsarse un ordenamiento del territorio asignando cada porción de tierra a aquellos usos que sean económicamente rentables y ecológicamente sostenibles.

De acuerdo con Dengo (1991), el ordenamiento racional del territorio se refiere a la asignación estratégica del mismo en un país, considerando tanto sus características agroecológicas como su potencial en recursos naturales, así como la vocación de uso de sus distintas porciones y áreas frágiles o que requieren atención especial. Es decir, el ordenamiento territorial contempla el verdadero enfoque geográfico de la plataforma vital de una nación. Su propósito fundamental es levantar un sistema de información que constituya un instrumento eficaz para asegurar un desarrollo ordenado y sistemático del territorio de un país o región, en consonancia con la distribución de su población y de las actividades de la misma. El ordenamiento territorial pretende poner en orden en la utilización de los espacios geográficos de un país, para definir



metódicamente las áreas de expansión de los centros urbanos, las áreas agrícolas, las áreas industriales y también las áreas boscosas y recreativas, todo en armonía con la naturaleza.

El ordenamiento territorial debe considerar un concepto global de desarrollo hacia el futuro, que integre en un solo sistema, cuatro componentes esenciales para poder realizar el proceso armónico y sostenido de mejoramiento social.

De acuerdo con el mismo autor, esos cuatro componentes de un desarrollo social integrado son:

- a) La plataforma territorio y sus distintos espacios, como base de organización de la actividad social.
- b) la dotación de recursos naturales y su capacidad, como condicionante para su aprovechamiento racional y sostenido.
- c) las modalidades y esquemas económicos que definen la actividad del hombre en estos recursos.
- d) Los efectos y consecuencias que los procesos de la sociedad produzcan en el medio ambiente y en calidad y forma de vida hacia el futuro. Es decir, el resultado no buscado de la acción del ser humano sobre su hábitat.

Este concepto global de desarrollo deberá integrar y contemplar, en forma balanceada, las demandas y expectativas de una población creciente, con las características y capacidades del territorio como espacio vital y de sus recursos, para dar sustento a las actividades de esa población. Es decir, un desarrollo fundamentado en parámetros de mínima variabilidad, como los recursos naturales, para realizar labores de planeamiento en áreas de mayor incertidumbre y dependencia, como son los aspectos económicos.

Por lo tanto, será necesario elaborar un conjunto de políticas y estudios que, en forma conceptual, organicen y definan claramente los espacios físicos del territorio y sus características, como base para ubicar los procesos de la actividad humana, que significarían un aprovechamiento económico responsable y un manejo conservacionista y racional de los recursos. Este esquema sería la base también para establecer las políticas y medidas necesarias para asegurar la calidad del medio ambiente.

Para conocer las características, potencialidades y limitaciones del espacio físico del territorio, se hacen necesarios estudios de suelo, que incluyan en cada caso, adicionalmente una caracterización del relieve y del drenaje, para establecer en esta forma categorías jerárquicas de vocación de uso agrícola, pecuario o forestal o por el contrario, segregar por su fragilidad, áreas de conservación o que requieren trato especial

## **METODOLOGIAS PARA LA DEFINICION DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Para la realización de este estudio de ordenamiento territorial de la región oriental del Paraguay, se estableció el siguiente planteamiento metodológico:

- a) las características de las distintas clases de tierras de la región se determinaron a partir del mapa de suelos y de capacidad de uso de las tierras, definido en capítulos anteriores
- b) de acuerdo con dicho mapa los suelos se agruparon por sus similitudes edáficas, de relieve y condiciones de drenaje en unidades tales que, según sus atributos y limitaciones, produjeran tipos de tierras con similar aptitud de uso.
- c) Una vez realizada esta clasificación, se promedió a hacer una generalización cartográfica, con el objeto de obtener una caracterización en énfasis mas regional que local, para facilitar el control estatal sobre los distintos usos permisibles del territorio.
- d) Sin embargo, para las áreas silvestres protegidas y las reservas indígenas se respetaron los límites legales que las definen, sin aplicar en ellas ningún tipo de generalización cartográfica, tal y como fueron suministrados por la Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre. Y la Dirección de Ordenamiento Ambiental de la SSERNMA, respectivamente.

Es conveniente reiterar el hecho de que este mapa se refiere a un ordenamiento del uso de la tierra según su capacidad productiva, con la finalidad que el mismo permita orientar y controlar un uso racional y sustentable de los recursos de la tierra, promoviendo al mismo tiempo la protección forestal y la biodiversidad. Este mapa, por lo tanto, establecerá las categorías de uso

máximo permisibles en la región en estudio, sin establecer los planes, programas o proyectos que pueden desarrollarse en cada una de estas áreas, lo cual debe ser de competencia de cada uno de los organismos especializados del gobierno del Paraguay; logrado lo anterior, fácilmente se pueden tomar decisiones de promoción, restricción o exclusión de diversos tipos de actividades productivas, según la categoría que se le asigne a cada tipo de tierra.

Son tierras aptas para desarrollo agrícola, que comprenden las clases de capacidad de uso I, II, III y algunas áreas de la clase IV (Subclase IV-Sf, arcillosa). Esta categoría comprende tierras aptas para desarrollo agrícola intensivo de cultivos anuales, sin o con moderadas restricciones, aunque también soportan actividades menos intensivas como cultivos perennes, actividades pecuarias, forestales o de protección.

2. Tierras pecuarias:

Son tierras aptas para ganadería, que comprenden la clase V y algunas áreas de las clases IV (Subclase IV-Wd, IV-Sp y IV-ESp) y VI (Subclase VI-Sp), aunque también soportan actividades de protección.

3. Tierras forestales de producción:

Son tierras que tienen suelos profundos, porosos, bien estructurados, bien drenados, normalmente con pendientes superiores al 15 % y/o con altos contenidos de piedras o con severos problemas de fertilidad o de textura, que no permiten el desarrollo de actividades agropecuarias, pero que sí son aptos para cultivos perennes, reforestación comercial y manejo forestal, así como protección, aunque ocasionalmente pueden utilizarse en pastoreo (pasto natural). Comprenden la mayoría de las tierras de las clases IV y VI, excepto IV-Wd, IV-Sp, IV-ESp y VI-Sp.

4. Tierras forestales de protección:

Son tierras que no son aptas para desarrollo agropecuario o de producción forestal, y que deben por tanto destinarse solo a protección. Son tierras que presentan muy severas limitaciones, solas o combinadas, en erosión, pendiente, profundidad efectiva, textura o pedregosidad, que no permiten su uso para actividades agropecuarias o de reforestación comercial, por lo que solo deben destinarse a actividades de regeneración natural y protección. Comprende las Subclases VII-Sr, VII-ESt y clase VIII (por relieve y/o piedras).

5. Áreas silvestres protegidas:

Comprende todas aquellas tierras designadas como áreas silvestres protegidas mediante normativa legal específica, v.g., Parques Nacionales, Refugios de Vida Silvestre, Refugios Arqueológicos, Históricos, Culturales, Paisajísticos, etc.

6. Áreas de conservación ecológica o especial:

Son áreas de suelos muy frágiles y con severos problemas de drenaje, no aptas para desarrollo agropecuario intensivo, pero que por la riqueza de sus recursos ecológicos deben destinarse a protección. Esta categoría distingue principalmente humedales. En estas tierras, no obstante, pueden desarrollarse actividades agropecuarias de subsistencia, que no alteren el entorno. Esta categoría comprende las tierras de las subclases VI-Wi y VII-Wi.

agropecuarias de subsistencia, que no alteren el entorno. Esta categoría comprende las tierras de las subclases VI-Wi y VII-Wi.

7. Campos bajos inundados:

Son áreas cuyos suelos están cubiertos por un manto de agua permanente, en forma natural. Estas áreas también deben estar destinadas a la conservación. Comprenden las tierras de clase VIII (por drenaje).

8. Asentamientos indígenas:

Son todas aquellas tierras que la Constitución u otras leyes específicas asignan como de patrimonio indígena. Sin embargo, a pesar de que sus límites normalmente se indican en la legislación pertinente, en realidad estos no han sido establecidos en el campo, por lo que comúnmente es posible encontrar explotaciones no indígenas en estas tierras.

9. Áreas urbanas:

Se definen aquí todas aquellas tierras ocupadas por núcleos de población rural o urbana.

Con respecto a algunas de estas categorías; se podrían establecer subdivisiones, pero se considera que, al actual nivel de análisis (-1: 100.000), con dichas categorías se puede tener una primera aproximación al ordenamiento territorial de esta Región, el cual podrá afinarse con la realización de estudios más detallados que se vayan realizando en las distintas zonas del país.

En el mapa # 4 se muestran los resultados del ordenamiento territorial logrado para la Región Oriental del Paraguay.

En el Cuadro 14 se observa la distribución de las categorías de ordenamiento territorial en esta región.

**Cuadro 14. Distribución de categorías de ordenamiento territorial de la Región Oriental del Paraguay.**

CATEGORIA	SIMBOLO	AREA (Km)	Porcentaje
Tierras agrícolas	A		
Tierras pecuarias	P		
Tierras forestales de producción	F		
Tierras forestales de protección	FP		
Áreas silvestres protegidas	ASP		
Áreas de conservación especial	ACE		
Campos bajos inundados	CBI		
Asentamientos indígenas	RI		
Áreas urbanas	AU		
<b>TOTAL</b>			

### **6.3. ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Para la definición de las áreas prioritarias de intervención para el ordenamiento territorial, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Protección de recursos frágiles
- Promoción de la conservación de ecosistemas especiales

- Promoción del desarrollo sostenible
  - Protección de la biodiversidad
- Promoción de un mejor desarrollo agropecuario y social

Con estos criterios, se establecieron una serie de indicadores para establecer las prioridades de intervención, Estos indicadores contemplan:

- Potencial para desarrollo económico
- Fragilidad del recurso
- Sostenibilidad del cambio de uso de la tierra
- Reversibilidad del ecosistema
- Estado actual de conservación de la tierra
- Importancia social, de cada categoría de tierra

Se estableció seguidamente una tabla de valoración empírica de estos indicadores, **en la** siguiente forma:

**Cuadro 15. Parámetros de valoración empírica de indicadores de priorización.**

POTENCIAL	fragilidad	reversibilidad	sostenibilidad	conservación	importancia	puntaje
Alto	Alta	Irrev.	Baja	Baja	Alta	10
Medio	Media	Mediana	Media	Media	Media	5
Bajo	Baja	Revers	Alta	Alta	Baja	2

Aplicados estos indicadores de valoración a cada una de las categorías de ordenamiento territorial, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro N° 16. Valoración de indicadores de priorización de las categorías de ordenamiento territorial**

POTENCIAL	fragilidad	reversibilidad	sostenibilidad	conservación	importancia	puntaje
<b>A</b>	2	3	3	4	8	22
<b>P</b>	2	3	3	4	7	23
<b>F</b>	7	8	8	7	5	34
<b>FP</b>	10	9	9	7	5	39
<b>SSP</b>	10	9	9	6	5	40
<b>SCE</b>	8	8	8	7	6	38
<b>CBI</b>	10	9	9	6	3	36
<b>RI</b>	8	9	9	6	4	35
<b>AU</b>	2	3	3	6	10	28

Del cuadro anterior, las áreas de intervención prioritarias de ordenamiento territorial de la Región Oriental del Paraguay resultaron en el siguiente orden:

- Áreas silvestres protegidas (ASP).
- Tierras forestales de protección (FP):
- Áreas de conservación ecológica o especial (ACE).

Se estableció seguidamente una tabla de valoración empírica de estos indicadores, **en la** siguiente forma:

**Cuadro 15. Parámetros de valoración empírica de indicadores de priorización.**

POTENCIAL	fragilidad	reversibilidad	sostenibilidad	conservación	importancia	puntaje
Alto	Alta	Irrev.	Baja	Baja	Alta	10
Medio	Media	Mediana	Media	Media	Media	5
Bajo	Baja	Revers	Alta	Alta	Baja	2

Aplicados estos indicadores de valoración a cada una de las categorías de ordenamiento territorial, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro N° 16. Valoración de indicadores de priorización de las categorías de ordenamiento territorial**

POTENCIAL	fragilidad	reversibilidad	sostenibilidad	conservación	importancia	puntaje
<b>A</b>	2	3	3	4	8	22
<b>P</b>	2	3	3	4	7	23
<b>F</b>	7	8	8	7	5	34
<b>FP</b>	10	9	9	7	5	39
<b>SSP</b>	10	9	9	6	5	40
<b>SCE</b>	8	8	8	7	6	38
<b>CBI</b>	10	9	9	6	3	36
<b>RI</b>	8	9	9	6	4	35
<b>AU</b>	2	3	3	6	10	28

Del cuadro anterior, las áreas de intervención prioritarias de ordenamiento territorial de la Región Oriental del Paraguay resultaron en el siguiente orden:

- a) Áreas silvestres protegidas (ASP).
- b) Tierras forestales de protección (FP):
- c) Áreas de conservación ecológica o especial (ACE).

Producción de otros recursos y bienes intangibles, como agua, oxígeno, biodiversidad, esparcimiento, turismo, etc.

- 3) Organizar formalmente a las comunidades locales para que intervengan directamente en la protección de esas áreas, bajo la asesoría de la SSERNMA.

#### C) Áreas de conservación ecológica o especial

- 1) Restringir en estas áreas el desarrollo de actividades agrícolas intensivas, permitiendo solo el desarrollo de agricultura de subsistencia en pequeñas áreas y la ganadería extensiva, así como la reforestación.

- 2) Restringir la caza furtiva de mamíferos, aves, peces e insectos.
- 3) Promover la regeneración de la flora y fauna criolla en estas áreas.
- 4) Concienciar a la población sobre la fragilidad de estas áreas, y promover la participación de las comunidades locales en la protección de las mismas.

D) Campos bajos inundados:

- 1) Promover protección de estas áreas, evitando su contaminación o degradación.
- 2) Promover el desarrollo de actividades sostenibles en estas áreas, como la acuicultura o la cría de distintas especies de mamíferos, reptiles, peces, crustáceos, etc., que eventualmente puedan incorporarse en la economía familiar.
- 3) Promover y facilitar el desarrollo de actividades turísticas en estas áreas, en especial con la participación de las comunidades locales.

E) Asentamientos indígenas:

- 1) Establecer claramente los límites físicos de las tierras en esta categoría.
- 2) Fomentar y facilitar el desarrollo de actividades agropecuarias sostenibles en estas comunidades, como la agroforestería y la regeneración natural de la fauna y flora criolla.

F) Tierras forestales de producción:

Campos bajos inundados (CBI).

- e) Asentamientos indígenas (RI).
- l) Tierras forestales de producción (F).
- g) Áreas urbanas (AU).
- h) Tierras pecuarias (P).
- i) Tierras agrícolas (A)

#### **6.4 ACCIONES PROPUESTAS A DESARROLLAR EN CADA CATEGORÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

De acuerdo con la anterior definición de áreas prioritarias de intervención para promover el ordenamiento territorial, se proponen las siguientes acciones para cada categoría.

- a) Áreas silvestres protegidas:
  - 1) Consolidar el sistema actual de áreas protegidas, a través de una demarcación apropiada de sus límites físicos en el campo y el mejoramiento de las actividades de control y monitoreo de las mismas.
  - 2) Llevar a cabo una valoración ecológica de cada una de las áreas silvestres protegidas y establecer las modificaciones pertinentes en aquellas en donde la intervención humana ha destruido los principales recursos que se esperaba proteger, en especial por el cambio de uso de la tierra.
  - 3) Para la eventual ampliación de los límites de las distintas áreas protegidas .. tomar en consideración los resultados de este estudio de ordenamiento territorial.



b) Tierras forestales de protección:

1)

2)

Decretar la protección inmediata de las tierras incorporadas en esta categoría, prohibiendo las actividades agropecuarias o de extracción forestal en ellas, así como la extracción de otros subproductos del bosque y la caza de todo tipo de animales.

Establecer campañas divulgativas a nivel nacional sobre la importancia de proteger estas áreas por su fragilidad y por su potencial de

Producción de otros recursos y bienes intangibles, como agua, oxígeno, biodiversidad, esparcimiento, turismo, etc.

- 4) Organizar formalmente a las comunidades locales para que intervengan directamente en la protección de esas áreas, bajo la asesoría de la SSERNMA.

#### C) Áreas de conservación ecológica o especial

- 5) Restringir en estas áreas el desarrollo de actividades agrícolas intensivas, permitiendo solo el desarrollo de agricultura de subsistencia en pequeñas áreas y la ganadería extensiva, así como la reforestación.
- 6) Restringir la caza furtiva de mamíferos, aves, peces e insectos.
- 7) Promover la regeneración de la flora y fauna criolla en estas áreas.
- 8) Concienciar a la población sobre la fragilidad de estas áreas, y promover la participación de las comunidades locales en la protección de las mismas.

#### D) Campos bajos inundados:

- 4) Promover protección de estas áreas, evitando su contaminación o degradación.
- 5) Promover el desarrollo de actividades sostenibles en estas áreas, como la acuicultura o la cría de distintas especies de mamíferos, reptiles, peces, crustáceos, etc., que eventualmente puedan incorporarse en la economía familiar.
- 6) Promover y facilitar el desarrollo de actividades turísticas en estas áreas, en especial con la participación de las comunidades locales.

#### E) Asentamientos indígenas:

- 3) Establecer claramente los límites físicos de las tierras en esta categoría.
- 4) Fomentar y facilitar el desarrollo de actividades agropecuarias sostenibles en estas comunidades, como la agroforestería y la regeneración natural de la fauna y flora criolla.

#### F) Tierras forestales de producción:

Campos bajos inundados (CBI).

- e) Asentamientos indígenas (RI).
- l) Tierras forestales de producción (F).
- g) Áreas urbanas (AU).
- h) Tierras pecuarias (P).
- i) Tierras agrícolas (A)

#### **6.4 ACCIONES PROPUESTAS A DESARROLLAR EN CADA CATEGORÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

De acuerdo con la anterior definición de áreas prioritarias de intervención para promover el ordenamiento territorial, se proponen las siguientes acciones para cada categoría.

a) Áreas silvestres protegidas:

- 4) Consolidar el sistema actual de áreas protegidas, a través de una demarcación apropiada de sus límites físicos en el campo y el mejoramiento de las actividades de control y monitoreo de las mismas.
- 5) Llevar a cabo una valoración ecológica de cada una de las áreas silvestres protegidas y establecer las modificaciones pertinentes en aquellas en donde la intervención humana ha destruido los principales recursos que se esperaba proteger, en especial por el cambio de uso de la tierra.
- 6) Para la eventual ampliación de los límites de las distintas áreas protegidas .. tomar en consideración los resultados de este estudio de ordenamiento territorial.

b) Tierras forestales de protección:

1)

2)

Decretar la protección inmediata de las tierras incorporadas en esta categoría, prohibiendo las actividades agropecuarias o de extracción forestal en ellas, así como la extracción de otros subproductos del bosque y la caza de todo tipo de animales.

Establecer campañas divulgativas a nivel nacional sobre la importancia de proteger estas áreas por su fragilidad y por su potencial de

- 1) Por el nivel de intensidad de uso de estas tierras, se deberán realizar **en** ellas estudios más detallados de suelos (escalas 1:50.000 y 1:25.000), que permitan promover en ellas actividades agrícolas socioeconómicamente deseables y ambiental mente sostenibles.
- 2) Impulsar en estas tierras programas vigorosos de conservación de tierras y aguas.
- 3) Impulsar el desarrollo agrícola intensivo de la Región Oriental del Paraguay exclusivamente en este tipo de tierras.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

- a) Los suelos de la Región Oriental del Paraguay, que abarcan una superficie de 15.983 Km<sup>2</sup>, fueron reconocidos y clasificados en 58 Subgrupos taxonómicos conforme al sistema de clasicación "Soil Taxonomy" de los Estados Unidos de América. Estos Subgrupos que conforman 349 Unidades Cartográficas en el Mapa de Suelos, pertenecen a 28 Grandes Grupos, 13 Subórdenes y 7 Ordenes, de los 11 reconocidos en el mundo.
- b) Los Ordenes reconocidos en el estudio son: Oxisol, Vertisol, Ultisol, Mollisol, Alfisol, Inceptisol y Entisol. En los ordenes Ultisol, Alfisol se encontraron el mayor número de Subgrupos, 17 en cada uno, cubriendo una superficie de : ... Km<sup>2</sup>, lo que representa el...% de la Región Oriental del país.
- c) Los suelos que presentan las mejores aptitudes para su utilización en la agricultura, con los cultivos tradicionalmente adaptados en el Paraguay, pertenecen a los Ordenes Ultisol, Alfisol y Oxisol, siempre y cuando no sean pedregosos, no estén saturados con agua y no sean profundamente. arenosos.
- d) Los suelos que tienen un mayor potencial de producción son los que pertenecen a las siguientes categorías:

ORDEN	SUBGRUPOS
Oxisol	Rhodic Acrudox Kandiudalfic Eltrudox Rhodic Kandiudox Typic Kandiudox
Ultisol	Rhodic Kandilliiult Rhodic Paleudult Typic Paleudult Typic Rhodudult Typic H~pludult
Alfisol	Rhod ic Paleudalf

Typic  
Rhodudalf

Paleudalf

Typic Hapludalf



e)

Los suelos que tienen las mejores condiciones para sostener una alta productividad mediante el mejoramiento de la fertilidad y la corrección de la acidez son los Rhodic Paleudult, Rhodic Kandiodox y Typic Paleudult.

- f) La denominación de los suelos por el sistema taxonómico norteamericano no debe considerarse una extravagancia, por más que el lector encuentre dichos nombres difíciles de memorizar; por el contrario, la clasificación de los suelos de acuerdo a este sistema es hoy de suma importancia, ya que a pesar de la poca familiaridad de su empleo en el Paraguay, los suelos del país con tales denominaciones podrán ser reconocidos a nivel mundial tanto por sus propiedades como por sus aptitudes productivas, lo que permitirá la interpolación y extrapolación de resultados con otras regiones del mundo.
- g) La determinación de la capacidad de uso de la tierra es la base para promover el uso racional de las mismas y determinar la protección de áreas frágiles o que requieren tratamientos especiales, así como para la adopción de programas de ordenamiento territorial de las mismas ..
- h) El ordenamiento territorial sobre la base de la capacidad de uso de las tierras permite asignar estratégicamente las distintas partes de la Región Oriental del Paraguay a aquellas formas de uso que posibiliten un desarrollo económico y sostenido de sus recursos, en función de las potencialidades y fragilidades de los mismos, en forma tal que sean económicamente rentables y ecológicamente sostenibles.

## 7.2. RECOMENDACIONES

- a) Es necesario que en etapas posteriores se proceda a un estudio más detallado en las asociaciones de los suelos de mayor potencial productivo para precisar las prácticas de manejo más apropiadas de los mismos, como áreas que demanden la aplicación de materiales fertilizantes y correctivos, abonos verdes, prácticas de mecanización agrícola, etc.
- b) Los suelos con camadas arenosas y profundos, cuando ubicados en paisajes ondulados o fuertemente ondulados, no deben destinarse al uso agrícola por el riesgo de una rápida pérdida de fertilidad, progresiva desertificación y constante denudamiento por efecto de la erosión hídrica. Sucede con los Entisoles arenosos y con los Arenic y G' 'enic Paleudult y Paleudalf.
- c) La riqueza de datos obtenidos en este estudio debe utilizarse para la elaboración de mapas de fertilidad de los suelos, donde se destaquen las zonas con deficiencia o riqueza de los elementos nutritivos para las plantas, ya sea agrícola o forrajeras; para definir y precisar mejor las áreas que necesitan fertilización o encalado; para delimitar las áreas más susceptibles a la erosión y las medidas conservacionistas más adecuadas a aplicar y las áreas que merecen mantenerlos en su ambiente natural.
- d) Las informaciones contenidas en el presente estudio constituyen un valioso apoyo a los programas del Gobierno en materia de desarrollo agrícola y de

conservación de los recursos naturales, al servir de orientación para la promoción e incremento de las áreas de cultivo o al fortalecimiento de aquellas áreas con suelos de alto potencial productivo, la precisión de los insumos técnicos requeridos y la concentración en la asistencia técnica y crediticia especializada.

- e) Es importante que el país cuente con un organismo oficial responsable por la continuación de los estudios de suelo a mayor detalle e intensidad, para generar, evaluar, enriquecer y mejorar las futuras informaciones sobre los suelos, y fundamentalmente para definir las metodologías apropiadas para el reconocimiento y la evaluación de los mismos.
- f) Es necesario que a nivel oficial se fortalezca un laboratorio de análisis de suelos, con un moderno equipamiento y personal técnico adecuadamente capacitado para el estudio de los suelos del país, conforme a los niveles actualmente requeridos y adaptados en todos los países del mundo.
- g) Es fundamental que se inicie un estudio geológico más detallado del país y particularmente de la Región Oriental, con énfasis en la naturaleza petrográfica de las rocas que originan los suelos.
- h) El sistema de capacidad de uso de la tierra adaptado en este estudio y los parámetros definidos para el mismo deberán revisarse y ajustarse periódicamente, hasta que satisfagan plenamente los requerimientos técnicos que demandan las actividades agropecuarias, forestales y de protección de tierras.
- i) El ordenamiento territorial, concebido como un sistema que permite a las autoridades estatales poner orden y control en el uso de tierras y protección de recursos, deberá detallarse más concretamente en las tierras que soporten usos más intensivos, como las agropecuarias y forestales de producción, para lo cual se requieren en esas áreas estudios más detallados de suelos y de capacidad de uso de las tierras.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso J., P. 1982. Levantamiento de solos para el planeamiento agrícola da bacia do Rio Acaray. Tese Doutor, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, Brasil.
- Alonso J., P. y Moreno S., G. 1984. Estudio de suelos, Eje Coronel Oviedo-Mbutuy. IBR/OEA/BID. Asunción. (mapas).
- Camargo el al. 1986. Métodos de análisis químicos, 'mineralógicos e físicos de solos do Instituto Agronómico de Callipinas. Boletín Técnico No. 106.
- Consorcio Caazapá., 1980. Primer Proyecto de Desarrollo Agrícola del Área' de Caazapá, Paraguay: Área de protección de suelos, bosques yagua. MAG. 116 p. Anexos 58P.
- De Llamas, P. 1990. Zonificación agroecológica del cultivo de la mandioca en la República del Paraguay. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Centro de Edafología. Montecillo,

México ..

Dengo, J.M. Comentarios sobre el ordenamiento territorial. In: Seminario Social Democracia y Medio Ambiente. La Catalina, Santa Bárbara de Heredia, Costa Rica. 1990.

Elbersen, W., Benavides, S. T. y Botero F. J. 1974. Metodología para levantamientos edafológicos. Ed. preliminar. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Bogotá, Colombia.

FAO. 1964. Report on the Soils of Paraguay. 2 ed. World Resources Report. Roma, Italia.

Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza. Reserva Natural del Bosque Mbaracayu: Plan Operativo 1993-1994. Departamento de Canindeyú. Paraguay.

González Erico, E. 1971. Levantamiento de suelos del Eje Norte de Colonización. IBR-IIICA. Asunción, Paraguay.

López G., O. 1977. Capacidad de uso de los suelos. En: Proyecto de desarrollo de Ybycuí y áreas de influencia. CAH. Tomo 1, pág. 8-59. Asunción, Paraguay.

López G., O. y Fatecha, A; 1979. Levantamiento de suelos por capacidad de uso de la Escuela Agrícola de Ybycuí. MAG-IIICA-B1D. 25 p. Asunción, Paraguay.

MAG/SSERNMA/Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre. 1993. Seminario de Información y Consulta sobre el Plan Maestro del Sistema de Áreas Protegidas (SINASIP) del Paraguay: Material Base: Asunción, Paraguay.

MAG/SSERNMA/Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre. 1990. Áreas prioritarias para la Conservación en la Región Oriental del Paraguay. Centro de Datos para la Conservación. Asunción, Paraguay.

MAG. 1981. Tercer Proyecto de Desarrollo Rural-Eje Norte: Inventario de Recursos Naturales y Estudio Socio Económico, Volumen III, Anexo 9. Informe Final: Asunción ..

MAG. 1981. Tercer Proyecto de desarrollo rural-Eje Norte: Suelos. Asunción., Paraguay.

Munsell Color Company. 1975. Munsell Soil Color Charts. Baltimore 18p, Maryland, U.S.A.

OEA/BID/IBR. 1986. Proyecto de Desarrollo rural para la Consolidación de Colonias Eje Concepción-Pedro Juan Caballero: Estudio de Suelos del Área. V. 1 y 5 (sección B mapas). Asunción.

Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO/PNUD). 1980. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia ..

Pflugfelder, P. 1993. Informe Técnico, componente de geología (Estudio de suelos y capacidad de uso de la tierra para el manejo y planificación de los recursos naturales renovables. MAG-Banco Mundial. Asunción, Paraguay.

Tirado S., P. Hammon J.B. y Ramírez, J.R. 1954. Clasificación preliminar de los suelos y las tierras del Paraguay. STICA, Boletín No. 19. Asunción, Paraguay.

U.S.D.A. 1992. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 19. Fifth Edition. Pocahontas Press, Inc. Blacksburg, Virginia, USA.

U.S.D.A. Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy... Agricultural Handbook No. 436. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.

Wambeke, A. V. y Forbes, T.R. 1985. (eds.). Criterios para el uso de la Taxonomía de Suelos en la denominación de unidades cartográficas. Monografía Técnica SMSS # 15. Dpto. de Agronomía, Colegio de Agricultura y Ciencias de la Vida del Estado de Nueva York, Universidad de Cornell. Trad. en español por W. Luzio L, U. de Chile .

