

CAPITULO 5

SUELO

CAPITULO 5 SUELO

5-1 Suelo del paraguay

En el Paraguay aún no se ha efectuado el estudio de suelo en todo el país en forma minuciosa.

Según el Mapa Mundial de Suelo de FAO/UNESCO, en el Paraguay, la distribución de suelo tiene una particularidad como señala en la Fig. 5-1.

Sin embargo, dicha figura muestra solamente una distribución aproximada de los principales suelos del país, pues la unidad mínima que se ilustra en el mapa es a una escala de un cincmillonésimos, y una cuarta parte de 1 cm^2 es equivalente a 6.250 Ha.

El suelo, en su proceso de la formación, influye diversos factores como ser: roca madre, clima, vegetación, topografía, etc. El suelo del Paraguay también es afectado por dichos factores, y la distribución de suelo podrá dividirse en tres áreas siguientes (ver Fig. 5-1):

- * Area No.1: se sitúa al Este del Río Paraguay y se caracteriza por sus extensas mesetas donde está difundido ampliamente el acrisols, además el luvisols o nitosols.
- * Area No.2: Se sitúa al Oeste del Río Paraguay y denominada comúnmente Región Occidental o Chaco Paraguayo. En esta región se hallan los suelos tipos kastanozems y solonetz en general.
- * Area No.3: Se extiende a lo largo del Río Paraguay y del Río Paraná formando una llanura aluvial, en la que se encuentra principalmente el planosols, además el gleysols o fluvisols.

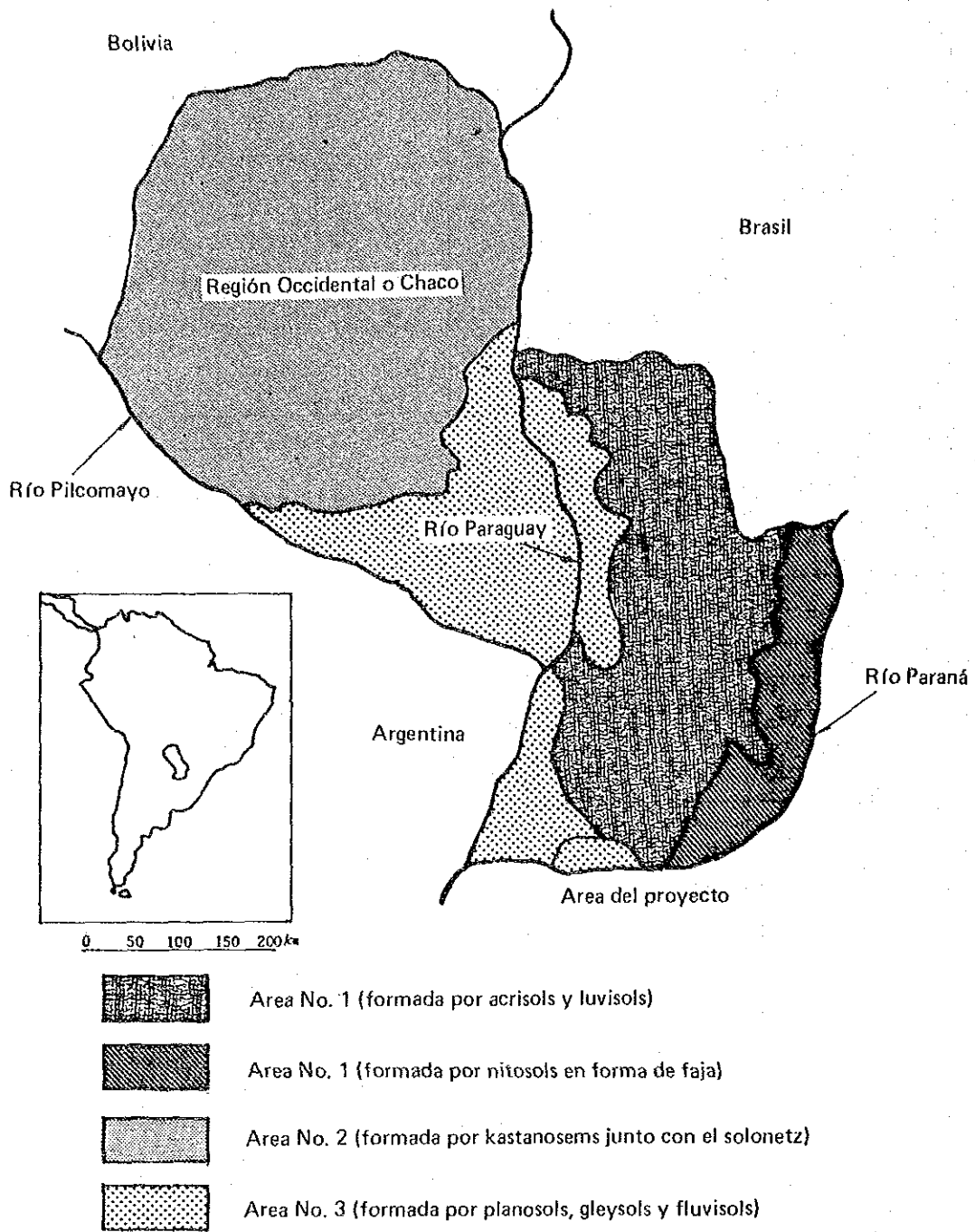


Fig. 5-1 Mapa resumen de la distribución de Suelo en el Paraguay

El tipo de suelo del Area No.1 se encuentra en cualquier región tropical o subtropical, y se caracteriza por su desarrollado estrato de Argillic-B, constituido de arcillas acumuladas por acción del lavado desde tiempo muy antiguo, bajo condición climática con dos estaciones contrastantes: seca y lluviosa.

Este tipo de suelo presenta un color rojizo siendo relativamente fácil de afectarse por la erosión.

El acrisols tiene una baja saturabilidad de bases debido al avanzado lavado de los nutrientes del suelo, siendo por consiguiente, apto para bosque o pradera.

Sin embargo, se adaptaría como terreno laborable con tal que se mejore la fertilidad aplicando cal y abono.

Al contrario, el luvisols cuya saturabilidad de bases es alta, es apto como terreno cultivable, aunque su característica es fundamentalmente semejante a la del acrisols.

El nitolols es un tipo de suelo proveniente de roca madre básica y su fertilidad natural es alta, además la capa aprovechable es profunda.

Por estas razones se puede decir que este suelo es uno de los más apropiados para el uso agrícola en zonas tropical o subtropical.

En zonas de lomadas se encuentra la llamada "Tierra Roja (Terra Roxa)," en los Departamentos de Itapúa y Alto Paraná, en donde se cultiva a lo largo del Río Paraná el trigo, soja, tung, etc.

El tipo de suelo del Area No.2 es un suelo típico en zona subtropical con clima semiseco y continental.

El kastanozems se caracteriza por su desarrollado estrato de Mollic-A, formado por materias orgánicas acumuladas bajo la condición de que en invierno la temperatura atmosférica descienda bastante además de ser escasa la precipitación.

El suelo presenta un color castaño siendo apto para el uso agrícola en general, puesto que el lavado de nutrientes de suelo es relativamente menor.

Por otra parte, el solonetz está difundido en esta área junto con el kastanozems.

Dicho suelo contiene sales, es decir se desarrolla el estrato de Natric-B, formado por arcillas acumuladas en el que se incluye much sodio intercambiable.

Dado que se combinan el sodio y arcilla, la propiedad física del suelo no es apto para el uso agrícola a no ser que se realice la corrección del suelo con aplicaciones de cal agrícola.

En la Región Occidental o Chaco, la gran parte es utilizada como pradera, por consiguiente no se impulsa el uso del terreno como suelo agrícola. No obstante existen muchos puntos que mejorar desde el punto de vista de la productividad latente del suelo.

El tipo de suelo del Area No.3 es originario de rocas madres, transportadas por acción sedimentaria del río, y se caracteriza por su mal drenaje y alto nivel de aguas subterráneas.

Razón por la cual, todo el suelo contiene diversos rastros provenientes de la acción sedimentaria tales como: manchas, estrato de gley, capa impermeable, capa blanqueada por acción del lavado, etc.

Actualmente, algunas zonas son utilizadas como pradera húmeda, pero la mayoría de los terrenos se utilizan como pradera extensiva debido al mal drenaje sin llegar a su utilización plena. No obstante, es posible realizar el cultivo de arroz con regadío o de algún otro producto agrícola limitado, realizando un equipamiento básico del área como el drenaje, etc.

El área del proyecto se incluye dentro del tipo de suelo del Area No.3.

5-2 Método de estudio del suelo

El desarrollo agrícola se deja influir por diversos factores naturales tales como: condición meteorológica, topografía, geología, suelo, etc.

Sobre todo, el suelo se considera como el factor esencial para identificar el proyecto, con relación a la adaptabilidad de los productores agrícolas, el mejoramiento de la productividad, la selección de uso del terreno y a la necesidad de mejorar terrenos o canales de riego y drenaje.

Por ello, es necesario realizar la clasificación del suelo según el objetivo del desarrollo agrícola, a efectos de conocer la distribución del suelo y de verificar su adaptabilidad al uso agrícola.

5-2-1 Elaboración de mapa preliminar

El área del proyecto es una vasta zona cuya extensión es de alrededor de 150.000 Ha, por lo que es muy difícil elaborar un minucioso mapa de suelo, realizando el estudio con precisión dentro del tiempo y costo limitado, realizando en estas condiciones no sería eficiente.

Considerando lo anterior, en el presente estudio se elabora el mapa preliminar para el estudio de suelo (escala 1:50.000), analizando los datos reunidos durante el primer año del estudio.

Los datos reunidos son:

- 1 Mapa elaborado por Harza-Lahmeyer Consultant (1978, escala 1:50.000).
- 2 Mapa Mundial de Suelo de FAO/UNESCO (1974, escala 1:5.000.000).
- 3 Mapa topográfico, mapa geológico superficial, y mapa de vegetación, elaborados en base a interpretación de imágenes satelitarias de LANDSAT y fotografías aéreas (1982, escala 1:50.000).

Realizando una comparación entre la clasificación del suelo y la microtopografía existe una notoria correlación como es señalado en la Fig. 5-2, como el tipo de suelo predominante en el área del proyecto es de origen sedimentario, que forma una llanura aluvial extendida a lo largo del Río Paraná, y la microtopografía está en relación estrecha con las condiciones del suelo tales como: forma de sedimentos de la roca madre, nivel del agua subterránea, etc.

Por lo tanto, al elaborar el mapa preliminar se adoptó el método de superponer el mapa de clasificación topográfica con la de clasificación del suelo, teniendo en cuenta la relación existente arriba mencionada.

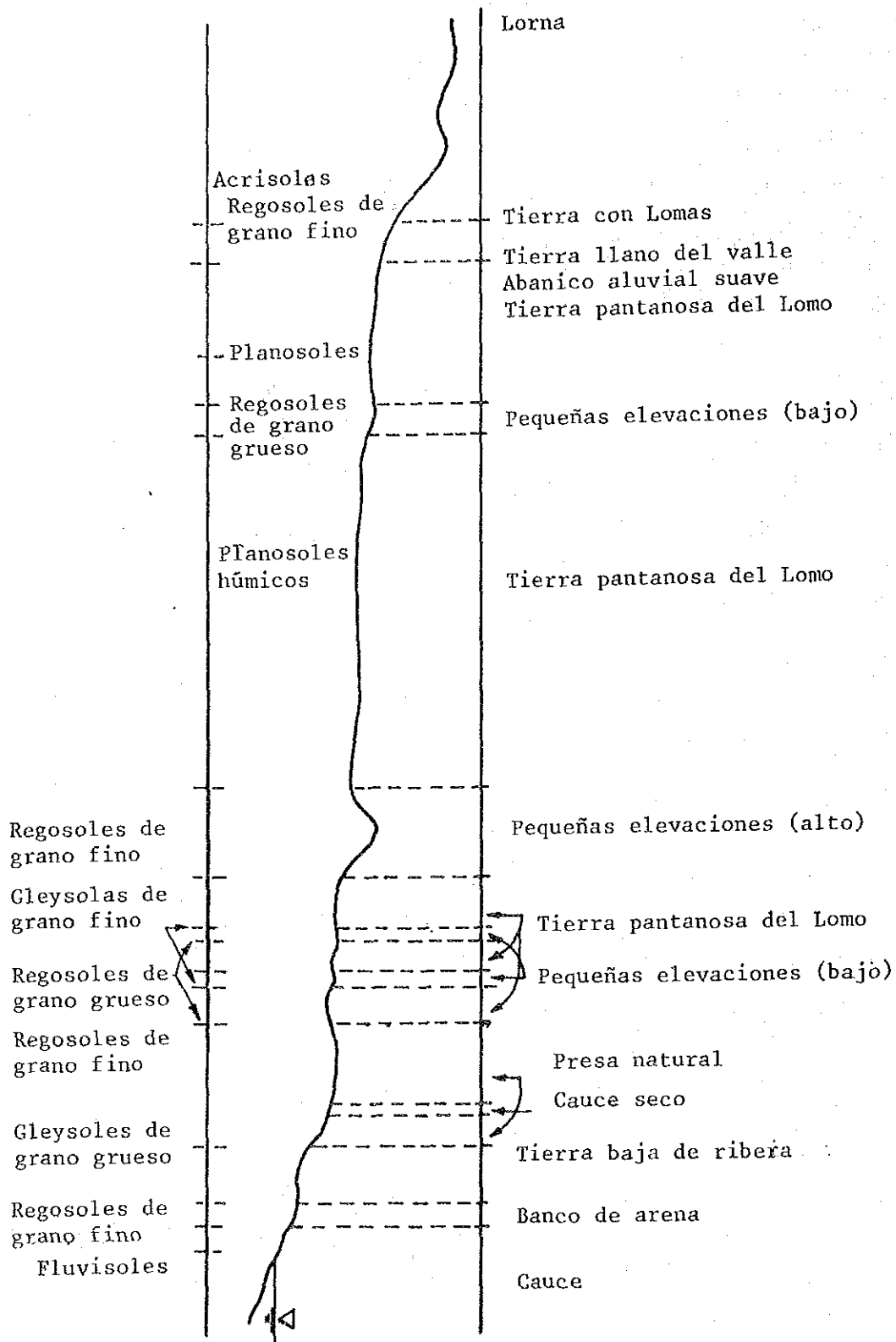


Fig. 5-2 Comparación entre la microtopografía del area del Proyecto y la distribución del suelo

5-2-2 Estudio de suelo en el campo y análisis de suelo

En el presente estudio fueron seleccionados los puntos de estudio según clases de suelo conforme al mapa preliminar precitado a fin de efectuar el estudio de suelo en el campo y el análisis de suelo de laboratorio, durante un período de dos años.

El reajuste de dicho diagrama se hizo mediante el método de cotejar el referido mapa con la clasificación de suelo y con el estado de su distribución, según los resultados del estudio y análisis arriba citados.

De esta manera, se elaboró el mapa de suelo (escala 1:50.000) y al mismo tiempo se aclararon las características de suelo.

Para el estudio de suelo en el campo, fueron adoptados dos métodos: uno es el estudio por calicatas, el cual es un estudio del perfil de suelo para facilitar su clasificación, otro es el sondeo para verificar la distribución de suelo.

En el estudio por calicatas, por regla general se hizo excavando hasta una profundidad de un metro y se comprobaron los siguientes ítems: horizonte, textura de suelo, humus, color de suelo, manchas, gley, compactabilidad, viscosidad, humedad (incluso nivel de agua freático), etc., como así también para el análisis de suelo se recogieron muestras de cada horizonte.

Con respecto al sondeo, en los contornos de los puntos de estudio por calicatas, a 1 km de distancia, se comprobaron los perfiles de suelo hasta una profundidad de 50 cm, empleando la barrena.

Por otra parte, en el análisis de suelo de laboratorio, para aclarar la característica físico-química según cada clase de suelo, se hizo el análisis de diversos ítems de cada horizonte en los puntos de estudio arriba mencionados.

Los ítems analizados son: humus, PH, conductividad eléctrica, bases intercambiables, aluminio intercambiable, capacidad de intercambio de bases, fósforo asimilable, textura, densidad aparente, etc.

De la misma manera, para identificar la forma de mejorar el suelo, se elaboró la curva de variación de PH en los puntos más importantes de estudio por calicatas según cada clasificación de suelo, empleando carbonato de cálcico, además de analizar el coeficiente de aborción de ácido fosfórico.

Respecto a los análisis de suelo, en el segundo año del estudio se decidió confiar los trabajos al laboratorio de Edafología de la Facultad de

Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Asunción y al Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA).

Los resultados del estudio de suelo en el campo y del análisis de suelo por clases se muestran en el Cuadro 5-1.

Cuadro 5-1 Resultados del Estudio de Suelo en el Campo y del Análisis de Suelo por Clases

Clasificación de suelo.	Número de los puntos de estudio por calicatas.	Número de los puntos de sondeo.	Número de los puntos de análisis de suelo.	Número de los puntos de análisis por horizonte.				Total.
				Horizonte No. 1	Horizonte No. 2	Horizonte No. 3	Horizonte No. 4	
Regosoles de grano grueso	12	37	11	11	11	7	1	30
Regosoles de grano fino.	3	16	3	3	3	1	-	7
Gleysoles de grano grueso.	12	21	11	11	9	6	1	27
Gleysoles de grano fino.	12	16	11	11	11	3	-	25
Planosoles.	15	30	15	15	15	12	2	44
Planosoles húmicos.	2	5	2	2	2	1	-	5
Acrisoles.	4	7	4	4	4	2	-	10
Fluvisoles.	-	3	-	-	-	-	-	-
Total	60	135	57	57	55	32	4	148

Nota: Los fluvisoles se encuentran en la ribera del Río Paraná, pero no se efectuó el estudio por calicatas ni el análisis de suelo, ya que dichas zonas no se incluyen en el área del proyecto.

5-3 Clasificación del suelo y su distribución

El suelo se clasificó conforme al sistema de clasificación de FAO/UNESCO y, además se hizo la subdivisión teniendo en cuenta la diferencia entre la textura del suelo o materia orgánica superficial.

En conclusión el suelo del área del proyecto se clasificó en 8 tipos. En la Fig. 5-3 se señala la distribución por clasificación del suelo.

Por otra parte, la superficie por clase de suelo se muestra en el Cuadro 5-2, y según el mismo, los tipos planosoles y gleysoles, que presentan una característica formada por sedimentos, suman aproximadamente el 80% del área del proyecto.

Cuadro 5-2 Superficie por Clase de Suelos

	Regosoles de grano grueso	Regosoles de grano fino	Gleysoles de grano grueso	Gleysoles de grano fino	Planosoles
Superficie	21.650	7.450	31.725	15.975	38.500
	14,2%	4,9	20,8	10,5	25,3

	Planosoles húmicos	Acrisoles	Fluvisoles	Total
Superficie	32.875	1.325	2.975	152.475
	21,6	0,9	2,0	100,0

Nota: Los fluvisoles se encuentran en las riberas de los Ríos Atinguy y Yabebyry.

A continuación se expone sobre el estado de distribución por clases de suelo, en base a los resultados del estudio de suelo en el campo.

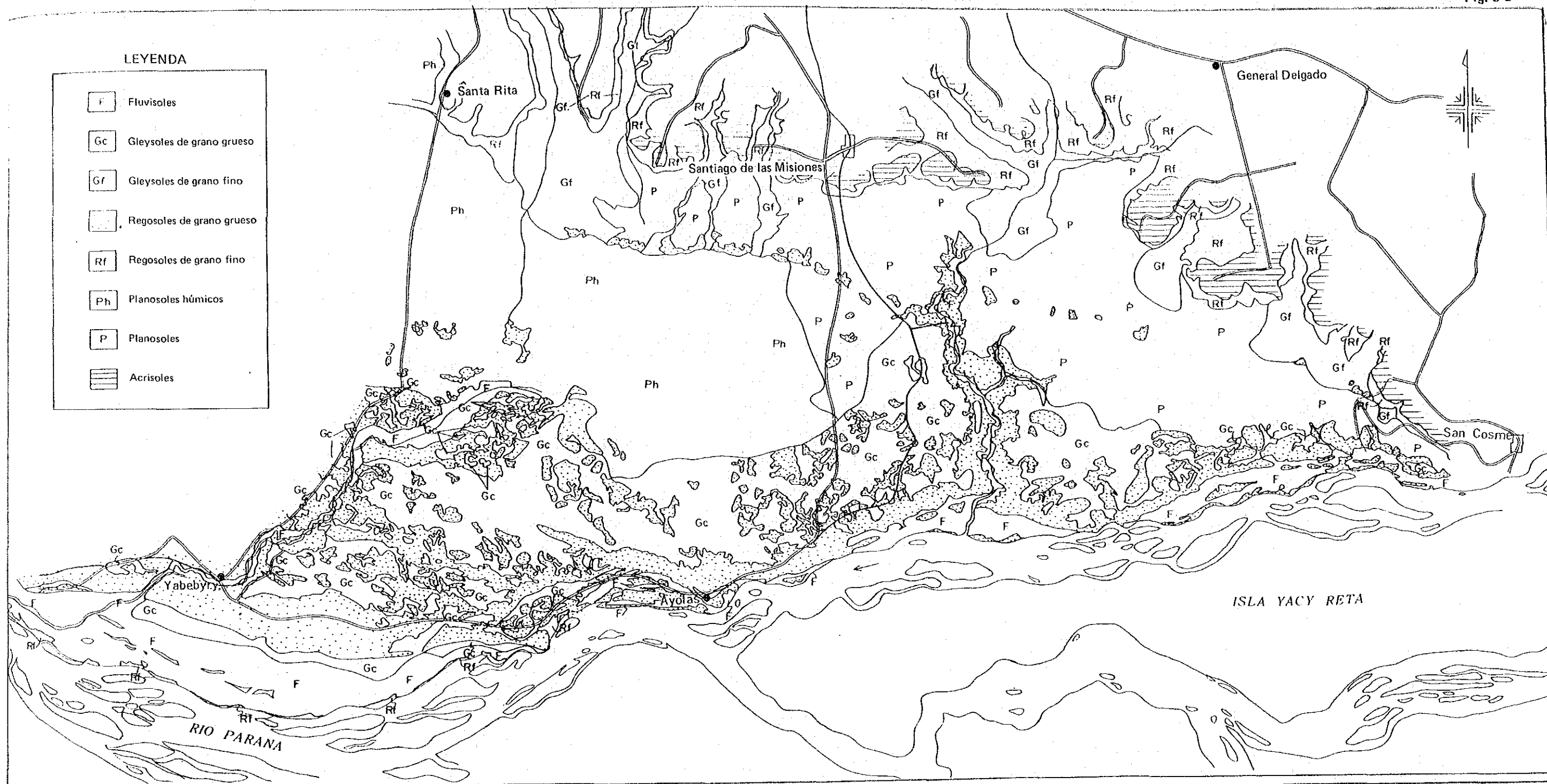
En el Cuadro 5-3 se presentan los perfiles normales según tipo de suelos. Los resultados de todo el estudio por calicatas se presentan en el Cuadro 5-4.

Cuadro 5-3 Perfiles Normales Según Tipo de Suelos

Tipos de suelos (Número de los puntos)		Horizonte	Profundidad	Textura de suelo (Departamento de suelo Agricultura de los EE.UU.)	Color de Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad
Regosoles de grano grueso (Calicata Nº 15)	1	0~17	SL	10YR 2/1	No existe	No existe	Existe	Seco.	No existe	Muy ralo (7)
	2	17~45	SL	10YR 3/1	"	"	"	Semiseco	"	Muy ralo (7)
	3	45~	SL	10YR 7/3	"	"	No existe	"	"	Muy ralo (7)
Regosoles de grano fino (Calicata Nº 12)	1	0~30	SCL	7,5YR 3/2	No existe	No existe	Existe	Semiseco	Débil	Medio (22)
	2	30~70	SCL	7,5YR 4/4	"	"	"	Húmedo	"	Ralo (18)
	3	70~	C	10 YR 5/4	"	"	No existe	Semiseco	Medio	-
Gleysoles de grano Grueso (Calicata Nº 19)	1	0~19	SL	7,5YR 4/2	No existe	No existe	Existe	Semiseco	Débil	Medio (22)
	2	19~65	L	7,5YR 5/3	"	Gley débil	"	Húmedo	"	Medio (19)
	3	65~	SCL	7,5YR 6/2	Existe (5YR 5/8)	Estrato gley	No existe	Mucha humedad (Nivel de napa freático-85cm)	Fuerte	Medio (23)
Gleysoles de grano fino (Calicata Nº 18)	1	0~30	CL	5YR 4/2	No existe	No existe	Existe	Semiseco	Medio	Medio (19)
	2	30~60	CL	5YR 5/2	Existe (7,5YR 5/6)	Gley débil	"	Húmedo	"	Medio (19)
	3	60~	C	7,5YR 5/3	Contenido (7,5YR 5/6)gley	Estrato	"	Mucha humedad (Nivel de napa freático-70cm)	Fuerte	Medio (20)
Planosoles (Calicata Nº 33)	1	0~13	SCL	10YR 2/3	No existe	No existe	Existe	Semiseco	Débil	Medio (21)
	2	13~18	CL	10YR 7/1	"	"	No existe	"	Medio	Muy compacto (31)
	3	18~	C	10YR 3/3	Contenido (10YR 6/6)	Gley débil	No existe	Húmedo	Fuerte	Ralo (18)
Planosoles húmicos (Calicata Nº 9)	1	0~23	L	7,5YR 2/1	No existe	No existe	Contenido	Húmedo	Débil	Medio (23)
	2	23~35	SL	10YR 4/1	Existe	"	Existe	"	Medio	Ralo (15)
	3	35~60	C	10YR 3/3	Contenido gley	Estrato gley	"	Mucha humedad (Nivel de napa freático-45cm)	Fuerte	Ralo (15)
Actrisoles (Calicata Nº 47)	1	0~34	CL	7,5YR 5/6	No existe	No existe	Existe	Semiseco	Medio	Medio (20)
	2	34~52	C	5YR 4/8	"	"	"	"	Fuerte	Medio (22)
	3	52~	C	2,5YR 5/8	"	"	No existe	Húmedo	"	Medio (21)
Fluvisoles (Calicata Nº 1)	1	0~	SL	10YR 7/3	No existe	No existe	No existe	Semiseco	No existe	Muy ralo

Nota: En este cuadro se indica el detalle por clases de suelo en los puntos estudiados por tipos de perfiles, basado en los resultados del estudio de suelo en el campo.

Fig. 5-3



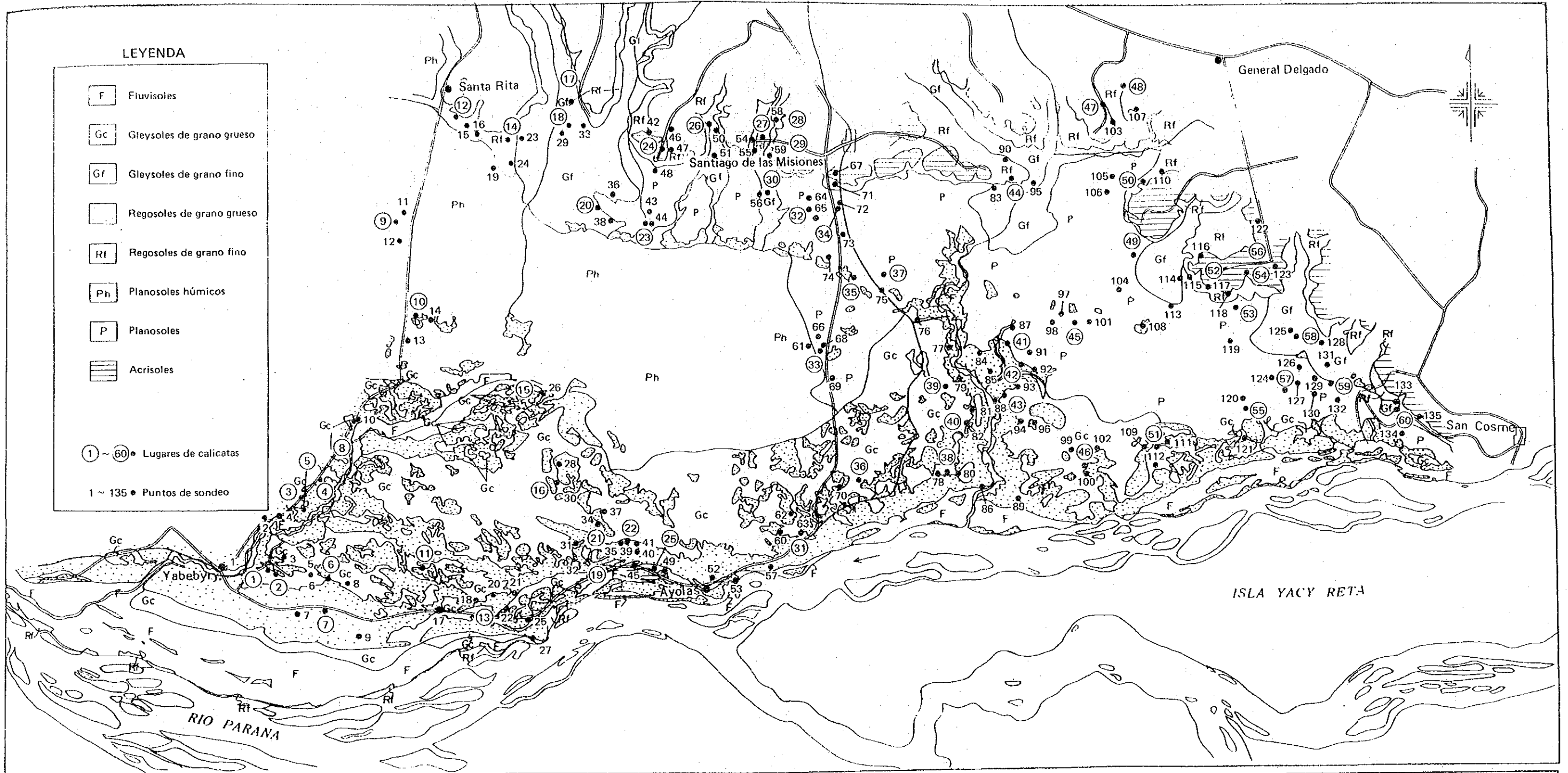
LEYENDA

- F Fluvisoles
- Gc Gleysoles de grano grueso
- Gf Gleysoles de grano fino
- [stippled] Regosoles de grano grueso
- Rf Regosoles de grano fino
- Ph Planosoles húmicos
- P Planosoles
- [horizontal lines] Acrisoles

0 5 10 15Km
1 : 250,000

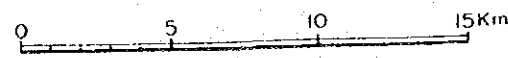
REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
MAPA DE SUELO	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 117

Fig. 5-4



LEYENDA

- F Fluvisoles
- Gc Gleysoles de grano grueso
- Gf Gleysoles de grano fino
- Regosoles de grano grueso
- Rf Regosoles de grano fino
- Ph Planosoles húmicos
- P Planosoles
- Acrisoles
- ① ~ ⑥⑩ • Lugares de calicatas
- 1 ~ 135 • Puntos de sondeo



1 : 250,000

REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA	
PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
MAPA DE UBICACION DE LAS CALICATAS	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 119

Cuadro 5-4: Resultados del estudio por calicata

(Sistema de registro de los resultados del estudio por calicata).

* Número de las calicatas: como se señala en la Fig. 5-4, enumerar todas las calicatas con una serie de número.

* Horizonte: Clasificar en 4 horizontes ordenadamente desde la superficie abajo: Horizonte-1, Horizonte-2, Horizonte-3, y Horizonte-4.

* Profundidad: Indicar la profundidad en cm de cada horizonte.

* Textura del suelo: La textura del suelo, fue clasificada según el sistema del tacto con los dedos en el campo, y reajustado conforme a los resultados del análisis de suelo de laboratorio. La clasificación de textura se hizo de acuerdo con el "Manual de Estudio de Suelo" del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA).

* Color del suelo: Indicar el sigro de Mansel empleando el "Manual Normal de Color de Suelo."

* Veteado: Según la cantidad de sedimento de óxido ferroso, clasificar el veteado en:

-; No existe, F; Existe (< 2%),
C; Contenido (2 - 20%), M; Abundante (> 20%),

* Gley: Según el grado de gley, clasificar en:

-; No existe, WG; Gley débil,
G; Gley fuerte.

* Humus: Teniendo en cuenta el color del suelo, clasificar el humus en:

-; No existe, F; Existe,
C; Contenido, M; Abundante.

* Humedad: Según el tacto con los dedos, clasificar la humedad en:

D; Seco, M; Semiseco,
W; Húmedo, VW; Muy húmedo.

Nota: Cuando hay superficie de agua surgente, se indica GWL cm.

* Viscosidad: Fue clasificada con el sistema del tacto con el dedo:

-; No existe, W; Baja,
M; Mediana, S; Alta,
VS; Muy alta.

* Compactabilidad: Según el valor del medidor de dureza del sistema de Yamanaka, se clasifican en las 5 siguientes clases, y acompañan con el valor (unidad: mm):

VL; Muy ralo (0 - 10 mm), L; (11 - 18 mm),
M; (19 - 24 mm), C; compacto (25 - 28 mm),
VC; Muy compacto (> 29 mm).

* Clasificación del suelo: Según el sistema de clasificación de suelo de FAO/UNESCO fue clasificado en:

Re-c: Regosoles de grano grueso.

Re-f: Regosoles de grano fino.

Gl-c: Gleysoles de grano grueso.

Gl-f: Gleysoles de grano fino.

Pl : Planosoles.

Pl-h: Planosoles húmicos.

AC : Acrisoles.

Fl : Fluvisoles.

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textura del suelo	Color del suelo	Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
1	1	0~15	SL	10YR 3/2	-	-	F	D	W	M23	G1 - c
	2	15~42	SL	7,5YR 4/2	F	-	F	M	M	M22	
	3	42~100	SL	10YR 5/2	C	wG	F	W	M	M23	
2	1	0~5	SL	7,5YR 3/1	-	-	F	D	M	L18	G1 - c
	2	5~26	SL	7,5YR 4/2	F	-	F	W	M	M20	
	3	26~60	SL	5YR 5/3	C	wG	F	GWL 45cm	M	M24	
3	1	0~35	SCL	10YR 5/3	-	-	F	D	W	L13	Re - c
	2	35~45	SCL	10YR 6/4	-	-	-	D	W	M22	
	3	45~100	SCL	7,5YR 5/6	-	-	-	M	W	M21	
4	1	0~7	SL	7,5YR 6/3	-	-	F	D	M	M21	Re - c
	2	7~40	L	7,5YR 4/3	-	-	F	M	M	M22	
	3	40~90	SL	7,5YR 6/3	F	G	-	GWL 80cm	M	L13	
5	1	0~13	SL	7,5YR 5/2	-	-	F	D	M	L15	Re - c
	2	13~24	SL	10YR 5/4	-	-	F	M	M	M21	
	3	24~100	SCL	7,5YR 6/4	F	-	-	W	M	M22	
6	1	0~20	L	7,5YR 2/1	-	-	C	W	W	VL10	G1 - c
	2	20~55	SL	10YR 6/3	-	wG	-	GWL 40cm	W	L17	
7	1	0~10	SL	10YR 5/2	-	-	F	M	-	VL7	Re - c
	2	10~90	SL	10YR 6/6	-	-	-	GWL 80cm	-	L13	
8	1	0~20	L	10YR 4/2	F	-	F	W	W	M20	G1 - c
	2	20~45	C	10YR 6/3	F	-	-	W	M	L13	
	3	45~80	C	10YR 7/3	C	-	-	GWL 70cm	M	L13	
9	1	0~23	L	7,5YR 2/1	-	-	C	M	W	M23	Pl - h
	2	23~35	SL	10YR 4/1	F	-	F	W	M	L15	
	3	35~80	C	10YR 3/2	C	G	F	GWL 70cm	S	L15	
10	1	0~25	SCL	7,5YR 3/1	-	-	C	W	W	M20	Pl - h
	2	25~42	SL	7,5YR 4/2	-	-	F	vW	-	VL8	
	3	42~50	SL	10YR 6/3	-	-	-	GWL 42cm	-	VL5	

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata (2)

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textural del suelo	Color del suelo	Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
11	1	0~19	LS	5YR 3/1	-	-	C	W	-	L16	Re - c
	2	19~48	LS	7,5YR 3/2	-	-	F	W	-	M19	
	3	48~80	LS	10YR 6/4	-	-	-	GWL 73cm	-	L13	
12	1	0~30	SCL	7,5YR 3/2	-	-	C	M	W	M22	Re - f
	2	30~70	SCL	7,5YR 4/4	-	-	F	GWL 64cm	W	L18	
	3	70~80	CL	10YR 5/4	-	-	-	-	M	-	
13	1	0~14	SL	7,5YR 2/2	-	-	C	D	W	M19	Re - c
	2	14~40	SL	7,5YR 4/3	-	-	F	M	W	L17	
	3	40~65	SL	10YR 7/3	F	-	-	W	W	vL7	
14	1	0~35	SCL	7,5YR 4/3	-	-	F	M	M	C26	Re - f
	2	35~65	C	7,5YR 4/2	F	wG	F	W	S	M23	
	3	65~100	C	7,5YR 4/2	C	G	F	GWL 100cm	S	C26	
15	1	0~17	SL	10YR 2/1	-	-	C	D	M	M22	Re - c
	2	17~45	SL	10YR 3/1	-	-	F	M	W	M20	
	3	45~70	SL	10YR 7/3	-	-	-	N	W	L18	
16	1	0~12	L	7,5YR 6/2	-	-	F	M	M	C25	GI - c
	2	12~35	SL	7,5YR 5/3	-	-	F	M	M	C26	
	3	35~100	CL	7,5YR 5/4	F	wG	F	W	M	M23	
17	1	0~10	CL	7,5YR 2/1	-	-	M	W	S	L15	GI - F
	2	10~22	CL	7,5YR 3/1	-	-	C	W	S	L18	
	3	22~60	SCL	11YR 5/2	-	G	F	GWL 50cm	M	M22	
18	1	0~30	CL	5YR 4/2	-	-	C	M	M	M19	GI - f
	2	30~60	CL	5YR 5/2	F	wG	F	W	M	M19	
	3	60~100	C	7,5YR 5/3	C	G	-	GWL 70cm	S	M20	
19	1	0~19	SL	7,5YR 4/2	-	-	F	M	W	M22	GI - c
	2	19~65	L	7,5YR 5/3	-	wG	F	W	W	M19	
	3	65~100	SCL	7,5YR 6/2	F	G	-	GWL 85cm	W	M23	

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata (3)

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textural del suelo	Color del suelo	Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
20	1	0~13	L	7,5YR 6/2	-	-	C	M	W	VC30	P1
	2	13~52	L	7,5YR 6/3	F	-	F	M	M	VC30	
	3	52~105	C	10YR 5/2	M	G	F	W	M	C26	
21	1	0~14	L	10YR 5/2	-	-	F	D	W	C25	GI - c
	2	14~37	SL	7,5YR 1/4	C	-	F	M	W	C25	
	3	37~58	SL	7,5YR 6/3	C	wG	F	M	W	M23	
	4	58~100	SCL	10YR 6/3	C	G	F	W	M	L18	
22	1	0~20	SCL	10YR 3/3	-	-	C	D	-	VL7	Re - c
	2	20~60	SCL	10YR 5/4	-	-	F	M	-	VL7	
	3	60~110	SCL	10YR 6/6	-	-	-	M	-	VL7	
23	1	0~15	SL	7,5YR 6/2	-	-	F	M	M	C25	P1
	2	15~50	SCL	7,5YR 4/2	-	-	F	M	M	M22	
	3	50~112	SC	7,5YR 4/1	M	G	F	W	S	M20	
24	1	0~20	SCL	7,5YR 4/1	-	-	F	W	M	M19	GI - f
	2	20~40	CL	7,5YR 4/2	-	-	F	GWL 32cm	M	L14	
25	1	0~40	SL	10YR 5/4	-	-	F	M	-	VL9	Re - c
	2	40~100	SL	10YR 6/8	F	-	-	M	-	VL4	
26	1	0~25	L	10YR 4/3	F	-	C	D	M	L15	GI - f
	2	25~40	C	10YR 5/2	C	wG	F	W	S	L18	
	3	40~95	C	2,5Y 6/1	C	C	-	vw	S	M20	
27	1	0~30	SL	10YR 2/1	-	-	M	W	M	M19	GI - f
	2	30~70	C	5YR 4/1	C	G	F	GWL 30cm	S	L17	
	3	70~100	CC	5YR 4/2	-	G	F	-	S	M22	
28	1	0~7	SCL	10YR 4/2	-	-	C	M	W	M20	GI - f
	2	7~30	SCL	10YR 4/2	-	-	F	W	W	M20	
	3	30~55	SCL	10YR 6/2	C	wG	-	GWL 45cm	W	L15	

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata (4)

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textural del suelo	Color del suelo	Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
29	1	0~5	SL	7,5YR 4/4	-	-	F	D	W	L12	Ac
	2	5~40	SL	5YR 5/6	-	-	F	M	W	M20	
	3	40~100	SCL	7,5YR 5/6	-	-	F	M	W	L13	
30	1	0~8	L	7,5YR 5/1	-	-	F	M	W	M24	Gl - f
	2	8~48	SL	7,5YR 6/1	-	wC	F	W	W	vC30	
	3	48~90	SCL	10YR 6/1	C	G	-	W	M	M19	
31	1	0~17	SCL	7,5YR 3/2	-	-	C	D	W	M23	Re - c
	2	17~30	SCL	7,5YR 5/4	-	-	F	D	W	M21	
	3	30~63	SL	7,5YR 6/4	F	-	-	M	W	L17	
	4	63~100	SCL	10YR 6/3	F	-	-	M	W	M23	
32	1	0~17	L	10YR 4/2	-	-	C	D	M	M22	Pl
	2	17~42	SL	10YR 6/2	-	-	F	M	M	M22	
	3	42~72	SCL	7,5YR 7/4	F	wG	-	W	M	L16	
33	1	0~13	SCL	10YR 2/3	-	-	C	D	M	M21	Pl
	2	13~18	CL	10YR 7/1	-	-	F	D	M	vC31	
	3	18~90	C	10YR 3/3	C	wG	F	M	S	L18	
34	1	0~13	SCL	7,5YR 4/3	-	-	F	D	W	C26	Pl
	2	13~48	SCL	7,5YR 4/3	F	wG	F	D	W	M24	
	3	48~105	CL	7,5YR 5/2	-	G	-	M	M	M24	
35	1	0~7	SL	7,5YR 7/3	-	-	F	D	W	C26	Pl
	2	7~45	SL	7,5YR 7/2	-	-	-	M	W	C27	
	3	45~100	SCL	7,5YR 4/2	C	wG	-	M	M	C26	
36	1	0~15	SL	10YR 5/3	-	-	F	D	M	M20	Re - c
	2	15~43	SL	10YR 4/3	-	-	F	M	M	L16	
	3	43~60	LS	10YR 4/6	-	-	-	W	-	L13	
	4	60~100	LS	7,5YR 4/6	-	-	-	GML 93cm	-	L13	

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata (5)

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textural del suelo	Color del suelo	Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
37	1	0~30	L	7,5YR 4/2	-	-	F	D	M	C25	P1
	2	30~80	L	7,5YR 6/1	-	-	-	D	M	M23	
	3	80~100	L	7,5YR 7/1	-	-	-	D	M	C26	
38	1	0~28	SCL	7,5YR 4/3	-	-	F	M	M	C26	Gl - c
	2	28~50	SCL	10YR 5/3	F	wG	F	W	M	M20	
	3	50~100	CL	7,5YR 5/4	-	G	-	W	M	L17	
39	1	0~44	LS	10YR 4/2	-	-	F	M	-	L16	Gl - c
	2	44~64	SL	10YR 5/1	-	wG	F	W	W	L15	
	3	64~100	SL	7,5YR 6/2	C	G	-	W	W	L12	
40	1	0~25	SCL	7,5YR 4/3	-	-	F	D	W	M19	Gl - c
	2	25~58	SCL	7,5YR 5/3	-	-	F	M	W	L16	
	3	58~90	CL	7,5YR 6/1	F	G	-	GWL 80cm	M	L17	
41	1	0~30	SCL	7,5YR 2/1	-	-	M	D	M	M21	P1
	2	30~48	L	10YR 6/6	F	-	-	M	S	M20	
	3	48~95	CL	10YR 5/4	-	-	-	M	S		
42	1	0~45	SCL	7,5YR 5/4	-	-	-	D	W	C27	P1
	2	45~70	C	7,5YR 5/3	F	-	-	M	W	M23	
43	1	0~10	SL	7,5YR 6/2	-	-	F	D	W	M23	Re - c
	2	10~61	SL	10YR 6/3	-	-	-	D	M	M19	
	3	61~110	SCL	7,5YR 5/3	-	-	-	M	M	L17	
44	1	0~16	SiL	7,5YR 5/3	-	-	F	M	M	C25	Re - f
	2	16~55	L	10YR 5/3	-	-	F	M	M	C25	
	3	55~75	C	7,5YR 7/2	F	-	F	W	S	M22	
45	1	0~15	SCL	10YR 2/2	-	-	M	M	M	L18	P1
	2	15~40	CL	10YR 5/3	-	-	F	W	M	L17	
	3	40~90	CL	2,5YR 6/1	C	G	-	GWL 70cm	M	L14	

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata (6)

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textural del suelo	Color del suelo	Veteado	Gley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
46	1	0~32	SCL	7,5YR 3/2	-	-	C	M	W	C25	Gl - c
	2	32~54	SL	7,5YR 3/2	-	-	C	W	W	L17	
	3	54~65	SL	7,5YR 5/6	-	-	-	GWL 60cm	W	L14	
47	1	0~34	CL	7,5YR 5/6	-	-	F	M	M	M20	Ac
	2	34~52	C	5YR 4/8	-	-	-	M	S	M22	
	3	52~100	C	2,5YR 5/8	-	-	-	W	S	M21	
48	1	0~15	CL	5YR 4/6	-	-	F	M	M	M24	Ac
	2	15~38	CL	5YR 5/8	-	-	-	M	M	C26	
	3	38~95	C	5YR 5/8	-	-	-	W	S	M21	
49	1	0~34	L	7,5YR 3/1	-	-	C	W	M	M20	Pl
	2	34~44	L	10YR 4/2	-	-	F	M	M	L12	
	3	44~80	LS	7,5YR 7/2	C	G	-	GWL 25cm	W	vC31	
50	1	0~8	CL	10YR 3/2	-	-	M	W	M	L13	Gl - f
	2	8~25	CL	10YR 4/2	F	wG	C	vW	S	M20	
	3	25~40	CL	10YR 6/1	M	G	-	GWL 25cm	S	L16	
51	1	0~23	SL	7,5YR 3/2	-	-	C	M	W	M23	Gl - c
	2	23~45	SL	7,5YR 5/3	-	wG	F	GWL 40cm	W	L11	
52	1	0~5	SCL	7,5YR 4/3	F	-	F	M	M	L15	Gl - f
	2	5~12	SCL	7,5YR 4/4	F	-	F	W	M	L16	
	3	12~50	SCL	10YR 5/2	F	wG	-	GWL 45cm	S	M20	
53	1	0~31	L	10YR 2/1	-	-	C	D	S	M24	Pl
	2	31~70	SCL	10YR 7/1	C	G	-	M	S	C28	
	3	70~120	SC	10YR 5/1	C	G	-	GWL 120cm	M	M21	
54	1	0~28	CL	7,5YR 4/2	-	-	C	M	S	M19	Gl - f
	2	28~40	CL	10YR 5/2	-	wG	F	W	S	L13	
	3	40~60	C	10YR 6/3	C	G	-	GWL 50cm	S	L15	

Cuadro 5-4 Resultados del Estudio por Calicata (7)

Número de calicatas	Horizonte	Profundidad	Textural del suelo	Color del suelo	Veteado	Cley	Humus	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad	Clases de suelo
55	1	0~17	SL	10YR 6/1	-	-	F	D	M	L16	P1
	2	17~50	SL	10YR 4/2	F	-	F	M	M	L13	
	3	50~80	SC	10YR 5/2	F	wG	F	GWL 75cm	M	M19	
56	1	0~12	L	5YR 4/3	-	-	C	D	M	L18	Ac
	2	12~50	L	5YR 6/8	-	-	-	D	M	C25	
	3	50~90	C	2,5YR 4/6	-	-	-	M	S	C25	
57	1	0~30	SCL	10YR 3/3	-	-	C	D	W	C25	P1
	2	30~61	SCL	10YR 6/3	-	-	-	D	W	M23	
	3	61~100	C	7,5YR 5/2	C	wG	-	W	M	M23	
58	1	0~20	L	10YR 2/1	-	-	M	M	M	M20	Gl - f
	2	20~50	SCL	7,5YR 6/2	-	wG	-	W	M	M23	
	3	50~105	C	10YR 5/2	C	G	-	W	S	L16	
59	1	0~12	CL	7,5YR 4/3	-	-	C	D	M	C25	P1
	2	12~30	CL	7,5YR 5/2	-	-	F	M	M	C26	
	3	30~42	SCL	7,5YR 6/2	-	wG	-	M	W	C28	
	4	42~80	SC	7,5YR 4/2	C	G	-	W	M	M23	
60	1	0~20	CL	7,5YR 5/3	-	-	F	D	M	C27	Gl - f
	2	20~55	CL	7,5YR 5/3	-	G	F	W	M	M20	
	3	55~100	C	7,5YR 5/2	C	G	-	GWL 85cm	S	M22	

(1) Regosoles de grano grueso

Los regosoles de grano grueso se encuentran por las zonas donde se hallan las presas naturales, localizadas en las riberas de los Ríos Paraná, Atinguy y Yabebyry, en las tierras pantanosas en la zona del lomo en las pequeñas elevaciones.

La condición de drenaje es relativamente buena, por tanto crece bien la vegetación.

Actualmente este tipo de suelo está utilizado como pradera o para cultivos agrícolas, como también existen zonas cubiertas con bosques.

La roca madre consiste en sedimentos arenosos, derivados de los desbordamientos fluviales.

Al observar el perfil del suelo, se observa que la capa superior tiene poco espesor mostrando una condición poco desarrollada.

La capa superior presenta un color pardo amarillento, formados por limo arena cuya textura es relativamente gruesa.

La compactabilidad del suelo es menor y la viscosidad es muy débil.

(2) Regosoles de grano fino

Este tipo de suelo está difundido en las pendientes poco pronunciadas de la zona de lomadas hacia el Norte del área del proyecto, donde crece bien la vegetación encontrándose praderas, cultivos agrícolas y bosques.

El suelo consiste en tierras quebradizas, derivadas de la zona de lomadas, cuya textura es más fina que la de los regosoles de grano grueso.

El espesor de la capa superior es mayor que el de los regosoles de grano grueso, también muestra una condición poco desarrollada.

Todo el horizonte presenta un color pardo o pardo grisáceo. La capa superior está formada por arcilla limo-arenosa convirtiéndose en arcilla limosa con textura fina a medida que aumenta la profundidad.

La capacidad de retención de agua, la viscosidad y compactabilidad son mayores que las de los regosoles de grano grueso.

En el horizonte inferior aumenta la humedad del suelo y en ciertos lugares la capa freática se encuentra a un metro de profundidad o menos.

(3) Gleysoles de grano grueso

Este tipo de suelo se encuentra en las zonas pantanosas que rodean a los lomos, localizadas en las cercanías del Río Paraná, y en zonas bajas que se localizan dentro de la presa natural o en cauces secos.

Este tipo de suelo es por lo general una pradera húmeda. El suelo original es arena, pero actualmente en la capa superficial se acumula la materia orgánica no descompuesta debido al alto nivel del agua subterránea.

Asimismo se forman algunas capas impermeables por la acumulación secundaria de arcillas, derivadas de los terrenos más elevados que se encuentran localizados en los alrededores.

Al observar el perfil del suelo, desde una profundidad aproximada de 50 cm, se observan varios veteados incluso algunos veteados claros de gley.

El horizonte superior es arcillo arenoso de color pardo grisáceo, mientras que el horizonte inferior es arcilla limo arenosa de color pardo opaco.

Tanto la compactabilidad como la viscosidad son pequeñas, y la humedad de suelo aumenta en el horizonte inferior.

(4) Gleysoles de grano fino

Este suelo se distribuye en el valle que se sitúa entre las lomadas de la zona Norte y los abanicos aluviales que se encuentran a continuación. En cuanto a la vegetación, pese a que el nivel del agua subterránea es elevado, no se encuentra en estado de inundación, y es utilizada como pradera húmeda y cultivos de arrozal.

El suelo consiste en tierras quebradizas, derivadas de la zona de las lomadas como el caso de los regosoles de grano fino.

Al observar el perfil del suelo, a una profundidad de menos de 50 cm, se observa el estrato de gley, presentando un fuerte estado de reducción con respecto al caso de los regosoles de grano grueso.

El horizonte superior está formada por arcilla limo-arenosa de color pardo grisáceo, mientras que el horizonte inferior está formada por arcilla de color pardo grisáceo.

La viscosidad es más fuerte que la de cualquier otro suelo y se hace más fuerte cuanto más aumenta la profundidad.

La compactabilidad es mediana tanto en el horizonte superior como en el horizonte inferior.

(5) Planosoles

Este tipo de suelo está difundido ampliamente por la zona pantanosa que se encuentra localizada en la parte NE del país.

El suelo es bastante viscoso y tiene una alta capacidad de retención de agua, por lo que en dicha zona se encuentran praderas húmedas, y algunos terrenos se utilizan como arrozal.

Al observar el perfil del suelo, el estrato-B tiene una alta compactabilidad y en el mismo yace una capa dura, la cual forma una capa impermeable mostrando evidentemente sus características sedimentarias.

En algunos lugares, en el horizonte superior se observa el estrato-A2, el cual está blanqueado por acción del lavado.

En el horizonte inferior, en algunos lugares se observan veteados por aparición del estrato gley.

El horizonte superior está compuesto de limos de color pardo grisáceo, mientras que el horizonte inferior se constituye por arcillas limosas de color pardo grisáceo.

El nivel del agua subterránea está a los 1 m aproximadamente.

(6) Planosoles húmicos

Este tipo de suelo se encuentra hacia la parte occidental de la zona pantanosa.

Dado que en esta zona se encuentra mucha parte inundada, la mayoría de los terrenos consisten en pantanos o praderas húmedas que están sin ser utilizadas.

El suelo es más arenoso en comparación con los planosoles. En la capa superior se acumulan las materias orgánicas no descompuestas debido al nivel elevado del agua subterránea.

Al observar el perfil del suelo, la formación de la capa dura no es tan clara como en el caso de los planosoles, pero existe una capa impermeable.

El horizonte superior consiste en arcilla limo-arenosa de color pardo negruzco debido a la acumulación de la materia orgánica, mientras que el horizonte inferior está formado por arcilla limo-arenosa de color pardo amarillento pudiendo verse veteados por influencia del estrato gley.

Tanto la compactabilidad como la viscosidad son débiles, y la humedad de suelo aumenta en el horizonte inferior.

(7) Acrisoles

Este tipo de suelo se encuentra en la zona de lomadas hacia el Norte.

Los terrenos se utilizan para cultivos o pradera, donde en un principio estaban cubiertos de bosques.

El suelo está formado de tierras residuales, que fueron acumulándose sobre la capa eflorescida de arenisca o basalto del período antiguo.

Al observar el perfil del suelo, entre el horizonte superior y el estrato-B se encuentra rastro de cambio o acumulación de arcillas debido a la acción del lavado durante años.

El horizonte superior está formado por arcilla limo-arenosa de color pardo rojizo, mientras que el horizonte inferior está formado por arcilla de color pardo rojizo claro.

El suelo tiene una alta viscosidad, una mediana compactabilidad, como así también tiene capacidad de retención del agua.

Razón por la cual, este tipo de suelo es el más apto para el uso agrícola entre todos los tipos de suelo del área del proyecto, no obstante, es escaso este tipo de suelo.

(8) Fluvisoles

Este tipo de suelo se encuentra por los cauces secos de los ríos, que son afectados normalmente por la inundación, por consiguiente la vegetación es muy escasa.

Al observar el perfil del suelo, se nota la presencia de nuevas materias arenosas suministradas con frecuencia por acción sedimentaria o de erosión fluvial, como consecuencia no se ve posibilidades de desarrollo de tierras agrícolas.

La mayor parte de los cauces secos arriba mencionados no se incluyen en el área del proyecto.

5-4 Análisis de suelo

5-4-1 Análisis realizados

El análisis del suelo se hizo sobre los siguientes, y a continuación se expresa la relación con el cultivo agrícola.

(1) PH (H₂O)

El "PH" es el criterio para decidir la acidez, neutralidad (7,0) o alcalinidad de suelo.

El valor de PH no sólo ejerce una gran influencia sobre la materia del suelo y su acción, sino también ejerce una decisiva influencia tanto en el comportamiento de microorganismos como en el crecimiento de las plantas.

En general, cuanto más se aproxime el PH a la neutralidad, se hace más apto para el crecimiento de las plantas.

(2) Conductividad eléctrica

La medición de la conductividad eléctrica tiene por objeto examinar la salinidad contenida en el suelo.

La falta de crecimiento de las plantas por excesiva salinidad es por la dificultad de absorción de elementos nutrientes or de humedad por los rizomas debido al aumento de presión osmótica del suelo, salvo el caso de contener un singular componente perjudicial.

(3) Bases intercambiables

Representa el volumen de bases contenidas en el suelo. Sobre todo, los cuatro elementos: calcio, magnesio, potasio, y sodio a veces se hacen insuficientes o excesivas en el suelo, por lo tanto, cuando no estén equilibrados estos cuatro elementos afectará mucho a la fertilidad del suelo.

Las bases intercambiables deben analizarse junto con el grado de acidez.

Tales cationes están algo disociados, siendo fácil de sustituir una con otra. Por esta razón, son llamados "bases intercambiables."

(4) Capacidad de intercambio de bases (CEC)

Por capacidad de intercambio de bases se entiende el volumen máximo de bases sustituibles en el suelo.

El suelo cuya capacidad de intercambio de bases es mayor podrá absorber y retener más ingredientes de abono.

Cuanto mayor sea la proporción de ión hidrógeno, aumenta más la acidez en el suelo, al contrario cuanto mayor sea la proporción de bases, se hace más alcalino.

(5) Grado de saturación de bases

Por saturación de bases se entiende el grado de bases contenidas en el suelo y se expresa en partes por millón.

En general, a medida que la saturabilidad dde bases disminuye, el suelo se hace más ácido, al contrario, a medida que la misma se aproxima al 100%, el suelo se hace más alcalino.

(6) Coeficiente de absorción del ácido fosfórico

Por coeficiente de absorción del ácido fosfórico se entiende el volumen (mg) de ácido fosfórico que es absorbido por el suelo cuando se añade una determinada cantidad de fosfato a 100 g de suelo.

En el caso de que el coeficiente citado sea mayor, el suelo tendrá una mayor fuerza de absorción del ácido fosfórico, lo que aminora la efeciencia del mismo. Por ello, se hace necesario aplicar una suficiente cantidad de abono fosfórico.

(7) Aluminio intercambiable

El aluminio intercambiable se retiene en la parte superficial de las partículas de suelo como catión sustituible, por lo tanto, cuando sea mayor el contenido de aluminio intercambiable en el suelo, la saturabilidad de bases se aminora y, también el valor de PH se hace menor, como consecuencia natural los cultivos agrícolas sufren el perjuicio por la acidez.

Para corregir esta condición del suelo, es necesario aplicar una apropiada contidad de cal. De este modo, cuando el valor del PH llegue a un nivel de 6,0 o más, el aluminio intercambiable se fija en el suelo convirtiéndose en aluminio no intercambiable.

5-4-2 Característica físico-química del suelo

En cuanto a la característica físico-química del suelo, en la Fig. 5-5 se reúnen sus características por clases de suelo de acuerdo con los resultados del análisis.

En el Cuadro 5-6 se señalan los métodos de análisis y los resultados de los análisis de suelo realizados.

Cuadro 5-5 Característica Físico Química por Clases de Suelo

Clases de suelo	Horizonte	Color de suelo	Veteado	Gley	Humedad	Viscosidad	Compactabilidad (sw)	Humus C (%)	pH		Conductividad eléctrica EC (m·mho/cm)	Bases intercambiables				Aluminio intercambiable Al (me/100 g)	Capacidad de intercambio de bases (CEC) (me/1.000 g)	Saturabilidad de bases	Coeficiente de absorción del ácido fosfórico aprovechable (ppm)	Composición de diámetro de la partícula			Textura del suelo		Densidad aparente (g/cc)	Número de muestra	
									(H ₂ O)	(KCl)		Ca	Mg	K	Na					Arcilla	Limo	Arena	Japón	USDA			
Regosoles de grano grueso	Horizonte superior 10 YR 4/3	-	-	-	Seco	Débil no tiene	15	0,52	5,1	4,2	0,07	2,7	0,77	0,07	0,2	0,6	7,0	53	125	2	16,7	16,2	67,1	SCL	SL	1,46	12 lugares de toma; 11 muestras analizadas
	Horizonte inferior 10 YR 6/4	-	-	-	Semiseco (menos de 1 m)	Débil	14	0,29	5,1	4,0	0,07	2,6	0,81	0,06	0,1	0,8	5,6	64	-	3	18,0	16,4	65,6	SCL	SL	1,51	
Regosoles de grano fino	Horizonte superior 7,5YR 4/3	-	-	-	Semiseco	Mediana	24	0,61	4,9	3,8	0,0	2,5	0,75	0,06	0,0	0,8	22,7	15	585	1	24,5	29,9	45,6	CL	SCL	1,43	3 lugares de toma; 3 muestras analizadas
	Horizonte inferior 7,5YR 4/3	Existe	-	-	Húmedo (1 m aproximadamente)	Mediana	21	0,42	5,6	4,1	0,04	2,8	0,96	0,04	1,2	1,7	16,3	31	-	1	34,3	21,0	44,7	Lic	CL	-	
Gleysoles de grano grueso	Horizonte superior 7,5YR 4/3	-	-	-	Semiseco	Débil	21	0,67	4,7	3,6	0,0	2,6	0,82	0,06	0,0	1,4	7,4	47	650	2	17,9	23,6	58,5	CL	SC	1,34	12 lugares de toma; 12 muestras analizadas
	Horizonte inferior 7,5YR 5/3	Existe	G	-	Mucha humedad (menos de 1 m)	Débil	18	0,38	4,8	3,6	0,0	2,7	0,85	0,06	0,0	2,3	9,9	37	-	1	22,2	20,7	57,0	CL	SCL	-	
Gleysoles de grano fino	Horizonte superior 7,5YR 4/2	-	-	-	Húmedo	Mediana	19	0,58	4,7	3,5	0,0	2,8	0,80	0,09	0,0	1,5	15,0	25	325	3	25,9	26,9	47,2	Lic	SCL	0,59	12 lugares de toma; 12 muestras analizadas
	Horizonte inferior 10 YR 5/2	Contenido	G	-	Mucha humedad (menos de 1 m)	Fuerte	18	0,50	4,7	3,3	0,0	2,9	0,90	0,06	0,0	3,4	14,8	26	-	1	36,5	23,2	40,3	Lic	CL	-	
Planosoles	Horizonte superior 7,5YR 4/2	-	-	-	Semiseco	Mediana	24	0,73	4,7	3,6	0,05	2,7	0,84	0,08	0,05	1,6	12,2	30	640	2	23,1	28,0	48,9	CL	L	1,38	15 lugares de toma; 15 muestras analizadas
	Horizonte inferior 7,5YR 5/2	Contenido	G	-	Húmedo (1 m aproximadamente)	Mediana	22	0,33	4,8	3,5	0,01	2,8	0,88	0,05	0,07	3,4	11,9	32	-	1	31,9	20,2	47,9	Lic	SCL	1,71	
Planosoles húmicos	Horizonte superior 7,5YR 3/1	-	-	-	Húmedo	Débil	22	1,08	5,0	3,7	0,0	2,8	0,83	0,07	0,0	0,8	13,3	28	630	2	21,1	23,5	55,4	CL	SCL	1,40	3 lugares de toma; 2 muestras analizadas
	Horizonte inferior 10 YR 4/3	Existe	G	-	Mucha humedad (menos de 50 cm)	Débil	12	0,21	5,7	4,2	0,3	2,8	0,84	0,04	0,5	0,2	10,1	41	-	2	31,1	11,9	57,0	SC	SCL	-	
Acrisoles	Horizonte superior 5 YR 4/6	-	-	-	Semiseco	Mediana	22	0,86	5,2	4,1	0,01	2,7	0,84	0,13	0,02	0,4	10,4	35	540	1	29,2	27,3	43,5	Lic	CL	1,66	4 lugares de toma; 4 muestras de analizadas
	Horizonte inferior 2,5YR 5/8	-	-	-	Semiseco (menos de 1 m)	Fuerte	20	0,49	5,3	4,1	0,0	2,9	0,95	0,12	0,1	0,7	10,6	38	-	1	36,7	22,9	40,4	Lic	CL	-	
Fluvisoles	Horizonte superior 10 YR 7/3	-	-	-	Semiseco	No tiene	Rala	No tiene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SL	-	3 lugares de toma
	Horizonte inferior 10 YR 7/3	-	-	-	Húmedo	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SL	-	

Cuadro 5-6 Resultados del Análisis de Suelo

(1) Método del análisis de suelo

Item analizados	Método de análisis
Humus (C: carbono orgánico)	Método de Tyurin.
PH	Método de electrodo de vidrio (suelo: H ₂ O o KCl = 1:2,5)
Bases intercambiables (cálcio, magnesio, potasio y sodio)	① Método de lixiviación con una normalidad de acetado de amonio (PH: 7,0). ② Medición con el método de luminosidad de absorción atómica (para Calcio y Magnesio). ③ Medición con el método de luminosidad de llama (para Potasio y Sodio).
Aluminio intercambiable	① Método de lixiviación con una normalidad de cloruro de potasio. ② Medición con el método de YUAN.
Capacidad de intercambio de bases (CEC)	Método de lixiviación con una normalidad de acetado de amonio (PH: 7,0).
Coefficiente de absorción de ácido fosfórico	Método de fosfato de amonio.
Acido fosfórico aprovechable	Método de Truog.
Composición de diámetro de la partícula	Análisis con pipeta.
Densidad aparente	Medición en el campo.
Curva de neutralización	Neutralización con carbonato cálcico.

Nota: En cuanto al coeficiente de absorción del ácido fosfórico, la densidad aparente y la curva de neutralización, fueron analizados sólo en las calicatas típicas.

(2) Items registrados en la lista de los resultados del análisis del suelo

* Número de calicatas: Como se señalan en la Fig. 5-4, enumerar las calicatas con una serie de número.

- * Horizonte: Clasificar en 4 horizontes ordenadamente de arriba abajo: Horizonte-1, Horizonte-2, Horizonte-3, y Horizonte 4.
- * Profundidad: Indicar la profundidad en cm de cada horizonte.
- * Humus (C): El humus se indica en porcentaje (%) sustituyendo con el contenido de carbono orgánico (C) basado en el método de Tyurin. Para calcular el contenido de humus es necesario multiplicar el contenido de carbono orgánico (C) por 1.725 (coeficiente).
- * PH (H₂O) y PH (KCl): Indicar el valor medido con el método de electrodo de vidrio.
- * Conductividad eléctrica (EC): Indicar el valor medido en m.mho/cm.
- * Bases intercambiables: Indicar el valor medido en me/100 g basado en el método de lixiviación con una normalidad de acetado de amonio (PH: 7,0).
- * Capacidad de intercambio de bases (CEC): Indicar el valor medido en me/100 g basado en el método de lixiviación con una normalidad de acetato de amonio (PH: 7,0).
- * Saturabilidad de bases: Indicar el valor en porcentaje (%), dividiendo el volumen total de bases intercambiables (Ca + Ma + K + Na) por la capacidad de intercambio de bases (CEC).
- * Coeficiente de absorción del ácido fosfórico: Indicar el valor medido basado en el método de fosfato de amonio. (Indicar el volumen (mg) de ácido fosfórico que es absorbido, por 100 g de suelo).
- * Acido fosfórico aprovechable: Indicar el valor medido (ppm), basado en el método de Truog.
- * Composición de diámetro de la partícula: Después de clasificar el suelo en arcilla, limo y arena basado en el análisis con pipeta, indicar sus respectivas proporciones de composición en %.
- * Textura de suelo: Clasificar la textura de suelo de acuerdo con el método del Japón y del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA).

* Clases de suelo: Según el sistema de clasificación de suelo de FAO/UNESCO, en:

Re-c; Regosoles de grano grueso	Pl; Planosoles
Re-f; Regosoles de grano fino	Pl-h; Planosoles húmicos
Gl-c; Gleysoles de grano grueso	Ac; Acrisoles
Gl-f; Gleysoles de grano fino	Fl; Fluvisoles

Lista de los Resultados del Análisis de Suelo

Número de las calicatas	Horizonte	Profundidad (cm)	Humus C (%)	pH		Conductividad eléctrica EC (m-mho/cm)	Bases intercambiables (me/100 g)				Aluminio intercambiable (me/100 g)	Capacidad de intercambio de bases (CEC, me/100 g)	Saturabilidad de bases (%)	Coeficiente de absorción del ácido fosfórico	Acido fosfórico aprovechable (ppm)	Composición de diámetro de la partícula (%)			Textura de suelo		Peso específico (g/cc)	Clasificación de suelo
				H ₂ O	KCl		Ca	Mg	K	Na						Arcilla	Limo	Arena	Japón	USDA		
1	1	0 ~ 15	0,63	4,6	3,7	0,0	2,6	1,01	0,12	0,0	0,8	9,4	40	-	1	10,8	18,0	71,2	SL	SL		Gl - c
	2	16 ~ 42	0,52	4,6	3,7	0,0	3,0	1,00	0,07	0,0	1,2	7,9	52	-	2	11,6	13,6	74,8	SL	SL		
	3	43 ~ 100	0,72	4,4	3,6	0,0	3,2	1,00	0,07	0,0	1,4	9,1	47	-	1	11,6	18,0	70,4	SL	SL		
2	1	0 ~ 5	0,63	4,5	3,8	0,0	2,1	0,74	0,12	0,0	0,4	2,9	102	-	5	14,4	16,4	69,2	SL	SL		Gl - c
	2	6 ~ 26	0,57	4,7	3,8	0,0	2,7	0,80	0,09	0,0	2,2	6,6	54	-	10	14,8	14,0	71,2	SL	SL		
	3	27 ~ 45	0,09	5,0	4,0	0,0	3,0	0,90	0,01	0,0	0,8	12,7	31	-	4	7,6	28,0	64,4	L	SL		
3	1	0 ~ 35	0,57	5,6	5,1	0,0	2,6	0,73	0,06	0,3	0,1	5,2	71	-	4	20,7	11,3	68,0	SCL	SCL		Re - c
	2	36 ~ 45	0,42	6,0	5,6	0,61	3,0	0,86	0,07	0,7	0,0	3,7	125	-	6	20,7	9,3	70,0	SCL	SCL		
	3	46 ~ 100	0,35	6,5	6,0	0,81	3,2	0,98	0,07	0,8	0,0	5,4	94	-	16	22,7	11,3	66,0	SCL	SCL		
4	1	0 ~ 17	0,98	4,9	3,8	0,0	2,9	0,88	0,13	0,0	1,1	5,5	71	-	1	10,8	14,0	75,2	SL	SL		Re - c
	2	18 ~ 40	0,44	4,9	4,0	0,0	3,0	0,89	0,08	0,0	0,6	10,4	38	-	1	16,8	32,0	51,2	CL	L		
	3	41 ~ 60	0,44	4,7	3,9	0,0	2,4	0,79	0,11	0,0	0,4	3,9	85	-	2	15,8	23,4	60,8	CL	SL		
5	1	0 ~ 13	0,66	4,7	3,8	0,0	2,7	0,71	0,02	0,0	0,7	3,9	88	-	1	7,6	38,0	54,4	L	SL		Re - c
	2	14 ~ 24	0,47	4,7	3,8	0,0	2,8	0,93	0,09	0,0	1,0	8,7	44	-	1	13,2	19,0	68,8	SL	SL		
	3	25 ~ 100	0,19	5,1	3,7	0,0	3,1	0,92	0,12	0,0	0,9	7,0	59	-	1	22,8	24,0	53,2	CL	SCL		
7	1	0 ~ 10	0,43	4,7	3,8	0,0	2,8	0,68	0,05	0,0	0,7	9,6	37	125	3	17,3	6,0	76,7	SCL	SL	1,46	
	2	11 ~ 80	0,29	4,9	4,0	0,0	2,6	0,59	0,02	0,0	0,3	2,6	123	-	1	17,3	8,0	74,7	SCL	SL	1,51	Re - c
8	1	0 ~ 20	0,74	4,5	3,4	0,0	2,8	0,91	0,06	0,0	1,8	20,4	18	-	2	26,7	39,3	34,0	Lic	L		Gl - c
	2	21 ~ 45	0,29	5,1	3,4	0,0	2,6	0,79	0,05	0,0	4,5	9,5	36	-	1	40,7	23,3	36,0	Lic	C		
9	1	0 ~ 23	1,97	4,8	3,7	0,0	2,9	0,91	0,08	0,0	1,2	22,3	17	-	2	21,6	34,0	44,8	CL	L		Pl - h
	2	24 ~ 35	0,42	5,1	3,4	0,0	3,0	0,85	0,02	0,0	0,5	6,8	57	-	1	15,6	24,0	60,4	CL	SL		
	3	36 ~ 60	0,28	5,6	4,0	0,11	3,2	0,96	0,06	0,5	0,3	17,8	27	-	2	47,6	9,2	43,2	HC	C		
10	1	0 ~ 25	0,62	5,0	3,7	0,0	2,8	0,78	0,05	0,0	0,6	8,9	41	630	2	22,9	15,3	61,8	SCL	SCL		Pl - h
	2	26 ~ 42	0,14	5,4	4,2	0,0	2,2	0,66	0,02	0,0	0,2	2,4	120	-	1	16,9	15,3	67,8	SCL	SL		
	3	43 ~	0,13	5,8	4,4	0,61	2,4	0,74	0,02	0,5	0,0	3,4	108	-	1	16,9	13,3	69,8	SCL	SL		
12	1	0 ~ 30	0,38	5,3	4,2	0,0	1,9	0,65	0,08	0,0	0,0	27,9	9	620	1	24,7	20,0	55,3	CL	SCL	1,46	Re - f
	2	31 ~ 70	0,29	5,1	3,5	0,0	2,2	0,73	0,04	0,0	1,0	20,4	15	-	1	28,7	14,0	57,3	SC	SCL		
13	1	0 ~ 14	0,81	4,8	4,0	0,0	2,2	0,75	0,03	0,0	0,5	3,7	81	-	4	18,7	20,5	60,8	CL	SL		Re - c
	2	15 ~ 40	0,18	4,9	4,0	0,0	2,6	0,75	0,03	0,0	0,4	3,3	102	-	3	14,7	22,5	62,8	L	SL		
	3	41 ~ 65	0,32	5,2	4,1	0,0	2,3	0,63	0,03	0,0	1,2	2,0	148	-	3	16,7	24,5	58,8	CL	SL		
14	1	0 ~ 35	0,57	5,1	3,5	0,0	2,8	0,81	0,04	0,0	1,2	34,3	11	550	1	32,7	22,0	45,3	Lic	SCL	1,45	Re - f
	2	36 ~ 65	0,37	7,4	5,7	0,15	3,2	1,30	0,06	4,0	0,0	17,6	49	-	1	40,7	20,0	39,3	Lic	C		
15	1	0 ~ 17	1,83	4,5	3,7	0,0	2,2	0,69	0,14	0,0	1,4	9,4	32	-	2	9,6	19,6	70,8	SL	SL		Re - c
	2	18 ~ 45	0,10	4,9	3,9	0,0	2,5	0,83	0,11	0,0	0,6	5,6	61	-	1	12,8	18,0	69,2	SL	SL		
	3	46 ~ 70	0,42	4,6	3,7	0,0	2,6	1,03	0,01	0,0	0,0	10,2	36	-	1	9,6	11,6	78,8	SL	SL		
16	1	0 ~ 12	1,09	5,2	3,6	0,0	2,9	0,98	0,08	0,1	1,1	6,8	60	-	2	11,6	41,6	46,8	L	L		Gl - c
	2	13 ~ 35	0,49	4,6	3,5	0,0	3,1	1,01	0,04	0,0	1,7	7,5	55	-	2	17,6	30,0	52,4	CL	SL		
	3	36 ~ 100	0,51	4,8	3,4	0,0	2,6	1,00	0,10	0,0	2,4	5,1	73	-	1	29,6	29,6	40,8	Lic	CL		
18	1	0 ~ 30	0,46	4,9	3,4	0,0	2,3	0,68	0,03	0,0	2,0	11,6	26	200	1	28,7	28,0	43,3	Lic	CL		Gl - f
	2	31 ~ 60	0,39	5,1	3,3	0,0	3,0	0,93	0,04	0,0	4,1	5,4	74	-	1	38,7	26,0	35,3	Lic	CL		

Lista de los resultados del Análisis de Suelo

Número de las calicatas	Horizonte	Profundidad (cm)	Humus C (%)	pH		Conductividad eléctrica EC (m·mho/cm)	Bases intercambiables (me/100 g)				Aluminio intercambiable (me/100 g)	Capacidad de intercambio de bases (CEC, me/100 g)	Saturabilidad de bases (%)	Coeficiente de absorción del ácido fosfórico	Acido fosfórico aprovechable (ppm)	Composición de diámetro de la partícula (%)			Textura de suelo		Peso específico (g/cc)	Clasificación de suelo
				H ₂ O	KCl		Ca	Mg	K	Na						Arcilla	Limo	Arena	Japón	USDA		
19	1	0~19	0,49	4,9	3,6	0,0	2,7	0,79	0,07	0,0	0,9	7,9	45	-	1	19,3	20,0	60,7	CL	SL	Ge - c	
	2	20~65	0,32	4,7	3,6	0,0	3,1	0,75	0,04	0,0	0,9	6,4	61	-	1	21,2	28,0	50,8	CL	L		
	3	66~85	0,46	4,9	3,3	0,0	3,0	1,00	0,09	0,0	4,0	27,3	15	-	1	32,7	10,5	56,8	SC	SCL		
20	1	0~13	1,59	4,8	3,7	0,0	3,0	0,97	0,13	0,0	0,7	5,0	82	-	2	17,6	41,6	40,8	CL	L	Pe	
	2	14~52	0,32	4,7	3,5	0,0	2,7	0,91	0,08	0,0	2,2	6,4	58	-	1	19,6	30,0	50,4	CL	L		
	3	53~105	0,35	5,0	3,2	0,0	3,1	1,00	0,02	0,0	7,4	15,3	27	-	1	53,6	18,0	28,4	HC	C		
21	1	0~14	0,66	4,6	3,7	0,0	2,8	0,81	0,13	0,0	1,2	4,7	80	-	1	18,8	34,0	47,2	CL	L	Ge - c	
	2	15~37	0,64	4,7	3,6	0,0	3,0	0,80	0,02	0,0	1,6	5,0	76	-	1	13,6	32,0	54,4	L	SL		
	3	38~58	0,44	4,8	3,7	0,0	2,8	0,83	0,11	0,0	1,5	4,2	89	-	1	16,8	30,0	53,2	CL	SL		
	4	59~100	0,39	5,1	3,3	0,0	2,7	0,76	0,13	0,0	4,6	10,2	35	-	1	26,8	22,0	51,2	Lic	SCL		
22	1	0~21	0,32	6,6	5,6	0,80	2,4	0,68	0,05	2,4	0,0	3,3	167	-	6	20,7	9,3	70,0	SCL	SCL	Re - c	
	2	22~41	0,56	4,4	3,5	0,0	2,3	0,75	0,03	0,0	1,2	8,0	39	-	1	14,8	32,0	53,2	L	SL		
	3	42~61	0,32	4,4	3,4	0,0	2,9	0,90	0,01	0,0	1,7	6,2	61	-	1	24,8	24,0	51,2	CL	SCL		
23	1	0~15	0,56	4,4	3,5	0,0	2,3	0,75	0,03	0,0	1,2	8,0	39	-	1	14,8	32,0	53,2	L	SL	Pl	
	2	16~50	0,32	4,4	3,4	0,0	2,9	0,90	0,01	0,0	1,7	6,2	61	-	1	24,8	24,0	51,2	CL	SCL		
	3	51~112	0,28	4,2	3,1	0,0	2,7	0,96	0,01	0,0	5,0	14,2	26	-	1	40,8	14,0	45,2	Lic	SC		
24	1	0~20	1,51	4,3	3,4	0,0	3,0	0,89	0,23	0,0	1,4	31,9	13	-	1	22,7	18,5	58,8	SCL	SCL	Gl - f	
	2	21~30	0,78	4,7	3,5	0,0	2,6	0,93	0,24	0,0	1,0	16,2	23	-	1	28,7	26,5	44,8	Lic	CL		
25	1	0~40	0,42	5,5	4,5	0,0	2,9	0,93	0,11	0,8	0,2	3,0	141	-	4	21,3	14,0	64,7	SCL	SCL	Re - c	
	2	41~100	0,21	5,0	3,8	0,0	2,0	0,63	0,09	0,0	0,4	4,9	56	-	5	19,3	12,0	68,7	SCL	SL		
26	1	0~25	0,77	4,4	3,4	0,0	2,8	0,80	0,06	0,0	1,4	19,3	19	-	1	26,2	28,5	45,3	Lic	L	Gl - f	
	2	26~40	0,39	4,9	3,0	0,0	2,8	0,78	0,11	0,0	8,3	40,9	9	-	1	54,2	20,5	25,3	HC	C		
27	1	0~30	1,47	4,9	3,7	0,0	2,8	0,65	0,10	0,0	1,7	42,4	8	450	10	16,7	16,5	66,8	SCL	SL	0,61 Ge - f	
	2	31~70	0,88	4,8	3,3	0,0	3,0	1,00	0,05	0,0	1,6	37,1	11	-	1	48,7	24,5	26,8	HC	C		
28	1	0~7	0,84	4,5	3,5	0,0	2,4	0,73	0,06	0,0	0,8	6,2	51	-	1	22,2	16,5	61,3	SCL	SCL	Ge - f	
	2	8~30	0,46	4,6	3,5	0,0	2,8	0,81	0,03	0,0	0,6	3,9	93	-	1	22,2	12,5	65,3	SCL	SCL		
29	1	0~5	0,38	5,2	4,2	0,0	2,4	0,78	0,05	0,0	0,2	4,9	66	-	1	18,7	16,5	64,8	SCL	SL	Ac	
	2	6~40	0,21	5,3	4,0	0,0	2,7	0,91	0,03	0,0	0,2	4,5	81	-	1	20,7	18,5	60,8	SCL	SCL		
30	1	0~13	1,41	5,0	4,3	0,0	2,9	0,95	0,33	0,0	0,0	11,9	35	-	32	13,6	41,6	44,8	L	L	Ge - f	
	2	14~52	0,47	4,7	3,6	0,0	3,0	0,90	0,10	0,0	1,0	5,2	77	-	7	14,8	26,8	58,4	L	SL		
	3	53~105	0,07	4,9	3,2	0,0	2,8	0,63	0,02	0,0	4,4	11,3	31	-	1	30,8	24,0	45,2	Lic	SCL		
31	1	0~17	0,33	5,0	3,6	0,0	2,8	0,78	0,09	0,0	0,8	6,4	57	-	1	24,8	13,4	61,8	SCL	SCL	Re - c	
	2	18~30	0,12	4,9	3,6	0,0	3,1	0,86	0,04	0,0	1,0	6,0	67	-	1	24,8	13,4	61,8	SCL	SCL		
	3	31~63	0,05	5,0	3,6	0,0	2,6	0,93	0,09	0,0	0,9	4,1	88	-	1	26,8	11,4	61,8	SC	SCL		
32	1	0~17	1,31	4,5	3,5	0,0	2,7	0,78	0,11	0,0	2,1	14,4	25	-	1	21,6	43,6	34,8	CL	L	Pl	
	2	18~42	0,47	4,6	3,6	0,0	2,8	0,80	0,03	0,0	1,1	3,8	96	-	2	15,6	26,0	58,4	CL	SL		
	3	43~72	0,28	4,6	3,3	0,0	2,7	0,69	0,01	0,0	4,5	6,6	52	-	1	25,6	14,0	60,4	SC	SCL		
	4	73~	0,18	4,2	3,3	0,0	2,1	0,63	0,11	0,0	3,3	4,2	68	-	1	22,8	18,0	59,2	SCL	SCL		
33	1	0~13	1,49	4,4	3,5	0,0	2,4	0,70	0,14	0,0	1,3	40,3	8	900	3	26,8	25,4	47,8	Lic	SCL	Pl	
	2	14~18	0,04	4,8	3,5	0,0	2,8	0,59	0,04	0,0	0,5	32,6	11	-	1	30,8	25,4	43,8	Lic	CL		
	3	19~90	0,19	4,7	3,2	0,0	3,0	0,78	0,09	0,0	2,1	21,4	18	-	1	44,8	11,4	43,8	Lic	C		
34	1	0~13	0,58	4,3	3,4	0,0	2,4	0,75	0,08	0,0	0,9	10,9	30	400	2	30,8	19,4	49,8	Lic	SCL	1,41 Pl	
	2	14~48	0,26	4,6	3,3	0,0	2,8	0,83	0,04	0,0	2,3	7,9	46	-	1	28,8	19,4	51,8	Lic	SCL		
	3	49~105	0,10	4,7	3,2	0,0	3,0	0,88	0,03	0,0	2,1	6,6	59	-	1	32,8	35,4	31,8	Lic	CL		

Lista de los Resultados del Análisis de Suelo

Número de las calicatas	Horizonte	Profundidad (cm)	Humus C (%)	pH		Conductividad eléctrica EC (m'mho/cm)	Bases intercambiables (me/100 g)				Aluminio intercambiable (me/100 g)	Capacidad de intercambio de bases (CEC, me/100 g)	Saturabilidad de bases (%)	Coeficiente de absorción del ácido fosfórico	Acido fosfórico aprovechable (ppm)	Composición de diámetro de la partícula (%)			Textura de suelo		Peso específico (g/cc)	Clasificación de suelo
				H ₂ O	KCl		Ca	Mg	K	Na						Arcilla	Limo	Arena	Japón	USDA		
35	1	0~7	1,29	4,9	3,8	0,0	2,3	0,72	0,07	0,0	0,4	4,5	69	-	3	7,6	23,2	69,2	SL	SL		P1
	2	8~45	0,35	4,5	3,7	0,0	2,5	0,86	0,05	0,0	0,8	7,1	48	-	1	11,6	22,0	66,4	SL	SL		
	3	46~100	0,21	4,6	3,1	0,0	1,8	0,53	0,01	0,0	5,0	15,5	15	-	1	32,8	16,0	51,2	Lic	SCL		
36	1	0~15	0,47	5,1	4,1	0,0	2,8	0,66	0,07	0,0	0,5	10,2	35	-	2	11,6	8,0	80,4	SL	SL		Re - c
	2	16~43	0,60	4,9	4,1	0,0	2,5	0,68	0,05	0,0	0,5	28,4	11	-	1	11,6	8,0	80,4	SL	SL		
	3	44~60	0,29	4,9	4,2	0,0	3,0	0,88	0,07	0,0	0,3	2,7	146	-	1	8,8	10,0	81,2	SL	LS		
	4	61~93	0,34	4,5	4,2	0,0	2,2	0,73	0,01	0,0	0,3	3,3	89	-	3	4,8	20,8	74,4	SL	LS		
37	1	0~30	0,63	4,7	3,6	0,0	2,8	0,71	0,13	0,0	1,7	7,9	46	-	1	13,2	46,0	40,8	SiL	L		P1
	2	31~80	0,32	5,0	3,5	0,0	2,7	0,80	0,01	0,0	2,5	6,3	56	-	1	25,6	32,0	42,4	Lic	L		
	3	81~100	0,46	5,0	3,4	0,0	2,9	0,86	0,05	0,0	3,0	12,9	30	-	1	19,6	30,0	50,4	CL	L		
38	1	2~28	0,6	4,8	3,7	0,0	2,3	0,71	0,03	0,0	0,9	5,0	61	-	1	20,7	21,3	58,0	CL	SCL		Gl - c
	2	29~50	0,29	4,8	3,7	0,0	2,6	0,75	0,04	0,0	0,7	3,8	89	-	1	22,7	13,3	64,0	CL	SCL		
39	1	0~44	1,47	4,7	3,9	0,0	2,0	0,68	0,03	0,0	1,2	4,4	62	-	1	7,0	12,0	80,4	SL	LS		Gl - c
	2	45~64	0,51	4,7	4,0	0,0	2,6	0,78	0,01	0,0	0,8	8,1	42	-	1	7,6	22,0	70,4	SL	SL		
	3	65~100	0,19	4,9	4,1	0,0	3,0	0,82	0,01	0,0	0,4	4,1	93	-	1	5,6	22,0	72,4	SL	SL		
40	1	0~25	0,69	4,8	3,4	0,0	2,6	0,78	0,06	0,0	1,3	8,0	43	-	2	20,9	25,3	53,8	CL	SCL		Gl - c
	2	26~58	0,18	4,8	3,4	0,0	2,5	0,76	0,07	0,0	2,4	8,2	41	-	1	26,9	19,3	53,8	Lic	SCL		
41	1	0~30	0,90	6,4	5,8	0,85	3,6	1,33	0,07	0,8	0,0	13,2	44	-	2	20,9	23,3	55,8	CL	SCL		P1
	2	31~48	0,26	6,8	6,1	1,65	3,5	1,88	0,07	1,0	0,0	19,9	47	-	1	22,9	43,3	33,8	CL	L		
42	1	0~45	0,39	4,7	3,3	0,0	2,8	0,80	0,04	0,0	2,4	10,6	34	350	1	32,2	14,5	53,3	Lic	SCL	1,36	P1
	2	46~70	0,30	4,8	3,1	0,0	3,1	0,95	0,07	0,0	4,9	19,5	21	-	1	46,9	17,3	35,8	HC	C		
42	1	0~10	1,52	4,6	3,7	0,0	2,5	0,74	0,03	0,0	1,0	15,0	22	-	2	11,6	16,0	72,4	SL	SL		Re - c
	2	11~61	0,22	4,8	3,6	0,0	2,9	0,93	0,02	0,0	1,7	4,9	79	-	1	11,6	20,0	68,4	SL	SL		
	3	62~110	0,32	5,1	3,3	0,0	2,9	0,77	0,02	0,0	4,8	10,9	34	-	1	28,8	20,0	51,2	Lic	SCL		
43	1	0~30	1,09	4,4	3,6	0,0	2,9	0,86	0,07	0,0	1,3	7,0	55	-	2	13,6	52,0	34,4	SiL	SiL		Re - f
	2	31~64	0,61	4,5	3,6	0,0	2,4	0,73	0,04	0,0	1,4	4,7	67	-	1	18,8	42,8	38,4	CL	L		
	3	65~100	0,57	4,5	3,3	0,0	3,2	0,98	0,03	0,0	5,4	12,4	34	-	1	42,8	20,8	36,4	Lic	C		
44	1	0~15	1,19	4,4	3,3	0,0	2,8	0,93	0,08	0,0	2,5	21,4	18	800	1	32,9	21,3	45,8	Lic	SCL	1,21	P1
	2	16~40	0,29	4,6	3,3	0,0	2,2	0,73	0,04	0,0	2,2	7,0	42	-	1	32,9	31,3	35,8	Lic	CL		
46	1	0~32	1,19	4,5	3,7	0,0	2,3	0,76	0,03	0,0	1,1	7,4	42	-	1	20,7	20,0	59,3	CL	SCL		Gl - c
47	1	0~34	1,47	4,7	3,5	0,0	2,2	0,66	0,08	0,0	1,3	17,4	17	-	1	39,2	21,4	39,4	Lic	CL		Ac
	2	35~52	0,88	4,9	3,5	0,0	3,2	1,10	0,03	0,0	2,3	10,7	40	-	1	43,2	21,4	35,4	Lic	C		
48	1	0~15	1,16	5,6	4,4	0,08	3,1	1,02	0,38	0,2	0,1	9,6	49	400	2	30,7	43,3	26,0	Lic	CL	1,46	Ac
	2	16~38	0,85	5,4	4,4	0,0	3,4	0,98	0,22	0,0	0,1	9,0	51	-	1	34,7	35,3	30,0	Lic	CL		
	3	39~95	0,39	5,7	4,6	0,0	2,9	0,89	0,35	0,4	0,2	12,3	37	-	1	47,2	23,4	29,4	HC	C		
49	1	0~34	1,39	4,4	3,4	0,0	2,9	0,81	0,01	0,0	4,2	23,9	16	-	1	25,6	38,0	36,4	Lic	L		P1
	2	35~44	0,73	4,7	3,5	0,0	2,9	0,80	0,02	0,0	2,1	6,5	57	-	1	24,8	30,0	45,2	CL	L		
	3	45~70	0,43	4,8	3,6	0,0	2,8	0,86	0,02	0,0	0,7	7,1	52	-	1	11,6	1,2	87,2	LS	LS		
50	1	0~8	0,84	4,6	3,5	0,0	3,0	0,84	0,07	0,0	1,7	5,1	77	-	1	29,2	37,4	33,4	Lic	CL		Gl - f
	2	9~26	0,29	4,5	3,5	0,0	3,2	1,00	0,04	0,0	1,7	3,8	112	-	2	31,2	29,4	39,4	Lic	CL		
51	1	0~23	0,04	4,6	3,6	0,0	2,8	0,80	0,06	0,0	1,0	5,0	73	-	1	18,7	26,0	55,3	CL	SL		Gl - c

Lista de los Resultados del Análisis de Suelo

Número de las calicatas	Horizonte	Profundidad (cm)	Humus C (%)	pH		Conductividad eléctrica EC (m·mho/cm)	Bases intercambiables (me/100 g)				Aluminio intercambiable (me/100 g)	Capacidad de intercambio de bases (CEC, me/100 g)	Saturabilidad de bases (%)	Coeficiente de absorción de ácido fosfórico	Acido fosfórico aprovechable (ppm)	Composición de diámetro de la partícula (%)			Textura de suelo		Peso específico (g/cc)	Clasificación de suelo
				H ₂ O	KCl		Ca	Mg	K	Na						Arcilla	Limo	Arena	Japón	USDA		
52	1	0~5	1,19	4,6	3,5	0,0	2,9	0,65	0,10	0,0	1,2	6,6	55	-	3	28,2	22,5	49,3	Lic	SCL	G1 - f	
	2	6~12	0,57	4,6	3,4	0,0	2,8	0,81	0,04	0,0	2,1	9,1	40	-	1	32,2	14,5	53,3	Lic	SCL		
53	1	0~31	1,15	4,6	3,5	0,0	2,8	0,90	0,07	0,0	2,1	10,4	36	-	1	17,2	42,0	40,8	CL	L	P1	
	2	32~70	0,70	4,4	3,5	0,0	2,9	0,74	0,01	0,0	1,0	6,9	53	-	1	22,8	26,0	51,2	CL	SCL		
	3	71~110	0,38	4,6	3,1	0,0	2,6	0,78	0,01	0,0	7,3	16,5	21	-	1	36,8	8,0	55,2	SC	SC		
54	1	0~28	1,23	4,6	3,6	0,0	2,7	0,83	0,05	0,0	0,8	9,1	39	-	3	33,2	41,4	25,4	Lic	CL	G1 - f	
	2	29~40	0,74	4,7	3,5	0,0	2,9	1,30	0,02	0,0	1,2	5,4	78	-	1	31,2	41,4	27,4	Lic	CL		
55	1	0~17	0,99	4,5	3,6	0,0	2,8	0,93	0,11	0,0	1,0	8,6	45	-	2	13,6	16,0	70,4	SL	SL	P1	
	2	18~50	0,39	4,7	3,8	0,0	2,0	0,63	0,01	0,0	0,8	7,2	37	-	2	10,8	26,0	63,2	L	SL		
	3	51~75	0,56	4,5	3,2	0,0	2,8	0,88	0,09	0,0	8,8	14,3	26	-	1	36,8	6,0	57,2	SC	SC		
56	1	0~12	0,74	5,3	4,2	0,0	3,1	0,85	0,08	0,0	0,1	8,9	45	680	1	26,2	28,5	45,3	Lic	L	1,66	Ac
	2	13~50	0,46	5,2	4,3	0,0	2,6	0,93	0,08	0,0	0,0	10,7	34	-	1	26,2	34,5	39,3	Lic	L		
	3	51~90	0,32	5,4	4,2	0,0	3,0	0,91	0,05	0,0	0,0	16,3	25	-	1	42,2	24,5	33,3	Lic	C		
57	1	0~30	0,58	4,5	3,5	0,0	2,6	0,79	0,10	0,0	1,6	4,5	78	750	3	26,8	23,4	49,8	Lic	SCL	1,36	P1
	2	31~64	0,32	4,8	3,5	0,0	3,2	0,86	0,02	0,0	0,9	3,6	113	-	1	27,4	17,3	55,3	SC	SCL	1,71	
	3	65~100	0,33	4,7	3,2	0,0	2,9	0,78	0,05	0,0	6,0	11,4	33	-	1	45,4	13,3	41,3	HC	C		
58	1	0~20	2,18	4,8	4,0	0,0	2,9	0,75	0,13	0,0	0,2	22,3	17	-	2	19,6	41,2	39,2	CL	L	G1 - f	
	2	21~50	0,27	4,6	3,4	0,0	3,0	0,77	0,04	0,0	1,7	6,9	55	-	1	27,6	19,2	51,2	LC	SCL		
	3	51~105	0,49	4,6	3,2	0,0	3,3	0,86	0,02	0,0	6,3	13,1	32	-	1	49,6	14,0	36,4	HC	C		
59	1	0~12	1,03	4,6	3,8	0,0	2,4	0,78	0,38	0,0	0,4	36,1	10	-	8	33,4	27,3	39,3	Lic	CL	P1	
	2	13~30	0,21	4,6	3,6	0,0	2,8	0,73	0,20	0,0	0,4	9,1	41	-	1	31,4	25,3	43,3	Lic	CL		
	3	31~42	0,40	4,7	3,6	0,0	3,1	1,03	0,25	0,0	1,0	20,9	21	-	1	33,4	19,3	47,3	Lic	SCL		
	4	43~80	0,69	4,2	3,2	0,0	2,4	0,73	0,08	0,0	6,0	13,5	24	-	1	39,2	10,0	50,8	Lic	SC		
60	1	0~20	1,36	4,7	3,4	0,0	3,0	0,89	0,08	0,0	2,2	7,9	50	-	3	31,2	28,0	40,8	Lic	CL	G1 - f	
	2	21~55	0,60	4,6	3,3	0,0	3,0	0,86	0,06	0,0	3,8	10,6	37	-	1	31,2	26,0	42,8	Lic	CL		
	3	56~	0,32	4,5	3,2	0,0	2,9	0,81	0,07	0,0	10,6	26,0	15	-	1	51,2	16,0	32,8	HC	C		

(1) Regosoles de grano grueso

Este tipo de suelo acusa un PH de 5,1 tanto en el horizonte superior como en el horizonte inferior, presentando una débil acidez.

Al analizar las bases intercambiables, contiene mucho magnesio, aunque posee poco calcio, potasio y sodio.

Esta tendencia se observa no sólo en los regosoles de grano grueso, sino una característica similar se observa en cualquier otro suelo del área del proyecto.

El coeficiente de absorción del ácido fosfórico es bajo (125), es decir, este tipo de suelo contiene una pequeña cantidad de ácido fosfórico aprovechable.

Por ello, para el cultivo de rubros agrícolas es deseable aplicar una debida cantidad de abono fosforado.

(2) Regosoles de grano fino

Hay gran diferencia de PH entre el horizonte superior y el horizonte inferior, es decir, el valor de PH varía de 4,9 a 5,6.

La acidez del suelo proviene de la existencia de aluminio intercambiable o del lavado de bases intercambiables por las lluvias.

En este caso, el valor de PH en el horizonte inferior es bastante mayor que el del horizonte superior, lo cual significa que en el horizonte superior, la acidificación está avanzada considerablemente a causa de las lluvias.

Por otra parte, la cantidad de aluminio intercambiable no es tan grande como para ocasionar el perjuicio por acidez, y esta característica presenta todo el suelo del área de proyecto.

Las bases intercambiables se hallan más en el horizonte inferior con respecto a otros suelos.

La cantidad de intercambio de bases es de 22,7 me/100 g y es de 16,3 me/100 g en el horizonte inferior, mostrando la mayor cantidad en todos los suelos del área de proyecto.

La capacidad de retención de fertilidad es mayor y el coeficiente de absorción del ácido fosfórico es de 585.

Sin embargo, la cantidad de ácido fosfórico aprovechable es escasa, por lo que para el cultivo de rubros agrícolas es necesario aplicar una debida cantidad de abono fosforado.

(3) Gleysoles de grano grueso

La acidez es bastante fuerte en todo el horizonte, acusando un PH de 4,7 en el horizonte superior y 4,8 en el horizonte inferior, lo cual es debido a que todas las bases se afectaron por la acción del lavado por efecto de las lluvias y aguas subterráneas en el subsuelo de arriba abajo.

Las bases intercambiables cuya característica es semejante a los casos de otros tipos de suelo, pero el contenido de magnesio es ligeramente superior a los demás.

La capacidad de intercambio de bases es un poco menor que la de los regosoles de grano grueso y la capacidad de retención de fertilidad es algo menor.

Sin embargo, la saturabilidad de bases es relativamente alta como el caso de los regosoles de grano grueso.

El coeficiente de absorción del ácido fosfórico es de 650 y es posible esperar la eficiencia con fertilización fosforada.

(4) Gleysoles de grano fino

Este tipo de suelo se caracteriza por su alta acidez igualmente al caso de los gleysoles de grano grueso y, también la causa de acidez es por las mismas causas que los gleysoles de grano grueso.

Por otra parte, se presume que la acumulación de humus sea también una de las causas de acidificación.

Las bases intercambiables tienen una tendencia similar a la de otros suelos, pero la capacidad de intercambio de bases sigue a la de los regosoles de grano fino, mostrando una debida capacidad de retención de fertilidad.

El coeficiente de absorción del ácido fosfórico es de 325, siendo escaso el ácido fosfórico aprovechable, por consiguiente es deseable aplicar una debida cantidad de abono fosforado.

(5) Planosoles

El valor del PH varía de 4,7 a 4,8, mostrando una fuerte acidez.

Entre las bases intercambiables, el contenido de magnesio es abundante, mientras que son escasos el calcio, potasio y sodio.

La capacidad de intercambio de bases es alrededor de 12 me/100 g, mostrando un valor normal entre los suelos del área en estudio y, además, la

saturabilidad de bases alcanza aproximadamente el 30%, por lo que la capacidad de retención de fertilidad sería bastante elevada.

El coeficiente de absorción del ácido fosfórico es de 640, y es posible esperar la eficiencia con fertilización fosforada.

(6) Planosoles húmicos

La característica físico-química no difiere mucho de la de los planosoles.

Este tipo de suelo se caracteriza por su mayor contenido de humus en el horizonte superior, lo cual proviene de la acumulación de materias orgánicas no descompuestas.

(7) Acrisoles

El valor del PH varía de 5,2 a 5,3, mostrando una débil acidez. Entre las bases intercambiales, el contenido de calcio es algo escaso.

Sin embargo, dado que la capacidad de intercambio de bases es alrededor de 10,4 me/100 g, la saturabilidad de bases es el 35% aproximadamente, y el coeficiente de absorción del ácido fosfórico es de 540, por lo que se puede decir que este tipo de suelo es apto para el cultivo de la mayoría de los rubros agrícolas.

5-5 Mejoramiento del suelo

Por mejoramiento del suelo se entiende en mejorar las características físico-químicas y microorgánicas del suelo, con el objeto de mejorar la fertilidad del suelo a fin de aumentar la productividad de los cultivos agrícolas.

De los componentes físico-químicos del suelo, el grado de acidez y de absorción del ácido fosfórico son los más esenciales para el mejoramiento.

De la misma manera, para mejorar la estructura física del suelo, es conveniente efectuar la aplicación de abono orgánico y el cultivo de abono verde.

La deficiencia de ácido fosfórico en el suelo afecta mucho al crecimiento de los cultivos, pero la capacidad de absorción del ácido varía de un suelo a otro.

si la capacidad arriba citada aumenta, el ácido fosfórico se fijaría en el suelo aun cuando se aplique una debida cantidad de abono fosfórico, como

consecuencia natural la disponibilidad de ácido fosfórico aprovechable para los cultivos agrícolas quedaría reducida.

Por lo común, si el coeficiente de absorción del ácido fosfórico sobrepasa 700, es necesario realizar el mejoramiento del suelo.

Sin embargo, en cualquier suelo del área del proyecto, dicho coeficiente es menor de 700, siendo posible esperar una debida eficiencia de fertilización fosforada, por consiguiente no es necesario hacer mejoramiento alguno de suelo.

En vista de lo anterior, a continuación se explica sobre la corrección de acidez y el cultivo de abono verde.

(1) Corrección de acidez

El PH es una de las propiedades más importantes que posee el suelo.

Tanto la condición química como la solubilidad de nutrientes varían según el grado de acidez del suelo, como así también el rizoma o la condición fisiológica es influida por el mismo.

Por ejemplo, el ácido fosfórico, importante nutriente para los cultivos, en un medio predominantemente ácido, se transforma ferroso o fosfato de aluminio quedando muy reducida la solubilidad, mientras que en un medio neutro o alcalino, se transforma en fosfato de calcio acusando una mayor solubilidad.

Referente a los microorganismos del suelo, en un medio ácido, el crecimiento o acción de los mismos es limitada, como así también disminuye la descomposición de materia orgánica, fijación de nitrógeno, etc.

Generalmente, cuando el grado de la acidez de suelo es elevado (el valor del PH es más bajo), la acidez es un problema para el crecimiento de los cultivos.

En el Cuadro 5-7 se indican el límite permisible y el límite óptimo del PH para algunos rubros agrícolas. Los límites citados se determinaron en base a ensayos o experimentos, el mismo da a entender que cuando el PH es mayor a 6,0, casi todas los rubros agrícolas caen dentro del límite permisible excepto algunos rubros característicos.

En cuanto al trigo y soja, rubros a ser introducidos en el área del proyecto como principales cultivos se encuentran dentro del límite óptimo, por lo que se fijará en 6,0 el PH como meta de corrección para los suelos destinados a cultivos secanos.

El arroz de regadío, que es el principal cultivo, es relativamente resistente a la acidez, porque el suelo tiende a neutralizarse por efecto de la acumulación del agua, ver Fig. 5-5.

Por esta razón, la corrección de la acidez se realiza sólo en los suelos para cultivos secanos, mientras que los destinados para arrozales, no se realizará dicha corrección.

Al realizar la corrección del suelo, se aplica generalmente una cierta cantidad de carbonato de calcio o cal viva a efectos de corregir la acidez del suelo, a un valor cercano al límite previsto del PH (6,0), para fijar la cantidad a aplicar de carbonato de calcio, se elaboró el gráfico de curva de neutralización como se señala en la Fig. 5-6, basada en los resultados del análisis de suelo.

En el Cuadro 5-8 se indican las cantidades necesarias de carbonato cálcico para corregir la acidez hasta un valor aproximado de PH 6,0.

Dichas cantidades se calcularon en base al gráfico de curva de neutralización el el supuesto de que se mejore el suelo hasta una profundidad de 15 cm.

Según el Cuadro 5-8, los suelos del tipo regosoles, formadas por suelos relativamente arenosos, la cantidad necesaria de carbonato de cálcico para llegar a un PH de 6,0 es de 1 Tn/Ha, mientras que en los acrisoles, formadas por suelos arcillosos, la cantidad necesaria de carbonato de calcio para llegar a un PH de 6,0 es de 4,1 Tn/Ha.

En los gleysoles y planosoles, la cantidad necesaria de carbonato de calcio varía de 1,9 a 3,6 Tn/Ha.

(2) Cultivo de abono verde

En el área del proyecto, la precipitación es abundante y fuerte con un registro anual aproximado de unos 1.600 mm, así también la temperatura atmosférica es elevada, efecto por el cual se descomponen o se pierden rápidamente las materias orgánicas contenidas en el suelo. Por este motivo, en los terrenos destinados a cultivos secanos, para aumentar la fertilidad favoreciendo la estructuración del suelo es deseable aplicar el abono orgánico o cultivar e incorporar al suelo abono verde.

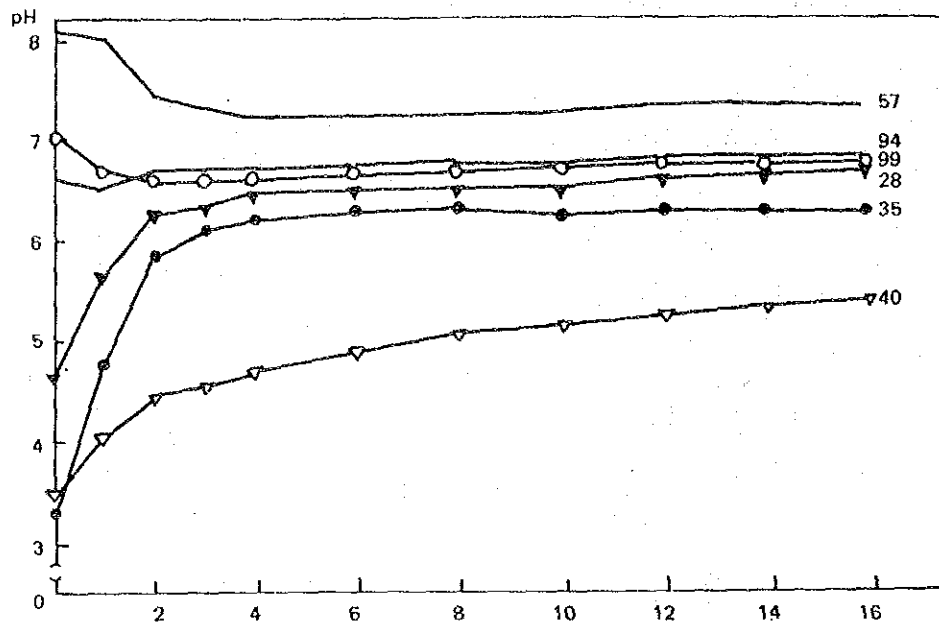
Como el área del proyecto es muy extenso y, además, la ganadería es en forma de pastoreo, resulta difícil juntar una debida cantidad de estiércol, por consiguiente es preferible adoptar el cultivo de abono verde.

Los cultivos para abono verde que contiene alta proporción de carbono, como la fibra bruta y la lignina, se conservan en el suelo durante un largo período.

Por consecuencia, será conveniente introducir los cultivos que contengan alta proporción de estos compuestos como las gramíneas, y entre las cuales se tiene la avena forrajera, centeno forrajero, etc. Por otra parte las leguminosas tienen efecto fertilizante por la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, como ser la soja forrajera, lupino, trébol, alfalfa, etc.

Cuadro 5-7 pH Tolerable y pH Optimo por Cultivo

Nombre de cultivo	pH	
	Margen tolerable	Límite óptimo
Sandía	② 5,0 ~ 6,8	
	③ 5,0 ~ 7,0	
Pimiento	6,0 ~ 6,5	③ 6,0 ~ 6,5
Pepino	② 5,7 ~ 7,2	
Tomate	① 5,2 ~ 6,7	① Acidez próximo a neutro
		② 6,2 ~ 7,2
Berenjena	① Exceptuando fuerte acides y alcalinidad	③ Levemente ácido a neutro
	② 6,0 ~ 7,3	
Melón	② 6,0 ~ 6,8	
Choclo	③ 5,5 ~ 8,0	
Repollo	② 5,5 ~	② Acidez próximo a neutro
Col de chino	② Levemente ácido y levemente alcalino	
Zanahoria	① 5,3 ~ 7,0	② 6,0 ~ 6,6
	② 5,3 ~	
Arveja	① Neutro o levemente alcalino 6,1 ~	
Cebolla	③ 6,3 ~ 7,8	
Batata	① 6,1 ~ 7,7	② Neutro a ligeramente ácido
Papa	② 4,5 ~ 7,0	② 5,0 ~ 6,0
	① 5,0 ~ 5,3	
Rabano	③ Relativamente resistente a la acidez	② 5,8 ~ 6,8
Colocasia	③ 4,0 ~ 9,1	
	② 4,1 ~ 9,1	
Nabo	③ 5,2 ~ 6,8	③ 7,4 ~ 7,6
		② 5,2 ~ 6,8
Chaucha	③ 4,9 ~	③ 5,3 ~ 6,3
	① 5,3 ~ 6,3	
Vid		⑤ Moscatel 7,3 ~ 7,7
		⑤ Delaware 5,0 ~ 7,5 (Uva rojiza)
Ajo		② 5,5 ~ 6,0
Cebada		① 7,0 ~ 7,8
Trigo		① 6,0 ~ 7,0
Soja	① 4,0 ~ 7,0	① 6,0 ~ 6,5
Poroto	① No resistente a la acidez	
Lorium multiflorum	⑧ 6,0 ~ 6,5	
Sorgo	⑧ 6,0 ~ 6,5	
Maíz	① Acido a alcalino	
Pasto sudan	⑧ 5,5 ~ 6,0	
	① 5,0 ~ 8,0	



Número de muestra	Textura de suelo	pH	O. M. %	Fe %	Mn %
28	Arcilla	4,9	2,9	4,70	0,08
35	Arcilla	3,4	6,6	2,60	0,01
40	Arcilla	3,8	7,2	0,08	0,00
57	Limo arcillosa	8,7	2,2	0,63	0,07
94	Arcilla	6,7	2,6	0,96	0,09
99	Limo arcillosa	7,7	4,8	1,55	0,08

Cinética de la solución-PH de seis suelos inundados

Fuente: F. N. Ponnayperuma
 Características físico-química de suelo inundado
 Centro Tecnológico de Alimentos y Fertilizantes,
 ASPAC, Taipei

Fig. 5-5 Variación del PH del Suelo Debida a la inundación

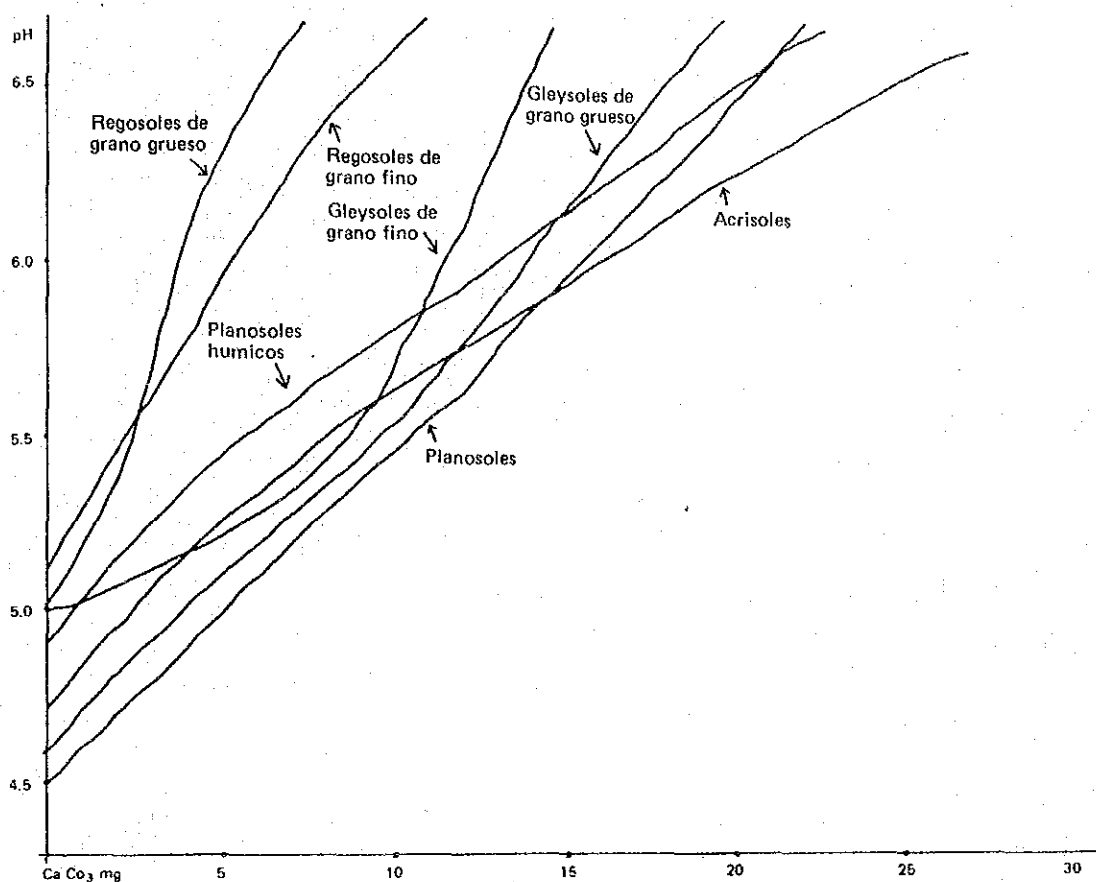


Fig. 5-6 Gráfico de Curva de neutralización

Cuadro 5-8 Tabla de Corrección de Acidéz

	Estado actual pH	Densidad aparente (g/cc)	Cantidad aplicada de carbonato de cálcio (Tn/Ha)		
			pH 5,5	pH 6,0	pH 6,5
Regosoles de grano grueso	5,0	1,46	0,6	1,0	1,4
Regosoles de grano fino	5,1	1,41	0,4	1,2	1,7
Gleysoles de grano grueso	4,6	1,41	1,9	2,9	3,9
Gleysoles de grano fino	5,0	0,99	1,3	1,9	2,2
Planosoles	4,5	1,41	2,3	3,6	5,0
Planosoles humicos	4,9	1,40	1,5	3,0	4,8
Acrisoles	4,7	1,66	2,0	4,1	6,6

Carbonato de cálcio: mg/10g de suelo seco

CAPITULO 6

GEOLOGIA, MECANICA DE SUELO

CAPÍTULO 6 GEOLOGIA, MECANICA DE SUELO

GEOLOGIA

6-1 Situación general de la Geología

La República del Paraguay es un país mediterráneo, situado en la parte sud occidental de la llanura sudamericana, entre la latitud Sur 19° y 28° y la longitud Oeste 54° y 63°, con una extensión aproximada de 407.000 km².

El país se sitúa entre la cordillera de los Andes y el Brasil presentando una geología desuniforme al igual que las demás zonas de sudamérica.

El Río Paraguay, que pasa aproximadamente por el centro del país divide al territorio nacional en dos cuencas una de ellas denominada la cuenca del Paraná y, la otra la cuenca del Chaco.

En la Fig. 6-1 se muestra el mapa de distribución geológica basado en las edades geológicas.

En el Cuadro 6-1 se indica la estratigrafía de las rocas.

La distribución geológica en el Paraguay es la siguiente:

En la parte occidental del Río Paraguay se localiza el estrato cuaternario, en la parte centro Este del mismo río se extiende estrechamente el estrato de la segunda mitad del periodo jurásico, por el lado Oeste de la parte central arriba citada se distribuyen los estratos tales como: pérmico, carbonífero, silúrico; y en la parte oriental del país, o sea por las zonas fronterizas con el Brasil y la Argentina se distribuye el estrato de la segunda mitad del periodo cretáceo.

Como se señala en la Fig. 6-1, en el área en estudio, el estrato cuaternario es dominante con basamento basáltico, y el estrato jurásico está distribuido en la parte restante de dicha área.

El estrato cuaternario está formado por sedimentos aluviales, que consisten en granos muy finos y la mayoría de ellos presentan un color grisáceo o blanco.

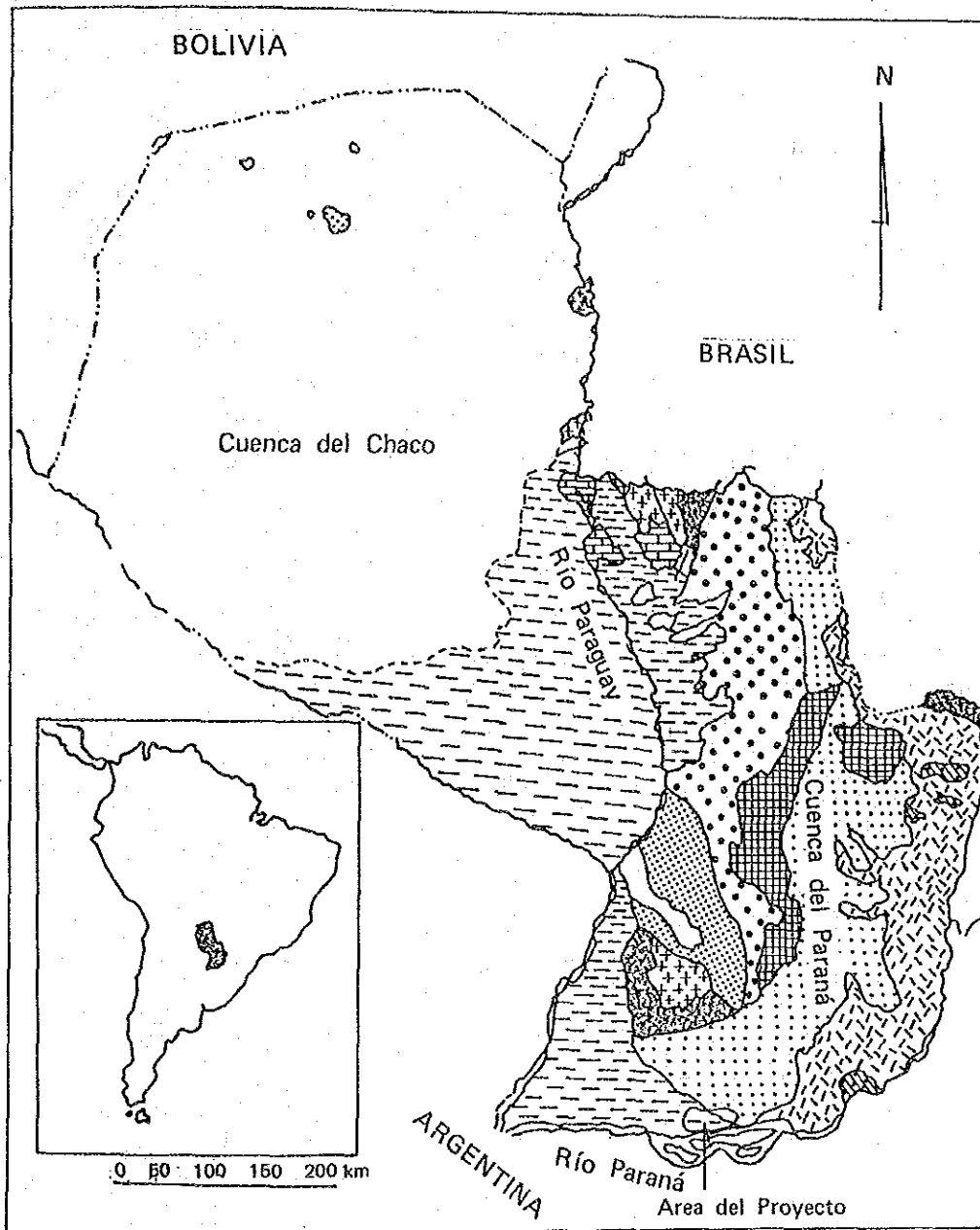
Dichos sedimentos se forman generalmente en las cercanías de los ríos, arroyos o llanos.

Los nuevos sedimentos cuaternarios contienen arcilla, arena y grava en espesas capas, y también algunas capas de yeso.

El suelo está formado generalmente por arcilla, limo y arena de grano fino o mediano, y el nivel de la capa freática es relativamente elevada.

Según datos geológicos de la Entidad Binacional Yacyretá, en la parte inferior del estrato cuaternario, a unos 10 - 50 m de profundidad existe una capa de basalto.

En el estrato de la segunda mitad del período jurásico se observan a simple vista capas acumuladas de arenisca colorada, y arenisca arcillosa, que corren paralelamente. La arenisca es de color rojo y de baja consistencia.













- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---------------------|
|  | Período Cuaternario |  | Período Pérmico |
|  | Período Terciario |  | Período Carbonífero |
|  | Segunda mitad del
Período Cretáceo |  | Período Silúrico |
|  | Primera mitad del
Período Jurásico |  | Período Cámbrico |
|  | Segunda mitad del
Período Jurásico |  | Período Precámbrico |

Fig. 6-1 Mapa geológico del Paraguay

Cuadro 6-1 Perfil de la formación rocosa

Era	Período	Epoca	Estrato	Composición petro- lógica (a simple vista)	
Cenozoica	Cuaternario			Sedimentos aluviales y coluviales, que se han sedimentado mecánicamente.	
	Terciario		SAN ANTONIO	Arenisca Colorada proveniente de la acción fluvial; sin variación.	
			NEMBY	Grupo de olivinobasalto, olivino y nefelina (medio saturado)	
			CHACO	Arcillas y Limos que contiene rocas salinas, yeso y yeso duro.	
Mesozoica	Cretáceo		ACARAY	Arenisca fina continental	
			SAPUCAI	Rocas alcalinas tales como: eselilite shonkinite, fonolita.	
			ALTO PARANÁ	Afloramiento de basalto soleite.	
	Segunda mitad del período jurásico		MISIONES	Arenisca colorada continental proveniente de roca terrosa eólica	
Plenozoica	Pérmico	YBYTYRUZU	PANETAY	Esquisto silíceo conteniendo marga, roca terrosa y cal.	
			INDEPENDENCIA	Arenisca con granos medianos o grandes	
			CERRO CORÁ	Sedimentos mecánicos Provenientes del glacial y esquisto silíceo conteniendo roca terrosa y cal.	
	Primera mitad del período silúrico		ITACURUBI	Arenisca Cariy Lutita Vargas Peña Arenisca e Aya La	Arenisca micácea y arenisca que contiene fósiles.
			CAACUPE	Arenisca Tobati Arenisca Cerro Jha Congjom, paraguairó	Conglomerado basal arenisca granítica, arenisca azucarada.
	Cámbrico		ITAPUCUMI		Calcita calcárea marga, lutita
Precámbrica		VILLA FLORIDA	CAAPUCU	Granito, pórfido, rhyolite	
			SAN MIGUEL	Cuarcita, gneis, esquisto micáceo	

6-2 Estudio de la geología del área del proyecto

Para construir las estructuras principales indispensables para el presente proyecto de desarrollo agrícola, es necesario conocer la condición geológica básica, confirmando la posibilidad de conseguir una suficiente cantidad de materiales en el área para estructuras de hormigón, carreteras y revestido de canales.

Para esto se han examinado los resultados de estudios realizados con relación al proyecto de la Represa de Yacyretá, por otra parte se han realizado los estudios necesarios para el presente proyecto.

6-2-1 Resultados del estudio geológico realizado por la Entidad Binacional Yacyretá

El estudio fué realizado en el año 1963 con relación al proyecto de la represa.

Los puntos estudiados a través de la perforación mecánica se realizaron sobre una distancia de 38,6 km sobre el camino viejo que une Ayolas con Santiago, y a 6,1 km al Este del Arroyo Atinguy.

Referente al corte de la formación rocosa, la base rocosa y el plano de ubicación, ver Anexo I del Informe del 2° año.

(1) Zona Este del Arroyo Atinguy (del punto 7 al punto 11)

Este estudio se realizó en un trazado que pasa por un llano y una zona pantanosa de la parte Este del Arroyo Atinguy.

El estrato superior está formado por arena limosa, acumulada en capas cuyo orden es: arena de grano gruesa, poco gruesa y fina.

En la parte inferior, a partir de unos 10 m de profundidad se halla una capa de basalto, la profundidad de dicha formación rocosa apenas afectará a la excavación del canal de drenaje.

(2) Trazado comprendido entre Ayolas y Santiago (P.15 - P.32)

Entre el punto 15 y el punto 19, se realizó la perforación a lo largo del Brazo Aña Cuá, uno de los canales del Río Paraná, con su capa superior cubierta de arena.

En el punto 15 o en las cercanías de Ayolas, aparece el basalto a 21,6 m de profundidad, siendo dicho nivel considerablemente profundo; no obstante, en el punto 16 aparece la capa de basalto a 9,6 m de profundidad, cayendo bruscamente a partir del lugar donde se halla el lecho del río.

Entre P.16 y P.32 (Santiago), la formación de basalto está distribuida por la línea de 60 m de cota, pero en el P.30 es 10 m más baja.

Dado que la formación de basalto se prolonga generalmente a lo largo de la línea de cota 60 m y su profundidad es mayor a 10 m, no habría grandes dificultades para la excavación de canales.

Sin embargo, en P.17 (Estero Yaguary), la elevación de la capa de basalto es de 66 m, además de ser elevada la superficie del suelo, por lo que sería necesario prever la aparición de basalto en el trazado de los canales de drenaje.

6-2-2 Estudio geológico

Después de haber escuchado las explicaciones tanto del técnico contraparte como de los pobladores del lugar cerca de la situación actual del área, se realizó una investigación de la base rocosa en los lugares donde se encontraban afloramientos de rocas.

Para realizar el estudio del lecho rocoso se empleó el taladro manual (5 m de largo) y se previó el límite del área rocosa de unos 100 a 300 m en base a la muestra extraída.

Dicha detección se efectuó para facilitar la construcción de los canales de riego y de drenaje, de tal manera que dicha base rocosa no dificulten los trazados que deberían planearse para dichos canales.

Las áreas donde se realizaron los estudios son:

- * Area comprendida entre Santa Ana y la ex pista de aterrizaje
- * Cuenca del Arroyo Atinguy
- * Cuenca del Río Yabebyry

(1) Resultados de la investigación en el área comprendida entre Santa Ana y la ex pista de aterrizaje

Como se indica en la Fig. 6-2, en el área comprendida entre la Granja Santa Ana y la ex pista de aterrizaje, se encuentran una serie de zonas rocosas observándose afloramientos de arenisca y basalto.

Se confirmó el límite aproximado de la formación de basalto mediante una investigación en la lomada a una cota aproximada de 80 m que se prolonga en dirección norte - sur, detectándose una zona de afloramiento de basalto localizada al norte del Puesto Uno.

① Punto-A, al realizar la excavación al lado Oeste, se confirmó la existencia de una formación rocosa a 0,85 m de profundidad. No obstante, en la cima de la lomada no se encontró ninguna formación rocosa hasta los 4,0 m de profundidad. En cambio, en otro lugar, localizado a unos 100 m al Este del lugar mencionado, se descubrió una base rocosa a 0,4 m de profundidad, mientras que en la parte NE de la lomada se encontraron cantos rodados y rocas enterradas a una profundidad de 0,4 a 0,8 m.

② Punto-B, la detección se inició desde el lugar donde se halla arenisca aflorada hacia la parte NE, pero en la cima de la lomada no pudo encontrarse ninguna base rocosa hasta 5,3 m de profundidad; según dicen los agricultores locales, la base rocosa se encuentra a 10 m de profundidad en los pozos de las granjas localizadas en la cima de la lomada.

A unos 50 m al Este de dicho lugar, existe una zona pantanosa, por lo cual es probable que el área de la formación de roca sea muy pequeña.

③ Punto-C, se detectó una formación rocosa a una profundidad de 0,5 a 1,8 m, el mismo se identificó por encontrarse afloramiento de rocas según información de la gente del lugar.

Cerca de la lomada se ven rocas en diferentes lugares y al Este de la misma se confirmó la existencia de una capa rocosa a poca profundidad.

④ Punto-D, no se encuentran rocas afloradas, por lo que se hizo una perforación experimental hasta 5 m de profundidad en la cima de la lomada, sin descubrirse ninguna formación rocosa. Luego, sucesivamente se hicieron excavaciones en los lugares donde se hallan cantos rodados basado en la información de la gente del lugar, como resultado en la parte Este de la lomada, se detectaron capas duras a una profundidad de 0,3 a 1,0 m, y además se confirmó la existencia de capas de canto rodado.

Es posible la existencia de capas arenosas en la parte inferior del canto rodado.

⑤ Punto-E, se hizo la excavación en el lugar donde se hallan rocas afloradas hacia la parte NE y se confirmó la existencia de capas rocosas dentro de un límite de 250 m.

En la parte circundante de la zona pantanosa, situada en el lado Este se detectó una base rocosa a 1,5 m de profundidad.

- ⑥ Punto-F, corresponde al sur de la estancia Santa Clara y sus alrededores y sobre la línea NE-SW se han confirmado rocas a los 2,90 m y a los 2,30 m respectivamente.

Por otra parte, se han hecho exploraciones en los alrededores de la estancia Santa Clara en los lugares donde existen cantos rodados guiado por el capataz del establecimiento, y se confirmó que corresponde a una zona rocosa.

- ⑦ Punto-G, se encuentra localizado en la ex pista de aterrizaje, al sur de la carretera: Ayolas - Yabebyry.

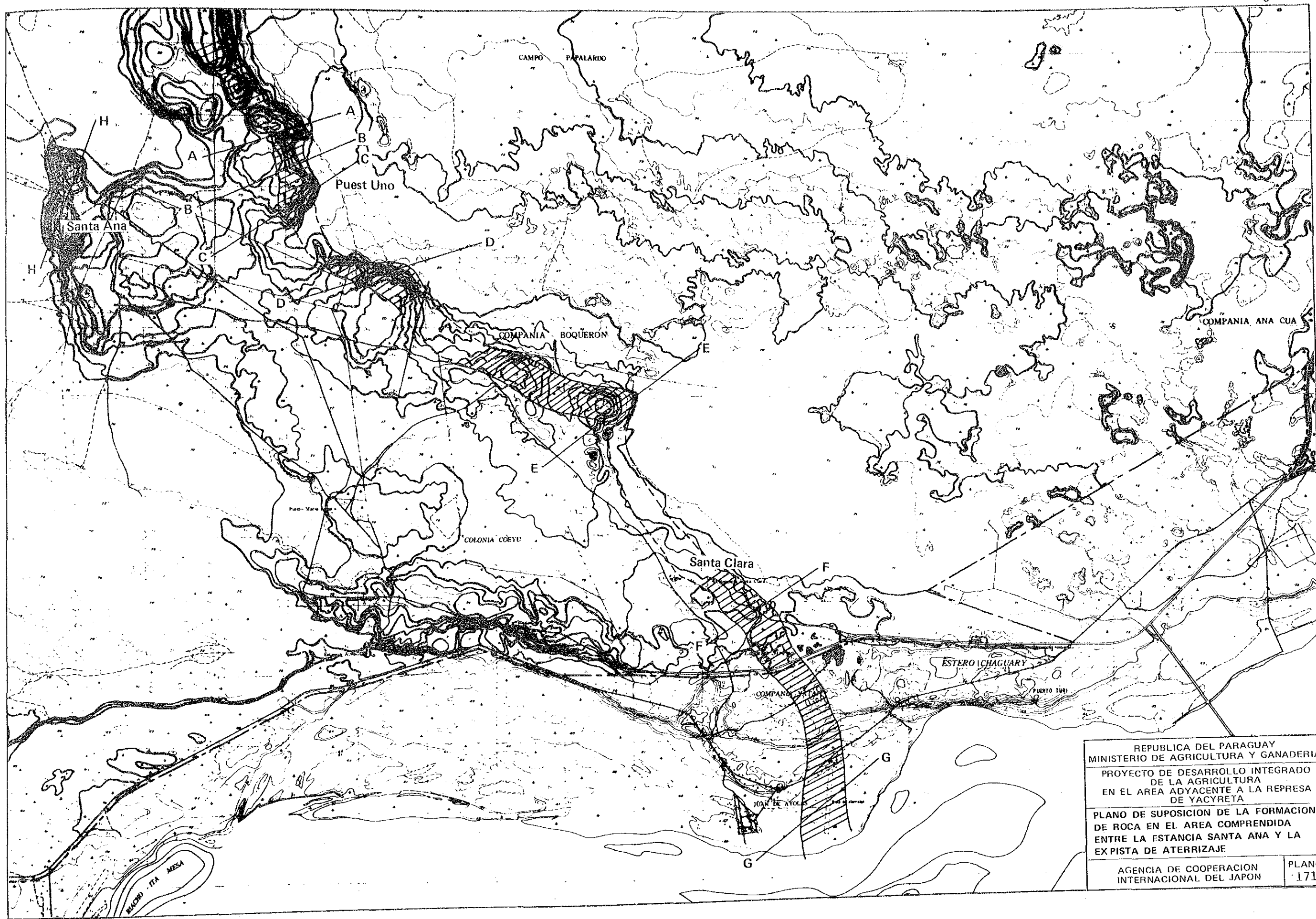
Se realizó una excavación en la parte circundante del estanque, donde antes funcionaba una cantera, y se descubrió una formación rocosa a una profundidad de 0,5 a 1,8 m.

De esto se deduce que existe una formación rocosa en la lomada, abarcando unos 15 kms de distancia desde la parte NE de Santa Ana hasta la ex pista de aterrizaje.

- ⑧ Punto-H, se encuentra en la lomada, localizada a 800 m al Norte de Santa Ana. Según la información del capataz de estancia, una parte de dicha lomada aproximadamente de 500 m de radio es totalmente rocosa.

- ⑨ El mismo capataz informó que también existe una formación rocosa en la lomada que se prolonga desde el punto-A hacia la parte norte.

Fig. 6-2



REPUBLICA DEL PARAGUAY
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO
DE LA AGRICULTURA
EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA
DE YACYRETA
PLANO DE SUPOSICION DE LA FORMACION
DE ROCA EN EL AREA COMPRENDIDA
ENTRE LA ESTANCIA SANTA ANA Y LA
EXPISTA DE ATERRIZAJE
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON
PLANO
171

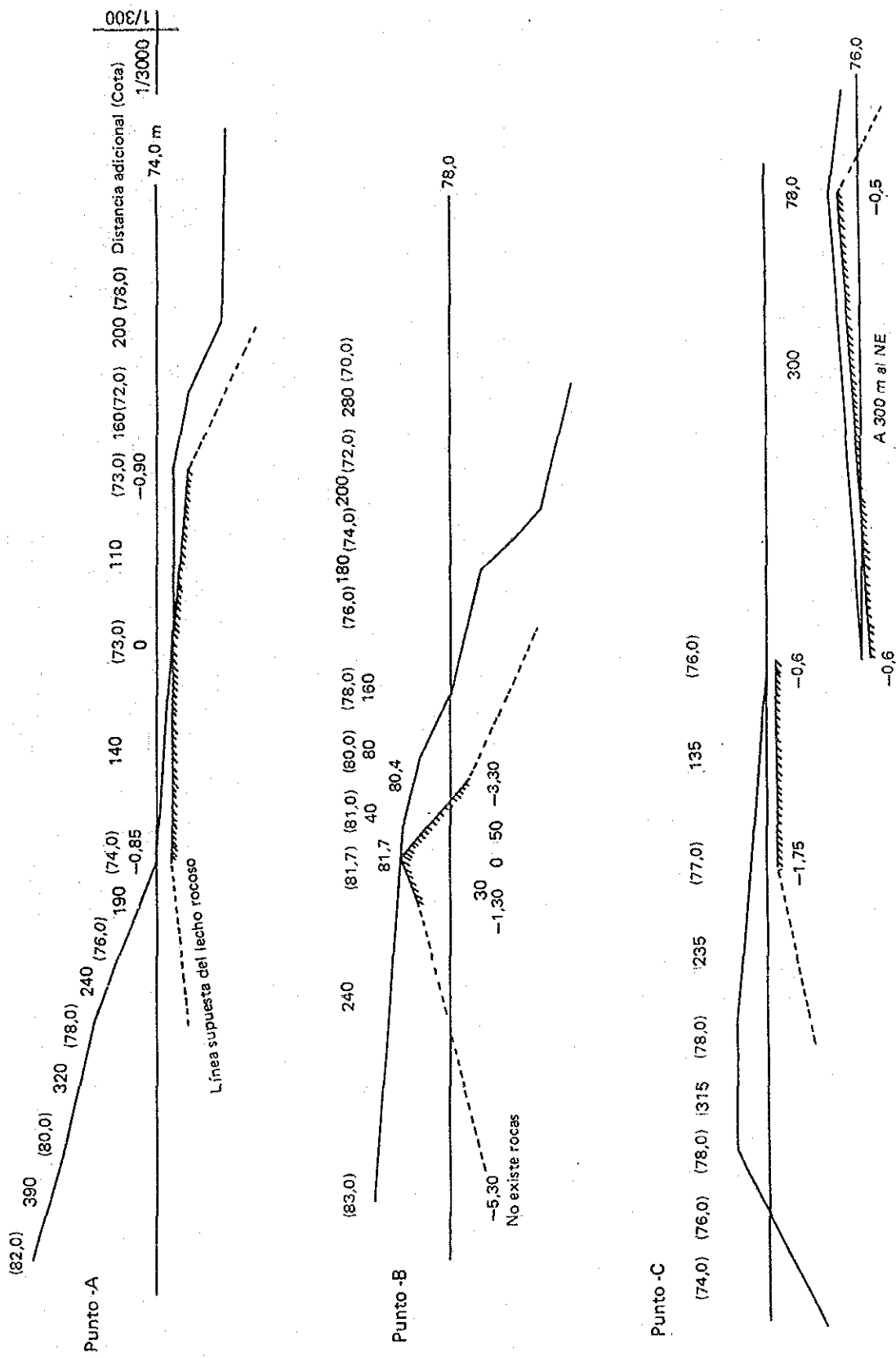


Fig. 6-3 (1) Corte transversal presumido de la base rocosa en el area comprendida entre la estacion Santa Ana y la ex pista de aterrizaje

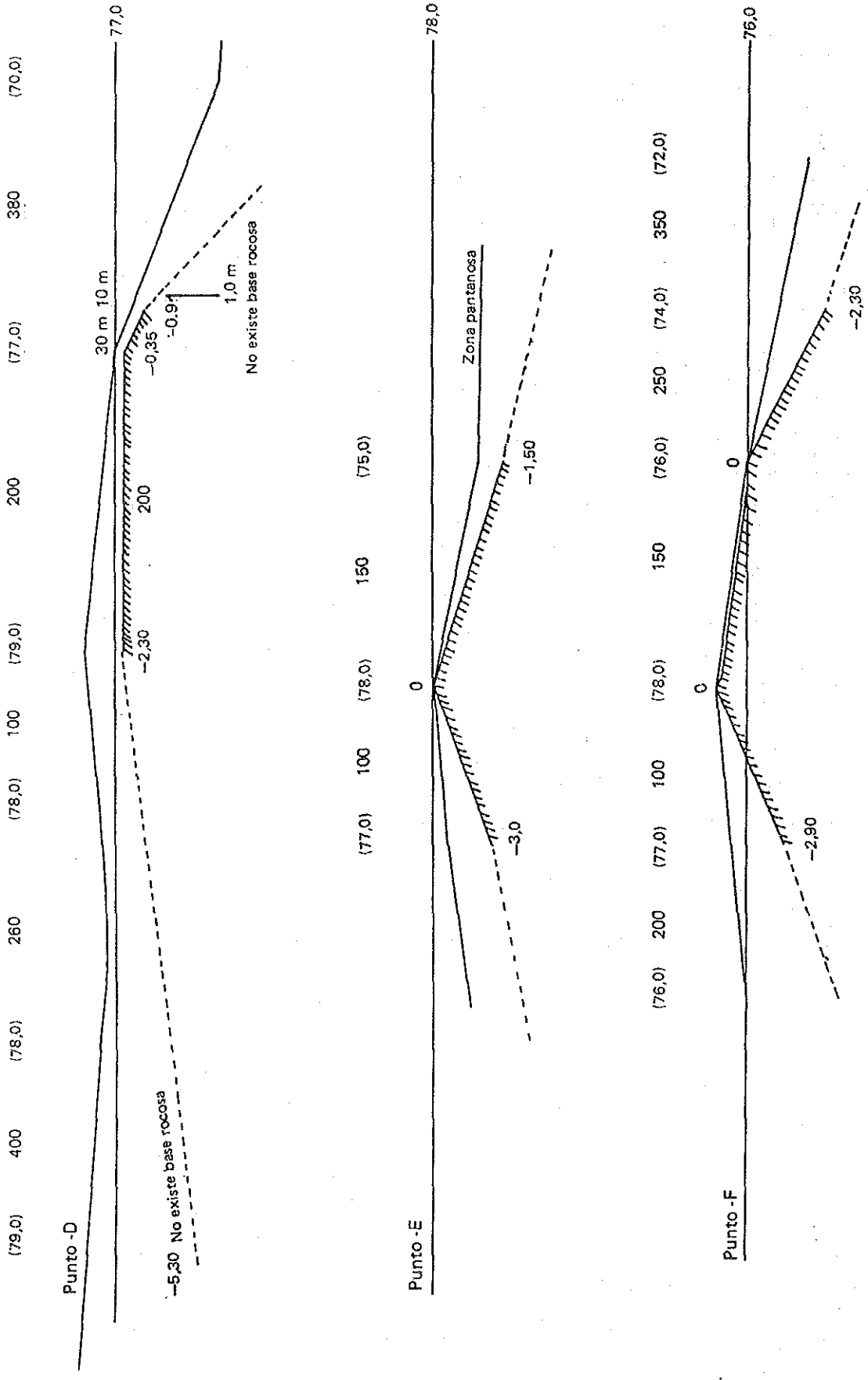


Fig. 6-3 (2) Corte transversal presumido de la base rocosa en el area comprendida entre la estacion Santa Ana y la ex pista de aterrizaje

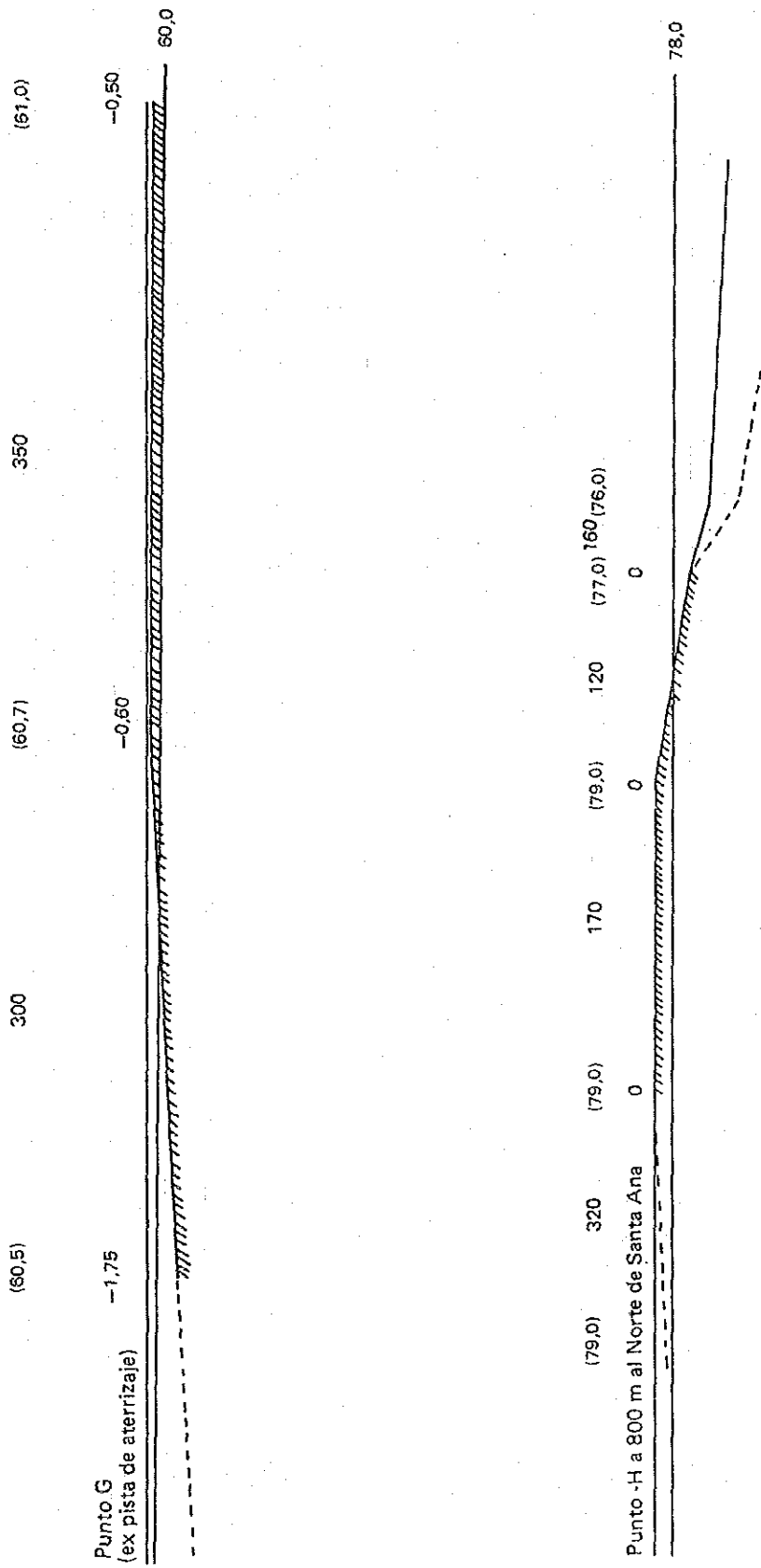


Fig. 6-3 (3) Corte transversal presumido de la base rocosa en el area comprendida entre la estacion santa ana Santa Ana y la ex pista de aterrizaje

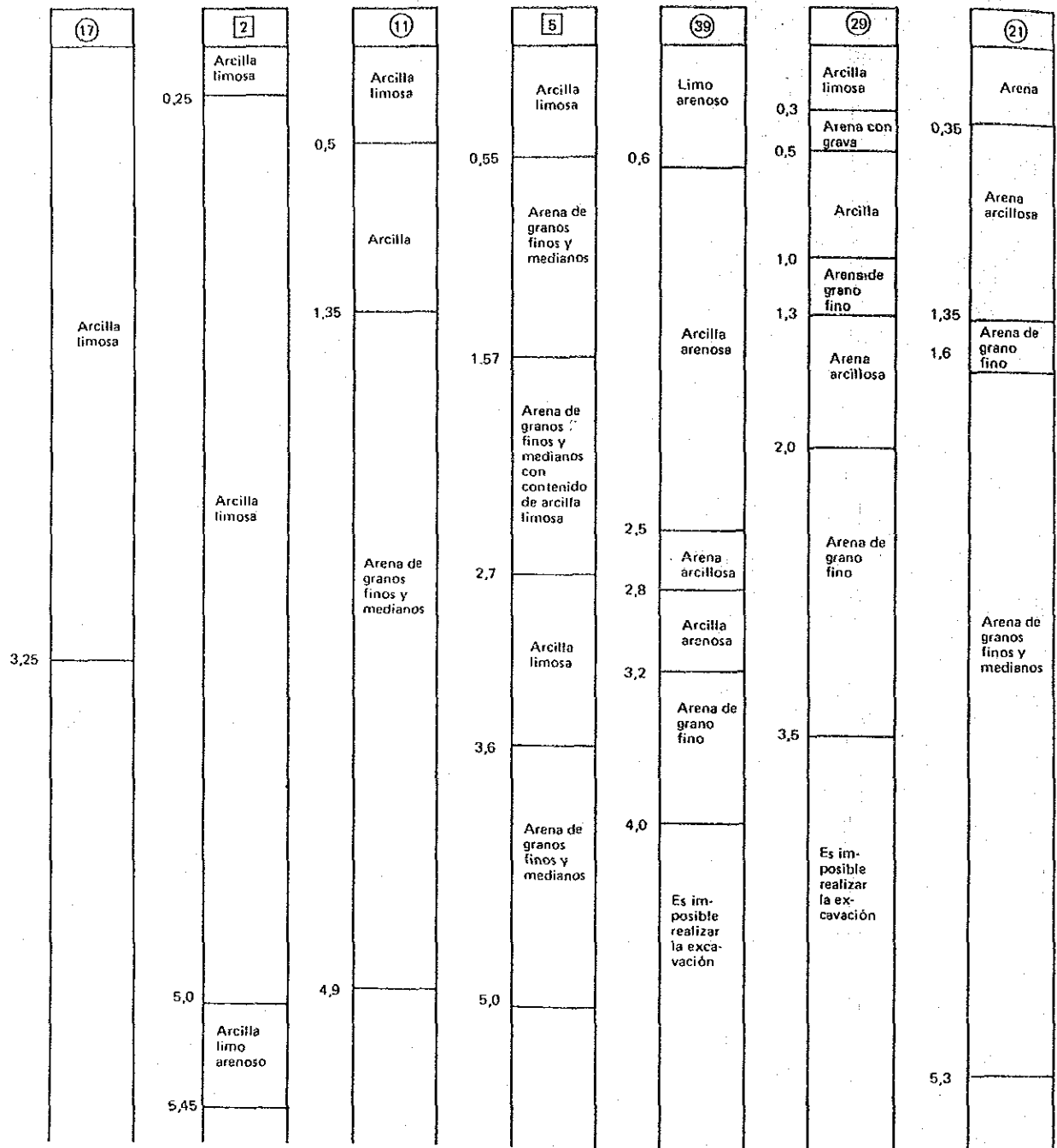


Fig. 6-4 Resultado del estudio de perforación

(2) Resultado del estudio en la cuenca del Arroyo Atinguy

El estudio se realizó en 10 puntos perforando con taladro manual, y el análisis práctico, localizados a lo largo de la cuenca del Arroyo Atinguy y es como se señalan en la Fig. 6-6.

La identificación de los puntos es como sigue: (17), (11), (39), (29), (21), [2], [5], (A), (B), y (C).

En la figura 6-4 se presenta los resultados de la columna de perforación realizadas con la barrena manual en dos puntos (17) y [2], localizados en las proximidades de la lomada del lado Norte, es presumible que en las capas inferiores existan estratos de arenas, hasta una profundidad de 5 m existen capas de arcilla limosa. En la zona no se encontraron formación rocosa.

En los puntos: (11), [5], (39), (29), y (21), localizados a lo largo del curso medio, aparecieron capas arenosas a partir de aproximadamente 1 m de profundidad, con granos finos o medianos de 1,5 a 3,0 m de profundidad, llegando a imposibilitar la excavación, no se encontraron formación de lecho rocoso.

Respecto al punto (39), se excavó en el lugar localizado entre la cantera Cabral y el Arroyo Atinguy.

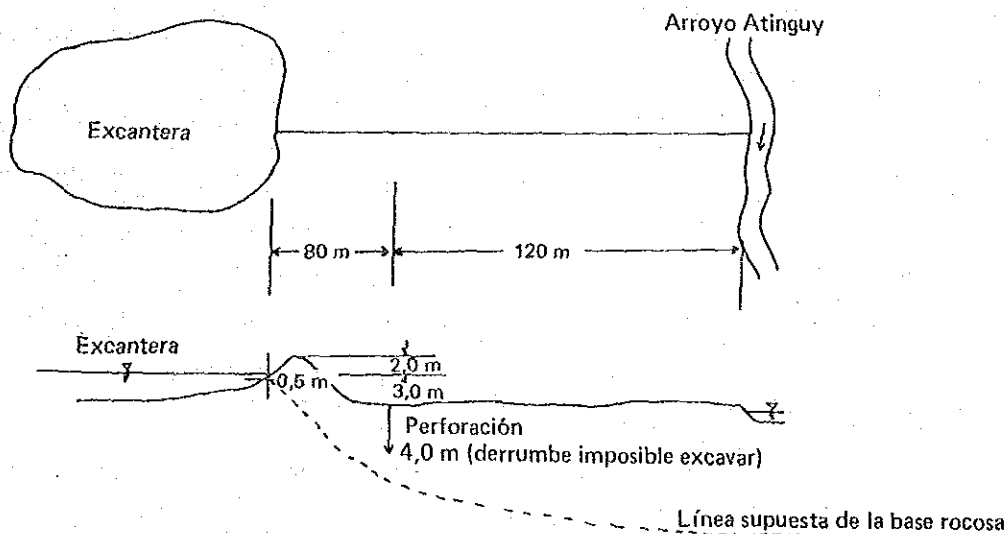


Fig. 6-5 Plano de ubicación de la cantera

Como se señala en la Fig. 6-5, el Arroyo Atinguy dista a 200 m desde la ex cantera.

A una distancia de 80 m de la ex cantera, se realizó una excavación hasta 4,0 m de profundidad, donde se confirmó la existencia de formaciones de arcilla y de arena, los costados de la perforación se derrumbaron debido a la existencia de aguas subterráneas o arenas de granos finos, por consiguiente, imposibilitó confirmar la existencia de formación rocosa.

Dicha excavación se hizo con el supuesto de que tal vez pudiera descubrirse alguna formación rocosa en dicho lugar, puesto que existe una base rocosa a 0,5 m por debajo del agua en la ex cantera.

Por otra parte, en la ribera del Arroyo Atinguy se descubrió solamente una capa de arena sin poder hallar rocas inclusive a más de 4,0 m de profundidad.

En los puntos (B) y (C), se hizo la perforación con taladro manual, pero los costados de la excavación se derrumbaron antes de llegar a una profundidad de 1 m por efectos de aguas subterráneas o arenas de granos finos, y que imposibilitó seguir la excavación en estos puntos.

Las perforaciones fueron realizadas en los lugares donde el curso del arroyo serpentea notablemente.

En estos lugares, ambas orillas del arroyo presentan barrancos abruptos con 3 a 5 m de altura y, además, crecen frondosos árboles a lo largo de la ribera del arroyo, pudiendo verse las capas de arena o arcilla, pero no se descubrió ninguna formación rocosa.

Con respecto al punto (A), el capataz de la estancia San Jorge informó que se habían encontrado cantos rodados de 0,3 a 0,5 m de diámetro en el punto A, o sea cerca de Paso Itá (Puente sobre el Arroyo Atinguy), y la existencia también de una base rocosa en el lecho del Arroyo a 1,5 m de profundidad bajo el agua, aunque era pequeña la extensión de rocas visibles.

6-2-3 Resultados del estudio en la cuenca del Río Yabebyry

El estudio se realizó a lo largo de la cuenca del Río Yabebyry. En una parte serpenteada (meandro) del río, localizada a 100 m más hacia abajo del trazado de la carretera: Ayolas - Yabebyry, se encontró un barranco vertical, consistente de capas de arcilla o de arcilla arenosa, pero no pudo confirmarse la existencia de alguna formación rocosa.

6-3 Consideración sobre la geología del Area del Proyecto

Según los resultados de la investigación realizada por la Entidad Binacional Yacyretá, se supone que en el área en estudio se sedimentan arcilla, limo y arena en general formando capas acumuladas con más de 10 m de espesor, y que en la parte inferior a dichas capas existe una espesa formación de basalto.

Sin embargo, para construir el canal principal de drenaje, si es necesario excavar hasta llegar a una debida profundidad según las circunstancias, deberá preverse la aparición de una formación rocosa en el trazado de los canales.

Al contrario, para la construcción de estructuras que exigen bases sólidas, será necesario excavar hasta llegar a la formación de basalto, que yace a más de 10 m de la superficie.

Razón por la cual, todas las obras deberán ser estudiadas tanto en el aspecto técnico como en el aspecto económico.

El estudio en el área comprendida entre Santa Ana y la ex pista de aterrizaje, se realizó a fin de reconocer la cantidad de rocas aprovechables para la construcción de las obras.

Con este estudio, se ha confirmado que existe la formación de basalto o de arenisca en la meseta a una cota de 80 m, la cual se encuentra localizada en el área comprendida entre la estancia Santa Ana y la ex pista de aterrizaje (15 km de distancia).

Dicha formación rocosa tiene unos 300 m de ancho, de los cuales una parte aflora en la superficie, y otra parte yace a unos metros bajo tierra.

La perforación se hizo con taladro manual, por lo que no pudo confirmarse la existencia de alguna formación rocosa en la zona pantanosa o en los llanos, donde la estructura rocosa yace probablemente a mucha profundidad.

Según los resultados del estudio de rocas afloradas, se concluyo que el basalto tiene una dureza apropiada, mientras que la arenisca es algo quebradiza, pero sería aprovechable como gravas para carreteras.

En las cuencas del Arroyo Atinguy y el Río Yabebyry, previstos para el trazado de los canales principales de drenaje, se realizó el estudio a fin de confirmar la existencia de formación rocosa, lo cual puede ocasionar un impedimento en los trabajos de excavación.

Durante la realización de dicho estudio no se pudieron detectar formaciones rocosas en ambas cuencas, a excepción del localizado cerca de la desembocadura del Arroyo Atinguy donde existe una formación rocosa en una pequeña área, por lo cual en la fase actual, es imposible que esto constituya un gran impedimento para la excavación de canales.

MECANICA DE SUELO

6-4 Situación general de la mecánica del suelo

Desde el punto de vista de la mecánica del suelo pueden clasificarse aproximadamente en tres capas: capa de San Cosme en la parte este, constituida por arena continental, arena colorada de grano fino, y arcilla limosa; capa de Serra Geral, en la parte central constituida por basalto como roca madre; y, capa Aluvial en la parte Oeste.

Se supone que la capa superficial es relativamente fina, o sea de 10 a 15 m de espesor, pudiendo encontrarse afloramiento de basalto o rastros de cantera en algunas partes.

Se observó una falla prolongada en la dirección NO-SE en las cercanías del punto previsto para la zona de agua.

En el área en estudio, el nivel de agua subterránea es generalmente elevado, oscilando considerablemente según épocas.

En algunas partes, se han observado salinidad en el agua subterránea.

6-5 Estudio geotécnico en el área del proyecto

En cuanto a las propiedades del suelo en el área del Proyecto, no existe ningún dato en la Entidad Binacional Yacyretá sobre estudios ya realizados. Razón por la cual, se realizaron los estudios necesarios en el campo, extrayendo muestras en 5 puntos y efectuar el análisis de laboratorio, dando importancia a los trazados del proyecto donde se construirán las estructuras principales tales como: canal principal de riego, de drenaje, carretera etc.

6-5-1 Estudio de campo

Se realizó en 39 puntos mediante la perforación con barrena divididos en 8 partes para facilitar el estudio.

(1) Parte Este

Puntos de estudios: ① y ②

Los puntos citados se encuentran localizados al pie de un monte y en un terreno llano sobre el trazado del canal principal de riego, donde se confirmó la existencia de una capa de limo y de arcilla con un espesor de 3 a 4 m respectivamente.

La capa superficial del punto 1 está formada por limo, mientras que la del punto 2 anteriormente fué lugar de cultivo de arroz con riego, por lo que el suelo contiene materias orgánicas. El nivel del agua subterráneo es de 0,9 m.

(2) Parte Este del arroyo Atinguy (al Sur y al Norte de la carretera: Ayolas-San Cosme)

Puntos estudiados: (21), (24) - 1, (24) - 2, (25) - 1 y (25) - 2

Los puntos; (24) - 1, y (24) - 2 se encuentran localizados en las cercanías del Río Paraná al Sur de la carretera, en una zona pantanosa.

En el punto (24) - 1 se encontró una espesa capa de arcilla, mientras que en el punto (24) - 2, una capa de arena de grano fino. El nivel del agua subterráneo es de 0,3 a 0,6 m.

Los puntos; (21), (25) - 1, y (25) - 2 se encuentran localizados en una llanura y una zona pantanosa, al norte de la carretera. Una parte de las lluvias caídas en la zona de las lomadas del norte, vierten en el Arroyo Atinguy, y otra parte afluye a la llanura, formando una zona pantanosa, por lo cual, el suelo consiste en capas de limo o arcilla.

En el punto (25) - 1, el suelo es fácil de derrumbarse por el agua subterráneo o arena de grano fino, y por lo que fué imposible seguir la excavación. El nivel del agua subterráneo es de 0,5 a 1,0 m.

(3) Parte Este, parte Central y parte Norte del Arroyo Atinguy

Puntos estudiados: (5), (6), (12), (15), (16), (26), (27), y (28).

Los puntos arriba citados se encuentran localizados en la llanura, a la cual afluyen directamente las lluvias caídas en las lomadas del Norte y NE.

La parte central de la llanura está ampliamente inundada.

Los puntos; (5), (6), y (28) están localizados en la falda de un monte, al SO de la estancia Laurel, allí se encontró una capa de arena sólida a una profundidad de 3,0 a 5,0 m, lo que imposibilitó la excavación con la barrena manual.

En vista de lo anterior, al hacer la excavación del canal de riego y de drenaje, habrá que prestar especial atención a la tierra aplilonada, compactación, y escapa de agua. El nivel del agua subterráneo es 0,5 a 2,0 m.

(4) Cuenca del Arroyo Atinguy

Puntos estudiados: (11), (14), (17), (29) y (39)

El arroyo Atinguy serpentea a través de la llanura y, en las zonas aledañas al arroyo se forman presas naturales cubiertas con bosques.

En la cuenca del arroyo se halla una ex-cantera (basalto), por lo tanto se hizo una detección con el supuesto de que puedan aparecer rocas en el contorno de la misma, pero no pudo confirmarse la existencia (punto (39)).

En el punto (14), localizado al lado de la carretera vieja; Ayolas - Santiago, se encontró una capa de arena sólida a una profundidad de 3,6 m no pudiendo seguir la excavación con el taladro manual, por lo que no se identificó ninguna formación de basalto.

En cada uno de los puntos; (11) y (29), se encontró una capa de arena a una profundidad aproximada de 5,0 m, pero no se descubrió ninguna base rocosa.

En el punto (14), el nivel de agua subterráneo es de 2,65 m, mientras que en los puntos restantes, es de 0,5 a 0,8 m.

En todos los puntos, la superficie del suelo está cubierta de limo o arcilla.

(5) Zona comprendida a lo largo del acceso 1-B

Puntos estudiados: (8), (9), (10), (13), (19), (22), (7), y (30)

Esta zona se prolonga en dirección Norte - Sur a través de una llanura.

En los alrededores de esta zona, se excavaron varios lugares para obtener las tierras requeridas para la construcción del terraplén, por consecuencia abundan tierras pantanosas y zonas inundadas.

En el sub-suelo se encontraron en general capas de arena arcillosa y el nivel del agua subterráneo es de 0,7 a 1,3 m, por lo tanto, la capa es fácil de derrumbarse, lo que imposibilita la excavación.

El punto 10 está localizado al pie de la lomada del norte, y en el subsuelo se encontró una capa de limo, la cual era más sólida a medida que se incrementada la profundidad, por consiguiente, fué imposible continuar la excavación.

(6) Parte central y parte Sur del área comprendida entre el Acceso 1-B y la Carretera Yabebyry-San Ignacio

Puntos estudiados: (23), (32), (33), (34), (36), (38) y (35)

Esta zona, localizada al SO del área en estudio esta constituida por tierra pantanosa.

En la zona de lomada, que se prolonga en dirección NO-SE pasando por la estancia Santa Ana, se encontraron basalto o arenisca aflorada y una base rocosa. (La extensión de dicha base se ha expresado anteriormente).

El suelo se encuentra cubierto de limo o arcilla y en el subsuelo, los bordes de las perforaciones se derrumbaron debido a la existencia de aguas subterráneas, lo cual imposibilita seguir la excavación. El nivel del agua subterráneo es de 0,15 a 1,5 m.

(7) Zona encontrada a lo largo de la carretera: Yabebyry-San Ignacio

Puntos estudiados: ③, ④ y ③⑦

El gran Estero de Neembucú está localizado al Oeste de esta carretera, y las aguas procedentes de la lomada del norte corren normalmente hacia el Oeste por las alcantarillas que cruzan la carretera.

Sin embargo, las aguas, de vez en cuando, corren de Oeste hacia el Este, dependiendo de la precipitación, y en la parte Este de la carretera también se forman generalmente esteros. Razón por la cual, en cada uno de los puntos; ③, ④ y ③⑦, el nivel del agua es de 0,2 a 0,4 m.

El suelo consiste de limo o arcilla resultando imposible perforar por existir aguas subterráneas.

(8) Parte central y Norte del área comprendida entre Acceso 1-B

Carretera: Yabebyry-San Ignacio

Puntos estudiados ②⑩ y ③①

Esta zona generalmente está inundada debido a que las lluvias caídas en la zona de lomadas del norte afluyen directamente a este punto, por lo que sólo es accesible montado a caballo.

El suelo está formado por arena y arcilla, y el nivel del agua subterránea es de 0,4 m.

Cuadro 6-2 Lista de los resultados del análisis del suelo

Perforación	Profundidad de excavación	Lugar investigado	Proporción de granos pasados		Consistencia			Clasificación del suelo: método de clasificación-A	Peso específico de oficina	Compactación		Ensayo de permeabilidad (mm/seg)		Valor-N del ensayo normal de penetración
			+10	+40	+200	L, I	P, I			F, Y	G, I	Máxima densidad de secado	Óptimo de humedad	
0	0,00 ~ 0,65		99,8	94,6	65,1	17,7	10,3	7,4	8	A 4	1735	12,9	1,2 x 10 ⁻⁵	-
1	1,00 ~ 1,45	Granja de	100,0	96,3	77,9	46,2	18,7	27,5	16	A 7-5	-	-	-	7
2	2,00 ~ 2,45	Romero Cde	99,9	94,7	70,0	35,1	14,4	20,7	12	A 7-6	-	-	-	9
3	3,00 ~ 3,45	(1,5 kms	99,8	94,3	90,0	45,6	16,9	28,7	17	A 7-6	-	-	-	12
5	5,00 ~ 5,45	al SO)	99,9	95,8	81,4	46,3	20,7	25,6	16	A 7-6	-	-	-	39
0	0,10 ~ 0,40		99,6	96,6	67,2	29,5	16,6	12,9	10	A 6	1705	14,7	1,8 x 10 ⁻⁵	3,5 x 10 ⁻⁴
1	1,00 ~ 1,45	Granja de San	99,8	98,6	91,9	62,6	23,4	39,2	20	A 7-6	-	-	-	3
2	2,00 ~ 2,45	Juam (2 kms	100,0	98,6	88,8	57,0	20,4	36,6	19	A 7-6	-	-	-	-
3	3,00 ~ 3,45	al Sur)	99,9	99,0	93,7	79,3	21,5	57,8	20	A 7-6	-	-	-	3
5	5,00 ~ 5,45		99,9	98,6	50,6	36,2	16,0	20,2	13	A 6	-	-	-	14
0,0	0,00 ~ 0,46		99,9	96,5	64,5	21,9	12,0	9,9	8	A 4	1760	12,5	8 x 10 ⁻⁴	2,1 x 10 ⁻³
0	0,46 ~ 0,72		99,6	95,6	62,2	16,6	8,2	8,4	8	A 4	-	-	-	-
1	1,00 ~ 1,46	Granja de San	99,9	97,4	74,1	39,7	17,3	22,4	13	A 6	-	-	-	9
2	2,00 ~ 2,45	Jorge (3,5	100,0	97,8	78,2	51,2	21,1	30,1	18	A 7-6	-	-	-	11
3	3,00 ~ 3,45	kms al Oeste)	99,9	97,5	73,3	47,1	17,4	29,7	19	A 7-5	-	-	-	10
5	5,00 ~ 5,45		99,6	88,7	15,1	19,2	12,9	6,3	0	A 2-4	-	-	-	30
0	0,00		100,0	98,2	54,5	23,5	14,6	8,9	8	A 4	1800	12,1	1,1 x 10 ⁻⁴	-
1	0,12 ~ 0,75		93,7	89,1	49,7	25,2	11,6	13,6	12	A 6	-	-	-	-
2	1,00 ~ 1,45	Granja de	99,3	96,6	70,4	30,9	17,7	13,2	10	A 6	-	-	-	6
3	1,60	Santa Ana	99,6	96,2	67,0	37,5	14,8	22,7	14	A 6	-	-	-	7
4	2,00 ~ 2,45	(2,5 kms al	99,8	97,1	57,1	35,6	12,5	23,1	3	A 6	-	-	-	10
5	3,00 ~ 3,45	NO)	99,0	96,9	69,0	34,8	14,9	19,9	12	A 6	-	-	-	13
6	5,00 ~ 5,45		98,4	94,1	44,8	19,5	12,8	6,7	8	A 4	-	-	-	-
0	0,50		91,0	85,7	72,0	51,6	34,5	17,1	14	A 7-5	1955	28,8	-	-
1	0,80	Cuenca del	99,8	98,1	15,3	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-
2	1,50	rfo Atunguy	100,0	88,2	27,9	17,6	11,9	5,7	0	A 2-4	-	-	-	-
3	1,00 ~ 1,45	(30 kms más	99,9	99,1	9,5	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	6
4	2,00 ~ 2,45	arriba de la	100,0	89,6	25,4	18,6	13,3	5,3	0	A 2-4	-	-	-	-
5	3,00 ~ 3,45	desemboca-	100,0	96,6	82,3	46,8	25,0	21,8	14	A 7-5	-	-	-	1
6	4,00	dura)	99,9	80,6	5,8	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-
7	5,00		98,6	50,4	3,5	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-

6-5-2 Análisis del suelo en laboratorio

(1) Método de investigación

Como se señalan en la Fig. 6-6 fueron seleccionados 5 puntos de estudio en total: 3 puntos en las cercanías del sitio previsto para la construcción del canal principal de riego, localizado al pie de la lomada del norte y 2 puntos, localizados en la zona pantanosa del Oeste y al lado del canal de drenaje en la cuenca del Arroyo Atinguy.

El estudio se realizó mediante la perforación con barrera manual hasta llegar a una profundidad de 5 m y se recogieron muestras en las capas donde cambian las propiedades del suelo.

Respecto a las muestras recogidas, se realizaron los siguientes ensayos: análisis de suelo, ensayo normal de penetración y ensayo de permeabilidad en el campo.

(2) Contenido de prueba

1) Canal de irrigación (N° 1, N° 2, N° 3); perforación con barrera manual (5.0 m)

- ① Ensayo normal de penetración
- ② Ensayo de permeabilidad en el campo
- ③ Análisis de suelo
 - (a) Peso específico
 - (b) Análisis de granulometría
 - (c) Consistencia
 - (d) Ensayo de compactación
 - (e) Ensayo de permeabilidad del suelo compactado

2) Canal de drenaje (N° 4, N° 5)

- ① Ensayo normal de penetración
- ② Análisis de suelo
 - (a) Peso específico
 - (b) Análisis de granulometría
 - (c) Consistencia

(3) Resultados del análisis de suelo

- 1) N° 1 ubicado a 1,5 kms al SO de la estancia de Romero Cué

Se hizo la perforación sobre el trazado del proyecto para el canal principal de riego.

En este punto, el suelo se clasificó como A 7-5, constituida por tierra arcillosa.

El valor medio de peso específico es de 2,57.

El valor medio de LL de consistencia es 45%, PL 15%, PI 25% por lo que este suelo tiene una viscosidad mediana y homogénea.

La máxima densidad de sequedad fue de 1.735 kg/m^3 y el contenido óptimo de humedad fue de 12,9%.

El coeficiente de permeabilidad fue de $1,2 \times 10^{-5} \text{ mm/Seg}$ resultando ser normal como suelo arcilloso.

En el ensayo normal de penetración, el valor -N fue de 7 a 40, lo cual significa que este suelo tiene suficiente dureza.

2) N° 2 (2,0 kms al Sur de la Estancia San Juan)

El punto de estudio se encuentra dentro del área de trazado del canal de riego principal a instalarse en la lomada del norte.

El suelo se clasificó como arcilloso A 7-6. En este punto existe una capa de casi 3 m de espesor, y más de 90% de este suelo pasó por el tamiz con 0,005 mm de malla y el valor medio de LL de consistencia era del 60%, PL 20% y PI 40%, lo cual indica que este suelo debe ser considerado como arcilloso.

El coeficiente de permeabilidad fue de $1,8 \times 10^{-6} \text{ mm/Seg}$ según el ensayo de laboratorio. Pero el valor N de la capa superior dio 3, por lo que debe ser considerado como arcilla blanda.

El nivel de agua subterránea es poco profundo, encontrándose a 0,25 m.

3) N° 3 (3,5 kms al Oeste de la Estancia San Jorge)

Este punto se encuentra sobre el trazado del canal principal de riego.

El suelo se clasificó en A 6 y A 7, del Tipo arcilloso.

El valor medio de LL fue de 30%, PL 15%, PI 18%.

El peso específico medio fue de 2,60.

La máxima densidad en seco fue de 1.760 kg/m^3 , y el óptimo contenido de humedad fue 12,5%.

El coeficiente de permeabilidad según el ensayo de laboratorio fúe de 8×10^{-4} cm/Seg mientras que el coeficiente según el ensayo de campo era de $2,1 \times 10^{-5}$ cm/Seg.

El valor -N fue de 9 a 30, lo cual indica que el suelo tiene una apreciable dureza.

4) N° 4 (2,5 kms al NO de la Estancia Santa Ana)

Este punto se encuentra dentro del área de trazado del canal de drenaje principal, el cual está en proyecto en la parte Oeste del área de estudio.

El suelo fué clasificado como A 6.

Sin embargo, a capa inferior es limosa, y el valor medio de LL fue 30%, PL 14%, y PI 15%.

La máxima densidad de sequedad fué de 1.800 kg/m^3 , y el óptimo contenido de humedad fue 12,1%.

El coeficiente de permeabilidad según el ensayo en el campo fue de $1,1 \times 10^{-4}$ mm/Seg, lo cual significa que el suelo es arcillo-limoso.

El valor -N fue de 6 a 13, es decir, que el suelo tiene una mediana dureza.

5) N° 5 (30 kms agua arriba de la desembocadura del Arroyo Atinguy)

Se tiene planeado como canal de drenaje principal de la zona Este de la Ruta de Acceso N° 1 al Arroyo Atinguy.

El estudio geotécnico de esta cuenca será necesario para detectar la base rocosa y al mismo tiempo para confirmar la factibilidad de realizar obra de ampliación del cauce.

Considerando esta situación, como punto de estudio fué seleccionado el lugar donde el río serpentea notablemente.

El suelo de este punto se clasificó como A 2-4, y el peso específico medio fué de 2,5.

Con respecto a la consistencia, tiene gran NP, ya que el suelo es limoso.

En cuanto al ensayo de compactación, la máxima densidad de sequedad fué de 1.355 kg/m^3 habiendo resultado notablemente ligero en comparación con los 1.700 kg/m^3 que es el valor medio de los demás puntos.

Por otra parte, el óptimo contenido de humedad es grande, siendo de 28,8%.

Por esta razón, se deberá tener mucho cuidado en el manejo de dicho suelo.

Según los resultados del ensayo normal de penetración, el valor N fúe de 6 a 2 m de profundidad, es decir, que es poco sólido, mientras que a 3 m de profundidad se registró una penetración de 0,5 m con un golpe, lo que hace suponer que se encuentran en forma inestable el agua subterránea y el limo.

6-6 Propiedades del suelo en el área del Proyecto

Según los resultados de los estudios mediante la perforación con barrena manual realizados en 39 puntos, el suelo está formado generalmete por arena, limo y arcilla, acumulándose en capas compuestas.

En la superficie, se encuentra la arcilla limosa con materia orgánica o limo arenoso entre 0 - 0,3 m bajo tierra.

En el subsuelo inferior, se encontraron capas de arena fina. Entre ellas, la capa que contiene agua subterránea es fácil de derrumbarse, lo que imposibilitó la excavación.

En todos los puntos estudiados se han encontrado aguas subterráneas, cuyos niveles fueron de 0,2 a 2,0 m, pero en la proximidad de la zona pantanosa, el nivel fue de 0,2 a 0,5 m.

Razón por la cual, al emprender las obras, se deberá tener en cuenta los resultados de análisis del suelo en cada uno de los puntos estudiados, inclusive el nivel del agua subterránea.

En la parte NE del Arroyo Atinguy, se han encontrado algunas capas de arena compactada.

Estas parecen ser capas de arenisca, haciendo imposible la excavación con la barrena.

Tales capas duras se encuentran a una profundidad de 1 a 3 m, por lo que al hacer la excavación para el canal de riego y de drenaje, así como del terraplén, será necesario hacer estudios.

Según los resultados del análisis de suelo de laboratorio, la mayoría de los suelos tienen las siguientes características:

- * Máxima densidad de seguedad: 1.700 - 1.800 kg/m³
- * Optimo contenido de humedad: 12,1 - 14,7%
- * Coeficiente de permeabilidad
según el ensayo en laboratorio: $1,2 \times 10^{-5}$ mm/seg

- * Coeficiente de permeabilidad
según el ensayo en campo: 2×10^{-4} mm/seg
- * Valor -N obtenido en el ensayo
de penetración: dureza media

Los puntos de toma de muestra (1) (2) y (3) se encuentran dentro del área limitada por el trazado del canal de riego principal y para levantar el terraplén de dicho canal, debe ser estudiada la protección de la talud.

Por otra parte, como el valor -N obtenido en el ensayo normal de penetración fue 3, esta situación debe ser estudiada para la construcción de las estructuras.

En el punto (3) el coeficiente de permeabilidad fue relativamente alto, con 8×10^{-4} mm/seg y se confirmó una capa de arena floja de Regosoles aproximadamente a 1 km del punto.

En vista de esto, para el terraplén, será necesario hacer estudios y considerar por ejemplo el relleno con tierras de otros lugares.

Los puntos (4) y (5) se encuentran en el trazado del canal de drenaje.

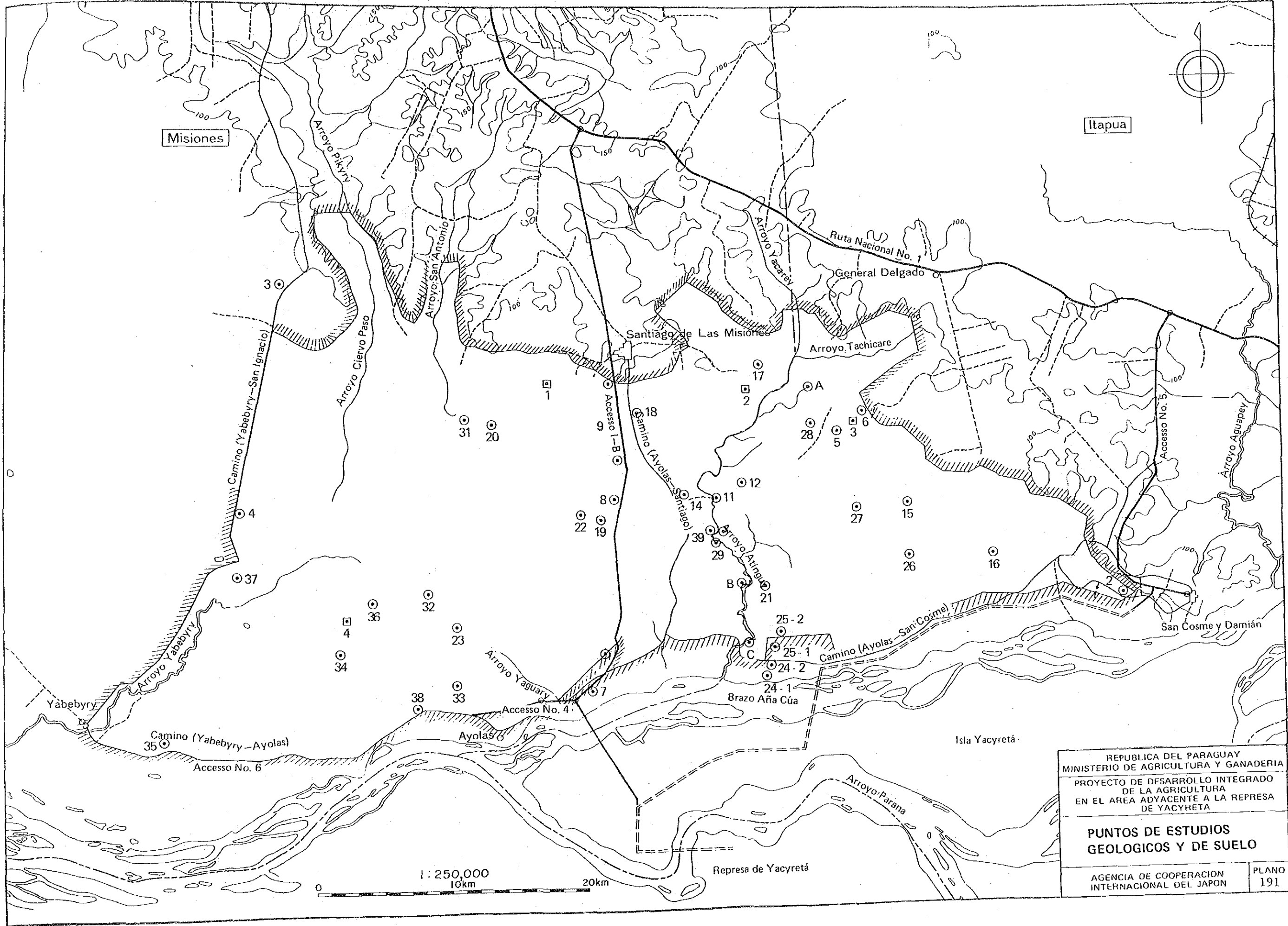
Los problemas que deben tomarse en consideración al hacer la excavación del canal son la existencia de la base rocosa, la pérdida de agua y el cimientamiento de las estructuras.

Las bases rocosas se han observado solamente en el área comprendida entre Santa Ana y la ex pista de aviación.

En el punto (5) la máxima densidad de seguedad fue de 1.355 kg/m^3 , habiendo acusado un bajo nivel en comparación con el valor medio de los demás puntos y el óptimo contenido de humedad fue alto, con 28,8%.

El valor -N obtenido en el ensayo de penetración fue notablemente bajo. Será necesario realizar estudios más precisos para el diseño de diversas estructuras, existiendo la necesidad de realizar tales estudios a partir del estudio de factibilidad que es la siguiente etapa.

Fig. 6-6



REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
PUNTOS DE ESTUDIOS GEOLOGICOS Y DE SUELO	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 191




No. 1			
Nivel del agua subterránea	Profundidad	Perfil. (Corte)	Clasificación de suelo
No existe agua subterránea	0,65		Arcilla cienosa o arenosa de color gris claro A4
	4,70		Arcilla cienosa Color gris con rayas amarillas A7-5
	5,45		Arcilla cienosa o arenosa de color gris claro A7-5

Fig. 6-7 (1) Perfil del análisis del suelo en cada punto




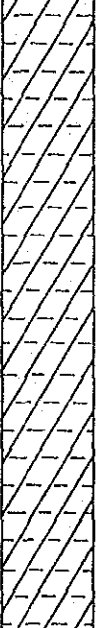






No. 2				No. 3			
Nivel del agua subterránea	Profundidad	Perfil. (Corte)	Clasificación de suelo	Nivel del agua subterránea	Profundidad	Perfil. (Corte)	Clasificación de suelo
0,25	0,25		Arcilla cienosa de color gris oscuro	No existe agua subterránea	0,72		Arcilla cienosa de color gris A4
			Color moreno claro A7-5				Color gris oscuro con rayas amarillas A7-5 ~ A7-6
	5,00		Arcilla cienosa o arenosa de color gris con rayas amano		3,90		Arcilla cienosa o arenosa de color gris amarillent
	5,45				4,42		
					5,45		Arena poco áspera Gris claro A2-4

Fig. 6-7 (2) Perfil del análisis del suelo en cada punto





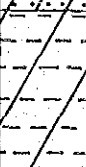
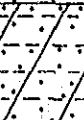


No. 4				No. 5					
Nivel del agua subterránea	Profundidad	Perfil. (Corte)	Clasificación de suelo	Nivel del agua subterránea	Profundidad	Perfil. (Corte)	Clasificación de suelo		
1,80	0,12		Arena cienosa de color gris A4	1,95	0,55		Arcilla cienosa de color gris obscuro o gris claro A7-5		
	0,40		Arcilla cienosa o arenosa de color gris claro. A6			1,67		Arena fina; arena poco áspera Color moreno claro A2-4	
	1,80	1,80			Arcilla cienosa de color gris con rayas amarillentas		2,70		Arena arcillosa fina o poco áspera de color gris con cieno A2-4
					Color gris claro con rayas amarillas A6				3,60
							5,00		
	5,45		Arena fina Color castaño amarillento						

Fig. 6-7 (3) Perfil del análisis del suelo en cada punto

CAPITULO 7

UTILIZACION DE LA TIERRA

CAPITULO 7 UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

7-1 Método de estudio para el establecimiento del Plan

7-1-1 Líneamiento básico

El Plan de Utilización de la tierra consiste en definir la forma de utilización óptima de cada área del mismo, sacando el mayor resultado, con el fin de utilizar eficazmente el limitado recurso tierra, en base a sus peculiaridades social, económico y natural.

El área del proyecto tiene unas 150.000 Ha, superficie relativamente pequeña para establecer un plan de utilización de la tierra y, posee casi la misma altitud y casi la misma condición climática. Además, en esta región no existe poblados grandes, y prevalecen las mismas condiciones sociales económicas, a excepción de la forma de tenencia de la propiedad.

Como factor necesario para establecer el plan se han seleccionado los siguientes, considerando las condiciones arriba mencionadas. Y mediante el análisis de estos factores establecer el Plan de Utilización de la tierra.

- 1) Topografía (altitud, pendiente, dirección de la pendiente, relieve).
- 2) Situación actual de utilización de la tierra.
- 3) Suelo y geología de la capa superficial.
- 4) Vegetación (distribución forestal).
- 5) Situación actual de anegación.
- 6) Situación actual de tenencia de la propiedad.

Sobre estos factores, se han realizado los estudios y análisis, de acuerdo con los siguientes métodos.

7-1-2 Preparación de mapas preliminares

Para examinar la topografía actual, hace falta un mapa topográfico de cierta precisión. Para la zona objeto del estudio, se dispone el mapa topográfico publicado por el Instituto Geográfico Militar (escal 1/50.000, intervalo de altitud 10 m) y, para la parte este de la región, se dispone el mapa topográfico que preparó en 1973 la Entidad Binacional Yacyretá (escal 1/10.000, intervalo de latitud 2 m). Se ha preparado en base a los materiales mencionados un mapa topográfico.

Debido a que estos materiales no tienen suficiente precisión para diseñar un plan de riego y drenaje o de desarrollo de tierras agrícolas, se ha elaborado una carta topográfica de escal 1/50.000 e intervalo de altitud