

624.151
S122

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de
La Tierra

“Características Geomecánicas de los suelos encontrados en el sistema de riego y drenaje de 17.000 Has. en el valle del río Daule y su utilización en la construcción de terraplenes”

Tesis de Grado

Previa a la obtención del Título de

INGENIERO GEOTECNICO

Presentada por:

SANDRA CECILIA SACOTO HIDALGO

Guayaquil - Ecuador

1991

AGRADECIMIENTO

- A mi Profesor, guía y amigo: Ing. RAUL MARURI DIAZ, Director de esta Tesis, por su constante ayuda en la orientación de este trabajo y en mi formación profesional.
- Al Ing. LUIS QUINTERO ROBLES, Director de Construcción y Fiscalización del Proyecto 17.000 Has., CEDEGE; por autorizar la utilización de la información requerida para la realización de esta Tesis.
- A los Directivos de la Asociación VERA-LAVALIN
- A los Ingenieros JULIAN CORONEL y HUGO LANDIVAR A., por su incondicional apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo.
- Al Ing. FRANCISCO GRAU A., por su constante apoyo moral y ser el principal impulsor de esta Tesis.

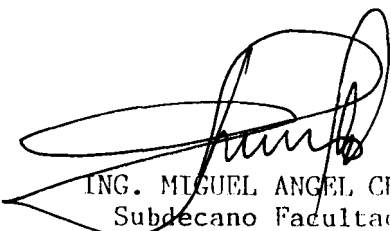
DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSO

A MIS HIJOS



ING. MIGUEL ANGEL CHAVEZ
Subdecano Facultad de
Ciencias de la Tierra



ING. RAUL MARURI DIAZ
Director de Tesis



ING. JULIAN CORONEL RAMIREZ
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".



(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

Sandra Sacoto Hidalgo
SANDRA SACOTO HIDALGO

RESUMEN

El trabajo que se expone a continuación, resume los resultados de los ensayos básicos realizados para la clasificación de los suelos encontrados en la zona comprendida en la margen derecha del Río Daule, desde la población Colimes de Balzar en el Norte, hasta la población de Nobol al Sur.

Ensayos especiales como granulometría por Hidrómetro, Próctor standard y expansiones libres, también han sido ejecutados con la finalidad de determinar la porción arcillosa de las muestras, densidad seca máxima, humedad óptima y expansividad de los materiales a utilizarse en la construcción de canales de riego, caminos y diques.

El desarrollo de este tema fue realizado durante el tiempo que laboré como Jefe de Laboratorio de Suelos y Materiales en la Fiscalización de la construcción del Sistema de Riego y Drenaje de 17.000 Has. en el Valle del Río Daule, y consiste básicamente en determinar las características geomecánicas de los suelos encontrados en las zonas planas y que de manera general se la define como arcillas de alta plasticidad pertenecientes a la llanura aluvial del Río Daule y, además de los suelos que conforman las partes altas que bordean la zona y que corresponden a materiales de la Formación Balzar.

Considerando las características geomecánicas y con algunos ensayos especiales, se han determinado características expansivas de las muestras.

El muestreo realizado ha tratado de ser lo más representativo posible del área investigada, de tal manera que se han logrado obtener curvas y ecuaciones específicas para cada uno de los cinco subproyectos que constituyen el área de las 17.000 Has.

Las investigación realizada analiza la utilización de los suelos en contrados, en la construcción de Obras Civiles de Riego, específicamente terraplenes que alojan canales revestidos similares a los del caso en estudio.

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE ABREVIATURAS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INDICE DE TABLAS.....	XV
INDICE DE MAPAS.....	XVIII
INTRODUCCION.....	19
<u>CAPITULO I</u>	
<u>GENERALIDADES.....</u>	22
1.1 <u>Antecedentes.....</u>	22
1.2 <u>Ubicación del Proyecto.....</u>	23
1.3 <u>Objetivos del Proyecto.....</u>	23
1.4 <u>Descripción del Programa Experimental de Campo y Laboratorio realizados.....</u>	25
<u>CAPITULO II</u>	
<u>GEOLOGIA DE LA ZONA.....</u>	29
2.1 <u>Geología Regional.....</u>	29
2.2 <u>Geología Local.....</u>	30
2.2.1 <u>Geomorfología.....</u>	31
2.2.2 <u>Estratigrafía.....</u>	32
2.2.3 <u>Topografía.....</u>	36
2.2.4 <u>Clima y Vegetación.....</u>	36
<u>CAPITULO III</u>	
<u>CARACTERISTICAS FISICAS Y GEOMECHANICAS DE LOS SUELOS ENCONTRADOS.....</u>	38
3.1 <u>Exploración de Campo.....</u>	40
3.2 <u>Ensayos de Laboratorio.....</u>	42
3.2.1 <u>Propiedades Indices.....</u>	43
3.2.2 <u>Compactación.....</u>	47
3.2.3 <u>Expansión Libre y Controlada.....</u>	49
3.3 <u>Interpretación y Correlación de los resultados obtenidos.....</u>	50

	<u>Página</u>
<u>CAPITULO IV</u>	
<u>PROPIEDADES DE LOS MATERIALES USADOS EN CONSTRUCCION DE</u> <u>TERRAPLENES PARA CANALES DE RIEGO.....</u>	94
4.1 Plasticidad.....	95
4.2 Expansividad.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
ANEXOS: TABLAS	
BIBLIOGRAFIA.....	168

INDICE DE ABREVIATURAS

- CEDEGE : Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Rio Guayas.
 - Has. : Hectáreas
 - Cía. : Compañía
 - Km. : Kilómetro
 - cm. : Centímetro
 - mm : Milímetro
 - mt. : Metro
 - m^3/seg : Metro cúbico por segundo
 - Kg/cm^2 : Kilogramo por centímetro cuadrado
 - Kg/cm^3 : Kilogramo por centímetro cúbico
 - % : Porcentaje
 - °C : Grado centígrado
 - γ : Densidad
 - St : Standard
 - Fm : Formación
 - Kp : Formación Piñón-Cretácico
 - Pl_B : Formación Balzar-Plioceno
 - Q_A : Depósitos Aluviales-Cuaternario
 - ASTM : American Society for testing and materials
 - LL : Límite Líquido
 - LP : Límite Plástico
 - IP : Índice Plástico
 - % E : Porcentaje de Expansión
-

- SUCS : Sistema unificado de clasificación de suelos
- # : Número
- No. : número
- CH : Arcilla de Alta plasticidad
- CL : Arcilla de baja plasticidad
- SC : Arena arcillosa
- ESPOL : Escuela Superior Politécnica del Litoral
- part. : Partículas
- > : Mayor que...
- < : Menor que...
- μ : Micra
- BCS : Black Cotton Soil
- W_{opt} : Humedad Optima
- γ_{seca} max. : Densidad seca máxima
- R : Coeficiente de correlación
- CBR : California Bearing Ratio
- AASHTO : American Association of States and Highway transportation officials.
- FHWA : Federal Highway Administration
- USA : United States of America
- AD : Suelos Arcillosos dispersivos
- AE : Suelos Arcillosos expansivos
- LE : Suelos Limosos erosionables



INDICE DE TABLAS

Nº

1	Resultados de los Ensayos de Clasificación Material Común. Subproyecto El Mate.	109
2	Resultados de los Ensayos de Clasificación Material Seleccionado. Subproyecto El Mate.	112
3	Resultados de los Ensayos de Clasificación Material Común. Subproyecto Higuierón.	117
4	Resultados de los Ensayos de Clasificación Material Seleccionado. Subproyecto Higuierón.	126
5	Resultados de los Ensayos de Clasificación Material Común. Subproyecto San Jacinto.	128
6	Resultados de los Ensayos de Clasificación Material Seleccionado. Subproyecto San Jacinto.	130
7	Resultados de los Ensayos de Clasificación. Subproyecto América.	131
8	Resultados de los Ensayos de Clasificación. Subproyecto Lomas.	147

Nº

- | | | |
|----|--|-----|
| 9 | <i>Determinación de la Actividad de los Suelos y su tendencia a la Dispersividad o a la Expansión. Subproyecto El Mate.</i> | 157 |
| 10 | <i>Determinación de la Actividad de los Suelos y su tendencia a la Dispersividad o a la Expansión. Subproyecto Híguerón.</i> | 158 |
| 11 | <i>Determinación de la Actividad de los Suelos y su tendencia a la Dispersividad o a la Expansión. Subproyecto San Jacinto.</i> | 159 |
| 12 | <i>Determinación de la Actividad de los Suelos y su tendencia a la Dispersividad o a la Expansión. Subproyecto América.</i> | 160 |
| 13 | <i>Determinación de la Actividad de los Suelos y su tendencia a la Dispersividad o a la Expansión. Subproyecto Lomas.</i> | 161 |
| 14 | <i>Resultados de Porcentaje de Expansión y Determinación del Potencial Expansivo a partir del Índice Plástico. Subproyecto El Mate.</i> | 163 |
| 15 | <i>Resultados de Porcentajes de Expansión y Determinación del Potencial Expansivo a partir del Índice Plástico. Subproyecto Híguerón.</i> | 164 |
| 16 | <i>Resultados de Porcentajes de Expansión y Determinación del Potencial Expansivo a partir del Índice Plástico. Subproyecto San Jacinto.</i> | 165 |

<u>Nº</u>		
17	Resultados de Porcentajes de Expansión y Determinación del Potencial Expansivo a partir del Índice Plástico. Subproyecto América.	166
18	Resultados de Porcentajes de Expansión y Determinación del Potencial Expansivo a partir del Índice Plástico. Subproyecto Lomas.	167
19	Valores máximos y mínimos del Porcentaje Pasante tamiz #200.	67
20	Valores máximos y mínimos de Densidad Seca Máxima y Humedad Óptima.	69
21	Variaciones de Índices Plásticos, Porcentaje partículas menores a 2 micras y Actividad de las muestras.	71
22	Características de Expansividad de los suelos en función de su potencial de expansión.	86

INDICE DE MAPAS

Nº

- 1 Plano de Ubicación Geográfica del Proyecto de las 17.000 Has. en el Valle del Río Daule.
- 2 Plano de Localización de los Subproyectos
- 3 Plano de Secciones transversales tipo. Terraplenes Heterogéneos.
- 4 Plano de Fuentes de Préstamo de material seleccionado

INTRODUCCION



La Geotecnia estudia las características físicas y resistencias ^{geo} mecánicas de los suelos y rocas utilizados para la construcción de obras civiles de gran envergadura como son: presas, túneles, canales de riego, caminos, diques, edificaciones, entre otras.

Para quienes se dedican al estudio de esta ciencia, el tema de los suelos expansivos ha sido motivo de preocupación y profundos estudios, pues los cambios volumétricos que ellos experimentan al variar la humedad, son causas de asentamientos diferenciales que pueden ocasionar grandes daños en las obras.



En ocasiones, por factores económicos se ha considerado la participación de arcillas expansivas como parte de ciertas obras, a pesar de conocerse los peligros que ocasionan; aplicando diferentes métodos de estabilización con el fin de reducir el fenómeno expansión-retracción.

El diseño de los diques, canales de riego y vías de comunicación del Sistema de riego y drenaje de 17.000 Has. objeto de nuestro estudio, incluye como núcleo de los terraplenes a una arcilla de alta plasticidad conocida como Black Cotton Soils, y sobre ésta con un espesor de 0.80 mts., arenas arcillosas o arcillas de baja plasticici

dad con expansiones bajas o nulas que sirvan como "colchón amortiguador" a un revestimiento de hormigón de aproximadamente 5 cms. de espesor.

Para controlar la expansión del material más expansivo se utilizaría el método mecánico, consistente en compactar cada capa a densidades inferiores a la densidad seca máxima obtenida del ensayo Próctor standard, en un rango del 5% al 10% y con humedades superiores a la óptima en un 2% a 4%. Estas condiciones controlarían las presiones de expansión de estos materiales y garantizaría la vida de los revestimientos de los canales.

Los materiales colocados sobre el material expansivo y bajo el revestimiento de hormigón, llamados en nuestro trabajo material seleccionado, también están presentes en el área de estudio y corresponden a suelos de la Formación Balzar.

Este trabajo posee gran validez estadística por la cantidad de muestras obtenidas y ensayadas durante la etapa de construcción, lo que nos permite tener con mayor exactitud correlaciones entre las propiedades geomecánicas de los suelos encontrados y utilizados en la conformación de terraplenes del Proyecto.

Mediante esta investigación, se ha querido resaltar las características que deben cumplir los materiales a utilizarse en la construcción de terraplenes, recalcando que la expansividad de los suelos es un factor importante que debe considerarse al escoger un suelo -

como material de construcción de dichas obras civiles y aunque no se ha profundizado en un estudio sobre la dispersividad de estos materiales, dejamos como inquietud para futuras investigaciones de la zona, este tema que si bien es cierto no ha sido seriamente considerado en los estudios preliminares, según algunas correlaciones realizadas en el presente trabajo, se presenta como un fenómeno - que podría causar daños y reducir la vida útil del proyecto.

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Dentro del Proyecto de Propósito Múltiple "Jaime Roldós Aguilera", la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca - del Río Guayas (CEDEGE), ha planificado la Construcción de Sistemas y Riego y Drenaje para suministrar agua a más de 100.000 Hectáreas, mediante el control de la Presa Daule Peripa. (9)

Como parte de la primera etapa de este Proyecto, se está construyendo un Sistema de Riego con área aproximada de 17.000 Ha. y que comprende canales de suministro y drenajes, construcción de vías de acceso y obras para control de inundaciones.

Por razones técnicas el área total se la dividió en 5 partes - que se las ha denominado Sub-proyectos, los cuales regarán - las siguientes áreas netas:

- Sub-proyecto San Jacinto	2.500 Has.
- Sub-proyecto Híguerón	3.520 "
- Sub-proyecto El Mate	2.450 "
- Sub-proyecto América	5.816 "
- Sub-proyecto Lomas	2.714 "
	17.000 Has.

Por las mismas razones fueron agrupados en dos sectores, los Sub-proyectos: San Jacinto, Higueroñ y El Mate corresponden al Sector "A" cuya construcción fue adjudicada a la Compañía Cubiertas y Mzov S.A. y los Sub-proyectos: América y Lomas que pertenecen al Sector "B", son construídos por la Cía. Nacional Hidalgo-Hidalgo.

La Fiscalización la realiza la Asociación Vera-Lavalín, un consorcio ecuatoriano-canadiense, que tiene la responsabilidad de supervisar la construcción de las obras en los 2 sectores.

1.2 UBICACION

El Sistema de Riego y Drenaje de las 17.000 Has. en el Valle del Río Daule se encuentra ubicado en la margen derecha del Río Daule y se desarrolla entre las Parroquias Colimes de Balzar al Norte y Nobol en la parte Sur, las cuales se encuentran distantes a la ciudad de Guayaquil, en 75 Km. y 37 Km., respectivamente. (Plano #1)

Los Sub-proyectos se encuentran ubicados de Norte a Sur de la siguiente manera: San Jacinto, Higueroñ, El Mate, América y Lomas. (Plano #2)

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este sistema tiene como principal función la de abastecer de agua para riego a 17.000 Has. sobre la margen derecha del Dau-

le; esto se lo hará mediante 7 plantas de bombeo que captarán el líquido directamente del Río Daule y que están distribuidas de la siguiente manera:

- Sub-proyecto San Jacinto 2
- Sub-proyecto Híguerón 2
- Sub-proyecto El Mate 2
- Sub-proyecto América 1

El Sub-proyecto Lomas tiene 2 plantas de rebombeo que se alimentan de la Estación de Bombeo de América, denominada por tal efecto América-Lomas.

Las plantas de bombeo para riego tienen una capacidad total de $36.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$, siendo la de mayor capacidad la América-Lomas - que tiene 56% de la captación total (2)

Este sistema tiene como otro objetivo el drenar las aguas de cada Sub-proyecto hacia las Estaciones de Bombeo para drenaje que entregarán nuevamente el agua al Río Daule. Existen 5 - plantas para drenaje distribuidas así:

- Sub-proyecto San Jacinto 1
- Sub-proyecto Híguerón 1
- Sub-proyecto El Mate 1
- Sub-proyecto América 2

La capacidad total de las plantas de bombeo para drenaje es de $30.22 \text{ m}^3/\text{seg}$. siendo la de mayor capacidad la denominada América 2 con el 39% de la descarga total. (2)

Los canales de riego se encuentran alojados en terraplenes zonificados con sus correspondientes vías y diques y poseen revestimientos de hormigón de 5 a 8 cms. de espesor.

Entre las obras de arte diseñadas existen: tomas, retenciones, partidores, alcantarillas, puentes peatonales y puentes vehiculares.

Además, el sistema contempla construcción de vías de acceso, puentes y caminos de enlaces que integran a poblaciones cercanas al Proyecto.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA EXPERIMENTAL DE CAMPO Y LABORATORIO - REALIZADOS.

Según estudios realizados en los años 1973 y 1974 por CEDEGE, se determinó la presencia de arcillas expansivas en la zona del Proyecto, las cuales siempre han sido motivo de preocupación para los Ingenieros Geotécnicos, pues, estos suelos se caracterizan por tener un cambio volumétrico considerable al existir variaciones de humedad.

En un informe de suelos presentado por CEDEGE, en 1983, se distinguieron 3 tipos de suelos: (8)

- a) Arcillas de alta plasticidad (CH), generalmente de color gris y que se encuentran superficialmente con espesores variables de 0.50 a 2.00 mts.
- b) Arcillas de baja plasticidad (CL) generalmente de color café amarillento con contenido de limos y arenas que se encuentran bajo la anterior y en zonas reducidas se localiza superficialmente.
- c) Arenas limosas, limos arcillosos y arenas arcillosas de color amarillo claro que se encuentran en zonas de elevaciones de poca altura.

Para la construcción de los terraplenes que alojan canales de riego, caminos y diques, CEDEGE planteó tres alternativas:

- 1) Terraplenes homogéneos utilizando suelos no expansivos
Consistía en construir los terraplenes con suelos de expansividad baja o nula, obtenidos de la zona de préstamo más cercana. Técnicamente sería una buena opción pero el factor económico debería estudiarse detalladamente.
- 2) Terraplenes homogéneos utilizando suelo expansivo
Consistía en la utilización del material de préstamo lateral, generalmente arcilla gris de alta expansividad, la cual debería ser tratada antes de su utilización. La estabilización de dichos suelos podría ser:

Química

Agregando cal hidratada a la arcilla en cantidad aproximada al 4% del peso total del suelo y logrando una mezcla casi homogénea lo que exigía un trabajo minucioso y casi imposible de lograr sin una planta dosificadora en donde se realice la mezcla, la cual sería posteriormente transportada.

Mecánica

Existen dos factores que controlan las características de expansión de estos suelos y son: contenido de humedad y densidad seca de colocación. Se estableció que si se compactaban estos suelos entre 93 y 95% de la γ seca máxima obtenida en el ensayo Próctor standard y con una humedad superior a la óptima en un 2%, estas características expansivas disminuían notablemente. Sin embargo, esta alternativa tenía un factor preocupante y que era el contacto suelo-revestimiento de hormigón, pues las variaciones en el contenido de humedad de dichos suelos provocaría daños en la losa de hormigón.

3) Terraplenes zonificados

Consiste en construir terraplenes utilizando los dos tipos de materiales existentes, es decir, primero la colocación del material arcilloso (CH) que se encuentran en las zonas laterales a la alineación de los canales y sobre éste, el material no expansivo proveniente de la zona de préstamo o

"mina" más cercana. El espesor de material seleccionado sería de 0.80 mts. en la zona inmediata inferior al revestimiento del canal y 0.40 mts. en la zona de la vía, bajo la capa de rodadura.

Constructivamente esta alternativa era la más favorable - desde los puntos de vista técnico y económico, con la única condicionante de que se realice un estricto control de calidad en las condiciones de colocación de los materiales.

Como habíamos expresado anteriormente, este sistema de Riego se había subdividido en dos sectores, los que se diferenciaron también constructivamente.

En el Sector "A", se construyeron terraplenes obedeciendo a la alternativa 3, es decir, terraplenes heterogéneos o zonificados utilizando el material de préstamo lateral para la zona I y material seleccionado, obtenido de la mina más cercana calificada como apta para la zona II.

En el Sector "B", los terraplenes se construyeron utilizando sólo material transportado con características de expansividad media a baja en la zona I y de expansividad casi nula en la zona II, es decir, 0.80 mts. bajo el revestimiento de hormigón. (Plano #3)

CAPITULO II

GEOLOGIA DE LA ZONA

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

Sobre la Geología de la zona, se ha consultado a más del léxico estratigráfico de Bristow y Hoffstetter, estudios recientes realizados por Cimentaciones Cía. Ltda. en la Pre-campaña del Proyecto de las 33.000 Has. en el Valle del Río Daule y el Informe del Proyecto de Investigación Geológica ESPOL-ORSTOM, en el cual se prepararon las hojas geológicas de Isidro Ayora y Pedro Carbo con escalas de 1:50.000.

El área referida, está constituida por la llanura de inundación del Río Daule, formada por depósitos aluviales recientes de arcillas, arenas y limos distribuidas paralelamente de Norte a Sur a ambos márgenes del Río Daule. Hacia la margen derecha la llanura es menos extensa que hacia la margen izquierda, limitando esta llanura hacia la parte Oeste, unas pequeñas elevaciones de cresta subredondeadas que corresponden a la Formación Balzar, constituidas por rocas sedimentarias Pliocénicas de origen marino, con capas bien estratificadas de areniscas, limos y arcillas.

Hacia el Sur y Este de la zona, se encuentran afloramientos de la Cordillera Chongón-Colonche constituidas por rocas ígneas de

la Formación Piñón, entiéndanse basaltos y diabasas gris verdosas, en algunas veces intrusiones de granodioritas. Entre estos cerros se citan Chivería, San José, Cerro sin cabeza, Tres Cerritos, Bijagual, entre otros de menor altura que se pueden divisar en la vía Guayaquil-Daule. Las granodioritas son localizadas en las cercanías de la Población de Pascuales.

2.2 GEOLOGIA LOCAL

El Proyecto de Riego y Drenaje de 17.000 Has. en el valle del Río Daule, está enmarcado en la margen derecha del Río Daule y sobre una llanura aluvial, extensa, depositada en el Período Cuaternario y formado por grandes potencias de arcillas, arenas y limos.

Está limitada en la parte Norte por la Población Colimes de Balzar, al Sur, por el Río Bijagual que desemboca en el Río Daule, presentándose además elevaciones aisladas de la Formación Piñón. Hacia el Este por el Río Daule y hacia el Oeste por Colinas de cresta subredondeadas que pertenecen a la Formación Balzar, caracterizadas por areniscas de grano medio a fino de composición tobácea con matriz arcillosa y color café claro (habano), arenas de grano medio a grueso y limos tobáceos habano.

El curso del Río Daule es sinuoso, existiendo numerosos meandros abandonados que indican el cambio de trayecto en varias

ocasiones y se encuentran con un relleno de aluviones. A lo largo del río se han formado bancos de arena con grandes potenciales para su explotación y uso como material de construcción.

Los terrenos de esta región están drenados por los Ríos Pedro Carbo con su ramal Bachillero y el Magro que desembocan en el Río Daule. Además por los Esteros Loco, Fortuna, Bufay, Boquerón, entre otros. (13)

2.2.1 Geomorfología

En la zona del Proyecto se distinguen dos unidades geomorfológicas bien definidas:

- a) El 70% del área total del proyecto está formado por terrenos planos y amplios que pertenecen a la llanura aluvial del Río Daule. Estos depósitos aluviales fueron sedimentados en el Período Cuaternario y corresponden a las arcillas, limos y arenas encontrados y que se utilizaron como materiales de construcción de los terraplenes.
- b) Hacia el Oeste y delimitando el Proyecto, se encuentran una serie de colinas de cresta sub-redondeadas, suaves pendientes y de poca a media altura, que corresponden a la Formación Balzar, caracterizado por las areniscas de composición tobácea con matriz arcillosa de color amarillo claro y por las arenas de grano medio a grueso color gris oscuro, estas últi-

mas principalmente se encuentran al Norte del Proyecto, cercana a la Población Colimes.

Además es posible identificar hacia la frontera Sur del Proyecto unas elevaciones de pendientes fuertes, pertenecientes a la Formación Piñón. (13)

2.2.2 Estratigrafía

Como ya hablamos anunciado anteriormente, la secuencia estratigráfica estaría dada por pequeños afloramientos de la Formación Piñón, la Formación Balzar y los depósitos aluviales del Cuaternario. Esta información fue obtenida de recientes estudios realizados por el Proyecto de Investigación geológica ESPOL-ORSTOM, los cuales fueron utilizados como guía para este trabajo, recopilándose información de las hojas de Isidro Ayora, Pedro Carbo y Colimes.

a) Cretácico: Formación PINON (Kp)

Hacia el Sur y Oeste del Proyecto, se observa un ramal de la Cordillera Chongón-Colonche constituida por Formación Piñón, teniendo elevaciones que fluctúan entre 200 y 345 mts. con vegetación abundante y difícil acceso.

De la misma forma, se encuentran fuera del Proyecto y hacia la parte Este, otros ramales de la Cordillera

ra Chongón-Colonche, pero con alturas menores.

Esta formación se trata de material volcánico básico constituido por diabasas y basaltos generalmente fracturados con piritas o vetas de hierro en las fracturas, basaltos amigdaloides y en menores cantidades aglomerados basálticos.

b) Terciario-Plioceno: Formación BALZAR (Pl₁₃)

Los afloramientos de esta unidad corresponde a lo siguiente:

- Al tope de la mayor parte de los afloramientos aparecen estratos de arenisca masiva de grano fino a medio de composición tobácea con matriz arcillosa y color café claro (habano). Generalmente se presentan poco consolidados, aunque de repente pueden tener algún grado de consolidación.
- Subyaciendo al estrato anterior es común encontrar bancos de arena de color gris oscuro característico, de grano medio a grueso con buena clasificación. Localmente se pueden presentar concentraciones de guijarros duros de aspecto cavernoso y con depresiones recubiertas con óxido de hierro.

- En ciertos afloramientos es posible encontrar se
ries estratigráficas que presentan en el tope es
tratos de limolitas tobáceas color habano, poco
consolidados, no muy potentes (aproximadamente -
0.5 mts.) y en la base, bancos métricos de arenis
cas gruesas tobáceas bien consolidadas color par-
do.

La Formación Balzar se puede dividir en 2 facies
sedimentarias:

Facies I

Corresponde a la descripción con la que se ha co
nocido a la Formación Balzar en publicaciones an
teriores, es decir, capas de conglomerados, are-
niscas y limolitas con matriz tobácea, que en -
ciertos afloramientos puede llegar a constituir
verdaderas capas de tobas, toda esta variación
litológica toma un color crema característico.

En la zona Oeste (mayor parte de las hojas Coli-
mes y Pedro Carbo) es la única facie que aparece
alcanzando espesores de 6 mts. aproximadamente ,
mientras que hacia el Este, aparece en el tope -
de la facie II y separado de ésta por una super-
ficie de erosión con espesores de 0.5 a 2 mts.

Facies II

Corresponde a bancos de arena de color gris que muestran a veces estratificación cruzada de mediana escala, localmente se pueden encontrar con concentraciones de grava y clastos blandos de material tobáceo. La potencia que puede alcanzar es esta facie es variable, siendo aproximadamente de 4 mts.

Ambientalmente la Formación Balzar, se debe interpretar como una unidad sedimentaria en un medio - transicional que varía desde marino somero pasando por Playa, hasta eólico costero y fluvial.

La facie I representa la parte de la Formación Balzar depositada en medio marino somero y de transi- ción por el de playa, mientras que la facie II fue formada en un medio de playa de dunas costera y flu- vial.

c) Cuaternario: Depósitos Aluviales (Q_A)

Corresponden a depósitos aluviales de piedemonte y fluvial de la Cuenca Interior del Guayas.

Son sedimentos finos, generalmente arcillas y limos y ocasionalmente arenas muy finas. Dependiendo de su contenido orgánico. Las arcillas varían su colo-

ración de gris oscura a amarillo verdoso, teniendo siempre un potencial expansivo alto debido a su contenido montmorillonítico.

2.2.3 Topografía

Para el presente estudio hemos utilizado las hojas topográficas de Isidro Ayora, Pero Carbo y Colimes editada por el Instituto Geográfico Militar, la misma que tiene una escala de 1:50.000 y curvas de nivel con equidistancias de 20 mts.

El área de nuestro trabajo corresponde a la zona del Valle del Rio Daule en su margen derecha y abarca áreas planas de depósitos aluviales recientes, teniendo hacia el Oeste una cadena de colinas de poca altura que van de Norte a Sur del Proyecto y que corresponden a la Formación Balzar, caracterizado por areniscas de tonalidad amarillenta clara y composición tobácea.

2.2.4 Clima y Vegetación

El clima de la zona del Proyecto se clasifica como tropical seco durante el período de mayo a diciembre y como tropical húmedo durante los meses de Invierno.

La estación invernal está caracterizada por la presencia de lluvias, definiéndose la precipitación anual media en 1.100 mm. cantidad acumulada exclusivamente du -

rante los meses de enero, febrero, marzo y abril. (12)

La temperatura media anual varía entre 26° y 28°C siendo la temperatura máxima de 35°C y la mínima de 18°C.

La vegetación es muy variable dependiendo del relieve y la proximidad de los terrenos al Río Daule.

Así tenemos que en las colinas subredondeadas de mediana altura la vegetación es arbórea con especies como Amari-
llo, Pechiche, Pretino, Guayacán, etc. En colinas bajas existen arbustos. En los terrenos planos, durante el In
vierno crecen pastos para la crianza del ganado vacuno y
caballar. Además es frecuente encontrar árboles fruta -
les como mango, naranja, mandarina, papayas, etc. y gran
des cultivos de arroz, yuca, café, tabaco, cacao, maní, ,
sandía, tomate, melón, pepino, camote, etc.

CAPITULO III
CARACTERISTICAS FISICAS Y GEOMECANICAS DE LOS SUELOS
ENCONTRADOS



En la conformación de los terraplenes construidos en el Sistema de Riego y Drenaje de las 17.000 Has., en el Valle del Río Daule, se siguió el siguiente procedimiento constructivo:

El primer paso, fue la Limpieza y Desbroce del área de implantación del terraplén más 5 mts. a cada lado del mismo. Posteriormente, se realizó el retiro de la capa vegetal, la cual fue de 0.30 mts., variando en algunos casos a profundidades mayores; teniendo en cuenta que técnicamente no es conveniente cimentar el terraplén en una capa de material orgánico.

La escarificación y compactación, es el tercer paso y consiste en romper la estructura de la capa mediante la escarificación para humedecer el material, en el caso que tenga humedades inferiores a la óptima más el 2%. Como generalmente, este terreno se trató de material expansivo, la compactación estuvo entre el 90% y 93% de la densidad seca máxima del ensayo Próctor Standard.

La operación de conformación propiamente dicha, constó de básicamente tres procesos: Regado del material, Humedecimiento y compactación.

El regado del material, consiste en colocar el material excavado de las zonas de préstamo lateral en la alineación del terraplén, en capas de 0.30 mts.

Si el material no cumple con la condición de humedad, esto es, tener una humedad superior a la óptima en por lo menos un 2%, se procede a humedecer la capa por medio de tanqueros con regaderas tipo flautas; tratando que esta acción sea uniforme a lo largo de la capa.

La compactación de este material (núcleo del terraplén), se la realiza con rodillo Pata de Cabra, cuya presión por pata no puede ser inferior a 18 Kg/cm^2 . De acuerdo a la experiencia obtenida en el campo, el material Black Cotton Soils (BCS), necesitaría de 4 pasadas - del rodillo para alcanzar densidades comprendidas entre el 90% y 93% de la Densidad seca máxima del ensayo Próctor Standard.

Una vez terminada la conformación del núcleo del terraplén, se procede a la colocación de material importado proveniente de las distintas minas del sector.

Este material también se colocará en capas de 30 cms. y generalmente, necesitó de abundante humedecimiento para conseguir las humedades especificadas para este tipo de material. Esto es, "Humedad óptima \pm 2%".

La compactación de estos suelos, se la realizó con rodillos lisos vibratorios, por tratarse de materiales granulares. La densidad requere

rida, correspondió al 100% de la densidad seca máxima del ensayo - próctor standard. Sobre estos materiales, se apoyaron los revesti - mientos de hormigón.

3.1 EXPLORACION DE CAMPO

De acuerdo al diseño de terraplenes a construirse en el Sector "A" del Proyecto, existió la necesidad de estudiar los materia - les que se encontraban en las zonas laterales a la alineación - del terraplén. Luego de realizar el descapote y limpieza de la capa vegetal, se procedió al muestreo y estudio de estos mate - riales que en su mayoría fueron arcillas gris oscura y arcillas negras comúnmente conocidas como Black Cotton Soils cuya hume - dad generalmente fue superior a la óptima. El espesor de este estrato, muchas veces cubrió los requerimientos del material de la zona I del terraplén adyacente y en zonas bajas, cuando el - terraplén requería mayor volumen de suelo para su conformación, se completaba con una arcilla color café amarillento de alta - plasticidad, que sub-yacía al estrato de arcilla negra. En muy pocos casos, la presencia de material arenoso de los préstamos laterales, ocasionaron la explotación de material arcilloso de algún préstamo cercano.

Para la zona II o de suelo seleccionado, fue necesario intensi - ficar la búsqueda y exploración de áreas de poca altura, que co - rresponden a la Formación Balzar, las cuales generalmente se - ubicaron en zonas colindantes con el Proyecto. Así tenemos que para el Sub-Proyecto San Jacinto, fueron aprobadas para mate -

rial II las minas Colimes, San Pedro y Boquerón. En el Sub-Proyecto Higuerón, se explotaron las minas Sirena, Chonana y Voluntad de Dios y en el Sub-Proyecto El Mate, las minas La Cruz , #6, #6', y #18. (Plano #4)

En el Sector "B", no fue utilizada al arcilla gris o negra del préstamo lateral, sino que este volumen fue reemplazado por material arcilloso de menor expansividad, transportado de la zona de préstamo más cercana, lo cual implicaba intensificar estudios exploratorios para localizar suelos arcillosos para la zona I y suelos arenosos para la zona II. De esta manera se exploraron y explotaron las siguientes minas: A, A', B, C, D, F, G y de Los Muertos en el Sub-Proyecto América. En el Sub-Proyecto Lomas, existen zonas elevadas que como ya indicamos anteriormente corresponde a la Formación Balzar y que han servido como fuente del material seleccionado. Estas minas se han denominado SLA, SLAF, SLAF-1, SLAF-2, SLAF-3, SLAF-4, SLAG, SLAG-1, SLAG-3, entre otras de menor importancia. (Plano #4)

El sistema de exploración de minas fue similar en ambos sectores. Se realizaron calicatas cuyas medidas en planta fueron generalmente 1.20 x 1.20 mts. y con un promedio de 2 a 2.5 mts. de profundidad. Cuando se verificaba la presencia del material necesario, se zonificaba la mina de tal manera de separar las áreas con mayor volumen y homogeneidad del suelo deseado y se procedía a un estudio más detallado, realizando calicatas de 3 mts. de profundidad y a menor distancia con ayuda de retro

excavadoras.

En cada calicata se procedió a realizar la descripción visual de la columna estratigráfica y la toma de muestras de los materiales visualmente aceptables. Para calificar la mina serían suficientes los ensayos granulométricos para determinar la fracción que pase el tamiz #200 y los límites de Atterberg. En algunos casos se realizaron ensayos de humedad natural, para conocer las condiciones naturales del préstamo.

Los resultados obtenidos de los estudios realizados en minas , así como de los materiales seleccionados colocados en obra provenientes de dichas minas; se encontrarán en las tablas correspondientes a materiales seleccionados por subproyecto.

3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Una vez calificada la mina, se comenzaba la etapa de explotación de la misma. Los equipos utilizados para tal efecto fueron retro-excavadoras Caterpillar o Poclain 350, palas cargadoras, tractores, entre otros; los cuales formaban stock en mina con el material aceptable que será transportado por volquetas Pegaso (Sector A) o Bottom dump (Sector B).

El material de construcción una vez en obra se muestreaba colocándolo en doble funda plástica para evitar pérdida de humedad y con su respectiva etiqueta que señala en detalle el subproyecto, obra, abscisado, profundidad o capa, descripción visual

y fecha.

En el laboratorio se procedió a la ejecución de los ensayos para determinar las propiedades índices del material, así como también su densidad seca máxima y humedad óptima mediante el ensayo Próctor Standard. En casos especiales, se realizaron ensayos de expansión e hidrómetro, ejecutándose los primeros de éstos en laboratorios particulares.

3.2.1 Propiedades Índices

La humedad natural, la granulometría y la plasticidad de los suelos constituyen las propiedades índices de los suelos, siendo las dos últimas de gran utilidad para la clasificación e identificación de los mismos.

3.2.1.1 Humedad Natural

Se conoce también como contenido de agua o humedad del suelo y es la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Se expresa en función de porcentaje.

El ensayo para determinar la humedad natural, se lo realizó según la Norma ASTM D 2216-80.

Debido a la magnitud e intensidad y rapidez con que se ejecutaban los trabajos, esta propiedad

no fue determinada en todas las muestras, sin embargo se pudo apreciar que en la mayoría de los suelos obtenidos de préstamo lateral; la humedad fue superior a la óptima, teniendo en cuenta que son zonas de cultivos arroceros y que en su mayoría permanecen activas.

Por el contrario, la humedad natural de los suelos obtenidos en las minas, resultaron bastante bajas en relación con la humedad óptima de los suelos.

3.2.1.2 Granulometría

El tamaño de los granos y su distribución es uno de los mejores indicativos existentes para efectuar una clasificación de los suelos. Es así, como existen sistemas de clasificación basado solamente en la granulometría. De acuerdo a su tamaño los componentes del suelo pueden ser: Gravas, Arenas, Limos y Arcillas.

La granulometría de un material se realiza por método mecánico, realizando la separación del suelo en diferentes fracciones de acuerdo a su tamaño. Para ello se utiliza el cribado por mallas hasta llegar al tamiz #200 en el que se requiere realizar un lavado para deter

minar la porción retenida en dicho tamiz (Norma ASTM D-1140-71).

Los tamaños menores de un suelo se determinan - por el método del hidrómetro, el cual está espe-
cificado en la Norma ASTM D-422-72 y se basa en el hecho de que la velocidad de sedimentación - de las partículas en un líquido, es función de su tamaño. Estos resultados se encuentran tabu-
lados en las Tablas Nos. IX, X, XI, XII y XIII.

3.2.1.3 Límites de Atterberg

Al aumentar o disminuir el agua en los suelos éstos adquieren consistencias características.

Los límites de consistencia, llamados así al lí-
mite líquido y plástico estudiados inicialmente por Atterberg, Tersaghi y Casagrande, nos permí-
ten tener en la práctica una idea clara del ti-
po de suelos y sus propiedades. Junto con el análisis granulométrico, pertenecen al grupo de ensayos de identificación, pues la granulome-
tría nos permite conocer la cantidad de la frac-
ción fina y los límites de Atterberg nos indi-
can la calidad de la misma.



El Índice de Plasticidad (I_p), es la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

En el presente trabajo el valor del I_p ha sido de gran utilidad, empezando por decir, que fue un parámetro importante para la aprobación de los materiales de rellenos colocados en obra ; pues utilizando el criterio de Seed, Woodward y Lundgreen (1962), el que nos relaciona el I_p con el posible grado de expansión de una muestra, se establece lo siguiente: (14)

<u>Índice de Plasticidad</u>	<u>Potencial Expansivo</u>
0 - 15	Bajo
10 - 35	Medio
20 - 35	Alto
> 35	Muy Alto

Hemos utilizado los datos del límite líquido WL y del I_p , graficándolo en la Tabla de Plasticidad de Casagrande. Las abscisas corresponden al WL y las ordenadas al Índice de Plasticidad (I_p), estableciéndose líneas rectas aproximadamente paralela a la línea A, cuyas ecuaciones se han determinado para cada tipo de suelo en los cinco Sub-Proyectos.

La clasificación de los suelos estudiados se la realizó de acuerdo a la Norma ASTM D-2487-85.

Este sistema se basa en los resultados de los ensayos granulométricos, límite líquido e Índice plástico. (1)

Los resultados de las propiedades Índice, lláma se granulometría y límites de Atterberg, así co mo el sistema de Clasificación (SUCS), de los - suelos estudiados en el Sistema de Riego y Dre - naje de 17.000 Has., se encuentran detallados - en las Tablas del #I al # VIII.

3.2.2 Compactación de los suelos

La compactación de los suelos, es el mejoramiento artifi cial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos. (J. Badillo - Rico Rodríguez). Consiste en aumentar la resistencia y disminuir la capacidad de deformación de - los suelos, lo cual se logra aumentando el peso específi co seco al disminuir los vacíos existentes.

Este procedimiento es aplicado al efectuar rellenos arti ficiales de diques, presas, terraplenes para caminos , muelles, pavimentos, etc. o en terrenos naturales que - servirán para la Cimentación de diversas obras.

El método de compactación aplicado depende del tipo de suelo. Cuando se trata de materiales granulares, los métodos vibratorios dan muy buenos resultados. El equipo a ser utilizado sería el rodillo liso, pisones vibratorios, rodillo neumático, etc. En el caso de materiales arcillosos se utilizan mecanismos de carga estática, realizando una buena función para compactar estos suelos el rodillo "pata de cabra".

La compactación de los suelos depende de dos condiciones importantes:

- 1) El contenido de agua del suelo en el momento de compactarlo.
- 2) La energía de compactación suministrada por unidad de volumen, lo que depende del tipo y peso del equipo de compactación y del número de pasadas.

En el laboratorio, se puede imitar este proceso mediante el Ensayo Próctor Standard. Para el caso de nuestro estudio, se ejecutó según la Norma ASTM D 698-78 y son presentados dichos resultados en las Tablas del #1 al #VIII junto con las Propiedades Índices.

En la práctica, se comparaban la densidad seca o peso específico seco del material colocado en obra (en

capas de 30 cms.) con la densidad máxima del ensayo Próctor Standard, teniendo así el grado de compactación, el cual se dá en forma de porcentaje.

$$\% \text{ Compactación} = \frac{\gamma_{\text{campo}}}{\gamma_{\text{laboratorio}}} \times 100$$

3.2.3 Expansión libre y controlada

Las arcillas se caracterizan por su gran compresibilidad y poder de retención de agua. La estructura inestable de las arcillas es la causa de esta gran compresibilidad, pues siendo tan sensible a las acciones mecánicas y físicas, como por ejemplo la desecación y el humedecimiento; permiten que éstas tengan en algunos casos y dependiendo de los minerales constitutivos características de expansión.

Cuando un suelo se encuentra parcialmente saturado y se pone en contacto con agua de tal manera que se produzca un flujo de agua hacia el suelo, este flujo puede producir hinchamiento. (15)

Para medir la expansividad de estos suelos se realizan ensayos de expansión libre y controlada en el edómetro o en el consolidómetro unidimensional. Para el caso de nuestro estudio se realizaron pruebas de expansión libre, las cuales se hicieron siguiendo la Norma D 4546-85 de la ASTM.

Es de acotar que estos ensayos no fueron realizados por el suscrito sino en laboratorios particulares, pero el procedimiento fue inspeccionado y sus resultados analizados y verificados personalmente, lo cual nos permite considerarlos como válidos y de gran utilidad para el desarrollo de este trabajo.

Las muestras consideradas fueron alteradas y llevadas a las condiciones de Densidad seca máxima y Humedad óptima obtenidas del ensayo de Compactación Próctor Standard.

Estos resultados se encuentran tabulados en las Tablas # XIV, XV, XVI, XVII y XVIII, indicando la numeración respectiva de la muestra.

Inicialmente, se planificó ejecutar también ensayos de expansión controlada; pero durante la etapa de construcción del proyecto, se dió prioridad de realizar las expansiones libres; razón por la que se hizo imposible el incluir dichos ensayos en el presente informe.

3.3 INTERPRETACION Y CORRELACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Para el presente estudio se han considerado 922 muestras, de las cuales 386 pertenecen a suelos del sector "A" y 536 a suelos del sector "B".

Los diferentes ensayos de laboratorio realizados nos ha servido para obtener una serie de resultados, de los que se han podido obtener correlaciones interesantes entre los parámetros estudiados.

En primer lugar, se han graficado en la Tabla de Casagrande los valores de Índice de Plasticidad versus Límite líquido y se han obtenido 10 gráficos cada uno con su ecuación y su envolvente característica.

En el Gráfico #1 se han ubicado en la Tabla de Casagrande los suelos encontrados en la zona de préstamo lateral del subproyecto El Mate. Como se puede apreciar existe un predominio de arcillas CH, variando los valores de LL entre 32% y 93% y los valores de Ip entre 13% y 59%.

GRAFICO IP vs LL - SECTOR "A"

EL MATE - MATERIAL COMUN (I)

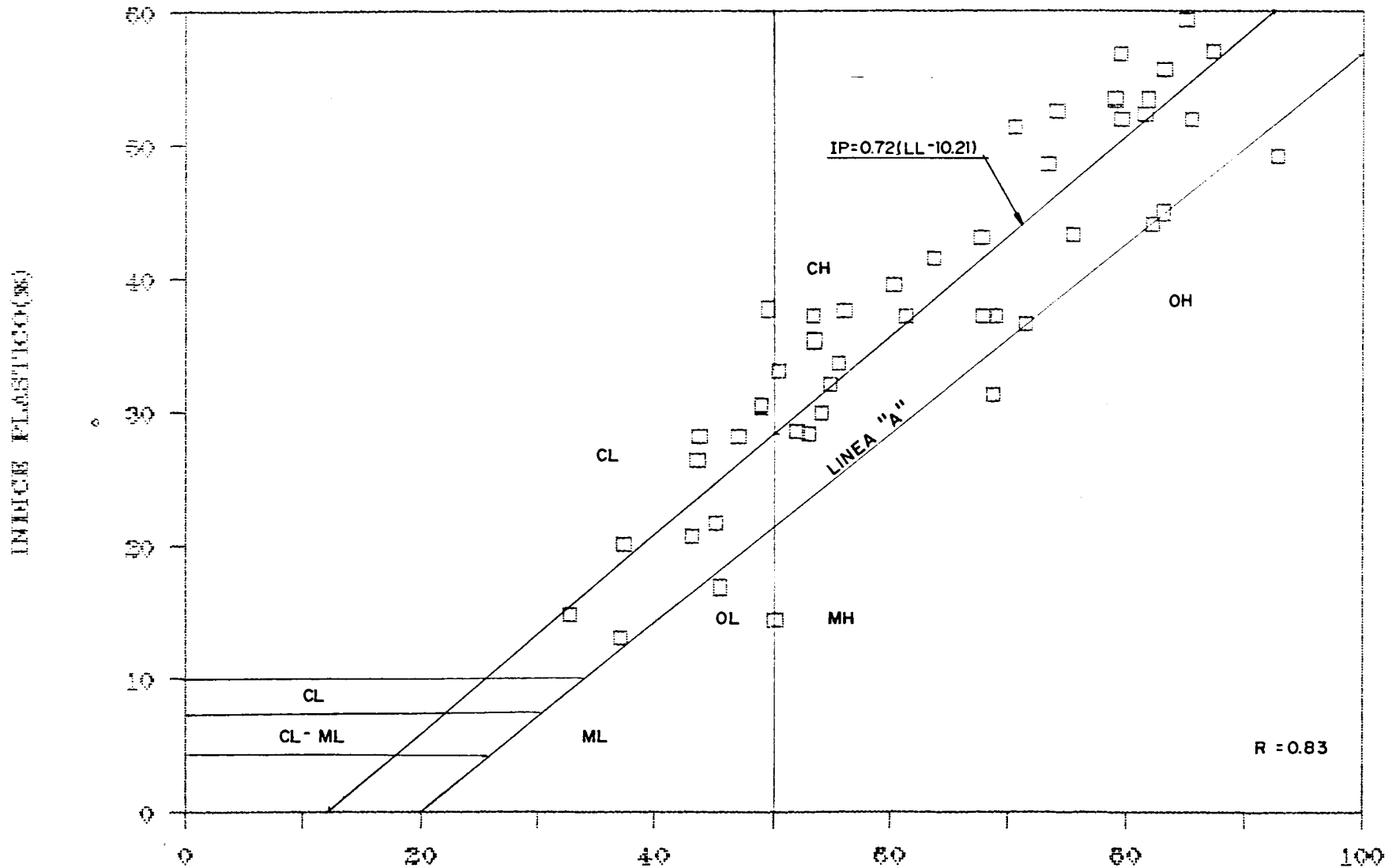
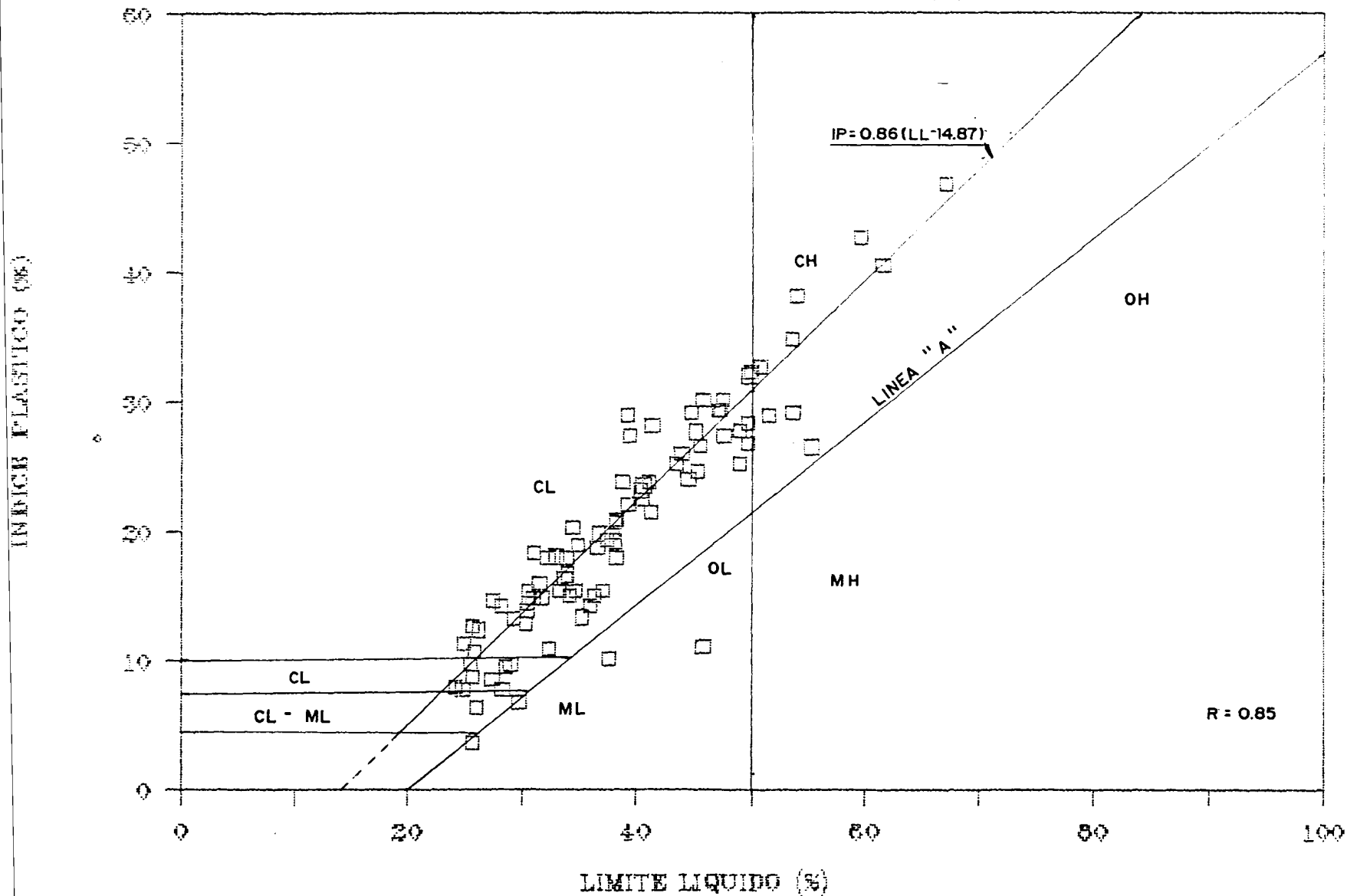


GRAFICO IP vs LL - SECTOR "A"

EL MATE- MATERIAL SELECCIONADO (11)



LL entre los 24% y 67% y el I_p entre 3% y 47%. Cumplen con la ecuación $I_p = 0.86(LL-14.9)$, siendo el coeficiente de regresión $R = 0.85$, en un total de 88 muestras.

En el Gráfico #3, que corresponde a los materiales de préstamo lateral encontrados en el subproyecto Higuero, se puede observar que los valores de LL oscilan entre los 30% y 99% y el I_p entre 11% y 58%. La ecuación de la recta obtenida fue $I_p = 0.72(LL-12.31)$ considerando 177 datos. El coeficiente de correlación $R = 0.84$.

El Gráfico #4 presenta información de los materiales encontrados en las minas del subproyecto Higuero y cumplen con la ecuación $I_p = 0.61(LL-8.77)$. Los valores de LL varían desde 23% hasta 49% y los de I_p entre 6% y 25%. Se consideraron un total de 34 muestras, que tienen un coeficiente de correlación $R = 0.79$.

El Gráfico #5 corresponde a las muestras de material común del subproyecto San Jacinto, que cumplen con la ecuación $I_p = 0.68(LL-8.22)$. La variación de LL varía entre los 36% y 97% y los valores de I_p entre 11% y 57%. Se consideraron para este estudio 27 muestras, que tienen un coeficiente de correlación $R = 0.90$.

El Gráfico #6, pertenece a los materiales obtenidos en las minas del subproyecto San Jacinto y son 13 datos de los que se

GRAFICO IP vs.LL - SECTOR "A"

HIGUERON - MATERIAL COMUN

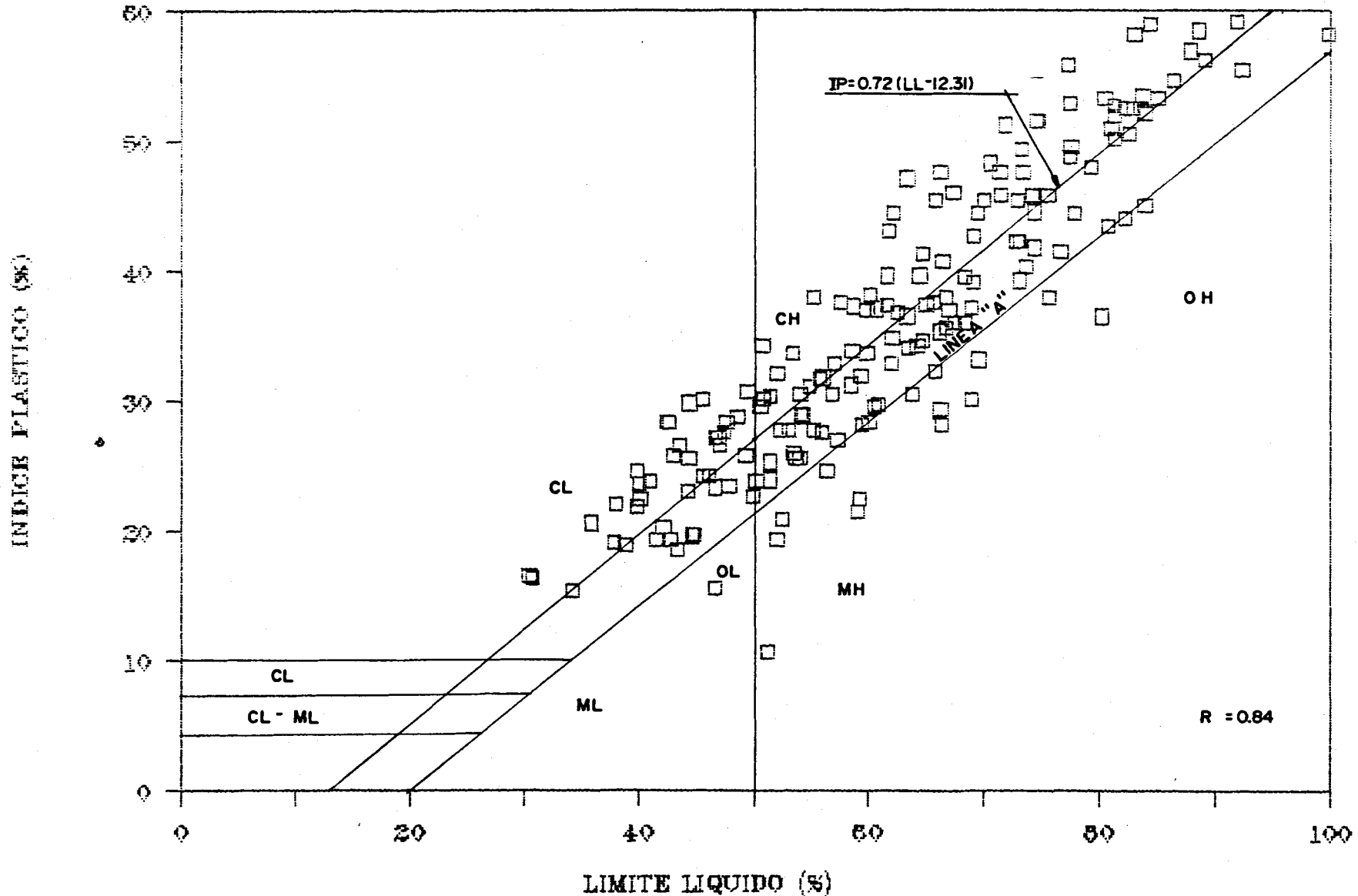


GRAFICO IP vs LL - SECTOR "A"

HIGUERON - MATERIAL SELECCIONADO (II)

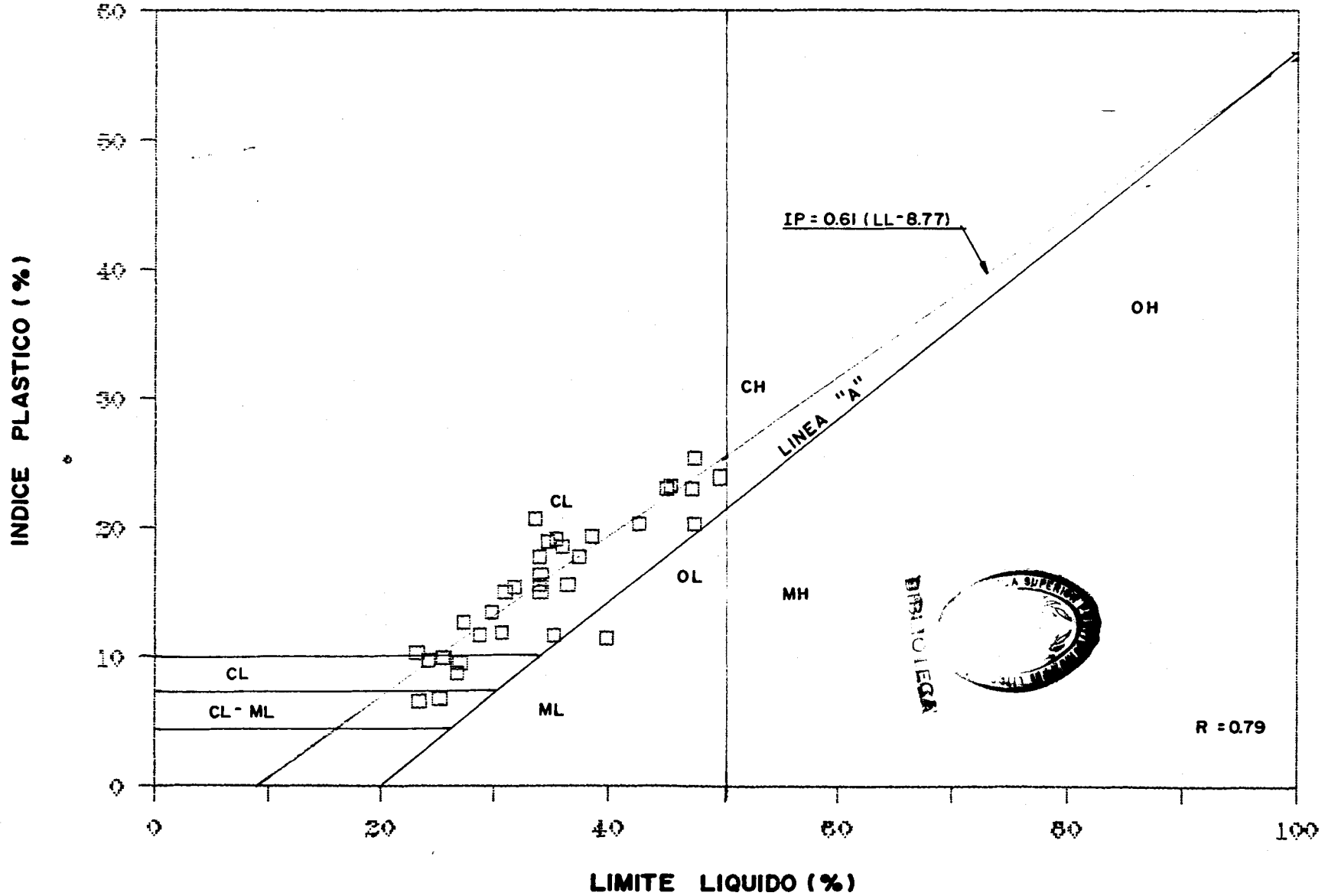


GRÁFICO IP vs LL - SECTOR "A"

SAN JACINTO - MATERIAL COMÚN (1)

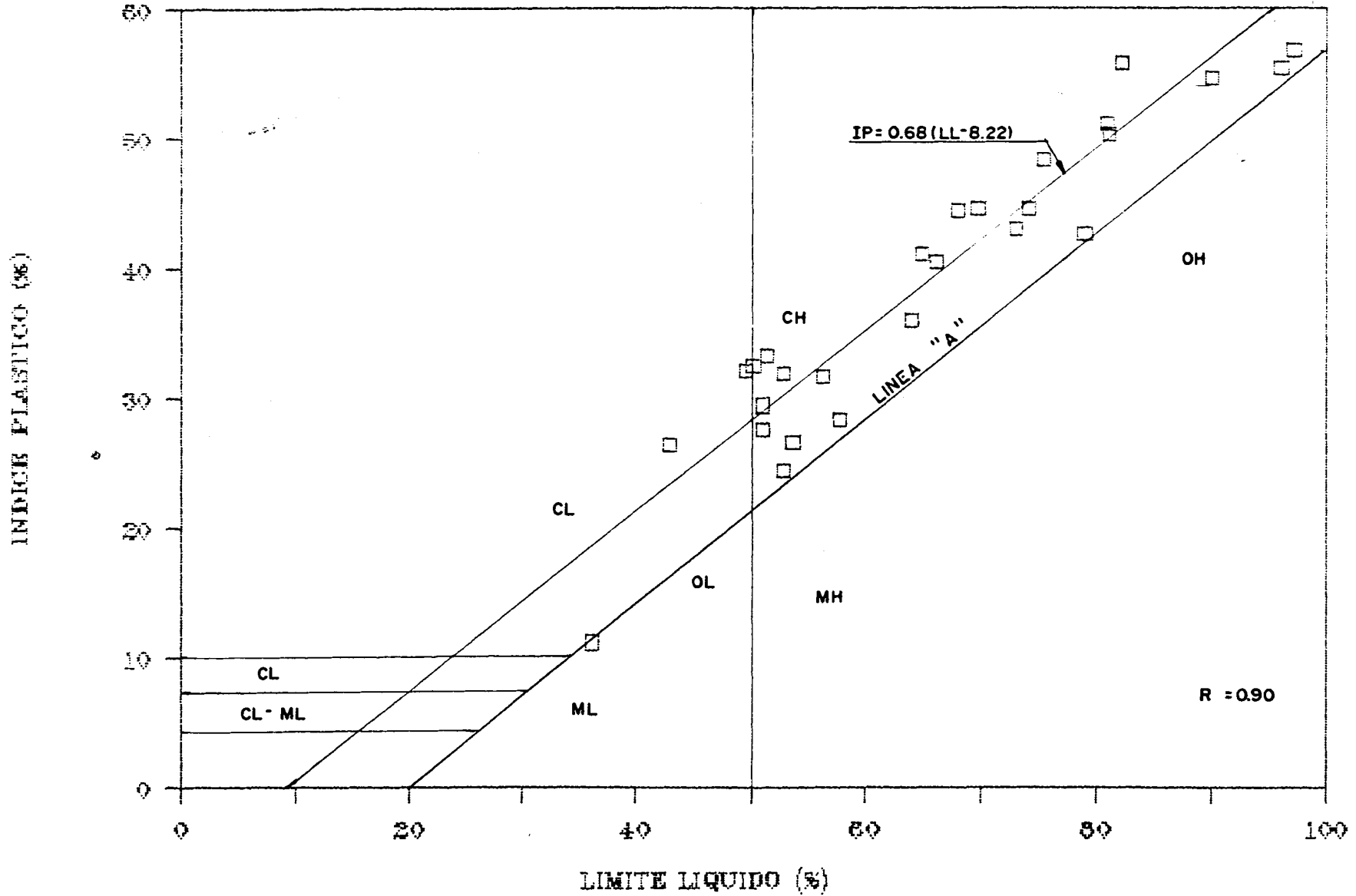
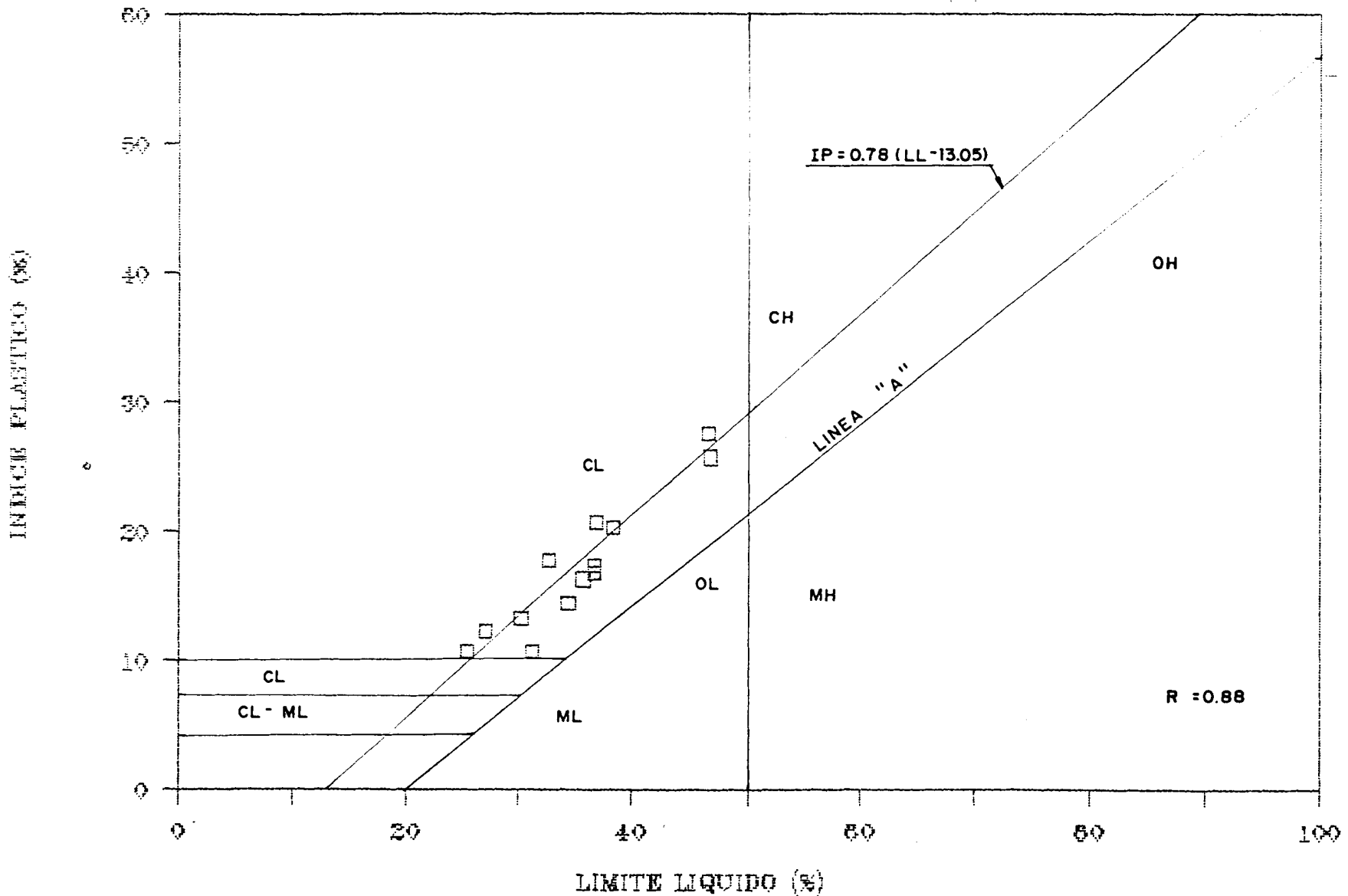


GRAFICO IP vs LL - SECTOR "A"

SAN JACINTO - MATERIAL SELECCIONADO (II)



obtienen la ecuación de la recta que los representa $IP=0.78$ (LL-13.05) y el coeficiente de correlación $R = 0.88$. Los rangos de LL e IP varían de 25% a 46% y de 11% a 28% respectivamente.

De las Tablas # I, III y V que corresponden a materiales "común" o de préstamo lateral del sector "A", se observa que muestran una homogeneidad de características físicas, aunque con márgenes muy amplios. Esto se lo aprecia en el Gráfico #7 que corresponde a los materiales tipo común (I), cuyos rasgos de LL e IP varían de 30% a 99% y de 11% a 59% en un total de 251 muestras. La ecuación de la recta que los representa es $IP = 0.72(LL-11.45)$ y el coeficiente de correlación $R = 0.84$.

De las Tablas #2, 4 y 6 que corresponden al material seleccionado del sector "A", se observa que en el subproyecto El Mate, los materiales son más heterogéneos y con amplios márgenes, lo cual nos haría esperar comportamientos diferentes. Las Tablas #IV y VI que corresponden a los subproyectos Higuerón y San Jacinto, tienen rangos muy coincidentes.

En el Gráfico #8, se condensan los materiales de las fuentes de préstamo del Sector "A", los cueros están representados por la ecuación $IP = 0.82 (LL-14.25)$ y tienen un coeficiente de correlación $R = 0.84$. Los valores de LL varían de 23% a 67% y los de IP en tre 3% y 47%. Sin embargo, el mayor número de muestras corresponden a materiales con un Índice de plasticidad inferior a 25.

INDICE PLASTICO vs LIMITE LIQUIDO

MATERIAL TIPO I - SECTOR "A"

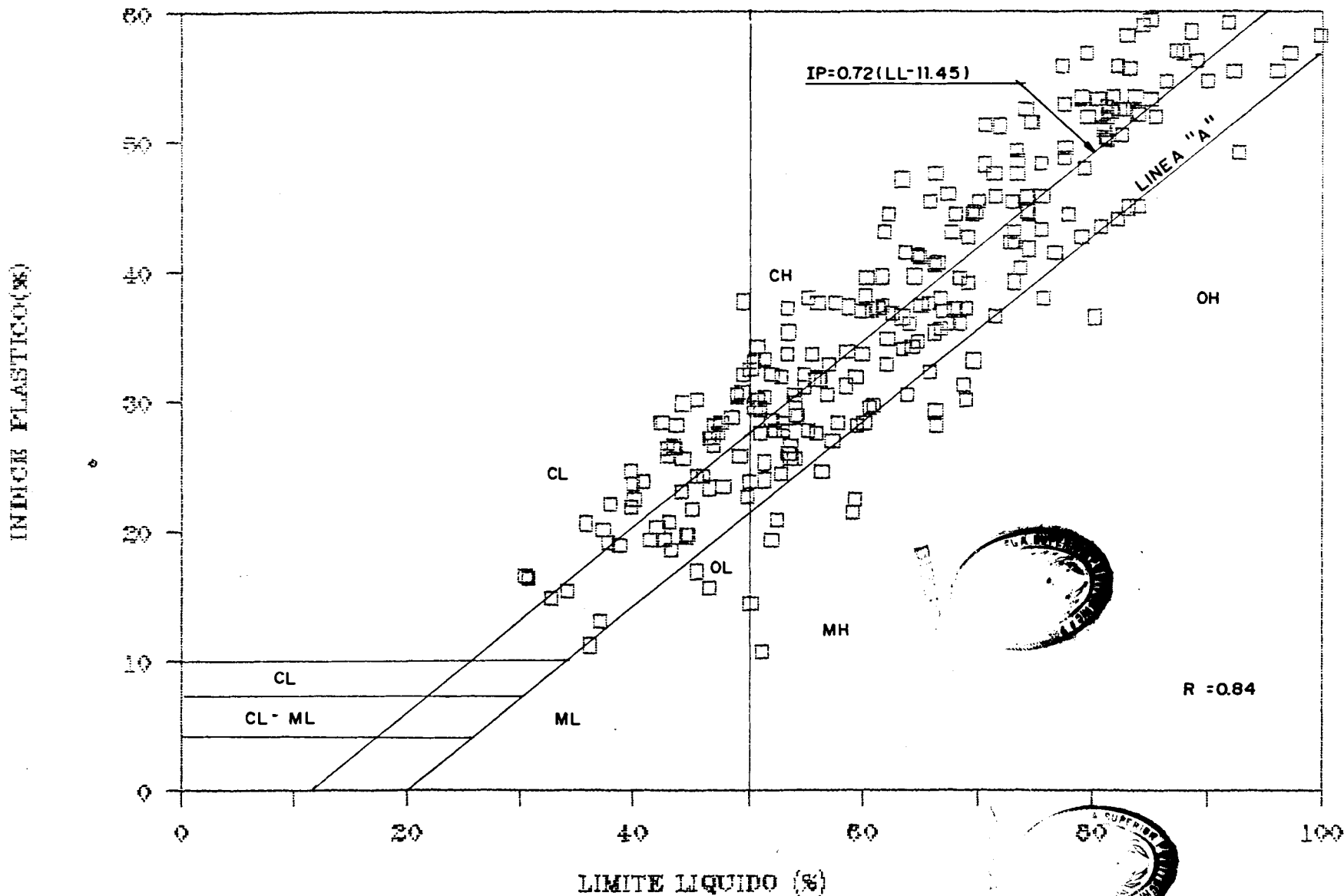
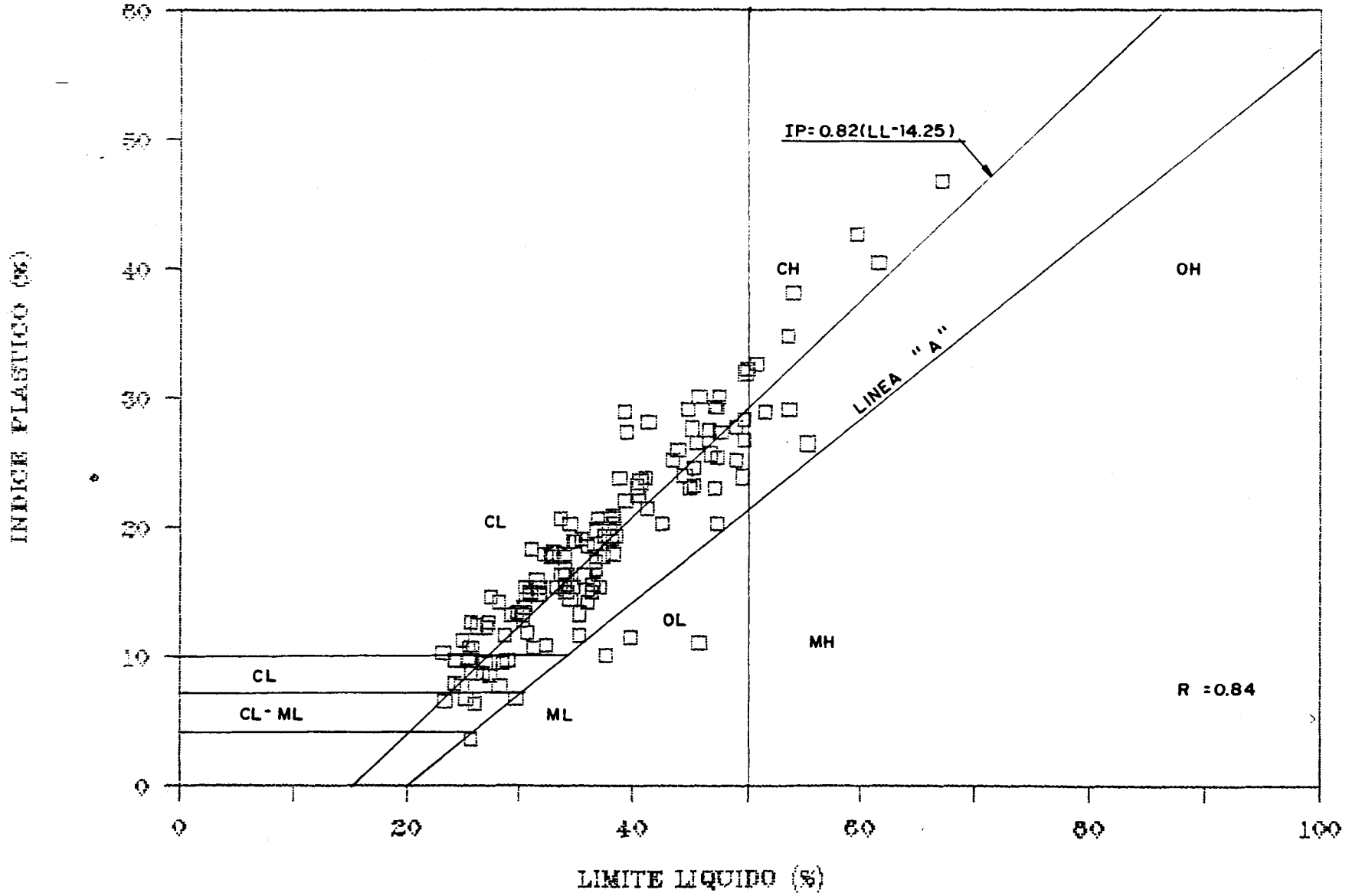


GRAFICO No.7

INDICE PLASTICO vs LIMITE LIQUIDO

MATERIAL TIPO II - SECTOR "A"



Como ya lo hemos mencionado anteriormente, en el sector "B", se utilizó para la construcción de los terraplenes material proveniente de las minas existentes en la zona. En el Gráfico #9, hemos condensado los materiales utilizados en el Subproyecto América, considerándose 333 muestras que cumplen con la relación $IP = 0.81$ (LL-13.06) y que tienen un coeficiente de correlación de $R = 0.95$.

Debido a la heterogeneidad de los materiales encontrados, los valores de LL e IP tienen rangos muy amplios que van desde 17 % hasta 99% los primeros y desde 2% hasta 68% los índices de plasticidad. Estos suelos trataron de colocarse en obra, siguiendo el diagrama de terraplenes zonificados, es decir, materiales con índices de plasticidad altos regularmente en el núcleo y los de valores de plasticidad menores en la zona bajo el revestimiento de hormigón.

En el Gráfico #10, se representan los suelos del subproyecto Lomas, que fueron considerados de igual manera que los del subproyecto América. Se tomaron 203 muestras que cumplen con la relación $IP = 0.80$ (LL-12.6) y cuyo coeficiente de correlación es $R = 0.95$. Los valores de LL e IP tienen rangos muy amplios, variando los primeros desde 20% hasta 96% y el índice de plasticidad entre el 4% y 63%.

De las Tablas # VII t # VIII que corresponderían a los materiales utilizados en el sector "B", se obtienen que los valores de

GRAFICO IP vs LL

SUBPROYECTO AMERICA - MATERIAL I y II

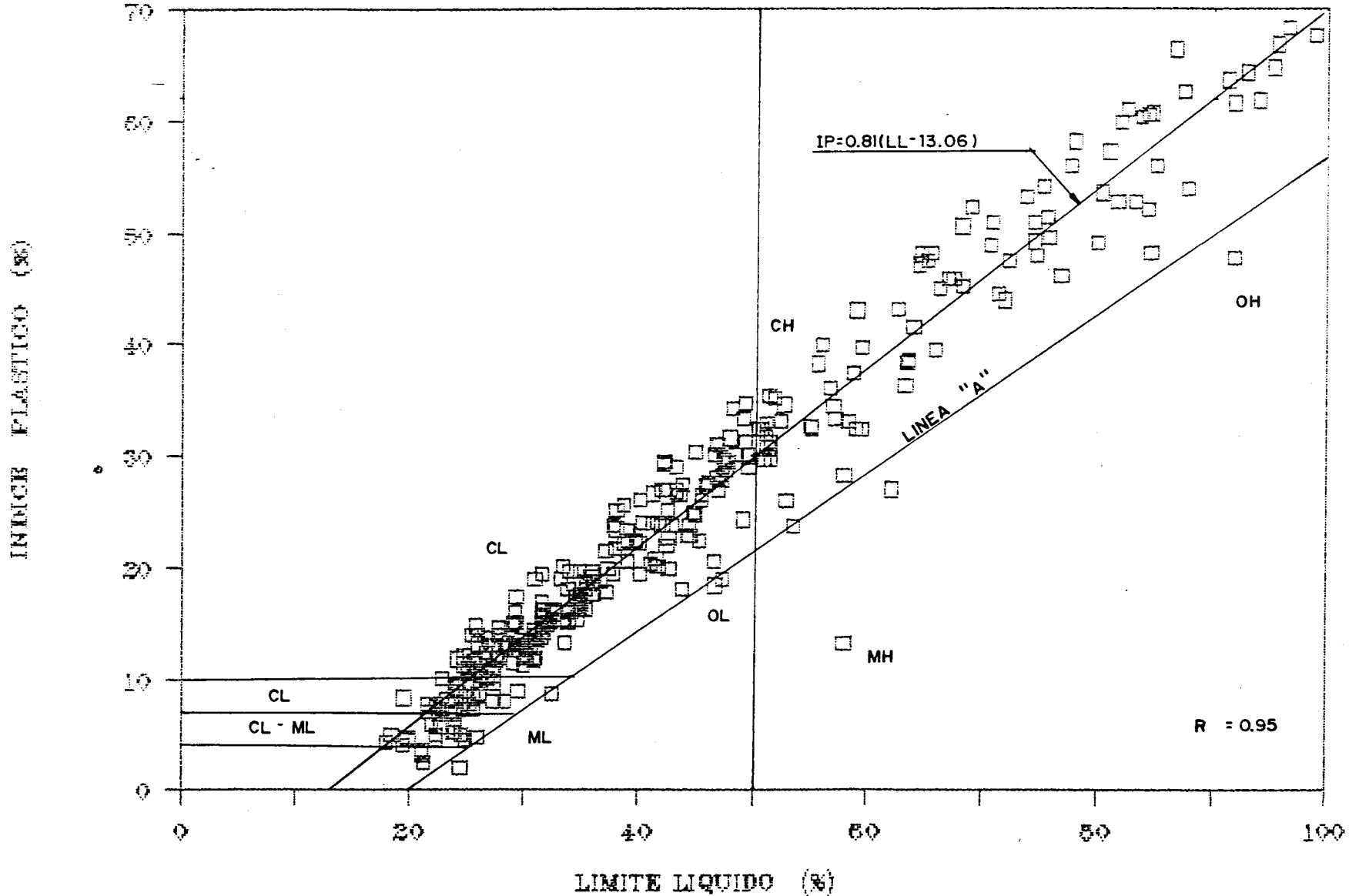


GRAFICO IP vs. LL

SUBPROYECTO LOMAS - MATERIAL I y II

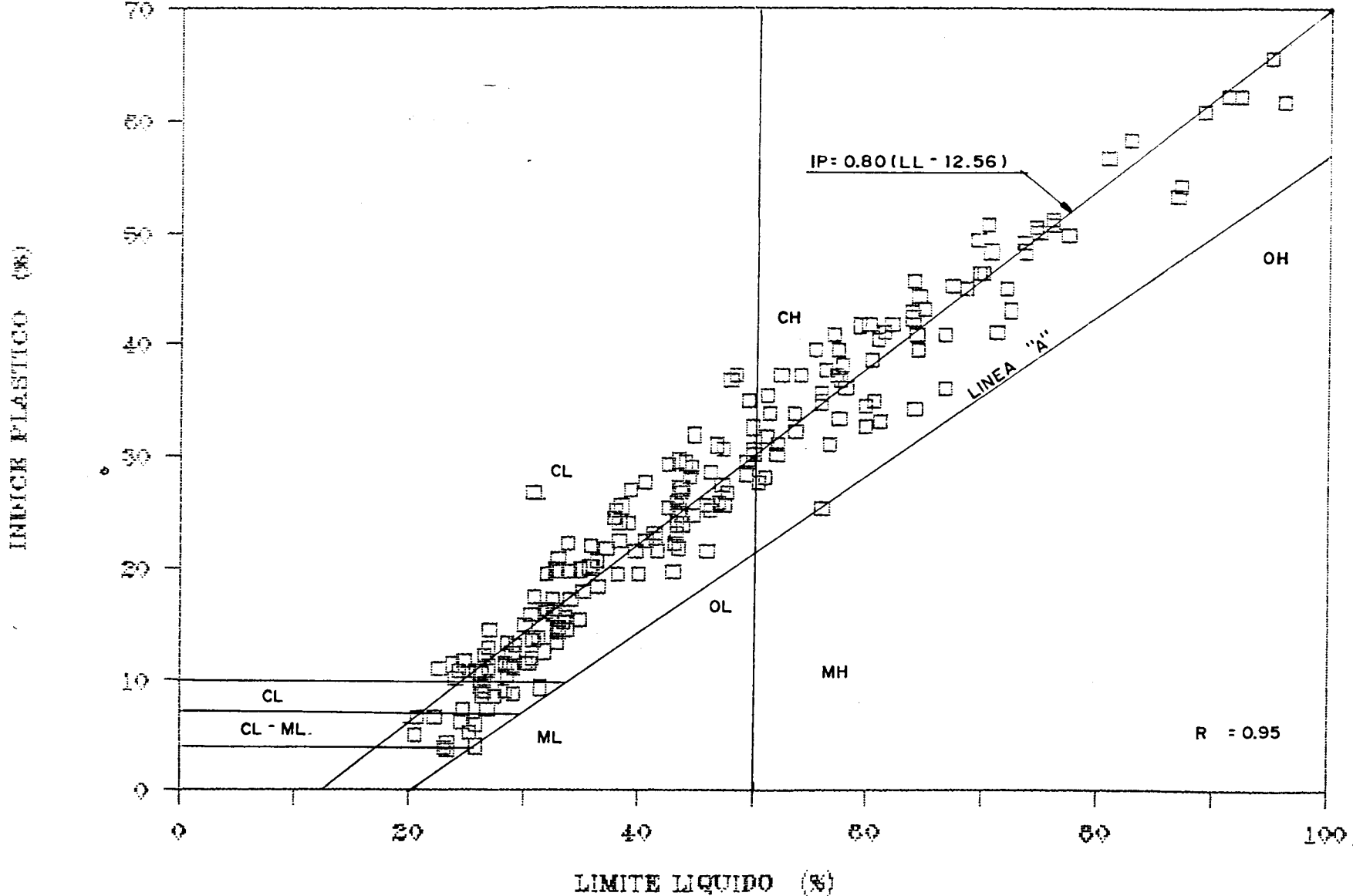
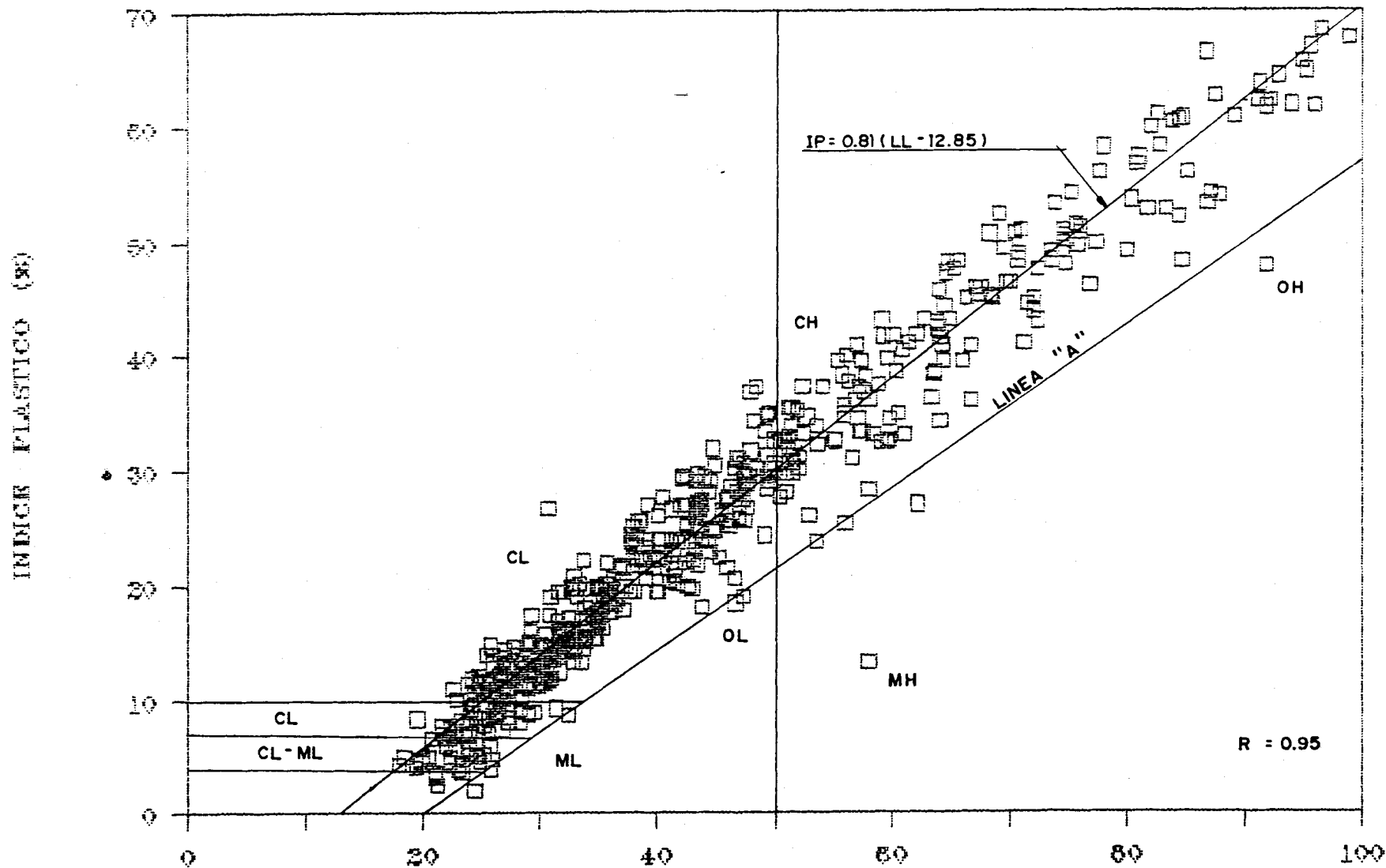


GRAFICO IP vs LL

MATERIAL I y II - SECTOR "B"



LL varían desde 17% hasta 99% y los de IP entre 2% y 68%.

Lo anterior se representa en el Gráfico #11, en el cual las 536 muestras graficadas cumplen con la relación $IP = 0.81$ (LL-12.85), teniendo como coeficiente de correlación $R = 0.95$.

Se observa en el gráfico que la mayor cantidad de puntos poseen límites líquidos menor a 50 y que por lo tanto corresponden a arcillas CL o arenas arcillosas y limosas SC - SM.

Por la gran heterogeneidad de los materiales encontrados, los suelos presentan grandes rangos entre los límites superiores e inferiores de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio.

Al analizar los resultados de los análisis granulométricos, los valores del pasante del tamiz #200 son muy variables para un mismo tipo de material. Así tenemos:

TABLA No. XIX

VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DEL PORCENTAJE PASANTE TAMIZ #200

SUBPROYECTO	TIPO DE SUELO	% PASANTE TAMIZ # 200		TOTAL DE MUESTRAS
		V _{min}	V _{max}	
El Mate	I	38	99	47
	II	16	89	88
Higuerón	I	33	100	177
	II	22	84	34
San Jacinto	I	57	100	27
	II	36	69	13
*América	I y II	20	100	333
Lomas	I y II	13	99	203

De los resultados del Ensayo de Compactación Próctor Standard, se han obtenido 494 valores de Densidad seca máxima y Humedad óptima para materiales Común y Seleccionado en el área del Sistema de Riego y Drenaje de 17.000 Has. en el valle del Río Daule.

Las variaciones de estos valores se encuentran tabulados en - el cuadro que se detalla a continuación:

TABLA No. XX

VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE DENSIDAD SECA MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA

SUBPROYECTO	No. DE MUESTRAS		DENS. SECA MAX. (Kg/cm ³)				HUMEDAD OPTIMA (%)			
	Zona I	Zona II	Zona I		Zona II		Zona I		Zona II	
			min	max	min	max	min	max	min	max
El Mate	40	48	1175	1664	1334	1823	15	42	13	32
Higuerón	93	33	1153	1685	1452	1832	16	44	14	24
San Jacinto	18	13	1211	1620	1576	1795	19	39	14	23
América		145	1297	-	-	1853	-	33	13	-
Lomas		104	1324	-	-	1830	-	29	13	-

Para este trabajo de investigación también se realizaron ensayos hidrométricos para determinar la fracción de partículas más finas que el tamiz #200. Se escogieron 105 muestras pertenecientes a los cinco subproyectos, presentándose los resultados en las Tablas # IX, X, XI, XII y XIII.

Los valores porcentuales de partículas menores a 2μ , los índices de plasticidad y la actividad de las muestras ensayadas varían según la Tabla #XXI, que se expone a continuación:

TABLA No. XXI
 VARIACIONES DE INDICES PLASTICOS, PORCENTAJE DE PARTICULAS MENORES A 2
 MICRAS Y ACTIVIDAD DE LAS MUESTRAS

SUBPROYECTO	No. DE MUESTRAS	INDICE PLASTICO		PORC. PARTICULAS < 2 μ		ACTIVIDAD	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
EL MATE	21	6.4	32.7	6.0	40	0.42	3.98
HIGUERON	12	17.8	51.0	24.0	56	0.49	1.08
SAN JACINTO	11	23.1	82.4	41.0	82	0.56	1.23
AMERICA	18	4.8	67.8	1.5	68	0.53	17.0
LOMAS	43	4.3	62.2	2.5	72	0.29	12.41

En el presente estudio, se ha utilizado una relación propuesta por Skempton, ...un criterio de clasificación con base en la Actividad de la arcilla, según el cual los suelos finos se clasificación según su tendencia a la expansión en: (21)

ACTIVIDAD	CATEGORIA DEL SUELO
< 0.75	Suelo Inactivo
0.75 - 1.25	Suelo Normal
> 1.25	Suelo Activo

Recordamos que la Actividad de las arcillas es la relación existente entre el valor del Índice Plástico del suelo y el Porcentaje de partículas menores a dos micras. Los valores típicos - de actividad para los distintos tipos de arcilla son:

Arcillas Caoliníticas	0.4 - 0.5 (menos activa)
Arcillas Illíticas	0.5 - 1.0 (act. interm.)
Arcillas Montmorilloníti <u>cas</u> .	1.0 - 7.0 (más activas)

En las Tablas #IX, X, XI, XII y XIII también se establecen los valores de actividad de los suelos estudiados y se los relaciona con la tendencia a la expansión señalada por Skempton.

Se ha tratado de correlacionar la actividad de Skempton con el Potencial expansivo de las arcillas, pero éstas han sido poco precisas.

En 1977, Resendiz estudia Presas homogéneas que han sufrido tubificación y representa la actividad de estos suelos en un gráfico que relaciona Índice de Plasticidad versus Porcentaje de Partículas menores a 2 micras.

El cuadro está dividido en tres zonas que representan los suelos arcillosos normales y expansivos, los suelos arcillosos dispersivos y los suelos limosos muy erosionables.

En el presente estudio, hemos utilizado este gráfico, investigando en 105 muestras pertenecientes a los cinco subproyectos, de los cuales 44 corresponden al sector "A" y 61 al sector "B".

Los Gráficos del #12 al #18 corresponden a la relación Índice de Plasticidad versus Porcentaje de partículas menores a 2 micras y de ellos se puede obtener la siguiente interpretación:

El Gráfico #12 corresponde a las muestras del subproyecto El Mate. De 21 muestras, 7 corresponden al grupo de los suelos arcillosos normales y expansivos, 12 pertenecen a los suelos arcillosos dispersivos y 2 están en la zona límite entre estos dos grupos de suelos.

En el Gráfico #13 se representan 12 muestras del subproyecto Higuerón y de las cuales sólo 2 pertenecen a los suelos normales y expansivo. Las otras 10 entran en el rango de los suelos arcillosos dispersivos.

GRAFICO IP vs. % PARTICULAS < 2 u

SUBPROYECTO EL MATE

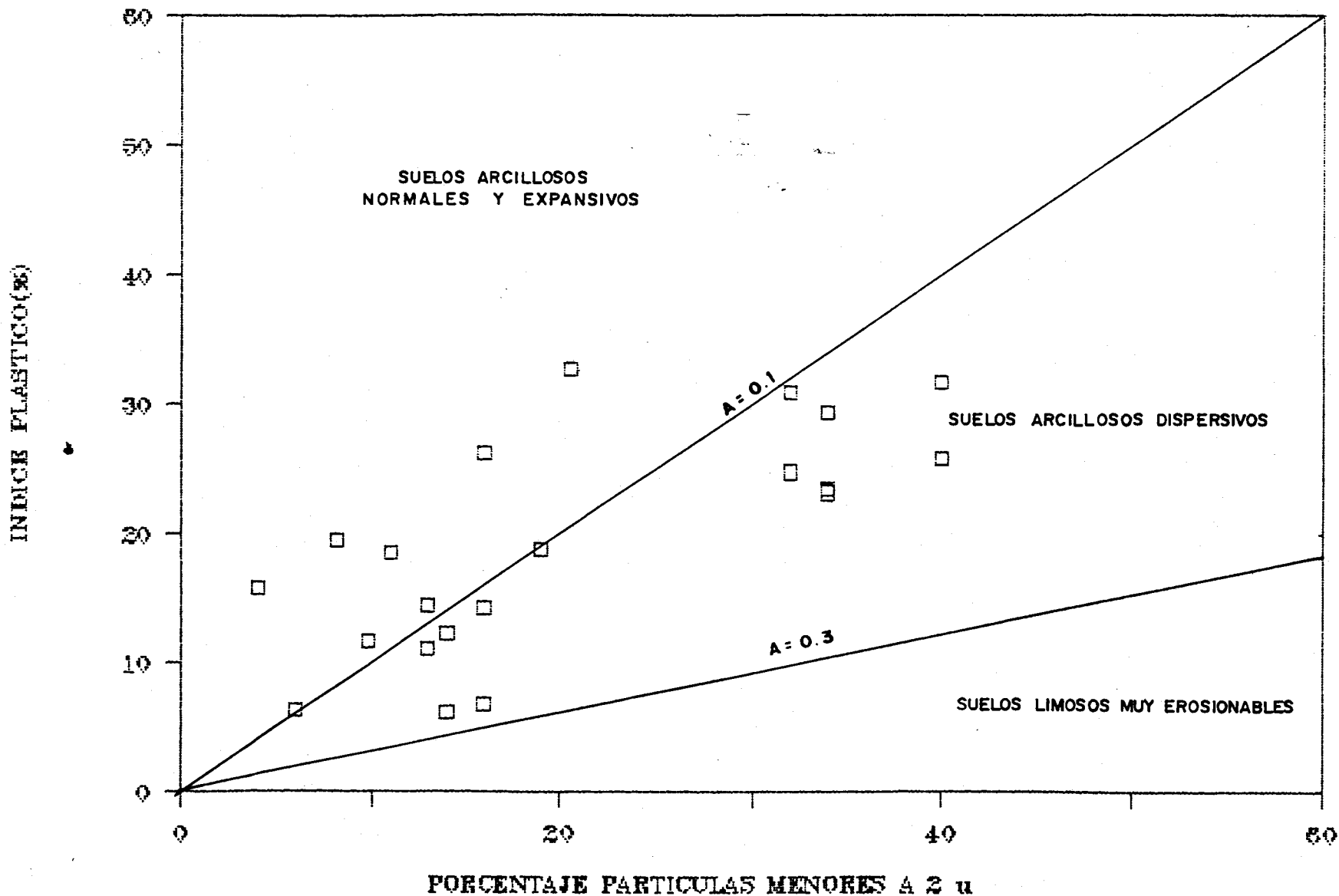


GRAFICO IP vs. % PARTICULAS < 2 u

SUBPROYECTO HIGUERON

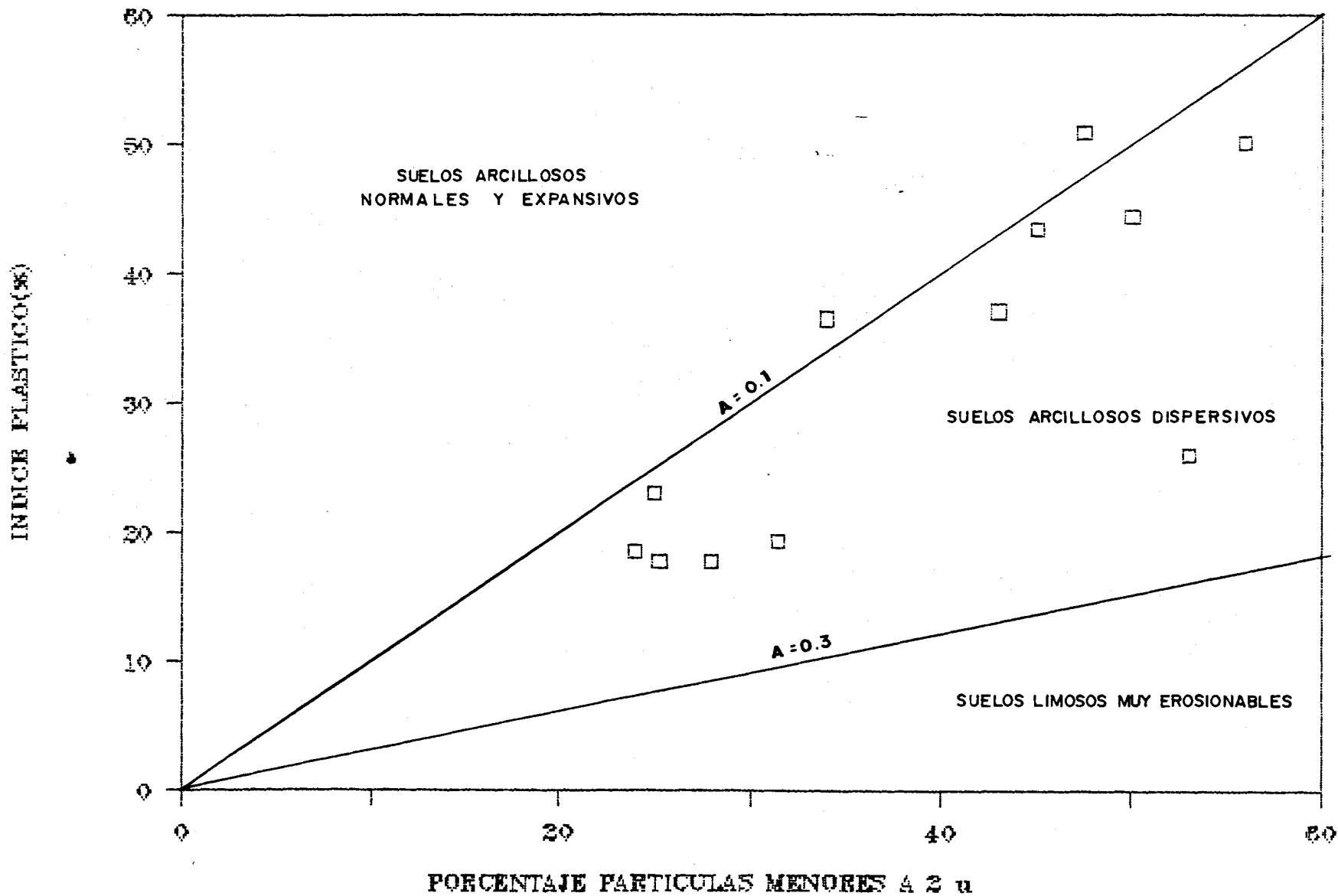


GRAFICO IP vs. % PARTICULAS < 2 u

SUBPROYECTO SAN JACINTO

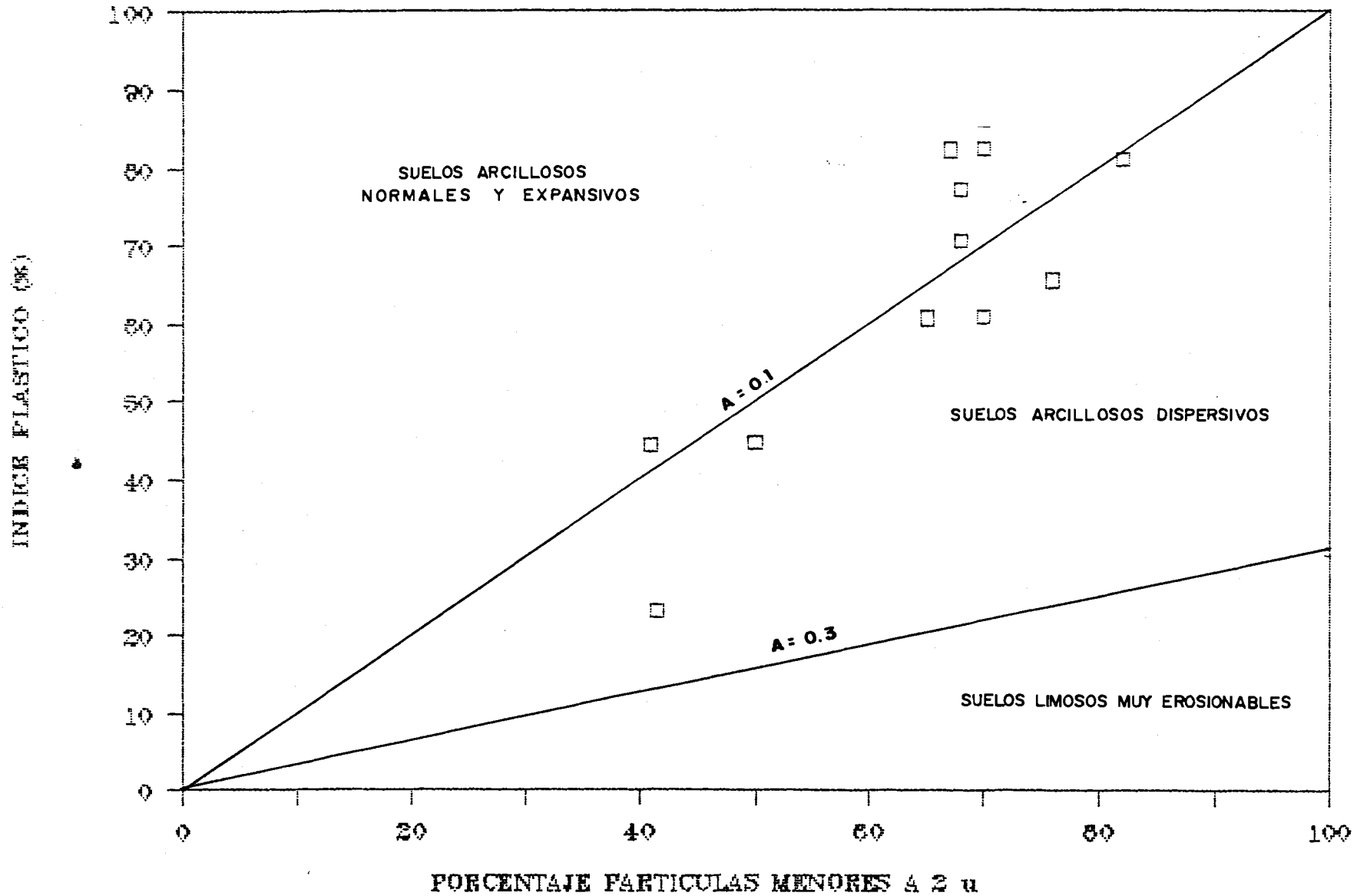
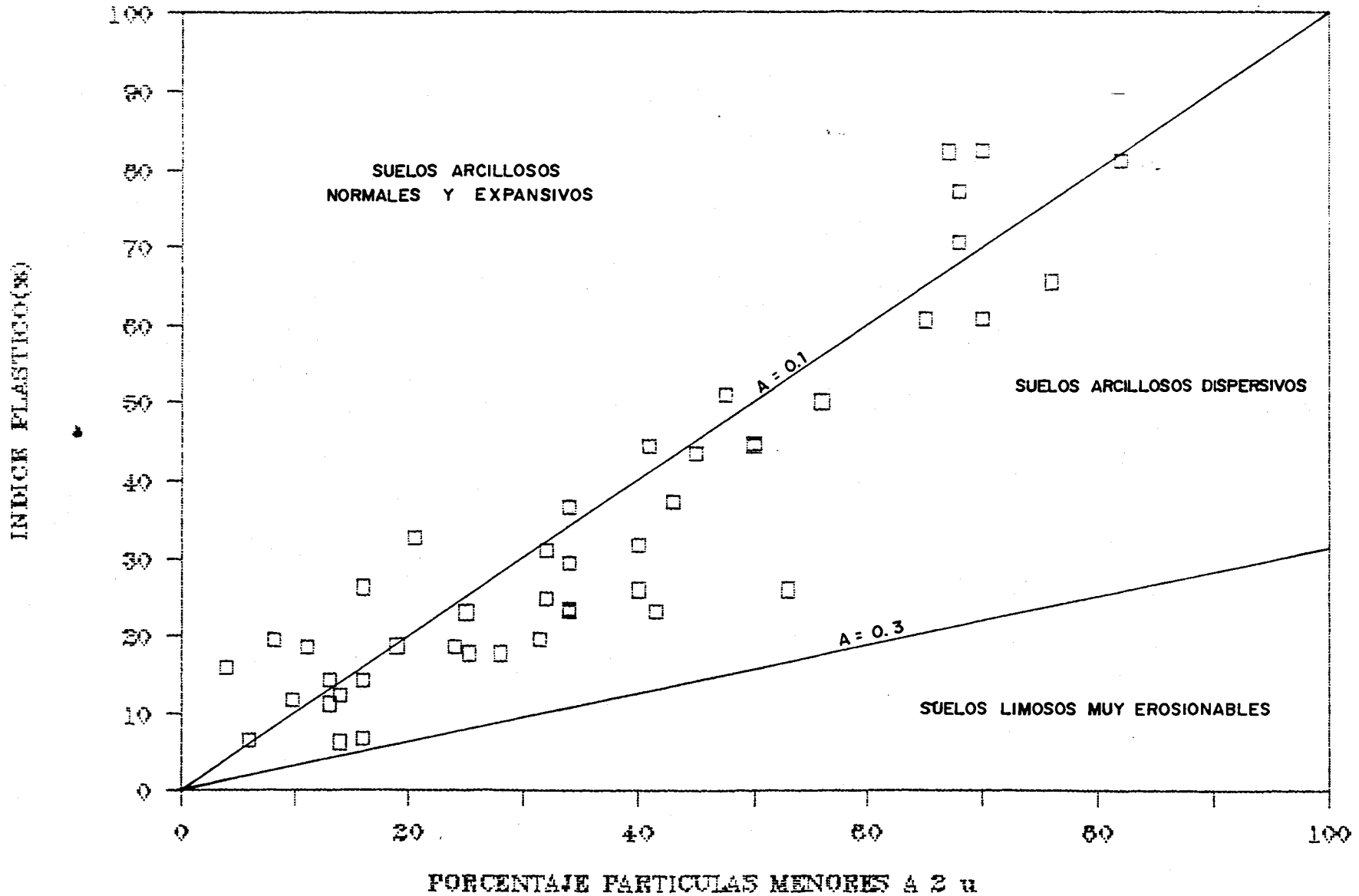


GRAFICO IP vs. % PARTICULAS < 2 u

SECTOR "A"



Las muestras del suproyecto San Jacinto, están ubicadas en el Gráfico #14. De un total de 11 muestras, 5 pertenecen a los suelos normales y expansivos y 6 a suelos dispersivos.

De estos tres gráficos condensados, se obtiene el Gráfico #15, que corresponden a las 44 muestras del sector "A". Al grupo de los suelos arcillosos normales y expansivos, pertenecen 14 muestras que corresponden al 32%. En el grupo de los suelos arcillosos dispersivos entrarían 28 muestras que corresponden al 64% y el 4% restante, correspondiente a 2 muestras, estarían en la línea límite de los dos grupos.

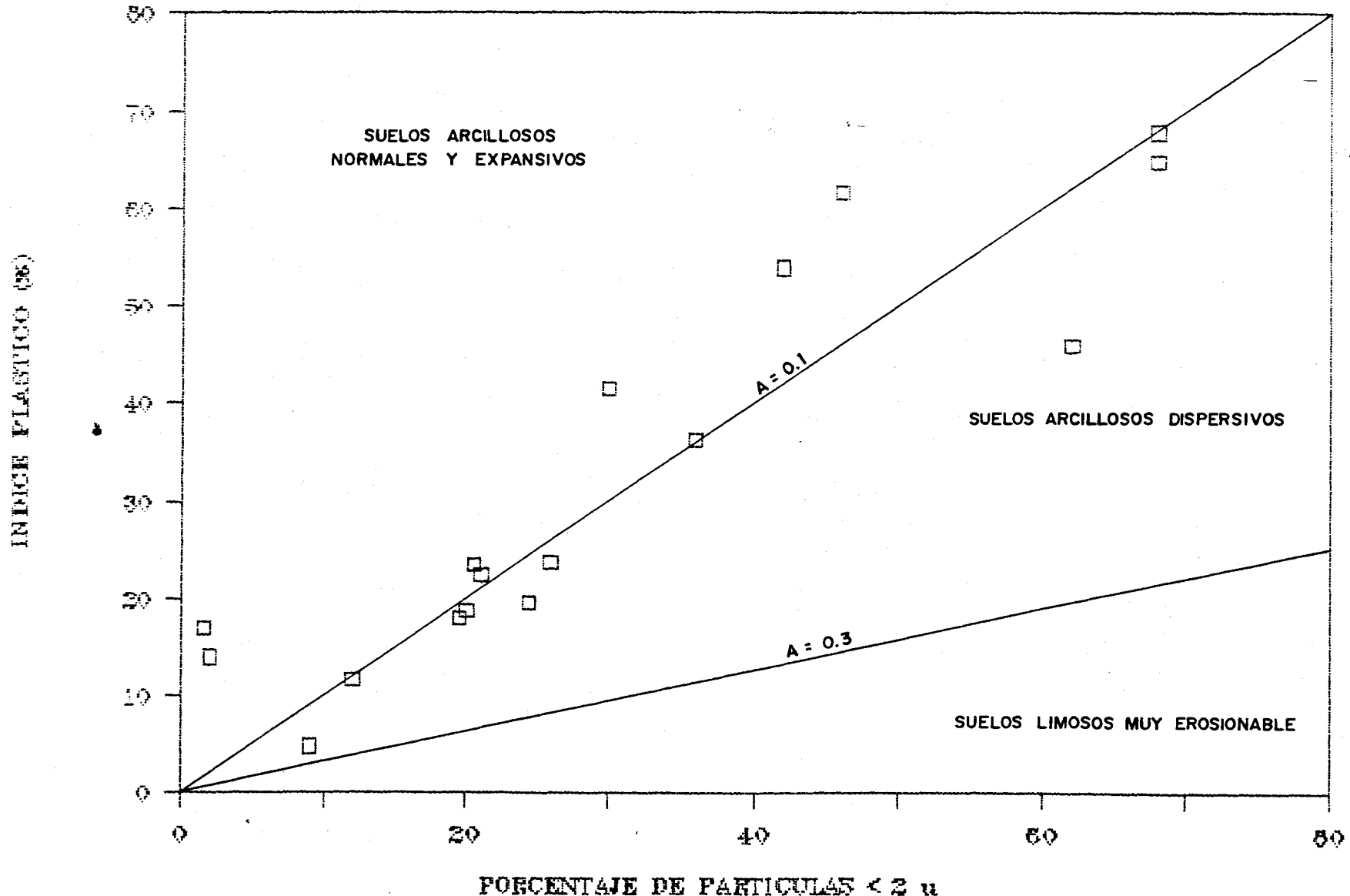
De este grupo de suelos, ninguno pertenecería a los suelos limosos muy erosionables.

En el Gráfico #16, se representa la relación Índice de Plasticidad versus Porcentaje de partículas menores a 2 micras, de los suelos del subproyecto América. De un total de 18 muestras, 7 pertenecen al grupo de los suelos normales y expansivos, 9 al grupo de los suelos dispersivos y 2 puntos se encuentran en el límite de los dos grupos anteriores.

La información de los suelos del subproyecto Lomas, se resume en el Gráfico #17. Se han estudiado 43 muestras, de las cuales 7 corresponderían al grupo de los suelos arcillosos normales y expansivos, 35 al grupo de los suelos dispersivos y 1 a los suelos limosos muy erosionables. *

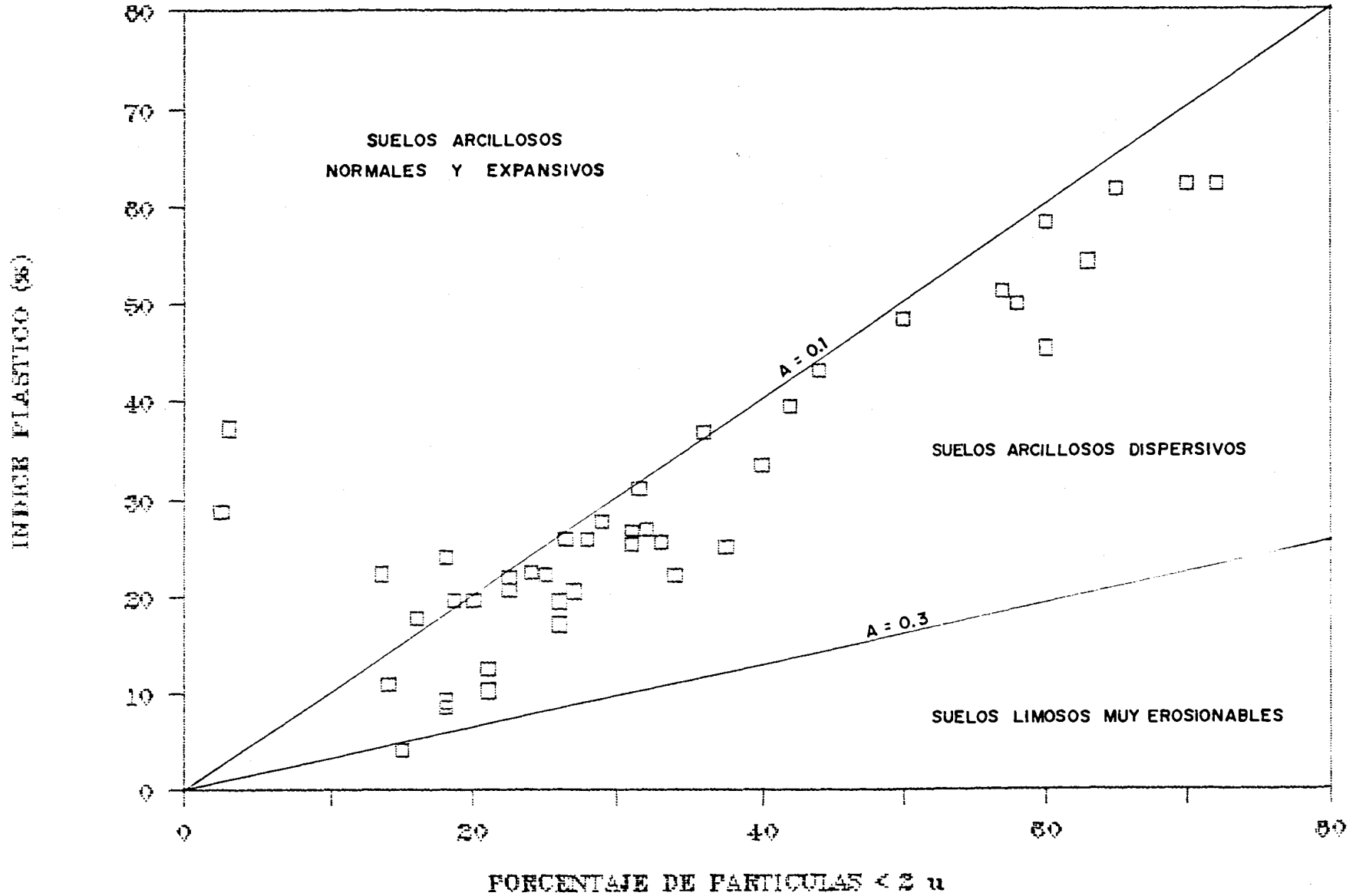
INDICE PLASTICO vs % PARTICULAS < 2 u

SUBPROYECTO AMERICA



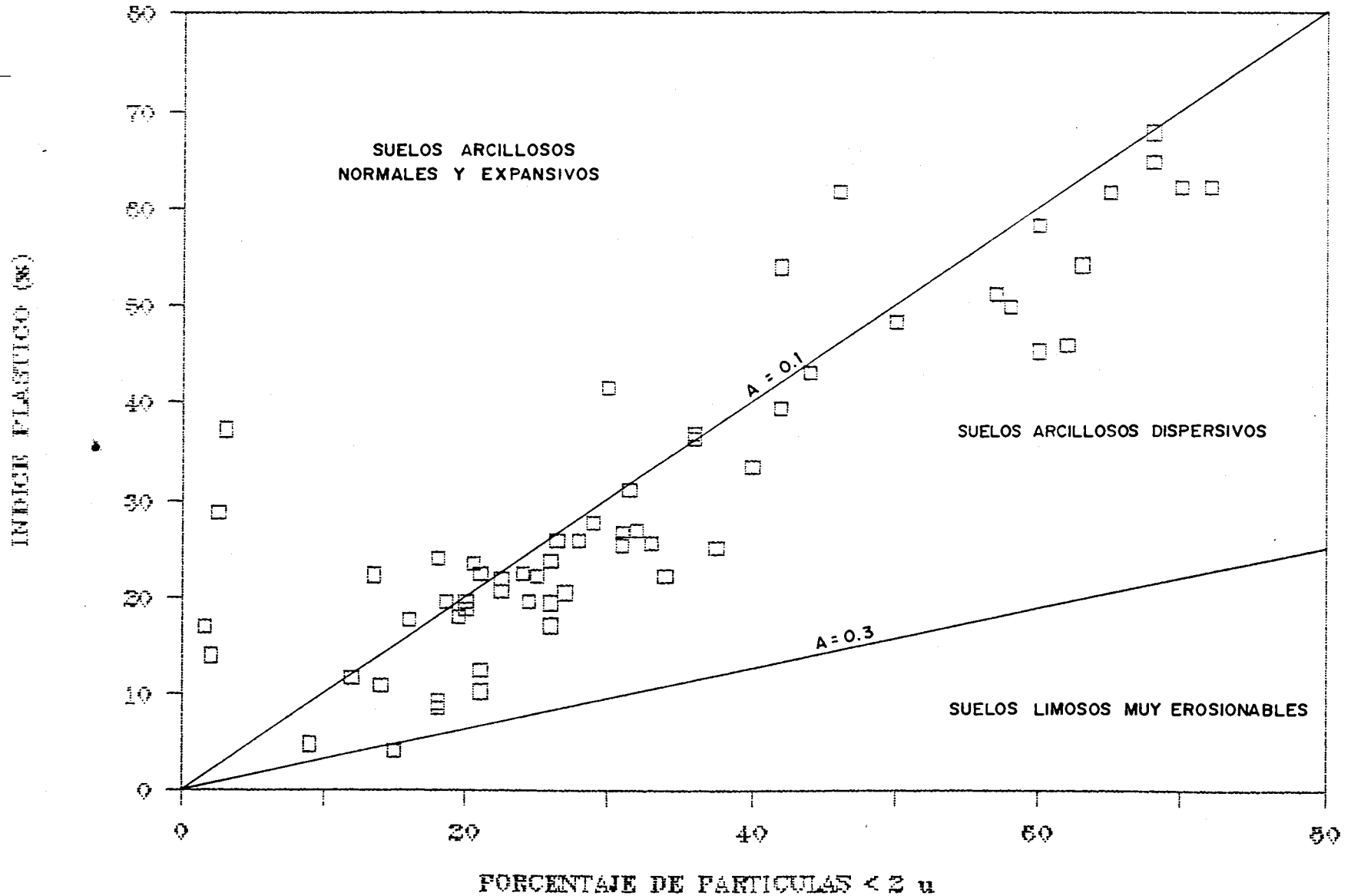
INDICE PLASTICO vs % PARTICULAS < 2 u

SUBPROYECTO LAS LOMAS



INDICE PLASTICO vs % PARTICULAS < 2 u

SECTOR "B"



De la recopilación de los Gráficos # 16 y #17, se obtiene el Gráfico #18, que correspondería a la relación entre el Índice de plasticidad versus Porcentaje de partículas menores a 2 micras de los suelos del sector "B". Al grupo de los suelos arcillosos normales y expansivos pertenecen 14 muestras que corresponderían al 23% de un total de 61 muestras investigadas en el sector "B".

Al grupo de los suelos arcillosos dispersivos pertenecen 44 muestras, es decir, el 72%. Una sola muestra está dentro del grupo de los suelos limosos muy erosionables y dos en el límite de los suelos expansivos y dispersivos.

De lo anterior se concluye que existiría en la zona un predominio de arcillas dispersivas y una considerable presencia de arcillas expansivas.

En el numeral 3.2.3 se mencionó la realización de ensayos de expansión libre para determinar porcentaje de expansión de 62 muestras pertenecientes a los 5 subproyectos. Al sector "A" corresponden 29 muestras y 33 al sector "B". Estos ensayos se efectuaron preparando las probetas a condiciones de la densidad seca máxima y humedad óptima del ensayo próctor standard.

De los múltiples estudios en suelos expansivos realizados por varios investigadores, se ha demostrado que existe una relación entre el Potencial de expansión* y el Índice de plasticidad de

los suelos .

Holtz y Gibbs (1954), autores de esta correlación observaron - que existía un traslape entre los valores del Índice de plasticidad para las diferentes clasificaciones de la capacidad expansiva, por lo que manifestaron que un índice no es suficiente pa ra concluir sobre la expansividad de los suelos. (16)

En 1962 Seed, Woodwed y Ludgreen investigan en suelos expansivos y proponen la siguiente Tabla: (14)

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD
Bajo	0 - 15
Medio	10 - 35
Alto	20 - 35
Muy Alto	> 35

Basándonos en esta correlación para predecir el potencial expansivo, se ha procedido a realizar una comparación entre los parámetros mencionados en la tabla propuesta por Seed y el obtenido directamente de los ensayos de expansión realizados.

En las Tablas # XIV, XV, XVI, XVII y XVIII se presentan estos resultados por separado para cada subproyecto.

Si bien es cierto que no debemos confiarnos plenamente en el Índice de plasticidad para determinar si un suelo es expansivo,

se ha determinado que pueden existir variaciones de volumen importantes, en suelos cuyos límites líquidos e Índices de Plasticidad son elevados. (15)

De las investigaciones realizadas por estos autores, ellos concluyeron que la mayor parte de los suelos expansivos se encuentran encima de la línea A, a la derecha de la línea $LL = 30$ y sobre la línea $IP = 12$.

Si deseamos basarnos en dicho criterio, regresamos a las Tablas de Casagrande y observaremos que en los Gráficos #1, 3 y 5, todos los materiales son expansivos.

En el Gráfico #2, el 85% de los suelos serían expansivos; en el Gráfico #4, el 76% corresponderían a suelos expansivos y en el Gráfico #6, éstos estarían en un 92%.

De lo anterior se concluiría que el 100% de los suelos muestreados de los préstamos laterales son expansivos y en lo que respecta a los suelos obtenidos de minas o fuentes de préstamo del sector "A", el 83% de estos suelos tendrían características expansivas .

Si aplicamos el mismo criterio a los suelos del sector "B", según los Gráficos #9 y #10 que corresponden a los suelos de los subproyectos América y Lomas, se tendría que los materiales expansivos estarían presentes en un 77% y 83%, respectivamente.

De las múltiples investigaciones realizadas por Seed en suelos expansivos, en su afán de relacionar diferentes parámetros, propuso la siguiente tabla:

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSION
10	0.4 - 1.5
20	2.2 - 3.8
30	5.7 - 12.2
40	11.8 - 25
50	20.1 - 42.6

Posteriormente, con fines de clasificación Seed propone los valores del Potencial de expansión relacionados con la característica expansiva de los suelos. (21)

CARACTERISTICA DE EXPANSION	POTENCIAL DE EXPANSION
Baja	0 - 1.5
Media	1.5 - 5.0
Alta	5.0 - 25
Muy Alta	> 25

Si relacionamos nuestros valores con esta clasificación de Seed obtendríamos que la Característica de Expansividad de los suelos, para cada subproyecto, estaría dada por los siguientes porcentajes:

TABLA No. XXII

CARACTERISTICAS DE EXPANSIVIDAD DE LOS SUELOS EN FUNCION DE SU
POTENCIAL DE EXPANSION

SUBPROYECTO	CARACTERISTICA EXPANSIVA			
	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
EL MATE	46 %	39 %	15 %	-
HIGUERON	10 %	50 %	40 %	-
SAN JACINTO	-	33 %	67 %	-
AMERICA	17 %	67 %	16 %	-
LOMAS	24 %	48 %	28 %	-

En el desarrollo de este trabajo, hemos correlacionado gráfica y cuantitativamente los valores del potencial expansivo de las muestras con el Índice de Plasticidad de las mismas. Así, en los Gráficos desde el #19 hasta el #23 se representan los suelos de los 5 subproyectos.

El Gráfico #19 corresponde a la relación Porcentaje de expansión versus Índice de Plasticidad de los suelos del subproyecto El Mate, del cual se obtuvo la ecuación que los representa $S = 0.01 IP^{2.19}$ y el coeficiente de regresión $R = 0.88$.

Los suelos del subproyecto Higuieron se representan en el Gráfico #20. De la correlación realizada, se obtiene la ecuación que representa a estos suelos que es $S = 0.05 IP^{1.18}$, teniendo un coeficiente de regresión $R = 0.63$.

El Gráfico #21 corresponde a los suelos del subproyecto San Jacinto. La ecuación que representa esta relación es:

$$S = 0.10 IP^{1.05} \text{ y el coeficiente de regresión } R = 0.81.$$

Los suelos del subproyecto América están representados en el Gráfico #22. De la relación Porcentaje de Expansión versus Índice de Plasticidad se obtiene la ecuación $S = 0.10 IP^{1.05}$ y el coeficiente de regresión $R = 0.46$.

Finalmente, en el Gráfico #23 están representados los suelos del subproyecto Lomas. De la relación Porcentaje de expansión

PORCENTAJE DE EXPANSION vs. INDICE PLASTICO

Sector "A" Subpr. "El Mate"

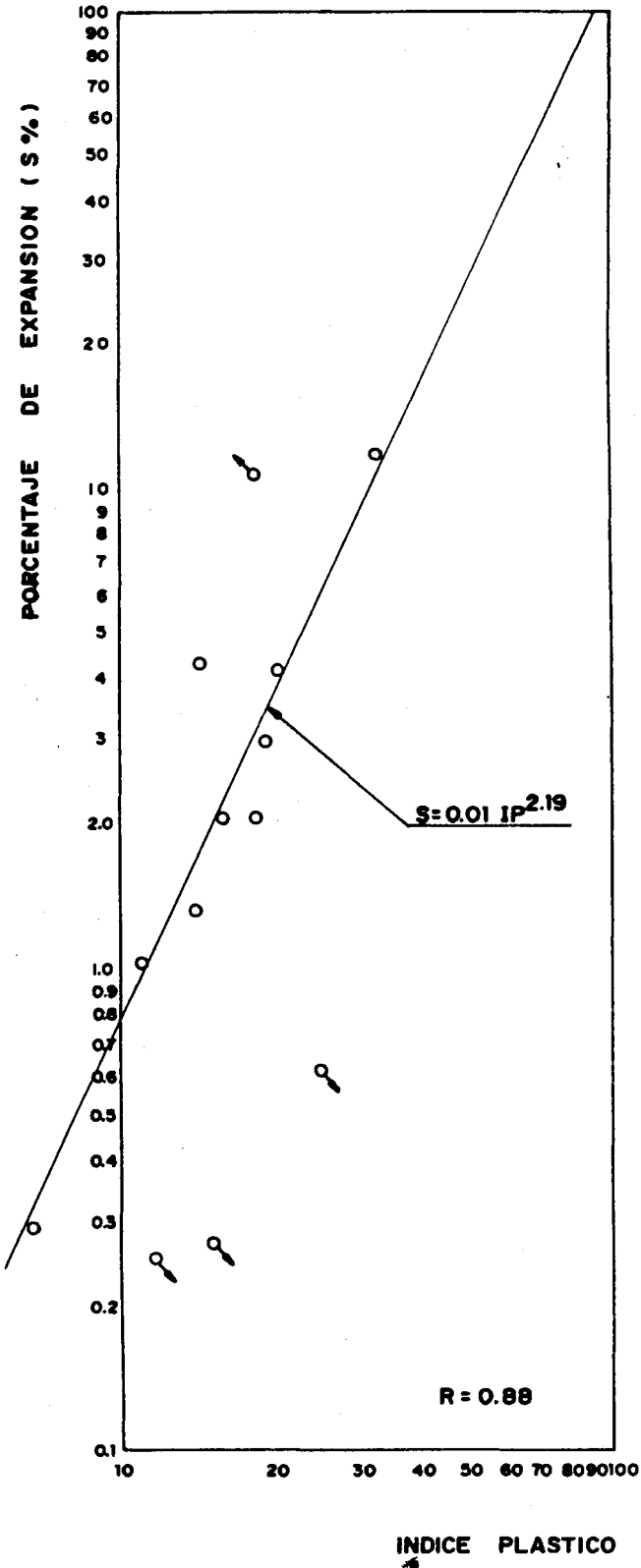


GRAFICO No. 19

PORCENTAJE DE EXPANSION vs. INDICE PLASTICO
Sector "A" Subpr. "Higueron"

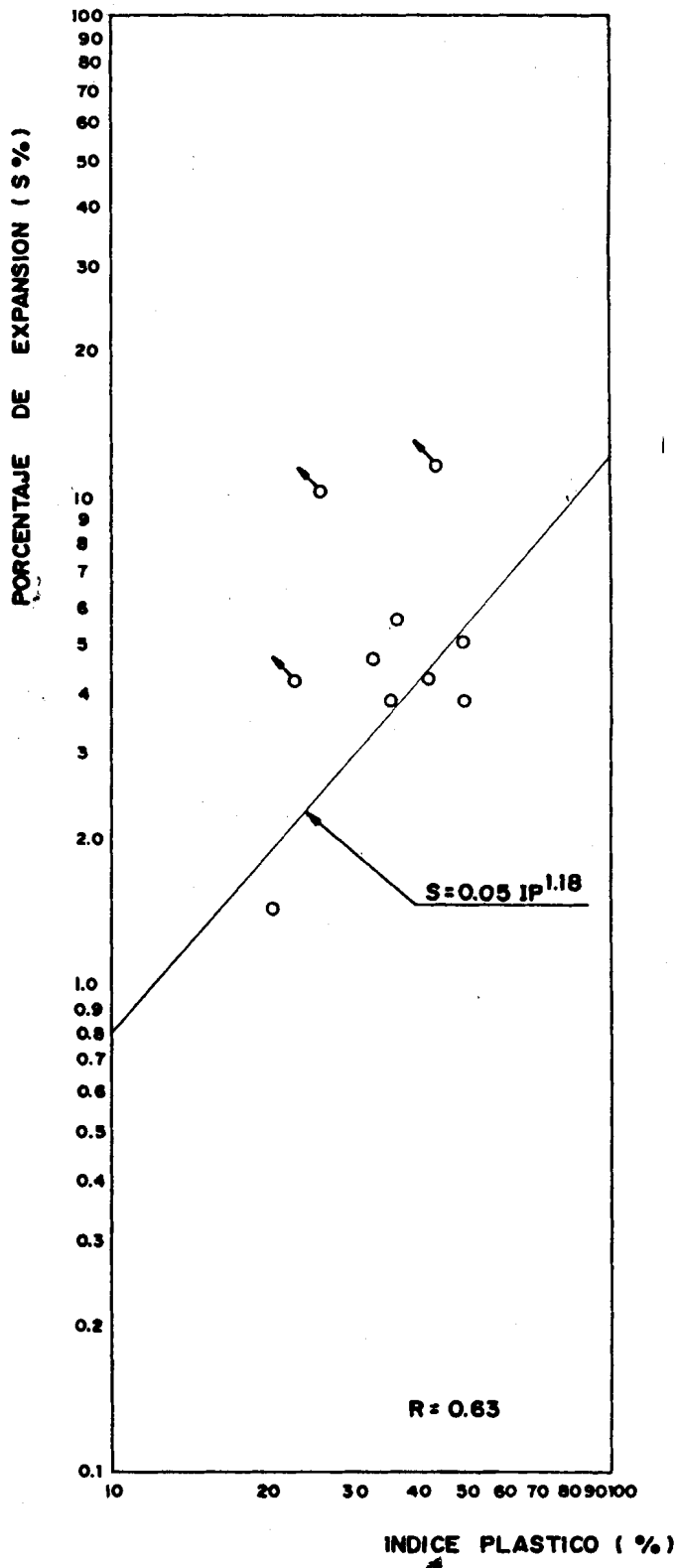


GRAFICO No. 20

PORCENTAJE DE EXPANSION vs. INDICE PLASTICO
Sector "A" Subpr. "San Jacinto"

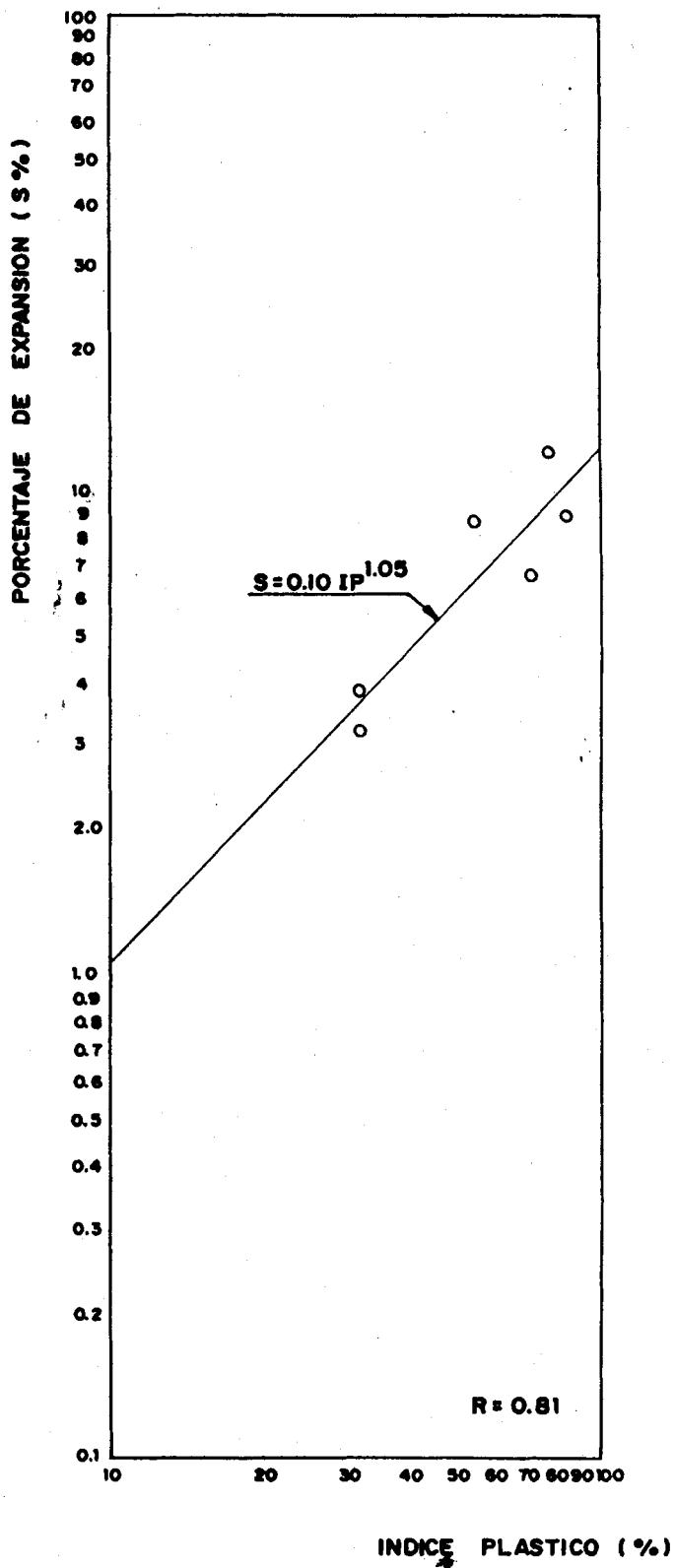


GRAFICO No. 21

PORCENTAJE DE EXPANSION vs. INDICE PLASTICO
Sector "B" **Subpr. "America"**

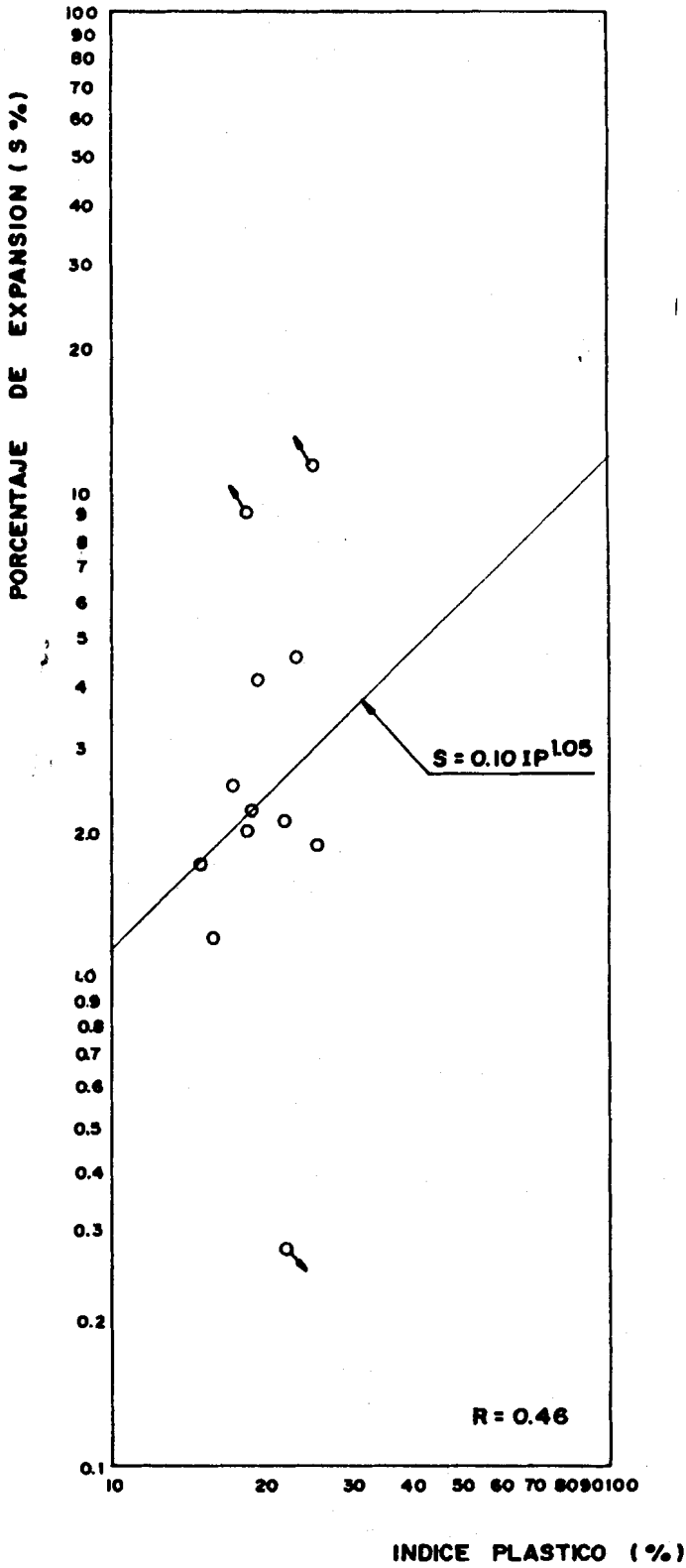


GRAFICO No. 22

PORCENTAJE DE EXPANSION vs. INDICE PLASTICO
Sector "B" **Subpr. "Lomas"**

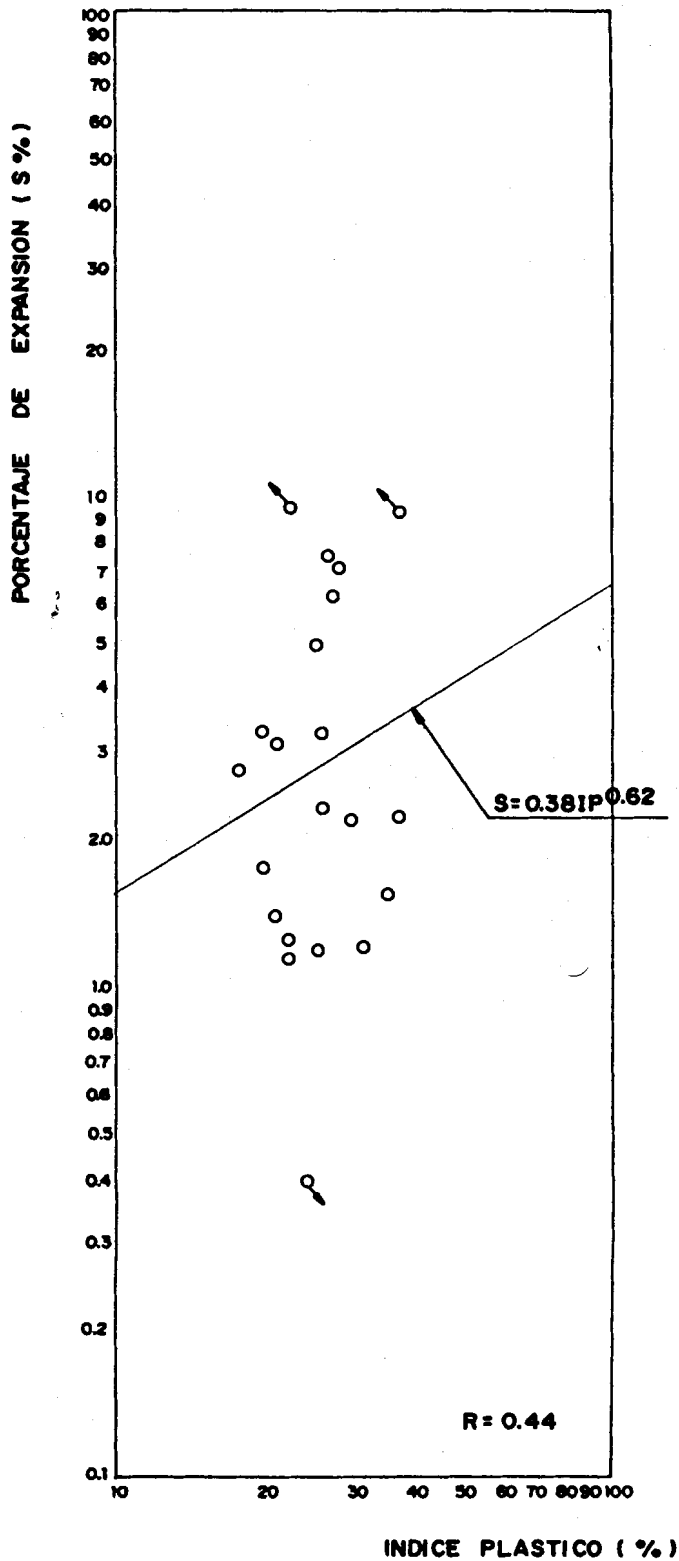


GRAFICO No. 23

versus Índice de Plasticidad se obtiene la ecuación que los representa $S = 0.38 IP^{0.62}$ y el coeficiente de regresión $R = 0.44$.

Cuantitativamente se ha determinado una relación lineal entre los valores de IP y %E para los diferentes suelos investigados en la zona del Sistema de Riego y Drenaje de 17.000 Has. en el valle del Río Daule.

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL EXPANSIVO MEDIO (%)
< 10	0.29
10 - 15	1.74
15 - 20	3.27
20 - 30	4.07
> 30	7.09

Por lo demostrado anteriormente, se puede concluir que "A mayor Índice de Plasticidad, las variaciones de volumen también suelen ser mayores".

CAPITULO IV
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCION
DE TERRAPLENES PARA CANALES DE RIEGO

Los terraplenes de manera general, están constituidos por tres partes: Cimientos, Núcleo y Coronación.

Cuando se trabaja en obras de terracerías, se debe tener como principio general el aprovechar al máximo los materiales de las zonas laterales; sin embargo, a veces es necesario excluir suelos no adecuados que perjudiquen la estabilidad de la obra.

Una buena distribución de suelos sería colocar los materiales de inferior calidad en el núcleo del terraplén y los de mejor calidad en la zona de la Coronación.

Para su correcta utilización, un suelo no podrá clasificarse exclusivamente en sus características intrínsecas, sino que será preciso considerar su consistencia, propiedad que está determinada por el contenido de humedad del material en el momento de su colocación en obra. (16).

Cuando un suelo se encuentra con exceso de humedad, se suelen presentar dificultades constructivas que pueden corregirse esperando a que se produzca un secado natural ayudado por las condiciones mete-

reológicas, tratando el suelo con cemento -cal o en su defecto, realizando construcciones que Jiménez-Salas llama en su libro, de tipo "sandwich"; que consiste en alternar capas de material granular con el material arcilloso, cuidando que no se produzca la penetración del primer material en el segundo.

Cuando los materiales con exceso de humedad son limos o arenas limosas, se produce un "colchoneo" al paso de la maquinaria, que impide continuar el proceso constructivo.

Trabajar con materiales muy secos también ocasiona dificultades constructivas para alcanzar el grado de desmenuzamiento, trabajabilidad y densidad-humedad requerida. Será necesario humedecerlos para evitar que se produzcan hinchamientos considerables una vez que sean compactados.

Dos propiedades importantes que contribuyen para la selección de un suelo son la Plasticidad y la Expansividad, características que exponemos a continuación:

4.1 PLASTICIDAD

Como habíamos señalado anteriormente, existen requerimientos básicos que deben cumplir los suelos colocados tanto en el núcleo como en la coronación de los terraplenes. Uno de los parámetros fundamentales es la Plasticidad, valor que se obtiene de los ensayos conocidos como Límites de Atterberg.

Para la zona del núcleo, el material a colocarse debe cumplir ciertas especificaciones para garantizar su estabilidad.

A continuación se expondrán algunas especificaciones para materiales a utilizarse en el núcleo de los terraplenes.

Según la Dirección General de Carreteras en España 1975, los suelos tolerables deben cumplir que su límite líquido sea menor a 40% o que el límite líquido sea menor a 65% y su Índice Plástico cumpla con la siguiente relación: $IP > (0.6 LL - 9)$. Estas mismas especificaciones contemplan que la Densidad seca máxima de estos suelos no debe ser menor que 1450 Kg/cm^3 y que el Índice CBR debe ser mayor que 3. También el contenido de materia orgánica debe ser analizado y ser menor que el 2%.

El Departamento de Transportes Británicos 1976, expuso que los materiales no tolerables serían las turbas, terrenos de marismas y arcillas con límites líquidos mayores a 90% y/o Índices de Plasticidad mayores al 65%.

Las Especificaciones Francesas (SETRA y LCPC 1976) también presentan como suelos no tolerables a las arcillas y margas muy plásticas con IP mayor que 50%; pues son suelos muy difíciles de trabajar y en los que su utilización acarrearía grandes riesgos de retracción-hinchamiento y de estabilidad.

La Especificación AASHTO en su M57-64 (1974), indican que los materiales no tolerables serían aquellos que tengan cantidades perjudiciales de materia orgánica. Además que los suelos que pertenezcan a los grupos A-1, A-2-4, A-2-5 ó A-3 se deben compactar por lo menos al 95% de la densidad seca máxima, pues se tratan de materiales que van desde no plásticos hasta un IP menor que 10%. De existir materiales A-2-6, A-2-7, A-6 ó A-7, cuyos Indices de Plasticidad son mayores que 11% o materiales limosos que pertenezcan al grupo A-4 ó A-5; se deberá prestar una especial atención en la construcción del terraplén. (17)

Para la zona de la Coronación, los suelos adecuados también deben cumplir con ciertas especificaciones de las cuales exponemos a continuación algunas de ellas.

La Dirección General de Carreteras de España 1975, indican que el valor del Límite Líquido debe ser menor que 40%; lo que implicaría que se trata de una arcilla de baja plasticidad o arenas arcillosas. Otros requisitos que deben cumplirse son: CBR superior a 5, Densidad seca máxima superior a 1750 Kg/cm^3 , Contenido de materia orgánica menor al 1% y Porcentaje de expansión menor al 2%.

Los suelos llamados "seleccionados", deben apearse a especificaciones más estrictas de la misma Dirección de Carreteras. El Valor del Límite Líquido debe ser menor al 30% y el Índice de Plasticidad menor a 10%. Además el Índice CBR debe tener un

CBR mayor a 10, el contenido de materia orgánica debe ser nulo y debe caracterizarse por ser "no expansivo".

Como podrá observarse, el suelo a colocarse en la zona de coronación y que posiblemente irá en contacto con el revestimiento de hormigón de los canales, deben reunir condiciones muy estrictamente controladas.

El espesor de esta capa de material o suelo seleccionado, dependerá de la calidad del material del núcleo; de lo cual ya hablaremos más adelante.

4.2 EXPANSIVIDAD

La expansividad es un fenómeno que ocasiona que los suelos experimenten retracciones en épocas secas e hinchamientos en las épocas lluviosas o de Invierno. Estos cambios volumétricos, de no ser controlados, ocasionarían graves perjuicios a la obra construida.

Como habíamos señalado anteriormente, un terraplén se zonifica en núcleo y coronación. Los valores de expansividad de los suelos colocados en la zona del núcleo, según especificaciones de construcción a nivel mundial, no tienen límites; pero éstos estarían controlados por los valores de plasticidad que sí tienen topes máximos.

Para la zona de coronación, los suelos "adecuados" pueden tener un porcentaje de expansión máximo del 2%. Pero si lo que se requiere son materiales "seleccionados", los valores de expansividad deben estar reducidos a cero, lo cual generalmente se logra con suelos cuyo Índice de Plasticidad sea menor a 10%.

En el caso de tener materiales con Índices de Plasticidad superiores al límite señalado, se utiliza el criterio de controlar la expansividad por los métodos mecánicos de compactación. Es decir, llegando sólo a densidades entre 95% y 98% de la densidad seca máxima y humedades superiores a la óptima, obtenida del ensayo Próctor Standard.

Anteriormente, señalamos que el espesor de la capa de suelo seleccionado estaría supeditada a la calidad del material del núcleo. Así, si tenemos materiales muy expansivos en el núcleo del terraplén, éste deberá tener un espesor suficiente del material apropiado para la zona de coronación, con el fin de reducir los efectos del porcentaje de expansión y la presión de hinchamiento a límites tolerables.

Las arcillas expansivas que se encuentran a suficiente distancia del revestimiento, no pueden causar daños muy importantes, pues los movimientos de expansión-retracción de este suelo, quedarán aminorados por la distancia.

Por lo tanto un procedimiento de control sería la colocación de un espesor conveniente de materiales no expansivos, sobre los materiales expansivos.

Terzaghi y Peck (1967) establecieron el espesor de esta coronación de la manera siguiente:

En el edómetro se montó un ensayo de expansión con una muestra del suelo del núcleo, compactado a las condiciones de humedad y densidad previstas para el terraplén a construirse y se le aplicó una sobrecarga igual al peso del revestimiento más el del espesor del suelo de la coronación. Si el aumento de volumen es menor al 5%, es muy probable que el relleno se comporte correctamente.

Existe una tabla, que es muy utilizada en el Estado de Colorado (USA) y que fue publicada en 1979 por la FHWA en "Technical Guide Lines for expansives soils in highway subgrades", en la que se determina la profundidad de la capa de coronación para carreteras principales y secundarias, dependiendo de la plasticidad del suelo del núcleo. (Snethen et al 1975).

CARRETERAS PRINCIPALES

IP	PROFUNDIDAD TRATAMIENTO
10 - 20	0.60 mts.
20 - 30	0.90
30 - 40	1.20
40 - 50	1.50
> 50	1.80

CARRETERAS SECUNDARIAS

10 - 30	0.60
30 - 50	0.90
> 50	1.20

Por todo lo tratado anteriormente, se demuestra que el criterio de plasticidad está comúnmente ligado con el criterio de la expansividad y que si bien es cierto, a veces no se cumple si se analizan datos individualmente, esta relación está bien respaldada, cuando se analizan grupos de datos.

Lo que sí está demostrado es que para valores de IP menores o cercanos a 10%, la mayoría de los suelos poseen un potencial de expansión bajo.

Desde hace pocos años, se ha estudiado en el campo de la Ingeniería Geotécnica, un fenómeno que particulariza a ciertos sue-

los y que se conoce como *Dispersividad*.

Si bien en el presente estudio no se han realizado estudios de identificación de estos suelos, esta propiedad también debería investigarse, junto con la plasticidad y expansividad tratadas anteriormente, por ser la causa de numerosas fallas en presas-de tierra, diques, caminos, etc.

CONCLUSIONES

- En este trabajo se han estudiado los suelos encontrados en la zona del Sistema de Riego y Drenaje de 17.000 Has. en el valle del Río Daule, los cuales se pueden dividir en dos tipos: El uno, correspondiente a la llanura aluvial del Río Daule, formados por materiales arcillosos que en su mayoría son los llamados Black Cotton Soil y que se caracterizan por su alta expansividad. El segundo, corresponde a los materiales encontrados en las colinas de poca altura pertenecientes a la Formación Balzar, caracterizados por una gran heterogeneidad de suelos que van desde arenas limosas hasta arcillas de alta plasticidad de color amarillo.
- La presencia de períodos o ciclos bien marcados de humedad-sequedad, originados por el clima de la zona, provocaría fenómenos cíclicos de expansión-retracción en las arcillas expansivas utilizadas como parte del cuerpo de los terraplenes.
- El material Black Cotton Soil utilizado como parte del núcleo y como terreno de cimentación de los terraplenes del Proyecto, es un material de construcción de uso indeseable a nivel mundial. Su alta expansividad podría traer como consecuencias cambios volumétricos no tolerables en la estructura.

- El diseño de los terraplenes del proyecto, contemplan una capa de material seleccionado de 0.80 mts.; pero en este trabajo se han presentado estudios y tablas, según los cuales este espesor resultaría deficiente para disipar las presiones del material expansivo del núcleo.
- Existe un marcado predominio de arcillas CH en las zonas de préstamo lateral del sector "A", seguido por el grupo de arcillas CL y en muy poco porcentaje las arenas y limos.
- Los suelos de las zonas de préstamo del sector "A", son predominantemente arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC).
- Los suelos explotados del sector "B", corresponden en un 29% a arcillas CH, con los cuales se construyó parte del núcleo. Otro 29% corresponden a arcillas CL, el 41% a arenas arcillosas o limosas y el 1% a limos.
- Los parámetros de los suelos estudiados, llámense éstos: Porcentaje pasante tamiz #200, Límites Líquidos e Índices plásticos, poseen límites muy amplios tanto para materiales comunes como para seleccionados; lo cual nos indica la heterogeneidad de los materiales utilizados, por lo que se prevén comportamientos diferentes.

- El mejor método para determinar la expansión de los suelos, es sin duda alguna el ensayo de expansión en el edómetro, que constituye un método directo. Sin embargo, estamos demostrando en este trabajo, que existen muy buenas correlaciones que sirven para predecir el Potencial expansivo de los suelos, las características de expansividad, entre otras; en función de otros parámetros conocidos.
- El 77% de los suelos estudiados tienen características expansivas de media a alta y el 23% tiene característica expansiva baja.
- El 53% de los suelos tiene un Potencial de expansión medio, el 34% un potencial de expansión alto, el 8% posee un PE bajo y el 5% muy alto.
- Entre el Índice de Plasticidad y el Porcentaje de Expansión de los suelos estudiados, también se cumple una correlación lineal demostrada en la siguiente tabla:

INDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE EXPANSION MEDIO
< 10	0.29
10 - 15	1.74
15 - 20	3.27
20 - 30	4.07
> 30	7.09

- Los suelos que corresponden a material de préstamo lateral, tienen un porcentaje de expansión mayor que el de los materiales de la Formación Balzar, utilizados como material seleccionado.

El porcentaje de expansión promedio para suelos de préstamo lateral es de 6.66% y para los préstamos importados 3.67%.

- De la relación Índice de Plasticidad versus Porcentaje de partículas menores a 2 micras, se concluye que de las 105 muestras estudiadas, el 68% corresponderían a suelos arcillosos dispersivos ; el 27% a suelos expansivos-normales, el 4% a suelos en el límite entre los dos anteriores y un 1% a suelos limosos erosionables. Por lo anterior, existiría un marcado predominio de suelos dispersivos en la zona del Proyecto.
- La presencia de cárcavas en las minas y en los taludes internos - de los terraplenes, el ambiente de formación de los suelos de la Formación Balzar, el clima de la zona y los resultados de la relación anteriormente nombrada, nos ratifican la conclusión anterior y nos daría una pauta para predecir la presencia de suelos susceptibles a la erosión interna.
- Suelos con Índice de Plasticidad entre 10 y 15% presentan porcentajes de expansión no tolerables en las especificaciones del material seleccionado.

RECOMENDACIONES

- Cuando se construyan terraplenes zonificados y se utilicen suelos altamente expansivos, se insiste en la recomendación de utilizar material no expansivo en la zona superpuesta, la cual debe tener 1.50 mts. o más de espesor para amortiguar la fuerza expansiva.
- Se han encontrado marcados rangos expansivos en suelos con Índices de Plasticidad entre 10% y 20%; por lo que no es recomendable el uso de estos suelos en la zona destinada a material seleccionado.
- Los suelos con Índices Plásticos menores a 10%, generalmente no presentan problemas expansivos; pero sí acarrear problemas de erosión que deben prevenirse en el diseño, mediante una protección especial que impida el ingreso de aguas en el cuerpo del terraplén.
- En las Conclusiones se habló de la posible presencia de suelos dispersivos; por lo tanto, en estas recomendaciones no se puede pasar por alto la sugerencia de realizar ensayos especiales para determinar el fenómeno de dispersión, esto es: Pin-hole, Doble hidrómetro, Terrón y Total de sales disueltas.

ANEXOS

T A B L A No. 1
 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO EL MATE
 (Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
1	CH	73.33	50.45	17.38	33.07	1578	21.35
2	CL	78.20	43.75	15.56	28.19	1652	15.00
3	CL	64.82	49.00	18.53	30.47	1580	19.31
4	CH	75.65	56.00	18.41	37.59	1475	23.00
5	MH	98.17	71.35	34.62	36.73	1175	42.25
6	CH	87.66	54.10	24.14	29.96	1491	25.16
7	CH	99.59	79.55	27.60	51.95	1289	35.09
8	CH	99.02	78.98	25.38	53.60	1227	37.42
9	CH	98.90	67.85	30.63	37.22	--	--
10	CH	99.07	85.00	25.56	59.44	1249	37.00
11	CH	99.06	87.26	30.25	57.01	--	--
12	CH	99.00	85.50	33.55	51.95	--	--
13	CH	97.95	73.35	24.72	48.63	1288	37.80
14	CH	91.85	54.79	22.56	32.23	--	--
15	CL	78.20	45.10	23.31	21.79	--	--
16	CH	82.49	53.00	24.65	28.35	1343	27.76
17	CH	96.29	81.84	28.42	53.42	1243	35.00
18	CH	87.94	63.60	22.00	41.60	1505	24.44
19	CH	89.51	70.50	19.16	51.34	1414	26.75
20	CL	66.93	47.04	18.76	28.28	1603	18.00
21	CH	94.36	81.50	29.13	52.37	1281	33.00

T A B L A No. I

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kg/cm ³)	Wopt. (%)
22	CH	96.35	79.00	25.57	53.43	1250	33.50
23	CL	67.22	49.00	18.37	30.63	1582	23.20
24	CL	59.25	32.80	17.98	14.82	1558	19.50
25	CL	50.44	37.42	17.26	20.16	1565	20.00
26	CL	76.87	49.50	11.76	37.74	1664	19.50
27	MH	89.41	50.20	35.68	14.52	1334	32.00
28	MH	99.24	83.10	38.11	44.99	--	--
29	CH	71.49	53.45	18.06	35.39	1593	19.50
30	CL	58.57	43.60	17.09	26.51	1618	18.00
31	CH	73.98	52.00	23.42	28.58	1490	30.00
32	MH	89.53	92.70	43.54	49.16	1262	40.00
33	CL	77.20	43.13	22.43	20.70	1451	26.80
34	ML	87.99	45.45	28.50	16.95	1300	30.80
35	MH	97.62	68.60	37.21	31.39	1294	33.30
36	SC	38.00	37.10	24.03	13.07	1452	25.60
37	CH	74.20	61.15	23.87	37.28	1469	28.00
38	CH	89.33	79.40	22.48	56.92	1376	30.15
39	CH	95.03	83.15	27.51	55.64	1273	36.25
40	CH	86.54	74.07	21.52	52.55	1360	27.20
41	CH	73.95	53.30	15.99	37.31	1502	26.00
42	CH	75.90	55.50	21.74	33.76	1442	25.63

T A B L A No. I

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Comun)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
43	CH	68.65	60.20	20.63	39.57	1493	23.25
44	SC	39.03	67.65	24.50	43.15	--	--
45	MH	98.17	82.10	37.94	44.16	1257	36.90
46	CH	97.43	68.80	31.48	37.32	1310	33.00
47	CH	97.42	75.45	32.14	43.31	1318	31.00

T A B L A No. 11

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
48	CH	82.14	50.80	18.02	32.78	1510	23.50
49	SC	40.26	28.30	20.51	7.79	1624	18.50
50	SC	28.38	29.75	22.99	6.76	--	--
51	CL	50.54	34.45	14.04	20.41	1708	17.00
52	CL	75.23	45.10	17.35	27.75	1540	21.60
53	CL	73.01	49.00	23.77	25.23	1523	20.00
54	SC	45.37	38.25	18.92	19.33	--	--
55	SC	33.21	33.35	17.96	15.39	--	--
56	CL	52.52	31.80	16.98	14.82	1683	16.00
57	CL	53.05	25.95	19.41	6.54	1580	19.60
58	CL	53.01	25.48	15.70	9.78	1642	16.55
59	CH	73.49	53.60	24.33	29.27	1544	23.25
60	CH	73.40	51.50	22.51	28.99	1540	24.30
61	CL	75.67	45.50	18.77	26.73	--	--
62	SC	47.99	35.25	21.84	13.41	--	--
63	CL	58.34	47.60	20.20	27.40	1556	20.25
64	CL	70.69	36.80	16.90	19.90	1510	24.80
65	CL	58.83	38.32	20.28	18.04	1605	20.25
66	CL	58.38	39.30	10.27	29.03	--	--
67	CH	89.00	55.25	28.68	26.57	--	--
68	CL	61.10	41.28	19.72	21.56	--	--

T A B L A No. II

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
69	CH	82.14	50.80	18.02	32.78	1510	23.50
70	SC	40.26	28.30	20.51	7.79	1624	18.50
71	SC	28.38	29.75	22.99	6.76	--	--
72	CL	50.54	34.45	14.04	20.41	1708	17.00
73	CL	75.23	45.10	17.35	27.75	1540	21.60
74	CL	73.01	49.00	23.77	25.23	1523	20.00
75	SC	45.37	38.25	18.92	19.33	--	--
76	SC	33.21	33.35	17.96	15.39	--	--
77	CL	52.52	31.80	16.98	14.82	1683	16.00
78	CL	53.05	25.95	19.41	6.54	1580	19.60
79	CL	53.01	25.48	15.70	9.78	1642	16.55
80	CH	73.49	53.60	24.33	29.27	1544	23.25
81	CH	73.40	51.50	22.51	28.99	1540	24.30
82	CL	75.67	45.50	18.77	26.73	--	--
83	SC	47.99	35.25	21.84	13.41	--	--
84	CL	58.34	47.60	20.20	27.40	1556	20.25
85	CL	70.69	36.80	16.90	19.90	1510	24.80
86	CL	58.83	38.32	20.28	18.04	1605	20.25
87	CL	58.38	39.30	10.27	29.03	--	--
88	CH	89.00	55.25	28.68	26.57	--	--
89	CL	61.10	41.28	19.72	21.56	--	--

T A B L A No. II

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
90	CL	68.64	40.68	17.05	23.63	--	--
91	CL	67.08	49.75	21.38	28.37	--	--
92	SC	28.16	25.67	16.86	8.81	1790	14.70
93	CL	58.79	34.75	19.21	15.54	1578	20.75
94	CL	57.16	38.30	17.26	21.04	1658	17.75
95	SC	43.93	29.00	19.18	9.82	1555	18.25
96	CL	65.47	34.25	19.10	15.15	1545	20.00
97	CL	54.45	38.25	17.41	20.84	--	--
98	CL	52.37	39.40	17.27	22.13	--	--
99	CL	58.23	33.95	15.84	18.11	--	--
100	SC	46.87	31.00	16.02	14.98	--	--
101	CL	55.00	33.00	14.87	18.13	--	--
102	SC	46.02	31.52	15.49	16.03	--	--
103	CL	51.67	32.30	14.29	18.01	--	--
104	CL	68.40	43.98	17.94	26.04	--	--
105	CL	71.71	41.10	17.26	23.84	--	--
106	CL	67.35	41.40	13.14	28.26	--	--
107	CH	88.85	50.00	17.66	32.34	--	--
108	SC	21.00	31.10	12.73	18.37	1647	19.40
109	CL	71.48	43.50	18.25	25.25	1452	24.85
110	CL	64.45	36.70	*17.91	18.79	1590	19.00

T A B L A No. II

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
111	CL	60.13	36.00	21.65	14.35	1579	20.00
112	SC	46.22	27.40	18.70	8.70	1661	17.25
113	CL	61.76	37.10	21.58	15.52	1583	19.35
114	CL	82.15	45.35	20.56	24.79	1523	22.90
115	CL	69.94	40.48	17.26	23.22	1658	16.25
116	SC	34.41	30.60	16.09	14.51	1716	18.60
117	CL	56.14	40.50	18.00	22.50	1591	20.00
118	CL	56.47	37.45	18.08	19.37	1700	17.00
119	SC	27.88	25.78	15.05	10.73	1725	16.70
120	SC	47.54	28.15	13.94	14.21	--	--
121	SC	42.93	33.75	17.25	16.50	--	--
122	SC	28.03	25.60	12.94	12.66	--	--
123	SC	40.68	32.39	21.40	10.99	--	--
124	SC	31.23	30.58	15.16	15.42	--	--
125	CL	67.56	44.82	15.57	29.25	--	--
126	SC	15.98	24.80	17.00	7.80	1824	13.50
127	SC	30.32	24.20	16.22	7.98	--	--
128	SC	48.74	39.50	11.99	27.51	--	--
129	CH	79.25	67.05	20.21	46.84	--	--
130	SC	48.82	38.85	15.00	23.85	--	--
131	CL	53.57	36.40	21.33	15.07	--	--

T A B L A No. II

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO EL MATE
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
132	CH	75.63	61.46	20.94	40.52	--	--
133	CL	75.69	49.02	21.12	27.90	--	--
134	CL	67.51	47.20	17.79	29.41	--	--
135	CL	63.65	49.70	22.79	26.91	--	--

T A B L A No. III
 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO HIGUERON
 (Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
136	CH	88.11	59.80	26.09	33.71	1373	29.00
137	CH	77.02	56.80	26.16	30.64	1339	31.00
138	CH	69.02	50.85	20.59	30.26	1460	26.00
139	CL	60.69	38.90	19.90	19.00	1477	22.75
140	CH	85.09	74.45	22.80	51.65	1385	24.75
141	CH	88.58	71.30	23.64	47.66	1316	32.80
142	CH	90.10	61.70	18.57	43.13	1349	30.50
143	CH	93.00	69.48	25.00	44.48	1520	22.75
144	CH	88.63	60.69	23.53	37.16	1478	23.50
145	CL	72.45	46.90	19.59	27.31	1563	20.80
146	CH	97.34	99.85	41.55	58.30	1212	41.90
147	MH	94.84	69.50	36.26	33.24	1310	34.50
148	CL	69.76	44.25	21.08	23.17	1535	22.25
149	CL	65.69	39.90	15.18	24.72	1660	17.90
150	CL	64.16	41.00	17.10	23.90	1592	19.50
151	CL	70.30	39.80	17.92	21.88	1593	21.00
152	CH	75.57	51.30	25.93	25.37	1495	25.40
153	CL	62.40	40.10	17.59	22.51	1568	20.21
154	CH	74.00	54.00	28.37	25.63	1408	30.40
155	CL	77.15	43.00	17.14	25.86	1588	18.10
156	CL	73.04	44.80	25.00	19.80	--	--

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
157	CL	54.92	41.52	22.15	19.37	--	--
158	CL	64.05	43.25	24.70	18.55	1596	22.50
159	CH	79.25	59.30	27.32	31.98	--	--
160	CH	91.99	81.25	28.58	52.67	1377	31.60
161	CH	97.45	92.30	36.84	55.46	1160	41.25
162	CL	58.69	42.80	23.35	19.45	1540	25.00
163	CH	57.97	64.40	24.69	39.71	1383	30.75
164	CH	83.21	58.55	24.72	33.83	1475	26.90
165	CL	71.70	47.00	20.40	26.60	1495	26.80
166	CH	92.05	63.25	16.09	47.16	1387	28.00
167	CH	86.60	63.25	26.69	36.56	1520	24.39
168	CH	95.26	81.24	31.08	50.16	1296	32.00
169	CH	95.81	88.55	30.02	58.53	--	--
170	CH	95.68	80.98	30.00	50.98	1295	32.40
171	CH	97.09	85.00	31.63	53.37	--	--
172	CH	93.68	82.90	30.37	52.53	--	--
173	CH	86.85	66.10	30.69	35.41	1350	33.50
174	MH	79.11	51.98	32.63	19.35	1256	34.00
175	MH	99.88	80.70	37.26	43.44	1265	36.75
176	CH	71.79	57.05	24.05	33.00	1379	26.10
177	CL	57.69	48.50	19.61	28.89	1605	19.50

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
178	CL	63.97	44.30	18.60	25.70	1627	18.60
179	CH	95.37	75.52	29.61	45.91	1405	29.50
180	CH	95.11	72.75	30.47	42.28	1357	29.40
181	CH	97.83	91.80	32.50	59.30	1247	35.00
182	MH	82.84	60.05	31.77	28.28	1380	33.40
183	CL	80.52	46.10	21.73	24.37	1542	23.00
184	CH	79.26	56.00	24.16	31.84	1452	28.00
185	CH	98.59	77.46	24.47	52.99	1389	29.00
186	CH	75.74	54.30	25.36	28.94	1425	28.60
187	CH	92.94	63.40	29.35	34.05	1295	32.50
188	CH	97.65	52.40	28.35	24.05	1253	30.50
189	CH	97.35	89.10	32.80	56.30	1162	42.00
190	MH	93.26	59.15	36.60	22.55	1128	44.00
191	CH	98.46	68.30	32.27	36.03	1292	35.70
192	CH	81.74	52.25	24.46	27.79	--	--
193	CH	97.42	77.40	28.52	48.88	--	--
194	CH	97.26	83.00	24.72	58.28	--	--
195	CH	84.97	55.98	28.36	27.62	--	--
196	CH	98.15	67.40	31.38	36.02	--	--
197	CH	88.76	50.17	26.33	23.84	--	--
198	MH	96.57	57.25	30.19	27.06	--	--

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt (%)
199	CH	97.04	66.40	25.57	40.83	--	--
200	CH	95.64	71.45	25.59	45.86	--	--
201	CH	98.03	72.80	27.34	45.46	--	--
202	CH	90.59	70.00	24.52	45.48	--	--
203	CH	95.00	62.50	25.64	36.86	--	--
204	CH	93.40	59.80	22.70	37.10	--	--
205	CL	80.26	46.60	23.17	23.43	--	--
206	CH	76.30	50.50	20.90	29.60	--	--
207	CH	84.19	51.40	27.40	24.00	--	--
208	CH	78.43	54.80	23.59	31.21	--	--
209	CL	55.78	44.60	24.90	19.70	--	--
210	CH	99.07	86.40	31.63	54.77	--	--
211	CH	98.00	74.37	32.51	41.86	--	--
212	CH	94.18	74.30	29.69	44.61	--	--
213	CH	97.44	83.70	30.20	53.50	--	--
214	CH	90.13	66.60	30.89	35.71	--	--
215	MH	79.00	59.00	37.36	21.64	--	--
216	CH	98.72	76.62	35.04	41.58	--	--
217	CH	98.21	81.25	29.35	51.90	--	--
218	CH	86.06	69.00	29.83	39.17	--	--
219	MH	89.59	60.90	31.12	29.78	--	--

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
220	CH	96.84	61.95	29.04	32.91	--	--
221	CH	93.42	53.60	27.87	25.73	--	--
222	ML	87.96	46.60	30.96	15.64	--	--
223	CH	98.82	73.00	33.71	39.29	--	--
224	MH	98.77	51.20	40.47	10.73	--	--
225	MH	98.33	80.15	43.59	36.56	--	--
226	MH	90.35	60.50	30.96	29.54	--	--
227	CH	89.84	66.95	29.86	37.09	--	--
228	CH	96.32	66.70	28.68	38.02	--	--
229	CH	97.13	68.35	28.66	39.69	--	--
230	CH	97.03	69.00	26.24	42.76	--	--
231	CL	70.31	49.90	27.18	22.72	--	--
232	CL	90.84	44.30	14.41	29.89	--	--
233	CH	95.18	62.00	27.04	34.96	--	--
234	CH	96.36	73.00	30.60	42.40	--	--
235	MH	89.28	56.40	31.62	24.78	--	--
236	CL	69.30	42.50	14.05	28.45	--	--
237	CH	97.35	87.80	30.82	56.98	--	--
238	CH	94.47	80.42	27.02	53.40	--	--
239	CH	87.49	64.95	27.51	37.44	--	--
240	CH	99.29	94.10	32.67	61.43	--	--

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
241	CH	98.72	93.80	31.26	62.54	--	--
242	CH	99.25	93.45	31.48	61.97	--	--
243	CH	98.46	68.30	32.27	36.03	--	--
244	MH	99.28	66.30	37.99	28.31	--	--
245	MH	99.67	68.90	38.62	30.28	--	--
246	CH	97.52	79.20	31.20	48.00	1303	33.90
247	CH	96.82	65.55	27.86	37.69	1389	31.40
248	CL	63.89	47.75	24.28	23.47	--	--
249	CH	77.37	52.95	25.12	27.83	--	--
250	CH	96.22	73.30	25.75	47.55	--	--
251	CL	72.30	49.25	23.41	25.84	1480	23.20
252	CH	74.20	53.30	19.56	33.74	1510	23.80
253	CH	93.92	58.45	27.18	31.27	1335	32.00
254	CH	96.24	77.20	21.29	55.91	1380	30.60
255	CH	92.83	55.20	27.32	27.88	1430	29.30
256	MH	90.59	66.19	36.90	29.29	1350	32.60
257	MH	95.30	63.80	33.25	30.55	1303	34.20
258	CH	92.61	82.25	29.77	52.48	1319	37.60
259	CH	76.86	61.60	21.88	39.72	1482	24.60
260	CH	82.44	60.10	21.85	38.25	1438	25.00
261	CH	89.11	53.45	27.47	25.98	1421	27.00

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
262	CH	91.00	74.15	28.30	45.85	1368	30.00
263	CH	95.72	77.80	33.26	44.54	--	--
264	CH	90.12	83.90	31.64	52.26	--	--
265	CL	54.17	30.75	14.26	16.49	1713	16.20
266	CL	56.55	38.00	15.93	22.07	1685	16.80
267	CL	68.29	42.12	21.81	20.31	1568	21.00
268	CH	97.73	73.60	33.14	40.46	1355	31.33
269	MH	99.18	65.74	33.39	32.35	1239	35.00
270	MH	99.01	59.38	31.18	28.20	1207	38.00
271	CH	96.80	82.50	31.98	50.52	1203	37.70
272	CH	97.65	84.00	31.81	52.19	1270	34.25
273	MH	99.25	75.64	37.55	38.09	1239	37.00
274	MH	98.17	82.10	37.94	44.16	1257	36.90
275	CH	97.43	68.80	31.48	37.32	1330	33.00
276	CH	94.75	61.50	24.00	37.50	1352	28.40
277	CH	96.94	74.60	22.99	51.61	1290	31.60
278	CH	95.87	77.50	27.90	49.60	1325	30.50
279	CH	97.92	64.60	29.91	34.69	1319	31.50
280	CL	63.54	45.50	21.15	24.35	1498	24.10
281	CH	99.11	64.20	29.94	34.26	1208	33.00
282	MH	95.64	83.90	38.72	45.18	1153	43.50

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Comun)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
283	CH	72.70	47.60	19.13	28.47	1470	25.30
284	SC	34.03	55.19	17.16	38.03	1611	17.90
285	CH	71.08	64.70	23.35	41.35	1463	22.30
286	CH	67.38	58.70	21.35	37.35	1569	19.25
287	CL	51.47	34.20	18.77	15.43	--	--
288	CH	78.09	54.00	23.43	30.57	--	--
289	CH	84.71	73.20	23.71	49.49	--	--
290	CL	52.57	47.40	19.72	27.68	--	--
291	CH	87.57	67.30	21.28	46.02	--	--
292	CH	83.75	65.80	20.35	45.45	--	--
293	CH	62.82	50.70	16.33	34.37	--	--
294	CL	58.73	49.47	18.68	30.79	--	--
295	CH	88.30	84.35	25.40	58.95	--	--
296	CL	60.31	45.45	15.32	30.13	--	--
297	CL	54.76	43.45	16.87	26.58	--	--
298	SC	37.73	35.85	15.20	20.65	--	--
299	SC	34.90	30.50	13.79	16.71	--	--
300	CH	80.46	54.10	25.19	28.91	--	--
301	CH	81.94	71.80	20.52	51.28	--	--
302	CL	67.33	46.65	19.41	27.24	--	--
303	CH	79.35	62.10	17.66	44.44	--	--

T A B L A No. III

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
304	SC	41.57	51.40	21.06	30.34	--	--
305	SC	32.65	37.80	18.53	19.27	--	--
306	CH	79.69	66.20	18.52	47.68	1553	24.30
307	SC	49.99	40.05	16.38	23.67	1698	18.50
308	CH	76.25	55.75	23.98	31.77	1542	22.40
309	CH	82.94	57.50	19.91	37.59	1582	21.85
310	CH	86.71	70.52	22.17	48.35	1560	24.20
311	CH	52.75	52.00	19.83	32.17	1708	17.60
312	CL	63.47	42.55	14.20	28.35	1685	17.40

T A B L A No. IV
 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO HIGUERON
 (Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
313	SC	33.94	25.52	15.56	9.96	1783	15.20
314	CL	72.19	45.00	21.96	23.04	1620	21.20
315	SC-SM	22.27	23.40	16.80	6.60	1832	14.70
316	CL	67.36	34.05	18.33	15.72	1622	18.50
317	SC	47.72	35.50	16.35	19.15	1729	18.00
318	SC	42.73	34.10	17.67	16.43	1718	15.60
319	SC	44.63	37.47	19.66	17.81	1716	17.40
320	SC	32.27	34.76	15.69	19.07	1795	15.80
321	CL	64.00	42.62	22.19	20.43	1608	19.30
322	CL	65.42	34.05	16.25	17.80	1739	16.00
323	CL	66.77	36.50	20.79	15.71	1608	18.80
324	SC	49.57	27.00	17.42	9.58	1706	17.00
325	SC	44.67	31.00	15.95	15.05	1745	16.50
326	CL	64.86	36.00	17.35	18.65	1675	16.10
327	CL	63.74	45.30	22.01	23.29	1597	18.30
328	SC	44.04	28.70	16.99	11.71	1686	15.90
329	SC	32.00	30.75	18.83	11.92	1763	14.70
330	SC	34.33	29.80	16.35	13.45	1756	15.50
331	SC	33.80	27.30	14.48	12.82	1780	15.70
332	CL	66.37	47.30	21.74	25.56	1572	20.80
333	SC	48.94	34.10	19.06	15.04	1639	20.00

T A B L A No. IV

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO HIGUERON
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
334	ML	65.38	39.85	28.34	11.51	1625	24.00
335	CL	51.40	31.80	16.27	15.53	1695	16.10
336	CL	62.11	35.25	23.43	11.82	1615	20.80
337	SC	39.21	26.70	17.84	8.86	1705	17.00
338	SC	49.06	38.60	19.10	19.50	1661	19.00
339	SC	40.66	25.50	15.56	9.94	1652	17.80
340	SC	29.73	23.17	12.74	10.43	1809	13.80
341	CL	83.87	47.35	26.90	20.45	1452	22.50
342	CL	62.56	49.50	25.51	23.99	--	--
343	SC	38.29	24.20	14.46	9.74	1680	17.50
344	SC	40.62	33.60	12.78	20.82	1657	16.60
345	CL	77.72	47.10	23.96	23.14	1558	21.90
346	SC-SM	28.35	25.20	18.29	6.91	1715	16.70

T A B L A No. V
 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO SAN JACINTO
 (Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
347	CH	76.34	53.65	26.92	26.73	1475	27.25
348	CH	98.94	73.00	29.77	43.23	1306	32.25
349	CH	93.77	74.20	29.52	44.68	1295	32.25
350	CH	99.62	97.20	40.32	56.88	1265	37.00
351	CH	99.31	90.00	35.25	54.75	1258	36.50
352	MH	99.58	96.10	40.70	55.40	1211	38.80
353	CH	71.12	50.15	17.67	32.48	1608	21.50
354	CH	76.35	66.15	25.57	40.58	1444	26.50
355	CH	84.63	75.40	26.90	48.50	1437	27.10
356	CH	89.84	69.70	24.95	44.75	1416	26.30
357	CH	86.02	64.90	23.68	41.22	--	--
358	CL	78.14	43.00	16.54	26.46	--	--
359	CH	78.34	51.40	18.06	33.34	--	--
360	CH	91.96	82.10	26.21	55.89	--	--
361	CH	82.88	52.80	20.86	31.94	1570	22.20
362	CL	75.54	49.49	17.40	32.09	1603	21.40
363	CH	83.73	50.98	23.41	27.57	--	--
364	CH	97.51	63.98	27.95	36.03	--	--
365	CH	86.78	57.70	29.26	28.44	--	--
366	CH	82.21	50.96	21.45	29.51	--	--
367	MH	96.25	79.00	* 36.30	42.70	1352	31.40

T A B L A No. V

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO SAN JACINTO
(Material Común)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
368	CH	88.65	56.30	24.57	31.73	1453	25.40
369	MH	57.34	36.25	25.00	11.25	1620	19.40
370	CH	92.25	68.00	23.51	44.49	1419	28.10
371	CH	98.91	80.90	29.71	51.19	--	--
372	CH	86.93	52.81	28.24	24.57	1483	26.50
373	CH	98.59	81.10	30.76	50.34	1315	32.60

T A B L A No. VI
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

SUBPROYECTO SAN JACINTO
(Material Seleccionado)

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
374	SC	43.95	27.10	14.73	12.37	1740	15.80
375	CL	55.06	38.40	17.96	20.44	1597	20.20
376	CL	68.93	46.75	20.95	25.80	1672	22.80
377	CL	53.95	36.75	19.35	17.40	1615	18.75
378	CL	61.71	36.75	19.94	16.81	1576	19.25
379	CL	51.84	35.75	19.41	16.34	1640	19.10
380	SC	36.19	30.25	16.87	13.38	1750	14.30
381	SC	42.35	31.25	20.45	10.80	1672	16.30
382	CL	56.23	34.50	20.04	14.46	1600	20.60
383	CL	60.41	36.90	16.04	20.86	1582	20.80
384	CL	68.12	46.67	19.05	27.62	1577	21.70
385	SC	47.64	32.75	14.88	17.87	1720	16.60
386	SC	46.32	25.45	14.74	10.71	1795	14.00

T A B L A No. VII
 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
387	SC	47.70	39.14	18.60	20.54	--	--
388	SC	37.17	34.10	18.02	16.08	--	--
389	CL	50.25	33.70	20.45	13.25	--	--
390	CL	51.85	41.12	20.73	20.39	--	--
391	SC	44.33	37.85	18.50	19.35	1757	17.15
392	SC	40.72	30.15	18.05	12.10	--	--
393	SC	28.62	27.20	16.37	10.83	--	--
394	SC	43.50	35.10	18.04	17.06	--	--
395	CH	93.97	71.95	27.91	44.04	--	--
396	CL	57.27	42.50	20.65	21.85	--	--
397	CL	64.90	49.50	19.41	30.09	--	--
398	SC	44.75	32.55	23.83	8.72	--	--
399	CL	55.23	35.45	19.27	16.18	--	--
400	CL	60.18	44.35	21.51	22.84	--	--
401	CL	60.03	49.10	24.76	24.34	--	--
402	CL	47.20	41.60	20.89	20.71	--	--
403	SC	39.25	25.30	17.64	7.66	--	--
404	CH	91.01	57.25	23.81	33.44	--	--
405	SM	28.33	18.00	13.77	4.23	--	--
406	SC	43.41	34.40	15.93	18.47	--	--
407	SC	35.20	31.20	17.79	13.41	--	--

T A B L A No. VII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
408	SC	29.09	58.00	44.81	13.19	--	--
409	CH	96.00	95.60	28.70	66.90	--	--
410	CH	98.00	84.70	24.00	60.70	--	--
411	CH	84.80	62.70	19.50	43.20	--	--
412	CH	99.10	80.00	30.90	49.10	--	--
413	CH	98.90	51.50	21.67	29.83	--	--
414	CH	88.80	59.50	19.80	39.70	--	--
415	CH	83.30	52.50	19.40	33.10	--	--
416	CL	60.10	45.45	18.91	26.54	--	--
417	CH	85.40	91.25	27.55	63.70	--	--
418	CH	90.50	81.98	22.02	59.96	--	--
419	CH	84.40	83.80	23.44	60.36	--	--
420	CH	91.80	87.50	24.83	62.67	--	--
421	SC	23.50	19.90	15.03	4.87	--	--
422	SC	22.60	22.98	15.23	7.75	--	--
423	CL	61.65	43.00	19.24	23.76	--	--
424	SC	40.61	34.75	19.32	15.43	--	--
425	CL	57.80	46.10	18.34	27.76	--	--
426	SC	25.20	22.85	15.52	7.33	--	--
427	SC	46.60	31.00	17.07	13.93	1666	17.80
428	SC	26.80	29.48	16.46	13.02	1835	13.85

T A B L A No. VII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
429	SC	34.00	27.40	18.37	9.03	1774	16.00
430	SC	45.26	30.90	16.60	14.30	1725	13.50
431	CL	70.12	49.60	20.60	29.00	1552	22.40
432	CH	81.11	56.80	20.60	36.20	1505	21.30
433	CL	53.97	37.20	19.40	17.80	1642	18.70
434	SC	46.95	31.00	19.20	11.80	1661	17.50
435	SC	36.55	31.60	16.00	15.60	1735	16.00
436	SC	41.26	36.20	18.50	17.70	--	--
437	CL	50.40	44.85	19.87	24.98	--	--
438	SC	43.10	34.70	17.41	17.29	--	--
439	SM	22.30	24.45	21.40	3.05	--	--
440	CH	62.60	51.13	18.21	32.92	--	--
441	CL	64.85	47.00	20.09	26.91	--	--
442	SC	38.20	36.00	17.53	18.47	--	--
443	SC	42.70	43.40	16.53	26.87	--	--
444	SC	42.31	28.45	15.64	12.81	--	--
445	SC	32.47	27.30	16.29	11.01	--	--
446	SC	31.96	22.40	14.92	7.48	--	--
447	CL	51.90	47.40	17.37	30.03	--	--
448	CH	93.91	80.30	26.67	53.63	--	--
449	CH	74.77	51.12	19.04	32.08	--	--

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
471	SC	39.81	36.00	16.47	19.53	--	--
472	CH	72.82	55.75	17.46	38.29	--	--
473	CH	84.44	65.50	17.20	48.30	--	--
474	CH	87.74	83.30	30.44	52.86	--	--
475	SC	25.80	24.30	14.73	9.57	1834	14.00
476	SC	31.14	27.80	16.02	11.78	1792	14.55
477	SC	22.34	25.80	14.41	11.39	1819	14.25
478	SC	27.65	25.65	17.31	8.34	1756	16.35
479	SC	30.00	27.40	17.87	9.53	1787	15.14
480	SC	26.11	27.48	16.63	10.85	1735	15.80
481	MH	89.31	58.00	29.67	28.33	--	--
482	SC	45.64	42.10	18.33	23.77	--	--
483	SC	27.73	27.00	15.11	11.89	--	--
484	SC	27.89	30.05	17.02	13.03	--	--
485	SM	25.80	29.17	17.81	11.36	--	--
486	MH	91.52	53.55	29.76	23.79	--	--
487	SC	44.89	33.40	18.01	15.39	--	--
488	SC	40.36	33.93	18.89	15.04	--	--
489	SM	28.51	27.40	19.41	7.99	--	--
490	SM	19.54	24.70	17.41	7.29	--	--
491	CL	56.90	41.75	21.66	20.09	--	--

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kg/cm ³)	Wopt. (%)
492	SC	47.73	31.75	17.65	14.10	--	--
493	CL	47.12	30.90	19.29	11.61	--	--
494	SC	21.12	24.00	16.95	7.05	--	--
495	SM	32.93	23.95	17.18	6.77	--	--
496	SC	21.90	26.10	17.38	8.72	--	--
497	SC	34.67	41.30	14.69	26.61	--	--
498	SC	28.76	46.90	18.72	28.18	--	--
499	CL	51.91	46.80	15.72	31.08	--	--
500	CH	80.18	50.75	18.29	32.46	--	--
501	SM	21.25	19.40	15.36	4.04	--	--
502	SM	22.18	23.40	15.12	8.28	--	--
503	SC	28.27	26.25	15.91	10.34	--	--
504	CL	50.00	47.60	18.78	28.82	--	--
505	SC	37.37	30.17	17.37	12.80	--	--
506	CL	62.99	46.60	16.30	30.30	--	--
507	CL	62.08	45.00	20.24	24.76	--	--
508	SC	19.80	24.95	16.53	8.42	--	--
509	CL	58.30	47.50	17.71	29.79	--	--
510	SC	31.90	31.85	17.25	14.60	--	--
511	CH	79.20	69.02	16.62	52.40	--	--
512	CH	76.00	64.55	17.30	47.25	--	--

T A B L A No. VII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
513	CH	75.30	68.20	17.53	50.67	--	--
514	CL	44.80	40.25	18.05	22.20	--	--
515	CH	94.90	84.60	36.37	48.23	--	--
516	CH	89.60	67.00	21.10	45.90	--	--
517	CH	88.00	70.80	19.80	51.00	--	--
518	CH	86.80	70.70	21.80	48.90	--	--
519	CH	87.30	57.08	22.50	34.58	--	--
520	CH	98.64	98.90	31.10	67.80	--	--
521	CH	97.19	91.85	30.20	61.65	--	--
522	CH	97.69	95.30	30.46	64.84	--	--
523	CH	95.61	76.80	30.68	46.12	--	--
524	CH	84.02	63.25	26.88	36.37	--	--
525	CH	87.63	64.00	22.40	41.60	--	--
526	CH	97.83	87.75	33.75	54.00	--	--
527	CH	91.60	72.30	24.80	47.50	--	--
528	CL	71.40	46.60	26.00	20.60	--	--
529	CH	92.40	81.00	23.70	57.30	--	--
530	CH	96.90	59.50	27.10	32.40	--	--
531	CH	89.40	59.00	26.50	32.50	--	--
532	CH	99.46	93.95	32.09	61.86	--	--
533	CL	75.36	47.00	15.96	31.04	1615	18.50

T A B L A No. VII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
534	SC	21.05	25.80	15.39	10.41	1840	13.43
535	SC	26.68	27.92	14.00	13.92	1815	13.40
536	CL	66.91	48.40	13.71	34.69	1620	19.00
537	CL	77.89	46.70	28.31	18.39	--	--
538	SC	37.37	35.95	16.82	19.13	--	--
539	CH	85.31	56.10	16.16	39.94	--	--
540	CH	80.33	52.70	18.06	34.64	--	--
541	CH	99.08	96.60	28.28	68.32	1320	17.40
542	SC	45.00	40.20	14.08	26.12	1700	16.80
543	SC-SM	44.30	22.60	15.75	6.85	1763	14.80
544	SC	35.66	25.75	11.00	14.75	1800	13.60
545	SC	25.33	25.20	14.16	11.04	1764	15.90
546	SC	39.33	27.25	14.24	13.01	1684	18.50
547	SC	43.97	29.20	14.10	15.10	1765	14.80
548	SC	33.36	27.85	13.30	14.55	--	--
549	SC	46.66	33.35	14.34	19.01	--	--
550	SC	25.33	24.80	13.49	11.31	--	--
551	SC	36.67	29.25	13.33	15.92	--	--
552	SC	47.66	33.45	13.34	20.11	--	--
553	CL	59.18	39.85	17.38	22.47	1625	18.80
554	CL	59.70	43.60	17.04	26.56	1682	18.39

T A B L A No. VII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
555	CL	55.50	37.85	14.15	23.70	1640	19.70
556	SC	42.92	26.68	14.30	12.38	1653	18.70
557	SC	45.87	35.55	16.82	18.73	1654	18.10
558	SC	34.36	25.60	13.98	11.62	1750	14.62
559	SC	48.19	27.50	18.00	9.50	1684	16.60
560	CL	75.10	43.88	25.74	18.14	1572	20.25
561	CL	53.00	27.70	15.95	11.75	1692	16.50
562	CL	55.60	25.60	14.92	10.68	1610	18.50
563	CL	66.92	42.30	12.84	29.46	1655	16.90
564	CL	66.07	40.50	16.43	24.07	1647	17.17
565	SC	23.06	38.75	13.14	25.61	1626	18.60
566	CL	70.47	42.25	13.00	29.25	1610	20.60
567	CL	77.97	48.30	14.07	34.23	1562	20.60
568	CH	75.00	55.20	22.60	32.60	1460	26.50
569	CH	95.07	68.25	23.04	45.21	1344	31.27
570	CL	70.31	45.00	14.53	30.47	1550	19.25
571	CL	73.59	49.40	18.12	31.28	1382	28.40
572	SC	35.69	30.25	17.59	12.66	1724	15.50
573	SC	35.00	29.10	14.11	14.99	1736	16.25
574	SC-SM	31.08	22.75	16.93	5.82	1770	15.00
575	SC	37.97	30.00	18.67	11.33	1643	17.80

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
576	CL	77.15	47.97	16.30	31.67	1500	21.40
577	CH	80.32	50.95	21.24	29.71	1521	21.83
578	CH	73.52	51.45	16.11	35.34	1558	22.75
579	CL	60.11	42.70	19.99	22.71	--	--
580	SC	37.20	25.00	15.47	9.53	--	--
581	SC	22.47	26.85	16.75	10.10	--	--
582	SC	39.26	35.10	18.38	16.72	--	--
583	SC	25.15	28.38	20.48	7.90	--	--
584	CH	70.76	51.25	20.49	30.76	--	--
585	CH	95.02	74.65	26.67	47.98	--	--
586	CH	88.95	65.20	17.54	47.66	--	--
587	CL	61.79	42.10	15.21	26.89	--	--
588	CL	69.84	49.15	15.86	33.29	--	--
589	SC	47.28	29.55	20.70	8.85	--	--
590	CL	50.29	26.95	13.34	13.61	--	--
591	CH	83.99	51.50	20.15	31.35	--	--
592	SC	42.82	39.10	16.60	22.50	--	--
593	SC	28.81	32.10	17.24	14.86	--	--
594	CH	98.91	85.05	29.01	56.04	--	--
595	CH	68.84	51.85	16.60	35.25	--	--
596	SC	26.00	30.70	17.73	12.97	--	--

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
597	CH	95.12	78.00	19.79	58.21	--	--
598	CH	84.33	66.35	21.30	45.05	--	--
599	CH	92.50	81.70	28.76	52.94	--	--
600	CL	56.24	38.00	16.38	21.62	--	--
601	CL	72.93	40.25	20.85	19.40	--	--
602	CH	93.16	75.75	26.11	49.64	--	--
603	CL	77.15	43.33	14.34	28.99	--	--
604	CH	91.55	58.80	21.31	37.49	1477	25.35
605	CH	98.45	74.50	23.56	50.94	1397	30.00
606	SC	42.18	42.70	15.68	27.02	1624	18.00
607	CH	99.57	82.50	21.39	61.11	1450	25.00
608	CL	90.94	45.55	19.43	26.12	1425	24.00
609	CH	92.04	58.35	25.14	33.21	1366	29.60
610	CH	91.76	65.92	26.40	39.52	1297	33.20
611	CH	99.27	71.40	26.75	44.65	1297	31.35
612	CL	78.30	44.55	21.73	22.82	1447	25.62
613	CH	94.38	75.20	21.04	54.16	--	--
614	SC	21.14	29.30	16.22	13.08	--	--
615	CH	90.49	77.60	21.50	56.10	--	--
616	CH	94.39	74.50	25.23	49.27	1400	28.00
617	CH	98.98	86.75	20.29	66.46	--	--

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
618	CH	99.50	92.95	28.56	64.39	1323	31.80
619	SC	32.18	27.75	15.82	11.93	--	--
620	CH	90.40	73.80	20.61	53.19	1432	26.60
621	SC	25.02	24.15	12.40	11.75	1822	13.25
622	SC-SM	26.53	22.30	17.22	5.08	1804	12.55
623	SC	42.18	42.70	15.68	27.02	1624	18.00
624	SC	41.18	32.67	16.52	16.15	1720	16.37
625	CL	83.57	42.70	22.88	19.82	1544	21.90
626	SC	38.64	27.41	14.48	12.93	1772	15.60
627	SC	45.67	25.20	14.70	10.50	1730	15.30
628	CH	92.54	63.60	25.03	38.57	1469	25.00
629	CL	68.58	36.80	18.09	18.71	1653	16.60
630	SC	31.77	29.40	12.07	17.33	1726	14.50
631	SC	24.84	25.50	11.51	13.99	1815	13.00
632	CL	60.31	38.13	12.95	25.18	1678	18.30
633	CL	63.95	39.05	15.71	23.34	1663	14.80
634	SM	21.81	21.25	18.83	2.42	1682	13.60
635	CL	64.68	38.10	14.65	23.45	1630	17.20
636	SC	47.05	35.45	17.42	18.03	1640	17.90
637	CH	77.90	64.70	16.57	48.13	1518	24.50
638	SC	21.37	31.90	15.77	16.13	1740	15.40

T A B L A No. VII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm3)	Wopt (%)
639	SC	47.42	35.05	18.47	16.58	1578	29.20
640	CH	73.14	59.10	15.99	43.11	1557	20.50
641	SC	23.16	24.15	14.89	9.26	1827	13.64
642	SC	23.16	24.15	14.89	9.26	1800	14.60
643	CH	96.31	84.40	23.77	60.63	1389	28.13
644	CH	96.91	84.30	32.22	52.08	1492	25.60
645	CH	94.26	67.51	21.62	45.89	1404	30.10
646	CH	96.63	63.50	25.02	38.48	1450	25.35
647	ML	72.00	25.90	21.10	4.80	1705	16.50
648	CL	86.00	30.40	18.60	11.80	1702	17.30
649	CL	60.00	35.00	18.00	17.00	1613	17.00
650	CL	62.40	35.00	15.40	19.60	1730	15.50
651	CL	55.13	32.00	17.00	15.00	1704	16.50
652	CL	62.00	39.30	16.00	23.30	--	--
653	CL	54.30	26.00	12.00	14.00	1558	19.00
654	CL	50.86	31.00	12.00	19.00	1742	16.00
655	CH	98.00	55.10	22.30	32.80	--	--
656	CL	88.00	32.80	17.50	15.30	--	--
657	CL	98.48	37.40	17.50	19.90	1590	16.70
658	CL	55.50	37.85	14.15	23.70	1640	19.70
659	SC	42.92	26.68	14.30	12.38	1653	18.70

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
660	SC	45.81	35.55	16.82	18.73	1654	18.00
661	SC	34.36	25.60	13.98	11.62	1750	14.60
662	SC	48.19	27.50	18.00	9.50	1684	16.60
663	CL	75.10	43.88	25.74	18.14	1572	20.25
664	CL	53.00	27.70	15.75	11.95	1692	16.50
665	CL	55.60	25.60	14.92	10.68	1610	18.50
666	CL	72.04	47.40	18.95	28.45	1507	23.80
667	CL	72.95	45.90	18.51	27.39	1563	21.25
668	CL	70.21	45.00	14.53	30.47	1550	19.25
669	CL	55.93	29.40	14.30	15.10	1641	17.00
670	CL	96.47	42.60	17.47	25.13	1565	18.75
671	SC	48.82	26.15	17.65	8.50	1710	17.60
672	CL	60.15	45.40	22.91	22.49	1620	19.00
673	CL	55.50	37.85	14.15	23.70	1640	19.70
674	SC	42.52	26.68	14.30	12.38	1653	18.70
675	CL	50.86	23.83	18.55	5.28	1695	17.15
676	CL	72.04	47.40	28.45	18.95	1507	23.80
677	CL	72.95	43.90	16.51	27.39	1563	21.25
678	SM	38.41	21.05	17.74	3.31	--	--
679	CL	65.27	42.70	15.68	27.02	--	--
680	SC	43.18	27.92	14.00	13.92	--	--

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kg/cm ³)	Wopt. (%)
681	SC	43.42	31.60	17.82	13.78	--	--
682	CL	52.80	37.85	14.15	23.70	1640	19.70
683	SC	42.52	26.68	14.30	12.38	1653	18.70
684	CL-ML	50.86	23.83	18.55	5.28	1695	17.15
685	CL	72.54	47.40	28.45	18.95	1507	23.80
686	CL	72.95	43.90	16.51	27.39	1563	21.25
687	CL	97.89	46.70	28.31	18.39	--	--
688	CH	85.31	56.10	16.16	39.94	--	--
689	CH	80.33	52.70	18.06	34.64	--	--
690	SC	37.37	35.95	16.82	19.13	--	--
691	CL	73.59	49.40	18.12	31.28	1382	28.40
692	CH	95.07	68.25	23.04	45.21	1344	31.27
693	CH	96.31	84.40	23.77	60.63	1389	28.13
694	CH	96.91	84.30	32.22	52.08	1492	25.60
695	CH	94.26	67.51	21.62	45.89	1404	30.10
696	SC	37.67	33.95	15.95	18.00	1724	15.30
697	SC	37.42	32.35	17.18	15.17	1686	15.70
698	SM	20.60	24.55	19.61	4.94	1731	14.47
699	SC	43.21	31.65	14.67	16.98	1677	17.40
700	SC	22.89	24.10	15.21	8.89	--	--
701	CL	65.51	47.90	18.36	29.54	1513	24.30

T A B L A No. VII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
702	SC	36.57	28.76	15.62	13.14	--	--
703	CL	63.08	38.85	16.74	22.11	--	--
704	CL	56.56	34.10	14.49	19.61	--	--
705	CL	63.93	47.30	19.35	27.95	1583	21.80
706	CL	61.44	44.40	20.59	23.81	1595	19.52
707	CH	61.99	50.45	17.93	32.52	1623	20.00
708	SC	36.35	19.55	11.21	8.34	--	--
709	SC	22.86	21.60	13.80	7.80	--	--
710	SC	21.90	21.60	13.80	7.80	--	--
711	SC	38.75	31.65	12.31	19.34	--	--
712	SC	38.04	24.80	12.80	12.00	--	--
713	SC	21.43	22.90	12.81	10.09	1853	18.00
714	SC-SM	26.59	21.70	14.67	7.03	1818	13.85
715	SC-SM	19.83	24.90	20.29	4.61	1807	13.50
716	SC	23.16	24.15	14.89	9.26	1827	13.64
717	SC	23.16	24.15	14.89	9.26	1800	14.60
718	SC-SM	37.20	19.91	15.41	4.50	1772	14.25
719	SC	25.78	26.00	12.85	13.15	1760	13.00

T A B L A No. VIII

 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
 SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
720	CH	95.53	92.20	30.01	62.19	--	--
721	CH	94.48	89.10	28.36	60.74	--	--
722	CH	87.60	67.30	21.95	45.35	--	--
723	CH	92.08	82.75	24.38	58.37	--	--
724	CH	83.93	68.50	23.50	45.00	--	--
725	CH	85.29	76.00	24.80	51.20	--	--
726	CH	86.56	62.00	20.06	41.94	--	--
727	CH	60.56	51.95	21.84	30.11	--	--
728	CL	57.01	49.45	19.89	29.56	--	--
729	CL	51.13	33.00	18.42	14.58	--	--
730	CL	73.90	47.55	22.04	25.51	--	--
731	CL	62.12	43.50	21.78	21.72	--	--
732	CH	95.77	91.02	28.83	62.19	--	--
733	CH	91.20	74.75	24.74	50.01	--	--
734	CH	97.29	72.00	26.99	45.01	--	--
735	CH	86.48	70.60	22.22	48.38	--	--
736	CL	78.44	49.40	20.91	28.49	--	--
737	CL	55.90	41.65	20.18	21.47	--	--
738	CH	93.00	60.98	27.73	33.25	--	--
739	CL	52.74	30.75	17.27	13.48	--	--
740	CH	93.50	64.00	29.71	34.29	--	--

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No. 200	L I M I T E S			P R O D C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
741	CH	71.00	57.53	20.75	36.78	--	--
742	CH	78.64	53.60	21.27	32.33	--	--
743	SC	42.32	34.10	16.98	17.12	--	--
744	CH	84.68	60.90	20.51	40.39	--	--
745	SC	48.30	40.70	18.23	22.47	--	--
746	CH	97.62	96.95	35.18	61.77	--	--
747	CH	97.30	87.05	32.79	54.26	--	--
748	CH	70.76	57.45	23.98	33.47	--	--
749	SC	44.82	40.08	20.57	19.51	--	--
750	CH	90.11	66.70	25.05	40.85	--	--
751	CH	57.46	50.40	22.65	27.75	--	--
752	SC	37.30	31.50	22.26	9.24	--	--
753	CH	76.59	64.30	24.82	39.48	--	--
754	CL	67.11	46.00	24.46	21.54	--	--
755	CH	96.06	72.26	29.17	43.09	--	--
756	SC	48.08	47.00	21.10	25.90	--	--
757	CH	99.09	86.80	33.51	53.29	--	--
758	CH	95.14	56.00	30.60	25.40	--	--
759	CH	82.01	52.12	21.10	31.02	--	--
760	SC	44.38	29.13	18.19	10.94	--	--
761	CL	54.40	30.50	19.03	11.47	--	--

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
762	CH	98.52	71.12	29.99	41.13	--	--
763	SC	41.61	33.00	18.70	14.30	--	--
764	CL	50.18	39.75	18.27	21.48	--	--
765	CL	51.94	41.45	18.72	22.73	--	--
766	CL	78.54	43.15	21.02	22.13	--	--
767	CH	94.67	59.75	25.21	34.54	--	--
768	CH	80.34	55.95	21.08	34.87	1460	24.40
769	SC	47.51	31.30	17.60	13.70	1700	15.20
770	CL	62.18	43.50	18.30	25.20	1554	19.40
771	CH	83.45	57.78	19.65	38.13	1488	23.00
772	CH	80.00	64.80	21.60	43.20	1539	24.40
773	CH	93.24	80.80	24.00	56.80	1424	29.00
774	CH	87.26	73.50	24.40	49.10	1455	28.50
775	CH	97.39	94.90	29.30	65.60	1324	31.50
776	CL	76.62	49.95	19.81	30.14	--	--
777	CH	78.54	51.20	19.52	31.68	1600	20.30
778	SC	28.20	32.00	16.07	15.93	1802	15.10
779	SC	19.57	24.32	13.52	10.80	--	--
780	SC	41.09	36.48	18.24	18.24	--	--
781	CH	82.19	69.50	20.20	49.30	--	--
782	SC	39.56	38.25	18.82	19.43	--	--

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kg/cm ³)	Wopt. (%)
783	SC	49.26	30.80	17.24	13.56	1685	17.75
784	SM	12.76	23.10	19.16	3.94	1780	14.70
785	SC-SM	18.35	24.50	18.38	6.12	1780	14.75
786	SC	39.84	29.30	16.36	12.94	1715	17.00
787	CH	78.11	51.40	17.63	33.77	1578	22.10
788	SC	33.00	26.40	15.82	10.58	1787	16.00
789	SC	31.37	26.25	15.50	10.75	1772	15.50
790	CH	87.76	69.60	23.18	46.42	--	--
791	CH	86.05	70.00	23.64	46.36	1508	26.30
792	SC	46.55	36.05	15.87	20.18	--	--
793	SC	22.89	24.75	17.35	7.40	--	--
794	SC	35.28	24.10	14.10	10.00	1767	14.50
795	CH	86.44	58.00	21.80	36.20	1506	22.50
796	SC	40.63	33.54	18.41	15.13	1719	17.20
797	SC	32.53	33.10	18.97	14.13	1688	16.20
798	SC	43.48	28.63	18.33	10.30	1700	17.30
799	SC-SM	33.45	23.35	19.06	4.29	1802	13.60
800	SC	40.86	31.85	19.38	12.47	1689	17.80
801	SC	32.06	29.10	20.39	8.71	1695	17.90
802	SC	35.37	31.80	15.54	16.26	1797	13.00
803	SC	42.88	32.90	19.57	13.33	1730	15.40

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Qs. max. (kgr/cm ³)	Moqt. (%)
804	SC	32.03	25.75	15.01	10.74	1822	14.60
805	CL	50.84	42.55	13.29	29.26	--	--
806	SC	43.72	37.20	15.54	21.66	--	--
807	CH	63.12	55.95	20.31	35.64	--	--
808	CH	79.96	56.25	18.47	37.78	--	--
809	CH	64.66	59.20	17.47	41.73	--	--
810	SC	48.00	46.00	20.38	25.62	--	--
811	CH	77.81	64.38	20.00	44.38	--	--
812	CH	87.80	73.65	25.29	48.36	--	--
813	SC	37.79	26.50	17.10	9.40	1729	16.50
814	CL	57.28	43.60	16.40	27.20	--	--
815	CL	54.88	34.90	19.70	15.20	--	--
816	SC	33.10	28.80	17.50	11.30	1785	14.20
817	CL	65.44	42.60	17.20	25.40	1618	18.50
818	CL	50.67	33.60	18.00	15.60	1670	17.50
819	SC	31.06	26.51	17.55	8.96	1830	15.00
820	SC	43.00	32.70	16.50	16.20	--	--
821	SC	38.00	30.70	18.80	11.90	--	--
822	CL	64.76	43.90	20.00	23.90	1630	18.00
823	SC-SM	35.05	20.50	15.54	4.96	1795	14.50
824	SC	24.26	26.30	16.93	9.37	1755	15.30

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
825	SC	29.75	26.40	17.81	8.59	1786	14.20
826	SC	25.62	28.36	17.07	11.29	1739	15.90
827	SC	46.79	32.55	15.37	17.18	1705	17.30
828	CL	55.82	44.75	20.06	24.69	1695	17.70
829	SC	35.09	24.85	13.12	11.73	1717	16.20
830	CL	62.33	43.75	16.67	27.08	1678	19.50
831	CH	77.80	51.00	22.90	28.10	--	--
832	SC	49.10	33.90	19.50	14.40	--	--
833	CL	50.00	43.30	19.40	23.90	--	--
834	SC	40.90	29.00	16.66	12.34	1760	14.50
835	SC	33.87	26.90	15.80	11.10	1761	14.50
836	CH	78.51	60.00	18.15	41.85	--	--
837	SM	24.49	23.40	19.76	3.64	--	--
838	SC	33.11	22.60	11.60	11.00	--	--
839	SC	37.83	26.85	19.50	7.35	--	--
840	CH	92.61	60.45	25.36	35.09	--	--
841	SC-SM	33.44	22.25	15.64	6.61	--	--
842	CH	82.84	56.70	25.54	31.16	--	--
843	CL	56.57	43.08	23.42	19.66	--	--
844	SC	49.64	27.50	19.10	8.40	--	--
845	SC-SM	31.60	25.80	19.83	5.97	--	--

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
846	CL	53.53	43.40	20.29	23.11	--	--
847	SC	38.85	28.40	19.53	8.87	--	--
848	CH	82.45	63.80	20.72	43.08	--	--
849	CH	74.70	60.30	21.61	38.69	--	--
850	CH	82.42	59.75	27.00	32.75	--	--
851	CH	75.02	57.35	17.86	39.49	--	--
852	CH	84.99	63.85	21.41	42.44	--	--
853	CL	62.11	47.74	20.94	26.80	--	--
854	CH	89.91	77.30	27.49	49.81	--	--
855	CH	88.09	76.00	25.18	50.82	--	--
856	CL	53.50	44.60	15.48	29.12	--	--
857	CH	96.66	66.65	30.51	36.14	--	--
858	CL	90.83	49.95	19.25	30.70	--	--
859	CH	71.72	53.55	19.64	33.91	--	--
860	CH	82.35	64.20	23.25	40.95	--	--
861	SC	44.96	41.40	18.37	23.03	--	--
862	CL	60.83	46.75	15.76	30.99	1593	22.00
863	CL	66.72	44.40	16.23	28.17	1593	22.00
864	SC	48.23	32.95	13.16	19.79	1720	14.20
865	CH	81.77	55.30	15.64	39.66	1574	20.60
866	CL	51.96	30.80	4.04	26.76	1670	17.30

T A B L A No. VIII

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
867	CL	71.95	48.43	11.18	37.25	1655	18.50
868	CL	75.13	48.00	11.12	36.88	1630	20.50
869	CH	76.37	52.35	15.09	37.26	1605	20.20
870	CL	59.18	33.80	11.64	22.16	1770	13.50
871	CH	83.04	54.05	16.79	37.26	1492	23.80
872	CH	78.33	57.03	16.13	40.90	1505	26.60
873	CL	71.29	49.57	14.51	35.06	1663	20.20
874	CL	64.76	38.03	12.87	25.16	1651	19.20
875	CL	63.42	44.03	14.65	29.38	1632	20.80
876	CL	60.45	39.35	12.35	27.00	1620	21.30
877	CH	87.52	51.20	15.76	35.44	1485	24.00
878	CL	75.99	46.20	17.52	28.68	1580	21.00
879	CL	78.84	47.25	19.75	27.50	1581	20.70
880	CL	51.59	39.10	15.09	24.01	1608	18.80
881	ML	52.08	25.84	21.85	3.99	1608	21.00
882	CL	74.36	40.60	12.95	27.65	1606	25.20
883	CH	83.78	70.25	19.50	50.75	1440	26.80
884	CH	79.27	61.40	20.28	41.12	--	--
885	CL	52.09	34.04	14.46	19.58	1648	17.20
886	SC	28.57	27.00	12.59	14.41	--	--
887	CL	75.59	38.30	15.95	22.35	1598	18.50

T A B L A No. VIII

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA No.	CLASIFICACION SUCS	% PASANTE TAMIZ No.200	L I M I T E S			P R O C T O R	
			LL	LP	IP	Ds. max (kgr/cm ³)	Wopt. (%)
888	CL	82.45	49.85	17.25	32.60	1539	22.20
889	CL	72.59	47.30	16.75	30.55	1619	20.00
890	CL	61.27	35.20	17.37	17.83	1629	20.30
891	CL	78.35	43.25	17.43	25.82	1543	19.90
892	SC-SM	44.46	25.32	20.00	5.32	1630	16.00
893	CH	96.91	74.50	24.01	50.49	1472	24.50
894	CL	71.45	36.40	15.90	20.50	1608	19.90
895	SC	41.34	26.50	14.47	12.03	1700	14.30
896	SC	36.32	26.95	14.09	12.86	1765	13.80
897	CH	80.77	63.95	18.24	45.71	1565	21.20
898	CL	51.42	32.75	12.95	19.80	1751	16.00
899	CL	69.41	35.00	15.23	19.77	1717	15.50
900	CL	59.00	37.85	13.45	24.40	1724	18.00
901	SC	37.37	26.89	16.15	10.74	1779	15.40
902	CL	64.63	32.55	16.86	15.69	1639	16.00
903	CL	61.54	43.68	16.92	26.76	1620	18.70
904	CL	56.56	43.50	13.89	29.61	1700	17.50
905	CL	52.25	30.87	13.46	17.41	1717	16.80
906	CL	71.74	38.30	14.28	24.02	1595	20.40
907	CL	67.43	44.75	12.84	31.91	1605	20.10
908	CL	62.49	38.50	13.00	25.50	1614	20.10

T A B L A No. IX
 CLASIFICACION DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD
 SUBPROYECTO EL MATE

MUESTRA	IP	% PART. > 2 μ	ACTIVIDAD	CLASIFICACION RESENDIZ(1977) (segun grafico)	CATEGORIA DEL SUELO (SKEMPTON)
54	11.21	13.00	0.86	AD	Normal
71	6.76	16.00	0.42	AD	Inactivo
78	6.54	6.00	1.09	AE - AD	Normal
115	23.22	34.00	0.68	AD	Inactivo
116	14.52	13.00	1.12	AE	Normal
110	18.79	19.00	0.99	AE - AD	Normal
111	14.35	16.00	0.90	AD	Normal
114	24.80	32.00	0.78	AD	Normal
M-1	6.35	14.00	0.45	AD	Inactivo
M-2	12.38	14.00	0.88	AD	Normal
M-3	31.68	40.00	0.79	AD	Normal
M-4	31.05	32.00	0.97	AD	Normal
M-5	25.93	40.00	0.65	AD	Inactivo
M-6	23.48	34.00	0.69	AD	Inactivo
M-7	29.43	34.00	0.87	AD	Normal
M-8	18.66	11.00	1.70	AE	Activo
M-9	11.80	9.80	1.20	AE	Normal
M-10	15.90	4.00	3.98	AE	Activo
M-11	19.60	8.20	2.39	AE	Activo
M-12	32.70	20.50	1.60	AE	Activo
M-13	26.30	16.00	1.64	AE	Activo

T A B L A N o . X
 CLASIFICACION DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD
 SUBPROYECTO HIGUERON

MUESTRA	IP	% PART. > 2u	ACTIVIDAD	CLASIFICACION RESENDIZ(1977) (segun grafico)	CATEGORIA DEL SUELO (SKEMPTON)
143	44.48	50.00	0.89	AD	Normal
144	37.16	43.00	0.86	AD	Normal
314	23.04	25.00	0.92	AD	Normal
319	17.81	25.30	0.70	AD	Inactivo
322	17.80	28.00	0.64	AD	Inactivo
167	36.56	34.00	1.08	AE	Normal
168	50.16	56.00	0.90	AD	Normal
170	50.98	47.50	1.07	AE	Normal
175	43.44	45.00	0.97	AD	Normal
338	19.50	31.50	0.62	AD	Inactivo
261	25.98	53.00	0.49	AD	Inactivo
326	18.65	24.00	0.78	AD	Normal

T A B L A No. XI
 CLASIFICACION DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD
 SUBPROYECTO SAN JACINTO

MUESTRA	IP	% PART. > 2u	ACTIVIDAD	CLASIFICACION RESENDIZ(1977) (segun grafico)	CATEGORIA DEL SUELO (SKEMPTON)
349	44.68	50.00	0.89	AD	Normal
S-1	77.07	68.00	1.13	AE	Normal
S-2	23.14	41.50	0.56	AD	Inactivo
S-3	82.36	70.00	1.18	AE	Normal
S-4	60.60	65.00	0.93	AD	Normal
S-5	65.53	76.00	0.86	AD	Normal
370	44.49	41.00	1.09	AE	Normal
S-6	60.81	70.00	0.87	AD	Normal
S-7	82.17	67.00	1.23	AE	Normal
S-8	70.55	68.00	1.04	AE	Normal
S-9	81.09	82.00	0.99	AD	Normal

T A B L A No. XII
 CLASIFICACION DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA	IP	% PART. > 2 μ	ACTIVIDAD	CLASIFICACION RESENDIZ(1977) (segun grafico)	CATEGORIA DEL SUELO (SKEMPTON)
520	67.80	68.00	1.00	AE - AD	Normal
521	61.65	46.00	1.34	AE	Activo
522	64.84	68.00	0.95	AD	Normal
523	46.12	62.00	0.74	AD	Inactivo
524	36.37	36.00	1.01	AE - AD	Normal
525	41.60	30.00	1.39	AE	Activo
526	54.00	42.00	1.29	AE	Activo
553	22.47	21.00	1.07	AE	Normal
555	23.70	26.00	0.91	AD	Normal
557	18.73	20.00	0.94	AD	Normal
635	23.45	20.50	1.14	AE	Normal
636	18.03	19.50	0.92	AD	Normal
647	4.80	9.00	0.53	AD	Inactivo
648	11.80	12.00	0.98	AD	Normal
649	17.00	1.50	11.33	AE	Activo
650	19.60	24.50	0.80	AD	Normal
653	14.00	2.00	7.00	AE	Activo
658	23.70	26.00	0.91	AD	Normal

T A B L A No. XIII

CLASIFICACION DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD

SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA	IP	% PART. > 2u	ACTIVIDAD	CLASIFICACION RESENDIZ(1977) (segun grafico)	CATEGORIA DEL SUELO (SKEMPTON)
720	62.19	70.00	0.89	AD	Normal
722	45.35	60.00	0.76	AD	Normal
723	58.37	60.00	0.97	AD	Normal
725	51.20	57.00	0.90	AD	Normal
730	25.51	33.00	0.77	AD	Normal
732	62.19	72.00	0.86	AD	Normal
733	50.01	58.00	0.86	AD	Normal
735	48.38	50.00	0.97	AD	Normal
741	36.78	36.00	1.02	AE	Normal
743	17.12	26.00	0.66	AD	Inactivo
745	22.47	24.00	0.94	AD	Normal
746	61.77	65.00	0.95	AD	Normal
747	54.26	63.00	0.86	AD	Normal
748	33.47	40.00	0.84	AD	Normal
749	19.51	20.00	0.98	AD	Normal
751	27.75	29.00	0.96	AD	Normal
752	9.24	18.00	0.51	AD	Inactivo
753	39.48	42.00	0.94	AD	Normal
755	43.09	44.00	0.98	AD	Normal
756	25.90	28.00	0.92	AD	Normal
760	10.94	14.00	0.78	AD	Normal

T A B L A No. XIII

CLASIFICACION DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD

SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA	IP	% PART. > 2 μ	ACTIVIDAD	CLASIFICACION RESENDIZ(1977) (segun grafico)	CATEGORIA DEL SUELO (SKEMPTON)
766	22.13	25.00	0.89	AD	Normal
798	10.30	21.00	0.49	AD	Inactivo
799	4.29	15.00	0.29	LE	Inactivo
800	12.47	21.00	0.59	AD	Inactivo
801	8.71	18.00	0.48	AD	Inactivo
862	30.99	31.50	0.98	AD	Normal
866	26.76	31.00	0.86	AD	Normal
867	37.25	3.00	12.42	AE	Activo
870	22.16	34.00	0.65	AD	Inactivo
876	27.00	32.00	0.84	AD	Normal
878	28.68	2.50	11.47	AE	Activo
880	24.01	18.00	1.33	AE	Activo
885	19.58	18.60	1.05	AE	Normal
887	22.35	13.50	1.66	AE	Activo
890	17.83	16.00	1.11	AE	Normal
891	25.82	26.40	0.98	AD	Normal
894	20.50	27.00	0.76	AD	Normal
908	25.50	31.00	0.82	AD	Normal
910	22.01	22.50	0.98	AD	Normal
916	20.71	22.50	0.92	AD	Normal
918	25.15	37.50	0.67	AD	Inactivo
921	19.47	26.00	0.75	AD	Normal

T A B L A No. XIV

DETERMINACION DEL POTENCIAL EXPANSIVO
A PARTIR DEL INDICE PLASTICO
SUBPROYECTO EL MATE

MUESTRA	INDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE EXPANSION	POTENCIAL EXPANSIVO
54	11.21	1.03	Bajo
78	6.54	0.29	Bajo
116	14.52	4.36	Medio
110	18.79	2.17	Medio
111	14.35	1.31	Bajo
M-8	18.66	10.75	Alto
M-14	21.00	4.19	Alto
M-9	11.80	0.25	Bajo
M-10	15.90	2.09	Medio
M-11	19.60	2.94	Medio
M-12	32.70	11.87	Alto
M-15	15.30	0.27	Bajo
M-13	26.30	0.61	Medio

T A B L A No. XV

DETERMINACION DEL POTENCIAL EXPANSIVO
A PARTIR DEL INDICE PLASTICO
SUBPROYECTO HIGUERON

MUESTRA	INDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE EXPANSION	POTENCIAL EXPANSIVO
143	44.48	11.55	Alto
144	37.16	5.64	Alto
314	23.04	4.25	Alto
167	36.56	3.81	Alto
168	50.16	5.16	Alto
175	43.44	4.31	Alto
261	25.98	10.24	Alto
344	20.82	1.44	Medio
170	50.98	3.89	Alto
164	33.83	4.68	Alto

T A B L A No. XVI

DETERMINACION DEL POTENCIAL EXPANSIVO
 A PARTIR DEL INDICE PLASTICO
 SUBPROYECTO SAN JACINTO

MUESTRA	INDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE EXPANSION	POTENCIAL EXPANSIVO
351	54.75	8.88	Alto
S-10	84.15	8.93	Muy Alto
S-11	72.11	6.80	Muy Alto
S-12	79.08	12.16	Muy Alto
361	31.94	3.96	Medio
362	32.09	3.21	Medio

T A B L A N o . X V I I
 DETERMINACION DEL POTENCIAL EXPANSIVO
 A PARTIR DEL INDICE PLASTICO
 SUBPROYECTO AMERICA

MUESTRA	INDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE EXPANSION	POTENCIAL EXPANSIVO
A-1	22.80	0.28	Medio
A-2	26.20	1.92	Medio
A-3	17.60	2.50	Medio
A-4	16.00	1.22	Medio
A-5	25.70	11.57	Alto
A-6	18.30	9.09	Medio
651	15.00	1.73	Medio
654	19.00	2.25	Medio
657	19.90	4.19	Medio
553	22.47	2.12	Medio
557	18.73	2.01	Medio
555	23.70	4.60	Medio

T A B L A No. XVIII

DETERMINACION DEL POTENCIAL EXPANSIVO
A PARTIR DEL INDICE PLASTICO
SUBPROYECTO LOMAS

MUESTRA	INDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE EXPANSION	POTENCIAL EXPANSIVO
894	20.50	1.40	Medio
908	25.50	3.33	Medio
910	22.01	1.25	Medio
916	20.71	3.16	Medio
921	19.47	3.32	Medio
918	25.15	4.96	Medio
862	30.99	1.20	Medio
866	26.76	7.58	Alto
867	37.25	9.37	Alto
868	36.88	2.24	Alto
870	22.16	11.80	Alto
873	35.06	1.56	Medio
874	25.16	1.20	Medio
875	29.38	2.25	Medio
876	27.00	6.30	Alto
878	28.68	7.10	Alto
880	24.01	0.40	Medio
885	19.58	1.75	Medio
887	22.35	9.58	Alto
890	17.83	2.80	Medio
891	25.82	2.36	Medio

BIBLIOGRAFIA

1. *American Society for Testing and Materials; Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.08; EASTON, Md. USA, 1987, pp.200-206, 355-358, 395-423, 763-778.*
2. *Asociación VERA-LAVALIN; Informe Trimestral #8 de la Fiscalización de 17.000 Has. de Riego del Valle del Rio Daule; Guayaquil, 1987, pp. 2-6.*
3. *BOWLES, J. E.; Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, 1era. edición; New York; Mc Graw-Hill, 1978, pp. 40-95.*
4. *BOWLES, J. E.; Propiedades Geofísicas de los suelos, 1era. edición; New York; Mc Graw-Hill, 1979, pp. 168-175.*
5. *BRISTOW C.R. et HOFFSTETTER, R.; (con la colaboración de T. FEININGER et HALL M.T.); Léxico Estratigráfico del Ecuador; París , 1977, pp. 52-53, 234-235.*
6. *Cimentaciones Cía. Ltda.; Estudio Geotécnico del Proyecto Lomas; Guayaquil, abril 1983, pp. 1-152.*

7. Cimentaciones Cía. Ltda.; Precampaña de Estudios Geotécnicos en la zona Daule-Pula, mayo 1987, pp. 1-426.
8. Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas, CEDEGE; Informe de suelos del Sistema de Riego y Drenaje de las 17.000 Has. en el valle del Río Daule; Guayaquil, 1983, pp. 26-29.
9. Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas, CEDEGE; Boletín Informativo sobre el Sistema de Riego y Drenaje de las 17.000 Hac. en el valle del Río Daule; Guayaquil, 1989, pp. 1-18.
10. DELGADO, M.; Revisión del estado de conocimiento del fenómeno de Dispersividad de los suelos y aportes de una nueva metodología - recomendada para detectar arcillas dispersivas; Tesis de Grado: Facultad de Geología, Minas y Petróleo, ESPOL, 1989, pp. 1-317.
11. ESCARIO, V. ; Terraplenes y Pedraplenes. Estado actual de la Técnica, Madrid, M.O.P.U., 1981, pp. 28-59.
12. Escuela Superior Politécnica del Litoral; Informe #6, Proyecto de Investigación Geológica ESPOL-ORSTOM; Guayaquil, 1983, pp. 200-212.
13. Escuela Superior Politécnica del Litoral; Levantamiento de trece cartas geológicas escalas 1:50.000 de las Provincias de Guayas y

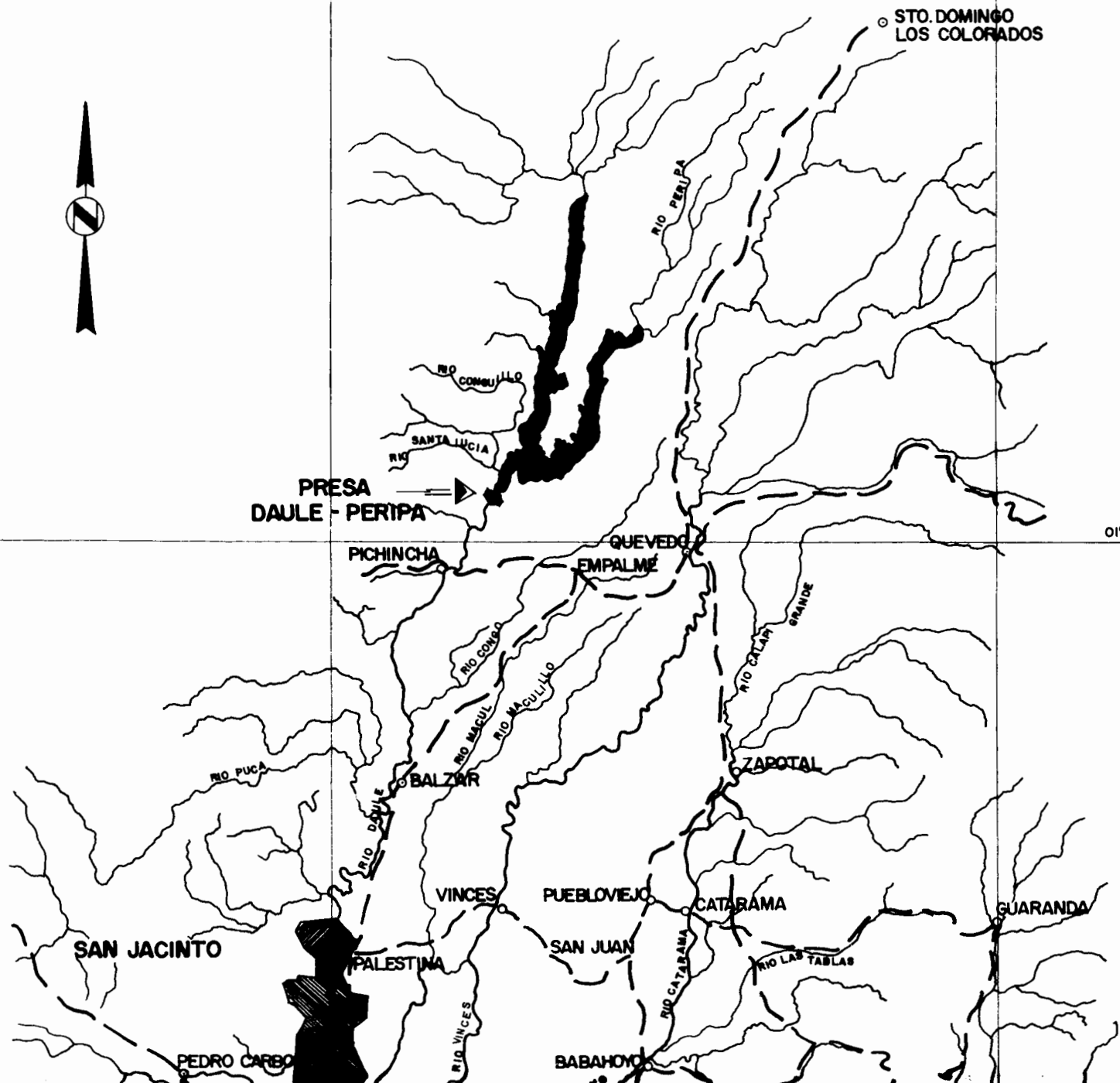
Manabí; Proyecto CONUEP-ESPOL, en prensa.

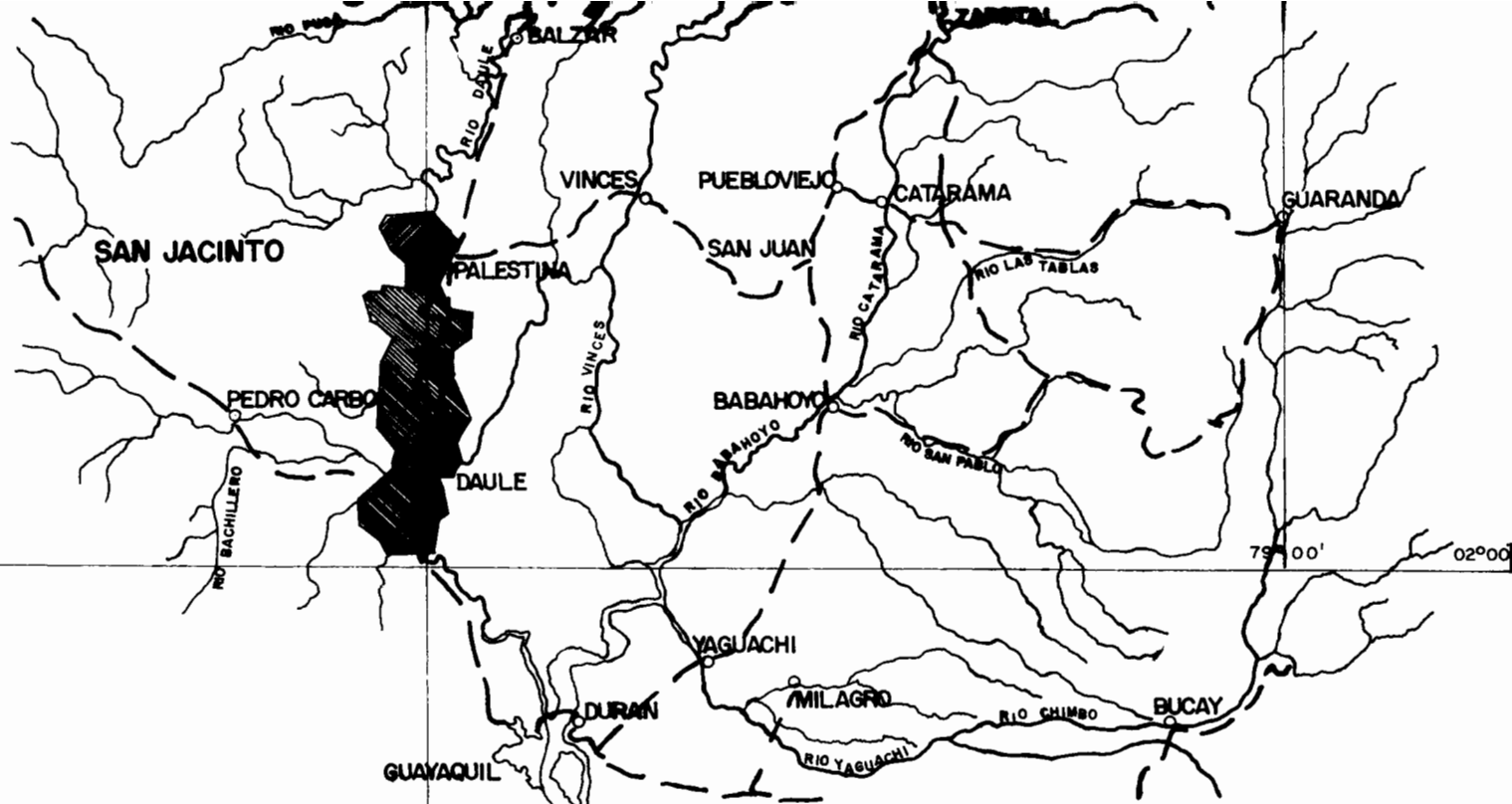
14. GRAU, F.; *La expansividad como criterio básico para la zonificación geotécnica del Subproyecto Lomas; Tesis de Grado; Facultad de Geología, Minas y Petróleos, ESPOL, 1989, pp. 1-117.*
15. HEWES, L. y OGLESBY, C.; *Ingeniería de carreteras, calles, viaductos y pasos a desnivel, 2da. edición; México; CECOSA, 1972, pp. 436-493.*
16. JIMENEZ SALAS, J.A. y JUSTO ALPAINES, J.L.; *Geotecnia y Cimientos I, 2da. edición; Madrid, 1975, pp. 84-96.*
17. JIMENEZ SALAS, J.A. y Otros; *Geotecnia y Cimientos III, 1era. edición; Madrid, 1980, pp. 536-630.*
18. NUQUES, J. y RIPALDA, F.; *Suelos expansivos en la Cuenca del Río Guayas; I Congreso Internacional de Suelos Trópico-Andino, Guayaquil, CEDEGE, 1981, pp. 1-100.*
19. NUQUES, J.; *Revisión del Diseño de los terraplenes donde se alojarán los canales del Sistema de riego y drenaje de 17.000 Has. en el valle del Río Daule, Guayaquil, 1985, pp. 1-27.*
20. PECK, R., HANSON, W. y THORBURN, T.; *Ingeniería de Fundaciones; John Wiley & Sons, 1974, pp. 85-122.*

21. RICO, A. y DEL CASTILLO, H.; *La Ingeniería de suelos en las vías terrestres; Volumen I; Editorial Limusa, 1974, pp. 153-231.*
22. SERRANO, A.; *Memoria del Informe geotécnico sobre daños en canales, sus causas y remedios del sistema de Riego y Drenaje de 17.000 Has. en el valle del Río Daule, sector "A", Guayaquil, 1990, p p. 1-350.*
23. VALLE RODAS, R.; *Carreteras, Calles y Aeropistas; 6ta. edición, Argentina, 1976, pp. 107-138.*
24. VERMA, N.; *Informe Geotécnico #1 sobre el Sistema de riego y drenaje de las 17.000 Has.; Guayaquil, julio 1985, pp. 1-23.*
25. VERMA, N.; *Informe Geotécnico #2 sobre el Sistema de riego y drenaje de las 17.000 Has.; Guayaquil, octubre 1985, pp. 1-16.*
26. VERMA, N.; *Informe Geotécnico #3 sobre el Sistema de riego y drenaje de las 17.000 Has.; Guayaquil, octubre 1986, pp. 3-5.*



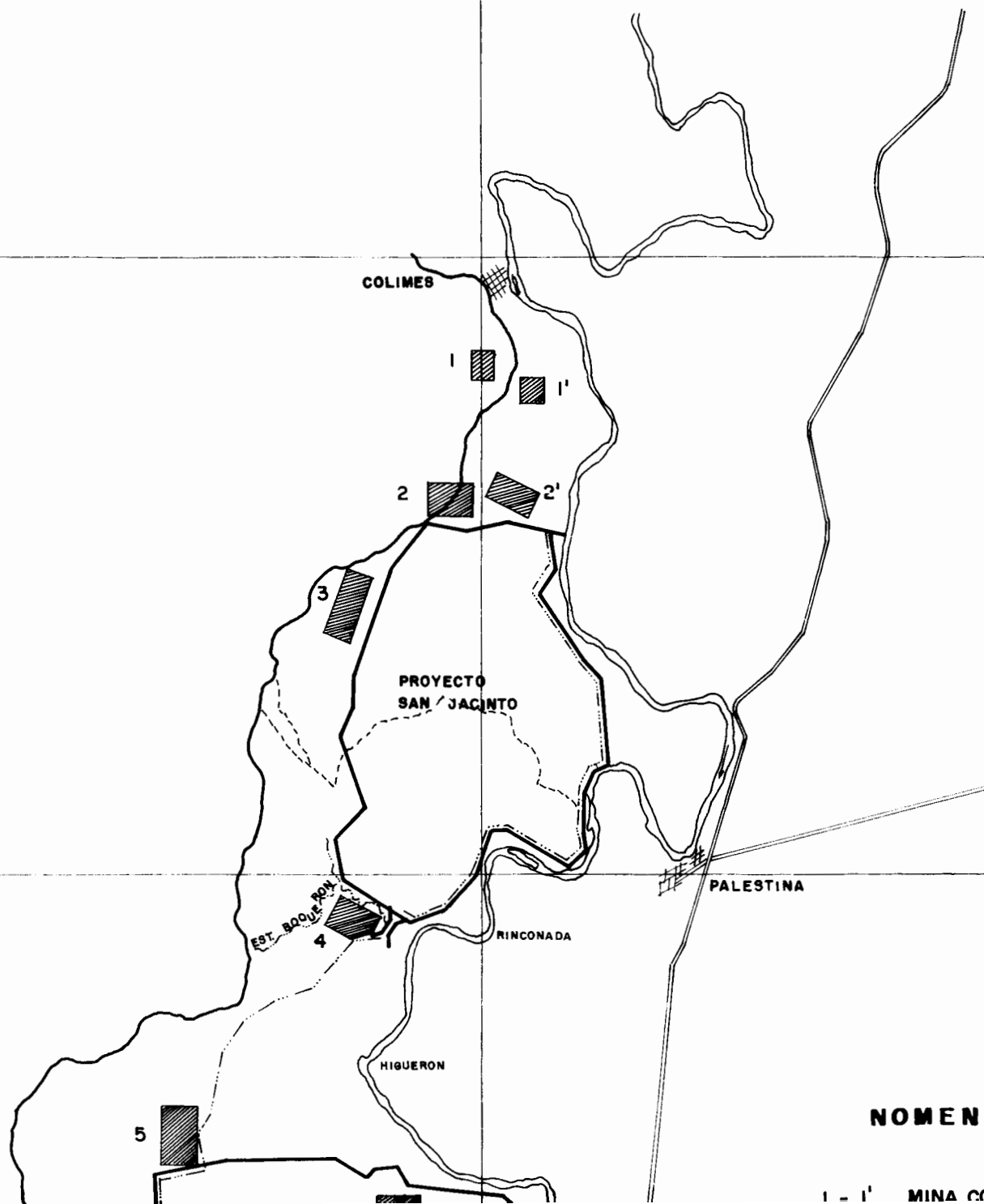
STO. DOMINGO
LOS COLOMADOS





ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL		
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
TESIS DE GRADO DE INGENIERIA GEOTECNICA		
SANDRA CECILIA SACOTO HIDALGO		
UBICACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO 17.000 Hds.		
ESCALA: 1/1000.000	FECHA: ENERO 1989	PLANO N° 1

80° 00'



COLIMES

1 1'

2 2'

3

PROYECTO
SAN JACINTO

EST. BAQUE RON
4

RINCONADA

HIGUERON

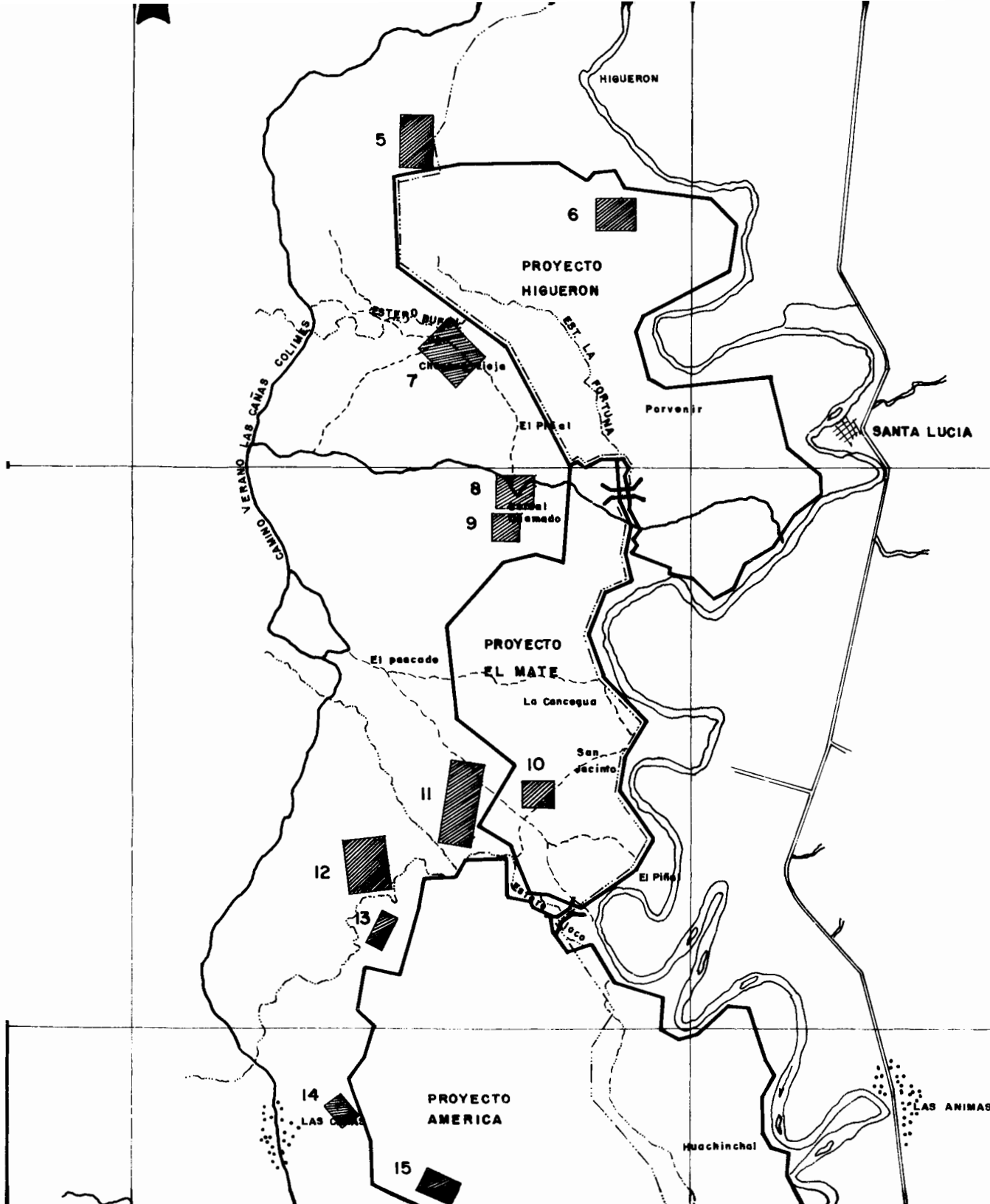
PALESTINA

9' 830.000

9' 820.000

NOMENCLATURA

1 - 1' MINA COLIMES II



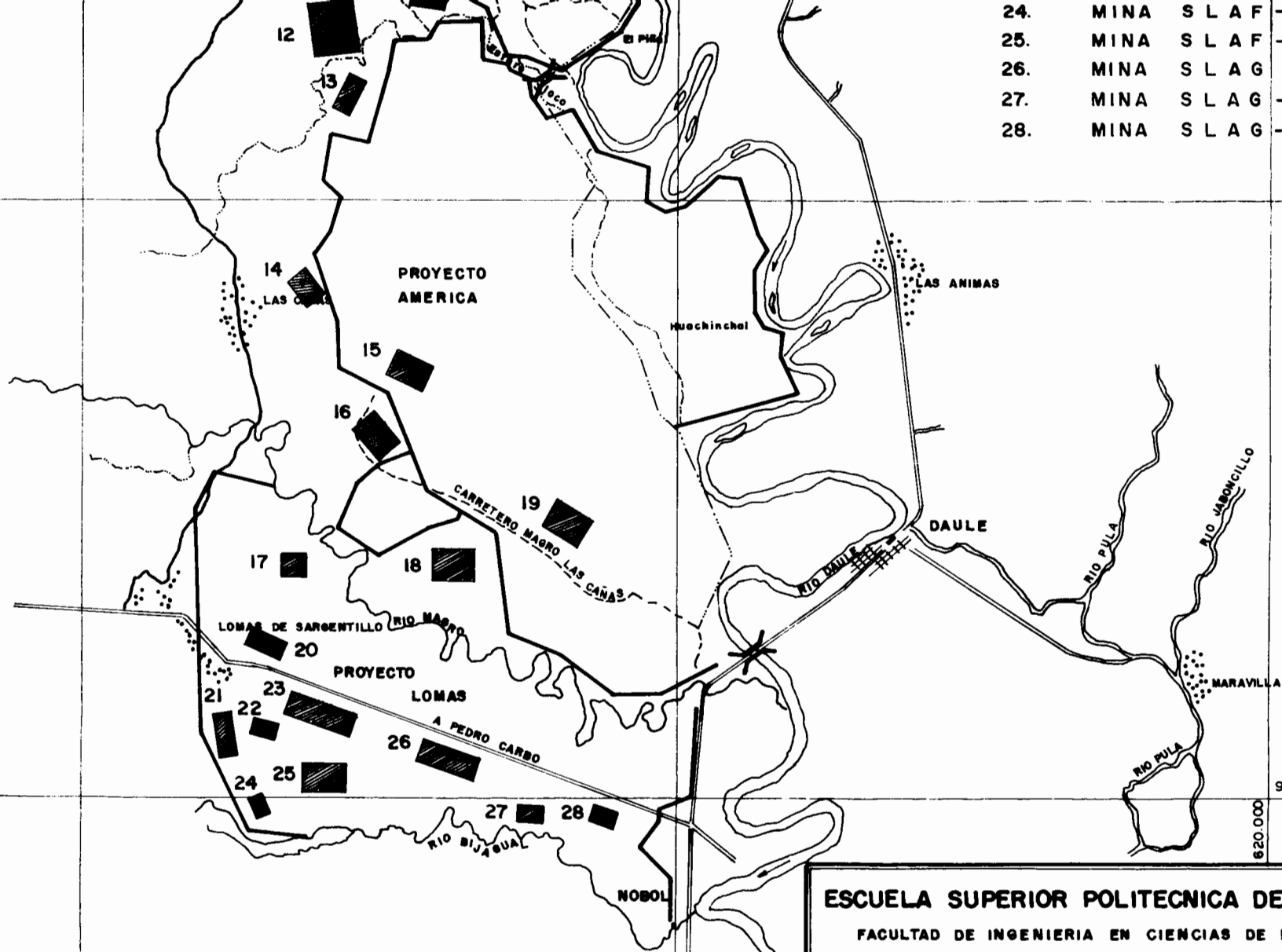
NOMENCLATURA

1 - 1'	MINA COLIMES II	
2 - 2'	MINA COLIMES I	
3.	MINA SAN PEDRO	
4.	MINA BOQUERON	
5.	MINA SIRENA	
6.	MINA VOLUNTAD DE DIOS	
7.	MINA CHONANA	
8.	MINA N° 6	
7.	MINA N° 6'	
10.	MINA N° 18	9'810.000
11.	MINA LA CRUZ	
12.	MINA " F "	
13.	MINA " D "	
14.	MINA " C "	
15.	MINA " B "	
16.	MINA LOS MUERTOS	
17.	MINA N° 1	
18.	MINA " A "	
19.	MINA " A' "	
20.	MINA S LA	
21.	MINA S LA F	
22.	MINA S LA F - 2	
23.	MINA S LA F - 1	
24.	MINA S LA F - 4	
25.	MINA S LA F - 3	
26.	MINA S L A G	
27.	MINA S L A G - 3	
28.	MINA S L A G - 1	

9'800.000

24.	MINA	SLAF	- 4
25.	MINA	SLAF	- 3
26.	MINA	SLAG	
27.	MINA	SLAG	- 3
28.	MINA	SLAG	- 1

9' 800.000



9' 790.000

620.000

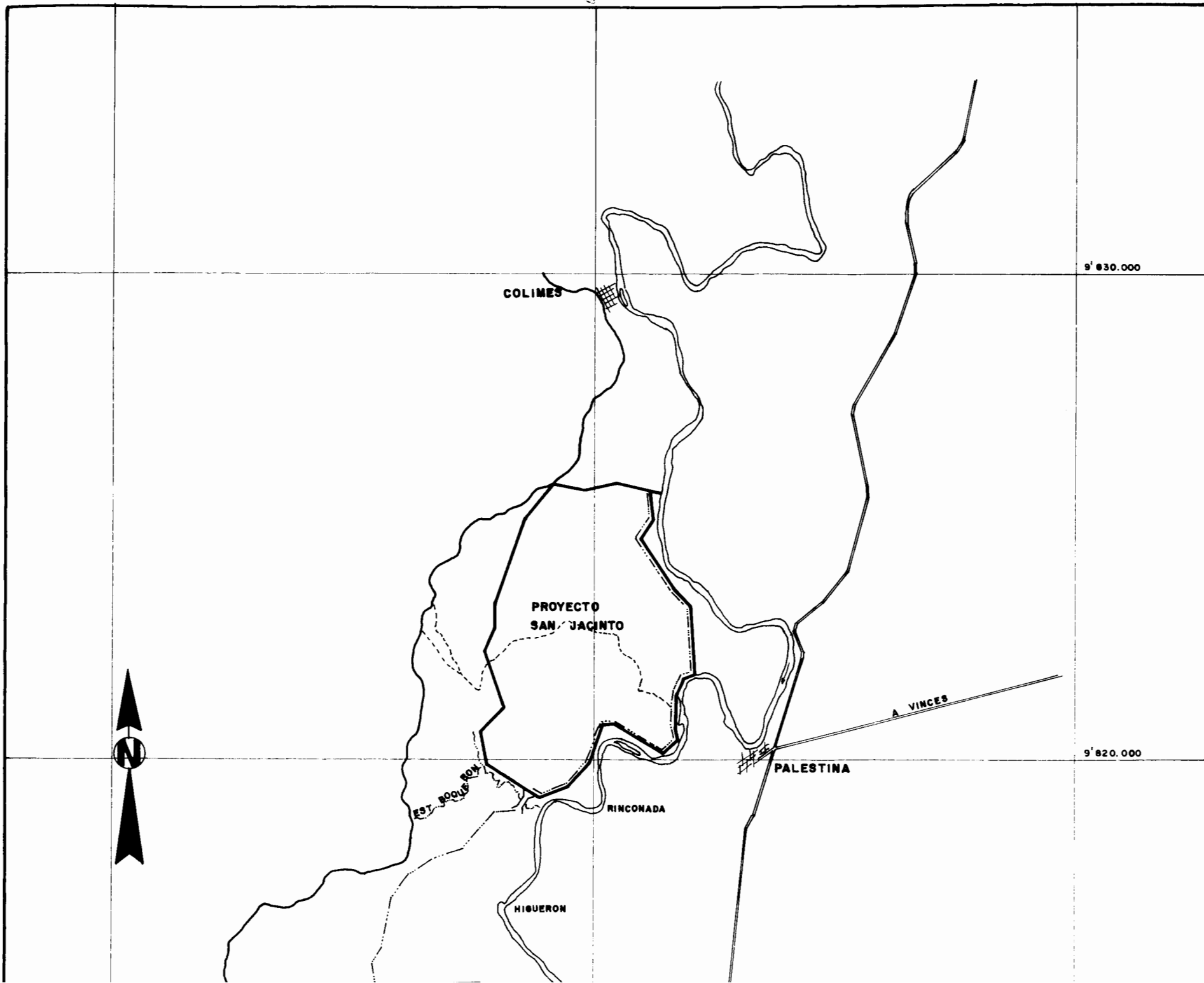
SIMBOLOGIA

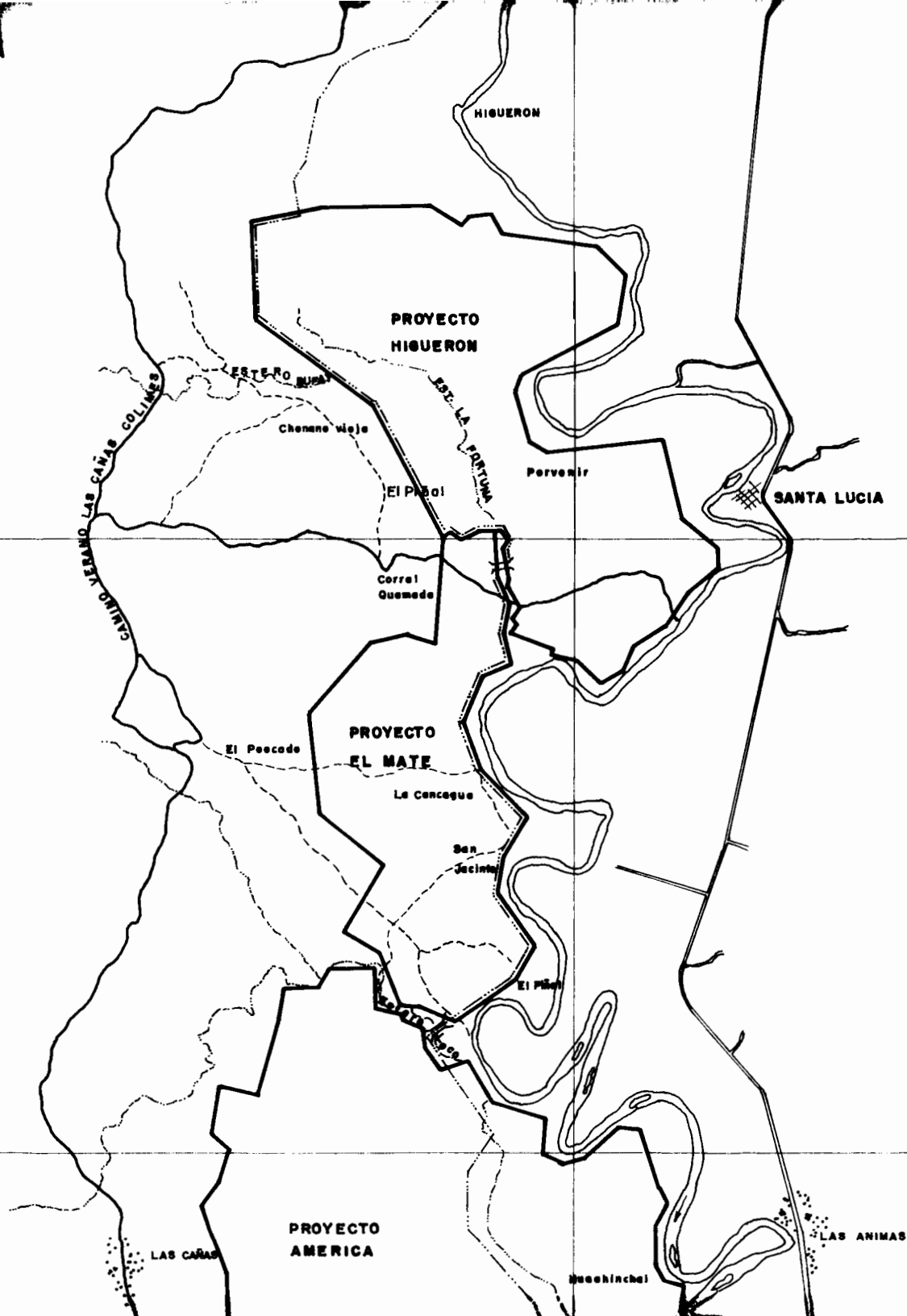
 MINAS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL		
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
TESIS DE GRADO DE INGENIERIA GEOTECNICA		
SANDRA CECILIA SACOTO HIDALGO		
FUENTES DE PRESTAMO DE MATERIAL SELECCIONADO		
ESCALA: 1: 10.000	FECHA: ENERO 1989	PLANO N° 4

600.000

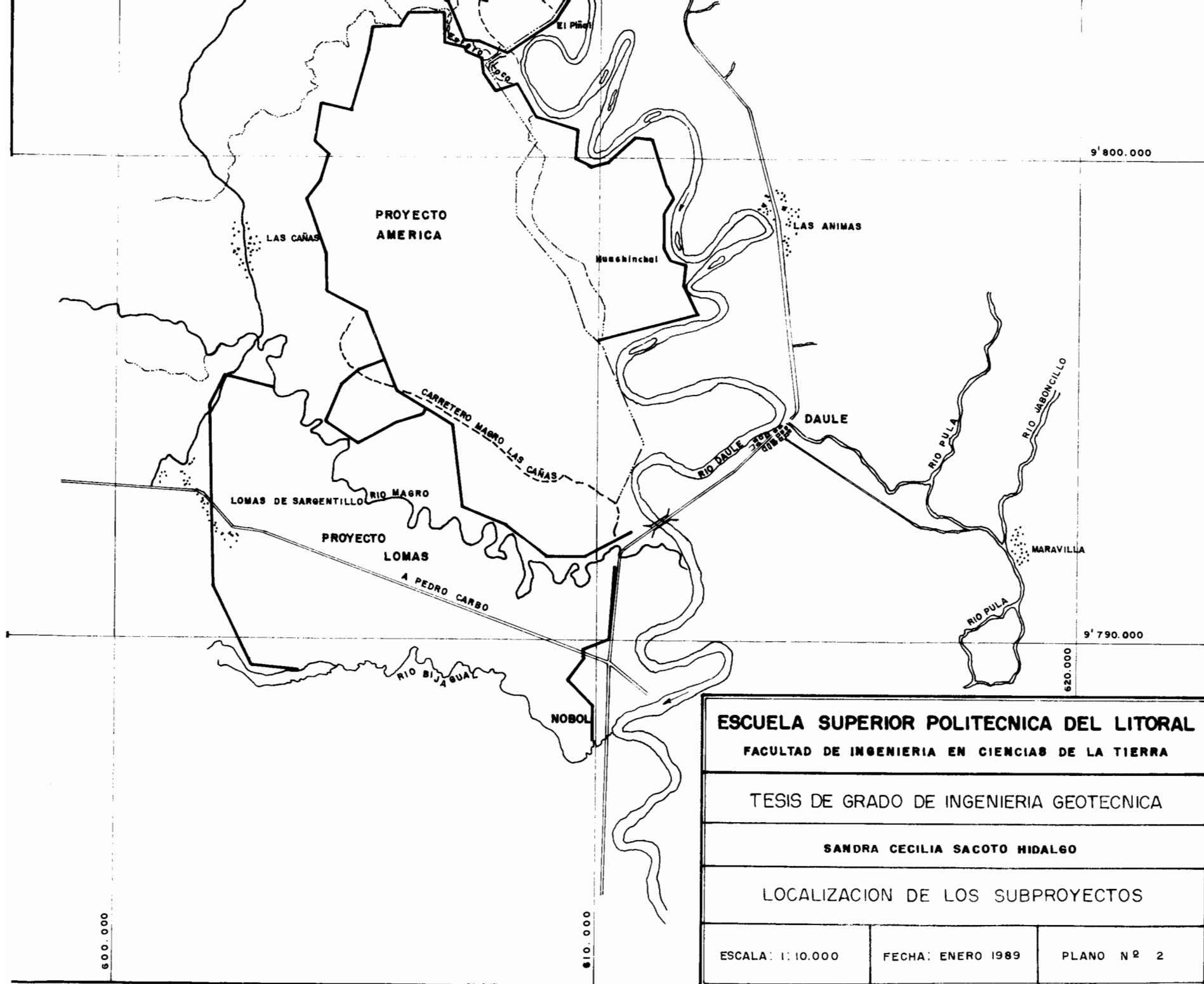
610.000





9' 810.000

9' 800.000



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS DE GRADO DE INGENIERIA GEOTECNICA

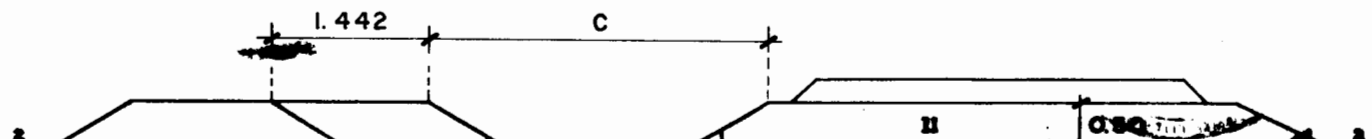
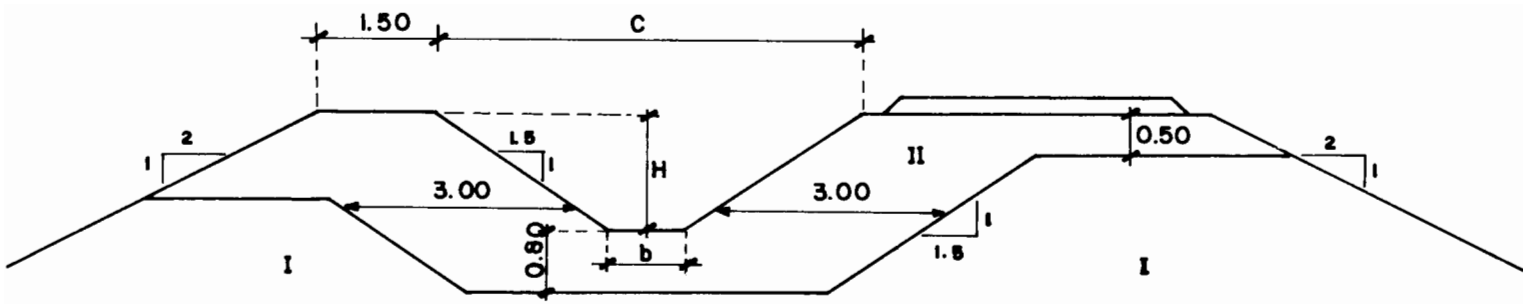
SANDRA CECILIA SACOTO HIDALGO

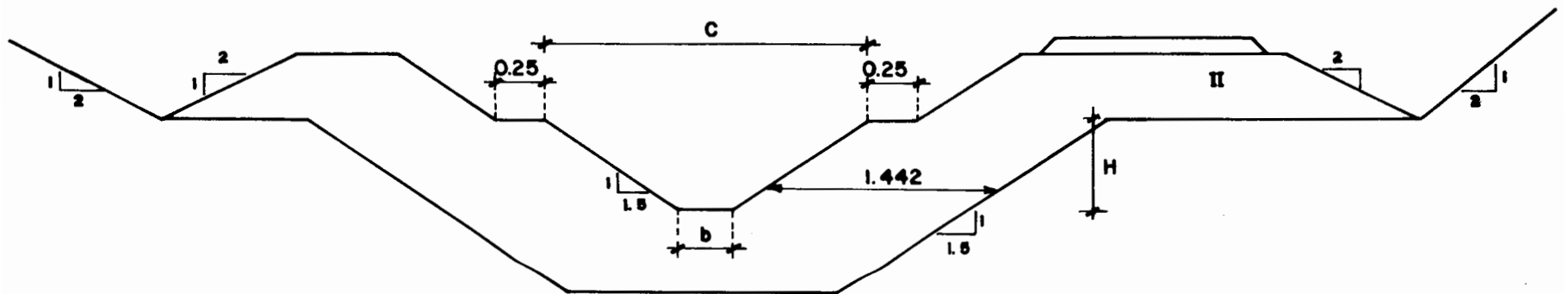
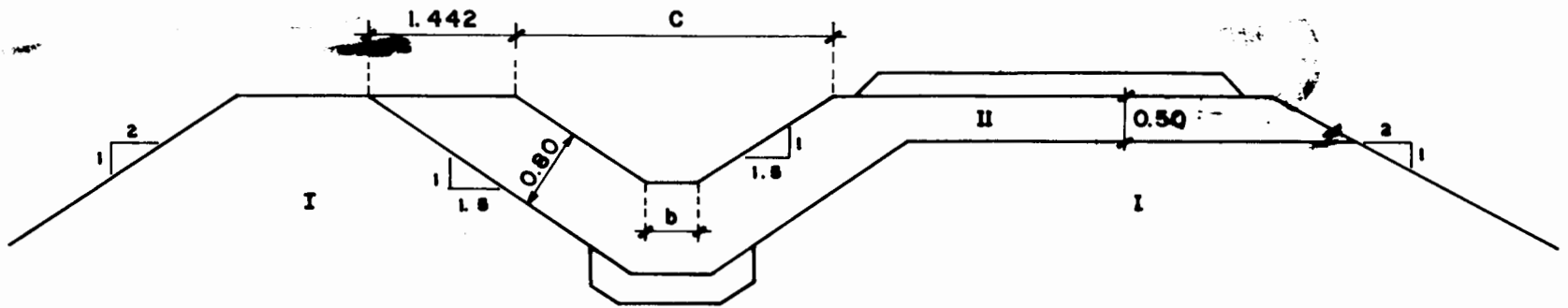
LOCALIZACION DE LOS SUBPROYECTOS

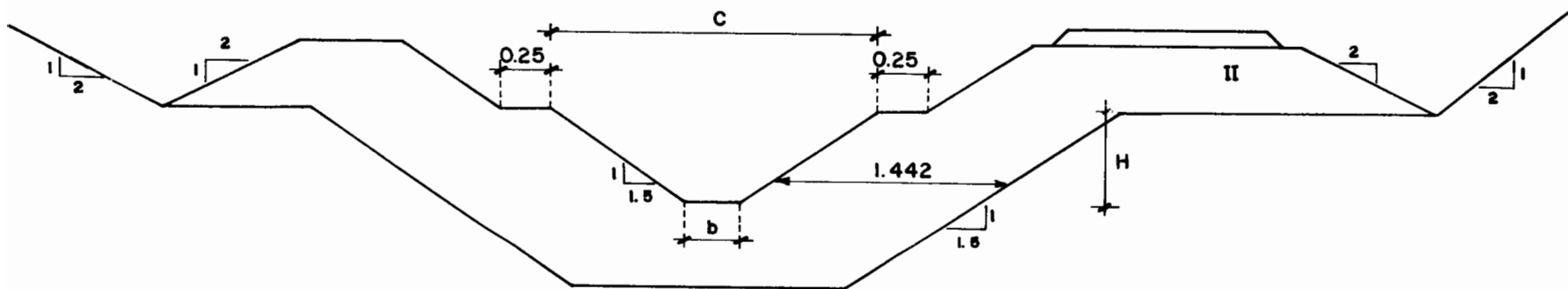
ESCALA: 1:10.000

FECHA: ENERO 1989

PLANO N° 2







ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS DE GRADO DE INGENIERIA GEOTECNICA

SANDRA CECILIA SACOTO HIDALGO

**SECCIONES TRANSVERSALES TIPOS
TERRAPLENES HETEROGENEOS**

ESCALA : 1/ 100

FECHA : ENERO 1989

PLANO N° 3