

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

T
622.154
R621.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



D-13221

"ESTUDIO GEOELECTRICO DEL
POLIDUCTO ATAHUALPA-PASCUALES"

INFORME TECNICO

Previa a la obtención del Título de
INGENIERO GEOTECNICO

PRESENTADA POR:
JACINTO A. RIVERA ALLIERI

GUAYAQUIL - ECUADOR

1993

A G R A D E C I M I E N T O



BIBLIOTECA

Al ING. ENRIQUE LUNA Director
de Tesis e ING. RAUL MARURI D.
por el apoyo y orientación que
me permitieron desarrollar el
presente trabajo.

DEDICATORIA



BIBLIOTECA

A DIOS

A MIS PADRES Y

A MI ESPOSA E HIJOS

ING. ENRIQUE LUNA ALCIVAR
Director de Informe Técnico

ING. JORGE CALLE
Presidente del Tribunal

ING. JULIAN CORONEL
Miembro del Tribunal

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



JACINTO A. RIVERA ALLIERI

R E S U M E N



Este estudio titulado " Estudio Geoeléctrico del Poliducto Atahualpa - Pascuales ", consiste en medir la resistividad (eléctrica) del agua de los poros del terreno, mediante mediciones "in situ", para luego llegar a determinar mediante cálculos e interpretaciones, las resistividades verdaderas a las profundidades de 1,5 , 3,0 y 4,5 metros, logradas con aberturas de electrodos de 1,5, 3,0 y 4,5 metros en Configuración cuadripolar Wenner y Método Barnes de Interpretación.

La Prospección Geoeléctrica Multinivel determina a cada una de las profundidades anteriormente mencionadas, el efecto del agua meteórica (connata y por gravedad) sobre la tubería, el tipo de terreno donde va a ser colocado el poliducto y afianzar las medidas de superficie y de sensibilidad del equipo.

Los sitios de toma de las mediciones fueron previamente seleccionadas de acuerdo con PETROECUADOR, a intervalos de 1 kilómetro como mínimo, intensificándose los ensayos en los lugares donde las condiciones del terreno así lo requerían.

Analizando los resultados de los ensayos, determiné principalmente los siguientes puntos:

1. La resistividad eléctrica verdadera de los suelos para el cálculo de la protección catódica del Poliducto (ver Tabla Anexo A).
2. La litología de la zona de acuerdo a los valores de resistividades obtenidos, mediante un análisis frecuencial de rangos de resistividades con el número de muestras de ciertas características litológicas determinadas (Anexo B Y C).

Estos y otras conclusiones son el resultado del presente estudio.



INDICE GENERAL

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE ANEXOS	IX
INDICE DE MAPAS	X
INDICE DE ABREVIATURAS	XI
INTRODUCCION	XII
I. DESCRIPCION DE LA ZONA	13
1.1. Ubicación del Proyecto	13
1.2. Vegetación	15
1.3. Climatología	17
II. GEOLOGIA REGIONAL	19
III. LEVANTAMIENTO DE LAS RESISTIVIDADES DE LOS SUELOS .	21
3.1. La Corrosión	21
3.2. Importancia de la Corrosión	22
3.3. Clasificación de la Corrosión	23
3.3.1. Por el Tipo	23
3.3.1.1. Generalizada	23
3.3.1.2. Localizada	24
3.3.2. En Cuanto al Medio	25
3.3.2.1. Gaseoso	25
3.3.2.2. Sólido	26
3.3.2.3. Líquido	26
3.3.2.4. Otros	26
3.4. Protección Catódica	27
3.5. Corrosividad de los Suelos	32
IV. ESTUDIO GEOELECTRICO	33
4.1. Metodología	33
4.2. Equipo	35
4.3. Interpretación y Cálculo	37
V. INTERPRETACION DE GRAFICOS	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
ANEXOS	49
MAPAS	95
BIBLIOGRAFIA	98



INDICE DE ANEXOS

- A. TABLA DE RESISTIVIDADES DEL SUELO

- B. HISTOGRAMA

- C. CURVA DE RESISTIVIDADES VERSUS FRECUENCIA

- D. PERFIL DE RESISTIVIDAD DEL SUELO

- E. TABLA ASTM Y HARCO CORPORATION

INDICE DE MAPAS

I. PLANO DE UBICACION DEL POLIDUCTO

II. LOCALIZACION DE SONDEOS



BIBLIOTECA

INDICE DE ABREVIATURAS

Km.	=	kilometro
NW	=	Noroeste
NE	=	Noreste
pH	=	Potencial de Hidrógeno
mA.	=	Miliamperios
cm.	=	Centímetros
Ohm	=	Ohmios
ASTM	=	American Standard Testing Material

I N T R O D U C C I O N



De acuerdo al programa de Implementación del Plan de Industrialización de Hidrocarburos, la Empresa Estatal de Petróleos del Ecuador (PETROECUADOR) mediante concurso privado de ofertas, contrató los Estudios e Ingeniería Básica de Diseño de las Obras Complementarias de la Refinería Atahualpa, uno de los puntos es el " Estudio Geoeléctrico del Poliducto Atahualpa - Pascuales", objetivo del presente trabajo en coordinación con la Asociación de Compañías Consultoras ENGICO - CIMENTACIONES - TRAZADOS (ENCITRA) responsables de este proyecto.

El propósito es proporcionar la información necesaria para el diseño de la protección anticorrosiva del Poliducto Atahualpa - Pascuales, la tubería tendrá un diámetro de 300 mm., una longitud de 105,9 kilómetros y estará a una profundidad de 1.5 metros, transportando derivados del petróleo y en su recorrido atraviesa diferentes zonas climáticas y litológicas. Por lo tanto, era necesario determinar la resistividad eléctrica de los suelos para establecer el diseño.

I. DESCRIPCION DE LA ZONA

1.1. Ubicación del Proyecto

El Poliducto Atahualpa Pascuales se desarrolla en la Provincia del Guayas, dentro de las jurisdicciones de los cantones Guayaquil y Santa Elena, atravesando terrenos ondulados que no llegan a elevaciones mayores a los 100 metros sobre el nivel del mar; sin embargo, existen zonas muy quebradas conformadas por cadenas de cerros como Chanduy, Zapotal, Cerro Alto, Cerro de las Animas, Cerro de los Pozo, entre los más importantes, que a veces sobrepasan los 300 metros sobre el nivel del mar; es notorio señalar que de esta serie de cerros se forman una serie de quebradas que a su vez dan lugar a la conformación de los principales rios como el Zapotal, Río Verde, Río Engunga, Río Chucuvive, Río Engabao, etc.

Gráficamente el Poliducto se encierra entre las latitudes 2° y 2° 50' SUR y las longitudes 79° 45' y 81° OESTE, por lo que se hallan en plena zona tropical.

POLIDUCTO: ATAHUALPA - PASCUALES

PUNTO DE ORIGEN : Atahualpa
LATITUD : 9.748.441.503
LONGITUD : 530.324.918
RUMBO DE PARTIDA : S-64-46-44-E



BIBLIOTECA

PUERTO AZUL: (Convergencia con el Poliducto:
Puerto Azul - Pascuales)

LATITUD : 9.759.000.230
LONGITUD : 613.952.647
RUMBO DE LLEGADA: N-07-38-02-E

PASCUALES

LATITUD : 9.771.471.884
LONGITUD : 616.717.365
RUMBO DE LLEGADA: N-12-13-53-E

SALITRAL

LATITUD : 9.758.979.565
LONGITUD : 613.949.877
RUMBO DE LLEGADA: N-79-55-34-E

LONGITUD DESARROLLADA DEL PROYECTO:

ATAHUALPA - PUERTO AZUL : 89 + 472,139 Km.

PUERTO AZUL - PASCUALES : 13 + 233,080 Km.

PUERTO AZUL - SALITRAL : 3 + 227,020 Km.

LONGITUD TOTAL: 105 + 932,239 Km.

Las poblaciones más cercanas e importantes son: Atahualpa, Juan Montalvo, El Azúcar, La Ciénega, Sacachún, Palo Santo, Chongón, Tres Bocas, Pascuales y El Salitral.

1.2. Vegetación

Respecto de la vegetación, por la cual atraviesa el proyecto, encontramos que existen variaciones en cuanto al tipo de vegetación clásica del litoral.

Entre Atahualpa y El Azúcar, podemos clasificar la vegetación como el tipo "MATORRAL DESERTICO Y SUB-DESERTICO TROPICAL", y es la que se encuentra entre los 6 y 300 metros de altura sobre el nivel del mar, la vegetación es escasa y de tipo xerofítica o

halófila como el manzanillo y los espinos.

Generalmente en las colinas pueden hallarse árboles y arbustos como Palo Santo, Zapote de perro, Muyuyo, Cactus, etc..

Por la influencia del embalse El Azúcar, la zona de esta represa está cambiando su vegetación natural, toda vez que los habitantes del lugar aprovechan las aguas del embalse y existe una gran dedicación para los cultivos de productos propios de la zona tropical, existiendo grandes áreas de variados cultivos.

Entre el Azúcar y Chongón, se tiene una formación clasificada como "BOSQUE MUY SECO TROPICAL", que se encuentra entre 0 y los 300 metros. Desde el punto de vista florístico guarda afinidad con el monte espinoso tropical. Las plantas indicadoras y más importantes son el Pretino, Amarillo, Pasayo y Pechiche.

Entre el Azúcar y Chongón, se tiene una

formación clasificada como "MONTE ESPINOSO TROPICAL Y PREMONTANO", extendiéndose el monte espinoso tropical desde el nivel del mar hasta los 300 metros de altura, y el Premontano se ubica sobre los 300 metros de altura. El monte espinoso tropical se caracteriza por la denominación del Ceibo, el Algarrobo, al Guayacán y el Cardo, en la zona de Premontano se puede hallar el Faique y el Molle, entre los más importantes.

Entre Chongón - Puerto Azul - Pascuales, es notorio que la vegetación original va desapareciendo para dar paso a cultivos de la costa y a urbanizaciones, con lo cual se viene alterando las condiciones del medio ambiente.

1.3. Climatología

La península de Santa Elena y en general la Costa Ecuatoriana, están bajo la influencia de la corriente marina del Humbolt, en la mayor parte del año. Esta corriente por ser proveniente de la Zona Antártida, es una corriente fría.

En su aproximación a la costa, entre los meses de Mayo a Octubre, afecta a la temperatura ambiente provocando su caída debido a la temperatura y al consiguiente formación de masas de aire frío que convierten al ambiente en húmedo con ligeras lloviznas o garuas y una capa de neblina.

Con el paso de la corriente fría del Humbolt, se origina una contracorriente ecuatorial que procede del Oeste, aproximándose a las costas ecuatorianas entre Diciembre y Abril, con lo cual se ocasiona la llegada de las lluvias.

Por diversos fenómenos, en forma periódica, la contracorriente baja hacia el Sur obligando a que la corriente fría del Humbolt se aleje de las costas, con lo cual se produce una invasión de las aguas calientes provenientes del Golfo de Panamá. Esta invasión de las aguas calientes dan lugar a la elevación de la temperatura y al precipitación de fuertes lluvias. El fenómeno descrito se denomina "El Niño".

II. GEOLOGIA REGIONAL

El Poliducto Atahualpa - Pascuales cruzará terrenos Cretácicos, Terciarios y Cuaternarios.

La mayor parte de ellos se encuentran en las siguientes zonas:

Los Cuaternarios y Terciarios se encuentran en la vertiente meridional de la Cordillera CHongón - Colonche, donde se ubica el terreno más largo de la tubería, desde Atahualpa hasta el Salitral. El tramo más corto, desde el Salitral hasta Pascuales, se ubica principalmente en terrenos cretáceos y cuaternarios.

El rasgo fisiográfico regional relevante es el que separa los dos tramos de tubería mencionados y consiste en la Cordillera CHongón - Colonche. Al sur de esta cordillera, una serie de cuencas hidrográficas ubicadas en la cuenca sedimentaria Progreso, drenan hacia el Golfo de Guayaquil y hacia el Estero Salado. No todas las cuencas hidrográficas nacen en al cordillera CHongón - Colonche, algunas nacen en el seno mismo de la cuenca sedimentaria, donde terrenos fuertemente

colineados constituyen las divisorias entre las cuencas.

Los rasgos tectónicos son complejos, aunque hay tendencias estructurales regionales predominantes hacia el NW y NE.

En los terrenos terciarios, las estructuras de bloques fallados predominan en los sectores occidental y oriental, mientras que en el centro del área se encuentran estructuras suavemente inclinadas.

La notable excepción de estas consideraciones la constituyen los depósitos cuaternarios de origen fluvial, que se encuentran entre Atahualpa y Azucar y que presentan estratificación sensiblemente horizontal.

Los estratos cretácicos de la Cordillera CHongón - Colonche bajan generalmente al Sur.

La litología es muy variada aunque hay un claro predominio de lutitas silicificadas, cloríticas y tobáceas, areniscas y aglomerados volcánicos en

los terrenos cretácicos; areniscas y conglomerados y lutitas en los terciarios; las areniscas blandas predominan en el cuaternario, en el sector oeste del área de estudios. En las vecindades de Tres Bocas (El Salitral) es notoria la presencia de sedimentos recientes estuarinos.

III. LEVANTAMIENTO DE LAS RESISTIVIDADES DE LOS SUELOS

3.1. La Corrosión



BIBLIOTECA

La corrosión es un fenómeno químico, o mejor electroquímico, consistente en el ataque de superficies, en general metálicas, por parte de agentes atmosféricos o diversos líquidos, llamados por ello corrosivos, que entran en contacto con dichas superficies (contrario a la incrustación, que es la depositación de los solubles de las aguas subterráneas). La consecuencia de este fenómeno es la modificación de las propiedades superficiales de esta materia, y a veces también de las capas más internas.

La corrosión consiste en una reacción química

entre el metal u otro material y el agente corrosivo con formación de compuestos definidos, tales como óxidos, sulfuros, etc.. La teoría electroquímica de la corrosión admite que en el interior de los materiales pueden generarse corrientes eléctricas debidas a la formación de elementos galvánicos locales (pila) por contacto entre 2 metales distintos, por diferencias de concentración o por otros motivos. Además, la corrosión debido a las aguas salinas, posee particular importancia técnica la corrosión de instalaciones y conducciones y la debida a las corrientes eléctricas libres del suelo.



BIBLIOTECA

Todo lo contrario de lo que parece, la corrosión debe ser una principal preocupación de técnicos e ingenieros que diseñan y/u operan equipos. De una mala especificación del material en el diseño, en la construcción, en el uso y mantenimiento, pueden resultar daños muchas veces irreparables.

3.2. Importancia de la Corrosión



La corrosión es importante en tres aspectos fundamentales. El primero muy significativo es el económico, que tiene como objetivo la reducción de pérdida de material por la corrosión en ductos, metales componentes de máquinas, barcos, estructuras metálicas y marinas, etc.. El segundo aspecto es el de mejorar la seguridad en la operación de los equipos, los cuales al ser corroidos, pueden traer consigo consecuencias catastróficas. El tercero es la conservación, aplicado primordialmente al recurso de materiales, la provisión de éstos a nivel mundial es limitada.

3.3. Clasificación de la Corrosión

La corrosión puede ser clasificada de 2 maneras: Cuanto a su tipo y Cuanto al Medio en que ocurre.

3.3.1. Por el Tipo

3.3.1.1. Generalizada. es una
corrosión uniforme.

3.3.1.2. Localizada. una corrosión establecida preferentemente en algunos puntos discretos y puede ser subclasificada en:

- a) Puntual. Perforaciones en puntos discretos.
- b) Intergranular. Es una corrosión preferentemente alrededor de un grano. Es una corrosión muy peligrosa, porque en la mayoría de las veces para detectar se necesitan radiografías.
- c) Selectiva. Cuando algunos de los componentes de la aleación se ha corroído.
- d) Fracturamiento por Tensión. Cuando un material sufre una rotura en una junta.
- e) Exfoliación. Es una corrosión que ocurre en los materiales laminados.
- f) Galvánica. Cuando hay

contactos galvánicos entre diferentes materiales.

g) Fuga de corrientes. Es una corrosión que ocurre en instalaciones enterradas o submarinas próxima a las líneas férreas de trenes eléctricos.

h) Grietas. Donde hay grietas, estas pueden ser naturales, uniones o provocadas.

3.3.2. En Cuanto al Medio

3.3.2.1. Gaseoso. Cuando el medio está constituido por gases. La atmósfera es un ejemplo típico. El medio atmosférico también puede ser clasificado en:

a) Industrial. Que contiene esencialmente SO_2 , NO_2 , H_2S y otros productos



BIBLIOTECA

químicos.

- b) Marino. Contiene esencialmente cloruros.
- c) Urbano. Que contiene SO₂, CO₂, CO y NO₂ en concentraciones bajas.
- d) Tropical. Que posee una humedad relativamente alta y una temperatura elevada.
- e) Combinación de las anteriores.

3.3.2.2. Sólido. Aquel que está representado particularmente por los suelos arenosos, arcillosos y otros.

3.3.2.3. Líquido. Representado por las aguas dulces (ríos y lagos) y salinos (mares y océanos).

3.3.2.4. Otros. Representado por los productos químicos tales como: alcohol, ácidos, éteres, etc..

En base a la clasificación, se puede decir que los ataques corrosivos a los cuales va a estar expuesto el poliducto puede ser por el tipo como localizada, en cuanto al medio por el clima, sólido por los diferentes tipos de suelo y por los líquidos representado por las aguas dulces de los rios y salinas de los mares.

3.4. PROTECCION CATODICA

La protección catódica es un método eléctrico como prevención de la corrosión de las estructuras metálicas bajo tierra y agua. La Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión define a la protección catódica como "una técnica para controlar la corrosión de la superficie de un metal, haciendo esta superficie como cátodo en una celda electroquímica, por medio de una fuente de energía de corriente continua o por la unión de ánodos de sacrificio como el magnesio, aluminio o zinc".

La protección catódica ha sido usada

efectivamente para controlar la corrosión externa en varios y cada uno de los tipos de estructuras metálicas, bajo tierra y agua. Es probablemente, que lo más conocido es en el control de la corrosión de las superficies externas de los ductos de acero en la costa y costa afuera. Su uso no solamente se limita a ductos, sino también para tanques de reservorio, plataformas costa afuera, estaciones de bombeo, en general para las instalaciones y terminales, que son grandes obras de estructuras metálicas. En la industria del petróleo la principal aplicación de la protección catódica ha sido para los ductos y poliductos subterráneos. Hay básicamente 2 métodos de aplicación de protección catódica y a través de estos hay numerosas variaciones de métodos. Uno de estos métodos usa ánodos los cuales son cargados por una fuente externa de energía DC. En este tipo de sistema, los ánodos son instalados en el electrolito y conectados al terminal positivo de la fuente de energía DC; la estructura que va ser protegida es conectada al terminal negativo de la fuente.

Porque la fuente de energía es casi siempre una unidad rectificadora, este tipo de sistema es frecuentemente conocido como Tipo Rectificador (fig.1).

El segundo método de protección usado es el de ánodos galvánicos, el cual tiene una natural diferencia de potencial con respecto a la estructura que va a ser protegida (fig.2). Estos ánodos son hechos de un material como magnesio o zinc, el cual es anódico con respecto a la estructura protegida y éstos son conectados directamente a la estructura. En muchos casos, el tipo rectificador es diseñado para liberar relativamente grandes corrientes hacia un número limitado de ánodos y el tipo de ánodo galvánico, está diseñado para liberar pequeñas corrientes hacia un gran número de ánodos.

Cada método de aplicación de protección catódica, tienen sus características las cuales hacen que sean más aplicables a un problema en particular que otro. Una

comparación de características se presenta en el siguiente cuadro:

GALVANICO	RECTIFICADOR
1. No requiere energía externa.	1. Requiere de energía.
2. Voltaje fijo	2. Voltaje variable
3. Corriente limitada	3. Corriente variable
4. Se usa donde la corriente es pequeña.	4. Puede ser diseñado para cualquier tipo de corriente.
5. Usado en electrodos de baja resistividad.	5. Puede ser usado en casi todo los ambientes resistivos
6. En aplicaciones subterráneas la interferencia con estructuras vecinas es usualmente despreciable.	6. En aplicaciones subterráneas la interferencia con estructuras vecinas debe ser considerada.



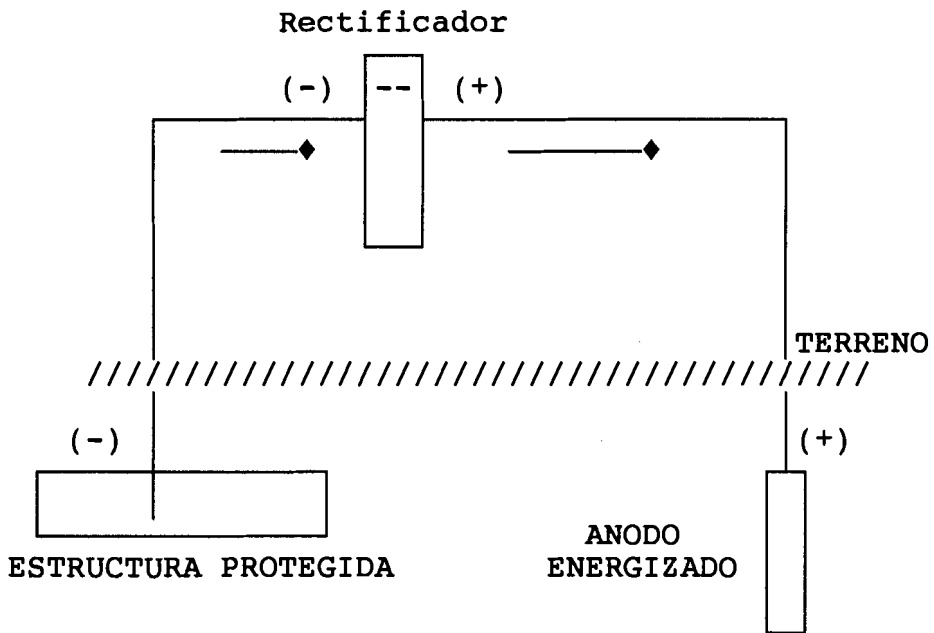


FIG. No. 1 Tipo Rectificador

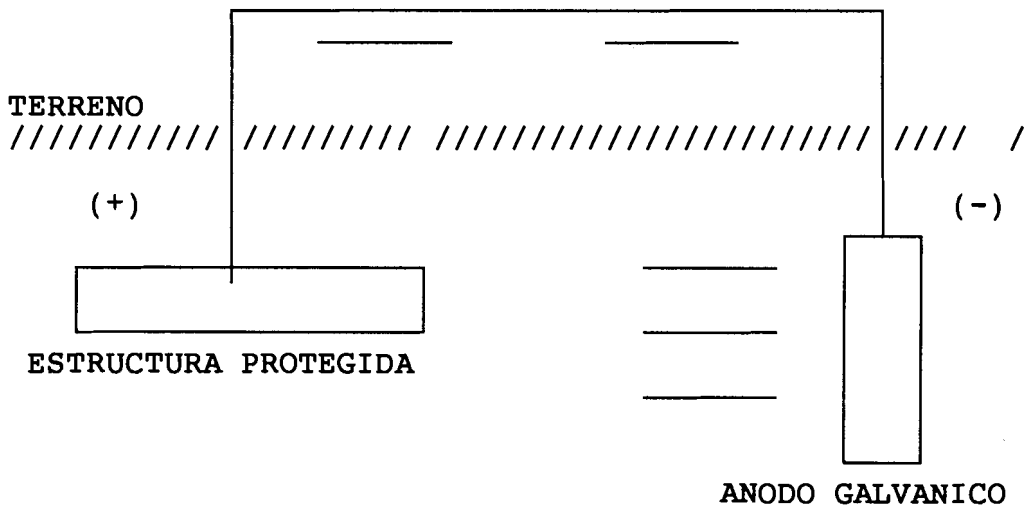


FIG. No.2 Tipo Anodo Galvánico

3.5. Corrosividad de los Suelos

La corrosividad de los suelos es muy importante en obras, en las que se necesiten estructuras metálicas en contacto directo con el suelo. Mediante el conocimiento de este parámetro se trata de optimizar la utilización de materiales y vida útil de la obra.

La corrosividad del suelo puede ser determinada a partir de diferentes parámetros que son medidos en el campo, a través de ensayos in situ. Existen varios ensayos y criterios para analizar la corrosividad de un suelo.

Los más utilizados son los siguientes:

- Determinación de las resistividades aparentes de los suelos.
- Determinación del pH y del potencial de oxidación - reducción del suelo.
- Determinación del coeficiente de despolarización del suelo.

- Determinación de la naturaleza y de disolución de las sales en el suelo.

También es importante, para una valorización de corrosividad de un suelo, el conocimiento del comportamiento de Obras similares en la zona de estudio.

IV. ESTUDIO GEOELECTRICO

4.1. Metodología

En el levantamiento de Resistividad Aparente de los suelos a las profundidades requeridas, se utilizó la Configuración Eléctrica de WENNER, el mismo que se basa en el uso de 4 electrodos separados equidistantes a lo largo de la línea (fig. 3), de los cuales dos electrodos exteriores (A y B ó C1 y C2) actúan como electrodos de corrientes, y los dos interiores como receptores del diferencial de potencial (M y N o P1 y P2).

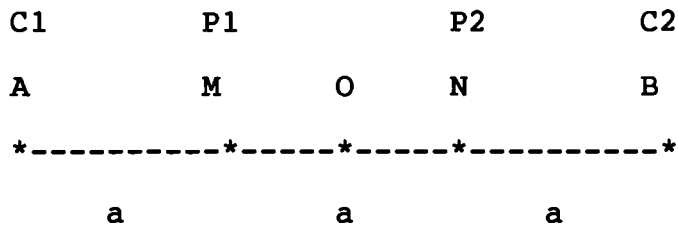


Fig. No.3 Configuración Wenner

En nuestro caso, se utilizaron 3 distancias de separación de electrodos (a): 1.5, 3.0 y 4.5 metros que al inyectarse corriente y producir un campo eléctrico, nos proporcionan lecturas de las resistividades aparentes de los suelos a profundidades (h) equivalente a la distancia entre electrodos (a), (Método de las Capas de Barnes o Método de las Resistividades verdaderas de Barnes).

Luego, se consigna sobre la hoja de campo la abscisa del sitio investigado, la intensidad de corriente descargada sobre el terreno, la cual se trata de mantenerla constantes (100 mAmp. por diseño del equipo) y el diferencial de potencial medido para las diferentes profundidades.



BIBLIOTECA

Los sitios seleccionados para las pruebas han sido ubicados a espaciamientos de 1 Km. con excepción de ciertos sitios que fueron seleccionados debido a factores geológicos, como cambios de litología, zonas de alta saturación de agua, en lechos de río con un ancho mayor de 10 metros y pendientes formadas por depósitos aluviales importantes.

4.2. Equipo

El equipo que se utilizó en este estudio es el R-50 STRATAMETER de la Soiltest Inc. de los Estados Unidos de Norteamérica.

El Statameter R-50 es un equipo de resistividad de corriente continua diseñado para investigar profundidades con un espaciamiento de electrodos de hasta 2000 metros (Hasta 3280 metros bajo condiciones ideales).

El equipo consiste de dos unidades, un transmisor (fuente de poder) y un receptor (potencial).



BIBLIOTECA



El transmisor tiene una intensidad de corriente de 150 miliamperes con un voltaje de 750 voltios. Una batería recargable de 12 voltios da el poder inicial. El voltaje alto es generado por un sistema traspuesto asegurando una larga vida y libre de problema en la operación. La batería es recargada utilizando el R-55 set generador de carga o enchufado a una línea de corriente alterna de 120 voltios 50/60 ciclos.

La salida de corriente puede ser seleccionada presionando uno de los seis botones selectores en una progresiva secuencia para dejar al operador un golpe de corriente con un rango de salida de 100 Mamp. a través del terreno. Un dial de control vernier es proveído para control de la intensidad de corriente.

Diseñado para la configuración electrónica Wenner, la Soiltest Stratometer ha adecuado sensiblemente para el uso del método Schlumberger.

El instrumento está proveído por 4 electrodos y un carrete de cable para un espaciamento de 650 pies de los electrodos.

Los dos cables largos (100 pies) son para la conexión de los electrodos de corriente con el transmisor, y los dos cables cortos (340 pies) son para la conexión de los electrodos de potencial con la unidad receptora. No hay una conexión directa entre las unidades transmisor y receptor.

Cuando la corriente pasa a través del terreno por medio de los dos electrodos (método Wenner), teóricamente las superficies equipotenciales de electricidad activadas se desarrollan por inducción alrededor de cada uno de los electrodos.

Consecuentemente una diferencia de potencial es desarrollada entre los electrodos interiores (potencial).

4.3 Interpretación y Cálculo

De los métodos comunes de interpretación y cálculo americanos y europeos, en la interpretación y en el cálculo de la resistividad verdadera a las profundidades de 1.5, 3.0 y 4.5 metros se utilizó el de las Capas de Barnes, apropiado para Prospección Multinivel.

La resistividad del suelo puede ser calculada utilizando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{191.5 AE}{I}$$

Donde: R = resistividad ohm - cm.

A = espaciamento de electrodos

E = diferencial de potencial, voltios

I = intensidad de corriente, amperios

La resistividad determinada es la resistividad promedio del suelo entre la superficie del terreno y una profundidad igual al espaciamento de los electrodos.

Con el propósito de caracterizar las litologías de la zona con los valores de resistividades obtenidos, se procedió a una convalidación empírica de lo anterior mediante un análisis frecuencial de rangos de resistividades con el número de muestras de ciertas características litológicas determinadas; lográndose un gráfico general que relaciona los rangos de resistividades con las litologías. Posteriormente se procedió a clasificar con las tablas ASTM la calidad corrosiva de los suelos

V. INTERPRETACION DE GRAFICOS

De lo anterior se logró resumir en un solo gráfico la relación de las resistividades con la litología y se procedió a hacer un listado de rangos de resistividades con como se demuestra a continuación, el cual se encuentra fortalecido con la clasificación ASTM y HARCO CORPORATION.

Del Gráfico de Resistividades vs. Frecuencia (Anexo C) se resume lo siguiente:

RESISTIVIDADES (Ohm - m)	LITOLOGIA
0.1 -- 0.3	Salitrales con nivel freático sub-aflorante y arcillas.
0.3 -- 2.2	Limolitas
2 -- 8	Areniscas Limosas
8 -- 20	Aluviales, conglomerados y areniscas gruesas y finas.
20 -- 200	Lutitas cloríticas aglomerados volcánicos meteorizados y conos de deyección.
200 -- 600	Lutitas y areniscas silicificadas
> 600	Andesitas y aglomerados volcánicos frescos.

De acuerdo a la Tabla de HARCO CORPORATION de la CATHODIC PROTECTION DIVISION (Anexo E), se ha realizado la siguiente clasificación:

GRADO DE CORROSION	LITOLOGIA
Muy Corrosivos	Salitrales con nivel freático sub-aflorantes y arcillas. Limolitas Areniscas limosas.
Corrosivos	Aluviales, conglomerados y areniscas gruesas y finas.
Moderadamente Corrosivos	Lutitas Cloríticas, aglomerados volcánicos meteorizados y conos de deyección.
Medianamente Corrosivos	Lutitas y areniscas silicificadas
Progresivamente menos Corrosivos	Andesitas y aglomerados volcánicos frescos.

Una vez determinado las resistividades en cada estación, se graficaron las estaciones en las abscisas, y en las ordenadas los logaritmos de los valores de las resistividades a igual profundidad; de esta manera, se obtuvo un perfil de resistividad del suelo (Anexo D), que examinando cada uno de los gráfico que corresponde a un tramo del poliducto se determina una faja del terreno, en la cual se presentan problemas de corrosión y que por lo tanto se requiere de una protección catódica.

Para poder adoptar un criterio y evaluar la corrosión del suelo se utilizó la Tabla XI ASTM NORMA A674 (Anexo E).

De acuerdo al perfil de resistividad del suelo, se determinó entre que estaciones se presenta el problema de corrosión de cada tramo, lo cual se detalla a continuación:

TRAMOS	ESTACIONES
AZUCAR - ATAHUALPA	5 - 7
AZUCAR - SACACHUN	6 - 16

SACACHUN-LA CIENEGA-

BAJADA DE CHANDUY 4 - 7 y 13 - 21

BAJADA DE CHANDUY- EL

CONSUELO 5 - 13

EL CONSUELO - CHONGON 10 - 29

CHONGON - TRES BOCAS 3 - 8

TRES BOCAS - PASCUALES 8 - 10

En el plano de localización de sondeos eléctricos (Mapa II), se encuentran marcadas los tramos con problemas de corrosión y sus abscisas respectivas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1.- Del listado de rangos de resistividades con las litologías, cabe anotar que los aluviales arenosos saturados son ligeramente más resistentes que las terrazas aluviales arcillosas, como en el caso de los Ríos Chongón, Cañar y Boyance, lo que indica que el agua de los acuíferos no es tan conductora, excepto en los Salitrales.

- 2.- En el análisis para la determinación de los sectores del poliducto en los cuales es necesario la protección catódica, se consideró únicamente la resistividad del suelo.

- 3.- Es necesario recalcar que para determinar con precisión la corrosividad del suelo se necesitan de otros parámetros que son medidos en el campo a través de ensayos in situ.

Sin embargo, la resistividad es un parámetro que representa un 50% en la determinación de la

corrosividad del suelo; hay otros como el potencial Redox, que tan solo representa el 25%, el potencial de hidrógeno (pH) el 15%, y la humedad tan solo un 10% (ver tabla ASTM Anexo E). Todos estos parámetros ayudan a determinar el diseño y tipo de protección catódica del poliducto, de lo cual se encargan especialistas en la materia.

4.- Las tablas que se han empleado para calificar y clasificar la categoría de corrosión de los diferentes suelos, se entiende que no deben ser considerados como una guía exacta sino más bien como un indicador y nos ayuda a determinar que el rango de corrosión es bajo en los suelos cuando su resistividad es alta. Estas tablas se basan en pruebas y experiencias sobre poliductos a nivel de suelo y subterráneos así como también en suelos saturados.

5.- En el caso del Poliducto Atahualpa - Pascuales los suelos que han dado una mayor resistividad son las andesitas y aglomerados volcánicos frescos, y por lo tanto son progresivamente menos corrosivos, en contraste a los Salitrales con niveles freáticos sub-aflorantes, arcillas, Limolitas y areniscas

limosas cuya resistividad es baja, presentan un grado de corrosión muy alto. Existiendo otros tipos de suelos, tales como: aluviales, conglomerados, areniscas gruesas y finas, lutitas cloríticas, aglomerados volcánicos meteorizados, lutitas y areniscas silicificadas, su grado de corrosión va desde corrosivos a medianamente corrosivos, respectivamente.

Recomendaciones

- 1.- El ensayo in situ y la configuración utilizada son confiables, por lo tanto se recomiendan éstos para la determinación de la resistividad aparente, ya que ésta representa el 50% en la determinación de la corrosividad del suelo.
- 2.- En base a los resultados obtenidos de los ensayos en campo, se recomienda el uso de equipos de la SOILTEST INC. USA, que en este caso se utilizó el modelo R-50 STRATAMETER.
- 3.- Los ambientes más agresivos se encuentran en las vecindades de los Salitrales (Puerto Azul) y en los terrenos yesíferos (Formación Subibaja); en el

primer caso, se presenta un nivel freático salobre sub-aflorantes. Se recomienda ejecutar mediciones adicionales del potencial corrosivo de estos ambientes (contenido de oxígeno disuelto en el agua y salinidad).

- 4.- El relieve atravesado por el poliducto es generalmente colinado, con ligero predominio de formas de erosión fluvial. En consecuencia, deberán tomarse precauciones contra la socavación de los cauces por medio de protección adicional, por ejemplo, colchonetas de gaviones sobre la tubería.
5. Los taludes provisionales de los cortes pueden ser subverticales, excepto en los terrenos planos, saturados, con porcentajes significativos de finos; en estos casos, se recomienda efectuar los cortes con taludes de mediano ángulo.
6. En el sector Siénega-Bajada de Chanduy, existen tramos con fuertes pendientes y alto potencial de deslizamiento en roca fracturada. En este sector, las excavaciones serán profundas y bien drenadas para prevenir deslizamientos.

7. Los taludes de las orillas de los cauces de órdenes superiores son inestables, y poco consolidados. Las excavaciones serán profundas y bien drenadas, con protección adicional de pie de talud y en los cauces.



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

ANEXOS



BIBLIOTECA

A N E X O A

TABLA DE RESISTIVIDADES DEL SUELO

POLIDUCTO : ATAHUALPA - PASCUALES
 SECTOR : AZUCAR - ATAHUALPA

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	0 + 000	7.80 70.20 631.80
2	1 + 00	36.00 36.00 36.00
3	2 + 00	76.00 304.00 304.00
4	3 + 00	51.00 51.00 51.00
5	4 + 00	46.00 46.00 46.00
6	5 + 00	5.75 5.75 5.75
7	5 + 985	16.00 11.00 16.00
8	7 + 00	5.25 5.25 5.25
9	7 + 981	22.00 418.00 22.00
10	9 + 100	81.90 2.10 2.10
11	10 + 000	55.00 23.57 10.10

12	10 + 800	29.00 7.25 1.81
13	11 + 808	68.42 3.60 3.60
14	12 + 000	44.00 11.00 11.00
15	13 + 000	7.69 300.00 300.00
16	14 + 000	7.00 7.00 7.00
17	15 + 000	11.00 11.00 11.00
18	15 + 750	11.00 11.00 0.28
19	16 + 100	34.00 14.57 6.24

POLIDUCTO : ATAHUALPA - PASCUALES
SECTOR : AZUCAR - SACACHUN

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	0 + 000	1.43 5.70 5.70
2	1 + 00	15.00 3.75 3.75
3	1 + 900	39.00 39.00 39.00
4	2 + 900	26.00 6.50 26.00
5	3 + 985	0.59 0.59 23.00
6	4 + 400	29.00 29.00 29.00
7	5 + 00	2.60 2.60 2.60
8	5 + 800	4.00 4.00 1.00
9	7 + 020	1.62 1.62 63.00
10	8 + 052	5.36 12.50 12.50
11	9 + 130	3.63 3.63 3.63

12	10 + 039	0.84 16.00 16.00
13	11 + 000	3.00 3.00 3.00
14	12 + 000	3.95 3.95 3.95
15	13 + 150	5.25 5.25 5.25
16	14 + 048	2.50 22.50 22.50
17	14 + 550	2.00 8.00 8.00
18	15 + 200	20.00 20.00 20.00

POLIDUCTO : ATAHUALPA - PASCUALES
SECTOR: SACACHUN - LA CIENEGA - BAJADA DE CHANDUY

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	16 + 640	28.00 28.00 28.00
2	17 + 400	106.00 2.72 2.72
3	18 + 000	15.00 15.00 15.00
4	1 + 000	25.00 25.00 25.00
5	1 + 914	1.00 9.00 9.00
6	2 + 980	1.28 1.28 1.28
7	4 + 000	24.00 24.00 24.00
8	5 + 000	12.50 12.50 12.50
9	6 + 026.70	16.00 16.00 16.00
10	7 + 210	3.99 3.99 3.99
11	7 + 720	44.00 44.00 44.00



BIBLIOTECA

12	8 + 520	1.22 11.00 11.00
13	9 + 250	1.67 15.00 15.00
14	10 + 200	14.00 9.33 9.33
15	11 + 155	16.00 10.67 10.67
16	4 + 850	12.70 12.70 12.70
17	3 + 800	4.80 4.80 4.80
18	3 + 350	6.90 2.90 2.90
19	3 + 000	24.00 10.30 0.00
20	1 + 979	15.75 6.75 6.75
21	1 + 000	4.70 4.70 4.70



BIBLIOTECA

POLIDUCTO: ATAHUALPA - PASCUALES
 SECTOR : BAJADA DE CHANDUY - EL CONSUELO

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	0 + 000	13.50 20.30 0.00
2	0 + 830	16.00 16.00 16.00
3	1 + 900	6.00 6.00 6.00
4	2 + 524	13.00 13.00 13.00
5	3 + 100	3.10 3.10 3.10
6	3 + 700	1.60 1.60 1.60
7	4 + 725	4.80 4.80 4.80
8	5 + 400	9.50 9.50 9.50
9	5 + 800	9.10 3.90 3.90
10	6 + 690	4.10 4.10 22.30
11	7 + 525	4.00 4.00 4.00

12

8 + 500

6.00

6.00

4.00

13

9 + 500

6.90

6.90

6.90

POLIDUCTO : ATAHUALPA - PASCUALES
 SECTOR : EL CONSUELO - CHONGON

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	10 + 525	3.40 3.40 3.40
2	11 + 350	21.00 82.00 82.00
3	12 + 000	16.00 4.00 4.00
4	13 + 000	49.00 49.00 12.50
5	13 + 500	3.80 3.80 3.80
6	13 + 600	1.00 36.00 36.00
7	14 + 600	21.00 9.00 9.00
8	15 + 600	16.00 24.00 24.00
9	16 + 668	24.00 36.00 36.00
10	17 + 200	9.50 9.50 9.50
11	17 + 670	0.78 0.78 0.78

12	18 + 100	3.75 15.00 15.00
13	19 + 070	2.75 2.75 11.00
14	19 + 680	6.50 9.70 14.70
15	20 + 110	3.70 15.00 15.00
16	20 + 260	14.00 9.33 0.00
18	20 + 500	3.25 3.25 13.00
19	21 + 500	8.50 8.50 8.50
20	0 + 100	6.00 14.00 14.00
21	1 + 300	4.00 4.00 16.00
22	2 + 100	6.50 2.80 2.80
23	2 + 952	11.00 4.70 4.70
24	4 + 000	10.50 10.50 10.50
25	4 + 600	2.00 8.00 8.00

26	5 + 600	3.20 3.20 Infinito
27	6 + 600	1.40 13.00 13.00
28	7 + 500	3.60 3.60 3.60
29	8 + 500	0.00 0.00 0.00
30	9 + 750	24.40 2.70 2.70



BIBLIOTECA

POLIDUCTO : ATAHUALPA - PASCUALES
SECTOR : CHONGON - TRES BOCAS

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	10 + 850	25.00
		25.00
		25.00
2	11 + 938	55.00
		55.00
		55.00
3	12 + 700	19.60
		4.90
		4.90
4	13 + 500	1.42
		1.42
		27.00
5	14 + 500	49.50
		5.50
		5.50
6	15 + 500	7.00
		7.00
		7.00
7	0 + 500	32.00
		8.00
		8.00
8	1 + 550	18.00
		12.00
		12.00
9	2 + 400	24.00
		24.00
		24.00
10	3 + 000	14.00
		14.00
		14.00



POLIDUCTO : ATAHUALPA - PASCUALES
 SECTOR : TRES BOCAS - PASCUALES

ESTACIONES	ABCISA	RESISTIVIDADES
1	0 + 000	21.00 9.00 9.00
2	0 + 600	56.00 14.00 14.00
3	1 + 300	2.56 23.00 23.00
4	2 + 300	10.50 10.50 10.50
5	3 + 000	266.00 14.00 14.00
6	3 + 850	15.00 15.00 15.00
7	4 + 570	14.60 14.60 14.60
8	5 + 370	54.40 54.40 54.40
9	6 + 400	5.80 5.80 5.80
10	7 + 350	4.20 16.80 16.80
11	8 + 300	12.60 12.60 12.60

12	9 + 000	19.83 46.28 46.28
13	10 + 000	14.00 14.00 14.00
14	11 + 000	28.80 28.80 28.80
15	12 + 000	11.14 26.00 26.00
16	13 + 000	10.00 10.00 10.00

A N E X O B

HISTOGRAMA

CUADRO DE RESUMEN DE LOS HISTOGRAMAS

ATAHUALPA - PASCUALES

TRAMO (Km.)

(1)	0+000 - 9+000
(2)	9+000 - 13+200
(3)	13+200 - 16+600

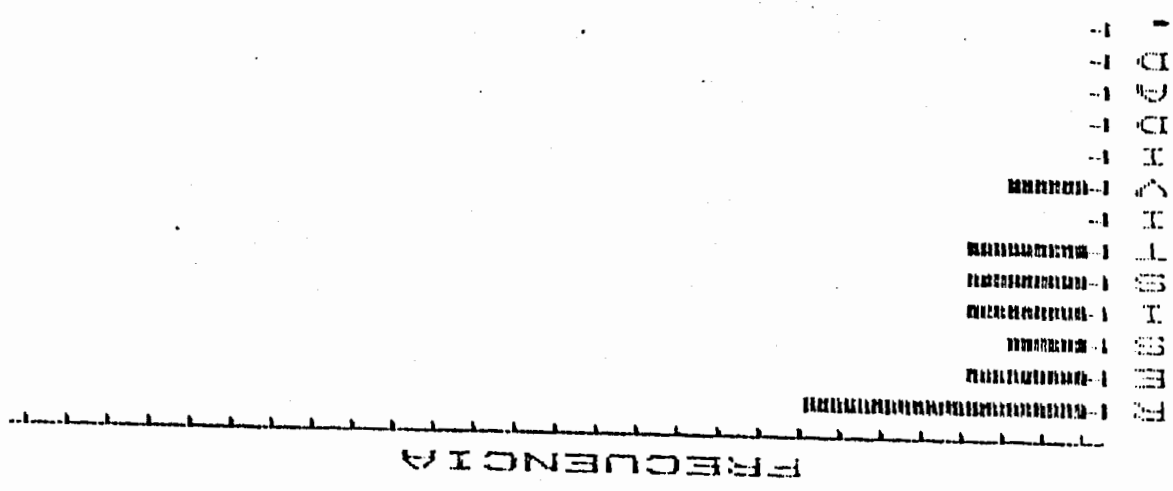
AZUCAR - PASCUALES

(4)	0+000 - 4+300
(5)	4+300 - 13+600
(6)	13+600 - 42+900
(7)	42+900 - 62+300
(8)	62+300 - 65+500
(9)	65+500 - 68+500
(10)	68+500 - 69+500
(11)	69+500 - 74+000
(12)	74+000 - 83+000
(13)	83+000 - 86+600

Las Coordenadas de todos los gráficos corresponden a:

Frecuencia (f)
Resistividad (Ohm-m)

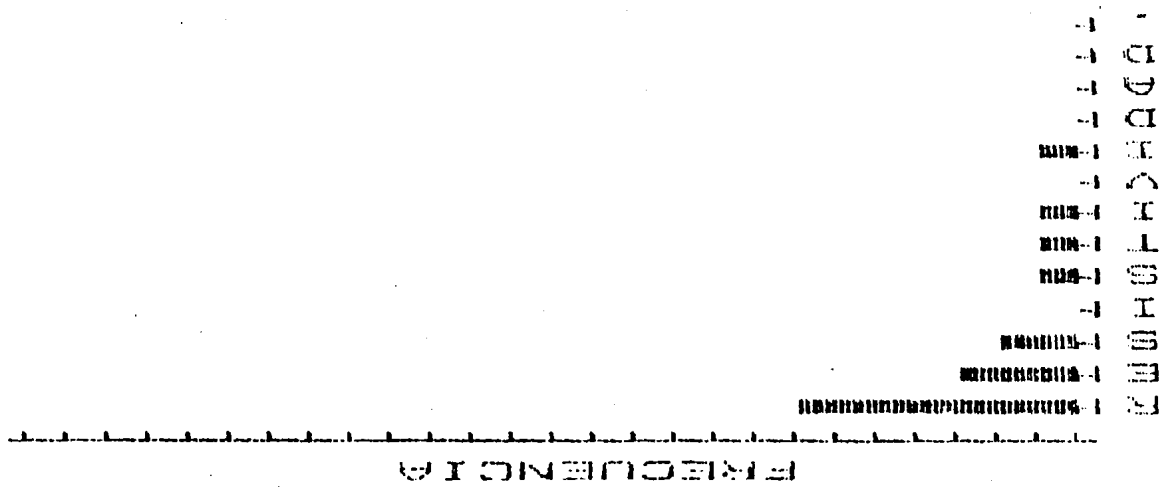
INTERVALE
 0-10:7
 11-20:3
 21-30:2
 31-40:2
 41-50:3
 51-60:3
 61-70:0
 71-80:2
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 120:0
 MEDIA=29.26



INTERVALO
 0-10: 7
 11-20: 7
 21-30: 2
 31-40: 0
 41-50: 1
 51-60: 1
 61-70: 1
 71-80: 0
 81-90: 1
 91-100: 0
 101-110: 0
 111-120: 0
 121-130: 0
 N10: 0
 MEDIA = 22.63



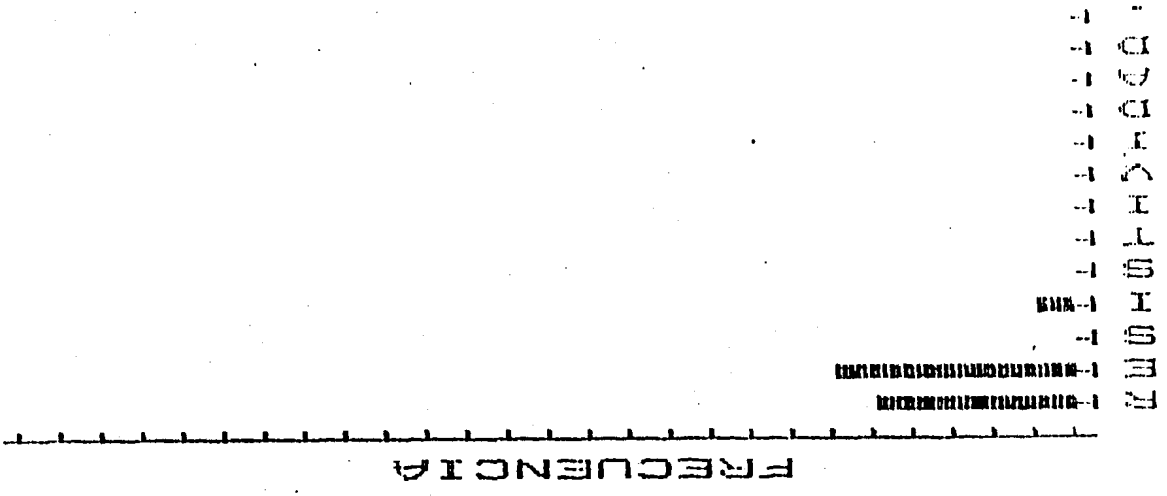
1958



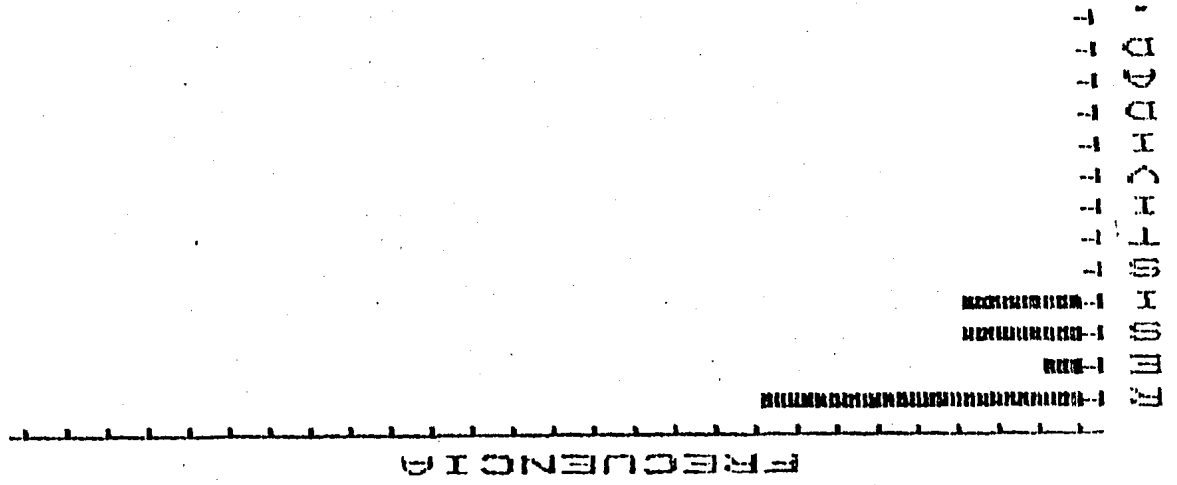
ATAHUALPA-PASCUALES
 1958

INTERVALO
 0-10:5
 11-20:6
 21-30:0
 31-40:1
 41-50:0
 51-60:0
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 120:0

MEDIA=10.92

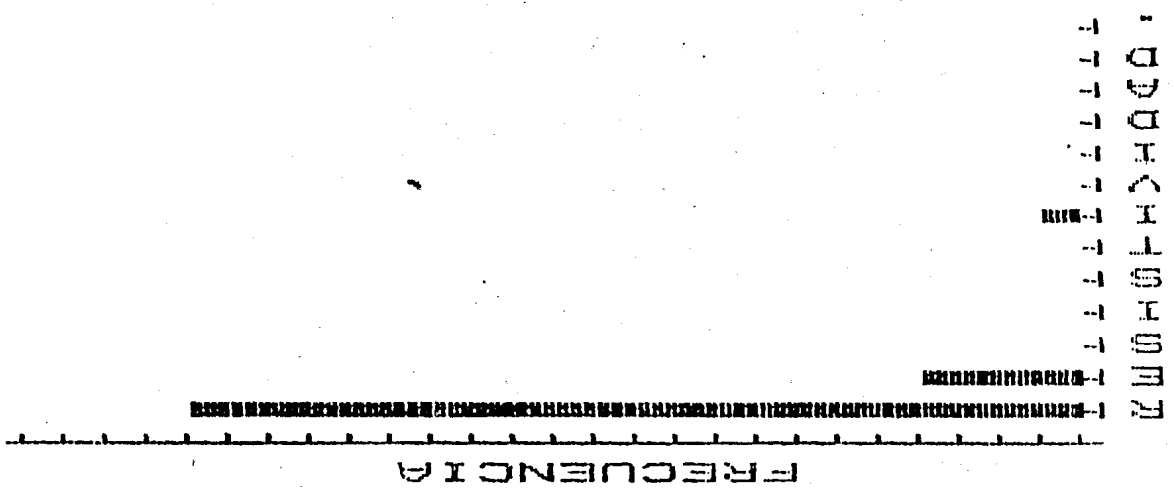


INTERVALO
 0-10:8
 11-20:1
 21-30:3
 31-40:3
 41-50:0
 51-60:0
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:0
 MEDIA=15.67



ATAHUALPA-PASCUALES
 11-20:1
 21-30:3
 31-40:3
 41-50:0
 51-60:0
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:0
 MEDIA=15.67

INTERVALO
 0-10:22
 11-20:4
 21-30:0
 31-40:0
 41-50:0
 51-60:0
 61-70:1
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:0
 MEDIA=7.18



BIBLIOTECA

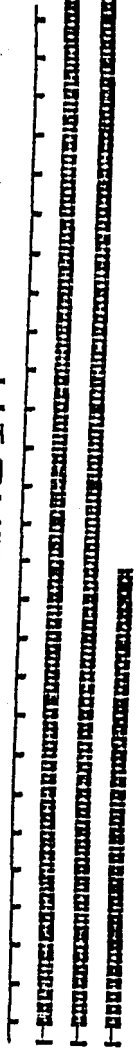
ATAHUALPA-PASCUALES (6)

INTERVALO

0-10:54
11-20:32
21-30:12
31-40:0
41-50:3
51-60:0
61-70:0
71-80:0
81-90:0
91-100:0
101-110:1
111-120:0
>120:0

MEDIA=12.16

FRECUENCIA



R E S I S T I V I D A D .

RESISTIVIDAD

RESISTIVIDAD

ATAHUALPA-PASCUALES (7)

INTERVALO

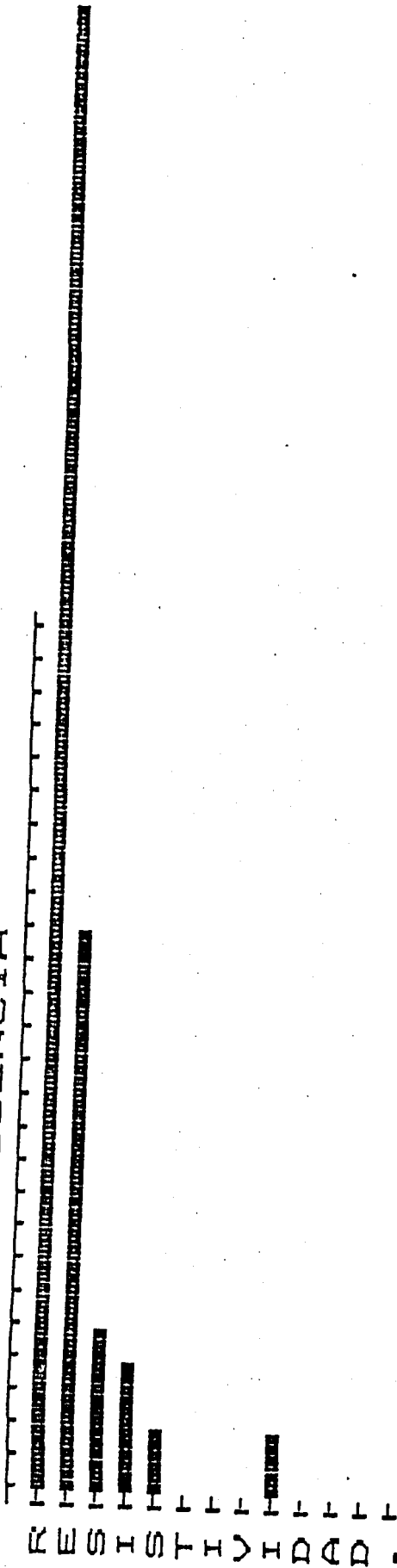
0-10:45
11-20:17
21-30:5
31-40:4
41-50:2
51-60:0
61-70:0
71-80:0
81-90:2
91-100:0
101-110:0
111-120:0
120:0

MEDIA = 13.1



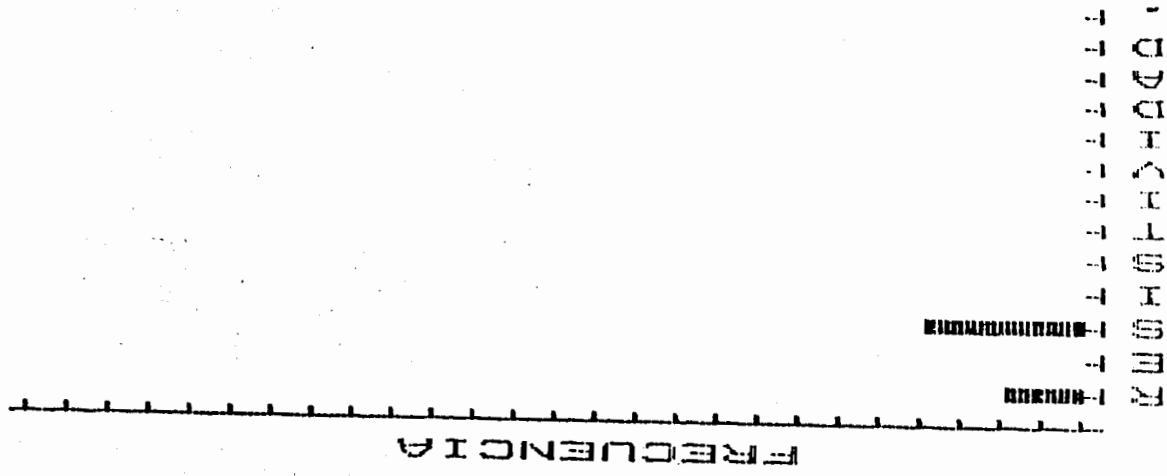
BIBLIOTECA

FRECUENCIA



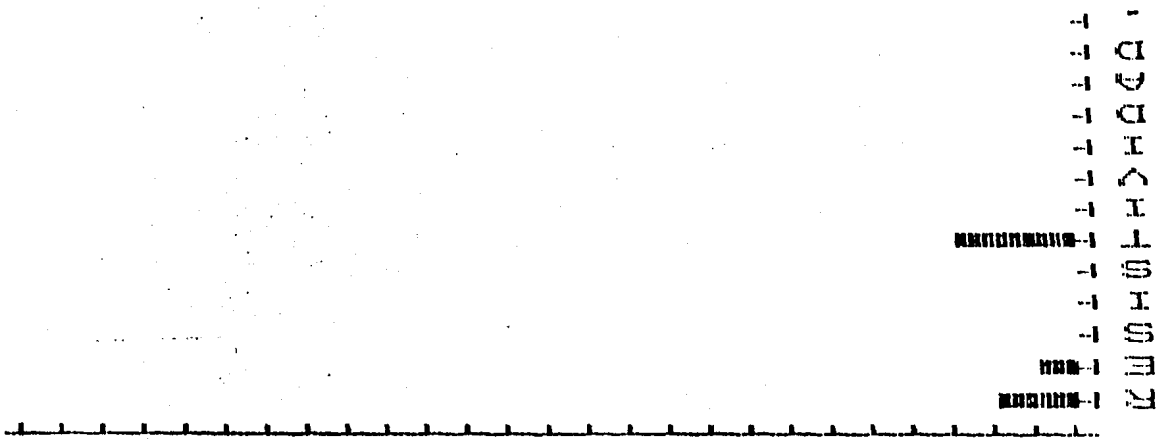
INTERVALO
 0-10:2
 11-20:0
 21-30:4
 31-40:0
 41-50:0
 51-60:0
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:0

MEDIA=17.47



INTERVALO
 0-10:2
 11-20:1
 21-30:0
 31-40:0
 41-50:0
 51-60:3
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:0
 MEDIA=32.4

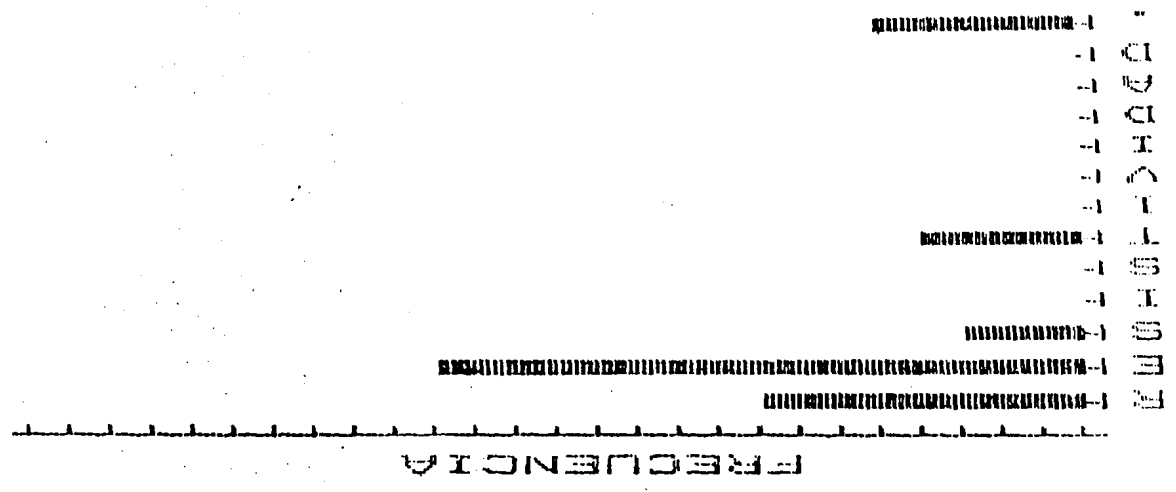
FRECUENCIA



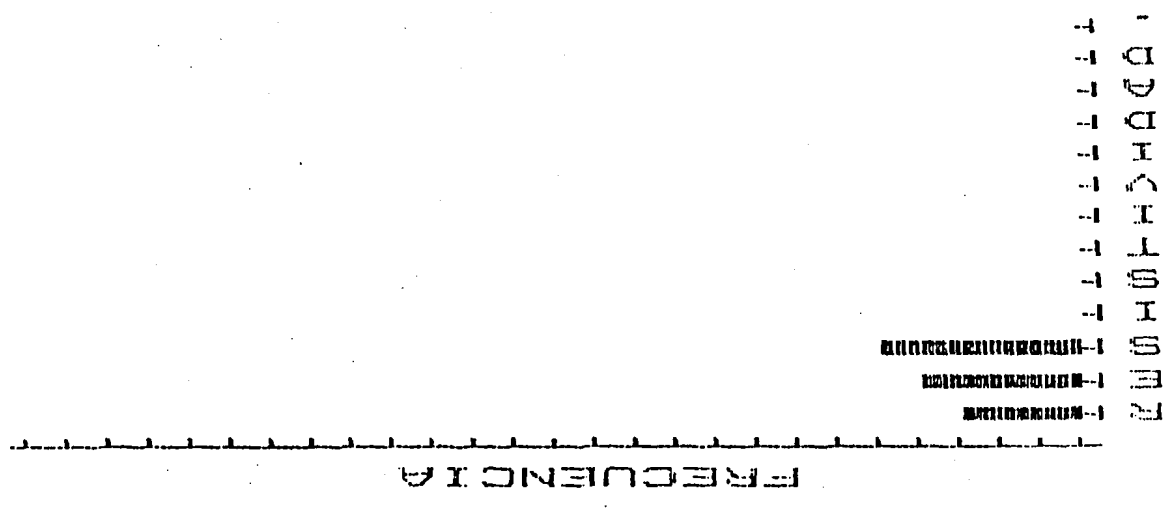
BIBLIOTECA

ATAHUALPA-PASCUALES

INTERVALO
 0-10:8
 11-20:16
 21-30:3
 31-40:0
 41-50:0
 51-60:4
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:5
 MEDIA=133.8



INTERVALO
 0-10:3
 11-20:4
 21-30:5
 31-40:0
 41-50:0
 51-60:0
 61-70:0
 71-80:0
 81-90:0
 91-100:0
 101-110:0
 111-120:0
 >120:0
 MEDIA=18.46



7
 6
 5
 4
 3
 2
 1
 0

A N E X O C

CURVA DE RESISTIVIDADES VERSUS FRECUENCIA

Ohm-m, 10000

1000

100

10

1.0

Andesitas y aglomerados
volcánicos frescos

Lutitas y Areniscas sil-
íceas

Lutitas cloríticas.
Aglomerados volcánicos meo-
rizados, conos de deyección

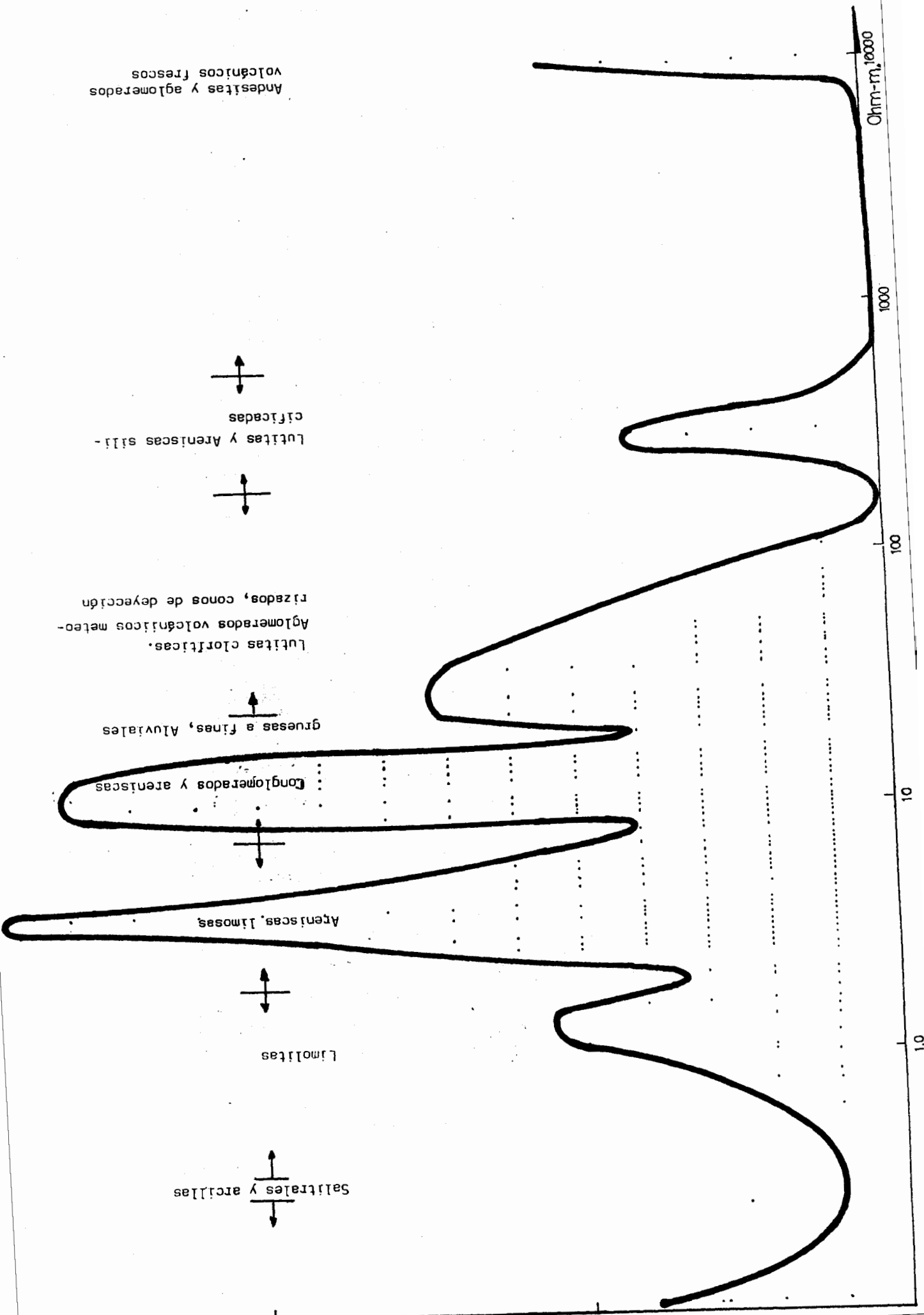
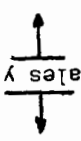
gruesas a finas, Aluviales

Conglomerados y areniscas

Areniscas, limosas

Limolitas

Salitres y arcillas



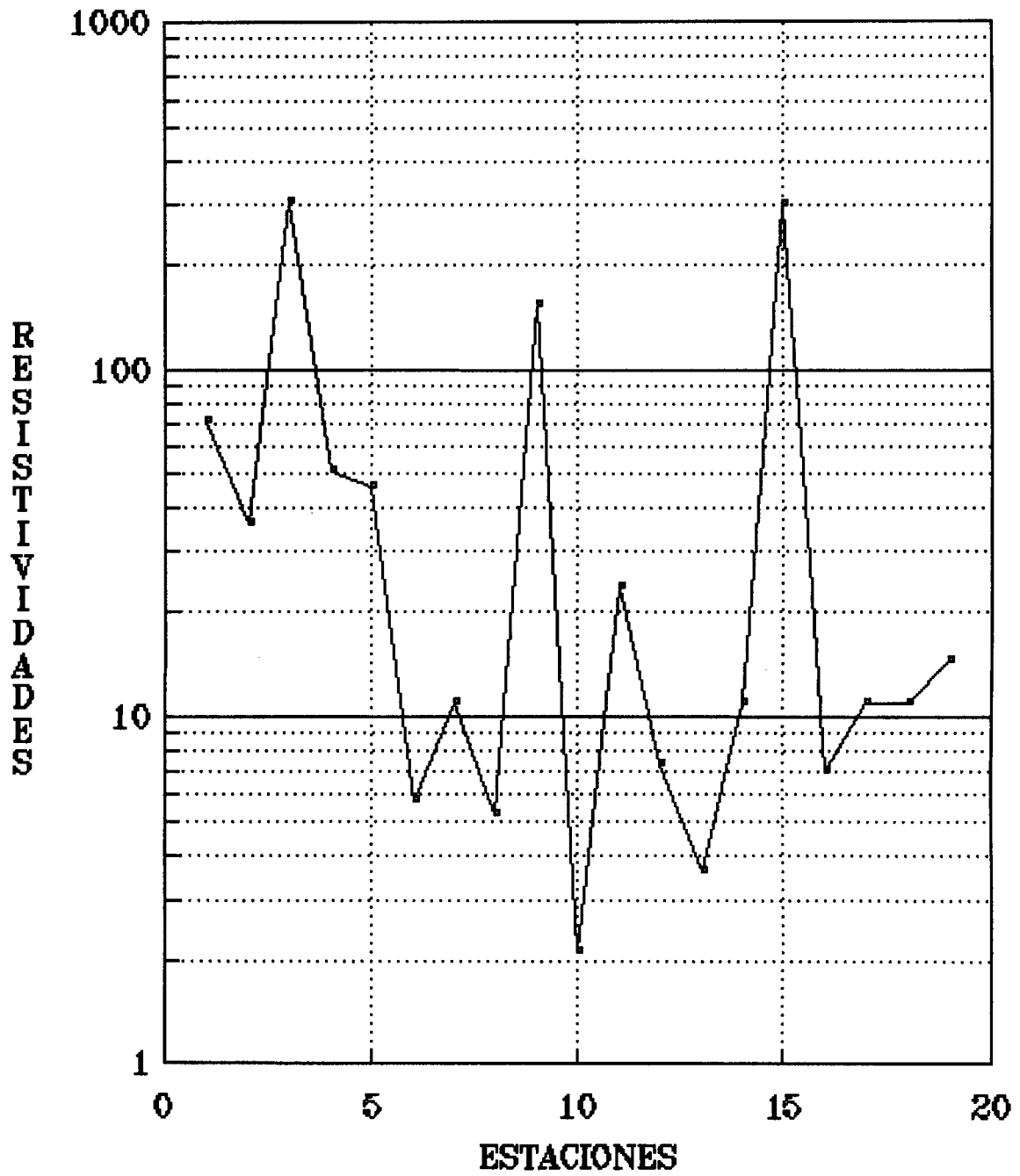
A N E X O D

PERFIL DE RESISTIVIDAD DEL SUELO

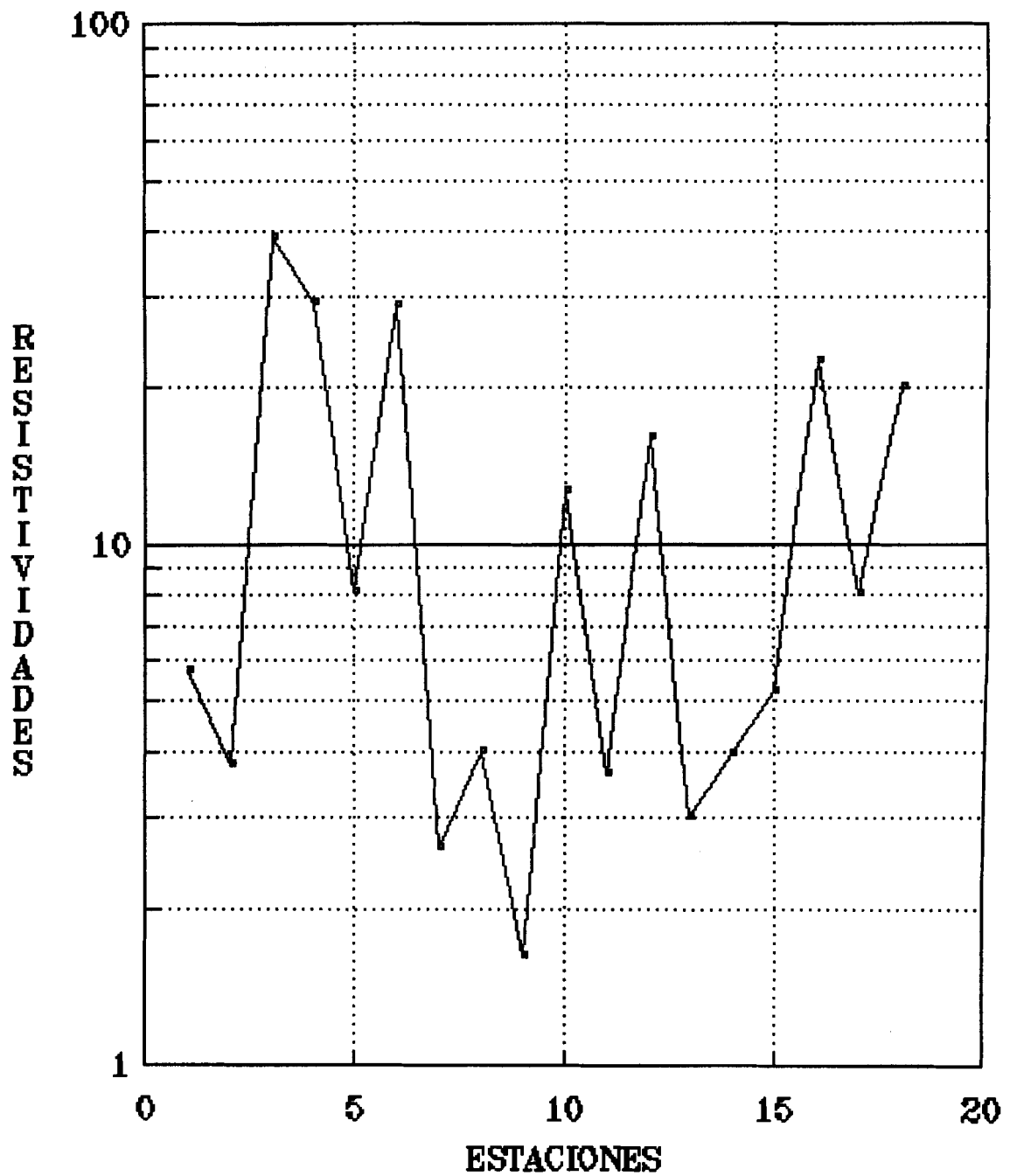


BIBLIOTECA

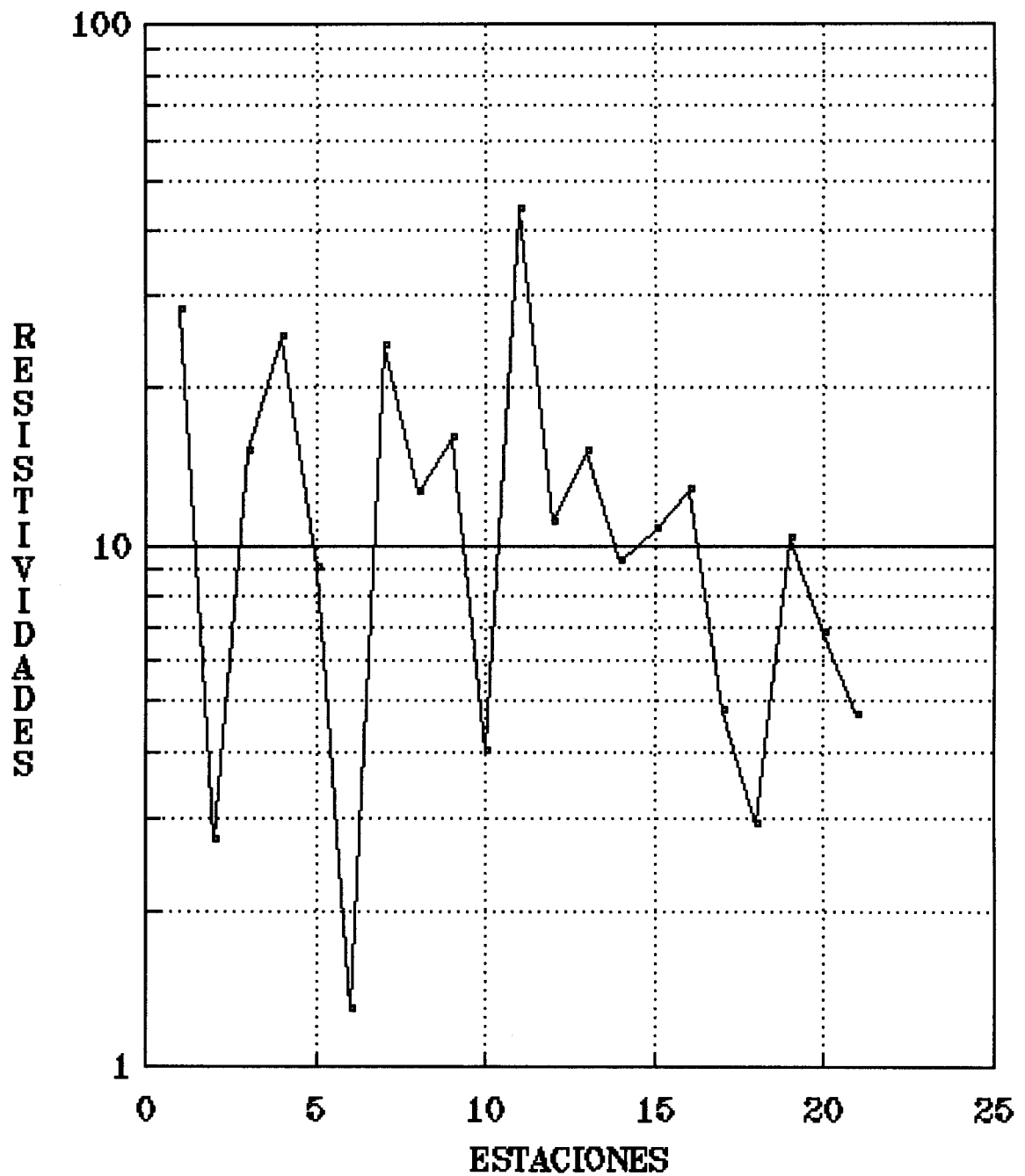
PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO
TRAMO AZUCAR-ATAHUALPA



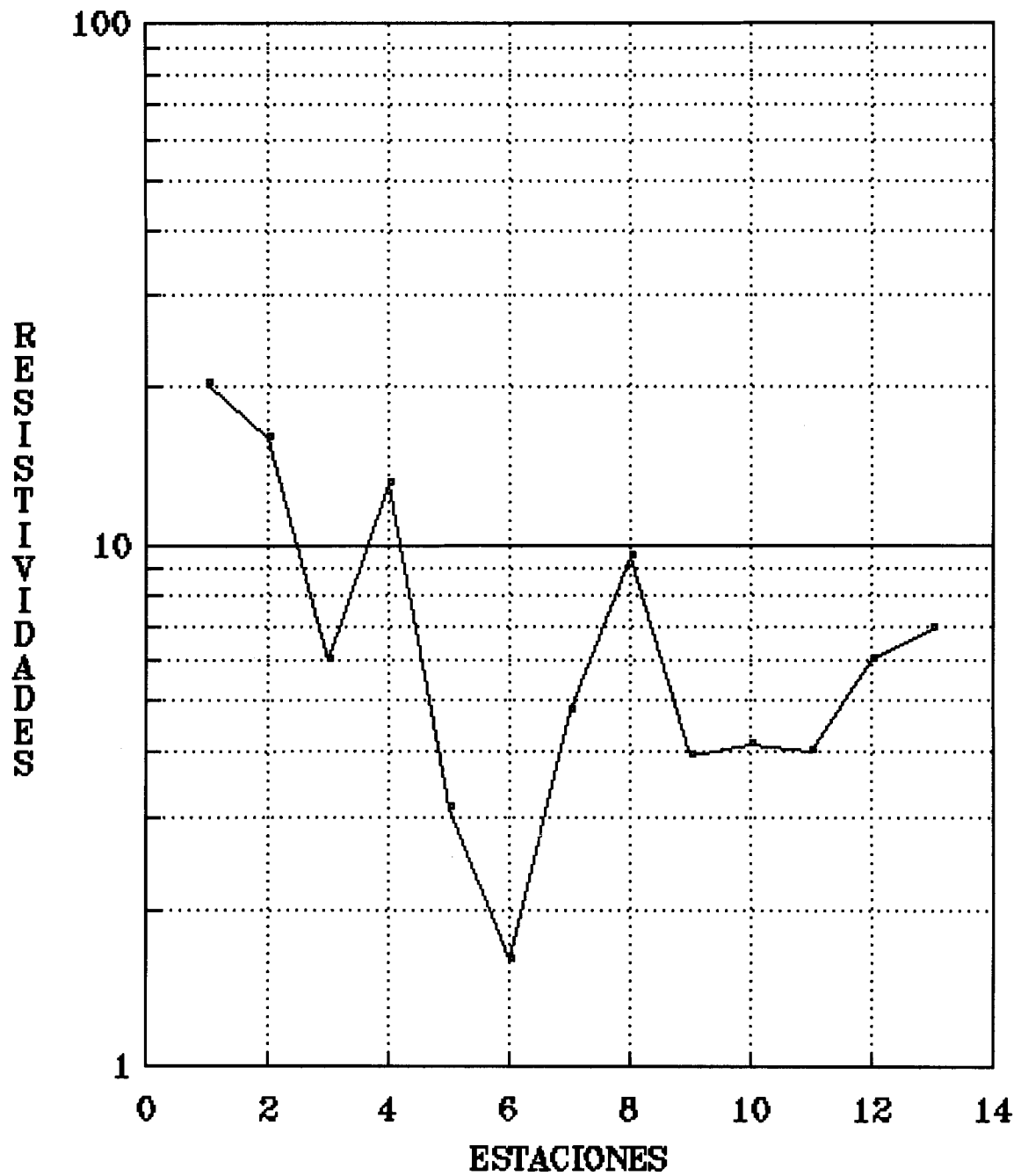
PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO
TRAMO AZUCAR-SACACHUN



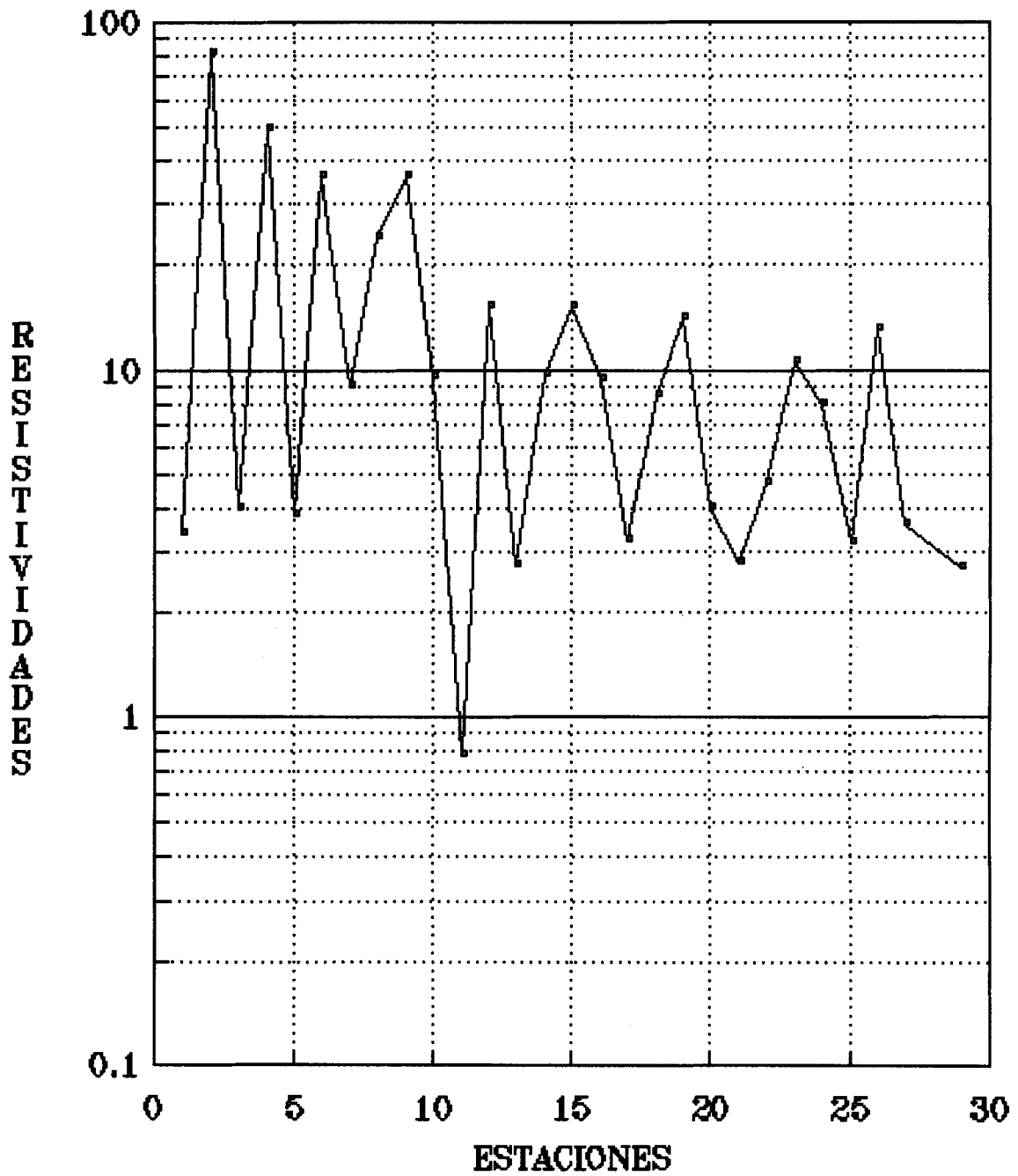
PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO
SACACHUN-LA CIENEGA-BAJADA CHANDUY



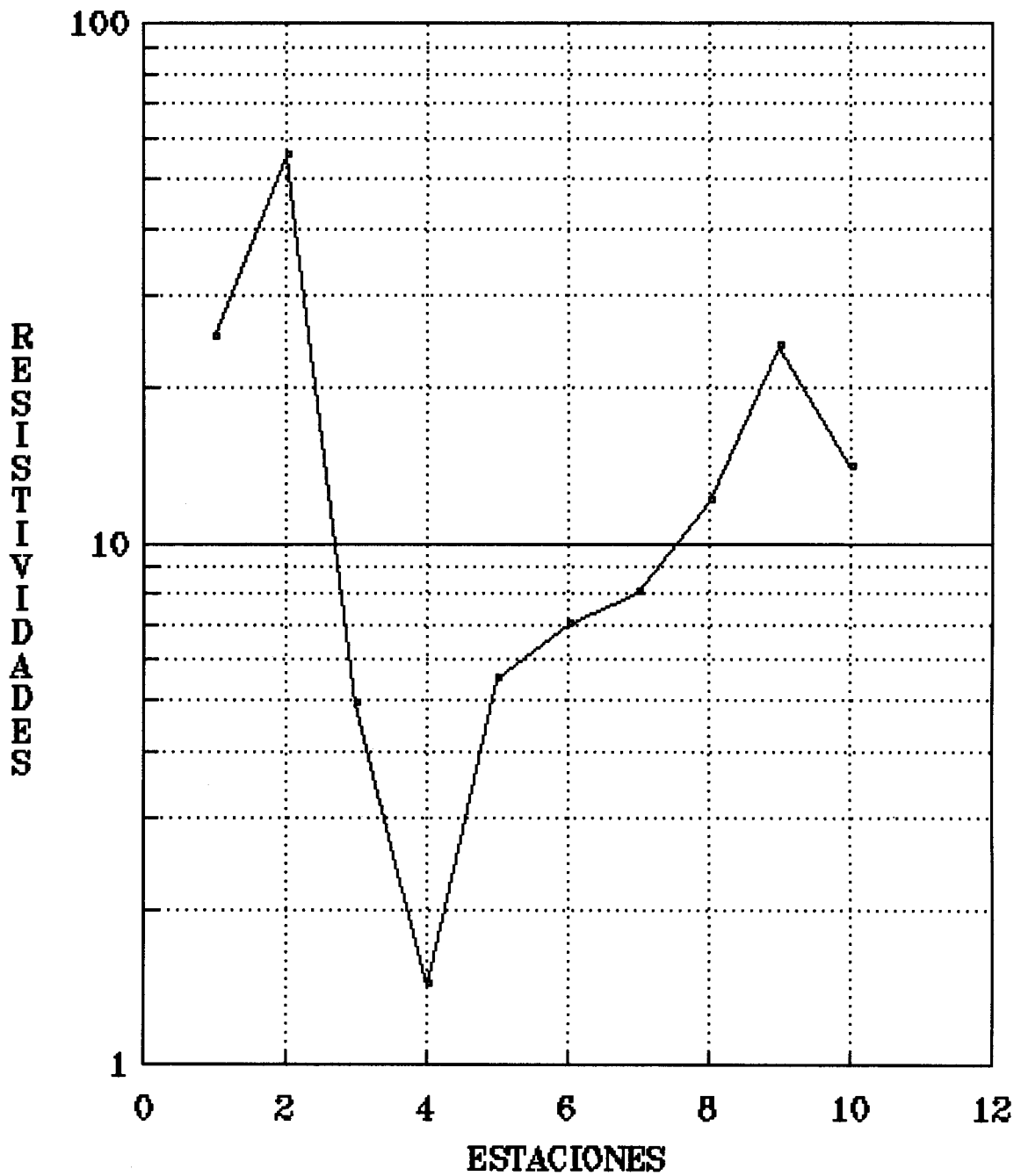
**PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO
BAJADA DE CHANDUY-EL CONSUELO**



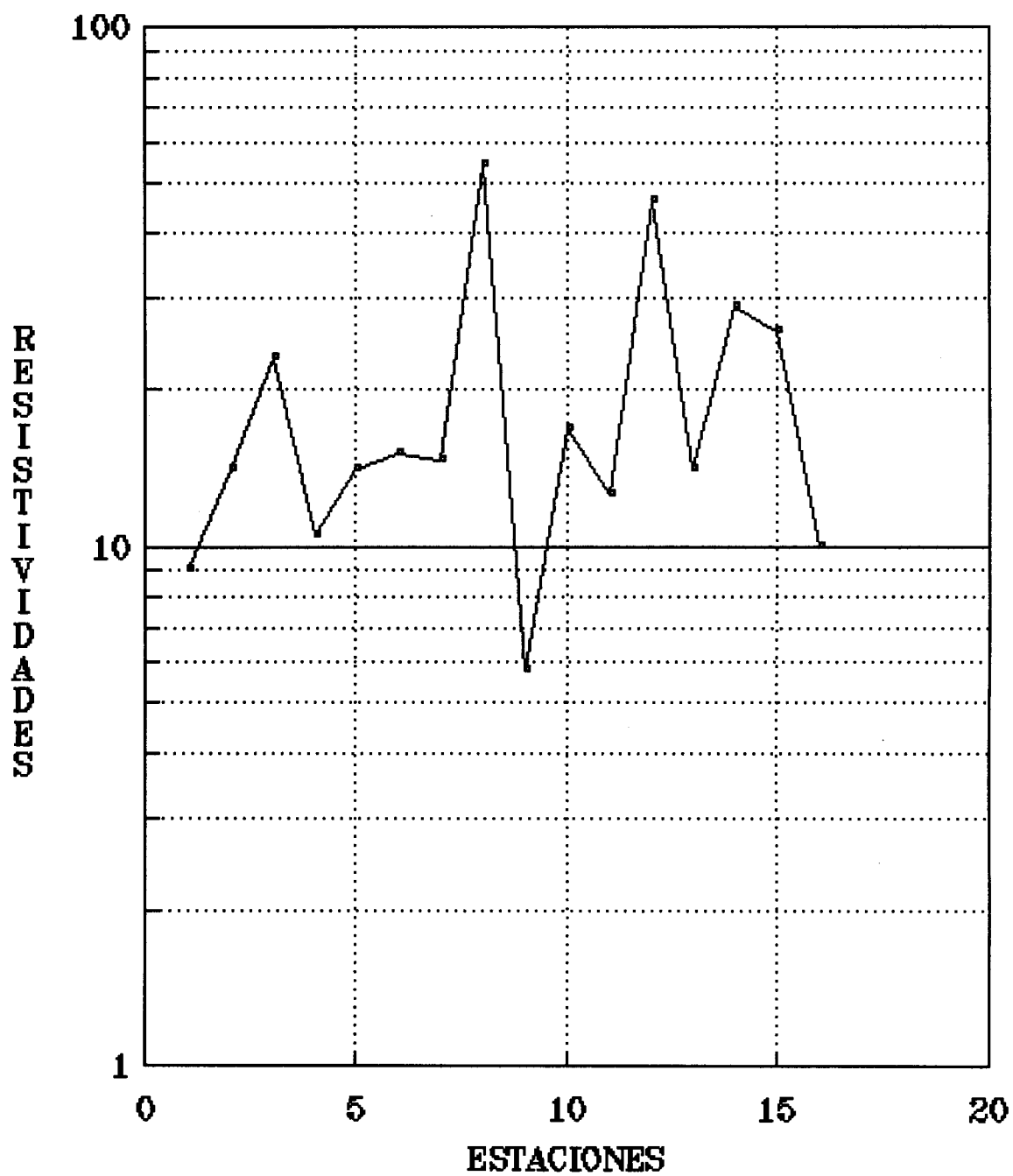
PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO
TRAMO EL CONSUELO - CHONGON



PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO
TRAMO CHONGON - TRES BOCAS



PERFIL DE RESISTIVIDAD DE SUELO TRAMO TRES BOCAS-PASCUALES



BIBLIOTECA

A N E X O E

TABLA ASTM Y HARCO CORPORATION

TABLA XI Suelo - Evaluación de Prueba

Características del Suelo	Puntos
Resistividad, ohm-cm (basado en simples pruebas en tuberías profundas o suelos saturados)	
700	10
700 - 1000	8
1000 - 1200	5
1200 - 1500	2
1500 - 2000	1
>2000	0
pH:	
0 - 2	5
2 - 4	3
4 - 6.5	0
6.5 - 7.5	0
7.5 - 8.5	0
>8.5	3
Potencial Redox	
> + 100 mV	0
+50 to + 100 mV	3,5
0 to + 50 mV	4
Negativo	5
Sulfito:	
Positivo	3,5
Traza	2
Negativo	0
Humedad:	
Drenaje Pobre, continuamente húmedo	2
Drenaje Regular, generalmente húmedo	1
Drenaje Bueno, generalmente seco	0

*Diez puntos = corrosivo para tubería de hierro fundido gris o dúctil; protección es necesaria.

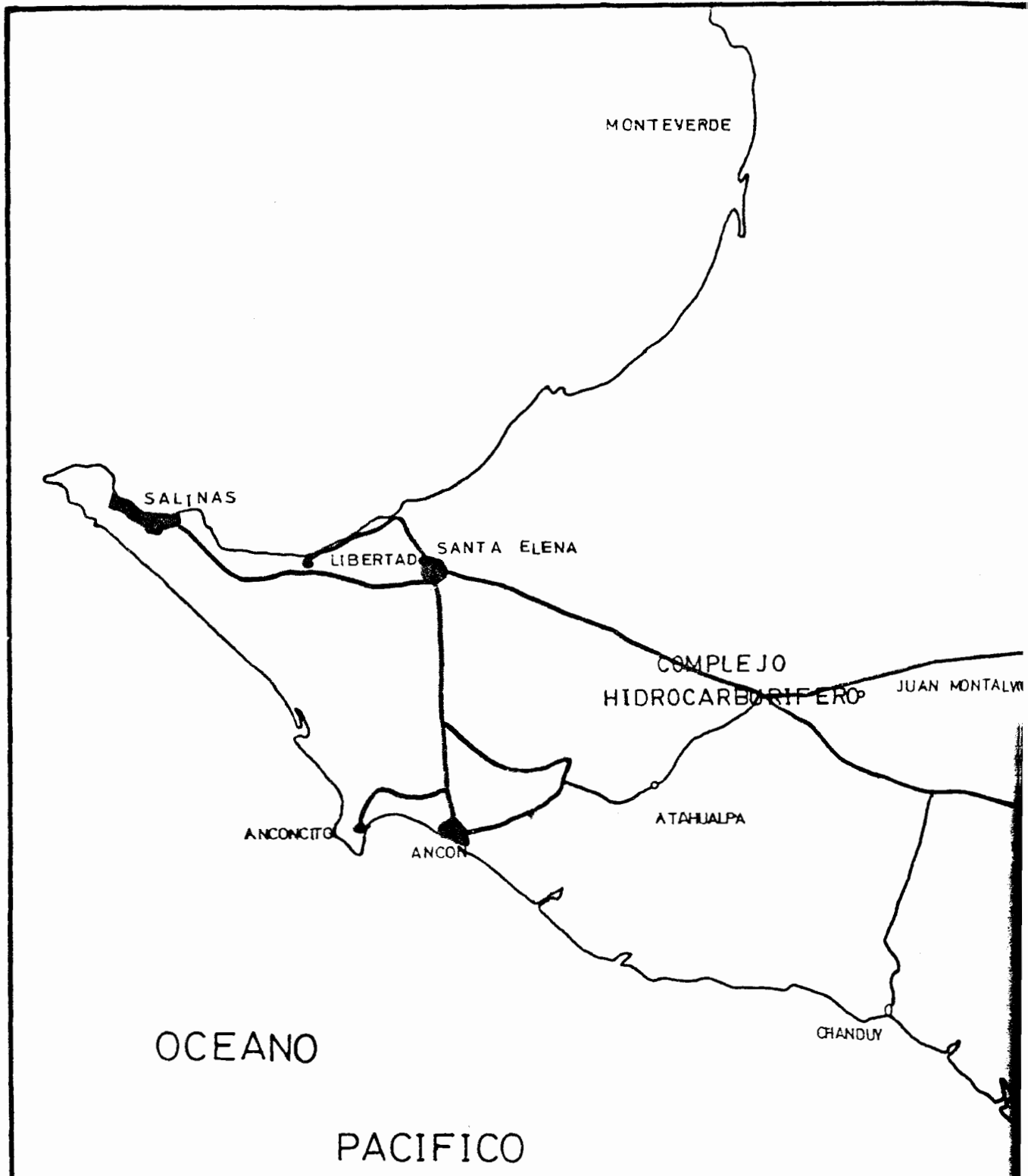
*Si los sulfitos están presentes y los resultados obtenidos del potencial redox son bajo o negativo, tres puntos serán dados para este rango.

TABLA DE HARCO CORPORATION

CLASIFICACION DE LA RESISTIVIDAD DE LOS SUELOS

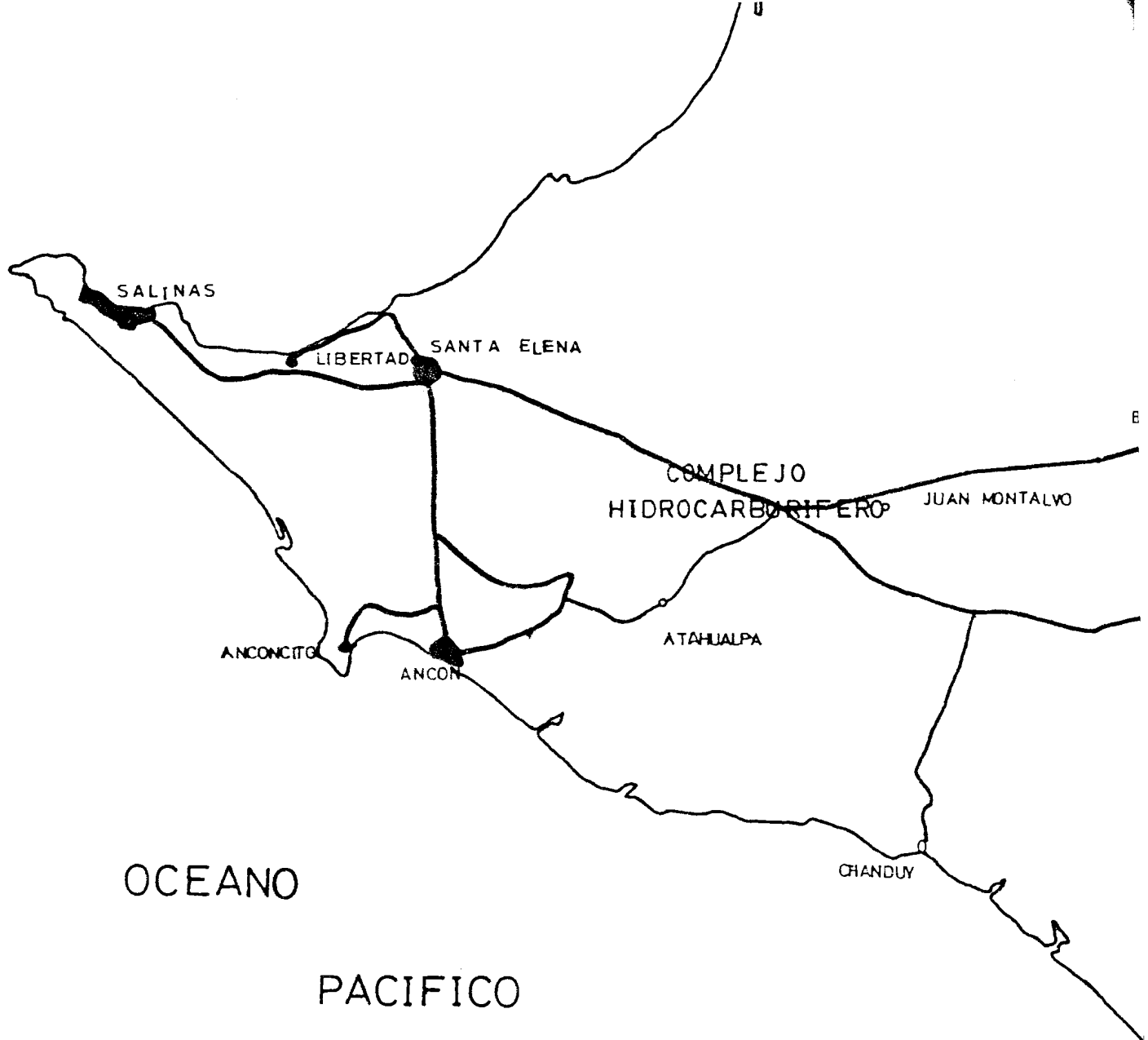
Resistividad - ohm-cm	Categoria
0 - 2000	Muy corrosivo
2000 - 5000	Corrosivo
5000 - 10000	Moderadamente corrosivo
10000 - 25000	Medianamente corrosivo
Over 25000	Progresivamente menos corrosivo

MAPAS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
TESIS DE GRADO
INGENIERIA GEOTECNICA
TEMA DE TESIS: ESTUDIO GEODELECTRICO DEL POLIDUCTO
ATAHUALPA PASCUALES

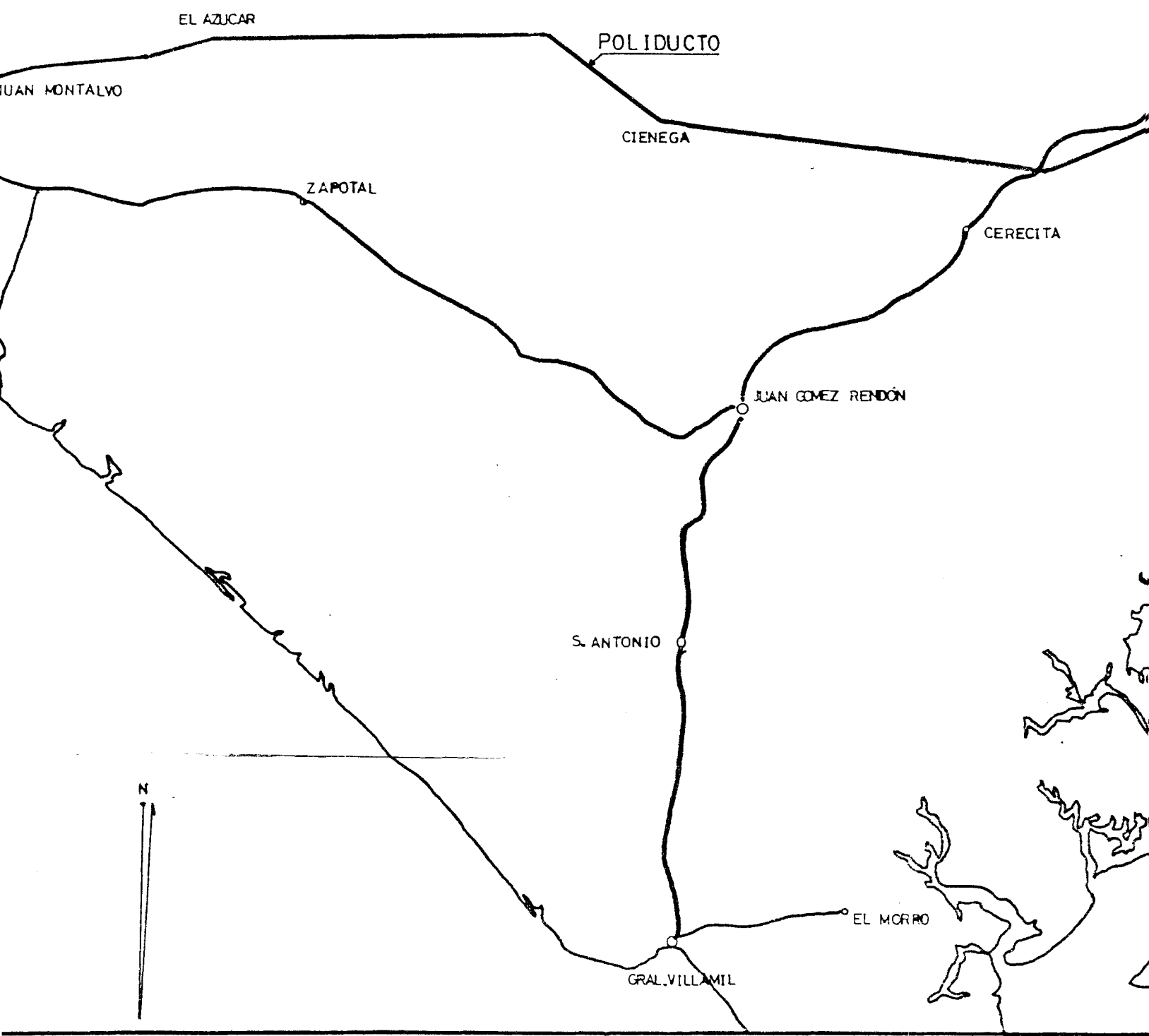
PLANO DE UBICACION
POLIDUCTO ATAHUALPA PASCUALES



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL		
TESIS DE GRADO		
INGENIERIA GEOTECNICA		
TEMA DE TESIS: ESTUDIO GEODELECTRICO DEL POLIDUCTO ATAHUALPA PASCUALES		
PLANO DE UBICACION		
POLIDUCTO ATAHUALPA-PASCUALES		
POR JACINTO A RIVERA ALLIERI	MAPA I	06-03-93









TERMINAL
PASCUALES O PASCUALES

SALITRA

GUAYAQUIL

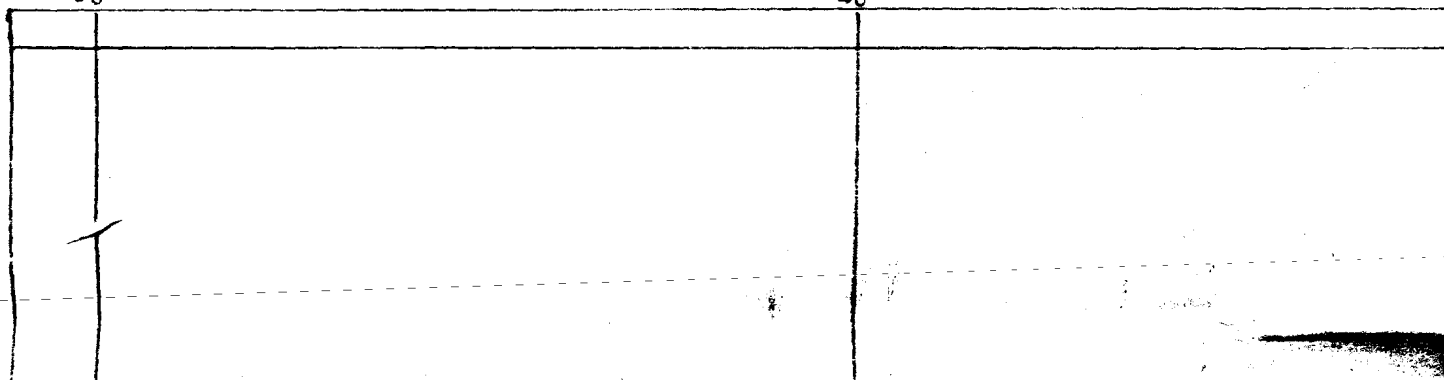
CHONGON

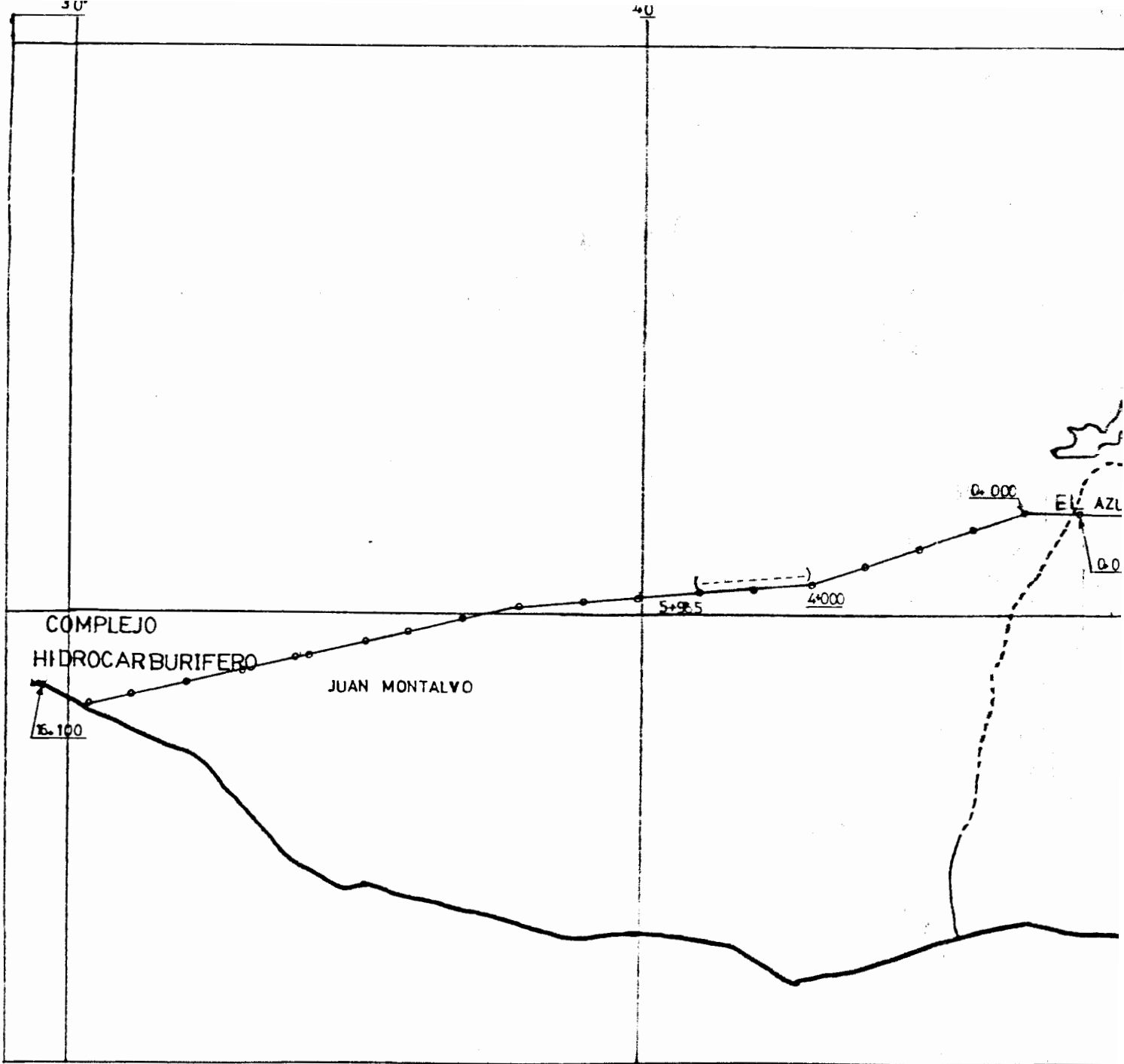


ZAPOTAL

30°

40°



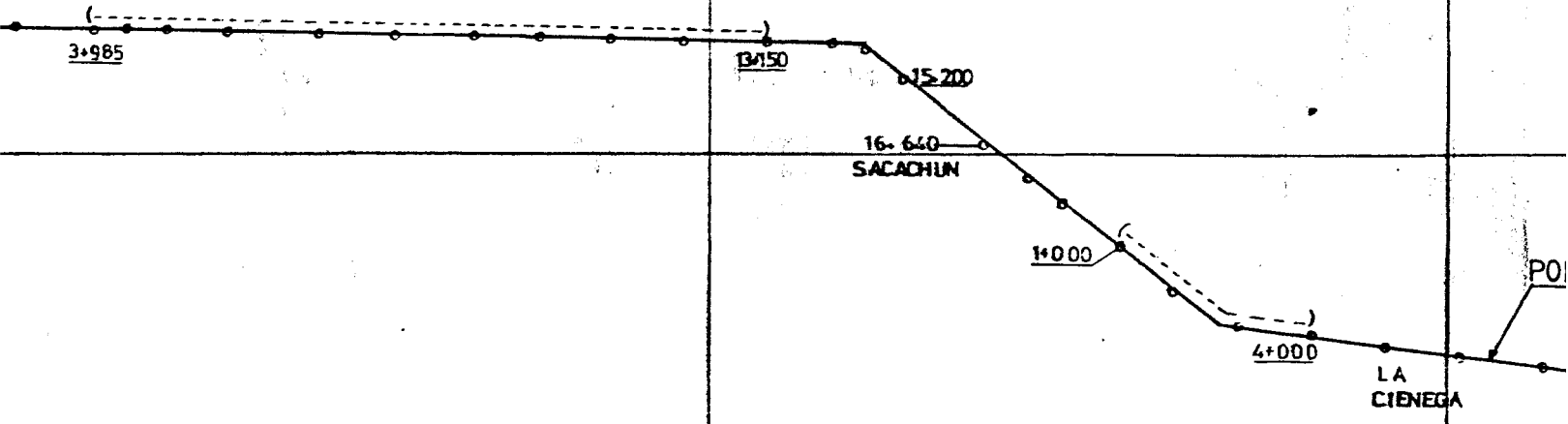


CERECITA

60°

70°

REPRESA
AZUCAR



VIA A SALINAS

CUALES
DS |

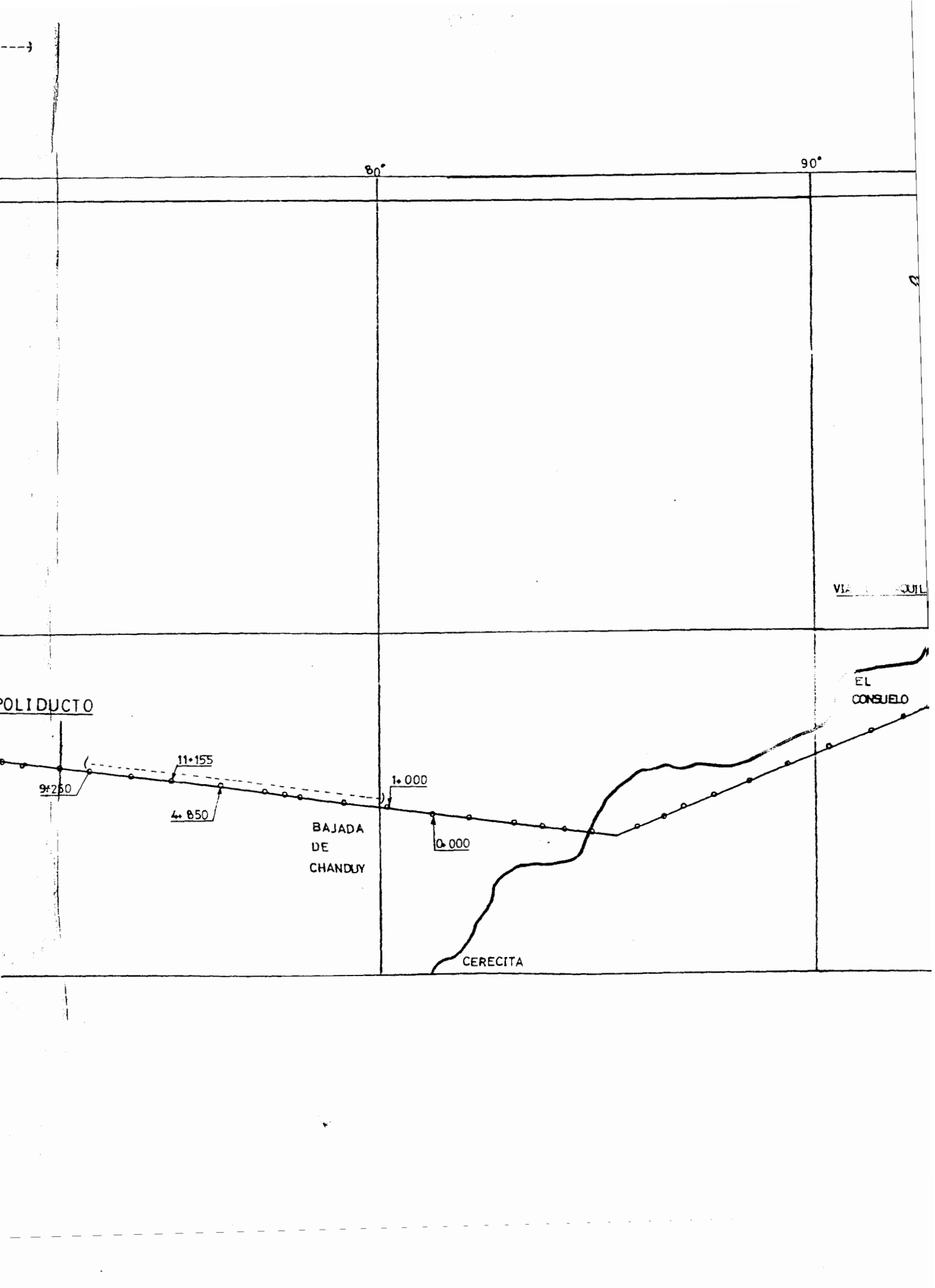
0000

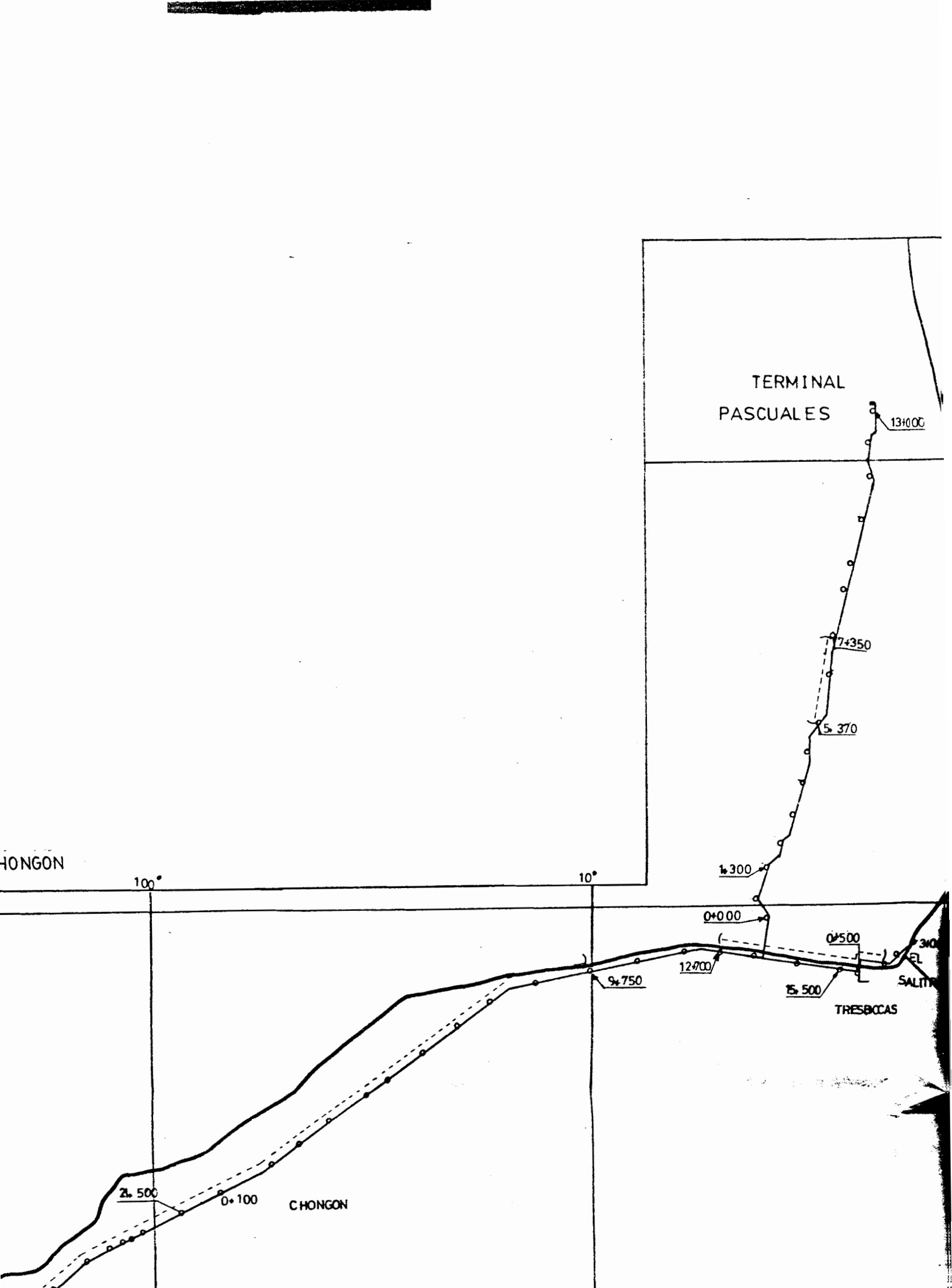
0000

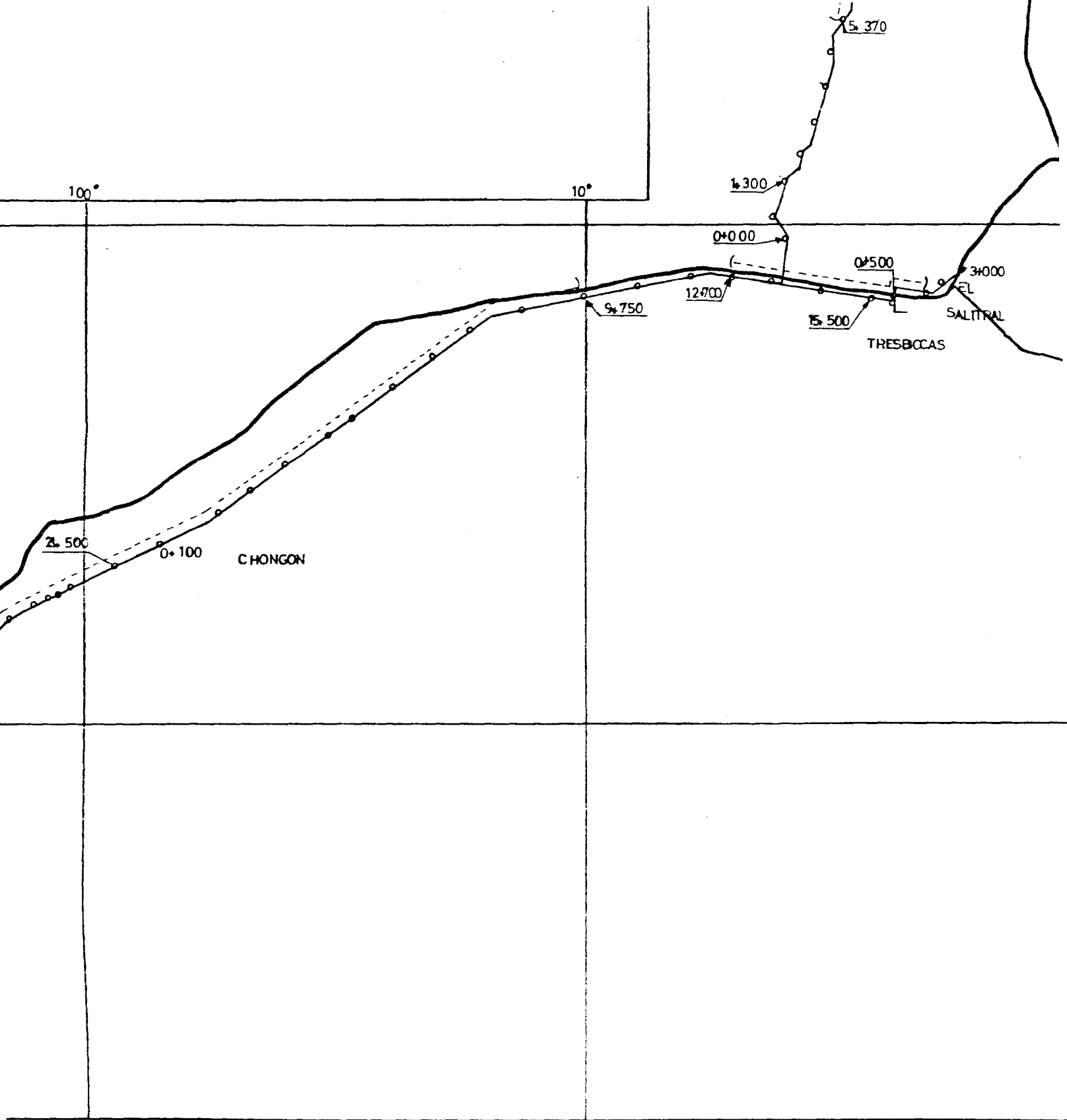
→

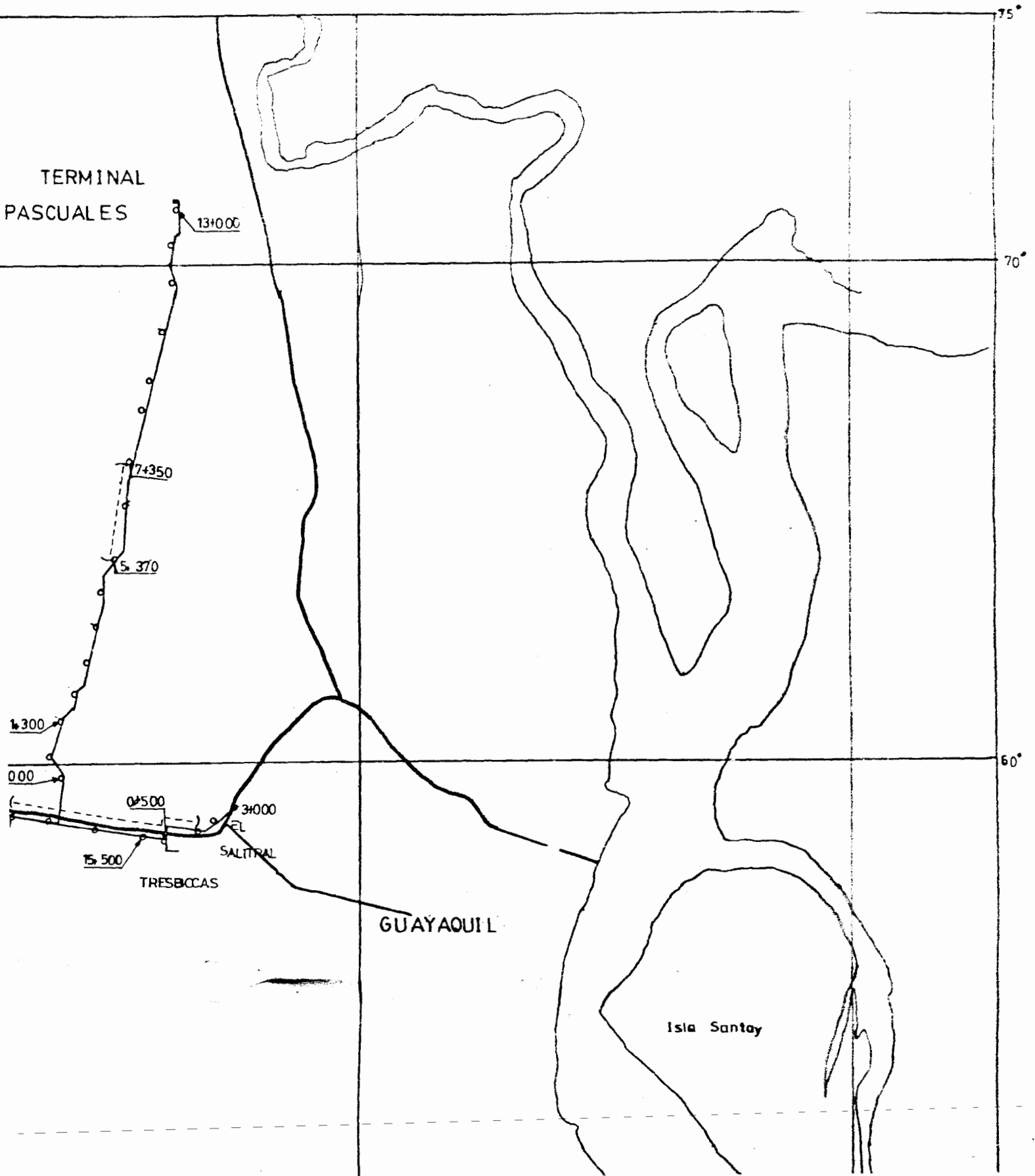
80°

90°









TERMINAL PASCUALES

131000

74350

5370

1300

000

04500

34000

15500

TRESBCCAS

EL SALITRAL

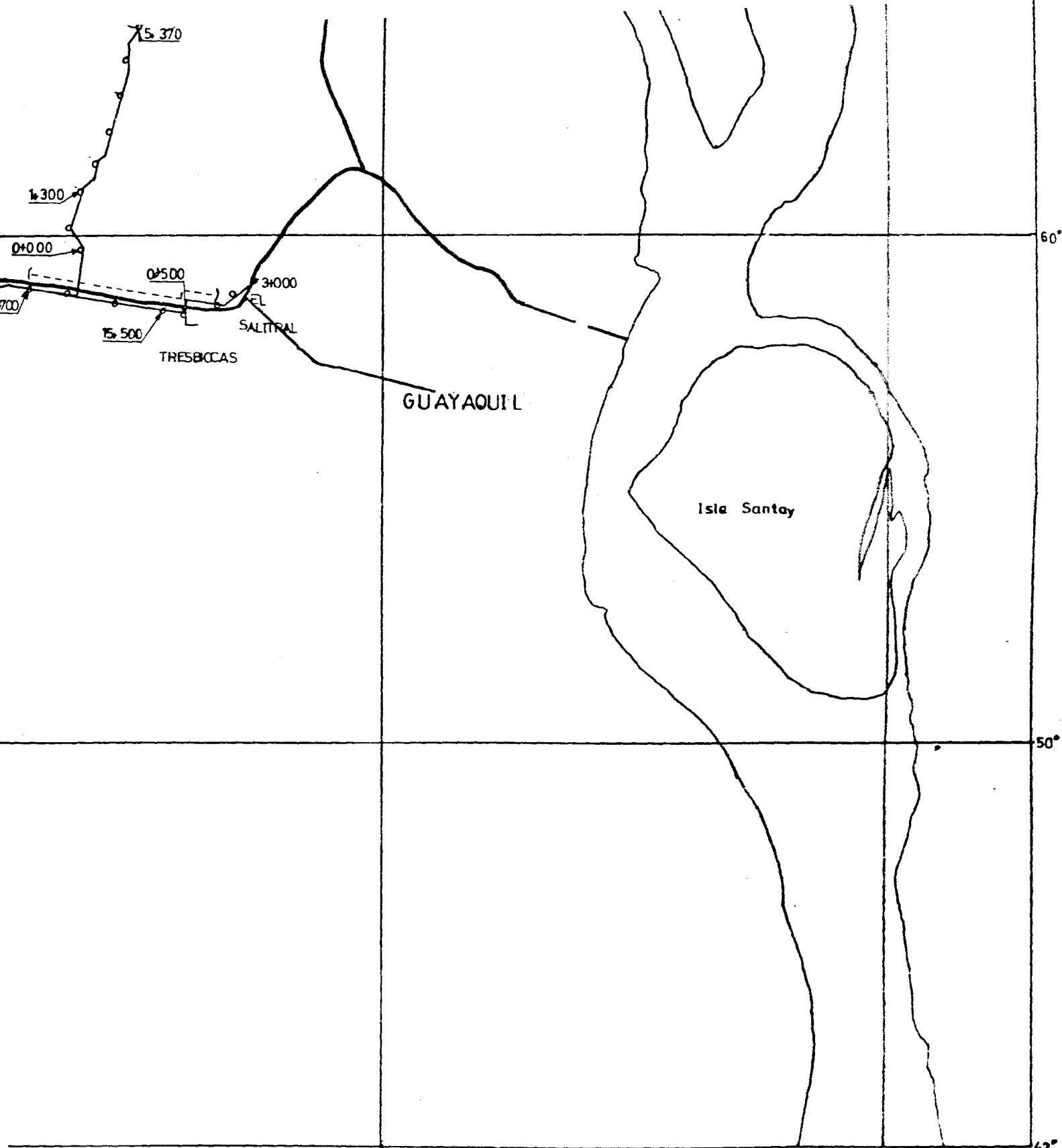
GUAYAQUIL

Isla Santay

75°

70°

60°



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO

INGENIERIA GEOTECNICA

TEMA DE TESIS Estudio Geoelectrico del
 Poliducto Atahualpa Pascuales

LOCALIZACION DE SONDEOS

Por: JACINTO A RIVERA ALLIERI

MAFA II

06 03 93

B I B L I O G R A F I A

- ABAQUES DE SONDAGE ELECTRIQUE. Compagnie Generale de Geophysique. París, Mai 1965.
- ANUAL BOOK ASTM STANDARDS. American Society for Testing and Materials. 1974.
- CATHODIC PROTECTION DIVISION. Harco Corporation. 1966
- CORROSION AND CORROSION CONTROL AN INTRODUCTION TO CORROSION SCIENCE ENGINEERING. Herbert H. Uhlig. John Wiley & Sons Inc. 1971.
- ESTUDIOS DE SELECCION DE RUTA, ESTUDIOS TOPOGRAFICOS Y DETERMINACION DE PROPIETARIOS. POLIDUCTO ATAHUALPA PASCUALES. ENCITRA. PETROECUADOR. 1984.
- FUNDAMENTALS OF CORROSION. Oxford, Pergamon. 1966.
- GEOLOGIA Y GEOGRAFIA DEL ECUADOR. Teodoro Wolf.
- LEXICO ESTRATIGRAFICO INTERNACIONAL. Bristow C. y Hoffstetter R.
- METALS HANDBOOK. American Society of Metals. 1964.
- PERFORACIONES Y SONDEOS. H. Camberfort. 1975.
- PRINCIPIOS DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA PARA INGENIEROS. D.P. Krynine - W. R. Judd. 1975.
- PROTECCION CONTRA LA CORROSION DE LOS METALES. Instituto de Pesquisas Tecnológicas del Estado de Sao Paulo. 1983.
- USE OF PIPE-TO-SOIL POTENTIAL IN ANALYZING UNDERGROUND CORROSION PROBLEMS. Husock B. Houston, Texas. 1961.