
7.- RESULTADOS PROSPECCION GEOFISICA

7.1.- SITIO LOS DIQUES

En este sitio (Fig.42) se ejecutaron 2 perfiles geoléctricos. El PR-1 constituido por 18 sondeos, de la estación 0 + 20 a 0 + 260. También se efectuó un barrido dipolo-dipolo entre las estaciones 0 + 00 y 0 + 110. En el perfil PR-2 se efectuaron 11 sondeos eléctricos. En los cuadros 10 y 11, se resumen los datos de resistividad aparente contra la profundidad $AB/2$.

7.1.1.- Perfil PR-

a. Patrón de isorresistividades. (PR-1)

La figura 43 muestra una distribución de resistividades aparentes entre 10 y 80 ohm-m presentando mayor variación lateral los primeros 15 mts. de $AB/2$. En la misma figura se nota un bloque superficial de alta resistividad entre los SEV 12 y 18, el cual podría asociársele a un paleocause o relleno por lahares o aluviones. Dos anomalías principales se notan: A1 entre los SEV4-6 que divide una variación lateral profunda posiblemente de roca sedimentaria, la cual desaparece respecto al norte. La anomalía AR2 corresponde a una sección muy conductora (10-15 ohm-m) en tal caso muy arcillosa o roca muy alterada. Dichas anomalías podrían asociársele a fallamiento local.

b. Interpretación. PR-1

Como se mencionó en el Capítulo 3 se emplearon varios métodos para la interpretación, lo cual no fue tarea fácil por las variaciones laterales de los materiales superficiales y el poco contraste físico entre arcilla-con limos y la roca sedimentaria meteorizada, debajo de flujos laháricos alterados o arcillificados.




En la figura 44 se muestra en general 3 paquetes de capas geoléctricas:

1) CAPAS SUPERFICIALES

1a.: Corresponde a resistividades entre 20-40 ohm-m y es asociada a suelos orgánicos, suelos residuales limos-arcillosos o suelos laháricos poco compactados.

1b.: Son materiales laháricos recientes con resistividades relativamente altas entre 50-100 ohm- metros correspondientes a lahares con muchos bloques de lavas en una matriz más arenosa-limosa poco arcillosa. Se presenta en la parte norte de este perfil entre los SEV 12 y 18.

UBICACION SONDEOS ELECTRICOS
 SITIO LOS DIQUES - EL GUARCO DE CARTAGO
 Fig. 42 ESCALA 1: 2000

- NOMENCLATURA**
- PI PERFIL ELECTRICO #1. = 265 m
 - P2 PERFIL ELECTRICO #2. = 280 m
 -  SONDEO ELECTRICO N° 2.
 -  CERCA DE ALAMBRE
 -  TRINCHERA N° 3
 - 0+00 P1 PUNTO ORIGEN PERFIL #1
 - 0+00 P2 PUNTO ORIGEN PERFIL #2
 - Q QUEBRADA 5L/s

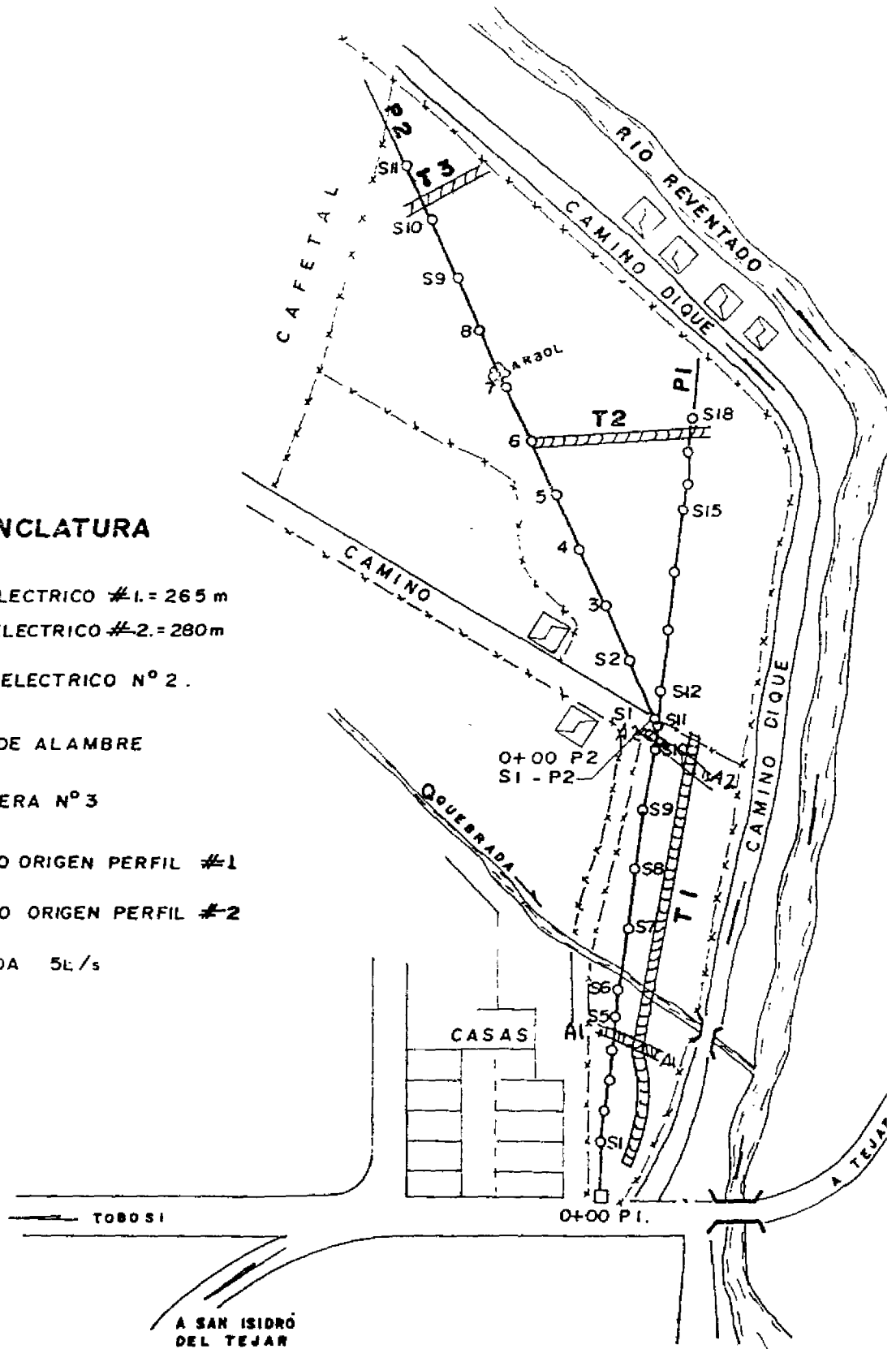
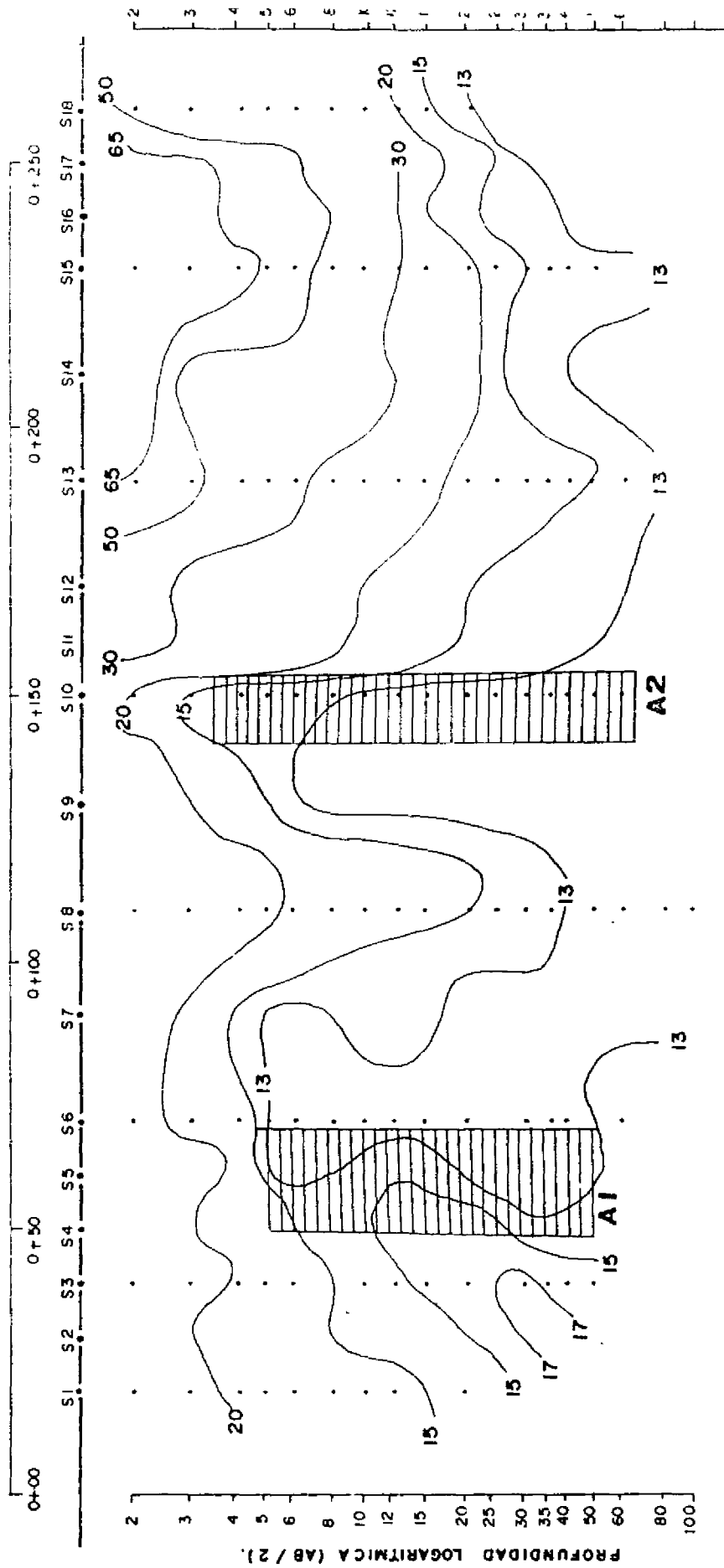


FIGURA 43 PATRON ISORRESISTIVO PERFIL # 1-LOS DIQUES
 GUARCO - CARTAGO.



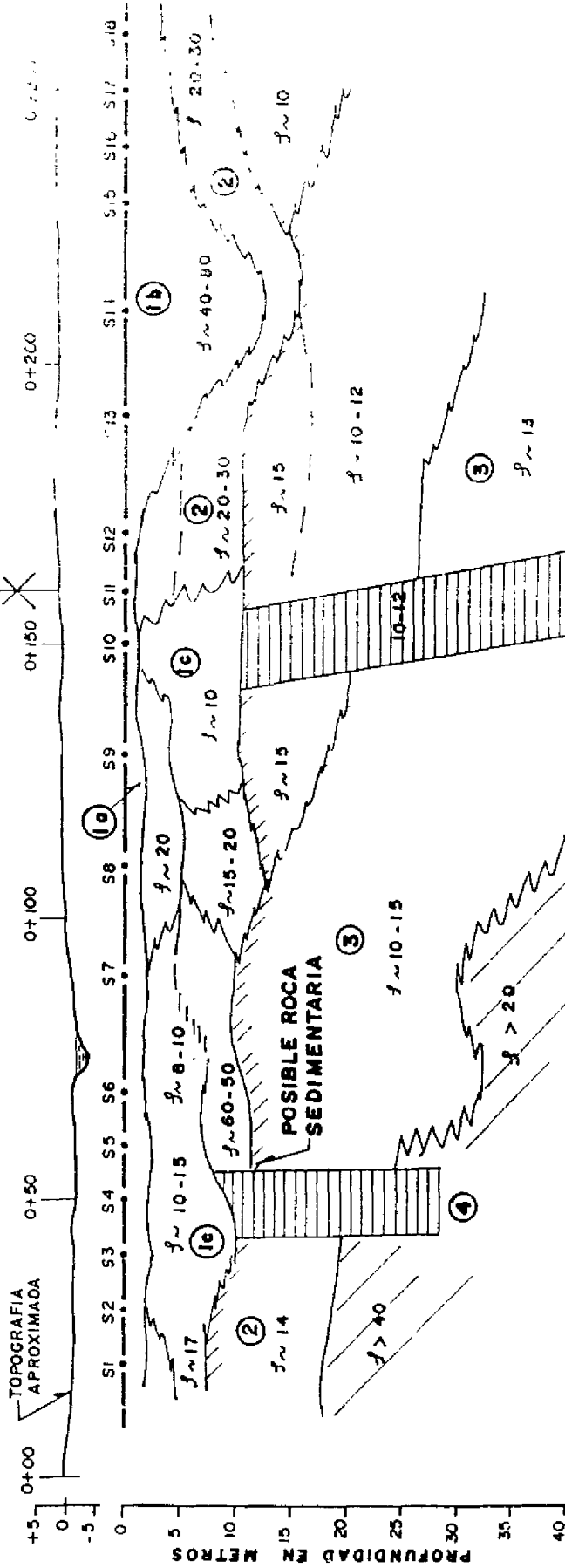
NOMENCLATURA

- SONDEO ELECTRICO # 5
- 20 LINEA ISORRESISTIVA DE 20 OHMIOS - METRO
- ANOMALIA GEOELECTRICA - POSIBLE FALLA LOCAL

**FIGURA 44 INTERPRETACION GEOELECTRICA SITIO LOS DIQUES
GUARCO DE CARTAGO.
PERFIL N° 1.**

P 15

P 2 (AZ = 340°)



NOMENCLATURA:

- ① CAPAS SUPERFICIALES
- ② SUELOS ORGANICAS Y LAHARES (BLOQUES DE LAVAS CON MATRIZ LIMO-ARCILLA. $\rho \sim 20-40$)
- ③ LAHARES CON MUCHO CONTENIDO DE BLOQUES DE LAVAS EN MATRIZ ARENOSO-LIMOSA, CON POCOA ARCILLA. $\rho > 50$
- ④ CORRESPONDE A LOS SUELOS ARCILLOSOS Y LAHARES CON POCO CONTENIDO EN BLOQUES EN MATRIZ LIMO ARCILLOSA $\rho \sim 10-20$
- ⑤ CORRESPONDEN A LAHARES MAS ANTIGUOS CONSTITUIDOS POR BLOQUES DE LAVAS EN MATRIZ LIMOSA- ARCILLOSA $\rho \sim 20-30$
- ⑥ POSIBLE NIVEL SEDIMENTARIO (ARENISCAS, ETC) $\rho \sim 10-15$
- ⑦ ROCA SEDIMENTARIA DE FONDO $\rho > 20$, $\rho > 40$.

1c: Corresponde a suelos arcillosos o lahares con mucha matriz (90%) de arcillas y limos, con resistividades entre 10-20 ohm-m. Ahora cerca de S-1, S4 y S-10 (Anomalía).

2) CAPAS INTERMEDIAS LAHARICAS

Corresponde a estratos lahéricos de resistividades entre 20-30 ohm-m. Pueden ser lahares relativamente recientes o antiguos, los cuales están constituidos por bloques de lava en matriz limo-arcillosa.

3) CAPAS INTERMEDIAS CONDUCTORAS

Se presentan con resistividades bajas entre 10-17 ohm-m y se asocian con un posible sedimentario meteorizado. Podrían ser también mantos lahéricos meteorizados o simplemente capas arcillosas. De acuerdo a la interpretación geoelectrica estas capas buzando con una componente N15°E que es la orientación del perfil, por lo tanto el contacto inferido con las posibles rocas sedimentarias de grano fino a medio es una superficie de erosión, que fue sobreyacida por flujos de avalanchas.

4) ROCA DE FONDO SEDIMENTARIA

Este contacto se hace presente en algunos de los 10 primeros SEV, con resistividades mayores a 40 ohm-m ($P > 40$), en los SEV 1 al 4 y $P > 20$ entre el S7 y S10. Dicha roca presenta cambios en profundidad, buzando al menos en la componente N15°E.

c. Anomalías.

En las capas superficiales en la figura 44, los primeros 10 mts. se presentan cambios laterales producto de varios eventos de flujos lahéricos. Con respecto a la roca sedimentaria inferida, se presentan 2 anomalías de interés, las cuales podrían ser asociadas al tectonismo local. En A1, la roca de fondo presenta una discontinuidad en las rocas sedimentarias. En A2 se presenta una capa conductora (10-12 ohm-m) casi desde la superficie hasta las rocas de fondo y a partir de este sondeo no se hace presente la roca sedimentaria de fondo lo cual, hace suponer una variación lateral de interés.

7.1.2- PERFIL PR-2

Este perfil presenta un modelo geoelectrico similar al PR-1. En la figura 45 se presenta el patrón de isorresistividades con pocas variaciones en la roca de fondo, cambios menores solamente en los eventos superficiales (10 mts.). Esto es ocasionado por los diferentes flujos lahéricos provenientes de las faldas sur del Volcán Irazú. La figura 46 muestra la interpretación geoelectrica mediante capas paralelas y no paralelas. En este perfil no se hace presente la capa de fondo sedimentaria con $P > 40$ ohm-m y que se detectó en PR-1 entre 20 y 50 mts. de profundidad, lo que hace suponer que dicha capa buza hacia el norte y que en la anomalía A2 presenta una variación lateral.

Fig. 45 RESIDENCIAL LOS DIQUES TEJAR CARTAGO .
PATRON ISORRESISTIVO f 2 VS AB / 2.

(PSEUDO - SECCION).

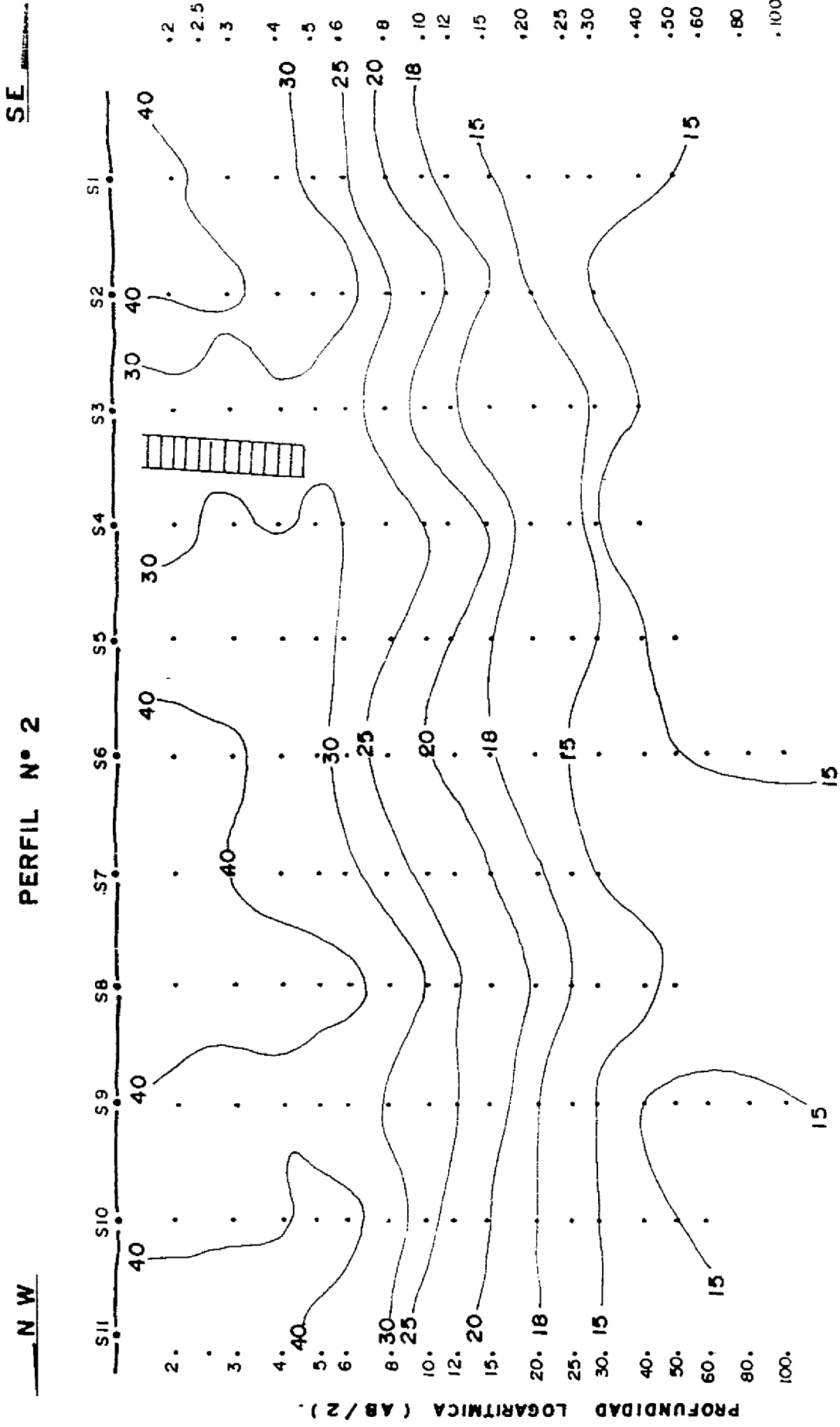
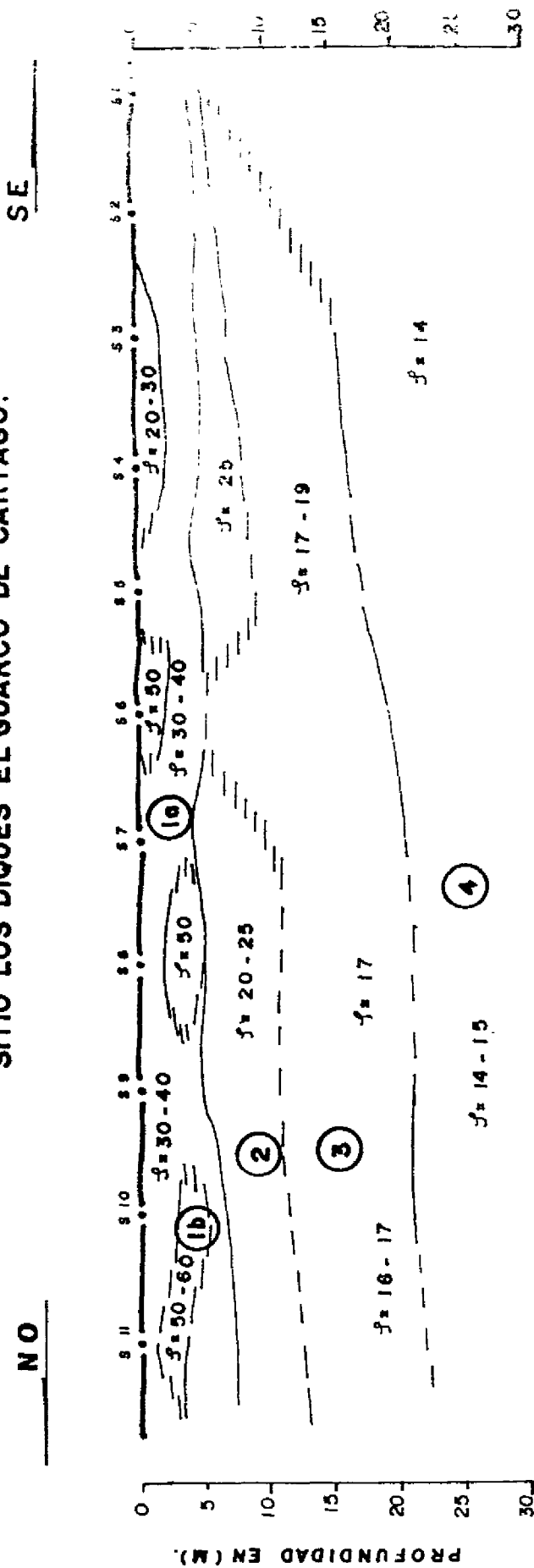


Figura 45

Fig. 46 INTERPRETACION GEOELECTRICA.
SITIO LOS DIQUES EL GUARCO DE CARTAGO.



NOMENCLATURA

- SONDEO ELECTRICO VERTICAL
- CONTACTO GEOELECTRICO
- CONTACTO INFERIDO

CAPAS GEOELECTRICAS

- 1a** $f \approx 30-40$ SUELOS RESIDUALES Y LAHARES CON BLOQUES DE LAVAS Y MATRIZ ARENA-LIMOSA.
- 1b** $f \approx 50$ LAHARES CON MAS CONTENIDO DE BLOQUES DE LAVAS Y MATRIZ ARENA-LIMOSA.
- 2** $f \approx 20-30$ PALEO-LAHAR CON MATRIZ LIMOSA - ARCILLOSA
- 3** $f \approx 15-20$ POSIBLES ROCAS SEDIMENTARIAS METEORIZADAS (ARCILLAS - LIMOS).
- 4** $f \approx 13-16$ ROCA SEDIMENTARIA

CONCLUSIONES

1- Con el método geoelectrico se detectaron 4 horizontes:

1.1 Un paquete de capas superficiales constituida por suelos orgánicos (P entre 10-20 ohm-m), material lahárico recientes con matriz limo-arcillosa poco arenosa (P 20-30 ohm-m) y flujos de lahares con muchos bloques de lavas con matriz arenosa-limosa, similar a una relleno, aluvial (gravas arenas con matriz limo-arenosa) de resistividad mayor a 50 ohm-m.

1.2. Un material lahárico más antiguo y más profundo entre 5 y 15 metros de poco espesor (mts.) y de resistividad de 20-30 ohm-m, el cual se nota más homogéneo en PR-2, en tanto en el PR-1 se presenta poco frecuente, por ser una sección más accidentada.

1.3. Capa conductora de 10-17 ohm-m se interpreta como el límite superior de un sedimentario meteorizado o bien una capa arcillosa. Se le asocia una velocidad compresional entre 1.8 y 2.2 Km/S, para un módulo de Poisson entre 0.35 y 0.40. Su contacto superior se interpreta como una superficie de erosión.

1.4 Corresponde a roca de fondo (P > 40 y P > 20) de este estudio, no se detectó en toda la sección y se presenta, con dos variaciones laterales definidas por las anomalías A1 y A2 lo que hace suponer que buza con una componente al norte. Por ser roca sedimentaria (Formación San Miguel (?)) se le puede estimar una velocidad compresional de 2.4 a 2.6 Km/s con un módulo de Poisson de 0.3 para la parte no meteorizada.

7.2.- SITIO DUARCO-SUERRE

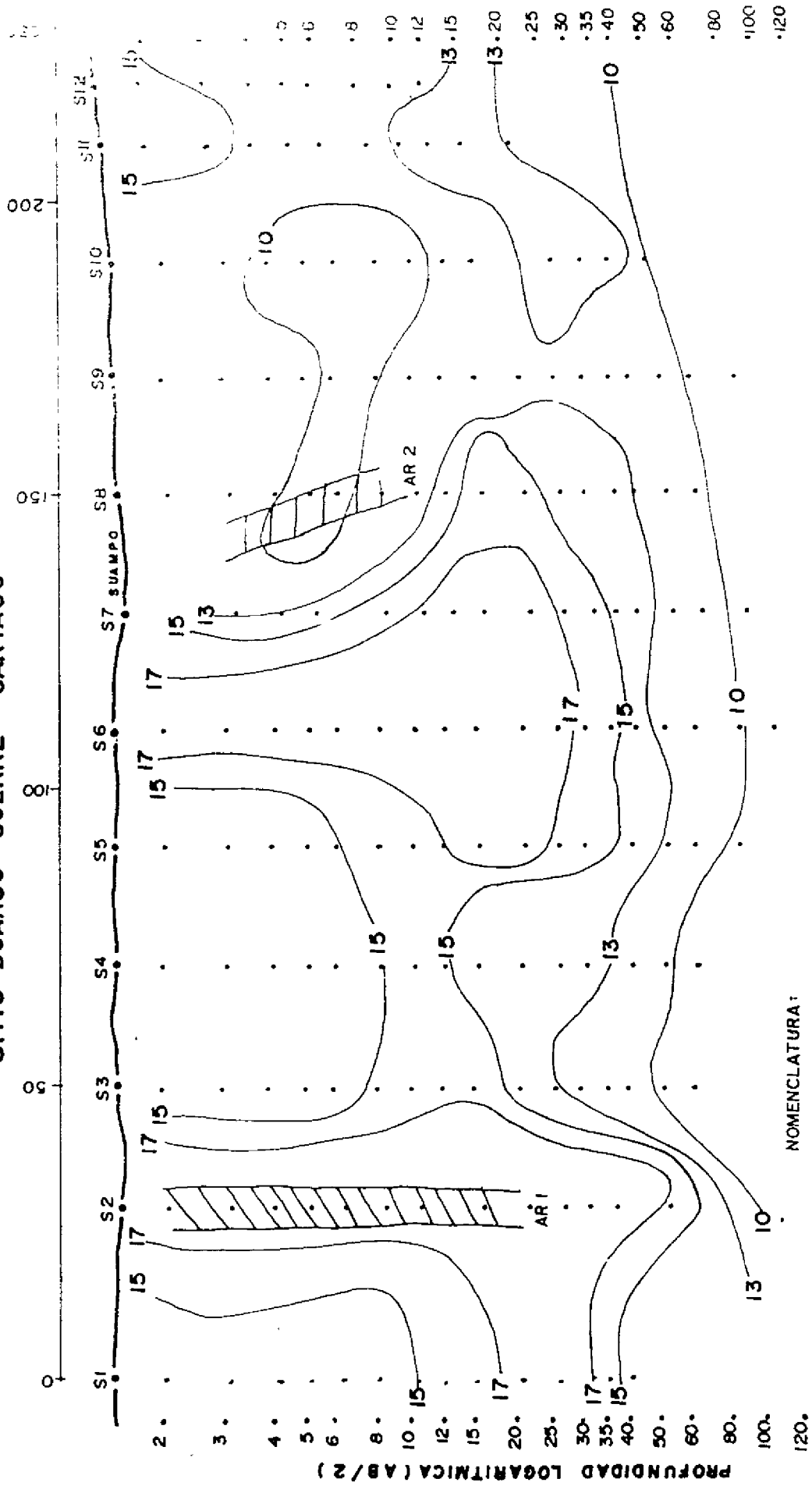
7.2.1- Geoelectrica

En el sitio de Duarco-Suerre se investigó desde el río Agua Caliente hasta el Escarpe Norte, para un total de 280 mts. de longitud (Fig.47). En eléctrica se realizaron 11 SEV para cubrir un barrido de 230 mts. El tipo de SEV fue mediante el método Schlumberger con aberturas AB/2 máximas de 120 mts.

7.2.2- PATRONES RESISTIVOS.

En la figura 48 se muestra la variación de la resistividad aparente (pa) versus la separación AB/2. Se nota por lo general una distribución de resistividades bajas entre 10 y 20 ohmios-m. Se resalta mucha variación lateral de las capas superficiales, con una línea de fondo de 10 ohm-m poco variable. En las capas superficiales se nota una anomalía fuerte, bajo el S2 y otra anomalía menos fuerte entre los sondeos S7 y S8. Tales anomalías podrían ser correlacionadas con movimientos tectónicos locales.

Fig. 48 PATRONES DE ISORRESISTIVIDAD
RESISTIVIDAD APARENTE ρ_g VS AB / 2.
SITIO DUARCO - SUERRE CARTAGO



NOMENCLATURA:

- SONDEO ELECTRICO N° 3
- LINEA ISORRESISTIVA DE 15 ohm-m
- ANOMLIA RESISTIVA N° 1

ESCALA 6.25 / DEC.

7.2.3- INTERPRETACION GEOELECTRICA

En la figura 49 se presenta la interpretación de los 12 sondeos eléctricos. Como rasgo principal es notoria la variación lateral de las capas superficiales entre 10 y 15 mts. de profundidad respecto a la superficie, en tanto es notorio la continuidad de las capas más profundas de bajas resistividades (de 7 a 15 Ohm-m), asociadas a rocas sedimentarias. Se describen los posibles materiales, asociadas a las capas geoelectricas.

1. CAPA SUPERFICIAL

Presenta resistividades variables entre 10 y 40 ohm-m. Los suelos negros y rellenos sueltos dan valores de 30 a 50 ohm-m (ver SEV 7 al II). Los suelos o capas superficiales producto de avalanchas varían entre 20 y 30 ohm-m. En algunos casos cuando existen muchos bloques con matriz limo arenosa su resistividad pasa los 60 ohm-m.

2. CAPA LAHARICA

Esta capa se caracteriza por valores entre 20-40 ohm-m, correspondiente a bloques de lavas en una matriz de Limo-arcillosas con poca arena. De acuerdo la relación de bloques y matriz (%) depende la variedad de facies que se detectan por resistividad eléctrica. Debajo de las SEV 1,7,8,10, y 11 se presentan resistividades mayores a 50 ohm-m y se le asocia a un lahar con matriz poco arcillosa y con gran cantidad de bloques de lava. También pertenece a este grupo de materiales un "Paleo-lahar" que altera en el Río Agua Caliente, el cual, esta soldado por una matriz más limosa-arcillosa que arenosa.

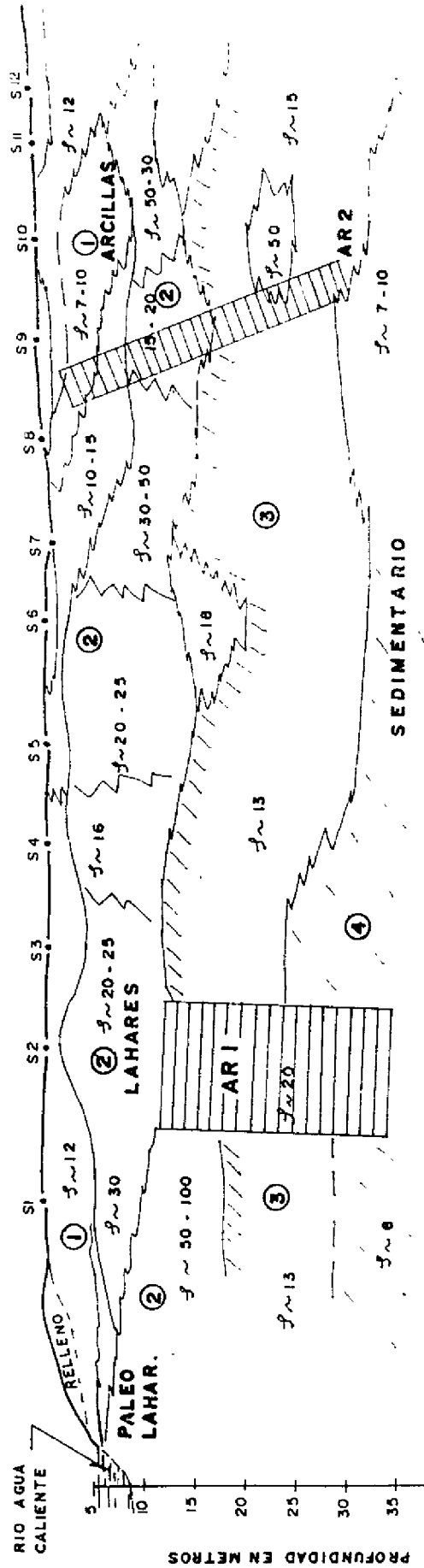
3. CAPA CONDUCTORA

Se presenta con resistividades bajas, menores a 15 ohm-m, por lo cual se le puede asociar a un sedimentario meteorizado o poco meteorizado, preferencialmente de grano fino. También podría ser una capa conductora arcillosa, sin embargo por los resultados de las ondas sísmicas (V_p 2.4 Km/s) se le asocia a un sedimentario buzando aparentemente en la componente norte del perfil. Esta capa en la parte superior debe interpretarse como una superficie de erosión, la cual ha sido sobreyacida por una serie de eventos laháricos calientes y fríos (capas 2 y 1).

4. ROCAS SEDIMENTARIAS DE FONDO

Este extracto geoelectrico se presenta con resistividades menores a 10 ohm-m, el cual se le puede asociar con sedimentos de grano fino, por los valores bajos de resistividades. Se presenta con un ligero buzamiento al norte y cortado o fallado según lo indican las anomalías AR1 y AR2.

FIGURA 49 INTERPRETACION GEOELECTRICA DE SONDEOS
 METODO SCHLUMBERGER SITIO DUARCO-SUARRE
 CARTAGO



NOMENCLATURA.

- 1 CAPAS SUPERFICIALES SUELOS - ARCILLA Y LAHARES $f \sim 10 - 40$
- 2 LAHARES ARCILLAS $f \sim 20 - 50$.
- 3 POSIBLE SEDIMENTARIO O MANTO ARCILLOSO $f \sim 12 - 16$
- 4 SEDIMENTARIO DE FONDO $f \sim 5 - 10$

ARI. ANOMALIA PRINCIPAL

7.2.4- REFRACCION SISMICA

El mismo perfil topográfica auscultados con la geoelectrica fue prospectado mediante refracción sísmica. En la figura No. 50 se tienen las DROMOCRONICAS, de las ondas compresionales y algunas ondas de cizallamiento, además los resultados o curvas SUMA-RESTA y por último la interpretación de la misma, resumido en 4 estratos principales.

1. CAPA DE SUELO

Se caracteriza por velocidades compresionales (V_p entre 0.2 y 0.7 km/s) y se le asocia a los primeros metros (2-4) de los suelos sueltos, arenosos y también algunas capas superficiales de lahares.

2 LAHARES

Un conjunto de estratos que incluyen suelos arcillosos, residuales poco saturados y saturados, lahares recientes todos en conjunto se expresan por un estrato entre 4 y 8 metros, con velocidades medias. entre 0.8 y 1.5 Km/s, dependiendo del grado de saturación. En general el nivel freático se encuentra en esta capa y en algunas partes (S6 -S7) aflora, con expresiones superficiales FANGOSAS y/o pequeñas nacientes de agua. En el tramo donde se midió la onda de cizalle dió valores entre 0.5 y 0.6 Km/s para módulos de Poisson entre 0.36 y 0.40. Estos valores caracterizan a este material de regulares a malas condiciones físico-mecánicas.

3. PALEO-LAHAR

Corresponde a una capa Lahárica antigua soldada, que aflora en el rio Agua Caliente y que presenta ondas compresionales entre 1.5 a 1.8 Km/s, dependiendo de su estado mecánico. Su espesor es delgado y en algunos tramos fue inferido (del S3 al S9).

4. CAPA SISMICA DE FONDO

Corresponde a un posible sedimentario con velocidades entre 2.0 a 2.5 Km/s. Se presenta con $V_p = 2.5$ Km/s en el tramo sur entre los S1 y S2, de 2.2 Km/s entre S3 al S8 y por último de $V_p = 2.0$ Km/s de S9 al S12, Todos estos tramos están divididos por anomalías sísmicas AS1, AS2, AS3, y AS4. De estas anomalías la más importante es AS1, la cual representa un tramo meteorizado con V_p entre 1.6 a 1.8 Km/s que puede asociarse a una falla local.

En la explosión No. 7 (E - 7) se logró medir la onda de cizalle $V_s = 1.2$ Km/s, dando un módulo de Poisson de 0.31, catalogándose como una roca aceptable de regular a buena condición física. Esta roca tiene un espesor indefinido y se encuentra a profundidades entre 8 a 15 mts.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los perfiles geofísicos se tienen en forma general 5 estratos.

1. Suelos: Capa superficial con suelos orgánicos arcillosos y lahariosos. Resistividades entre 20-50 ohm-m y $V_p = 0.3-0.7$ Km/s espesores máx. entre 1-2 m.

2. Lahares recientes

Con resistividades entre 20-40 ohm-m y $V_p 0.8-1.5$ Km/s espesores entre 9 y 8 m.

3. Paleo-lahares

Caracterizados por resistividades entre 20-30 ohm-m, con fases de 40-60 ohm-m y espesores de 2 a 5mts. Su velocidad sísmica V_p está entre 1.5 a 1.8 Km/s para un Poisson de 0.35 a 0.40.

4. Sedimentario Somero

Detectado por sísmica y eléctrica aproximadamente con velocidades V_p entre 2.0 y 2.5 Km/s para un Poisson medio de 0.31. Se conductividad eléctrica se caracteriza entre 10 y 15 ohm-m. Esta capa se interrumpe por 2 anomalías eléctricas AR1 Y AR2 y cuatro anomalías sísmicas (AS1, AS2, AS3 y AS4). Las anomalías AR1 = AS1 y AR2 = AS3 pueden correlacionarse con fallas locales, principalmente AS1.

7.2.5- ROCA SEDIMENTARIA DE FONDO

Detectada en su mayoría por geoelectrica con resistividades bajas (5-10 ohm-m). Por sísmica solamente en algunos tramos (E6 y E7). Su contacto superior es irregular con un ligero buzamiento al norte y cortado por las anomalías AR1 y AR2.

Respecto a la anomalía AR2 = AS3 puede asociarse a una falla local. Además de los mantos superficiales arcillosos, detectados por eléctrica, se observan algunas afloramientos de agua que podrían asociarse a un fracturamiento muy local.

8.- INTERPRETACION NEOTECTONICA

El levantamiento geológico realizado en las trincheras de Duarco-Suerre (T-C 1,2,3) define una serie de fallas y fracturas y posiblemente pliegues (flexuras) que afectan las diversas capas recientes (lahares y tobas alteradas). Igualmente la observación directa de afloramientos en el cauce del río Agua Caliente y en la quebrada que se localiza en la parte central de la finca, muestra fracturas cortando el lahar soldado. Las fracturas y fallas definidas en las trincheras al igual que en afloramiento indican que la zona de fracturación es ancha (al menos de 300 metros) y que se debe asociar al efecto combinado de las dos fallas principales a saber, Valle de Coris y Norte de Valle de Coris, que con rumbo WNW atraviezan el proyecto propuesto. Igualmente evidencia geomorfológica y fotogeológica señalan que al pie de un escarpe que mira al sur y que tiene un salto de aproximadamente 10 metros, se ubica la traza principal de la falla Norte de Valle de Coris, pero esta es parte de un sistema que ha originado una zona de deformación compresiva (fallas inversas secundarias asociadas a falla de desplazamiento de rumbo principal) que se extiende al menos 150 metros al norte desde el pie del escarpe. Lomas con un eje longitudinal WNW, con este ancho definen la zona de deformación tectónica principal. Por lo anterior la zona de fracturación, fallamiento y plegamiento, se extiende en superficie por una zona de un ancho de 450 metros al norte de la traza de la falla Valle de Coris, que en este sector corre casi paralela al río Agua Caliente (Fig. 51 a y b).

Las diferentes evidencias permiten redefinir la traza de la falla Norte del Valle de Coris (Fig. 52). Se propone que esta falla tiene una traza superficial aproximadamente paralela a la falla Valle de Coris, al sur del Valle de Cartago. Lo anterior hasta cerca de la falla Agua Caliente donde ambas se unen con esta última.

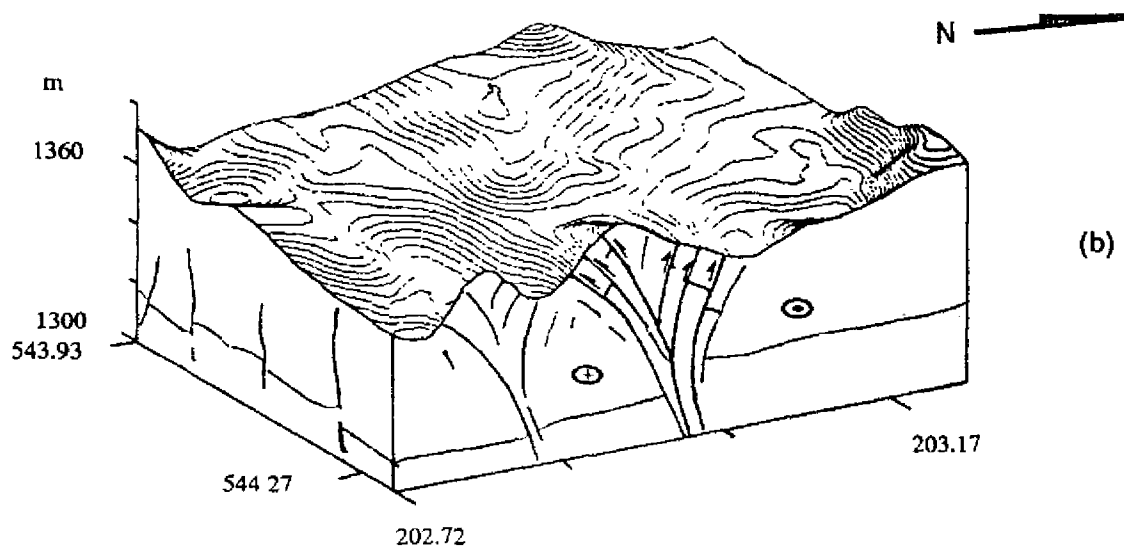
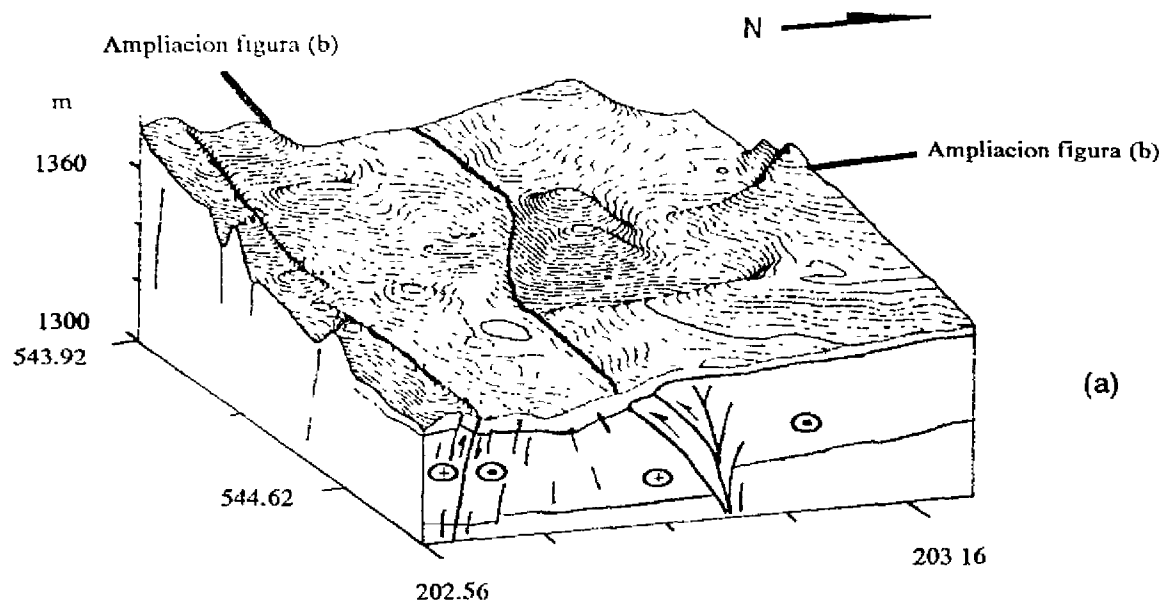


Fig. 51 a y b: Modelo neotectónico Proyecto DUARCO-SUERRE

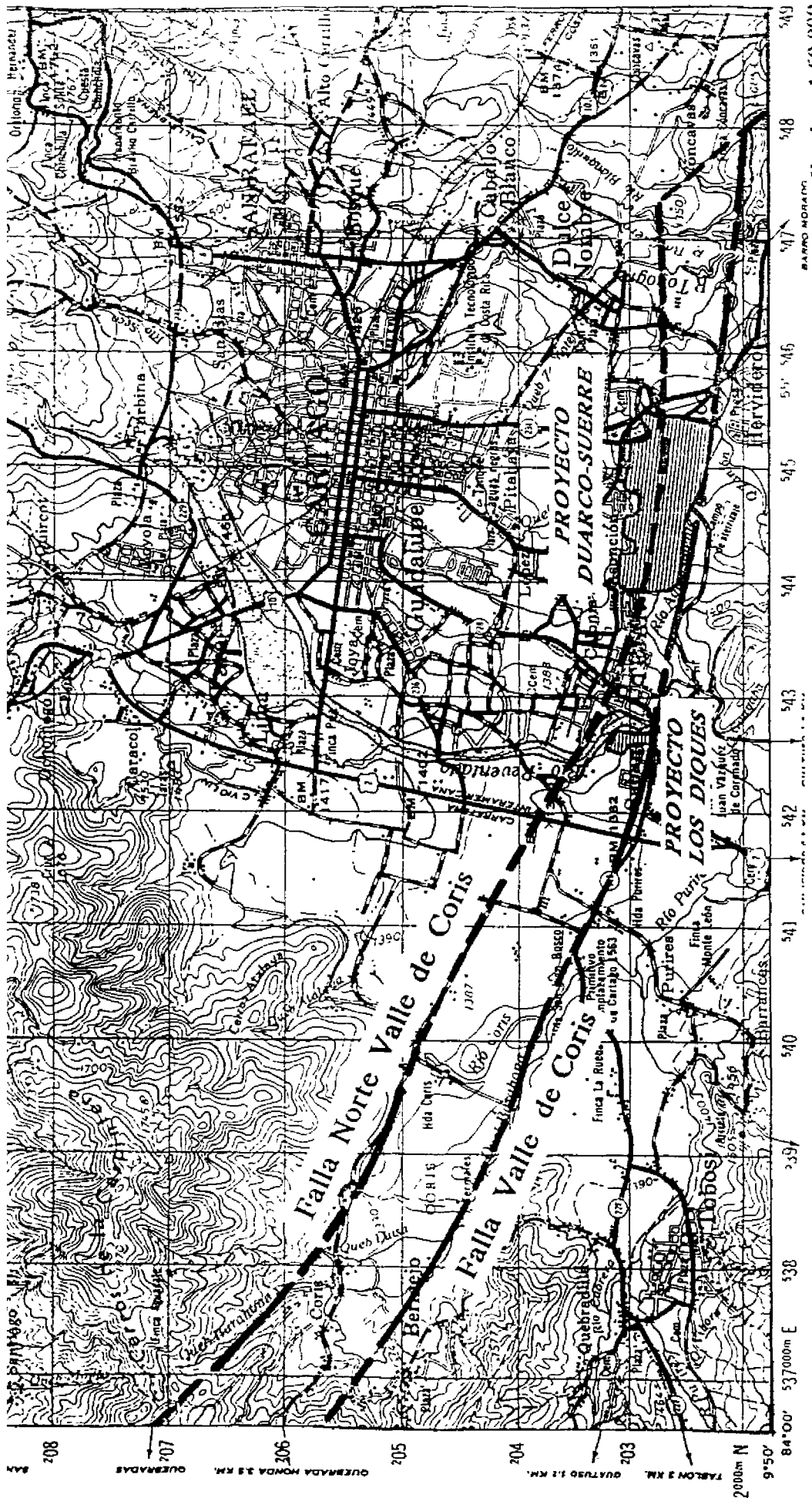


Fig 52: Reubicación de las Fallas Valle de Coris y Norte de Valle de Coris

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación presentamos las conclusiones y recomendaciones que deben ser consideradas en el objeto de disminuir al mínimo las posibles pérdidas materiales o humanas que puedan presentarse por causa de la actividad sísmica futura. También se hacen conclusiones respecto al problema de las avalanchas de lodo y del comportamiento físico y mecánico del suelo, así como de su capacidad soportante. Las conclusiones y recomendaciones las realizaremos dividiéndolas respecto a cada uno de los proyectos.

9.1.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES NEOTECTONICAS Y SISMICAS RELATIVAS AL PROYECTO LOS DIQUES.

1.- Los depósitos de suelo presentes dentro del proyecto Los Diques, no muestran evidencia de estar afectados por la falla Valle de Coris, según ubicación dada en el proyecto MIRVYS. Tampoco se ha determinado la existencia de deformación secundaria asociada a la actividad de la misma falla. Esta conclusión se emite con base en el análisis geológico de la trinchera T-N1, realizada al sur del proyecto (Figs 6, 7 y 8). Los estudios de resistividad eléctrica muestran una ligera discontinuidad al nivel del basamento local, sin embargo, la misma no se continúa en los depósitos superiores. En cualquier caso esta es una zona reservada para áreas verdes.

2.- Los depósitos de suelo observados en la trinchera T-N2 del proyecto Los Diques, no muestran deformación reciente que se pueda asociar al lineamiento Lobo. Los estudios de resistividad eléctrica corroboran esta conclusión.

3.- Los depósitos de suelo determinados en las trincheras T-N2 y T-N3, localizados al norte del proyecto Nobel, no definen ningún tipo de estructura o deformación tectónica reciente que se pueda asociar al lineamiento Norte del Valle de Coris, tal como se muestra en el mapa de LISFARI del proyecto MIRVYS. La interpretación de la resistividad también está de acuerdo con esta conclusión.

4.- Intensidades máximas MM hasta de VIII grados pueden presentarse en la zona del proyecto Los Diques, como resultado de la ocurrencia de sismos de magnitud intermedia ($5.0 \leq M \leq 6.5$), como los ocurridos en el pasado (terremotos de 1841 y 1910). Aunque el período de retorno de estos sismos no está, desde el punto de vista estadístico debidamente restringido, la sismicidad histórica sugiere que eventos destructivos de intensidad MM VIII, pueden ocurrir cada 70 a 80 años. Considerando la fecha del último evento significativo ocurrido en esta zona, existiría la posibilidad de que un sismo destructivo se pueda presentar durante la vida útil de las obras civiles a realizar. Por consiguiente, las construcciones deberán realizarse siguiendo estrictamente las normas establecidas en el código sísmico actualmente vigente.

9.2- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GEOTECNICAS SOBRE EL PROYECTO LOS DIQUES.

1- En el sector cercano a la trinchera T-N1A se han encontrado materiales que se clasifican como arenas gravosas, bien gradadas, con pocos finos y que no presentan plasticidad. Por su parte, en la trinchera T-N1B se han identificado arenas limosas y arenas arcillosas con plasticidades de intermedias a altas. En las restantes trincheras la presencia de finos se torna cada vez más importante, llegando a ser el principal aspecto a considerar a la hora de determinar los parámetros de resistencia al corte de los suelos.

2- Los materiales de la trinchera T-N1A se encuentran en un estado bastante suelto y que podrían ocasionar problemas de asentamientos diferenciales en caso de sollicitaciones dinámicas. En este sentido, se recomienda que este sector sea conservado como zona verde o parque recreativo.

3- La posibilidad de generación del fenómeno de licuefacción durante sismos, se ha descartado para los materiales encontrados en todas trincheras, ya que su gradación y su contenido de gravas y limos es suficiente para que no reaccionen desfavorablemente. Sin embargo, en el sector cercano a la trinchera T-N2 y posiblemente bajo los diques, es probable la generación del fenómeno en caso de un sismo que produzca intensidades de VII en la escala de Mercalli modificada.

4- Los materiales de las trincheras T-N1A y T-N1B cuentan con un comportamiento mecánico bastante similar, típico de suelos granulares normalmente consolidados. Las trincheras T-N2 y T-N3 presentan un comportamiento característico de suelos cohesivos normalmente consolidados.

5- Las capacidades de soporte de los suelos se han calculado en función de la profundidad de cimentación y el ancho de la zapata. El gráfico de la figura 34 debe ser utilizado para el correcto diseño de las cimentaciones, utilizando fundaciones corridas o sobre lozas, para así salvar la presencia ocasional de algunos lentes de materiales con propiedades mecánicas desfavorables.

6- Asimismo, se recomienda realizar un estudio de auscultación del estado actual del dique que protege la margen derecha del río Reventado, con el objetivo de emprender medidas de refuerzo en caso necesario.

7- Es conveniente también, realizar un análisis probabilístico de avenidas extremas para el río Reventado, en el sentido de establecer el período de retorno de las avenidas que podrían superar los diques y así emprender las obras de corrección de cauce y protección de márgenes necesarias, lo anterior debido a que las trincheras sur, este y norte (T-N:1,2,3) definen una capa arenosa superior que recubre un paleosuelo. Sobre esta capa no se ha desarrollado un nuevo suelo. La capa es sumamente fresca, poco compacta y poco alterada lo cual demuestra su muy reciente depositación. Se considera que la misma posiblemente se depositó durante inundaciones similares a la de 1964.

9.3- CONCLUSION PRINCIPAL PROYECTO LOS DIQUES

Pese a que el Proyecto Los Diques está rodeado de dos fracturas importantes, no existe peligro de ruptura de falla ni problemas desde el punto de vista geotécnico para la realización del proyecto habitacional Los Diques.

9.4- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES NEOTECTONICAS Y SISMICAS RELATIVAS AL PROYECTO DUARCO-SUERRE.

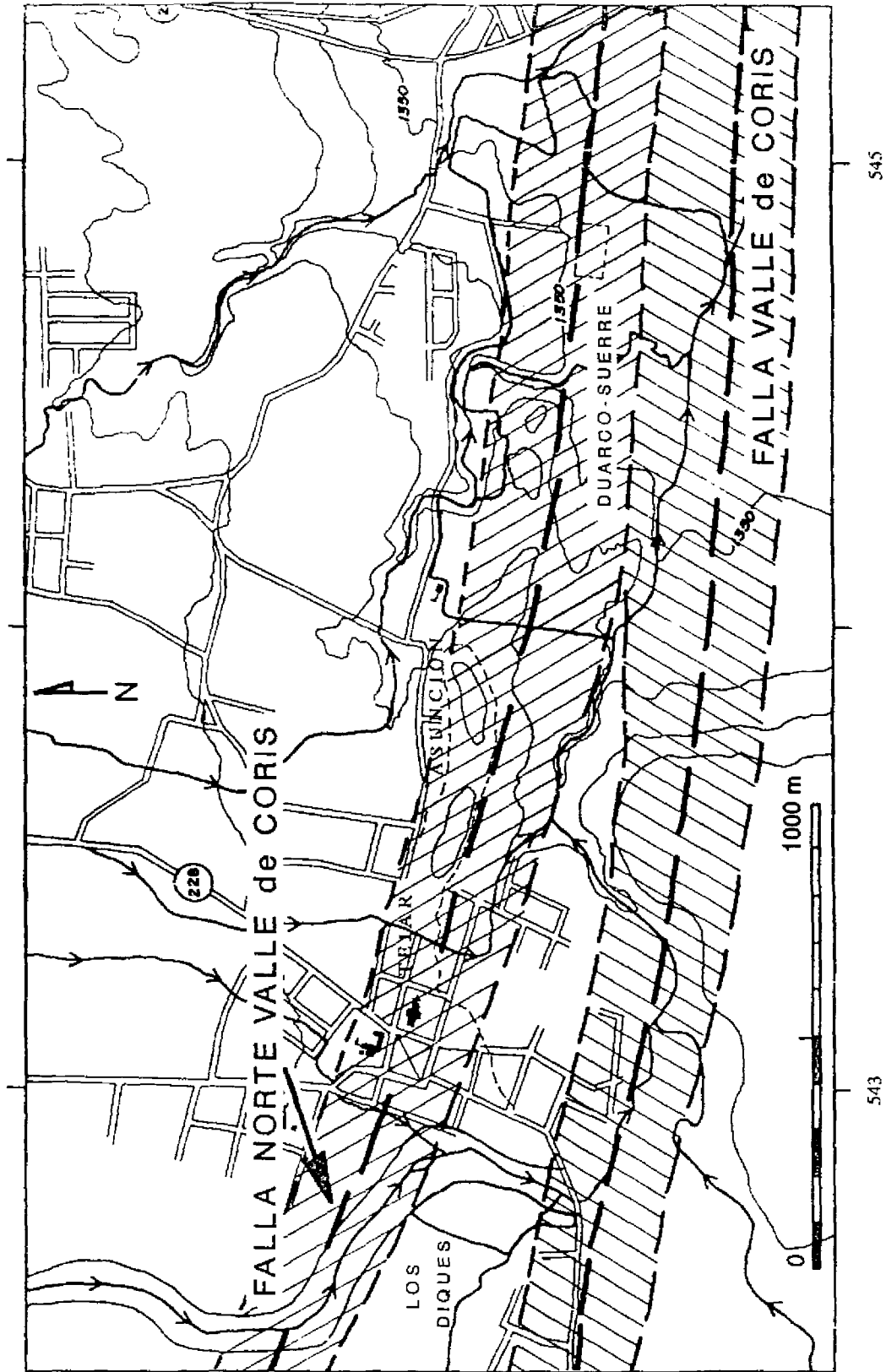
1.- Los estudios de trincheras, afloramientos y geofísicos definen una zona de deformación neotectónica que incluye fallas, fracturas y plegamientos, que incorpora la superficie de terreno del proyecto Duarco-Suerre comprendido entre las fallas Valle de Coris y Norte del Valle de Coris (al menos 450 metros) y que se muestra con líneas cruzadas en la figura 44 . Esta zona presenta una amenaza de ruptura en superficie, en caso de que ocurra un evento sísmico de magnitud intermedia ($5.0 \leq M \leq 6.5$), durante la vida útil de las obras civiles que se localicen sobre estos terrenos. Para evitar esta amenaza se recomienda excluir la construcción de casas de habitación en estos terrenos. Si esta recomendación no se aplicara, se correría el peligro de que se pueden presentar levantamientos, hundimientos, fracturación y aplicación de esfuerzos cortantes y por consiguiente deformaciones irreversibles sobre las fundaciones de las obras civiles que se ejecuten.

El área norte del proyecto Duarco-Suerre que no se localiza sobre la zona de deformación neotectónica y de influencia de la falla Norte del Valle de Coris, es la única que actualmente no presenta peligro de ruptura superficial. En la figura 44 sería la que se ubica fuera de la zona de trazado diagonal y tiene un ancho de aproximadamente 100 metros.

2.- De acuerdo a la historia sísmica de la zona de Tejar, intensidades MM máximas de hasta VIII, se pueden presentar durante la vida útil de las construcciones que se realicen en el sector norte del proyecto Duarco-Suerre. Por esto, debe aplicarse estrictamente las normas del código sísmico vigente en Costa Rica y en correspondencia al tipo de obras civiles que se realicen.

9.5- CONCLUSION PRINCIPAL PROYECTO DUARCO-SUERRE

Existe peligro de ruptura superficial de falla en el proyecto Duarco-Suerre, desde el límite sur (río Agua Caliente), hasta 150 metros al norte de la traza de la falla Norte de Valle de Coris y que corresponde a la zona mostrada con líneas cruzadas en el mapa de escala 1:10.000 (Fig. 53). Se recomienda que esta área sea desarrollada como zonas verdes y no sean construídas casas de habitación u otra obra civil.



545

543

Fig. 53: Delimitación del area NO construable, DUARCO-SUERRE

9.6- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GEOTECNICAS SOBRE EL PROYECTO DUARCO-SUERRE

1- En el sitio del Proyecto Duarco-Suerre se ha encontrado la presencia de suelos cohesivos, principalmente arenas arcillosas y arenas limosas.

2- Las plasticidades que presentan los materiales oscilan de altas a extremadamente altas, lo que a su vez les proporciona un alto potencial de expansión y contracción. El sector principalmente amenazado por el fenómeno es el localizado al sur del escarpe Duarco-Suerre. Este fenómeno representa un obstáculo sumamente importante para la construcción de ifraestructura, ya que se requieren métodos especiales de cimentación o grandes movimientos de tierras para evitar su manifestación.

3- En el sector norte del escarpe Duarco-Suerre los suelos se encuentran normalmente consolidados. En el sector sur presentan un cierto grado de preconsolidación, lo cual les brinda también un elevado potencial de expansión.

4- Ninguno de los materiales encontrados presenta características de ser susceptibles a generar fenómenos de licuefacción, sin embargo, su estado de consistencia puede contribuir a la amplificación de señales sísmicas.

5- Los resultados del análisis de los parámetros de resistencia al corte indican que el comportamiento mecánico de los suelos es característico de suelos cohesivos, donde la fracción fina rige este comportamiento.

6- El sector localizado al norte del escarpe Duarco-Suerre ofrece capacidades de carga admisible buenas, podría ser utilizado para el desarrollo de infraestructura habitacional en la medida en que se respete la zonificación neotectónica.

7- El sector localizado al sur del escarpe Duarco-Suerre no ofrece ninguna característica física ni mecánica favorable, por lo cual se debe descartar completamente en lo que respecta a su utilización como proyecto habitacional.

9.7.- RECOMENDACION GENERAL FINAL

Se recomienda que los terrenos que se piensan adquirir en el futuro por parte de instituciones nacionales (INVU, CEV, IMAS), compañías urbanizadoras privadas y otras organizaciones dedicadas al desarrollo de proyectos habitacionales, incorporen previamente un análisis que determine si existen fallas recientes, sospechosas de actividad reciente o lineamientos sugestivos de actividad neotectónica, que puedan afectar los asentamientos humanos propuestos y bajo la guía profesional de un geólogo, sean revisados los mapas obtenidos en el proyecto MIRVYS o las versiones que los vayan actualizando. Estudios detallados como los acá realizados, podrán definir más precisamente las zonas que pudieran presentar peligro de ruptura de falla.

10.- AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Lic. Floria Arrea S., Lab. Arqueología U.C.R, por las dataciones de los tiestos indígenas y coloniales encontrados en las trincheras. A Carlos Chaves por las labores de dibujo. Javier Alvarado, Asdrúbal Vargas, Julio Macías por la dedicación en la realización de los ensayos de laboratorio. Extensivo a la Lic. Roxana Mora, por su interés, al personal de la Sección de Sismología de la Esc. Centroamericana de Geología. Por último, agradecemos a FUNDEVI (Fundación para la Investigación de la Universidad de Costa Rica) y a la Vicerrectoría de Investigación de la U.C.R. Este informe final corresponde al Proyecto de investigación 113-91-722.

11.- REFERENCIAS

Bowles, J, 1981: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Mc Graw-Hill Lat., Bogotá, Colombia.

British Standards Institution, 1975: Methods of test for soils for civil engineering purposes, BS1377, London, BSI.

Ishihara, K. 1977: Simple Method of Analysis for Liquefaction of Sand Deposits during earthquakes. Soils and Foundations, Vol 17, No3, pp1-17.

Montero; W., 1991: Informe final del Componente fallas activas. Proyecto de Investigación de Mitigación de Riesgos Sísmicos y Volcánicos (MIRVYS) , 42 p.

Montero, W. y Dewey, J., 1982: Shallow-focus seismicity, composite focal mechanism and tectonics of the Valle Central, Costa Rica, Bull. Seism. Soc. Am., v. 71, 1611-1626.

Montero, W. y Miyamura, S., 1981: Distribución de intensidades y estimación de los parámetros focales de los terremotos de Cartago de 1910, Costa Rica, América Central, Inf. Sem. Julio-Diciembre, Inst. Geogr. Nac., 9-34.

Peraldo, G. y Montero, W., en prensa, Los terremotos de la época colonial de Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Rozsa, L., 1971: Az Alpozás Kézikönyve, Müszaki, Könyvkiadó, Budapest, 1116 pp.

Salazar, L. G.: Geología y Neotectónica de los Valles del Guarco, Coris y Orosi y zonas aledañas. (en preparación).

Salazar, L. G.: Situación geológica de la parte sur de la ciudad de Cartago. Gira realizada el 19 de marzo, 1991, 5 p. (Informe interno, Comisión Nacional de Emergencia, CNE).

Sieh, K. E., 1978: Prehistoric large earthquakes produced by slip on the San Andreas fault at Pallett Creek, California, Journal of Geophysical Research, v. 83, 3907-3939.