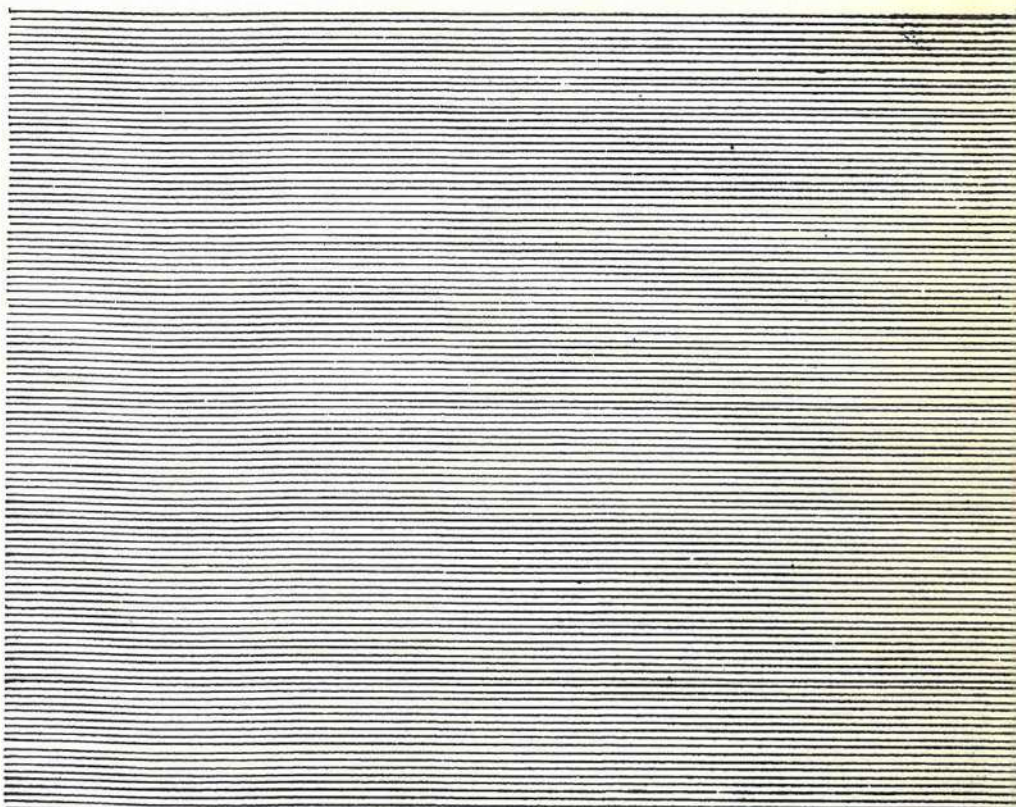
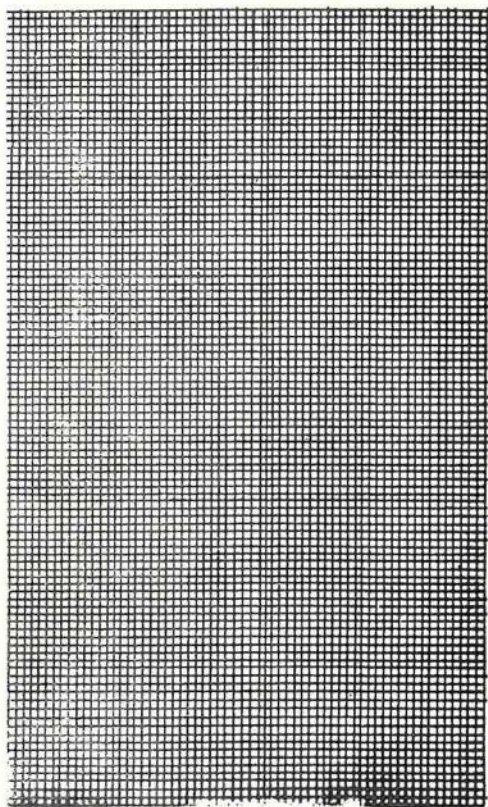


FOTOINTERPRETACION APLICADA AL ESTUDIO DE LAS CAUSAS
DE LOS DESMORONAMIENTOS DE RIBERA EN LA LOCALIDAD
DE LAVALLE (PROV. DE CORRIENTES)

Por: ELISEO POPOLIZIO
ARTURO A. BORFITZ
PILAR YOLANDA SERRA



TOMO 15 N° 3

CENTRO DE GEOCIENCIAS
APLICADAS

SERIE C.
INVESTIGACION



FACULTAD DE HUMANIDADES - FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
LAS HERAS 727 - RESISTENCIA - CHACO - ARGENTINA

I N D I C E

I - INTRODUCCION

II - CONSIDERACIONES PRELIMINARES

- a - Algunos Aspectos de la Geomorfología Fluvial.
- b - Condiciones Litoestructurales que influyen en los Movimientos Colectivos de las Laderas.

III - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- a - Evidencias Fotocartográficas.
- b - Referencias de Terceros.
- c - Observaciones de Campo.
- d - Otras Evidencias.

IV - HIPOTESIS DE TRABAJO

- a - La Acción de la Erosión Fluvial.
- b - Un problema de Estabilidad de Taludes.

V - CONCLUSIONES

- a - Explicación del Fenómeno.
- b - Planteo de Soluciones (Licitación).

I - INTRODUCCION

El presente trabajo fue realizado por Convenio entre el Gobierno de la Provincia de Corrientes y la Universidad Nacional del Nordeste (Anexo I) bajo la dirección del Ing. Eliseo Popolizio, y con la participación de la profesora Pilar Yolanda Serra, Ing. Arturo Alfredo Borfitz y el señor Ramón Atilio Bobadilla, en el Centro de Geociencias Aplicadas dependiente de la Facultad de Humanidades y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste.

Los objetivos específicos del mismo fueron los siguientes:

a) Analizar la información existente y realizar trabajos de campaña y gabinete con miras a establecer las causales de la situación planteada y en lo posible su grado de generalización en las riberas correntinas.

b) Proponer soluciones alternativas y jurisdicción(es) // respectiva(s).

c) Delimitar los parámetros referenciales para el llamado a licitación, a locación de obras y/o servicios para encarar el problema de la erosión de riberas en Lavalle.

d) Elaborar las bases para instrumentar un programa intersectorial que contemple todos los aspectos de defensa de riberas, antes y a posteriori de la construcción de las obras del Paraná Medio, y la participación de Instituciones y/u Organismos competentes.

Los motivos que llevaron a realizar este trabajo son el resultado de la inquietud de los pobladores de la localidad de Lavalle, donde los problemas de erosión de riberas se han venido detectando desde los orígenes de la población (1863) y aparentemente se han acentuado en los últimos tiempos.

Si bien los desplomes y deslizamientos en las riberas correntinas del río Paraná son bastante generalizados, los que se producen /

en la localidad de Lavelle (Fig. 1) constituyen una situación particular, como consecuencia de la singularidad geomorfológica del sitio en el cual se encuentra emplazada la misma.

Las características geológicas y la acción dinámica del curso se combinan de distintas maneras a lo largo de la ribera correntina, y las futuras obras de embalse propuestas sobre el Paraná Medio introducirán una nueva variable, que podría influir en la estabilidad de // las laderas. Por lo antedicho, se creyó conveniente analizar los factores condicionantes de los desplomes, deslizamientos y otros tipos de movimientos colectivos que afectan a las barrancas, a fin de elaborar/ las bases para instrumentar un programa intersectorial que contemple / el estudio de todos los aspectos vinculados a la defensa de riberas.

II - CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Con frecuencia, los problemas vinculados a los movimientos / colectivos que han tenido y tienen lugar en las barrancas de la ribera correntina, han sido atribuidos exclusivamente a la acción hídrica del curso. Sin embargo, la marcada diferencia de estilo de estos procesos, su frecuencia y velocidad, indican a las claras que factores geológi- / cos, geomorfológicos y de estabilidad de taludes constituyen la causa/ de la diferenciación. Por esa razón, el análisis del problema fue rea- / lizado siguiendo 2 lineamientos; por un lado se trató de detectar, a / través de la información existente, alguna de las singularidades de la dinámica fluvial, y por otro, los factores geológicos, geomorfológicos y aquéllos vinculados a la mecánica de suelos, que favorecen y dife- / rencian los movimientos colectivos.

a - Algunos aspectos de la geomorfología fluvial:

El río Paraná, aguas abajo de Confluencia, se desplaza dentro de un valle poligenético cuya evolución geomorfológica no es conocida/ con exactitud. No obstante, de la información existente, de las obser

vaciones de campaña, del análisis de las fotografías aéreas y satelitarias, se puede sacar algunas conclusiones.

El valle mayor parece corresponder a una fosa tectónica submeridional con lineamientos internos de rumbo muy diverso, lo que implica una alta complejidad tectónica, como consecuencia de la intersección de 2 dominios geotectónicos diferentes situados a ambos lados de la misma.

La influencia tectónica en el valle del Paraná fue mencionada con anterioridad por varios autores (Bonarelli, G. (1), Castellanos, A. (3), Pasotti, P. (13), y Popolizio, E. (16,21,24)).

Todo parece indicar que dicha fosa se ha ido ensanchando progresivamente como consecuencia de hundimientos y basculamientos de bloques, orientados con rumbo submeridiano.

Popolizio, E. (17,25) retomando ideas anteriores y sobre la base de observaciones de campaña y fotografías aéreas, establece que, inicialmente, el valle fue recorrido por el río Paraguay que se desplazaba paralelo a sí mismo, siguiendo el lineamiento de los bloques mencionados. Fig. 2 y 3.

En algunos sectores todavía se puede reconocer esos antiguos valles del Paraguay, como ocurre por detrás de la ciudad de Goya, y hacia el sur hasta la localidad de Esquina en un sector situado entre la barranca oriental del valle mayor y una lomada arenosa que corre paralela a la misma en la planicie aluvial. Fig. 2 y 3.

Aparentemente, esos bloques submeridionales estarían basculados hacia el Este y se prolongarían incluso fuera del valle, como lo destaca Coco, L.A. (4) en su informe geológico al referirse al sector comprendido en Las Hojas, Paso Santa Rosa, Alejandra y Esquina.

Algunas observaciones de la morfología del valle y los estudios realizados en los Bajos Submeridionales (Popolizio, E. (24)) y //

las observaciones de Manzy y Fritzchy (11) parecen indicar que hacia / el lado santafesino los bloques bascularon hacia el Oeste.

Otros indicios vinculados a los paleocauces del Paraguay pueden encontrarse en el trabajo de Canoba, C. y Popolizio, E. (19), lo / cual fue confirmado cuando se realizaron las perforaciones y los perfi / les geológicos del Pte. General Belgrano (28).

El río Paraná, aparentemente fue tomando contacto con el Pa- / raguay en sitios cada vez más al norte hasta llegar a su posición ac- / tual - Popolizio, E. (16,17,25).

A los fines de este estudio es importante destacar que el pa / leovalle del Paraguay que corre por detrás de la ciudad de Goya, y al / cual hemos hecho referencia, fue el que labró la barranca oriental del / valle mayor del río Paraná actual.

Dicha barranca, por lo antedicho, corre muy alejada del río / desde Esquina hasta Goya y se continúa atravesando la localidad de La- / valle hasta tomar contacto con el río. La misma se traduce en un fuer- / te quiebre de pendiente que es fácilmente reconocible en el terreno y / todo parece indicar que está condicionado a un lineamiento tectónico.

Una situación semejante ocurre desde el norte de Bella Vista / hasta unos 50 km al NE, donde el río vuelve a alejarse de la barranca / oriental, la cual, por un largo trecho sigue un lineamiento con rumbo / NNE que se prolonga a través de la planicie aluvial. Fig. 1.

Sugestivamente, el perfil de la barranca entre Bella Vista y / Lavalle, que a primera vista parece ondulado por acción fluvial, en // / realidad está condicionado por la combinación de lineamientos N-S con / otros de igual rumbo que el mencionado para el N de Bella Vista.

Lo antedicho tiene 2 consecuencias importantes: la primera / es que ello podría significar una fosa de tipo rift y la segunda, que / las curvaturas de las barrancas tendrían algún condicionamiento tectó-

nico.

La complejidad de este sector del valle del Paraná aumenta// como consecuencia de que durante el tiempo de su gestación se alternaron condiciones morfo-climáticas muy diferentes, que deben haber modificado totalmente la dinámica fluvial (Popolizio, E. (23)).

Es evidente que el valle presenta un paleomodelo de condiciones semiáridas probablemente anastomosado, sobre el cual se está imponiendo la morfodinámica actual con tendencia a la meandrificación. En resumen, la alternancia de los sistemas morfogenéticos (y morfodinámicos), superpuestos a la influencia de la neotectónica (que no ha cesado), de por sí determina un muy alto grado de complejidad y un modelo/ que en conjunto podría denominarse laberíntico, dentro del cual y a un nivel más bajo se explaya el valle menor.

Si consideramos las características de este último, podemos/ ver que tampoco se presentan a través de un modelo simple por razones/ que no se conocen en su totalidad y que requerirían un estudio mucho / más profundo y detallado.

Al sur de Confluencia, Popolizio, E.(16,25) ha descrito un/ fenómeno de oscilación amortiguado, como consecuencia del encuentro // del río Paraná y del río Paraguay con valores de turbidez totalmente / diferentes, lo cual origina un estado de río doble y explica la morfología de brazos e islas hasta algunos km al S de Empedrado.(Fig.4) . .

Sin embargo, aguas abajo el río vuelve a adquirir la particularidad de presentar dos canales profundos como se puede observar en / las Fig. 5 y 6, sin que pueda asignársele la misma causa.

El trabajo de Parody, H. y Estruco, J.(12) permite inferir / aproximadamente cuál es la dinámica que lleva a la formación de 2 canales en el río, los cuales se entrecruzan a lo largo de su recorrido pasando alternativamente de principal a secundario. La característica /

del primero está dada por su mayor profundidad, mientras que la del se
gundo, por su paulatino embancamiento, transformándose, a medida que /
pasa el tiempo en un sector de muy escasa profundidad.

Ambos estados son atravesados una y otra vez por cada tramo/
del río, de modo tal que en sucesión ininterrumpida y más o menos se-
cuencial, un canal principal pasa a secundario y viceversa, dándose a
sí una repetición de situaciones no sólo en forma lateral, sino tam-//
bién con un sentido de migración aguas abajo.

Evidentemente, estos procesos constituyen otro rasgo de mor-
fodinámica fluvial del Paraná, que habría que estudiar con la comple-/
mentación de modelos físicos y/o matemáticos.

Las cartas batimétricas estudiadas, y analizadas muestran //
muy claramente esta realidad del doble (ó triple) canal. (Ver los per
files de las Fig. 5 y 6). En ellos está representado el canal de nave-
gación (que indudablemente va en forma preferencial por la parte más /
profunda) aunque en algunos sectores ocurran que fuera del canal exis-
tan bajos de menores profundidades.

Aparentemente esta situación local se da cuando ambos cana-
les del mismo sector están en la transición de principal a secundario/
y viceversa, ó sea que ambas comparten más o menos las mismas caracte-
rísticas, pero con tendencias opuestas.

También sucede que los dos canales en algunos sectores se a-
proximan hasta determinar un único canal, lo que podría suponer puntos
nodales más o menos fijos o eventualmente desplazables en tiempos geo-
lógicos. Sin embargo, el estudio detallado de la información disponi-
ble parece indicar que lo antedicho no pasa de ser más que una primera
aproximación, porque se presentan algunas singularidades que quisiéramos
destacar.

En primer lugar existen 2 zonas: Una al sur de Empedrado, y/

otra al sur de Lavalle, en las cuales el río sufre una profunda inflexión girando rápidamente hacia el oeste, lo cual de ninguna manera puede ser explicado exclusivamente por un proceso de dinámica fluvial.

En segundo lugar, el valle menor no presenta ancho uniforme, sino que en algunos sectores se amplía incluyendo gran número de islas, y en otras se estrecha hasta unas cinco veces menos de su ancho máximo.

En tercer lugar, desde unos km al norte hasta las proximidades de Lavalle, el canal parece estar condicionado por algún lineamiento tectónico.

Como resultado de lo antedicho, es fácil verificar que el río Paraná en este sector de su recorrido puede ser considerado como curso de lecho móvil, lo que implica modificaciones en los canales principales, en la morfología de éstos y en su capacidad erosiva a nivel de riberas. El continuo movimiento de los canales lleva implícita una movilización de los sedimentos de fondo y de las áreas emergidas, con lo / cual profundiza algunos sectores y deposita en otros, formando bancos, islas y playas, en un continuo cambio de su fisonomía fluvial.

Ese movimiento ondulatorio de los canales, lleva a la corriente a enfrentar las riberas con un ángulo de incidencia cambiante en el tiempo y frecuentemente, el fenómeno de erosión que ellas sufren se atribuye casi exclusivamente a la acción fluvial. Si bien es cierto // que ella constituye uno de los factores determinantes de dichos procesos, de ninguna manera puede considerarse como único, ya que de ser así, en aquellos lugares en que se repitieron los rasgos morfométricos/ del modelado fluvial y las características hidrodinámicas del curso, / deberían darse los mismos tipos de movimientos colectivos, y con la // misma intensidad, lo cual evidentemente no ocurre.

Surge entonces la idea de que al efecto puramente hidráulico debe sumarse el factor tectónico y litológico en el campo de estudio /

del fenómeno de erosión de riberas.

Habíamos dicho además, que su característica de curso de lecho móvil, llevaba al Paraná a movilizar no sólo aquellos sedimentos / de fondo, ni de las riberas, sino también los que constituyen bancos / en éstas. En su aparición, modificación morfológica y desaparición, / actúan interligadas la velocidad de la corriente y su ángulo de inci- / dencia en el material.

La existencia de dos o más canales no paralelos, crea áreas / de estrechamiento y otras de ensanchamiento del valle menor del río.

Mientras que en las primeras, la fuerza de la corriente no / permite la formación de islas, en las segundas aquella disminuye su ve / locidad, y en consecuencia se dan condiciones favorables para la sedi- / mentación. Es así como aparecen grupos de islas (de forma dominante- / mente alargadas y asimétricas), en lugares fijos. Dentro de ellos, // las islas sufren transformaciones con el tiempo (según el sentido y di / rección de la corriente del canal), pero sin abandonar esos sectores / ensanchados del valle.

El análisis conjunto de fotos aéreas del valle del Paraná, / para los años 1960 y 1973, nos llevó a reconocer algunas particularida / des de esos movimientos y transformaciones de las islas.

- a) Mientras unas son erosionadas, otras crecen.
- b) Si se erosiona en el sector norte, muy probablemente / crezca al sur.
- c) Si se erosiona al este, muy probablemente crecerá al / oeste, y viceversa.
- d) Las áreas de depositación quedan aguas abajo de la co- / rriente y hacia el sector cóncavo del arco.
- e) Puede comenzar a crecer como principal un canal que se / para dos islas, lo cual reduce el tamaño de éstas ó las desplaza late

ralmente.

f) Pueden una o más islas ser cortadas por la corriente, / quedando sus sectores norte y sur divididos por un profundo canal. Ello modifica morfométricamente a las islas, las cuales en vez de alargadas en sentido norte-sur, quedan oblicuas a éste.

g) Nos parece interesante destacar que en el tramo recto / de Empedrado y Lavalle es menor la cantidad de islas y menor su movilidad en el tiempo, en cambio desde Empearado al sur y desde Goya al sur, el número de islas se hace mayor, son de mayor tamaño y con muchas más modificaciones.

Toda esta morfodinámica fluvial que acabamos de describir es tá evidentemente ligada no sólo a la característica de curso de lecho / móvil del Paraná, sino también al régimen hidrológico que le es pro / pio.

Su ritmo estacional de crecientes y bajantes y su papel de / colector de afluentes que le aportan caudales sólidos muy diversos, lo han llevado sin duda a buscar una cierta competencia para llevar a ca / bo lo mejor posible su misión de transporte.

Dijimos anteriormente que funciona en un valle cuyo modelo / morfológico no se corresponde a las características climáticas actua / les que condicionan el régimen y que el Paraná, bajo esa condición de / desventaja trata de labrarse un valle que se adecúe a aquéllas.

Toda su dinámica actual tiende a ello: depositar acá, erosionar allá, no sólo en su fondo sino también en las paredes del valle, / las riberas, hasta dónde? Es imposible predecirlo sin un modelo ffsi / co-matemático que establezca los parámetros morfométricos dentro de // los cuales encasillar sus movimientos.

Todo lo que sabemos hasta hoy es que los desplazamientos del canal y su régimen estacional de crecientes y bajantes son quienes man

tienen la competencia del valle para el transporte; mayor embarcamiento, elevación del fondo, oclusión de los canales, disminución de su velocidad, etc. ... todo ello está ligado a las obras de regulación que sobre el curso se proyectan o construyen fuera del país o dentro de él y muy probablemente tocar una de esas variables determine una reacción hidráulica en cadena, cuyos efectos son hoy imposibles de predecir. / Toda aquella obra que logre disminuir la velocidad de las aguas, creará embancaamiento y elevación de fondo.

b) - Las condiciones litoestructurales que influyen en los movimientos colectivos de las laderas.

Si bien los trabajos más modernos sobre la geología de Corrientes han modificado más o menos considerablemente los esquemas geológicos anteriores, en este trabajo continuaremos utilizando aquéllos e incluso la terminología, debido a que son por todos conocidos y hasta tanto se clarifique la Geología del Cuaternario, de Corrientes.

El primer aspecto que conviene destacar es que la disposición de los estratos a nivel de las riberas correntinas del río Paraná, en el límite oeste de la provincia configura en su mayor parte una estructura tabuliforme, es decir, una serie de capas dispuestas en forma subhorizontal.

Los únicos elementos que rompen esta monotonía están constituidos por sedimentos más o menos arenosos que han sido atribuidos al / Fuelechense (Bonarelli, G.(1), Castellanos, A. (3), Popolizio, E. (16,20, 25)), y que morfológicamente se traducen en largas lomadas dispuestas / en abanicos y cuyas terminaciones llegan hasta las riberas del Paraná.

En forma resumida, y a los fines que interesan a este trabajo, se pueden distinguir: 1º: sedimentos arenosos frecuentemente amarillentos, con muy poco material cohesivo y que presenta intercalaciones de / algunas lentes arcillosas, finas y extensas y también intercalaciones /

de arenisca ferruginosa rojiza, cuya principal manifestación tiene lugar en la parte superior de dichos sedimentos (Mesopotamiense inferior), y se conoce con el nombre de Asperón Guaranítico.

Estos sedimentos afloran al pie de las barrancas, y su potencia se extiende hacia abajo más allá de la profundidad máxima del río / Paraná.

La arenisca a la cual hemos hecho referencia, en algunos sectores constituye mecánicamente una verdadera placa, que puede llegar a tener hasta algo más de 2 m. de espesor, en tanto que en otros lugares es amarillenta, muy estratificada y poco coherente, reduciéndose en potencia hasta casi desaparecer.

Evidentemente el Asperón constituyó en algún momento la cumbre de un nivel de erosión Pd_2 , (Popolizio, E. (21,25)).

Sobre estos sedimentos debe haber actuado la erosión como consecuencia de un levantamiento general de la Provincia, por lo cual algunos valles fluviales incidieron el Asperón y se encajaron en las arenas subyacentes.

A fines del Terciario, toda el área occidental de la provincia fue cubierta por un enorme conoide aluvial constituido por sedimentos arenosos rojizos más o menos sueltos pero que en profundidad se vuelven más arcillosos. Dichos sedimentos (correspondientes al Puelchense) (Popolizio, E. (20,25), Bonarelli, G. (1), Castellanos, A. (3)), por lo expuesto anteriormente, en algunos sectores descansan directamente sobre las arenas del Mesopotamiense y en otros sobre el Asperón.

Algunos autores sustentan (Bonarelli, G. (1), Castellanos, A. (3)), que entre el Mesopotamiense y el Puelchense se habrían depositado sedimentos conocidos como gradas araucanas.

Terminada la sedimentación del Puelchense, en el límite Pliopleistoceno, se generó una nueva superficie de erosión (Pd_1), (Popolizio,

E. (21,25)), a la que siguió ya en el Cuaternario un nuevo proceso de / de desmantelamiento que arrastró gran parte de los sedimentos Puelchenses reduciéndolos a extensas lomadas entre las cuales habrían de depositarse en forma casi horizontal sedimentos cuaternarios asociados a ambientes lacustres y palustres.

Estos últimos sedimentos, en su mayor parte fueron descriptos como del Lujanense y del Platense, pero probablemente incluyan también/ al Ensenadense.

La historia geológica y geomorfológica del Cuaternario, si // bien ha tenido corta duración, ha sido muy compleja, como consecuencia/ de las oscilaciones climáticas que caracterizaron a esta era, y su descripción escaparía a los fines de este trabajo.

Como resultado de lo expuesto, las barrancas correntinas presentan perfiles de equilibrio bien diferenciados y más o menos típicos, que podrían agruparse en dos conjuntos.

El primero se corresponde a las zonas donde la barranca corta los sedimentos del Puelchense, fácilmente reconocibles por su color rojizo. Este tipo presenta dos variantes: la primera cuando el Puelchense / descansa directamente sobre las arenas del Mesopotamiense inferior; la/ segunda, cuando entre ambos se intercalan el asperón y otros sedimentos posteriores (del Mesopotamiense medio y superior).

El segundo se corresponde a las áreas donde no aflora el Puelchense y los sedimentos cuaternarios descansan en neta discordancia de/ erosión sobre el Araucanense, los Mesopotamienses superior y medio, y / el Asperón.

Otro aspecto importante a destacar en cuanto a la estabilidad de taludes, es que en cualquiera de los casos anteriores la característica del asperón es determinante.

III - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Más allá de cualquier consideración que nos lleve a analizar las causales del proceso con miras a darle una explicación, el problema de erosión de riberas que se manifiesta en el área de Lavalle y hacia el sur, data desde hace muchísimos años.

Independientemente del estilo de caída o del mecanismo que lo determina, año a año, la línea de riberas retrocede, y el hecho es atestiguado por diferentes fuentes, tanto orales (pobladores de la zona), como documentos bibliográficos cartográficos y fotográficos.

Todos esos documentos han sido analizados con sumo cuidado y si bien en los últimos el factor subjetividad es anulado, no hay duda que las referencias orales al fenómeno son muy dignas de crédito, especialmente en lo que atañe a volúmenes desplomados y referencia histórica de situación de emplazamientos domésticos, en cuyo lugar muy probablemente hoy se dan grandes profundidades del río.

Las Fig. 7 a 10 pueden ilustrar respecto de esto de modo que pasaremos ahora al análisis de las evidencias obtenidas de cartografía y fotos aéreas.

a) - Evidencias Fotocartográficas

Al hacer un análisis de las mismas, pudo verse que con la cartografía antigua de la D.N.C.P.V.N. surgía un problema dado por la imposibilidad de superponer las cartas elaboradas en diferentes años por falta de referencias coincidentes en las riberas.

De todas maneras, tomando como punto de partida los Km. de navegación, fue posible sacar algunas conclusiones relativamente valiosas, especialmente al comparar la cartografía del año: a) plano levantado en noviembre de 1916, con línea de barrancas para 1907-1910 y / 1916 (Fig.7); b) plano 2846 con línea de barrancas para 1925, 1926 y / 1933 (Fig.8); c) plano de enero de 1946 con línea de barrancas para //

1939-1943 y 1946. (Fig.9).

El siguiente cuadro ilustra sobre el efecto de retroceso sufrido por las barrancas en diferentes periodos;

Km.de naveg.	P L A N O	A Ñ O S	R E T R O C E S O	T O T A L
992-993	Nov.1916	1907-1910 1910-1916	20 m ⁺ 30 a 40 m ⁺	Entre 1907 y 1916 ⁺ 60m en 9 años.
992 a 993,5	S/ fecha	1925-1926	Casi coinciden a la altura de Km 993,5; hacia Km 993 retrocede 10m y entre Km 993 y Km 992: 40m. Se hace mayor hacia el sur.	Entre 1925 y 1933 el promedio fue / de 43m en 8 años.
		1926-1933	El promedio es / de 40m, y hacia Km 992: 80m. Fue mayor al sur.	
992,5 993 y 994	Enero 1946	1939-1943	Entre Km 993 y / 992 el retroceso fue ⁺ 60m.	Entre 1939 y 46 / el promedio fue / 45m para 7 años.
		1943-1946	Entre Km 992 y / Km 994 retrocede 30m.	

Tomando los Km 992 y 993, el retroceso fue aproximadamente / el siguiente: 20m + 35m + 40m + 80m + 60m + 30m = 265m en 39 años, res tados (9 + 6 = 15) da en total 24 años. Eso lleva a un promedio de / 11 m/año.

Cabe aclarar que evidentemente hoy es imposible ubicar esas / áreas con relación a un plano actual por falta de amarre de las refe-

rencias fluviales a la tierra firme y total modificación de la fisonomía del área debido a la erosión. De todas maneras el material usado/ sirve muy bien a título ilustrativo.

Las figuras 7, 8 y 9 muestran además que en el problema del/ retroceso pueden tener influencia las cárcavas, como veremos más ade-/ lante.

Otro documento sumamente valioso resultó el plano catastral/ de Lavalle, aparentemente de 1905 o 1907 (por referencias verbales). / En él figura el amanzanamiento del pueblo, y con ayuda de las fotos // disponibles reconstruimos las líneas de riberas para 1960-1973 y 1978/ (Fig.10).

Así pudo visualizarse que entre 1905 y 1960 la barranca re-/ trocedió en el extremo norte unos 570m, mientras que en el extremo sur sólo 265m, lo cual da una pérdida de $723.110m^2$, que representan casi / el 23% del total del pueblo.

Para 1973 la barranca continuó retrocediendo en el sector // norte unos 250m (en los 13 años que mediaron entre 1960 y 1973) pero / nada en el sector sur, de todas maneras la superficie perdida en ese / período equivale a unos $14.600m^2$ ó sea 0,46% del primitivo total (Fig. 10) (Foto 2).

Pero el período comprendido entre 1973 y 1978, la erosión se mantiene estable con relación a 1960-1973 en el extremo norte del pue- blo, pero luego progresa casi paralela a esa línea, a lo largo de una/ faja cuyo ancho medio es de unos 160m, con lo cual nuevamente se pier- den unos $275.200m^2$ que es el 8,7% del primitivo total.

En consideración a esto cabe hacer tal vez la contemplación/ más concreta en cuanto al problema de erosión de las barrancas:

1) Entre 1905(1907)-1960 éstas han sufrido en el área es- tricta del trazado urbano del plano de Lavalle, un retroceso de 822m /

por el norte, y 360m en el sur.

2) El trazado de la línea erosiva siempre es oblicuo, pero el retroceso no es paralelo entre sí.

3) La superficie total quitada al pueblo es de unos $1.013.000 \text{ m}^2$, lo que representa el 30% aproximadamente de la superficie total primitiva.

4) El ritmo del retroceso no fue de ninguna manera constante, y puede estimarse en unos 10 m/año para el período 1905/60 y de unos 20m, año en el período 1960/78 (todo esto para el sector norte).

En cuanto al sector sur, evidentemente las magnitudes son mucho menores, ya que para 1905/60 fueron sólo 4 m/año y entre 1970/78, la velocidad fue de unos 5 a 6 m/año.

5) Esos diferentes ritmos de caída son los que confiere al modelo oblicuo a la línea de ribera, la cual en los últimos tiempos retrocede más velozmente en el sur que en el norte, ya que entre 1973/78 allí no ha variado y en cambio al sur la ribera se desplazó 106m.

Es evidente que los datos que hemos representado muestran un proceso que no tiene un ritmo uniforme en cuanto a velocidad de desarrollo en el tiempo, pero sí que tiene una continuidad innegable, que ya pone en serio peligro al emplazamiento urbano que ya entregó al río 1/3 de su superficie.

El plano de Lavalie que sirvió de base al de la Fig. 10 fue sumamente útil por las abundantes referencias catastrales que permiten su exacta comparación con las fotos aéreas.

Estas, por su parte, permitieron ampliar la visión del pueblo, ya que como cubren un área más amplia, se combinó la información dada por las de 1960, 1973 y 1978. La Fig. 10 muestra las áreas que la erosión robó al pueblo. En ella con línea de puntos, se representa la situación en cada año y se reconstruye el primitivo trazado urba

no a partir del plano catastral.

Todo lo que acabamos de exponer hasta ahora es una simple // descripción cuantitativa del hecho que nos ocupa.

b) Referencias de Terceros

Para tomar contacto directo con el problema, el grupo de /// personas del Centro de Geociencias afectado al Convenio se trasladó a/ la localidad de Lavalle, en donde obtuvo la siguiente información:

a - Se efectuó una reunión con las personas representati- vas del lugar, entre ellas el Intendente, casi todas firmantes de la, nota enviada al Señor Gobernador de la Provincia, solicitando la inter- vención oficial en el asunto. En dicha conversación se trató de resca- tar los hechos concretos observados objetivamente. Los más importantes son:

- Hubo unanimidad en que además de los desplomes normales de barrancas, suceden movimientos de mayor magnitud, de entre 10 y 15m. de ancho, medido normalmente a la ribera; un poblador recordó uno en / especial que lo estimó en 40m sucedido en una carpintería de su propie- dad que se inició en la zona de la sierra sin fin distante esa longitud de la línea de la ribera.

- Los movimientos grandes son rápidos y se produce súbitamen- te la remoción de la totalidad de la masa; quienes estuvieron cerca al producirse uno de los fenómenos recordaron haber escuchado el ruido // producido por las raíces de la vegetación al cortarse rápidamente en los instantes previos.

- También se describió un fenómeno de aparición de burbu- jas en el agua del río a algunos metros de la ribera, burbujeo descrip- to "como si el agua empezara a hervir", que luego de su aparición se a- cercaba rápidamente hacia la barranca y al llegar a ésta se producía / el deslizamiento. Según la descripción es como "si la playa retroce- diera hacia la costa".

- Se mencionó también el descubrimiento en una zona cercana, de troncos de árboles aparecidos en un estrato situado a unos metros por debajo de la superficie del terreno, pero cuya madera era todavía aprovechable.

- Los pobladores siguen atentamente las evoluciones del canal de navegación y manifestaron que en esta época éste se dirige directamente hacia la ribera, incidiendo casi perpendicularmente a ésta al norte de Lavalle y luego corre recostado contra la localidad.

- Respecto de las oscilaciones del nivel de la napa freática que pudieran haber observado en los pozos de agua, manifestaron que aquella acompaña las oscilaciones del nivel del río con muy poco defasaje en el tiempo.

- Se hizo mención a la existencia de manantiales a algunos cientos de metros del río, que se encuentran alineados paralelamente a su dirección. Dichos manantiales no serían constantes, se manifiestan sólo en determinadas épocas.

- Respecto de la época del año en que los movimientos eran más frecuentes se insistió en que coincidía con el estiaje del río y sobre todo luego de precipitaciones pluviales intensas.

b - En la localidad de Lavalle se había proyectado y ejecutado la toma y distribución de agua. Para la toma en el río se había previsto una cañería de aducción sobreelevada respecto del nivel del terreno natural sustentada por una serie de pilares metálicos distanciados 6 m entre sí. La intención era que conforme progresara el retroceso de la barranca y fueran cayendo esos soportes, el resto de las mismas continuara sustentando la cañería y no se interrumpiera el servicio por rotura de aquella. El plazo de ejecución de la obra fue de un año y, según consta en un informe solicitado al inspector de Obras Públicas que tuvo a su cargo el control de la obra, durante ese

lapso la barranca se mantuvo totalmente estable. Luego de finalizada/ la obra y después de una intensa lluvia, se produjo un deslizamiento / que llevó consigo la totalidad de la cañería, cuya longitud era de 22m y todos los soportes "fusibles". El río en ese momento se encontraba/ en estiaje. La bomba aspirante no pudo ser recuperada y se solucionó/ el problema transitoriamente instalando una nueva bomba en un pontón / flotante y con una cañería flexible. El arco dejado en la barranca // por el deslizamiento no define exactamente una zona circular y sus pa- redes son prácticamente verticales, fue observado detenidamente aun ue ya había transcurrido bastante tiempo desde que ocurriera.

c) - Observaciones de Campaña

Se realizó una recorrida por la zona de barrancas en las pro- ximidades de Lavalle durante la cual se pudo observar:

- Aparecen tres estratos bien definidos, el Ilatense en / la parte superior, arcilloso, el Lujanense más abajo, arena limoso, y/ finalmente el Mesopotamiense, arena limpia. El Asperón Guaranítico // que debería aparecer como coronamiento de la arena del Mesopotamiense, se manifiesta como una leve coloración rojiza en algunas zonas y como/ concreciones aisladas en otras.

- El talud de las barrancas es prácticamente vertical

- El estrato arcilloso superior (Platense) y la arena li- mosa de abajo (Lujanense), aparecen muy afectados por el agua provenien- te de las lluvias; se los ve totalmente demarcados por surcos vertica- les de erosión, lo que denota poca cohesión en el material constituyen- te

- El estrato arenoso presenta socavaciones frecuentes, a/ veces de hasta 1 m de profundidad, pero no necesariamente en esos luga- res la barranca está en contacto con el agua del río. Se nota en esas

oquedades la formación de microconos de deyección provocados por el arrastre del material a consecuencia del escurrimiento subterráneo.

- Se advertían desplomes de bloques correspondientes a // los estratos superiores, los cuales aparecían marcadamente equidimensionales y de un volumen que oscilaba alrededor de los 100 dm^3 .

- Se localizó una cárcava en las barrancas, cuyo ancho al llegar al río era de aproximadamente 20 m y su longitud tierra adentro era de unos 100 m. Las paredes mostraban los estratos superiores y // cerca de 1,50 m de la arena del Mesopotamiense. Los bordes aparecían con desplomes, se notaban socavaciones en el Mesopotamiense, idénticas a las descubiertas en las barrancas que daban al río. En pocas palabras, la morfología que presentaban las barrancas en la ribera y la // que constituían las paredes de la cárcava, era la misma en ambos casos. El piso de la cárcava se encontraba por encima del nivel del pelo de agua. En visitas posteriores se notó el progreso del carcavamiento, el cual es mucho más acentuado en dirección longitudinal que lateral, lo que denotaría una marcadísima dirección del escurrimiento subterráneo.

- Fue posible observar perfectamente pequeños asentamientos diferenciales, previos a los desplomes mencionados, de pequeña // magnitud. Los asentamientos observados eran de alrededor de 2 cm de altura.

- Se realizó también una recorrida por el río en la embarcación que la Subprefectura posee en la localidad de Goya, desde esta // última localidad hasta Lavalle. Durante ese recorrido;

- Se observó en la zona del Taba Cuá que el Asperón Guaranítico se encontraba perfectamente desarrollado en las adyacencias.

- Se notó también que los estratos eran particularmente / horizontales, y que la secuencia era invariable desde la desembocadura del riacho Goya hasta Lavalle, a excepción del Asperón, cuyo desarrollo, aspecto y potencia era variable según el lugar, en zonas desaparecía completamente a tal punto que en las cercanías de Lavalle se manifiesta sólo como una franja de coloración distinta del resto de los estratos. En otras zonas aparecía como concreciones aisladas

- En la zona del Taba Cuá aparecía una delgada franja de tierra firme sobreelevada respecto de una zona marcadamente baja, tierra adentro.

- Conversando con el personal de subprefectura que conducía la embarcación, se manifestó nuevamente que la zona del río entre Goya y Santa Lucía se caracteriza por la inestabilidad del canal de navegación que oscila continuamente entre ambas riberas.

- En la zona del Taba Cuá se pudo observar un monolito // caído al río a causa de un deslizamiento y posteriormente rescatado // por un vecino y depositado en la playa

d) - Otras evidencias

Se tomó contacto también con la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, pudiéndose obtener copias heliográficas de todas las batimetrías ejecutadas frente a la localidad de Lavalle, así como de una corrida de flotadores realizada por esa Dirección, para determinar la velocidad del escurrimiento superficial. De esa información, es conveniente destacar:

- Se dibujó el perfil transversal del curso frente a Lavalle, en base a las batimetrías correspondientes a los momentos en que el canal de navegación se recostaba sobre esa margen del río. Se comprobó que el talud de fondo aparece mucho más tendido de lo que cabría

esperar por la cercanía del canal. El ángulo de pendiente no llega a/ los 5°. La primera impresión al observar las curvas de nivel, conduce a pensar en un talud mucho más empinado.

Llama la atención en las curvas de nivel la aparición de/ lóbulos bastante bien definidos que se manifiestan en las curvas como/ oscilaciones de las mismas hacia el río.

- En la zona del Taba Cuá la pendiente del talud alcanza/ a ser más marcada y en esa zona puede superar los 5°.

Existe también un informe presentado por el Ing. Manuel Vasa/ llo en su carácter de Asesor Técnico de la Secretaría de Estado de O-/ bras y Servicios Públicos; analizando se puede destacar:

- Se basa en la información disponible en la DMCPyVA y en los relevamientos aerofotográficos.

- Considera al material componente de las barrancas como/ "de constitución montmorillonítica con formación superior de arenas // Puelchenses" (Sic).

- Propone una solución técnica consistente en desviar el/ cauce del canal y simultáneamente desbastar y proteger la ribera.

IV - HIPOTESIS DEL TRABAJO

Para comenzar racionalmente el estudio tendiente a determinar las posibles causas de los desmoronamientos, se planteó los posibles o rígenes de los movimientos; ellos son:

a) - La Acción de la Erosión Fluvial :

El arrastre de las partículas del lecho y márgenes de un cur so fluvial, por acción de un escurrimiento es un hecho que innegable-/ mente puede constituirse en causa principal de desmoronamientos gran-/ des en las márgenes, según la forma en que se manifieste. Contraria-/ mente a lo que se cree, no es tan determinante la velocidad del escu-/

rrimiento para que se produzca el arrastre; la velocidad condiciona la energía de que dispone el río para transportar caudal sólido pero si / el escurrimiento ya está cargado con material en suspensión hasta el / límite que posee, el fenómeno que se produce es de selección de las // partículas, deposita las grandes y erosiona las más livianas de forma / tal que su caudal sólido total se mantenga invariable. Esta acción / erosiva puede:

a - Socavar la zona de la barranca coincidente con el pelo de agua del curso, y de esa forma descalzar la cobertura que queda en voladizo y puede desmoronarse. La magnitud de los hundimientos ó volcamientos de este tipo depende de la capacidad de la cobertura para sustentarse de por sí al perder su apoyo. A mayor resistencia, mayor / será la magnitud de la socavación y por tanto del movimiento posterior.

b - Incrementar el ángulo de talud de la margen sumergida hasta llegar al ángulo límite que pueda soportar el material constituyente y de esa forma producirse un deslizamiento tradicional por desequilibrio estático de fuerzas.

b) - Un Problema de Estabilidad de Taludes:

Cualquier quiebre en la morfología superficial del terreno, / lo que comúnmente se denomina ladera, puede ser estable ó no en equilibrio. El mecanismo del deslizamiento descrito en el párrafo anterior, es en el fondo un problema de este tipo en donde la causa del desequilibrio es la erosión fluvial que incrementa el ángulo del talud de la / ladera. Los problemas de estabilidad de taludes se dividen en dos // grandes grupos:

a) Cuando el talud es homogéneo: en este caso se analizan las características físicas del material constituyente y en base a ellas se determinan las fuerzas equilibrantes y desequilibrantes del // sistema, pudiéndose de esta forma calcular la magnitud del posible dese

lizamiento.

b) Cuando el talud no es homogéneo; En la mayoría de los/ casos de deshomogeneidad el talud aparece estratificado, si la diferencia de las características físicas entre los distintos estratos no es/ muy marcada puede asimilarse el problema al de taludes homogéneos aplicando algún método teórico de cálculo a cada estrato en particular. / Pero si la diferencia es muy acentuada, el estrato menos resistente determina una zona de debilidad que condicionará el estilo de los deslizamientos; lo mismo puede decirse de un estrato muy resistente en relación a los demás; su resistencia puede determinar la resistencia del / talud.

En Lavalle:

Con los datos recogidos se analizó el problema en la zona de Lavalle:

- Dada la magnitud de los deslizamientos ocurridos se descarta como origen de los mismos un efecto de socavación en la barranca debido a la erosión fluvial.

- Otro origen posible, el analizado en el párrafo a)-b), / se contrapone con las batimetrías disponibles ya que el ángulo del talud aún con el canal recostado contra una margen debe ser perfectamente estable.

- Independientemente de lo anterior, aparecen muchas manifestaciones de una gran actividad del escurrimiento subterráneo (las oquedades ó socavaciones de la arena por encima del nivel del agua, en/ las barrancas del río y en las paredes de la cárcava, así como los microconos de deyección en esas oquedades, y los manantiales, que obligan a la búsqueda en esa dirección)

- Asimismo un estrato de arena puede constituirse perfectamente en una zona de debilidad que condicione los movimientos.

Según lo anterior, se decidió efectuar una serie de perforaciones y calicatas a cielo abierto en dirección perpendicular a la ribera. Los fondeos mencionados estuvieron a cargo de personal de la Dirección Provincial de Vialidad.

Perforaciones:

Según consta en el gráfico correspondiente y en el informe de Vialidad Provincial, se realizaron 10 perforaciones distanciadas // 100 m aproximadamente entre sí. La extracción de muestras se realizó cada vez que se notaba un cambio, a simple vista, en las constantes físicas del suelo. Las muestras de las perforaciones eran alteradas, pero se extrajo también muestras inalteradas de las calicatas. De las muestras se realizó la determinación de sus constantes físicas y de su granulometría. En base a las constantes físicas se clasificó el material según el sistema del Highway Research Board por ser el sistema utilizado rutinariamente por el personal que realizó los trabajos y además por considerárselo lo suficientemente sensible como para detectar pequeños cambios en las características que impliquen cambios de estrato geológico. También se determinó la densidad de los estratos que pudieron identificarse perfectamente.

Los resultados, consignados en las planillas respectivas, // coinciden con la sucesión geológica prevista en esa zona (Fig. 11) y // pueden resumirse:

a) El Platense aparece con una potencia de alrededor de 2 metros y sus características lo ubican como un suelo A-5 ó A-6 del sistema HRB, es decir una arcilla de plasticidad variable.

b) El Lujanense aparece con una potencia que oscila entre 1 y 1,5 m, con las características de un suelo A-2-4 ó A-2-6, ó sea u-

na arena limosa o arcillosa según el caso.

c) Las arenas del Mesopotamiense aparecen por debajo, no/ se llegó a su límite inferior, pero la potencia que se pudo determinar es de más de 5 m (se estima una potencia muchísimo mayor), se manifiestan como A-3, o sea arenas limpias. Su análisis granulométrico las define como muy uniformes. Su extremada limpieza (poseen sólo un 0,78% de material fino) y su extremada uniformidad (coeficiente de uniformidad $C_u=2$), permiten calcular su coeficiente de permeabilidad con la ecuación de Allen Hazon: $K=C_1 \frac{D^2}{10}$, y éste oscila entre 0,02 y 0,03 cm /seg, entorno para el cual se considera que el drenaje es bueno.

Los estratos aparecen con un leve buzamiento hacia el río y/ se manifiesta una discontinuidad en la linealidad de los estratos aproximadamente entre los 500 y 600 m de la ribera. La densidad seca resultó: para el Platense $1,60 \text{ kg/m}^3$ y para el Lujanense $1,63 \text{ kg/m}^3$.

V - CONCLUSIONES

a) - Explicación del Fenómeno

1 - Si bien no se descarta el efecto pernicioso de la erosión fluvial sobre la estabilidad de las barrancas, no puede considerarse / ésta la principal causa de los deslizamientos de magnitud apreciable / que han ocurrido en la zona, por lo siguiente:

a) El fenómeno de retroceso de las barrancas es continuo/ e independiente de que el canal del río se encuentre ó no recostado // contra la margen en que se sitúa Lavalle. Según lo investigado en documentos de algunos años atrás y ya descriptos en este informe.

b) Las batimetrías disponibles, según se explicara, muestran un perfil transversal muy tendido aún cuando el canal escurre próximo a las barrancas. Según se muestra en los dibujos pertinentes.

2 - Debe considerarse como principal causa de los movimien-/

tos de mayor magnitud a la pérdida de capacidad de sustentación en el/ estrato de arena (Mesopotamiense) provocada por:

a) Un empinamiento del talud sumergido más allá de su talud de equilibrio, como consecuencia de la erosión fluvial, erosión // que se produce aún con velocidades bajas e independientemente de la posición del canal; este empinamiento produce un desequilibrio del sistema de fuerzas actuantes tal como fuera descrito por Popolizio para la zona de Corrientes, con la diferencia que en este caso se produce sólo un pequeño movimiento que desencadena posteriormente la remoción en masa como se explicará luego. La diferencia apuntada obedece a la ausencia, en Lavalle, del asperón bien desarrollado como aparece en la ciudad de Corrientes; esta capa sedimentaria aparece en la capital con // sus características mecánicas tales, que llevan la situación a un grado tal de desequilibrio que el estilo del deslizamiento posterior es distinto (Popolizio, E. - 16).

b) La situación mencionada en a) lleva a la aparición de / fisuras de corte en los estratos superiores los que comienzan entonces a actuar como sobrecarga al romperse la continuidad de la estructura, / variando totalmente los diagramas de presiones actuantes. En ese sentido, se produce una brusca disminución de la presión efectiva, como / consecuencia de un aumento de la presión neutra; esta disminución de / la presión efectiva es la que hace perder capacidad de sustentación a / la arena, porque rompe su estructura, la que a partir de ese momento / fluye como un líquido viscoso arrastrando consigo a las capas superiores. Su manifestación externa es la ebullición del talud sumergido.

c) Lo descrito en b) se aprecia cuantitativamente en los gráficos correspondientes (Fig. 12a,b,c), donde se demuestra también que, si se superara el instante de colapso, el sistema resultante sería más estable que el anterior, en el caso que el nivel de la freática coinci

da con la superficie del terreno, ya que resulta una presión efectiva / mucho mayor y por tanto mayor resistencia por fricción. Debe transcurrir un cierto tiempo para la disipación de la presión neutra perjudicial y el consiguiente incremento de la efectiva, tiempo que depende / de la velocidad de consolidación del material. Si la estructura supera ese tiempo y continúa estable, sus condiciones finales, como se ha / dicho, resultarían mejores que las iniciales. En la Fig. 12 se ha esquematizado los distintos estados de presión para: A) el nivel de la / freática; B) dicho nivel coincidente con el límite superior de la arena. En la primera columna se grafican los diagramas naturales; en la / segunda, las presiones actuantes en el momento del colapso (los estratos superiores, convertidos en sobrecarga inciden totalmente como presión neutra), y en la tercera columna, el estado final que se alcanzaría de no producirse el colapso.

d) Lo anterior supone un sistema estático, es decir no // considera la sobrepresión hidrostática proveniente de la carga hidráulica que posee el escurrimiento subterráneo por la cercanía de la loma. Este efecto contribuye en gran medida al flujo viscoso que se ha des- / cripto dada la gran permeabilidad del material, de manera tal que las / condiciones desfavorables se maximizan cuando el río está en estiaje y luego de una gran precipitación.

e) Cabe destacar aquí que pueden aparecer, como desencadenantes del proceso descrito, otras causas totalmente circunstanciales pero que confirman la veracidad de la explicación planteada. Una / de estas causas es la vibración transmitida desde la superficie por motores en funcionamiento, vibración que es capaz de romper la estructura del estrato arenoso con su consiguiente pérdida de resistencia y posterior flujo. Causa muy probable en los casos de la bomba aspirante y la sierra sinfín, ya descritas en el presente informe.

f) También cabe plantearse la aceleración del retroceso / de las barrancas debida al retroceso mismo, ya que cuanto más cerca de la loma se encuentra el nivel de base (pelo de agua del río), más velo ci dad poseerá el escurrimiento subterráneo por incrementarse el gradien te hidráulico.

b) - Planteo de Soluciones

Para asegurar la adecuada ejecución de las obras tendientes / a la eliminación del problema, deberá instrumentarse la ejecución de / los proyectos de obra correspondientes, dentro de un estudio más gene ralizado de defensa de riberas. De acuerdo con lo siguiente:

1) Bases para un programa intersectorial de defensa de ribe-
ras

Objetivo del programa: La investigación de los mecanismos de rotura que conducen al desplome de las riberas del Paraná, tendiente a la búsqueda y aplicación de soluciones técnicas convenientes.

Implementación:

a) Deberá constituirse un ente coordinador de las activi-
dades a desarrollar por los distintos organismos intervinientes, las
que deberán ajustarse al siguiente:

b) Plan de tareas:

1 - Recopilación, ordenación, sistemati
zación y evaluación de los antecedentes existentes sobre el tema.

2 - Estudio geomorfológico y geológico/
completo de las riberas en el sector a estudiar (desde Confluencia has
ta el cierre sur del Paraná Medio), tendiente a la tipificación de las
estructuras geomecánicas que pudieran presentar mecanismos similares.

3 - Estudio hidrológico completo del ré
gimen fluvial del Paraná incluyendo el comportamiento del escurrimien-
to subterráneo en las riberas de los sectores típicos definidos en el/

punto 2 y la morfodinámica fluvial.

4 - Ensayos en modelos físicos de las / condiciones imperantes en las distintas épocas del año en los sistemas estudiados en 2 y 3.

5 - Correlación de los resultados obtenidos del laboratorio de modelos con los sucesos observados en la realidad a efectos de ajustar las variables condicionantes de los ensayos y comenzar a formular esquemas tentativos de posibles soluciones técnicas.

6 - Implementación de las soluciones / propuestas en los modelos físicos sujetos a ensayo. Evaluación de los resultados.

7 - Elaboración de un plan de aplicación de las soluciones planteadas, en los sectores críticos. Ejecución de los anteproyectos de obra correspondientes para su posterior ajuste y llamado a licitación.

c) Organismos intervinientes:

Deberá asegurarse a nivel Gobierno Provincial la colaboración de todos los organismos provinciales, nacionales y privados, que por la índole de las tareas que desarrollan posean información, equipos ó personal necesarios para el mejor cumplimiento de los objetivos del programa.

Deberá procurarse la intervención de los organismos especializados en cada una de las distintas tareas a desarrollar, principalmente los organismos estatales provinciales o nacionales con experiencia en trabajos similares.

Influencia de Paraná Medio:

El proyecto definitivo de Paraná Medio introducirá variantes en los valores de las variables que se considerarán en el estudio. Di

chas variantes podrán ser perjudiciales ó beneficiosas. Por lo anterior, durante el transcurso del estudio deberá considerarse al sistema en los dos estados: con y sin la obra de Paraná Medio.

Al elaborar el plan de aplicación de las soluciones técnicas recomendadas en base a la factibilidad técnico-económica de cada una, deberá tenerse particularmente en cuenta que esa factibilidad variará luego de la concreción de Paraná Medio en las zonas que sean afectadas por el embalse. En el extremo, habrá casos en que el beneficio a obtener de la solución propuesta durante el tiempo que media entre el presente y la terminación del Cierre Sur y Norte, comparado con el costo de la obra, aconseja la no ejecución de ésta.

También deberá procurarse una definición gubernamental acerca de la actitud de las provincias ante los posibles perjuicios que // pueda ocasionar Paraná Medio al territorio provincial (elevación de la freática, formación de deltas terminales en los cursos de agua interiores, grandes superficies inundadas con tirantes pequeños que obligarán a un riguroso control de las enfermedades hídricas, etc.) para tratar/ de arribar a soluciones múltiples que permitan la solución de los problemas mencionados así como la protección de las riberas.

Se entiende que es fundamental la elaboración de convenios / interprovinciales entre los gobiernos de las distintas regiones afectadas por el problema. Dichos convenios permitirán el estudio desde una óptica más general y totalizadora.

2) Parámetros referenciales para el llamado a licitación de/ ejecución de proyectos de obra tendientes a la solución de los desmoronamientos en la localidad de Lavalle.

Objeto del llamado:

Contratar la ejecución de los proyectos / de obra tendientes a evitar ó atenuar los demoronamientos de barrancas

en la localidad de Lavalle (Corrientes).

Sistema de contratación:

Por ajuste alzado.

Plano de obra:

A propuesta de la firma oferente junto con su oferta.

Pliego de condiciones particulares:

a - Del monto de la oferta y el plazo de obra:

En la presentación deberá discriminarse perfectamente:

+ Monto total de la oferta y montos parciales a invertirse para la ejecución de cada una de las tareas previstas, tareas que deberán ajustarse al;

+ Cronograma de tareas: Discriminación detallada de la totalidad de los estudios que servirán de base para el proyecto con el plazo previsto para la ejecución de cada uno. Los plazos parciales podrán ajustarse durante la marcha de los estudios pero sin que ello implique el alargamiento del plazo total.

b - De la responsabilidad de los trabajos:

Deberá especificarse claramente en la oferta la nómina de los profesionales responsables de la ejecución de cada una de las tareas, así como del carácter de su intervención; calculista, proyectista, coordinador, director, etc.

Deberá someterse a la aprobación de la inspección la designación del profesional que será directamente responsable ante ésta de la marcha de los trabajos y del cumplimiento de las obligaciones contractuales.

c - De la adjudicación:

Las firmas oferentes deberán consignar los antecedentes que posean en materia, como así también los antecedentes particulares del/

personal que intervendrá en los trabajos. La adjudicación se realizará en base a la evaluación de los siguientes puntos;

- 1- Antecedentes del oferente en proyectos similares.
- 2- Tareas previstas para los mismos.
- 3- Plazo de ejecución de los trabajos.
- 4- Monto de la oferta.

La oferta deberá presentarse en dos sobres. En el sobre N°1 deberán incluirse los antecedentes que posea en la materia la firma // proponente; dichos antecedentes deberán ser evaluados antes de proceder se a la apertura del sobre N° 2; si aquéllos fuesen considerados insuficientes se desestimará la presentación. En el sobre N° 2 se incluirá el cronograma detallado de las tareas previstas por el proponente / con plazos parciales y t-blas de ejecución y el monto de la oferta.

Al evaluar los elementos del sobre N° 2 para la adjudicación, se deberá balancear en primer lugar la conveniencia de la oferta en // cuento a tareas previstas y plazo de ejecución para, finalmente, consi- derar el monto de la misma.

d - Del nivel final de terminación del proyecto:

Los proyectos de obra resultantes deberán consignar, clara y detalladamente, todos los datos necesarios que permitan el posterior / llamado a licitación para la ejecución de la obra, entre ellos:

+ Materiales a utilizar, parámetros de calidad de los mis- mos.

+ Dimensiones parciales y totales en planialtimétrica. Re- ferencia de niveles a las cotas del IGM.

+ La totalidad de los cálculos efectuados a fin de posibi- liter su revisión por la Empresa Constructora quien compartirá de ese / modo con el proyectista, la responsabilidad por el funcionamiento de / la obra de acuerdo a lo previsto.

- + Cómputos parciales y totales.
- + Presupuesto de Obra.
- + Pliego de condiciones particulares. Incluirá el plazo/
de ejecución de los trabajos.

e - Del proyecto:

Según el mecanismo de rotura que siguen los desplomes, en el que concurren simultáneamente dos factores desencadenantes que son: el agua subterránea y el empujamiento del talud sumergido, deberá controlarse:

1 - La influencia del agua subterránea como factor determinante de la pérdida de resistencia en la arena subyacente, mediante/
la ejecución de:

1-a: Drenes: Instrumentar un sistema de drenes para la //
captación y control del agua subterránea de modo que se disminuye el /
gradiente de su escurrimiento, especialmente en los momentos críticos. Para el proyecto del drenaje deberá efectuarse un cálculo ajustado de/
la afluencia subterránea máxima que pueda esperarse, para lo cual se de
limitará la cuenca de aporte.

La eficiencia del sistema de drenes deberá verificarse en ba
se a modelos físicos con el mismo material del lugar en donde se implen
tará la obra. Deberá preferirse la opción de filtros granulométricos/
a filtros de malla metálica. El proyecto incluirá las especificacio-/
nes acerca del sistema a utilizar para la ejecución de las excavacio-/
nes y el tendido de las cañerías.

1-b: Inyecciones: El proyecto estudiará la conveniencia /
ó no de efectuar inyecciones en el material del acuífero a fin de con-
trolar el agua subterránea. De optarse por esta variante se especifica-
rá:

- + Método de trabajo a utilizar para la inyección (secuen-

cia de tareas y herramientas a utilizar).

+ Disposición planialtimétrica de los pantalles de inyección.

+ Composición de la lechada de inyección (Se preferirá // las lechadas estables a las inestables).

+ Presión de inyección (a determinarse mediante ensayos / "in situ").

2 - El empinamiento del talud sumergido debido a la acción fluvial. En este sentido el Proyecto deberá estudiar la forma de atenuar la acción erosiva del agua sobre la ribera y de ser posible, conseguir la sedimentación del material de arrastre. Para esta parte de // los estudios;

+ Se trabajará en estrecho contacto con la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, bajo cuya jurisdicción se encuentra cualquier estructura que se implante dentro del / cauce fluvial.

+ Se especificará claramente mediante un análisis técnico-económico el tipo de estructura elegido para conseguir el efecto especificado en 2-.

+ Dado que el ángulo de incidencia de la corriente principal sobre la ribera es cambiante, el estudio no deberá limitarse a las condiciones hidrodinámicas imperantes en el momento de realizarse el / Proyecto, sino que deberá prevase el funcionamiento de las estructuras bajo condiciones distintas.

f - De los estudios;

Como datos básicos para la confección de los Proyectos se podrá utilizar toda la información existente referida al tema, previo análisis de su validez. Los datos faltantes deberán completarse mediante observaciones en el terreno, en ese sentido se preferirá la observa

ción directa de los parámetros a considerar, a la evaluación indirecta mediante sensores remotos ó ensayos de laboratorio.

La estimación de las variables intervinientes tanto en el // flujo subterráneo como en la hidrodinámica fluvial se hará al menos en dos condiciones extremas para permitir su interpolación posterior para situaciones medias del sistema. En ese sentido, se considerará cuidadosamente este requisito para fijar el plazo total de ejecución de los proyectos.

BIBLIOGRAFIA

BONARELLI, G. - NAGERA, J.J.

- 1 - 1929 - "Memoria explicativa del mapa geo-agrológico y minero de /
Corrientes. Imp. del Estado Corrientes" - T. I y T. II.

BRUNIARD, Enrique Danilo

- 2 - 1966 - "Bases fisiográficas para una división regional de la Pro-
vincia de Corrientes" - NORDESTE (Rev. Facultad de Humanida-
des - UNNE - VIII - Resistencia-Chaco).

CASTELLANOS, Alfredo

- 3 - 1965 - " Estudio Fisiográfico de la Provincia de Corrientes"; Se-
rie Publicaciones XLIX - Inst. de Fisiografía y Geología, U
niversidad Nacional del Litoral - Rosario.

COCCO, Luis Alberto

- 4 - - "Informe referente al levantamiento geológico de las hojas:
Paso Santa Rosa (2960-35), Alejandra (2960-34) y Maquina
(3160-4) de la Provincia de Corrientes" - Dpto. de Hidroge-
ología; Min. de Guerra - Buenos Aires.

DELACHAUX, Enrique A. S.

- 5 - 1906 - "Los problemas geográficos del territorio argentino - Hidro-
grafía: La gran inundación de 1905". En: Nov. Univ.Bs.As./
Año III, T.V, 1906, p.130-144 y p.220-227.

FORTER, E. y SEELSTRANG, A.

- 6 - 1878 - "Informe de la Comisión Exploradora del Chaco". En: Memorias
e Informes de la Primera Gob.del Chaco,1872-1884 - Publ.por
el Inst.de Historia - Fac.de Humanidades - UNNE - 1977.

FRENGUELLI, Joaquín

- 7 - 1922 - "Algunos datos sobre la falla del río Paraná y la estructura de sus labios". En: Rev. Univ. Bs.As. - Año XIX - T. XLIX.

HERBST, Rafael

- 8 - 1971 - "Esquema estratigráfico de la Provincia de Corrientes, República Argentina" - Rev. de la Asoc. Geológ. Argentina - T. // XXVI, N° 2 - Bs.As.

I.F.T.A.

- 9 - - "Relevamiento Aerofotográfico de la Provincia de Corrientes" Esc. 1:30.000.

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

- 10 - - Cartas topográficas a escala 1: 500.000 (Hojas Corrientes y Goya); Escala 1:250.000 (Hojas Corrientes, Bella Vista, Goya); Escala 1:100.000 (Hojas Corrientes, Empedrado, Saladas, Villa Guillermina, Bella Vista, Santa Lucía, Goya).

LAZZI, R. y FRITZCHY, B.

- 11 - 1978 - "Paleocauce del río Paraná - Génesis y Evolución del Paisaje natural entre los 29°15'S y 31°40'S (Prov. de Santa Fe)". Inédito.

PARODY, H.O. y ESTRUCO, J.

- 12 - 1975 - "El Río Paraná - Teoría de las mutaciones periódicas". VII/ Congreso Nacional del Agua - T. 1 - Abril 1975 - Ed. Región p.1 a 27.

- 13 - 1959 - "Los estudios geológicos de Ameghino". En homenaje a F. / Ameghino - As.Cult.de Geog.de Rosario y Fil.Rosario de GAEA (Soc. Arg. de Est. Geog.) En: Popolizio, Eliseo; Un problema de Geom. aplic.a la Prov.de Ctes. Public.Nº 39 - 1963.
- 14 - 1967 - "Breve nota sobre la morfología de la llanura chaqueña // (Arg.)". Inst.de Fis.y Geol. - Univ.Nac.del Litoral, Publicaciones CI, Rosario.

POPOLIZIO, Eliseo

- 15 - 1963 - "Un problema de Geomorfología aplicado a la Provincia de / Corrientes". Fac. de Ciencias Matemáticas UNL. Public.Nº 39 Rosario. 1963.
- 1966
- 16 - 1963 - "Causas geográficas de los desplomes y deslizamientos de las riberas del Río Paraná y en especial en la ciudad de Corrientes".- LAJDA, Rev. Universitaria Nº 6-7, Feb.-Mayo 1966.
- 17 - 1965 - "Los antiguos cauces del Río Paraná, de Corrientes a Esquina" - Comunicación presentada a la XXVII Sem. de Geografía - Bs. As.
- 18 - 1966 - "Problemas Geomorfoclimáticos en la Provincia de Corrientes" Comunicación presentada a la XXVIII Sem. de Geografía - San Miguel de Tucumán.

POPOLIZIO, Eliseo y CANOBA, Carlos

- 19 - 1968 - "Estudio Aerofotográfico de Paleopotamología en un sector / ribereño del Río Paraná-Chaco". Serie A - Notas Nº 2 - Publicac. de la Fac.de Cs.Ing.y Arq.-U.N.L.

POPOLIZIO, Eliseo

- 20 - 1970 - "Algunos rasgos de la geomorfología del nordeste argentino".

En: Bol. de la Soc.Arg.de Botánica, Vol. XI, Sep. 1970, p.p.
17-35.

- 21 - 1972 - "Geomorfología del relieve de plataforma de la meseta misionera y zonas aledañas". - Cap. I a IV - Anales de la / Soc.Arg.de Estudios Geográficos. T.IV, pp.17 a 84 - Bs.As.
- 22 - 1973 - "Geomorfología de las áreas inundadas e inundables del NEA" I Simposio Nacional sobre manejo del agua y suelo en zonas inundadas e inundables NEA - Public.de la Admin.Prov.de Recursos Hídricos de la Provincia del Chaco - Ed. Región - / Pp.43-72 - 25 figs. - Roia.
- 23 - 1973 - "Algunas vinculaciones entre la geomorfofisiología y los / estudios de hidrología". - Present. al VI Congreso Nacional del Agua - Santiago del Estero.
- 24 - 1975 - "Geomorfología de los Bajos Submeridionales en el área del Chaco" - Convenio UNDE-CFI - Tomo I - Inédito.
- 1968
25 - 1977 - "Contribución a la Geomorfología de la Provincia de Corrientes (Argentina)" - Rev. Geociencias N° 7 y 8 - Publicac. / del Centro de Geociencias Aplicadas - Univ. Nac. del Nordeste - Roia.

REPOSSINI, José

- 26 - 1929 - "Río Paraná, estudio retrospectivo de las crecientes de // los años 1905, 1912, 1917, 1921 y 1923", La Ingeniería, a 33, Bs. As.

SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS

- 27 - 1957 - Cartas de Navegación. Lámina 9 Tramo Isla Caraguatay-Pto. Ocampo; Lámina 10 Tramo Pto.Ocampo-Pto.Mercedes; Lámina 11 Tramo Pto.Mercedes-Confluencia. Escala aprox. 1:100.000- / Dir.Nac.de Const.Port.y Vías Navegables.

- 28 - 1966 - Conexión terrestre entre las Provincias del Chaco y Co-///
rrientes. Puente sobre el Río Paraná y acceso a la ruta /
11 y 12. Tomos 1 - 2 y 3. Dir.Nac.de Vialidad-Bs.As.1966.
- 29 - 1971 - Cartas de Navegación. Hojas Nº 45-46-47-48-49-50-51-52-53
54-55-56-57-58-59-60 y 61. Desde Confluencia a Goya. Esc.
aprox. 83.333 - Direc.Nac.de Const.Portuarias y Vías Nav.

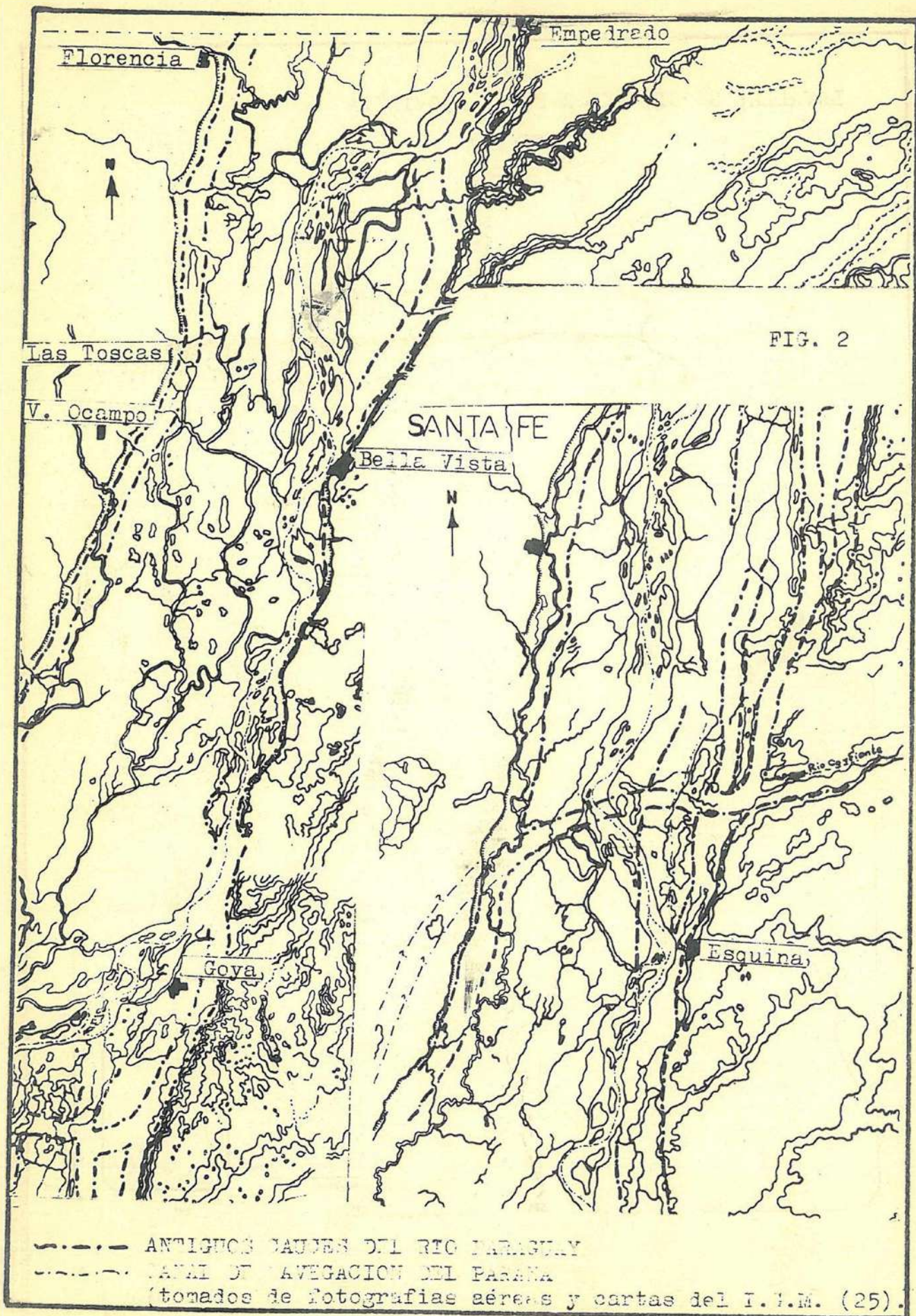
THEBAUT, Lucía Catalina

- 30 - 1977 - "Esquema de un estudio aerofotogramétrico sobre paleopota-
mología de la Provincia del Chaco" - Inédito.

LAVALLE: SU SITUACION EN LA PROVINCIA

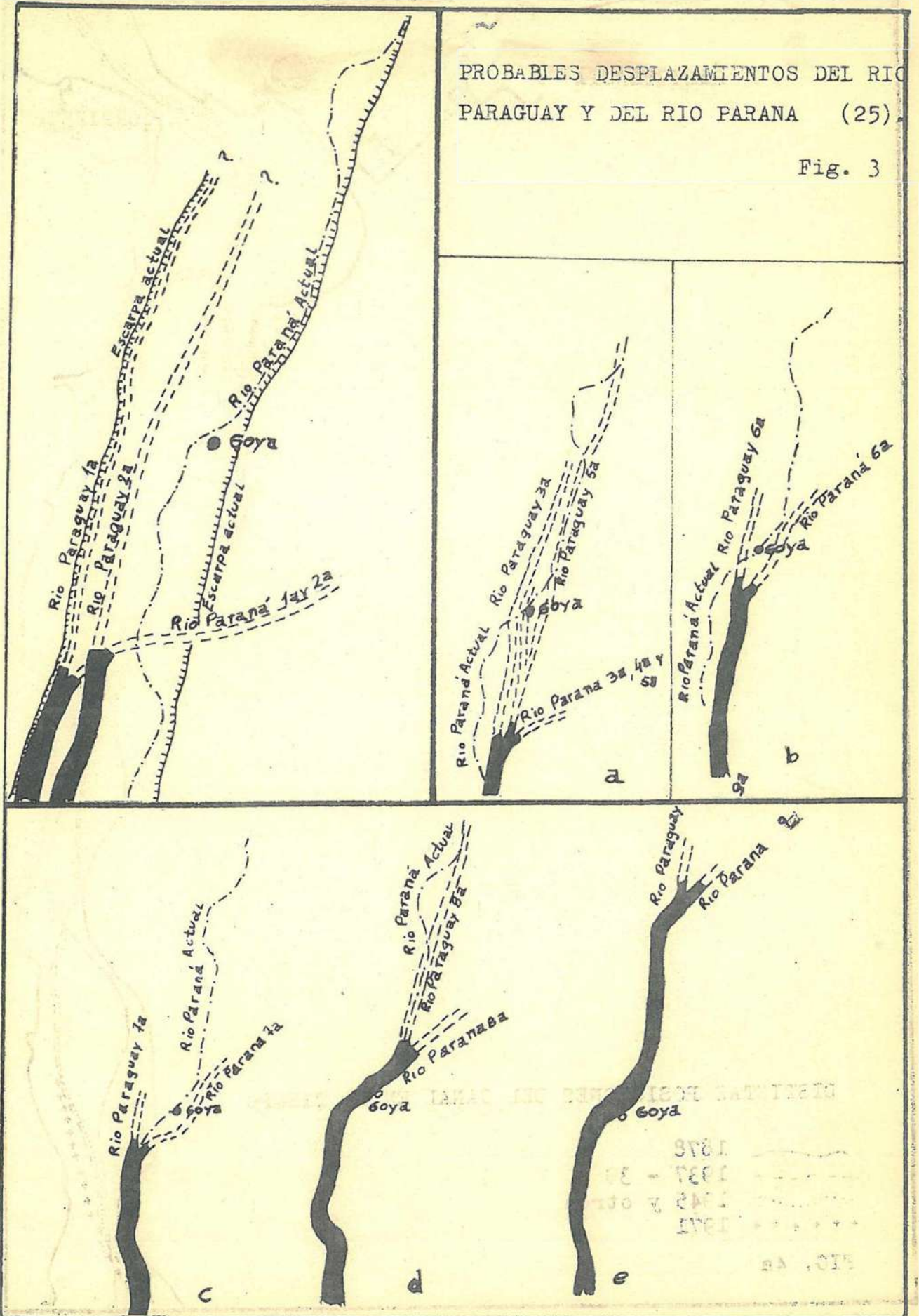


FIG. 1



PROBABLES DESPLAZAMIENTOS DEL RIO PARAGUAY Y DEL RIO PARANA (25)

Fig. 3



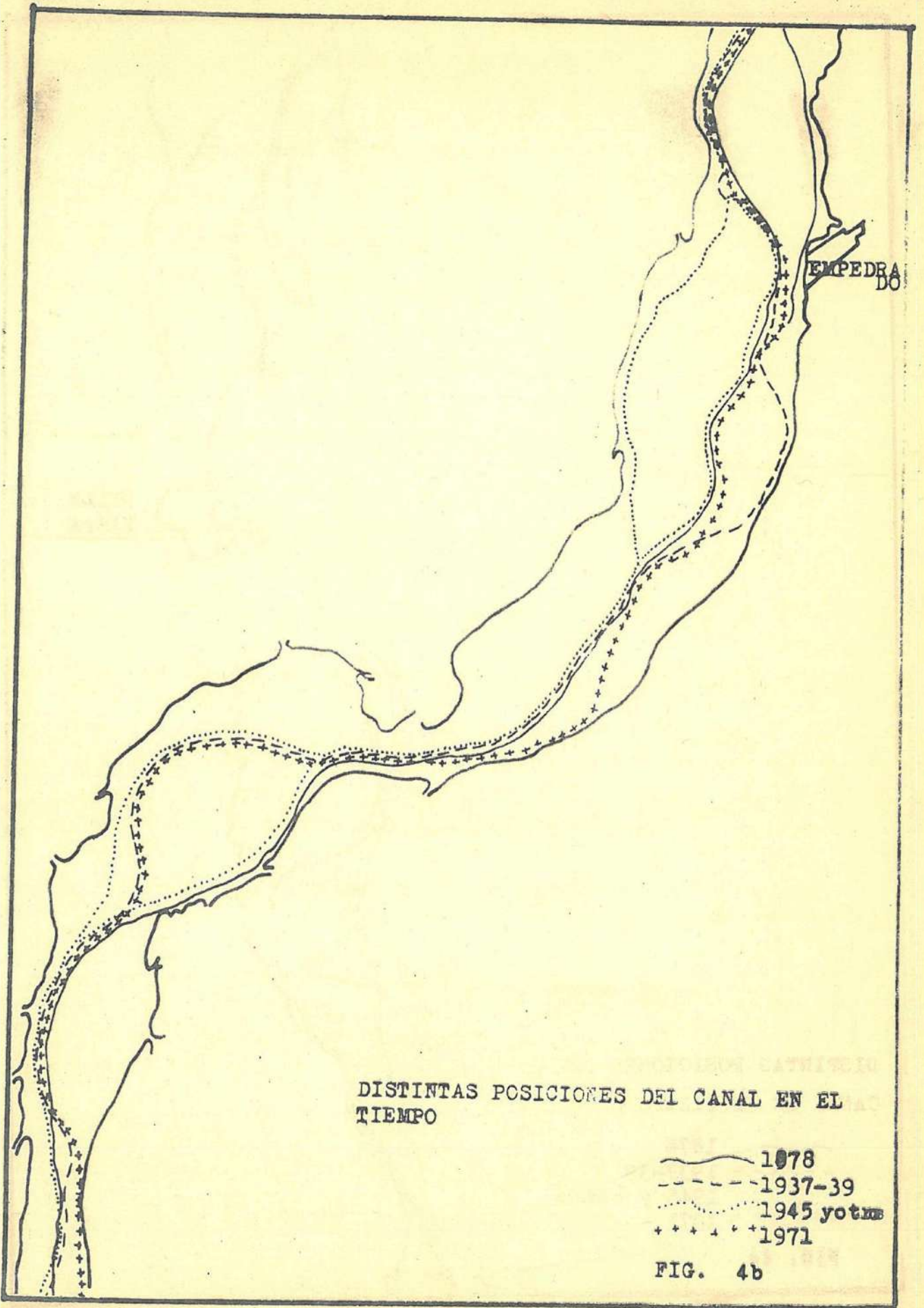
RESISTENCIA

CORRIENTES

DISTINTAS POSICIONES DEL CANAL EN EL TIEMPO

- 1878
- - - 1937 - 39
- ... 1945 y otros
- + + + + + 1971

FIG. 4a

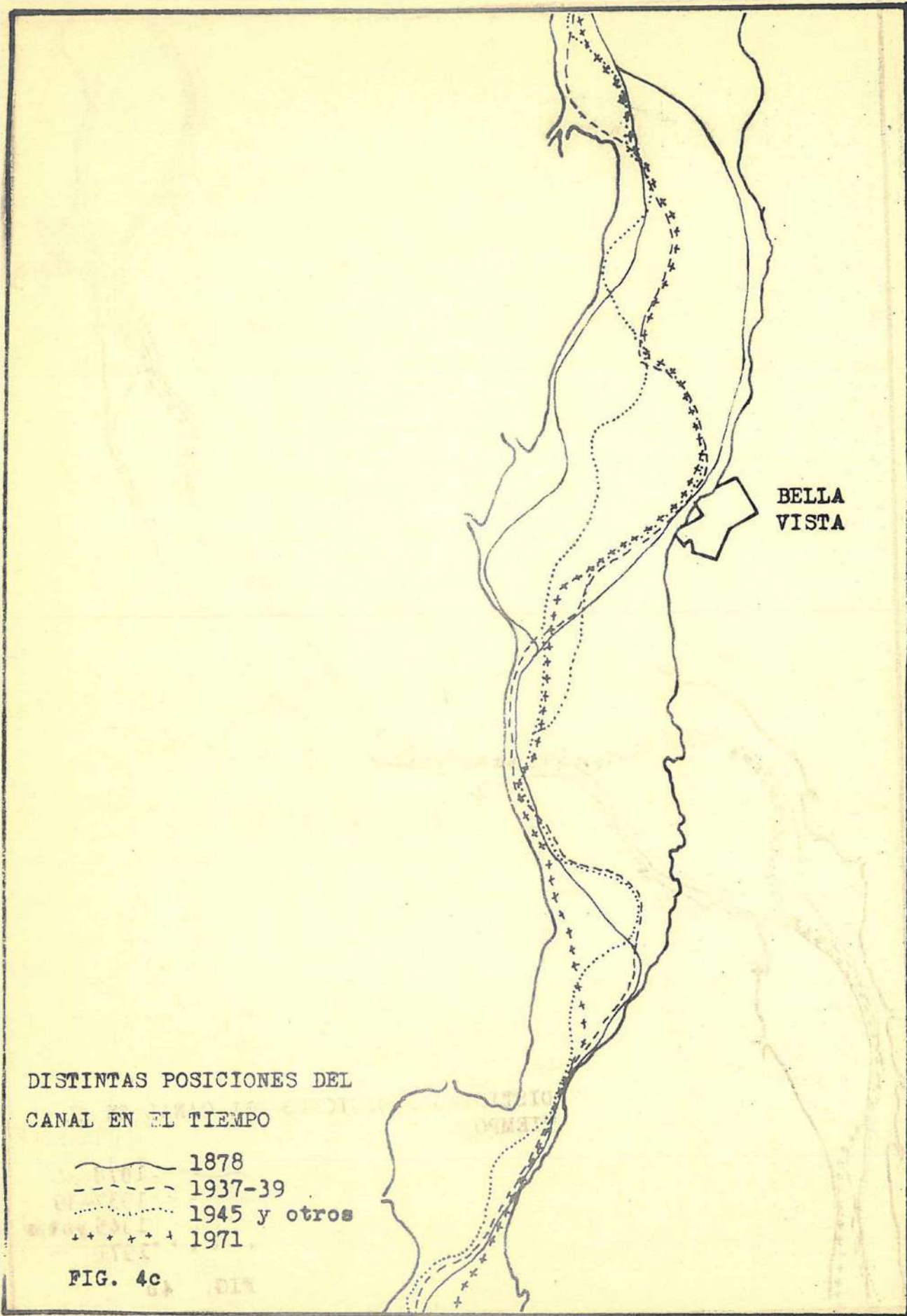


EMPEDRADO

DISTINTAS POSICIONES DEL CANAL EN EL TIEMPO

- 1878
- - - 1937-39
- ... 1945
- + + + + 1971

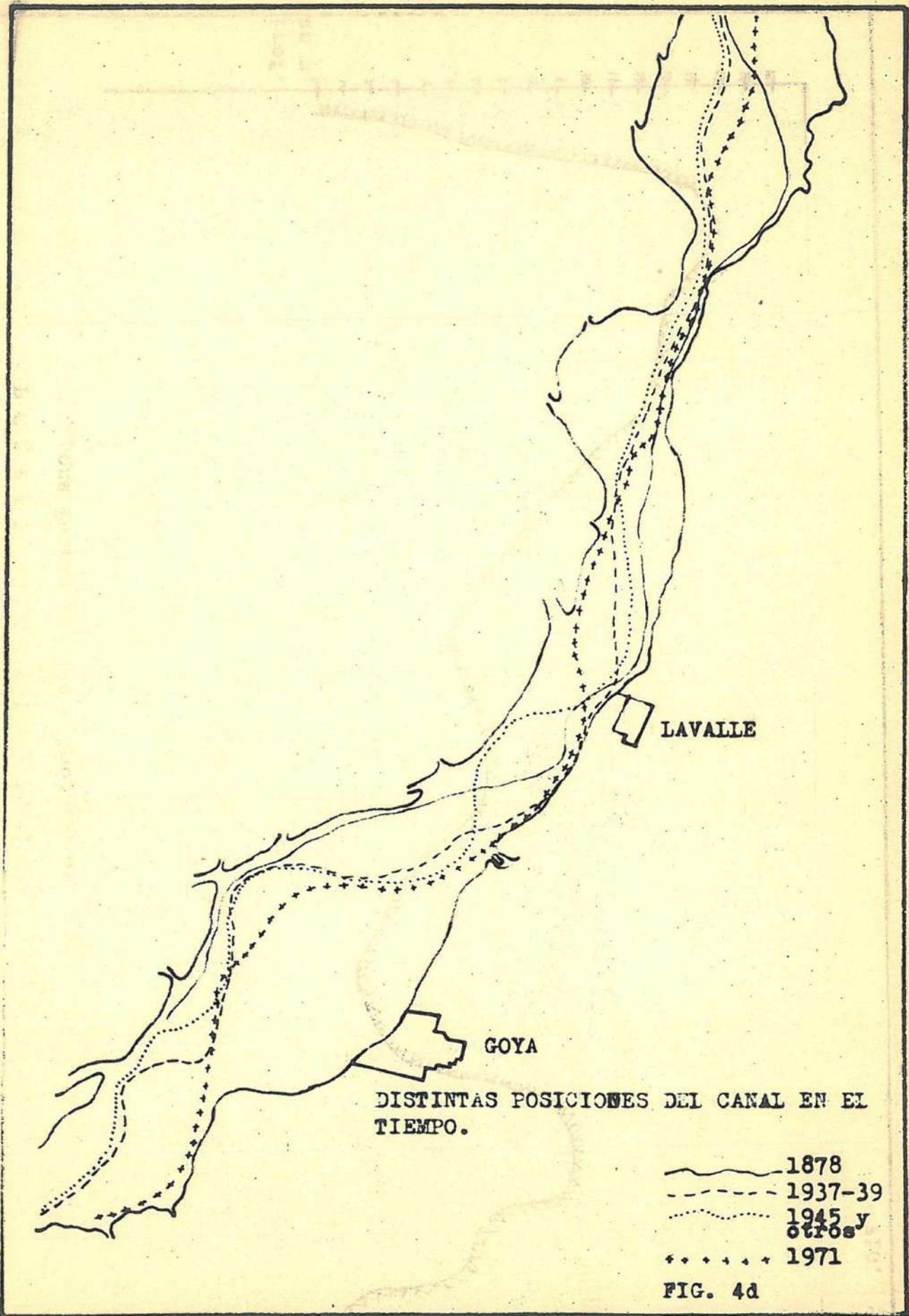
FIG. 4b



6000 05

6.3 of 10.2

C.L.S



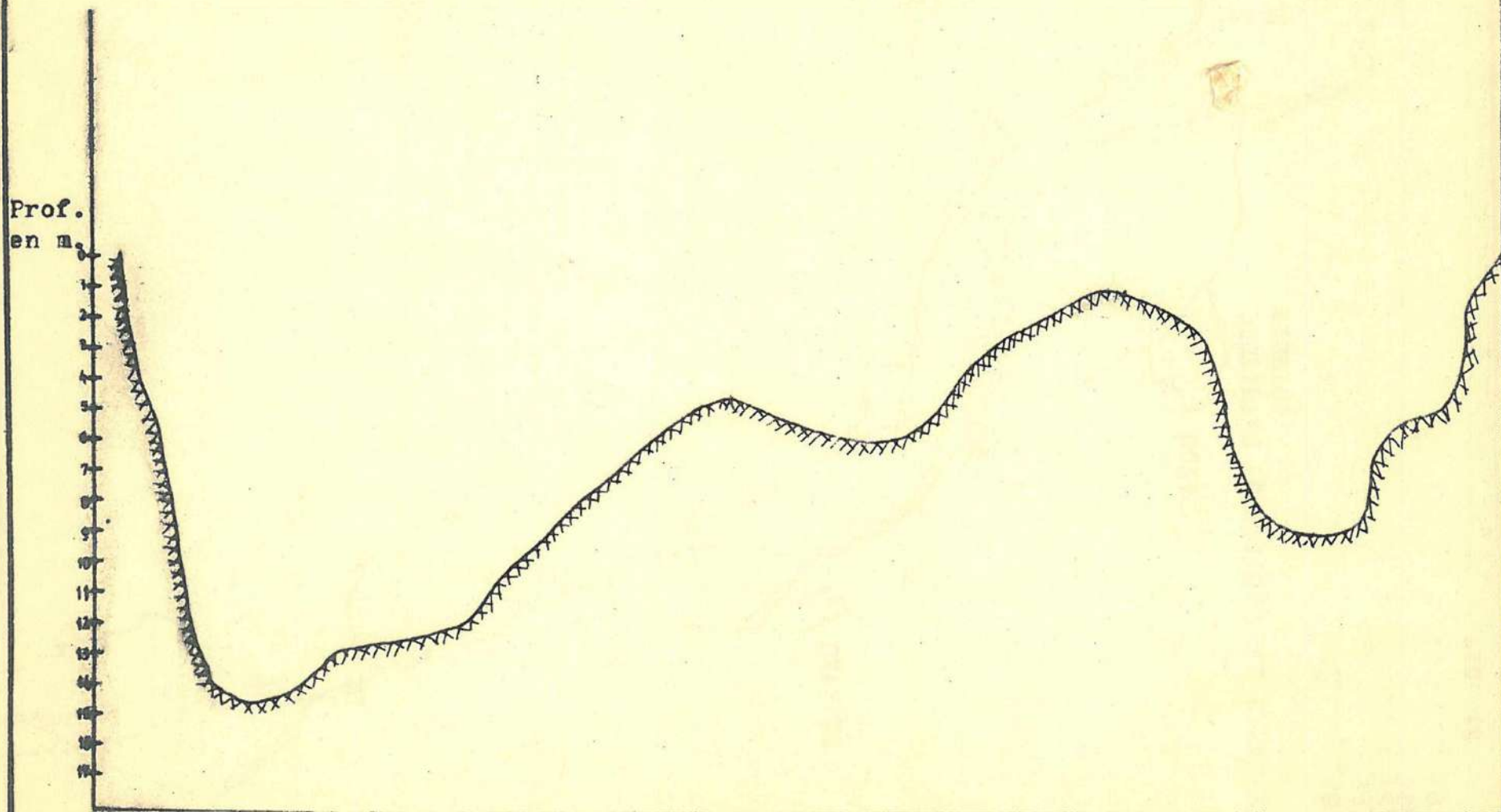
DISTINTAS POSICIONES DEL CANAL EN EL TIEMPO.

- 1878
- - - 1937-39
- 1945 y otros
- * * * * * 1971

FIG. 4d

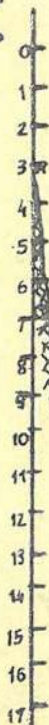
PERFIL BATIMETRICO

Zona Puerto Lavalle - 1963



PERFIL BATIMETRICO
Zona Puerto Lavalle - 1968

Prof.
en m.



isla

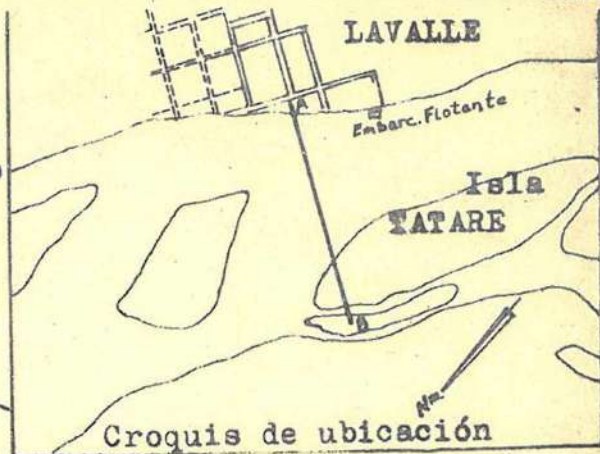


FIG. 6

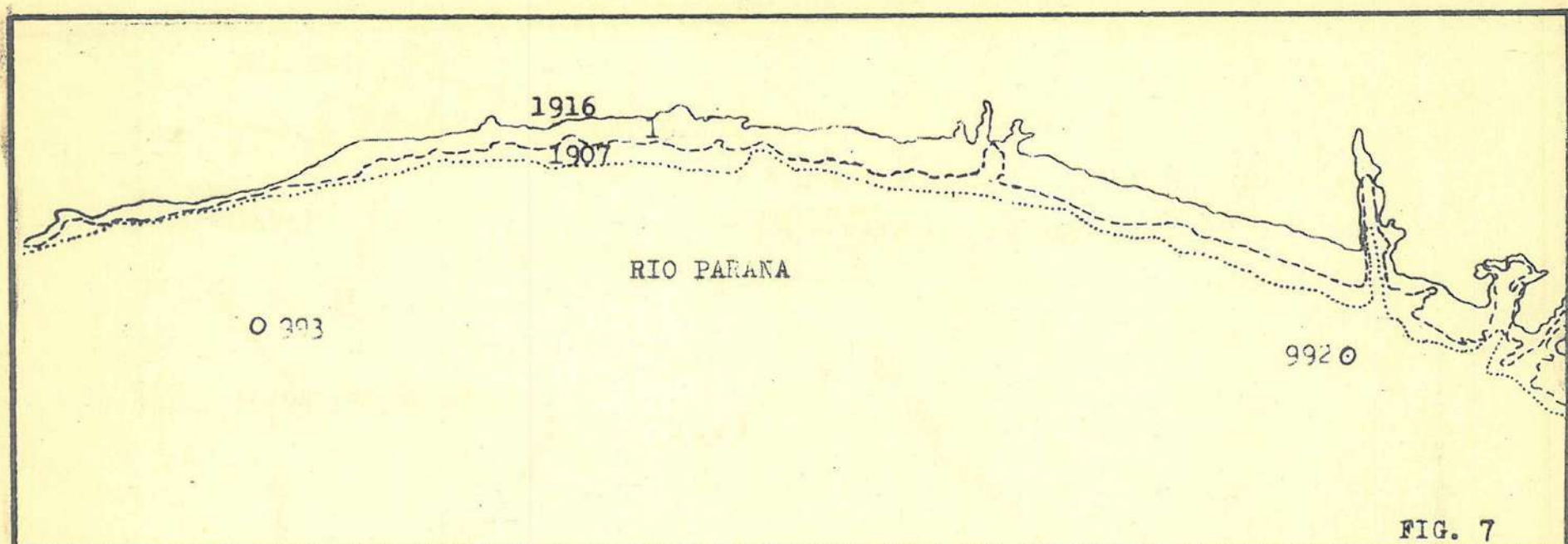


FIG. 7

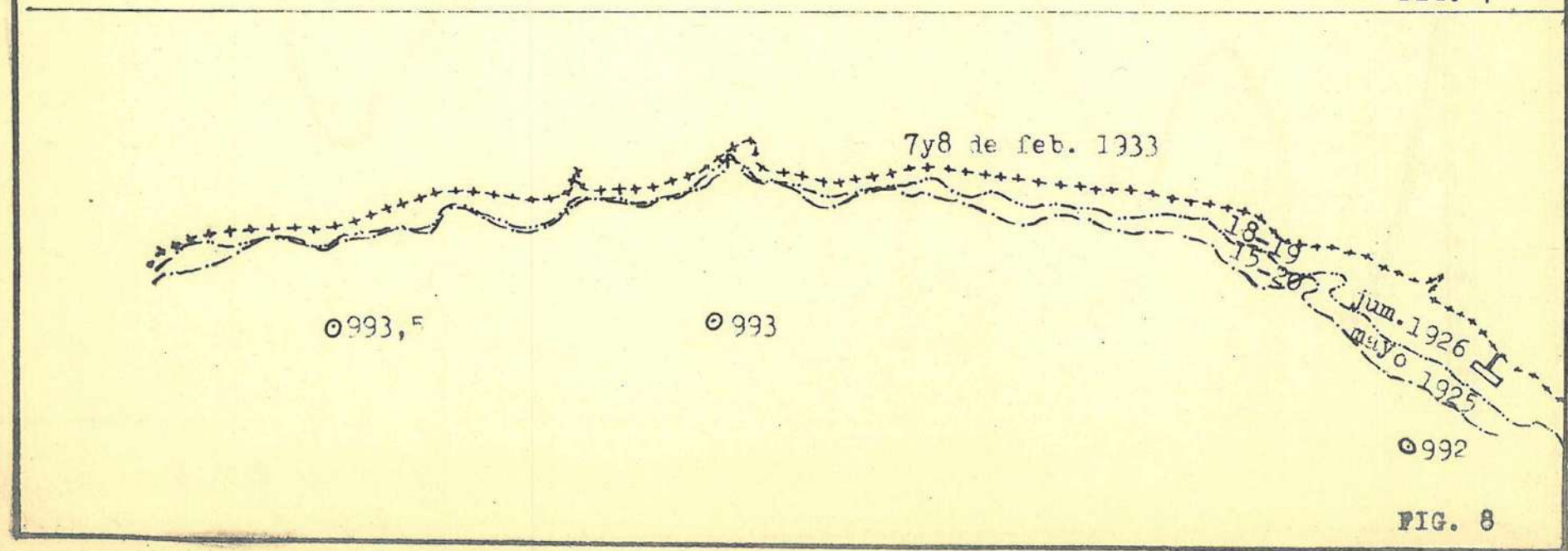


FIG. 8

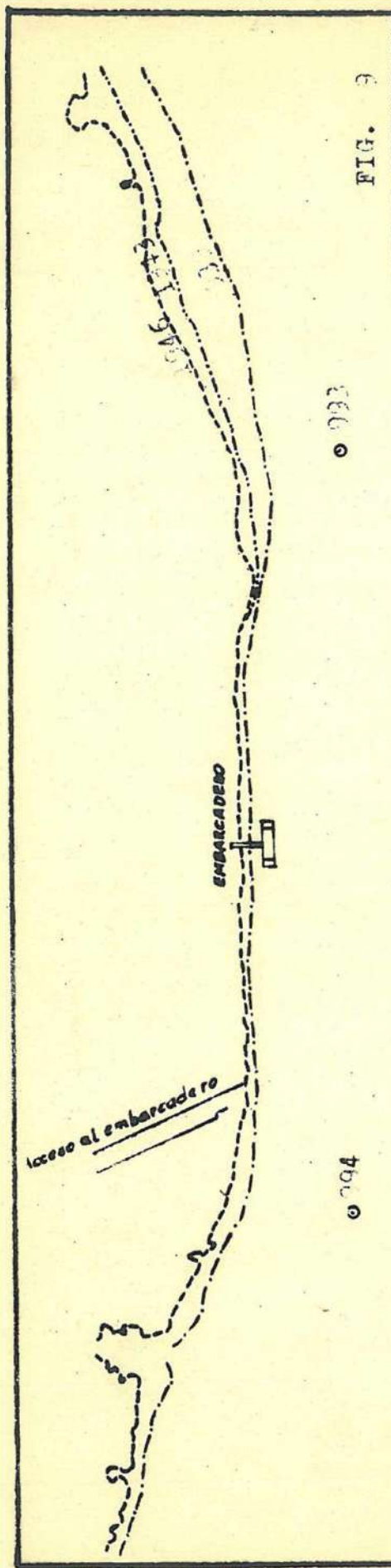
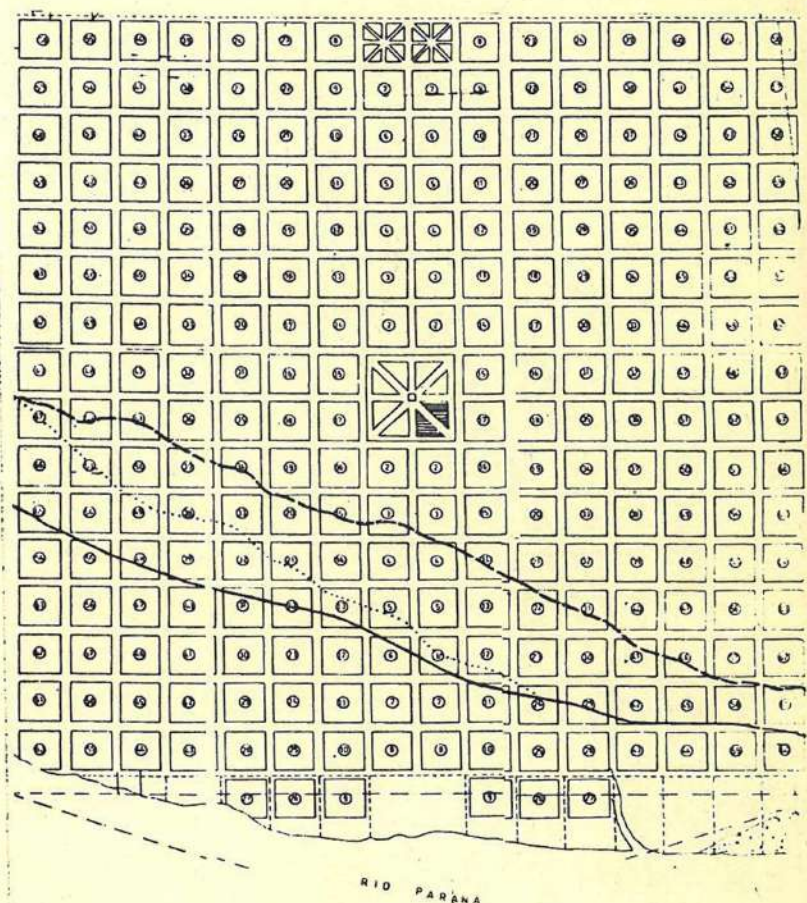


FIG. 9

0033

0094

DIRECCION GENERAL DE CATASTRO
 PUEBLO DE LAVALLE
 PROVINCIA DE CORRIENTES
 AÑO 1905-1907
 Esc. Orig. 1:1800



LINEAS DE SITUACION DE LA BARRANCA

Sup. Pueblo Lavalle: 3.137.195 m²

- — — — — 1978
- · · · · 1973
- — — — — 1960

FIG. 10

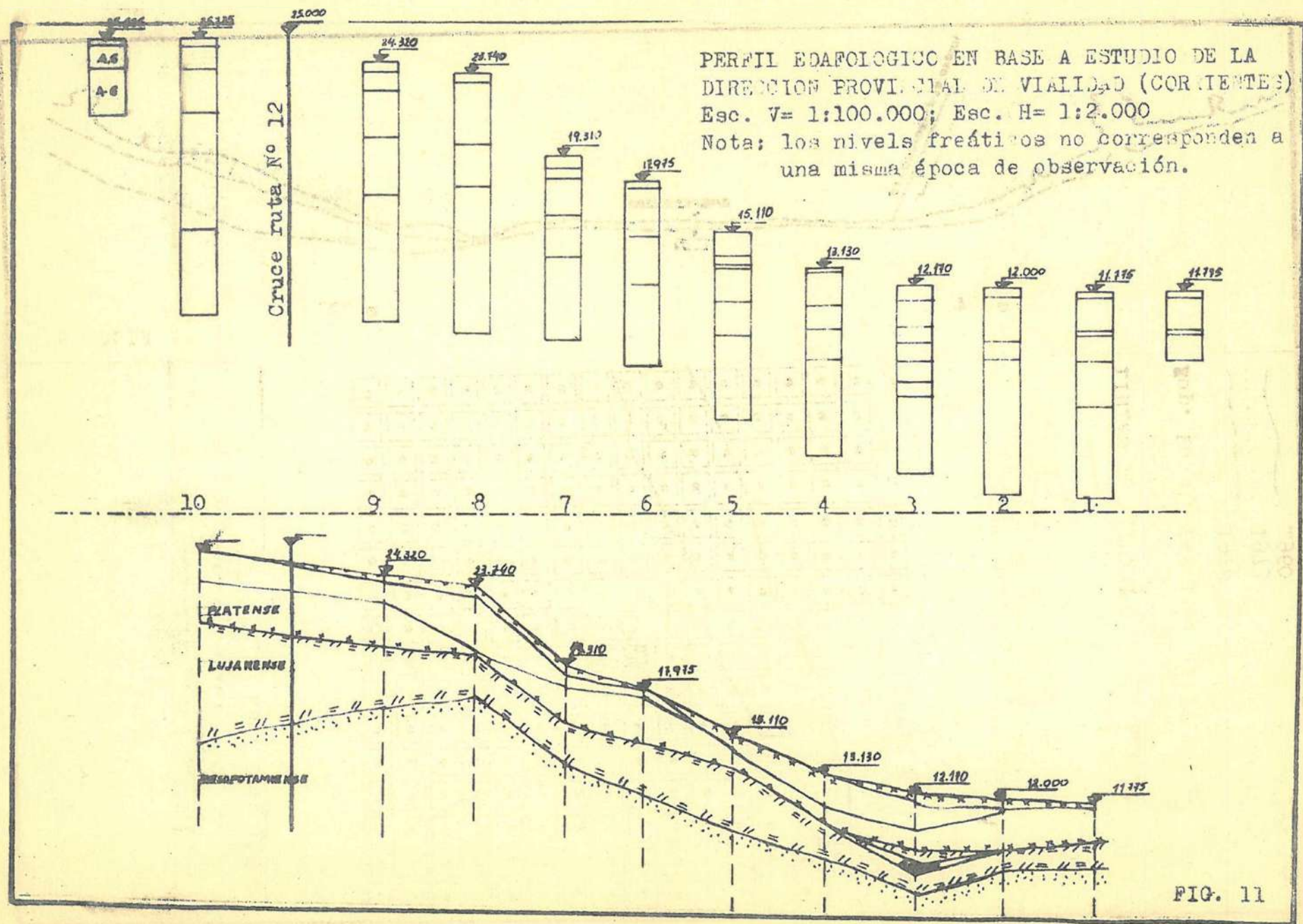


FIG. 11

ESQUEMAS IDEALES DE PRESIONES NEUTRAS Y EFECTIVAS
 PARA EJEMPLO DIFICAR EL MECANISMO DE ROTURA DESCRIP-
 TO EN EL TRABAJO.-

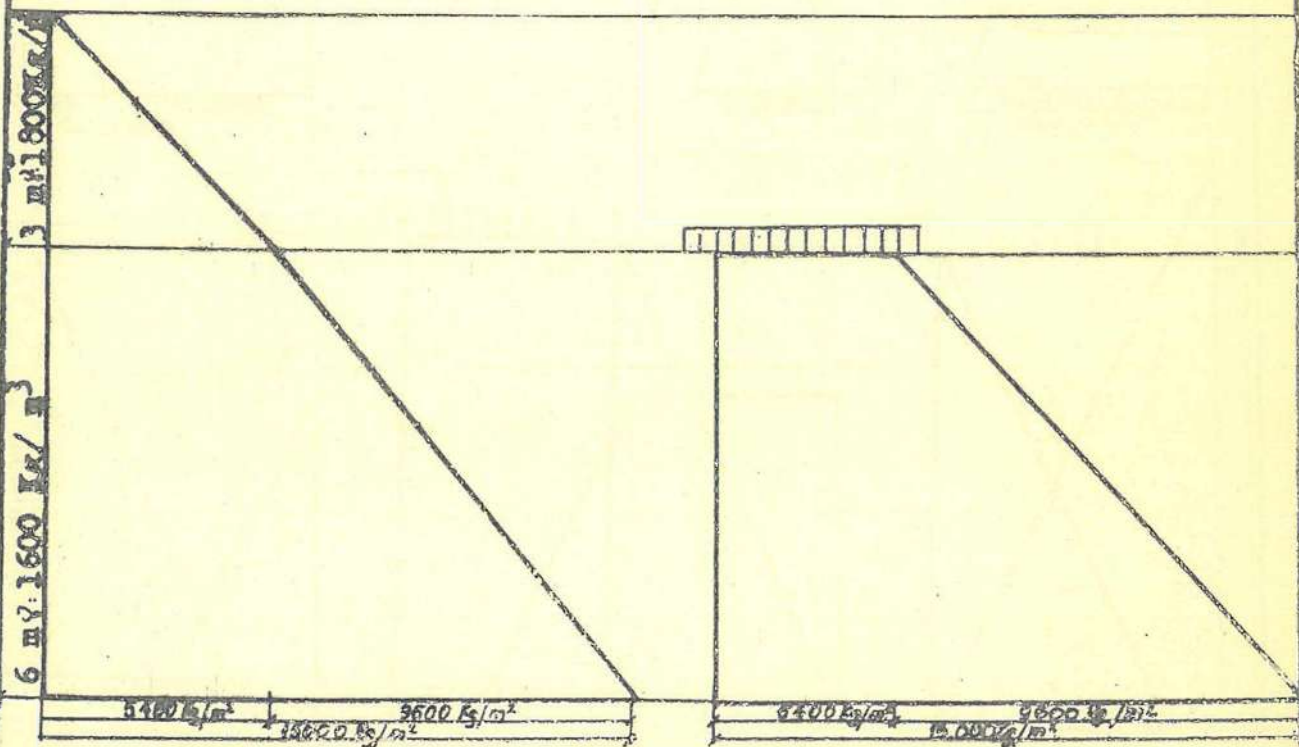
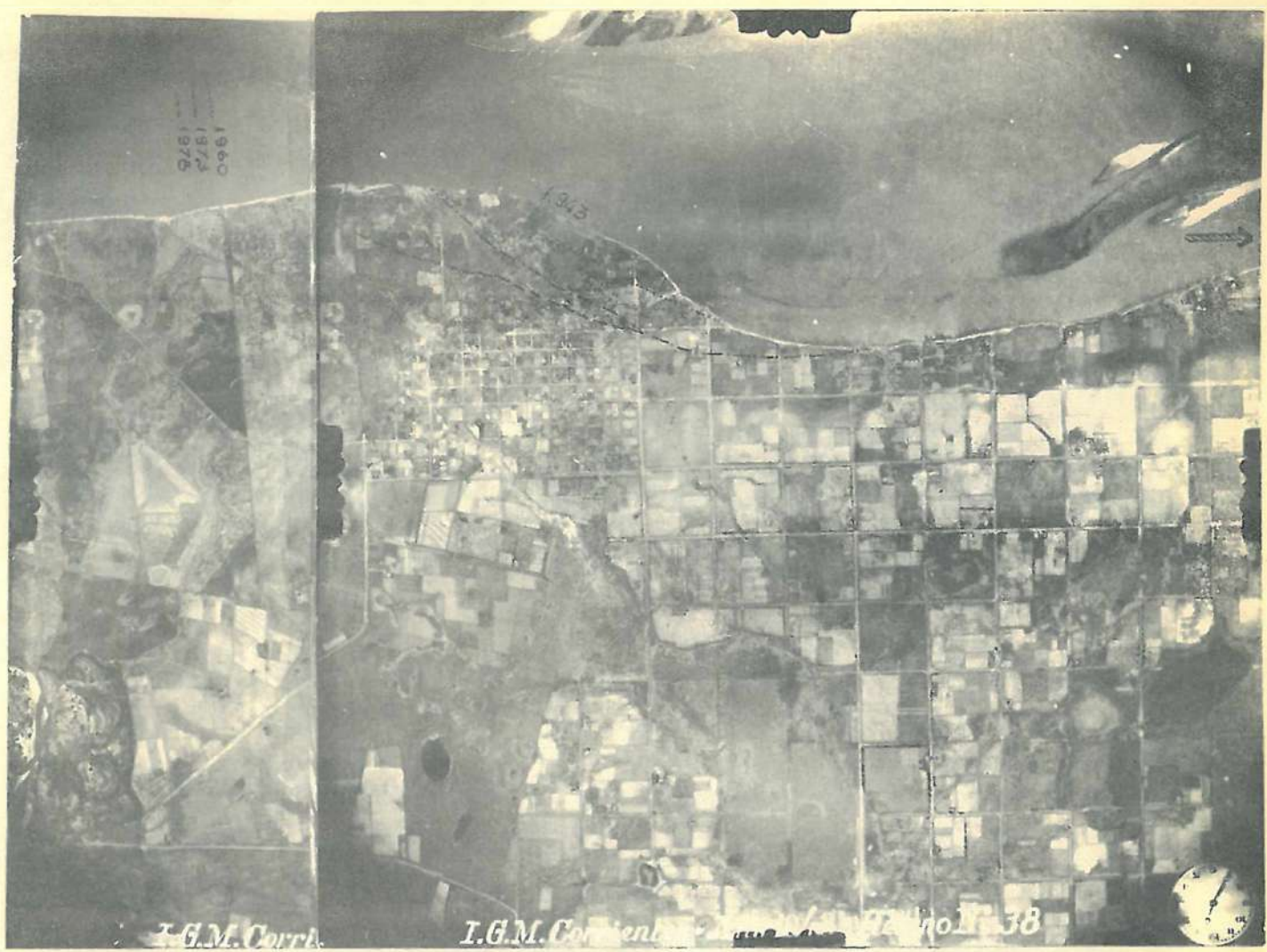


FIG. 12 B



1960
1973
1976

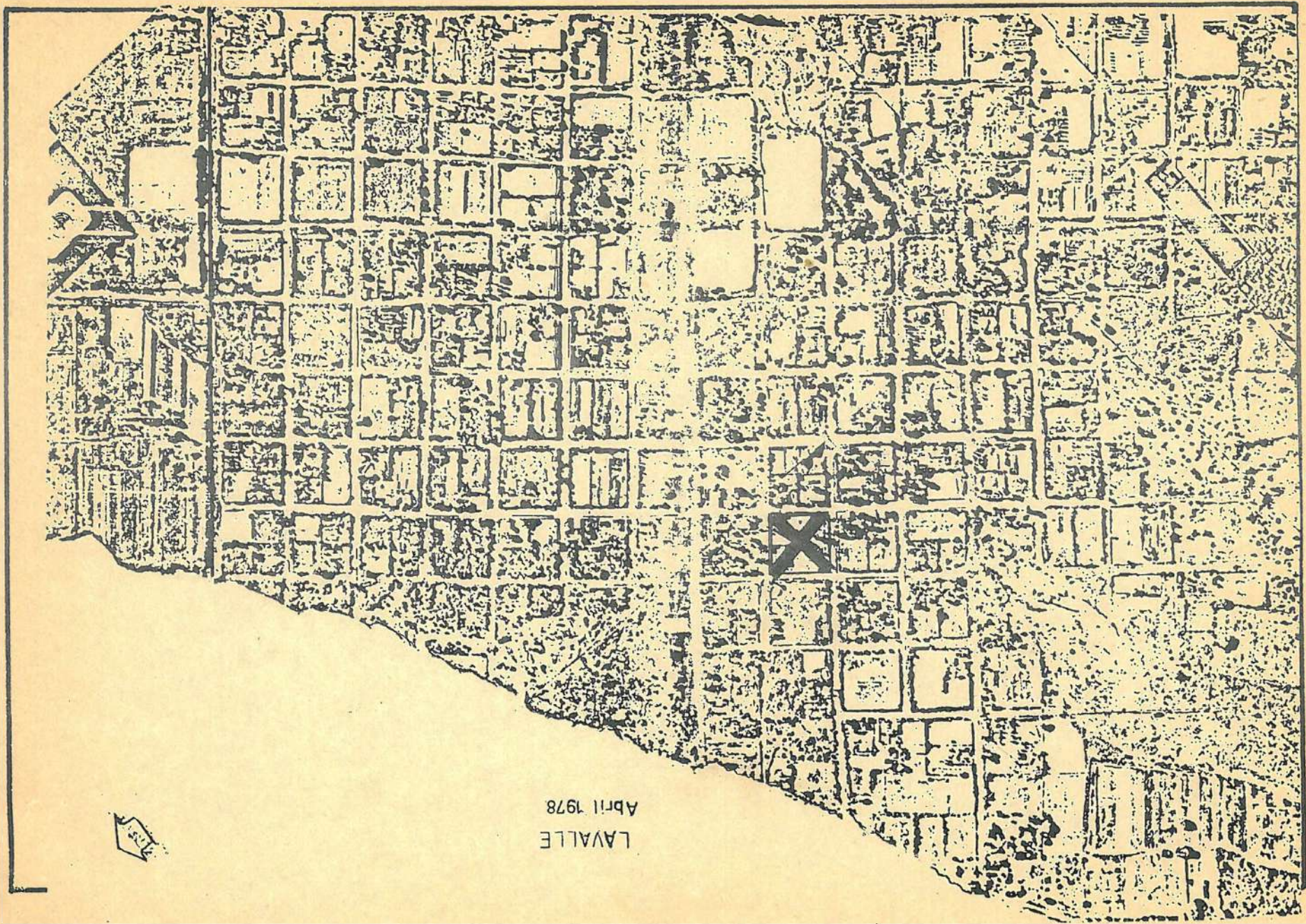
1943

I.G.M. Corch

I.G.M. Corch







LAVALLE
Apr 11 1978

