

BIBLIOTECA  
OFICINA GENERAL  
PREVENCIÓN Y ATENCIÓN  
DE DESASTRES

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE  
DIRECCIÓN DE NAVEGACIÓN Y PUERTOS



Informe de Visita

PROBLEMAS DE EROSION DEL RIO FRAGUA CHORROSO  
EN LAS POBLACIONES DE SAN JOSE DEL FRAGUA Y ALBANIA (CAQUETA)

Enero de 1991

Laboratorio de Ensayos Hidráulicos  
Hidroestudios S.A.

## I N D I C E

I.	INTRODUCCION . . . . .	1
II.	ANALISIS DE INFORMACION . . . . .	1
	A. Localización General. . . . .	1
	B. Características del cauce del río Fragua Chorroso . . . . .	1
	C. Precipitación y Creciente . . . . .	2
III.	DAÑOS CAUSADOS POR LA CRECIENTE . . . . .	3
	A. Sector Urbano de San José del Fragua. . . . .	3
	B. Sector Puente Carretera San José-Albania. . . . .	4
	C. Sector Bifurcación Brazo Seco . . . . .	4
	D. Sector Población de Albania . . . . .	5
IV.	TENDENCIAS FUTURAS . . . . .	5
V.	POSIBLES SOLUCIONES. . . . .	6
	A. Obras Correctivas . . . . .	6
	1. Sitio 1: Extremo Aguas Arriba de San José del Fragua . . . . .	6
	2. Sitio 3: Puente a Albania. . . . .	7
	3. Sitio 5: Bifurcación Brazo Seco. . . . .	8
	B. Obras Preventivas . . . . .	8
	1. Sitio 2: Concentración escolar Don Quijote . . . . .	8
	2. Sitio 4: Casas aledañas al puente hacia Albania. . . . .	9
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	9

CUADROS

FIGURAS

FOTOGRAFIAS

ANEXO

## I. INTRODUCCION

Por solicitud de la Dirección de Navegación y Puertos del MOPT, el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos (LEH) efectuó una visita técnica a los municipios de San José del Fragua y Albania en el departamento del Caquetá, entre los días 18 y 20 de diciembre de 1990. El objetivo de la visita era evaluar la situación del área como resultado de la creciente particularmente severa del río Fragua Chorroso durante el pasado 19 de noviembre.

La visita comprendió un recorrido por los sitios donde el río ocasionó erosión severa de orillas dentro del casco urbano de San José del Fragua, desbordamiento del cauce principal hacia el llamado Brazo Seco, e inundación sobre un área extensa localizada entre San José del Fragua y Albania.

A continuación se presenta un recuento de las observaciones hechas en la visita; se analiza la información recolectada en campo y la disponible en entidades como HIMAT, IGAC y DANE; se plantean algunas posibles soluciones con sus costos; y finalmente, se formulan las conclusiones y recomendaciones del caso.

## II. ANALISIS DE INFORMACION

### A. Localización General

Como lo indica la Figura 1, las poblaciones de San José del Fragua y Albania están ubicadas en la parte suroccidental del departamento del Caquetá. San José del Fragua está localizada a unos 37 km de Florencia por carretera, a orillas del río Fragua Chorroso, en el piedemonte amazónico de la cordillera Oriental; su altura sobre el nivel del mar es de 320 m aproximadamente. Albania está localizada a unos 10 km al este de San José del Fragua, a orillas del llamado Brazo Seco o Brazuelo Fragua Seco; su altura podría ser 260 m más aproximadamente.

### B. Características del cauce del río Fragua Chorroso

Hasta San José del Fragua, el río Fragua Chorroso es un río típico de montaña, con valles profundos y una pendiente longitudinal elevada. Por esta razón, las velocidades del flujo y la capacidad de arrastre de materiales son bastante altas como se aprecia claramente en la secuencia fotográfica anexa.

Desafortunadamente, no es posible conocer en este momento otras características del río y su cuenca tales como longitud del cauce, área y patrón de drenaje, pues los planos cartográficos del área disponibles en el IGAC y en el DANE tienen un vacío justamente en el sector aguas arriba de San José del Fragua, debido a que los vuelos realizados por el IGAC no han incluido franjas allí. De todas maneras, es posible inferir, a partir de la información cartográfica disponible en escalas 1:100,000 y 1:500,000, que el

área drenada por el río Fragua Chorroso hasta San José del Fragua podría variar entre 120 y 160 km<sup>2</sup>; el cauce principal podría tener de 30 a 40 km de longitud, y una caída total del orden de 2,000 m, lo cual implicaría una pendiente variable entre el 5 y el 7% en términos generales.

De San José del Fragua hacia aguas abajo, las condiciones varían bruscamente. Desde San José hasta Albania, el cauce tiene una longitud aproximada de 15 km y un desnivel de unos 50 a 60 m; la pendiente sería entonces del 0.3 a 0.4 %. A unos 2 km de San José se desprende el Brazo Seco (Figura 2) a lo largo de lo que probablemente fue el cauce principal del río Fragua Chorroso hace muchos años, como lo indican las huellas presentes en las fotografías aéreas disponibles en el IGAC. Hasta la creciente de noviembre pasado, el Brazo Seco no recibía ningún aporte del río debido a la presencia de un dique aluvial natural formado probablemente por el río mismo con los años. Sin embargo, su zedaf principal todavía lo constituye el aporte de pequeños caños situados a lo largo de su cauce. Unos 3 km aguas abajo, se desprende el llamado Brazuelo Fragua Medio el cual se desvía hacia el Brazo Seco caudales del río de una manera más permanente. Los brazos Seco y Medio confluyen con el cauce principal aguas abajo de Albania.

#### C. Precipitación y Creciente

Las características meteorológicas del área son típicas del piedemonte amazónico: abundante precipitación durante todo el año con un valor medio anual del orden de 4,300 mm, calculado a partir de los registros diarios de la estación del HIMAT en San José del Fragua, y temperaturas en el rango entre 20 y 30°. No obstante lo anterior, se distinguen 2 estaciones: una seca, entre diciembre y febrero; y una lluviosa, entre marzo y noviembre; en agosto y septiembre se presenta una disminución en los niveles de precipitación, pero sin que pueda definirse claramente como estación seca. La Figura 3 muestra los valores totales mensuales medios, máximos y mínimos de precipitación. La Figura 4 muestra los valores totales diarios medios y máximos.

Hacia la medianoche del 19 de noviembre pasado, se presentó una creciente particularmente severa en el río Fragua Chorroso, con abundante presencia de lodo, árboles y animales muertos. La avenida excedió en niveles, magnitud y daños todo aquello conocido por los habitantes de la región.

A juzgar por las informaciones suministradas por varias personas, la magnitud de la precipitación caída sobre la cuenca no era suficiente para causar una inundación como la que ocurrió. Los valores registrados en la estación del HIMAT en San José del Fragua corroboran esta apreciación. En efecto, como lo indica el Cuadro 1, la precipitación de los días anteriores al 19 de noviembre fue máximo de 36 mm, valor definitivamente inferior al máximo registra-

do para precipitaciones acumuladas de 24 h, es decir, 255.8 mm<sup>1</sup>, ocurrida en enero de 1980. Existe, desde luego, la posibilidad de que aguas arriba de San José hubiera caído una lluvia muy intensa, no reportada por los instrumentos de la estación de San José, que pudiera haber causado la creciente. Sin embargo, el mes de noviembre de 1990 resultó ser un mes hidrológicamente promedio: la precipitación total fue de 384,0 mm, ligeramente inferior a 402.1 mm, valor medio correspondiente a noviembre (Figura 3). Por todo lo anterior, y por la abundante presencia de lodo y árboles, se puede concluir que la causa de la creciente fue un represamiento del río o uno de sus afluentes, que al fallar produjo una avalancha.

Debido a la escasez de información disponible hasta el momento, no es posible conocer con certeza el valor del caudal pico producto de la creciente. Cálculos preliminares, basados en el concepto de umbral de movimiento de partículas<sup>2</sup>, sugieren que pudo haber sido del orden de 1000 m<sup>3</sup>/s.

### III. DAÑOS CAUSADOS POR LA CRECIENTE

Además de algunas pérdidas de vidas humanas, la avalancha ocasionó socavación severa de orillas en varios sitios, e inundación de una amplia zona entre San José del Fragua y Albania.

#### A. Sector Urbano de San José del Fragua

En el extremo de aguas arriba del casco urbano de San José del Fragua, Sitio 1, la orilla retrocedió entre 10 y 20 m, según algunos moradores (Foto 1). La profundidad del agua en la parte externa de la curva fue probablemente del orden de 6 m. Este sitio corresponde a un punto donde el río tiene una curva cerrada a la derecha (Figura 5). La socavación inestabilizó el talud de tal manera que con alguna frecuencia se presentan desprendimientos, y aunque para niveles bajos del río los fragmentos de roca de la orilla protegen la pata del talud de la acción erosiva del río, cuando hay crecientes es de esperar que tal protección no sea suficiente y el ataque al talud sea directo. En la actualidad hay muy pocas edificaciones en este sector. Sin embargo, existe el riesgo de que a medida que el proceso erosivo avance hacia la

---

<sup>1</sup>Para los 15 años de datos disponibles en el HIMAT, como se muestra en la Figura 4, hubo por lo menos otros 2 casos con precipitaciones totales en 24 h superiores a los 200 mm; por lo tanto, el valor de 255.8 mm como tal no es exagerado, aunque por el hecho de haber sucedido en enero, mes tradicionalmente seco, haya dudas sobre su magnitud.

<sup>2</sup>French, R. H., *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, N.Y., 1985, p. 304.

margen izquierda y hacia aguas abajo, resulten más casas afectadas, con las consecuencias que esta situación implique.

Después del Sitio 1, el río tiene un cauce recto hasta justamente aguas arriba del puente hacia Albania. En ese tramo la creciente no causó daños apreciables. Sin embargo, los niveles altos alcanzaron a cubrir un muro que se construyó hace 2 o 3 años para proteger el predio de la concentración escolar Don Quijote (Sitio 2). No se observaron rastros de socavación, los árboles permanecieron intactos, y la profundidad del agua alcanzó aproximadamente unos 4.0 m.

#### B. Sector Puente Carretera San José-Albania

El puente hacia Albania (Sitio 3) está ubicado a la salida de una curva cerrada del río a la izquierda (Figura 5). La creciente atacó con gran intensidad la margen derecha ocasionando socavación en el material localizado tanto aguas arriba como aguas abajo del estribo (Foto 2). El puente fue fundado sobre roca firme y, por tal razón, no resultó afectado por la creciente. Obsérvase en la foto que salvo unas pocas partes, la superficie expuesta del estribo y la roca de fundación conservan vestigios de la vegetación que tenía antes de la creciente, como lama y otras plantas menores. El material del lado de aguas arriba del estribo corresponde a una roca muy fracturada, regularmente cementada y fue, por lo tanto, fácilmente erosionado por la creciente. La socavación máxima fue del orden de 2 a 3 m. El de aguas abajo, por otro lado, corresponde a un material suelto que también fue erosionado por la creciente aunque con menor intensidad, probablemente porque la roca del estribo del puente actuó como un espolón y alcanzó a desviar las líneas de corriente. El nivel del agua alcanzó a sobrepasar el apoyo del puente, causando el lavado de parte del material situado detrás del estribo.

Debido a la curva en el sitio del puente, la creciente se desvió hacia la izquierda, borrando a su paso la parte inicial de una isla y causando una fuerte erosión en la margen izquierda (Foto 3), fuera ya del casco urbano. Alcanzó a presentarse inundación en algunas edificaciones situadas en la ribera izquierda del río (Sitio 4).

#### C. Sector Bifurcación Brazo Seco

Como ya se mencionó, a unos 2 km aguas abajo de San José del Fragua se desprende el Brazo Seco (Sitio 5). Durante la creciente, el río socavó la orilla derecha e hizo fallar el dique aluvial que probablemente el río había formado con los años, y que impedía que éste, aún en crecientes altas, fluyera por el Brazo Seco (Foto 4). Parte del caudal de la inundación se fue entonces por este brazo y anegó una extensa zona, aún aguas abajo de Albania. El dique que separaba el cauce principal del brazo quedó tan destruido que hoy en día cualquier creciente de regular intensidad desborda por este

ultimo. El retroceso de la orilla fue significativo. La foto muestra la línea anterior a la creciente, estimada a partir de indicaciones de gente de la región.

#### D. Sector Población de Albania

La creciente llegó a Albania, a través del Brazo Seco, y probablemente también a través del Brazo Medio, aunque bastante atenuada. Como lo muestra la Foto 5, Albania está sobre una elevación situada en la margen derecha del Brazo Seco. Esta circunstancia impidió que los efectos de la avenida fueran mayores, pues sólo se inundó el matadero y algunas viviendas rurales (Fotos 6 y 7).

#### IV. TENDENCIAS FUTURAS

Si bien la creciente del pasado noviembre ha sido la más alta que recuerden los habitantes de la región, ya en septiembre de 1989 se había presentado otra con abundante cantidad de lodo, árboles y ganado, aunque de menor intensidad. Esto conduce a pensar que también habría podido ser causada por un represamiento en la cuenca. Las dos crecientes, sin embargo, no fueron originadas en la misma corriente. La de 1989 fue en algún punto en la cuenca del río Valdivia, afluente del río Fragua Chorroso; la de 1990 fue en la cuenca de este último, aguas arriba del punto de confluencia con el río Valdivia.

Según algunos habitantes de San José del Fragua, los sitios donde probablemente habrían ocurrido los represamientos no han estado sometidos a procesos de deforestación por corresponder a una zona muy montañosa y de difícil acceso en las estribaciones de la cordillera Oriental. Podría tratarse, entonces, de deslizamientos ocasionados ya sea por una inestabilidad natural local o regional. En cualquiera de los dos casos, dependiendo de las condiciones, podrían o no presentarse otros deslizamientos en el futuro. Desafortunadamente, con la información disponible en este momento no es posible prever con una certeza confiable cuál tendencia prevalecerá. Por seguridad, entonces, el hecho de que haya poblaciones a lo largo del río es razón suficiente para suponer que podrían presentarse nuevas avalanchas en el futuro. En consecuencia, es necesario adoptar medidas para evitar que se presenten desastres o, por lo menos, para mitigarlos.

Hacer una estimación de valores probables de caudales y niveles debido a esas hipotéticas crecientes no es fácil. Si la causa de la creciente de noviembre pasado fue una lluvia muy intensa en la cuenca, eventualmente sería posible dar algunos valores a partir de correlaciones entre las características fisiográficas e hidrológicas de la cuenca y la sección transversal del río en los puntos de interés. Si la causa fue un represamiento, se considera prácticamente imposible, para el nivel de conocimiento actual, determinar sus características, como localización, volumen del material represado, volumen embalsado de agua, y tiempo de falla de la

presa, todo lo cual implica grandes dificultades para calcular los efectos resultantes hacia aguas abajo.

Suponer que se presentarán avalanchas en el futuro implica aceptar que puede haber cambios morfológicos sustanciales en el río en un lapso relativamente corto. En el caso de los Sitios 1 y 3, es poco probable que el río cambie de curso. Si continuará, en cambio, el proceso de ataque y socavación de orillas, a menos que se adopten medidas para evitarlo o controlarlo. En el caso del Sitio 5, es clara la tendencia del río a adoptar como cauce principal el del Brazo Seco. Si un cambio definitivo de curso ocurre, se afectará una cantidad muy grande de predios, principalmente a lo largo del Brazo Seco, con unas implicaciones económicas difíciles de cuantificar. La población de Albania seguramente se resentirá, aunque no a tal punto que peligre su estabilidad, pues el casco urbano está localizado sobre una elevación. Además, el Brazo Seco pasa por un lado de la población lo que disminuye el riesgo de un ataque frontal del río. De todas maneras, resulta clara la conveniencia de evitar que el río modifique su cauce principal.

#### V. POSIBLES SOLUCIONES

Las soluciones a los problemas causados por la creciente del pasado mes de noviembre pueden clasificarse en correctivas y preventivas. Las primeras tienen como objetivo reparar aquellos sitios donde la acción de las aguas ocasionó socavación severa de orillas y que es necesario acometer pronto por la presencia de asentamientos humanos. De lo contrario, como los taludes y orillas han quedado inestables, se corre el riesgo de que haya más problemas en el futuro. Dentro de esta categoría están las soluciones a los sitios 1 (extremo aguas arriba de San José del Fraguá), 3 (puente hacia Albania) y 5 (bifurcación del Brazo Seco).

El segundo tipo de solución tiene como objetivo proporcionar protección a aquellos sitios que, a pesar de no haber sufrido daños severos, podrían verse afectados si una creciente como la de noviembre pasado, o de mayor intensidad, se presenta de nuevo. Dentro de esta categoría caben las soluciones a los sitios 2 (concentración escolar Don Quijote) y 4 (casas aledañas al puente).

Debe tenerse en cuenta que las soluciones que se plantean a continuación son preliminares y pretenden solamente dar una idea del orden de magnitud de las obras por acometer. En el momento en que se cuente con suficiente información de campo, será posible definir los esquemas más adecuados para cada sitio.

#### A. Obras Correctivas

##### 1. Sitio 1: Extremo Aguas Arriba de San José del Fraguá

Para este sitio, es factible la construcción de un muro en concreto ciclópeo, en combinación con un enrocado de protección y empedra-

ción, como se ilustra en la Figura 6. El muro debe estar suficientemente empotrado en el talud y tener una serie de contrafuertes para evitar que la acción de arrastre de la corriente lo desplace. Para evitar que una futura creciente socave las estructuras por detrás es recomendable extender el enrocado de protección unos 50 m aguas arriba del punto donde comenzó la erosión. Una posible alternativa sería un muro en bolsacretos; la Figura 6 muestra una sección típica de la misma.

La selección final entre las dos alternativas planteadas para el Sitio 1 es, además de económica, un problema de estabilidad. En caso de que se presente una avalancha, el muro en concreto podría tener probabilidades más altas de sobrevivir pues su superficie presentaría menos obstáculos a la corriente que el de bolsacretos. Otras soluciones, tales como gaviones por ejemplo, no parecen recomendables en principio debido a la cantidad de armadura que se requeriría. Una serie de espolones tampoco, pues el volumen de concreto que se requeriría para que cada uno soporte la acción de la corriente resultaría prohibitivamente costoso. De cualquier manera, como la longitud total afectada es del orden de 200 m y la altura del talud por proteger es alrededor de 6 m, se estima que la solución completa podría costar alrededor de \$80 millones.

## 2. Sitio 3: Puente a Albania

Para este sitio, se considera prioritario proteger el estribo derecho del puente y el material situado por detrás de éste, del lado de aguas arriba. Para el estribo, es recomendable la construcción de un submuro de concreto alrededor de la pata expuesta para evitar que futuras avalanchas socaven la roca de fundación. Este muro debe quedar empotrado en la roca, y no simplemente apoyado. Para proteger el material detrás del estribo, se considera suficiente la construcción de un pequeño muro de contención del lado de aguas arriba del estribo. A partir de las observaciones en campo, es de esperarse que dicho muro no tendrá más de 1.5 m de altura y alrededor de 1.2 m de longitud.

En el mismo Sitio 3, la solución al problema de la socavación aguas arriba y aguas abajo del estribo del puente no es fácil de determinar sin estudios adicionales. Si la roca de fundación del puente es lo suficientemente extensa (a unos 20 m del puente por la carretera hay un afloramiento de roca que parece corresponder al mismo tipo), eventualmente sería factible no tener que construir ninguna obra de protección del lado de aguas arriba. Si por otro lado, hay discontinuidades en la roca que permitieran al río socavar más la orilla y afectar la carretera, sería recomendable proteger ésta, en principio, con un muro en bolsacretos. La definición sobre la conveniencia de construir obras de protección del lado de aguas arriba, entonces, solo podrá hacerse después de realizar un estudio geotécnico detallado.

Del lado de aguas abajo, aunque se trata de un material mucho más suelto, la roca de fundación del puente lo protege del ataque de la corriente porque actúa como un espolón. En tales circunstancias, a menos que la inestabilidad del talud afecte la carretera, situada a unos 30 m, no se consideraría necesario ejecutar obras de protección. La definición, sin embargo, sólo podrá tenerse una vez se cuente con el estudio geotécnico correspondiente.

En el peor de los casos, es decir, si es necesario acometer obras de protección aguas arriba y aguas abajo del estribo, el costo total de la solución para el Sitio 3 podría ser del orden de \$10 millones. Si sólo se requiere proteger la pata del estribo y el relleno del acceso, el costo se reduciría a \$0.2 millones.

### 3. Sitio 5: Bifurcación Brazo Seco

Para este sitio se plantea la construcción de un dique con una cortina impermeable, en combinación con un muro en bolsacreteo (Figura 7). La cortina tiene como objetivo evitar que haya flujo de agua entre el cauce principal y el Brazo Seco. El muro tiene como objetivo desviar las líneas de corriente para que el cauce principal se desvie hacia la izquierda, aún en crecientes, tal como lo estaba haciendo hasta noviembre de 1990. Existe la alternativa de una solución con espolones, si el volumen requerido de concreto no resulta exageradamente alto. Se estima que el costo total de las obras en el Sitio 5 podría ser del orden de \$70 millones.

Durante la visita de campo se realizó una investigación preliminar para detectar posibles fuentes de materiales aptos para la construcción de la cortina impermeable. A unos 600 m de San José del Fragua, por la carretera hacia Belén de los Andaquíes, se encontraron afloramientos de materiales, posiblemente limo-arcillosos, que podrían ser adecuados. Se tomaron 2 muestras que se sometieron a ensayos de granulometría y límites. Los resultados se muestran en el Anexo. A pesar de tratarse de limos muy plásticos, es posible que en los alrededores del sitio donde se tomaron las muestras haya materiales más arcillosos, menos plásticos y, por lo tanto, más trabajables.

## B. Obras Preventivas

### 1. Sitio 2: Concentración escolar Don Quijote

Este sitio está localizado sobre un tramo bastante recto del río, inclusive con una leve curvatura hacia la izquierda. Si bien la creciente del pasado noviembre cubrió la corona del muro, no afectó el talud de la margen izquierda, ni alcanzó a afectar el patio de la concentración escolar. Por lo tanto, al menos en teoría, no sería necesario ejecutar ninguna obra allí. Los habitantes de San José del Fragua, sin embargo, están considerando la posibilidad de realzar y prolongar el muro unos 30 m hacia aguas abajo con el fin de evitar que futuras crecientes pongan en peligro el predio de la

escuela. Tal posibilidad es factible pero no urgente. Con un costo del orden de \$5 millones, la obra puede construirse en una segunda etapa.

Una alternativa a realizar el muro es proteger el talud remanente con enrocado. Teniendo en cuenta que el relleno por detrás del muro no se ha efectuado todavía, después de más de 2 años de haberse construido éste, no se anticipan dificultades mayores en el momento de colocación del enrocado.

## 2. Sitio 4: Casas aledañas al puente hacia Albania

Para este sitio hay dos alternativas de solución. Como el mayor riesgo en el caso de una creciente es de inundación, más que de socavación de orillas, es posible construir un muro paralelo a la orilla, que proteja las casas. Para una creciente como la de noviembre pasado, se considera suficiente un muro de 1.0 m de altura, desde el nivel de la calle, y de unos 350 m de longitud aproximadamente: 150 m hacia aguas arriba del puente, y 200 m hacia aguas abajo. Existe, desde luego, el riesgo de que si se presenta una creciente mayor que la de noviembre pasado, un muro de 1.0 m de altura no sería suficiente y los habitantes ribereños estarían en peligro. En tales condiciones, por tratarse de un área de alta vulnerabilidad, sería recomendable reubicar las casas en un sitio más seguro. Si esto se logra, sería factible recurrir a un dique en tierra, con protección en enrocado del lado del río, en lugar del muro. La relocalización de las viviendas no debería ser un proceso muy complicado por tratarse de edificaciones de bajas especificaciones, construidas en su mayor parte con materiales provisionales. El costo del muro podría ser del orden de \$15 millones; el del dique, del orden de \$5 millones. A este último valor, es necesario adicionar el costo de relocalización de las viviendas mencionadas anteriormente.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El 19 de noviembre de 1990 se presentó una creciente particularmente severa en el río Fragua Chorroso, con abundante presencia de lodo y árboles, la cual excedió todo lo conocido por los habitantes de la región. Las zonas más afectadas, por sus implicaciones en las actividades humanas, fueron el casco urbano de San José del Fragua y una franja entre esta población y Albania. La creciente ocasionó socavación severa de orillas en varios sitios, inundación en una amplia zona en la franja citada, y desestabilización del cauce principal, causando una tendencia del río a volver a un antiguo cauce localizado en el llamado Brazo Seco.

2. De los sitios afectados por la creciente, se seleccionaron cinco que, por su importancia, ameritaron un análisis más cuidadoso durante y con posterioridad a la visita de campo. Tales sitios son:

1. Extremo de aguas arriba del casco urbano de San José del Fragua,
2. Muro frente a la concentración escolar Don Quijote,
3. Puente hacia Albania,
4. Casas sobre la margen izquierda del río, contiguas al puente, y
5. Bifurcación del Brazo Seco.

Los Sitios 1, 3 y 5 sufrieron con mayor intensidad los ataques de la corriente y, por tal razón, las soluciones planteadas son de carácter correctivo y deberán llevarse a cabo en el corto plazo. En cambio, los Sitios 2 y 4 sufrieron efectos menores y, en consecuencia, las soluciones planteadas son de carácter preventivo y no requieren de construcción inmediata. No obstante, la presencia de asentamientos humanos en su área de influencia implica que no conviene dilatar la ejecución de las obras demasiado tiempo. En el Cuadro 2 se presenta un resumen del costo estimado de las soluciones propuestas, con indicación de la prioridad que debe asignárseles.

3. Parece probable que la causa de la creciente fue un represamiento en la cuenca. Según algunas personas, en septiembre de 1969 se presentó otra de características similares, aunque de menor intensidad. Dado que la cuenca del río Fragua Chorroso tiene todavía una amplia zona que no ha sido deforestada por coleros, sería de esperarse que los eventuales deslizamientos hubieran tenido causas naturales. Sin embargo, e independiente de lo anterior, podría existir el riesgo de nuevas crecientes similares o peores a las registradas hasta el momento. Por lo tanto, y teniendo en cuenta la presencia de poblaciones a lo largo del río, es evidente la necesidad de llevar a cabo estudios en la cuenca para determinar posibles patrones de comportamiento y definir, si es del caso, medidas de prevención. Tales estudios son particularmente importantes debido a la poca información que se dispone del área.

4. A la luz de lo anterior, es claro que las obras planteadas para los Sitios 1 a 5, si bien parecen suficientes tomando como punto de referencia la creciente del pasado mes de noviembre, dependen de los resultados del estudio en mención. Esto implica la urgencia de programar al menos algunas de las actividades básicas a la mayor brevedad posible. En particular, se consideran importantes los siguientes aspectos:

- a. Toma de fotografías aéreas para obtener una base cartográfica firme de la cuenca del río Fragua Chorroso,
- b. Estudio geomorfológico preliminar con base en las fotografías aéreas, apoyado en visitas de campo,
- c. Instalación de equipos adicionales para medición hidrológica, por lo menos en un punto aguas arriba de San José del Fragua, para complementar las lecturas de la estación que opera HIMAT en San José, y

d. Ejecución de aforos en diferentes secciones del río para estimar caudales y velocidades, y determinar así la respuesta de la cuenca a un estímulo dado, ya sea una lluvia o un represamiento.

5. Para el diseño propiamente dicho de las obras, se requieren algunas mediciones específicas de campo. Las topográficas ya se han adelantado parcialmente por parte de una comisión asignada por la Gobernación del Caquetá en los Sitios 2 y 3. Es recomendable, entonces, que se verifique el alcance de estos trabajos ya realizados para que la misma actividad no sea ejecutada 2 veces, a menos que sea estrictamente necesario.

CUADROS

CUADRO 2  
 COSTOS ESTIMADOS DE LAS OBRAS POR EJECUTAR

TIPO DE OBRA	SITIO	COSTO (\$ millones)	PRIORIDAD
Correctiva	1	80	1
	3	10 <sup>1</sup>	2
	5	70	3
		Subtotal: <u>160</u>	3
Preventiva	2	5	5
	4	15 <sup>2</sup>	4
		Subtotal: <u>20</u>	
		Total: <u>180</u>	

<sup>1</sup>Incluye las protecciones aguas arriba y aguas abajo del estribo.

<sup>2</sup>Supone la alternativa del muro.

FIGURAS

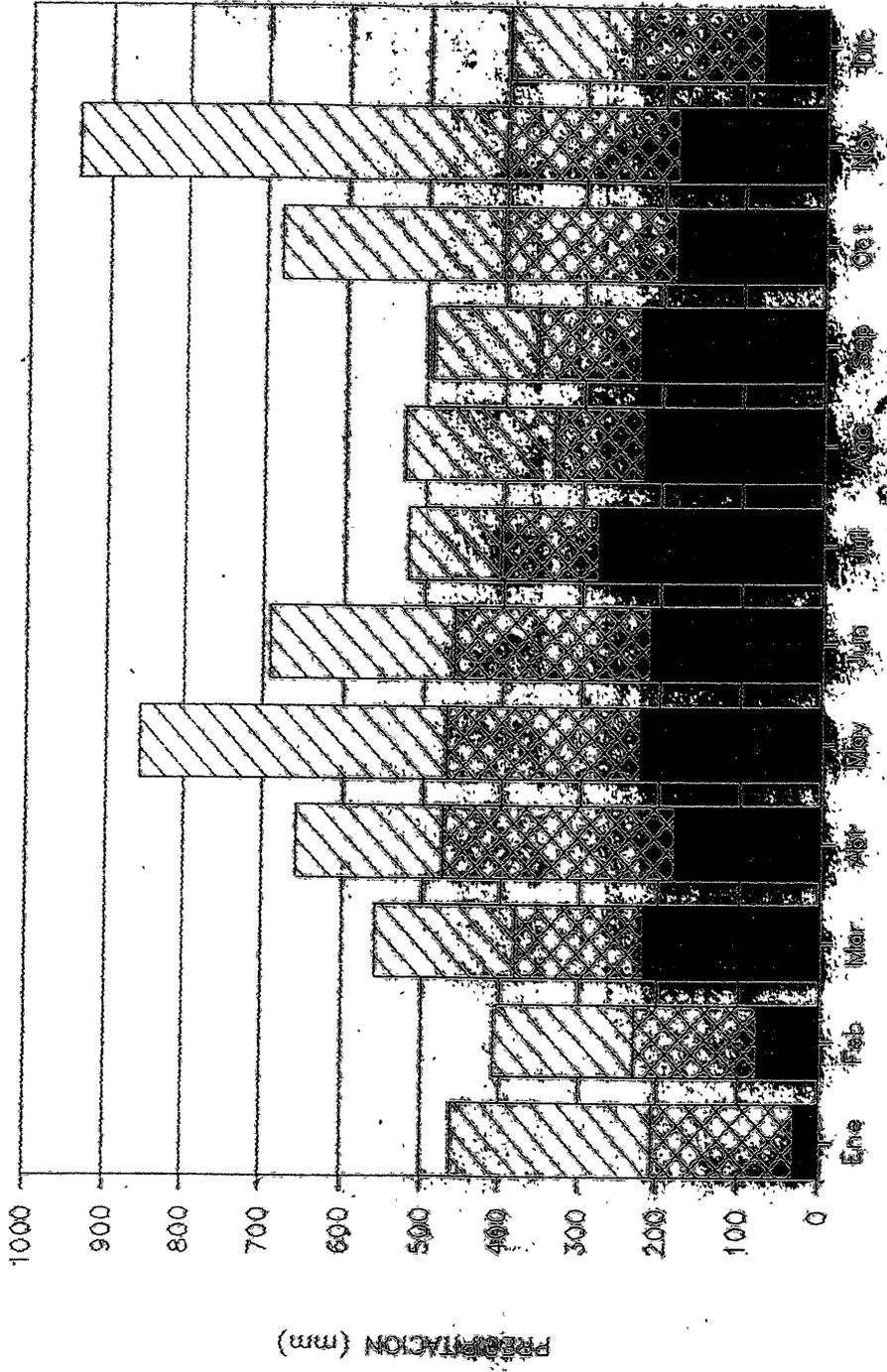


CUADRO 1  
 SAN JOSE DEL FRAGUA  
 VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACION (Nov. 1990)

Dia	P(mm) <sup>1</sup>
1	19.
2	33.
3	0.
4	0.
5	1.
6	17.
7	27.
8	0.
9	23.
10	10.
11	6.
12	0.
13	0.
14	0.
15	22.
16	14.
17	0.
18	36.
19	20.
20	30.
21	4.
22	0.
23	41.
24	0.
25	21.
26	3.
27	12.
28	10.
29	0.
30	35.
Total	384.

<sup>1</sup>Datos tomados de la estación HIMAT en San José del Fragua.

# ESTACION SAN JOSE DEL FRAGUA (CAQUETA)



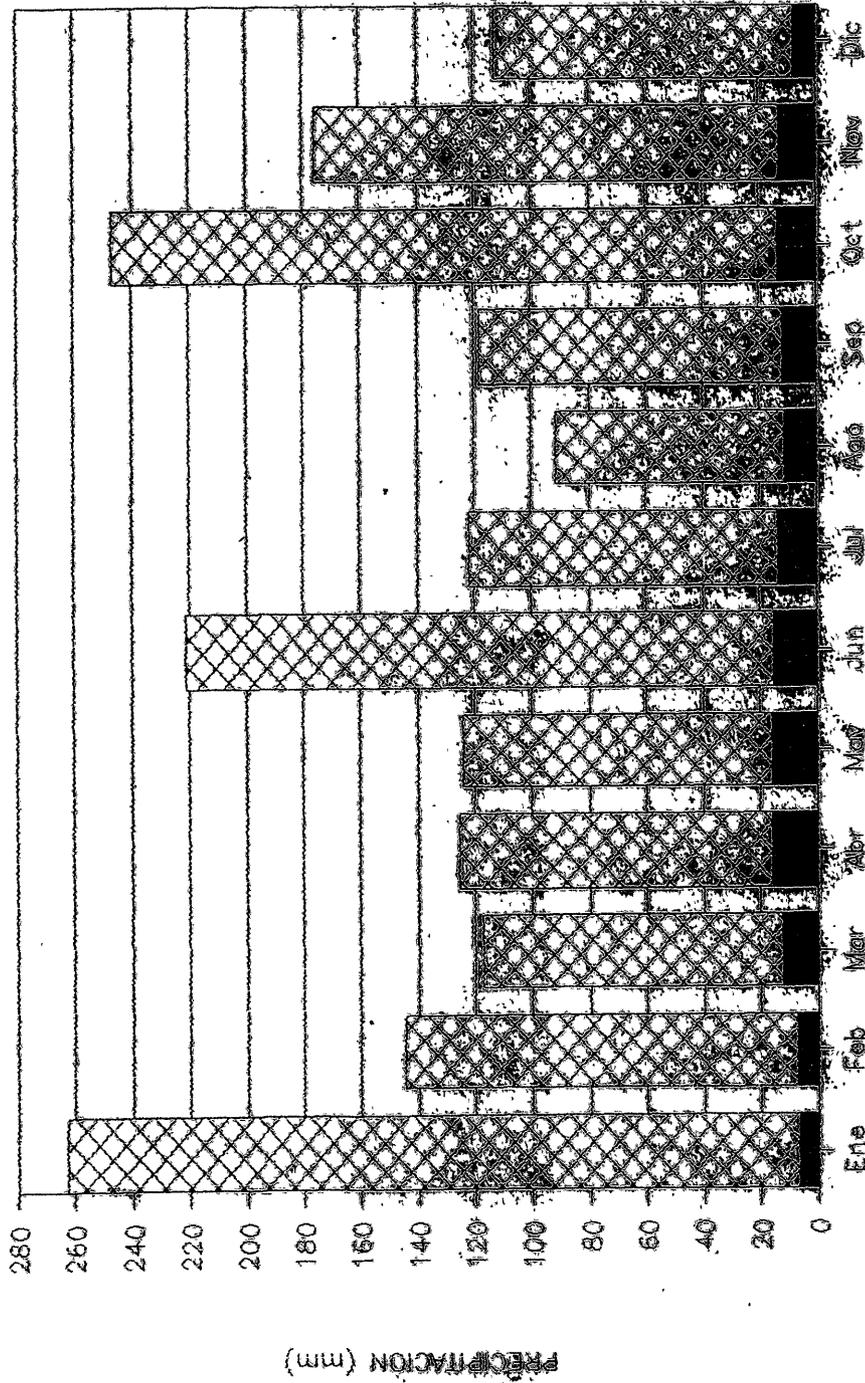
Fuente de datos: Registros HMMAT 1969--1987

Convenciones:

- Min
- Med
- Max

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRAULICOS HIDROESTUDIOS	SAN JOSE DEL FRAGUA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	19168 RAJ 6476-009
FECHA: ENERO 1991	DIBUJO:	VERIFICACION:

# ESTACION SAN JOSE DEL FRAGUA (CAQUETA)



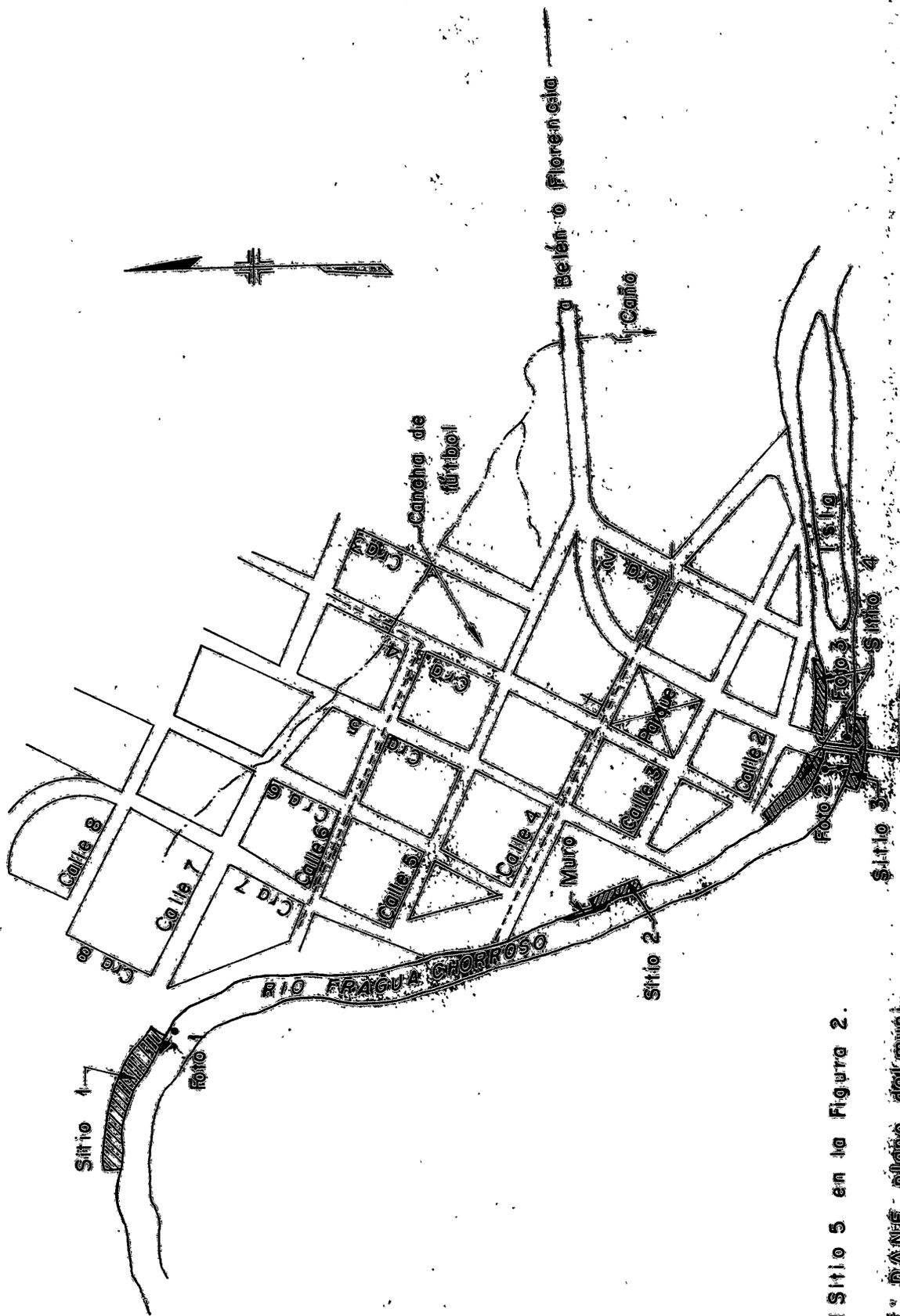
Fuente de datos: Registros HIMAT 1969-1987

Convenciones:

Med

Max

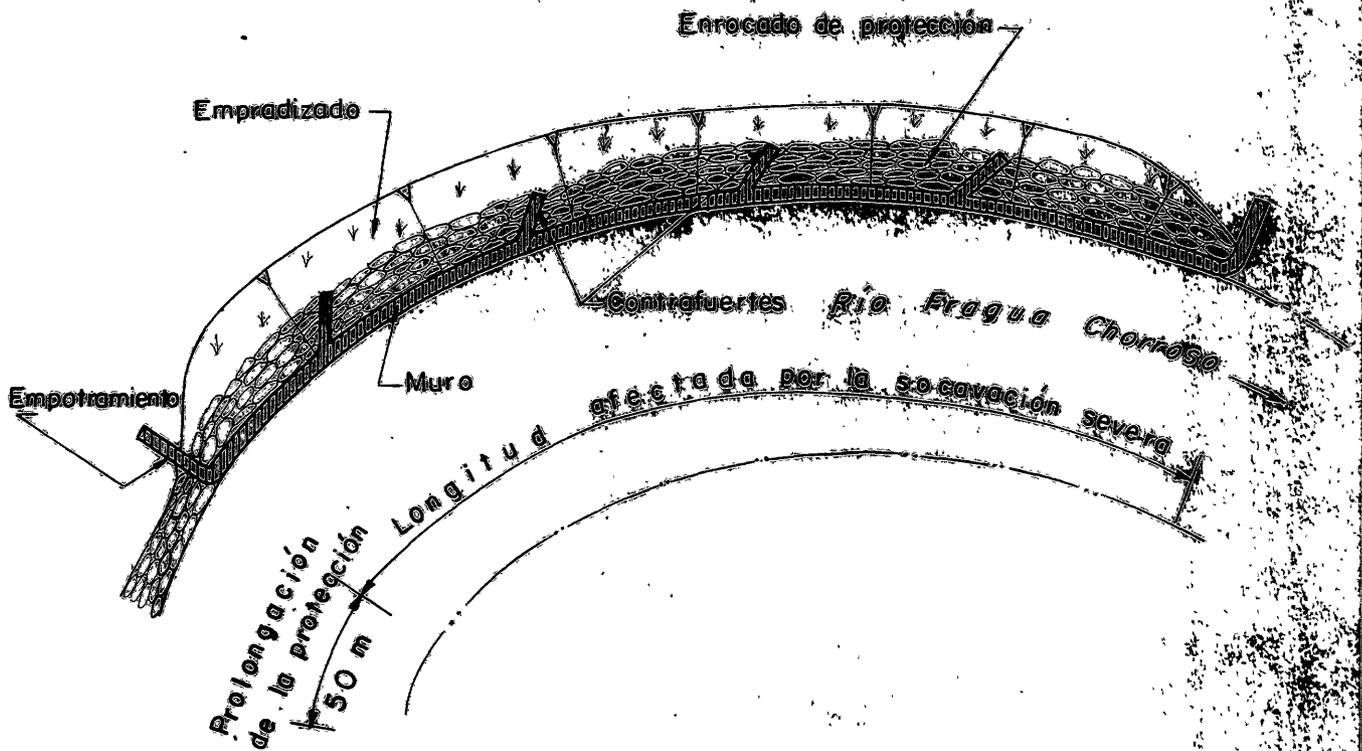
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE	SAN JOSE DEL FRAGUA	FECHA: ENERO 1991	19-1167
LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRAULICOS	PRECIPITACION TOTAL DIARIA	CONJUNTO VERIFICADO: S.O.	19-176-008
HIDROESTUDIOS			



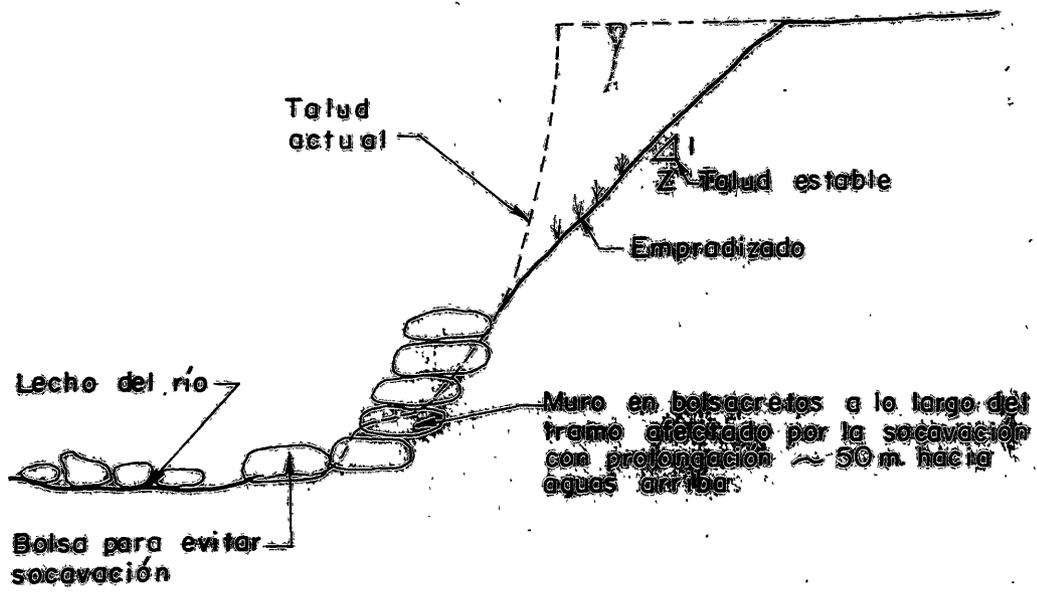
NOTA:  
Véase el Sitio 5 en la Figura 2.

FUENTE: DANE, plano del municipio de San José del Fragua, Actualización Censo Económico 1989, Escala 1:4,000.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSporte LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRÁULICOS <b>HIDROESTUDIOS</b>	SAN JOSÉ DEL FRAGUA LOCALIZACIÓN SITIOS 1 A 4 FOTOS 1 A 5	ESCALA APROX. 1:6180 FECHA: mayo-1991 19-16-9 PLAN: 176-010 DIBUJO: M.A.G. VERIFICADO:
--	---	---



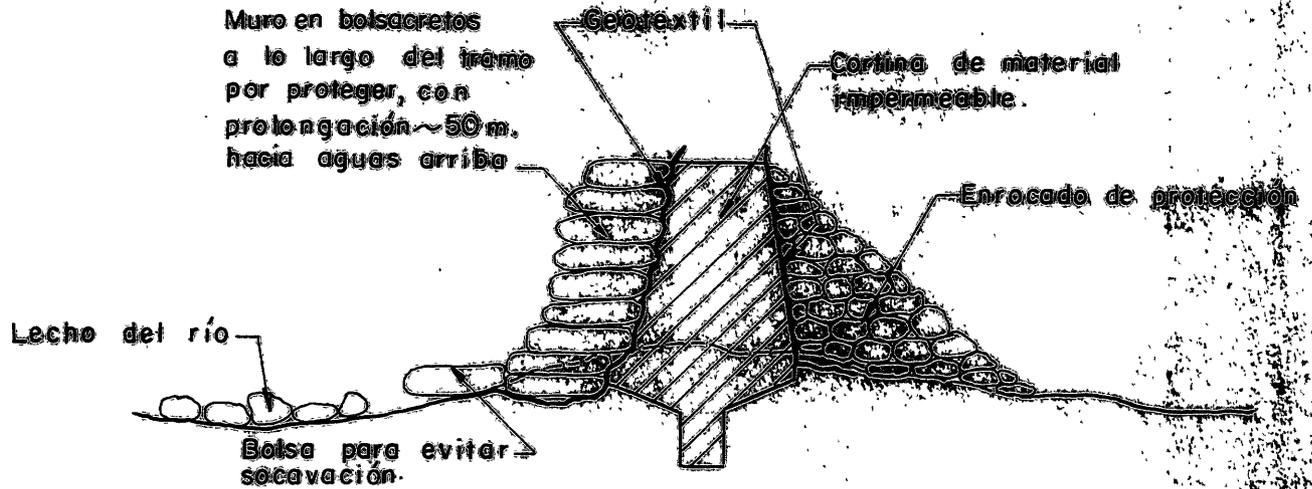
**a) ALTERNATIVA MURO EN CONCRETO CICLOPEO**



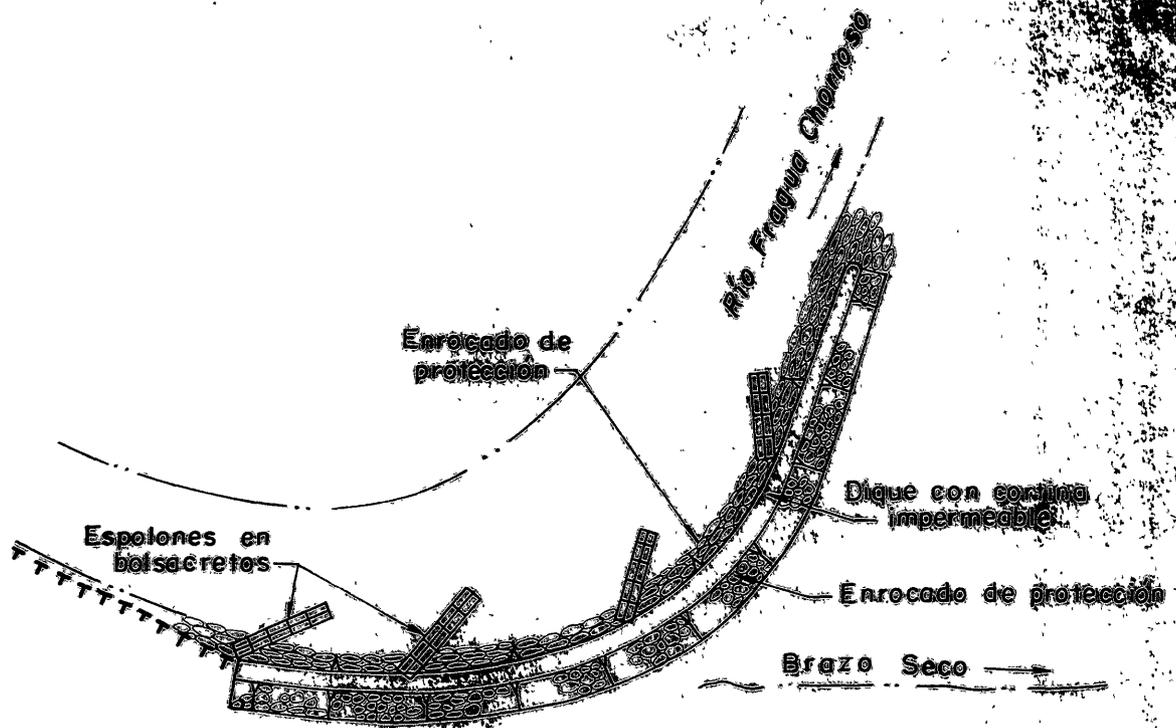
**b) ALTERNATIVA MURO EN BOLSACRETOS**

**SECCION TIPICA**

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE	SAN JOSÉ DEL FRAGUA SOLUCIONES PLANTEADAS SITIO 1	FECHA: ENERO 1991	19.171
LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRAULICOS HIDROESTUDIOS		DIBUJO: M. A. D. VERIFICADO: C. Q.	Ref: B176-012



a) ALTERNATIVA MURO PARALELO A LA GRILLA  
SECCIÓN TÍPICA



b) ALTERNATIVA ESPOLONES

**NOTA:**

El número, separación y ángulo de ataque de los espolones se definirán una vez se tenga el levantamiento topográfico y barométrico del área.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE	SAN JOSE DEL FRAGUA SOLUCIONES PLANTEADAS SITIO 5	FECHA: ENERO 1991	19. 172
LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRÁULICOS HIDROESTUDIOS		DIBUJO: M. A. D. VERIFICO: C. Q.	Ref. B176-013

FOTOGRAFIAS

RIO FRAGUA CHORROSO (CAQUETA)



FOTO 1. Socavación producida en el extremo de aguas arriba de San José del Fragua. Las casas están ubicadas al lado del carreteable hacia Valdivia (R-457, 2 y 3)

RIO FRAGUA CHORROSO (CAQUETA)

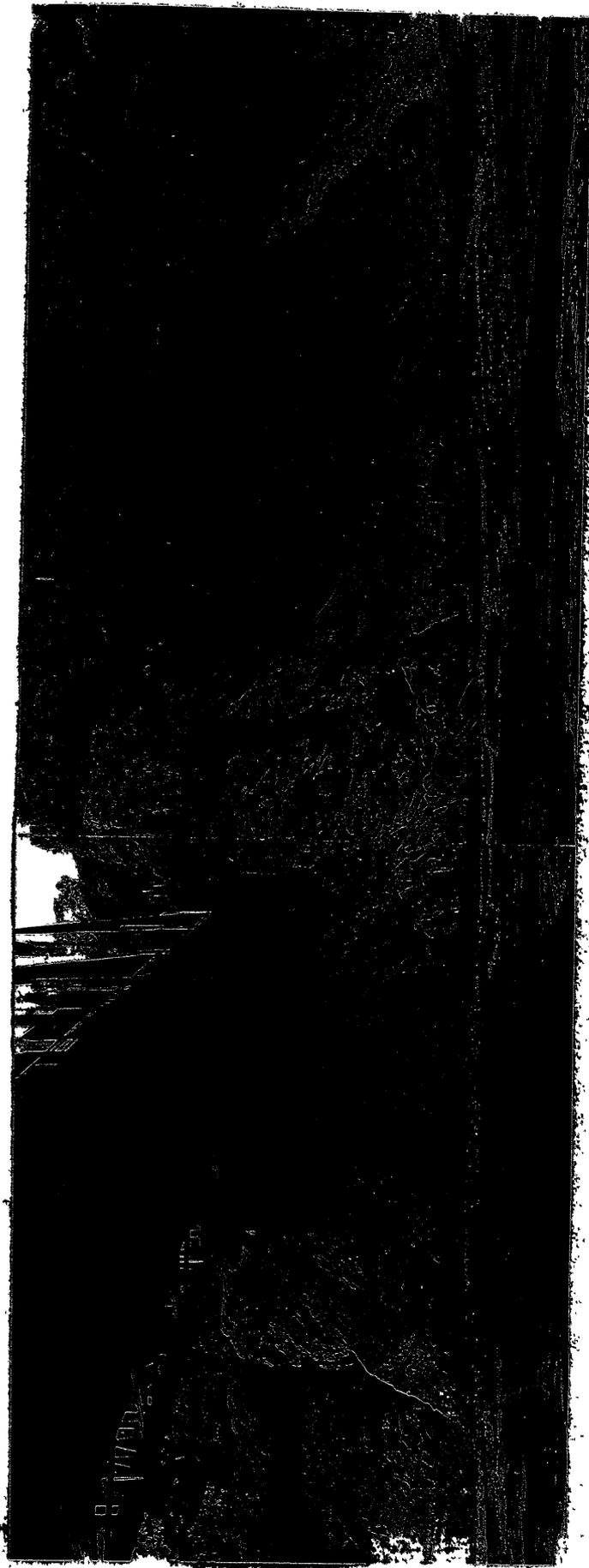


FOTO 2. Estribo puente hacia Albania. Obsérvese la socavación tanto aguas arriba como aguas abajo de la roca de fundación. (R-457, 4 y 5)

RIO FRAGUA CHORROSO (CAQUETA)

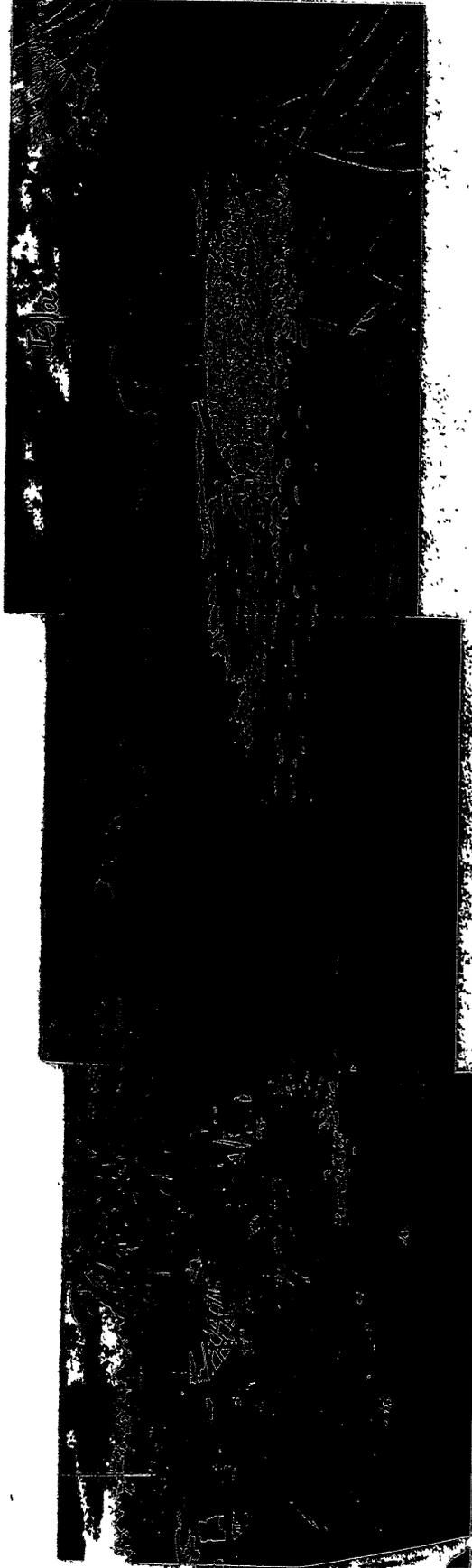


FOTO 3. Vista hacia aguas abajo desde el puente. En primer plano el sitio donde estaba la parte inicial de una isla con vegetación espesa. Al fondo, la socavación sobre la margen izquierda (R-457, 19,20 y 21)

RIO FRAGUA CHORROSO (CAQUETA)

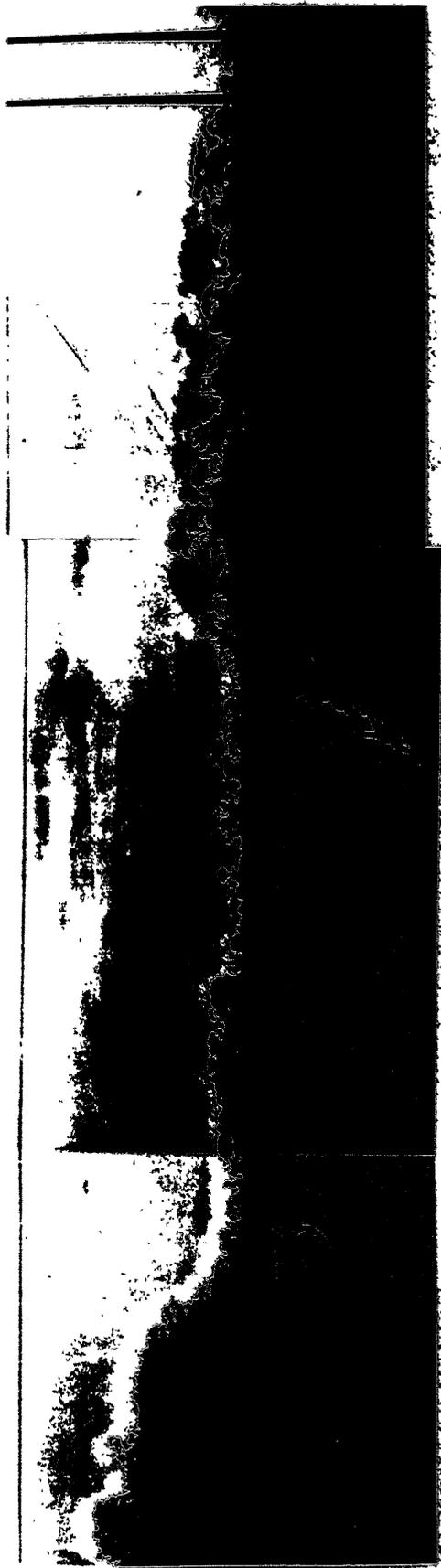


FOTO 4. Sitio de derivación del Brazo seco. Obsérvese la línea de orilla antes de la creciente. (R-457, 6,7 y 8)

RIO FRAGUA CHORROSO (CAQUETA)



FOTO 5. Entrada a Albania desde San José del Fragua. Observese el desnivel entre la población y el brazo seco. (R-457,17)

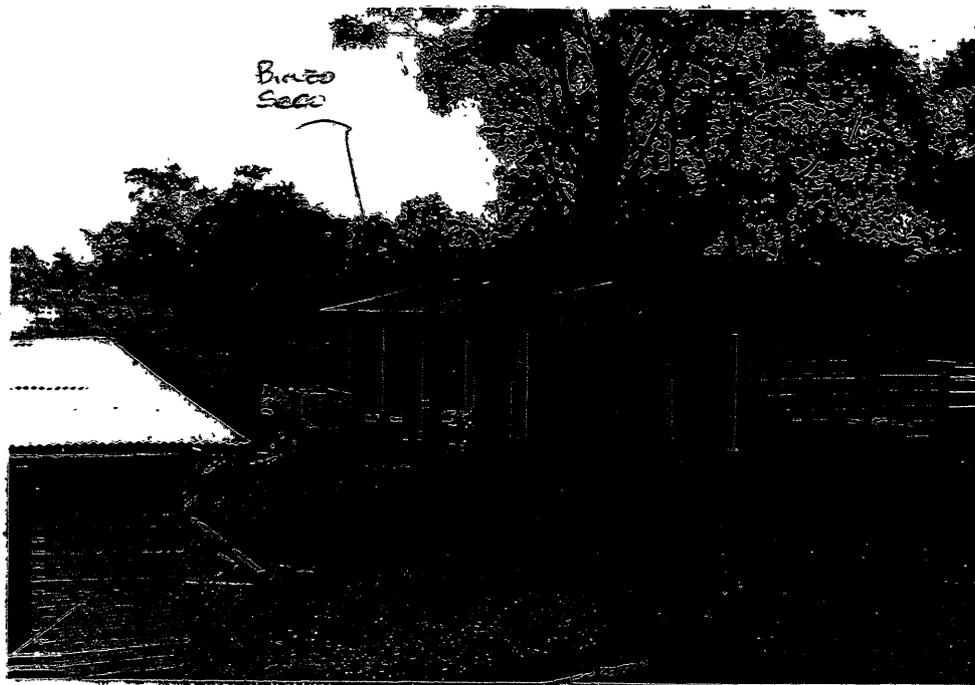


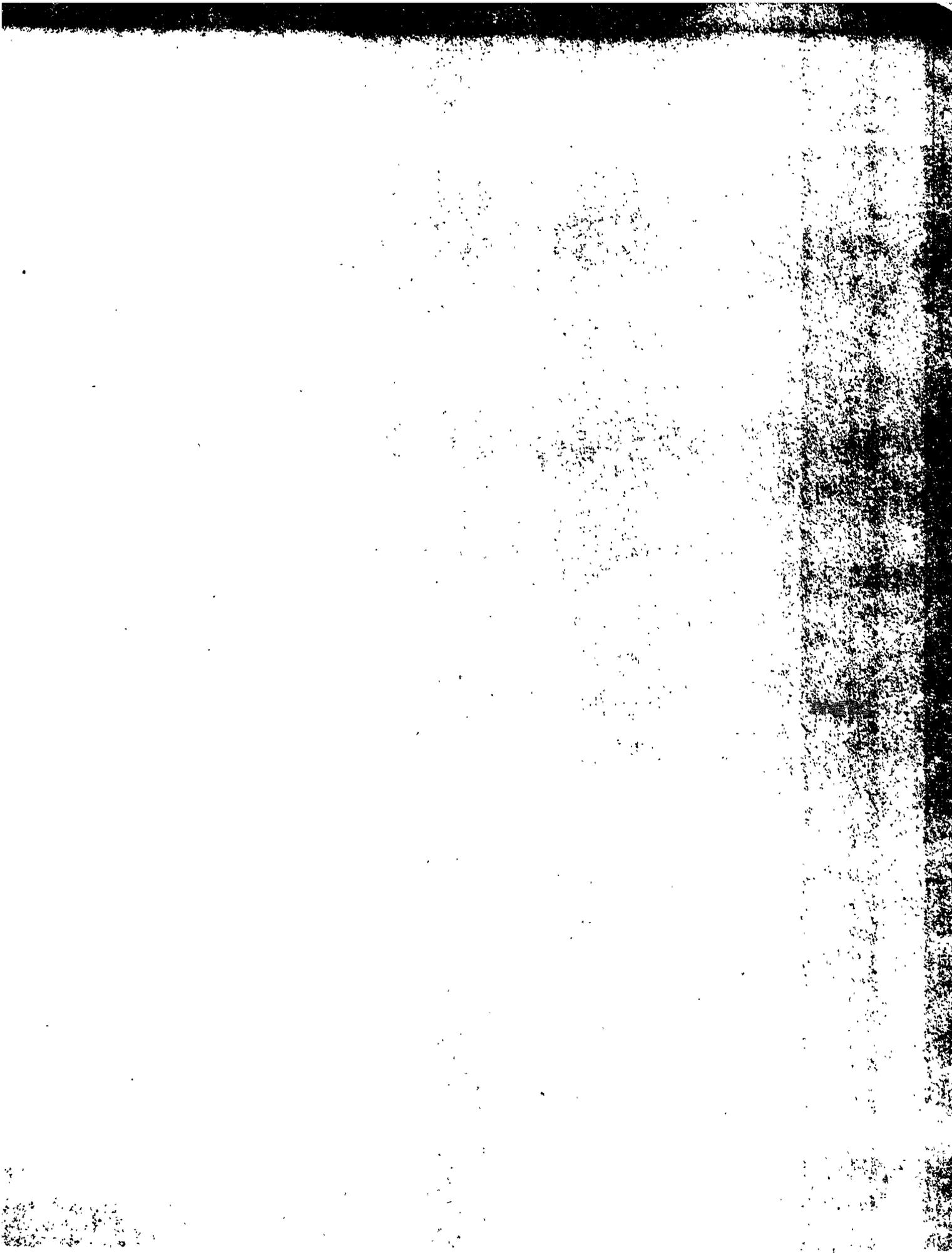
FOTO 6. Matadero de Albania. La creciente alcanzó a cubrir el tanque inferior de agua. (R-457,16)

RIO FRAGUA CHORROSO (CAQUETA)

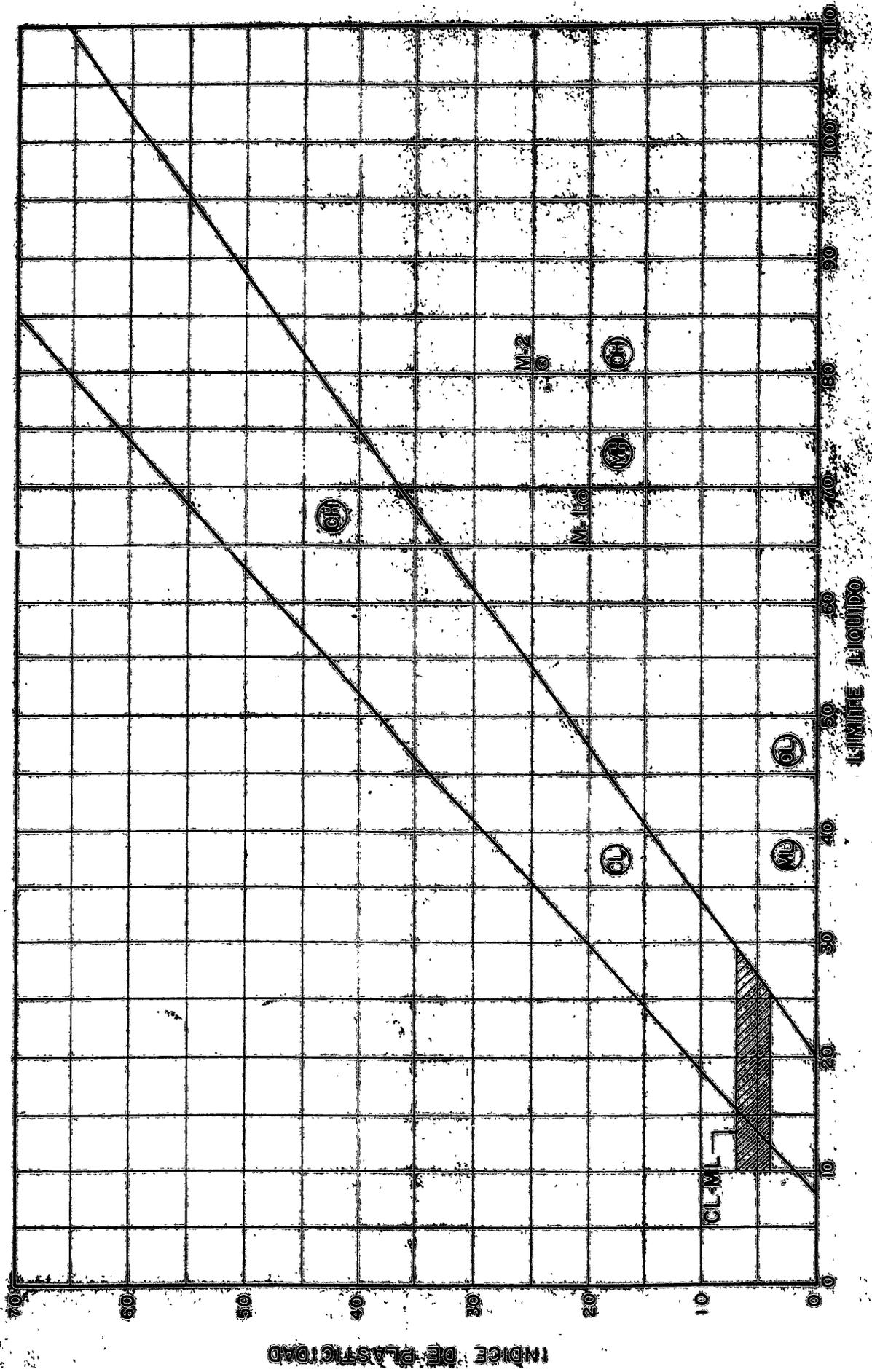
4. 2. 1



FOTO 7. Casa rural en cercanías de Albania. El nivel de la creciente llegó hasta la mitad de la puerta, aproximadamente. (R-457, 13)







INDICE DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRAULICOS <b>HIDROES TUBIDOS</b>	SAN JOSE DEL TRAGUERA CLASIFICACION DE LAS MUESTRAS TOMADAS	Fecha: 19-1-76 Dibujo: Verificó: C.A.O.	Ref: B-176-014
---	---	---	----------------