

MFN 1116

36716

v.7

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROYECTO

ORIGEN Y DESARROLLO DEL SISTEMA URBANO EN LA PROVINCIA DE TUCUMAN

Subproyecto n° 1

"USO DEL SUELO-FACTORES DE RIESGOS GEOLOGICOS
DETERMINACION DE CUENCAS Y MICROCUENCAS"



Experto: Dr. LUIS EDUARDO SUAYTER

Entrega final: PROYECTOS

O/K 12
S 32
VII

Equipo de Trabajo

Luis Eduardo SUAYTER (Dr. en Geología-Consultor)

Colaborador Principal

Geólogo Juan Pedro MORENO (Geólogo Consultor)

Colaboradores en tareas especiales

Geól. Elvira GUIDO - Fotointérprete

Geól. Beatriz NAVAS - Agua Subterránea

Geól. Edgardo FARIAS - Tareas de Campo

Dibujantes

José LACOSEGLIAZ (Estudiante Arquitectura)

I N D I C E

- Pág. 1 Integración del Río Salí al paisaje urbano. Influencia de la Geología. Introducción.
- Pág. 5 Creación de un área de Manejo, Parque o Reserva de altura en las Cumbres Calchaquies y Serranías del Aconquija y Burruyacu, a partir de los 2.500 metros de altura. Antecedentes.
- Pág. 12 Consideraciones sobre las inundaciones en la Provincia de Tucumán. Sus orígenes, consecuencias y medidas adoptadas para atenuarlas. Introducción.
- Pág. 22 Río Famallá. Características Hidráulicas.
- Pág. 33 Río Tajamar. Su Caracterización.
- Pág. 35 Departamento Burruyacu. Erosividad de las Aguas Fluviales. Introducción.
- Pág. 39 Río Tajamar. Sus características. Introducción.
- Pág. 43 Formulación y Evaluación de Proyectos Minero-Industrial. Explotación de las Calizas de Burruyacu para la obtención de cales hidratadas. Introducción.
- Pág. 44 Estudio del Mercado.
- Pág. 51 Ingeniería del Proyecto.

INTEGRACION DEL RIO SALI AL PAISAJE URBANO

INFLUENCIA DE LA GEOLOGIA

Introducción

El presente trabajo analiza los problemas que ocasiona la explotación de áridos a lo largo de un recorrido de 25 km. en el Río Salí tanto en canteras secas como aquellos que se explotan en el lecho del río.-

Y la influencia de estas explotaciones en la estabilización de las márgenes y obras de arte situadas en el cauce del río como en la zona ribereña.-

Se proponen soluciones concretas para integrar este curso de agua al crecimiento urbano.-

METODOLOGIA DE TRABAJO

Mediante fotografía aéreas se realizó un mapeo preliminar el cuál fué ajustado mediante un riguroso chequeo de campo. Se dividió la zona en dos sectores bien diferenciados: Canteras del sector norte y Canteras del sector sur, quedando una franja intermedia de unos 25 kms. que, por Decreto n° 1327/3, se prohibió la extracción de áridos en la misma para preservar la estabilidad del cauce, las márgenes y las poblaciones ribereñas afectadas por las inundaciones y las obras de arte emplazadas en el lecho.-

ANALISIS DEL PROBLEMA

CANTERAS DEL SECTOR NORTE

Canteras secas

La zona se caracteriza por tener grandes socavones de antiguas explotaciones y actualmente en explotación en áreas prácticamente donde núcleos habitacionales avanzan sin planificación, conformando actuales villas de emergencias.-

El paisaje está degradado por grandes lagunas debido al afloramiento de aguas del subálveo y de las lluvias. Por grandes cárcavas próximas a caminos, campos de cultivos y canales de riego que ponen en peligro la estabilidad de los mismos, sumándose a ello un pobre drenaje que dificulta la evacuación de las aguas al lecho del río, transformando a la zona en un permanente lodazal.-

Canteras húmedas o en el lecho del río

La extracción irracional de áridos agravó la dinámica fluvial del río, ya modificada por la presa del Cadillal situada a unos 20 kms. aguas arriba, que alteró su perfil de equilibrio original produciendo una onda de erosión retrocedente. Al buscar el río un nuevo perfil no podrá lograr su traza de equilibrio, mientras se realicen explotaciones incontroladas de áridos. Prueba de ello son los fenómenos de desborde por erosión lateral, modificación del cauce y erosión vertical acentuada a lo que se sumó el avance de los núcleos poblacionales y obras de esparcimiento hacia el lecho ordinario del río, dando lugar al estrangulamiento de la sección; particularmente en la cercanía del puente carretero Lucas Córdoba y del puente ferroviario situado a 3 km. aguas arriba del primero, los cuales colapsaron prácticamente en el curso de dos años (1976-1978). Como así también la rotura del gasoducto en la intersección del río Calera y el río Salí junto con 200 m. de mampostería del tramo final del canal Norte, a partir de la desembocadura del mismo, en el río y afectando, a su vez, postes de líneas de alta tensión de 132 kws ubicados en las franjas de ribera.-

Este canal sirve de descarga de las aguas de lluvia del sector norte de la ciudad de San Miguel de Tucumán.-

CANTERAS DEL SECTOR SUR

Canteras secas y húmedas

Por lo general se encuentran abandonadas y las que se explotan en la actualidad

no lo hacen con la misma intensidad de las situadas en el sector norte. Las abandonadas se han convertido en depósitos de basura, de desechos orgánicos de los mataderos, curtiembres, citrícolas y de residuos cloacales.-

Prueba de ello, es la alta contaminación observada a la altura del Puente San Cayetano que al aquietarse la escorrentía por los gaviones emplazados aguas abajo del mencionado puente, cortan el flujo de la misma.-

Estos diques se encuentran en situación precaria, ya que la malla de alambre que contiene a las piedras se encuentran sumamente deterioradas por la acidez del agua. Estos gaviones como se puede apreciar en el terreno, son necesarios para controlar la velocidad del agua, su turbulencia y por lo tanto su erosión, lo que podría provocar descalce en las pilas del puente, como ya sucedió con los situados en el sector norte.-

SOLUCIONES

Se debe integrar el río Salí al paisaje urbano por cuanto divide al gran San Miguel de Tucumán prácticamente en dos partes, transformándose en un río de Ciudad.-

Las soluciones deben ser integrales para la cual se hace necesario un gran apoyo económico, junto con una cobertura técnica y política eficiente.-

Consideramos de acuerdo a nuestras experiencias que se debe dividir al río en sectores, para que sean dadas en concesión a Empresas que cuenten con las maquinarias suficientes para efectuar una canalización y mantenimiento de las mismas, pagando este servicio el Gobierno con el material extraído del lecho del río. No debemos olvidar que el río Salí aguas abajo de la presa del Cadillal recibe el aporte de sólidos de los ríos Loro y Calera.-

El Canal, de acuerdo a los estudios efectuados por la Dirección Provincial del Agua y Dirección Provincial de Minería, no podrá tener una sección inferior a los 180 mts...-

Las empresas serán las encargadas juntamente con reparticiones oficiales donde

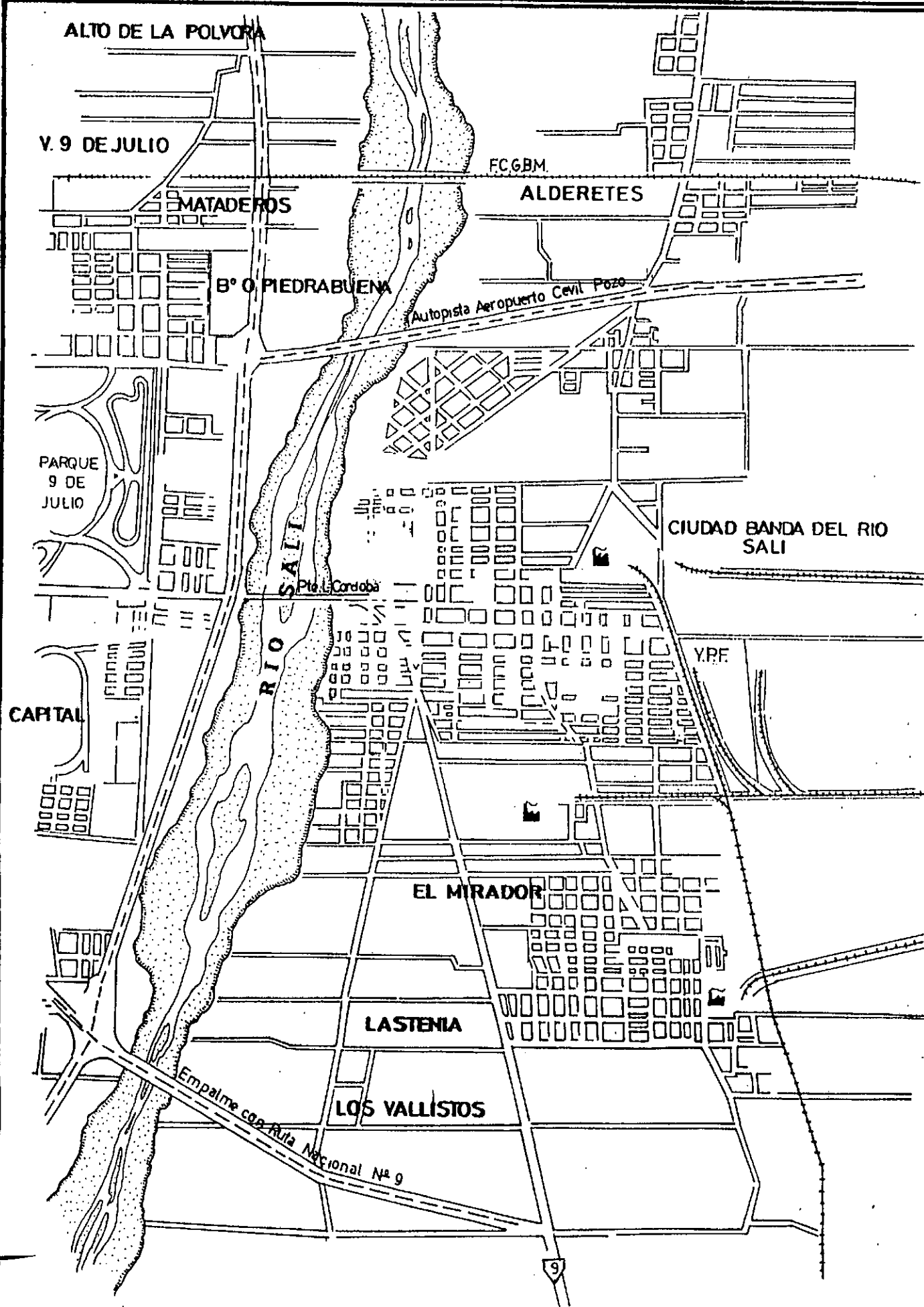
abunda la mano de obra inactiva de estabilizar las márgenes mediante la construcción de defensas, complementada con una adecuada reforestación y parquización. Por otra parte se deberá proceder al traslado de las villas de emergencias situadas en el lecho ordinario del río. Económicamente, esto resulta menos oneroso que construir defensas longitudinales y transversales para su preservación en épocas de grandes lluvias y/o crecidas.-

Se debería prohibir que las riberas y el cauce del río sea utilizado como depósitos de basura y de desechos industriales, para los cuáles se exigirá a las Empresas causantes de este deterioro, las construcciones de efluentes, mediante créditos blandos a largo plazo, pero que sean utilizados para tales fines. A su vez se creará "la policía del río" integradas por agentes estatales dirigidos por técnicos idóneos que controlen que estos postulados se cumplan.-

Los estudios y legislaciones vigentes para transformar el río, existen. Hace falta que las autoridades de turno aborden el problema con la seriedad y la celeridad que el problema demanda, ya que muchos especialistas en el tema, consideran el río Salí, como una cloaca a cielo abierto.-

Finalmente debemos señalar que la contaminación del río Salí no sólo afecta a la Provincia de Tucumán, sino también a la Provincia de Santiago del Estero al depositar su carga contaminante en el dique Frontal del Río Hondo.-

CIUDAD: San Miguel de Tucumán y alrededores.-



INTEGRACION DEL RIO SALI AL PAISAJE URBANO

INFLUENCIA DE LA GEOLOGIA

ESCALA
1: 25.000

P R O Y E C T O

CREACION DE UN AREA DE MANEJO, PARQUE O RESERVA DE ALTURA EN LAS CUMBRES CALCHAQUIES Y SERRANIAS DEL ACONQUIJA Y BURRUYACU, a partir de los 2.500 metros de altura

Antecedentes

En el año 1913, el doctor López Mañán, apoyado por el Dr. Miguel Lillo, tras visitar y estudiar las zonas serranas de la provincia de Tucumán, estimó necesaria la creación de un área de reserva de esas tierras que abarcase desde el llano hasta las más altas cumbres. Posteriormente un importante grupo de investigadores: botánicos, zoólogos, geólogos, geógrafos, etc., coincidieron en destacar su enorme importancia científica y su riqueza florística y faunísticas.-

La rapidez con que se fue destruyendo la selva al pie de las montañas tucumanas motivó un proyecto de parque nacional para la zona del río Cochuna que fue aprobado en el año 1958 por el Gobierno Provincial y por el Servicio de Parque Nacionales.-

En 1965, la Asociación Tucumana de Andinismo, propuso agregar al parque Cochuna un área que abarcase las Cumbres Calchaquíes y el Cerro Ñuñorco. En ese año, la provincia de Tucumán, por Ley 3.363/65 estableció como parques provinciales las áreas antes mencionadas de río Cochuna, Cerro Ñuñorco y Cumbres Calchaquíes.-

En 1984 Jorge C. Chein, en ese entonces diputado por Tucumán en el Congreso de la Nación, impulsó de nuevo el proyecto visto la escasa repercusión que tuvo antes los gobernantes de turno.-

El cuadro de situación en 1991 no ha variado sustancialmente ya que se hizo efectiva solo algunas de las disposiciones mencionadas, presentado las sierras del

Aconquija y las Cumbres Calchaquies, como las sierras del Sistema Burruyaquense un estado de deterioro de sus ecosistemas tan marcado, que nos lleva a hablar de "estado de emergencia ecológica".-

En los anteriores proyectos no se hacía mención a las sierras del Este tucumano, las cuales se incorporarán en la actual legislación .-

Para finalizar es necesario destacar la labor que cumplen los investigadores de la Fundación Miguel Lillo, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, en tratar de buscar una solución a este acuciante problema a través de sus trabajos de investigación y difusión.-

Parte de los principales argumentos y fundamentos de estos investigadores son sintetizados a continuación (Halloy, S.; Grau, A. y González, J, 1982).-

Análisis y justificación del proyecto

Funcionamiento de las cuencas hídricas

La destrucción de la flora, fauna y suelo de montaña está alterando en forma cada vez más grave toda la red hidrogeográfica del Aconquija, Cumbres Calchaquies y de las sierras de Burruyacu.-

Esta alteración influye en el riego, captación de agua para las poblaciones, en las presas de embalses de aprovechamiento múltiple, caminos y áreas cultivadas.-

La colmatación de los diques El Cadillal, Angostura y Escaba están íntimamente ligada a este problema.-

Más de 150.000 hectáreas de campos de cultivos dependen del riego, sin contar las que se van incorporando en la franja Este de la provincia por expansión de la frontera agropecuaria.-

El problema de las inundaciones, el arrastre de material sólido convertidos en aluviones en épocas de fuerte lluvia (primavera-verano), el acortamiento de la vida útil de los embalses y la erosión del suelo arable son productos en gran par-

te, de la destrucción de los ecosistema de montaña.-

Debemos destacar que esta situación no es estacionaria sino que va en paulatino crecimiento y los períodos críticos se presentan cada vez con mayor frecuencia, magnitud y extensión.-

El buen funcionamiento de las cuencas hídricas, como ya se ha destacado en los informes parciales entregado, es fundamental, y ha quedado destacado que este problema reviste una importancia particular en un futuro próximo, que justifica plenamente el proyecto presentado.-

A continuación enumeramos otros argumentos que complementan el mismo.-

Económicos

1.- Destrucción de los suelos en la zona de alta montaña, con la posibilidad de no poder realizar una adecuada reforestación, lo que traería aparejado una sensible pérdida monetaria de especies finas de alto valor maderero.-

2.- Arrastre de sólidos hacia la zona llana, a través de los ríos y desplome de detritos por el faldeo de la montaña, enlamando y recargando con material de arrastre los cursos de agua, provocando desborde de los mismos, destruyendo y/o taponando obras de captación de agua y canales de riego y en períodos de lluvias torrenciales los clásicos aluvionamientos.-

Estos fenómenos provocan cuantiosos daños a los cultivos y obras de arte, como a las poblaciones ribereñas.-

3.- Caudales extremadamente bajos en invierno y primavera que disminuyen las posibilidades de riego a campos de cultivos, con la consiguiente pérdida de sus cosechas.-

Estas fluctuaciones extremas, de inundaciones y aluviones en verano y sequía en invierno y primavera, muestra una tendencia de crecimiento exponencial, y los pronós

ticos para los próximos años son aún más desalentadores.-

Los investigadores mencionados precedentemente ha podido estudiar el régimen hidráulico del río Solco, que nace en la zona central de los nevados del Aconquija, en donde la tala y el sobrepastoreo no ha llegado a una etapa crítica, pudiendo comprobar que aún en época de fuertes lluvias el río no aumenta su caudal máximo, mientras que otros cursos de agua en la provincia, como el río Salí, este caudal aumenta bruscamente a causa del deterioro de su cuenca.-

El pasaje de un estado hidrológico regulado, como el río Solco, a un estado de total irregularidad como es el de los ríos Salí, Famaillá, Los Sosa y otros actualmente, se da fundamentalmente por la destrucción de la vegetación y el sobrepastoreo, como una carga animal excesiva para las condiciones ecológicas de la cuenca.-

Las medidas para volver a una situación estable pueden dividirse en cuatro:

- 1.- Disminución de la carga ganadera hasta puntos compatibles con la capacidad de recuperación de la vegetación. Esto implica en las cuencas de fuertes pendientes o de alta montaña la eliminación total del pastoreo de animales exóticos.-
- 2.- Conservación total de la vegetación en las cuencas de alimentación de los ríos mediante adecuadas medidas de protección.-
- 3.- Reforestación de las áreas destruídas, predominantemente con especies autóctonas que son las mejores conservadoras de los suelos de la región.-
- 4.- Programación de defensas transversales y longitudinales dinámicas (gaviones) en los lugares críticos de ataque lateral de los cursos de agua y saneamiento de las vertientes inestables mediante mejoras geotécnicas (mallas geotécnicas, Bermas, zanjas de guardia, etc.).-

La efectividad de este tipo de medida ya ha sido demostrada en las zonas montañosas europeas, neocelandesas, norteamericanas y latinoamericana.-

A la regulación del caudal invierno-primavera de los ríos contribuyen en forma muy significativa las turberas fanerógamas de altura, ubicadas por encima de los 3.000 metros. Estas formaciones de estructuras esponjosas retienen alrededor de 10.000.000 de m³ de agua en las zonas de reservas, volumen que liberan paulatinamente en los períodos secos beneficiando especialmente a las regiones agrícolas áridas y semiáridas, con el consiguiente beneficio económico para cultivos de contraestación, en los altos valles intermontanos.-

Las estimaciones indican que estas turberas demoraron 10.000 años aproximadamente en formarse, y en decenas de años por el pisoteo del ganado vacuno pueden desaparecer.-

Otro beneficio directo de la conservación de las cuencas montañosas está dado por el incremento de la vida útil de la mayor parte de los diques de la zona de influencia: El Cadillal, La Angostura, Escaba, Ampimpa, Remate, Acheral, Santa Isabel, El Molino, El Rincón, y las obras proyectadas de Potrero del Clavillo y Potrero de las Tablas.-

La conservación y el incremento de la capacidad de almacenaje de agua por el suelo y la vegetación, favorecería a importantes zonas agrícolas y ganaderas de la provincia que dependen del riego en el período invierno-primavera.-

La estimación económica de las pérdidas que ocasiona la reducción de caudales es muy difícil de realizar prácticamente, pero asciende indudablemente a suma varias veces millonarias, considerando la enorme extensión involucrada.-

Sociales

Turismo: La creación de un área de manejo traería consigo un aporte económico de singular importancia para la zona de influencia, que incluso podría costear la financiación del mismo.-

Estas reservas se encuentran a pocos kilómetros de centros poblados y a no más de 150 km del Aeropuesrto Internacional de Cevil Pozo, que las hace aptas para resi-
vir cualquier tipo de turismo. Cuentan además con excelentes vías de aproximación
(camino pavimentado y/o consolidados), comparables a las mejores de cualquier par-
que nacional de Argentina.-

Investigación

Otro aspecto a considerar es la importancia de estas áreas para investigación
científica, empleándola como laboratorio biológico y geológico natural como también
físicos y químicos (Energía no convencional).-

Educación

Pueden brindar excelentes posibilidades de uso educativo en las disciplinas de
la geología, geografía, biología (botánica y zoología), ingeniería hidráulica y am-
biental, ingeniería forestal, etc.-

Yacimientos Arqueológicos

Estas áreas fueron sitios de las principales civilizaciones precolombinas, cu-
yos restos arqueológicos aún perduran, pese a la depredación de los "huaqueros" a
que fueron sometido estos yacimientos. Consideramos de fundamental importancia la
preservación, estudio y difusión de quienes fueron los primigenios dueños de éstas
tierras.-

Costo Social

Estas áreas están muy pocas pobladas de acuerdo al censo de 1991, por lo que
el traslado de sus habitantes o movilización no reviste mayores problemas, si son
incorporados por la provincia como ayudante o "baqueanos" de los guardaparques.-

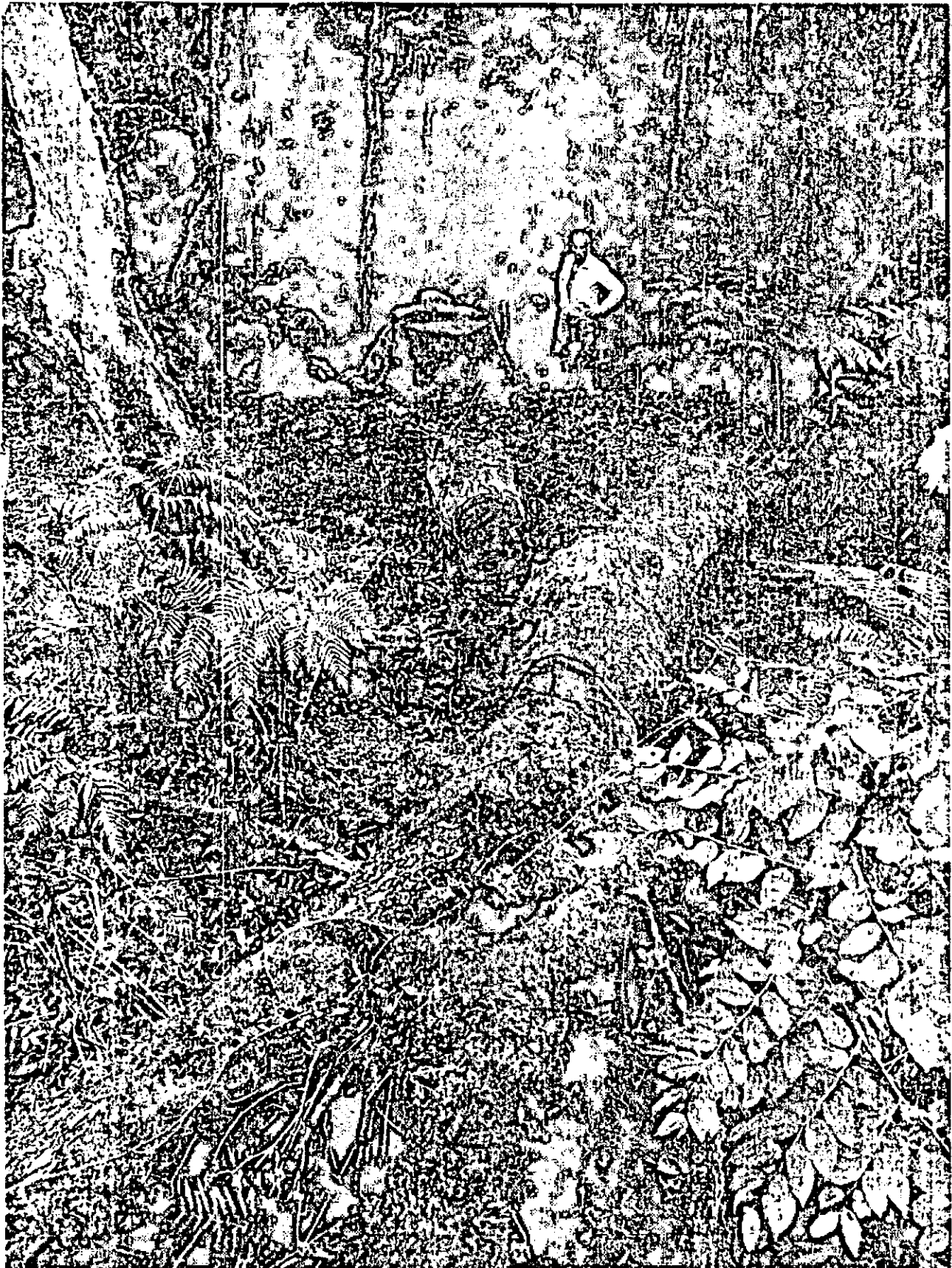
El mejoramiento y/o reforestación del bosque y la preservación de la fauna,
podrán estar bajo su vigilancia.-

No podemos olvidar que han ocupado esos predios durante varias generaciones y

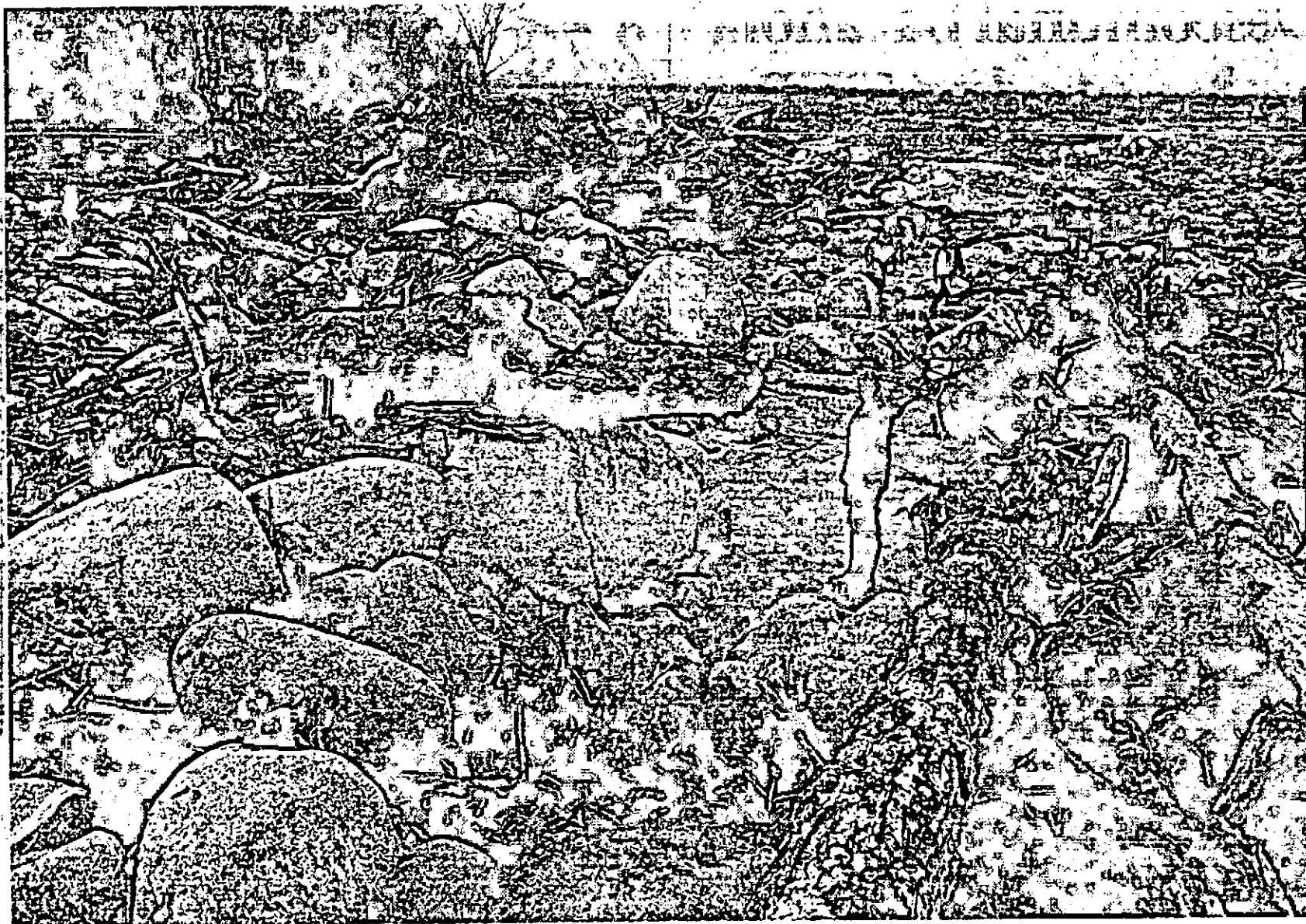
por experiencia empírica conocen la región y se adaptan mucho mejor que los habitantes del llano.-

Conclusiones

Tucumán cuenta con suficiente personal capacitado para concretar técnicamente este emprendimiento, formado durante muchos años de investigación, en la Fundación Miguel Lillo, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, además de otras instituciones públicas imbuídas en esta problemática, solo resta la decisión política para ver cristalizado el mismo.-



La tala irracional de los montes es una de las causas de la situación que vive la cuenca del Famaillá. En la foto un hermoso ejemplar de cedro talado.



Enormes bloques de piedra y toneladas de madera que conformaban los montes, yacen en el lecho del río Famallá a escasos kilómetros de la ciudad.

CONSIDERACIONES SOBRE LAS INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE
TUCUMAN. SUS ORIGENES, CONSECUENCIAS Y MEDIDAS ADOPTADAS
PARA ATENUARLAS

Introducción

Las causas de las inundaciones que afectan seriamente a amplios sectores de nuestra provincia son tan numerosas como complejo es dicho fenómeno.-

Los desbordes de los ríos se han producido siempre. La historia tucumana se ha ocupado de los daños que las crecidas causaban a los primitivos asentamientos de los conquistadores españoles, como la población de Ibatín, en la cual, sumados a otros factores adversos, provocaron el abandono del lugar.-

En esa época el medio ambiente se encontraba prácticamente en estado vírgen, con casi toda la superficie provincial protegida por una espesa cubierta vegetal; por lo tanto no se podía acusar a la depredación antrópica de ser causante del suceso.-

Ya nos ocupamos en otros capítulos de este trabajo de las previsiones que tomaron las autoridades para superar las consecuencias de las severas inundaciones que asolaron la provincia de Tucumán en la década de 1870, especialmente los sectores central y sur. Además de disponer medidas coyunturales consideraron prioritarios que profesionales especializados estudiaran el tema con el fin de determinar las causas del fenómeno y planificar obras de corrección y prevención.-

En los gabinetes oficiales existen archivados numerosos estudios realizados por distintas empresas contratadas al efecto por el estado; en ellos se evalúa cómo afecta esta contingencia a las actividades y por ende a la economía provincial, proponiéndose las soluciones pertinentes. Además de estos estudios, elaborados por

equipos interdisciplinarios, algunos profesionales del medio, entre ellos uno de los autores de este trabajo, fueron convocados por distintas reparticiones oficiales vinculadas al tema para hacer su aporte. En consecuencia la situación fué diagnosticada y se propuso las medidas de corrección.-

Razones económicas y talvez la errónea consideración de que como esta contingencia solo se producía durante el verano, no tenía la importancia de los que acucian permanentemente a la sociedad tucumana, han postergado indefinidamente la toma de decisiones.-

Debemos mencionar la pasividad con que la mayoría de los productores tucumanos consideran este problema, sin tomar, en la mayoría de los casos, ninguna previsión para proteger las fincas ubicadas en las márgenes de los ríos de la actividad erosiva de las aguas; Cuando la situación llega a ser inmanejable se limitan, por lo general, a exigir la intervención del estado, aún algunos grandes productores que disponen de los medios para proteger sus propiedades.-

Se ha convertido ya en un hecho común que luego de que se produzca una de estas contingencias los pobladores ribereños formulen airadas protestas por considerar que las autoridades no actúan con la eficiencia y rapidez que la situación exige. Lamentablemente los tucumanos tenemos malas experiencias del manejo político de la situación, procurandose sacar réditos con la menor inversión posible, que en algunos casos se limita a la mera formulación de declaraciones a la prensa o, en el mejor de los casos, cuando se llega a realizar obras, estas se hacen desconociéndose las características de las cuencas hídricas que deben proteger. Por su ubicación inadecuada o deficiente construcción no cumplen ninguna función positiva, siendo frecuentemente causa del incremento de la erosividad de las aguas o, lo que es peor, del deterioro de sectores que hasta la construcción de la obra no habían sido afectados.-

En distintos tramos de las cuencas hídricas, especialmente en los cercanos a

las cuencas de recepción, se encuentran restos de defensas a las que luego de su construcción no se les realizó ningún tipo de mantenimiento, lo que es imprescindible para reparar los daños que les producen las crecientes. Como consecuencia de la desidia resultaron destruídas construcciones que demandaron grandes esfuerzos e inversiones debido a lo inaccesible del lugar de emplazamiento.-

Como una complicación adicional, que pone de relieve la falta de respeto que tenemos para el medio en que vivimos y nos desarrollamos, la actividad industrial tucumana se ha desarrollado a costa de la contaminación, en grado severo, del medio ambiente. Casi todos los cursos de agua de la provincia se han convertido en cloacas abiertas en que se vuelcan en forma desembozada los desechos industriales y los líquidos cloacales, sin ningún tipo de tratamiento. El gran colector, que es el río Salí, vuelca las aguas negras al Dique Frontal de Río Hondo, donde se está exterminando a casi todas las formas de vida.-

Denunciando esta situación se han escrito muchos artículos en la prensa y las personas interesadas en esta problemática han alzado sus voces pidiendo se ponga fin a esta situación, exigiendo se hagan cumplir las leyes que sancionan este desaprensivo proceder. Hasta hoy no se ha conseguido nada por lo que solo resta esperar que los infractores, sospechosamente impunes, modifiquen de mutu propio su proceder antes de convertir a la provincia en un colosal vaciadero de desperdicios.-

Las crecidas de los ríos. Sus consecuencias

Las manifestaciones más espectaculares de las crecidas de los ríos, que perjudican al mayor número de personas, son la que se producen en las bajas cuencas, donde generalmente existen centros urbanos, instalaciones industriales, valiosas propiedades rurales e importantes vías de comunicación dotadas de numerosas obras de arte.-

Como consecuencia de la elevada densidad de población y de los valiosos recur-

sos afectados por estas contingencias, los poderes públicos generalmente se ven llevados a parcializar la consideración del problema, concentrando sus esfuerzos en tramos puntuales de las bajas cuencas. De este modo se construyen defensas en las vecindades de las poblaciones y solo, en forma excepcional, en los otros tramos de las cuencas.-

En la generalidad de los casos los trabajos se realizan apremiados por la opinión pública o el tiempo, lo que impide a los proyectistas interiorizarse de las características de cada cuenca en particular, realizando el mismo tipo de trabajo en todas ellas. Como consecuencia, en muchos casos estas obras son de vida efímera, no justificando las inversiones realizadas.-

Debemos considerar a las cuencas hídricas como un conjunto de elementos constituyentes vinculados entre sí de tal manera que las perturbaciones que se producen en cualquier sector provocan repercusiones en toda la cuenca. Un ejemplo de esto es el hecho de que cuando se incrementa la deforestación de las altas cuencas se producen, como respuesta, la aceleración de la erosión de los terrenos y la acumulación de aluviones en el pie de monte y en la llanura.-

El deterioro de las altas cuencas se debe a la acción de numerosos factores, entre los que predominan los de origen antrópico. Este proceso está en contínuo incremento y sus consecuencias son numerosas, entre otras destacamos la reducción del período de recurrencia de las crecidas excepcionales, o sea del intervalo de tiempo que media entre dos grandes avenidas del río.-

En las cuencas medias predominan el proceso de transporte de las cargas líquida y sólida de los ríos, produciéndose también el ensanche de los cauces a costa de los terrenos ribereños, proceso que se intensifica en las llanuras.-

En las bajas cuencas los sedimentos abandonados por las aguas en el cauce y en los terrenos ribereños causan la modificación del nivel de base en relación a que el

río había elaborado su perfil longitudinal. Como consecuencia se incrementa en todo el cauce la depositación de aluviones, de tal manera que en algunos tramos la cota del lecho es superior a la de los terrenos aledaños. Esta situación provoca continuos desbordes de las aguas crecidas y la acumulación de aluviones en los campos.-

La situación inversa, o sea el descenso del nivel de base, produce como respuesta el socavamiento del cauce, con las graves consecuencias que son de imaginar.-

El zapamiento de las bases de las barrancas y/o de las orillas de los cauces por las aguas de los ríos, con la consiguiente caída al lecho de sectores de las mismas, produce un continuo retroceso de los terrenos marginales y un ensanche del valle fluvial a costa de los mismos.-

Casi todos los ríos que discurren por la llanura construyen una serie de meandros. Este sistema de drenaje se caracteriza por su inestabilidad debido a la migración de las curvaturas en sentido transversal y longitudinal.-

En numerosos lugares los desbordes de los ríos han provocado acumulaciones de tal magnitud en las fincas ribereñas que han causado el abandono de las mismas.-

Las consecuencias de las crecidas de los ríos son numerosas y muy graves; incluyen pérdidas de vidas humanas hasta destrucción de propiedades y bienes del estado y de particulares.-

La erosión de los suelos agrícolas en sus distintas manifestaciones: laminar o eliminación de los fértiles horizontes superiores, o concentrada, excavando cárcavas de distintas profundidades y extensión, es un fenómeno que favorecido por las características del clima ha alcanzado gran intensidad en nuestra provincia.-

Con relación al perjuicio monetario que las inundaciones causan a la provincia transcribimos la información proporcionada oficialmente a mediados de Enero de 1987. En esa época se habían producido grandes inundaciones que afectaron a las localidades de Los Agudo, Medinas, Famaillá y otras localidades. Los trabajos de reencauza-

mientos, endicamientos y profundización de cauces, arreglos de caminos y puentes, fueron evaluados en un millón de dólares. No se consideraron los daños totales o parciales sufridos por los pobladores.-

Medidas a aplicar con el fin de mitigar las consecuencias de las inundaciones

La elevada energía cinética con que se desplazan las aguas crecidas es causa de severos daños al cauce y a los campos linderos. La expansión de la frontera agrícola ha incorporado a la producción, campos que por su topografía abrupta u otros motivos de igual peso tendrían que haber permanecido en estado virgen, o, cuando mucho, ser dedicados a pastoreo circunstancial.-

Las medidas a aplicar para corregir esta problemática son muy variadas por lo ^{antes} que/de resolver cual de ellas se va a emplear en cada situación particular es necesario estudiar las características de la cuenca hídrica que se desea ordenar o sistematizar. No hay soluciones universales.-

Las distintas obras de defensa, ya sean diques longitudinales, transversales, revestimiento de los taludes, etc. que se construyan en sectores aislados del valle fluvial van a ser ineficaces mientras no se encare la solución de fondo, que es la única racional y menos onerosa a la larga, que es la sistematización de la cuenca, o sea la realización de distintos tipos de obras en toda su longitud, tanto en las vertientes como en los cauces, con el fin de estabilizar los flancos serranos, reduciendo al mínimo el arrastre de sedimentos que las aguas de origen pluvial realizan en su descenso hacia los cauces de los ríos.-

Mientras no se eliminan las causas del deterioro de las altas cuencas: sobrepastoreo, tala irracional de los bosques, etc. el problema va a seguir en continuo aumento. Con este fin se debe realizar como medida inmediata el retiro de la hacienda trashumante, detener la depredación de la cubierta vegetal y regenerarla.-

En los cauces de los ríos hay que remover los obstáculos que impiden el libre flujo de las aguas, tales como árboles caídos desde las vertientes, acumulaciones de sedimentos, etc. Los mismos producen frecuentemente taponamientos que obran como diques temporarios, reteniendo los derrubios transportados por las aguas. Cuando estos endicamientos ceden se producen súbitos desplazamientos de grandes volúmenes de aluviones, dotados de gran capacidad erosiva.-

Otra consecuencia de este proceso son los derrames que se producen en sectores en que el río está limitado por barrancas de poca altura, facilmente superables por las aguas embalsadas.-

Los campos vecinos a los cursos de agua que discurren por la llanura construyendo meandros, están expuestos a ser integrados al lecho fluvial, a veces de manera súbita, durante una crecida del río, como consecuencia de la migración lateral y transversal de los meandros. En la mayoría de los ríos tucumanos que atraviesan la llanura se reconocen espiras de meandros, o sea sectores ribereños que antiguamente formaban parte del cauce y que el río abandonó para establecerse en una nueva ubicación. Son sectores deprimidos, ocupados frecuentemente por pantanos.-

Esta zona de la cuenca, caracterizada por su gran inestabilidad, crea serios problemas. Las aguas serpentean por el valle fluvial atacando al sector ribereño que se opone a su desplazamiento, o margen cóncava del meandro, al que eroda intensamente. Los sedimentos arrancados aquí son transportados una distancia variable, hasta ser acumulados contra la margen convexa opuesta, que así resulta en proceso de agradación.-

En las márgenes cóncavas se producen además estos fenómenos: las aguas zapan las bases de las barrancas provocando el retroceso de las mismas y durante las crecidas es por estos sectores que generalmente desbordan las aguas.-

En esta zona de la cuenca es conveniente construir diques longitudinales en am-

bas orillas del río. El dimensionamiento de los mismos se realiza en función de la máxima altura que alcanzan las crecidas, con el fin de evitar que estas obras sean rebasadas.-

En las márgenes cóncavas es convenientes adosar a las mismas un muro de piedras embolsadas o una construcción de similares características que recubra todo el sector expuesto a la acción erosiva de las aguas.-

Es fundamental para la estabilidad de las obras no reducir con ellas las dimensiones transversales del cauce. Esta es una premisa básica, que es frecuentemente ignorada. No solo se la debe respetar en los endicamientos longitudinales sino, talvez con más razón, en la construcción de obras de arte como puentes, alcantarillas, etc. Es frecuente observar que los ríos llegan hasta estos verdaderos cuellos de botella sin haber erodado de manera sensible sus cauces, pero en el sitio de la construcción excavan profundamente, llegando a descalzar las bases de las obras, y luego ensanchan y deterioran intensamente el lecho. Al impedirse el libre flujo de las aguas se ha creado turbulencias locales que pueden tener serias consecuencias.-

Se debe impedir la construcción de viviendas y cultivos en los lechos de los ríos porque reducen la capacidad de los mismos para contener las aguas de las crecidas. El hecho de que durante prolongados lapsos de tiempo hayan permanecido en seco sectores de los lechos mayores y/o de inundación de algunos ríos ha alentado su ocupación para distintos fines. Cuando las aguas tienden a recuperar sus cauces se producen situaciones de características dramáticas, pero previsibles por los que conocen la dinámica fluvial y que no son consultados cuando se producen esas usurpaciones.

No debemos olvidar, a este respecto, lo que sucedió años atrás cuando las autoridades provinciales resolvieron construir un predio deportivo bajo el puente Lucas Córdoba, ocupando un sector del cauce del río Salí. Las consecuencias del frustrado intento fueron la destrucción de dichas instalaciones y graves deterioros al puente.-

En los terrenos componentes de los interfluvios y frecuentemente en los márgenes de los ríos, se desarrollan socavones de distinta magnitud conocidos como cárcavas. Son el resultado de la acción de las aguas, de origen pluvial o de derrames de ríos y canales de riego, que descienden desde terrenos más elevados hacia la llanura o hasta los lechos de los ríos, erodando el terreno por donde circulan, formando cauces que en su comienzo tienen escasa profundidad y longitud, pero que con el transcurso del tiempo pueden alcanzar tal desarrollo que, con sus ramificaciones, anastomosis con cárcavas vecinas y retroceso hacia las cabeceras, llegan a arruinar los campos inutilizándolos para los aprovechamientos agrícolas. Verticalmente pueden alcanzar gran profundidad, llegando hasta el substrato rocoso.-

Es motivo de preocupación de los técnicos viales y ferroviarios la acumulación de sedimentos bajo los puentes y alcantarillas, reduciendo la luz de los mismos y causando endicamientos. La solución que habitualmente se proyecta es el dragado de esos sectores del río. Hemos tenido oportunidad de manifestar a dichos profesionales que ésta era una solución de emergencia porque mientras el río mantuviera su erosividad los sectores altos seguirían aportando sedimentos y el problema se mantendría insoluble.-

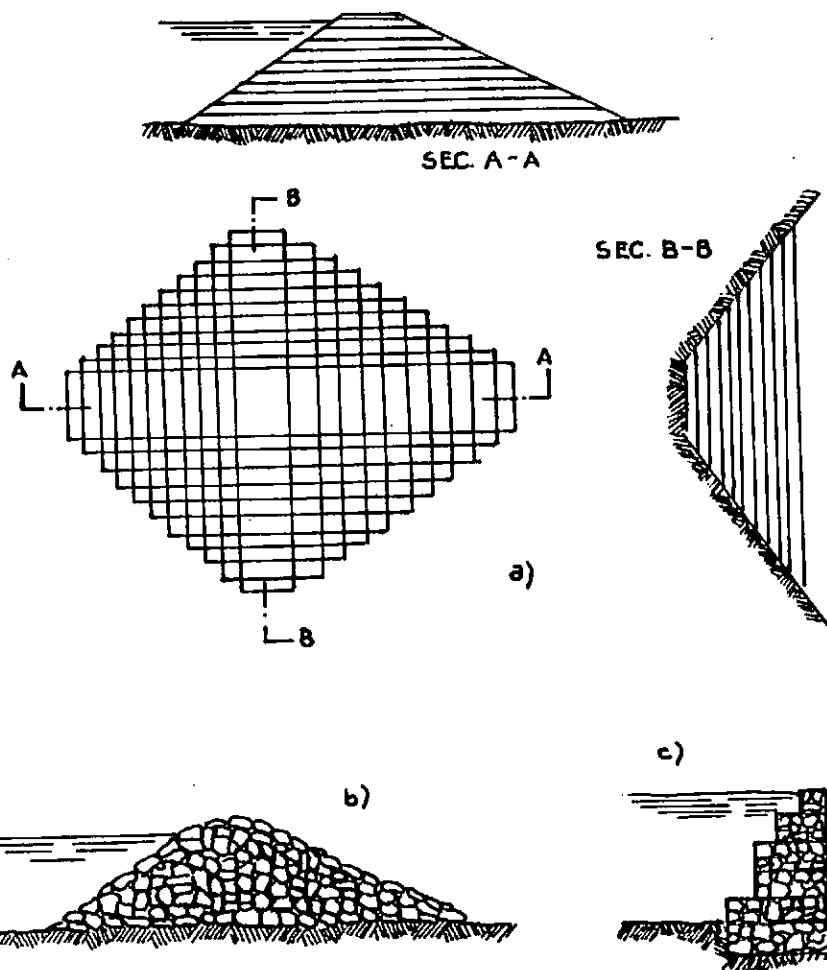
Con relación a los cauces fluviales debemos decir que la pendiente longitudinal de los ríos, construída en relación al nivel de base, es erosiva, por lo que las aguas degradan las altas cuencas, transportan los sedimentos en las cuencas medias y los acumulan en las bajas. Se aconseja modificar esa pendiente con el fin de obtener la llamada pendiente de compensación, en la que las aguas del río discurren sin alterar sensiblemente su cauce. Para ello deben construirse una serie de pequeños diques transversales cuyo distanciamiento y altura dependen del valor de la pendiente de compensación que se desea alcanzar y del gradiente del lecho.-

Los diques causan la acumulación de sedimentos arriba de ellos, por lo que luego

de un tiempo se modifica la morfología del cauce, que resulta formado por una serie de playas escalonadas, con lo que se obtenido la pendiente de compensación.-

En la construcción de los diques puede emplearse distintos materiales, como ser gaviones, piedra embolsada, piedra en seco, troncos, etc.-

DIQUES DE MATERIALES SUELTOS



ESQUEMAS DE DISTINTOS TIPOS:

- a) Terraplen de tierra construido en estratos sucesivos;
- b) Dique de escollera;
- c) Dique de gaviones

RIO FAMAILLA. CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

El Río Famaillá, cuya morfología fué desarrollado en una entrega anterior de este trabajo, tiene hasta la localidad de Sauce Huascho, en la cuenca media, una longitud de 34 km. con una superficie de la cuenca hídrica de 160 km². El desnivel desde las nacientes es de 1.000 metros, lo que significa un gradiente de este tramo de 2,94%.-

El módulo es de 1,33 m³/s. y el aporte anual de 42 Hm³.-

Estos valores son el promedio del período 1959/62.-

Según Rabsium en Las Juntas se habría aforado un caudal máximo de 196 m³/s. y un mínimo de 0,24 m³/s.-

Este río juntamente con los ríos Colorado, Aguas Blancas, Aranilla, Los Sosa y Pueblo Viejo son afluentes del mayor tributario del Río Salí, el Balderrama, que a la altura del puente del Ferrocarril General Belgrano tiene una cuenca de 1.379 km².-

Las precipitaciones pluviales en el área de la cuenca son estacionales, produciéndose en el período estival, que tiene una duración promedio de seis meses.-

Además de la alimentación que realizan las lluvias veraniegas, el cauce recibe importantes aportes de aguas subterráneas. Parte de la cuenca se ha desarrollado en un sector de surgencia espontánea de las mismas. Esta característica permite calificar al río como efluente.-

El escurrimiento superficial que se produce en el período Mayo-Setiembre-Octubre es de base, es decir corresponde al aporte realizado por las aguas subterráneas, decreciendo desde ese último mes.-

Los mayores valores de caudales aforados en la cuenca se producen en los meses de Diciembre y Abril, estimándose que la máxima recarga subterránea corresponde al

trimestre Enero-Marzo.-

Caudales aforados y/o estimados a la altura de la ciudad de Famaillá

Según información suministrada por el Departamento de Obras Públicas de la Municipalidad de Famaillá, los valores aproximados de los caudales del período de estiaje, comprendido entre Abril y Agosto, varían entre 9,6 y 1,2 metros cúbicos por segundo.-

Durante la temporada húmeda del ciclo hidrológico anual, desde Noviembre a Marzo, los caudales varían entre 160 y 280 metros cúbicos por segundo, con una máxima de 340 m³/s.-

Acumulación de sedimentos en el cauce

La carga de sedimentos de las corrientes de agua resulta determinada por los deslizamientos de derrubios que se producen a lo largo de las márgenes.-

Los aluviones acumulados en el cauce constituyen el lecho ideal para el río y cuando lo han cubierto completamente es porque éste está alcanzando el estado de equilibrio.-

Esta tapiz aluvional no solo posibilita el ajuste de la corriente fluvial hacia el equilibrio, sino que obra amortiguando las entradas máximas de energía en el sistema fluvial. Durante las inundaciones el caudal puede aumentar enormemente; si el exceso de energía de la gran masa líquida no se emplea en el transporte de la carga sólida se destina a erodar el cauce, hasta que este trabajo la disipa.-

La carga de aluviones tiene una importancia capital en la definición de las características de un río. Los ríos anastomosados, como el Famaillá, tienen cauces de mucha mayor anchura que profundidad y una excesiva carga de sedimentos.-

No se ha realizado en forma sistemática la determinación del volumen de sedimentos que las aguas crecidas abandonan en el tramo de la baja cuenca vecino a la ciudad.-

En el período de catorce meses transcurrido desde el último dragado, realizado en Noviembre de 1982, hasta Febrero de 1984, el material aportado por las aguas del río alcanza una potencia de 0,40 a 0,50 metros.-

Las crecidas del Río Famaillá. Sus desbordes. Causas del fenómeno

En el año 1987, luego de un período estival que se caracterizó por grandes inundaciones y severos daños a bienes estatales y privados, el Director de Recursos Naturales Renovables de la provincia formuló declaraciones sobre el tema. Los tópicos principales que consideró fueron los siguientes:

- Es equivocada la tendencia general a adjudicar a tales indiscriminadas o a desmontes incontrolados el origen de las inundaciones de Famaillá entre otros sectores provinciales;
- Famaillá es el sector de la provincia en que menos desmontes y aprovechamientos forestales se hacen, siendo a la vez la zona en que se realiza más forestación;
- El verdadero origen del problema está en el sobrepastoreo de las altas cuencas;
- Es crítico el hecho de que casi todos los ríos de la provincia carecen de cauce definido, habiéndose transformado como consecuencia de la acumulación de aluviones en verdaderas playas, fácilmente desbordables;
- La situación se agrava por la instalación de viviendas precarias en el lecho mayor del río;
- La forestación de la cuenca por sí sola no va a terminar con el problema, son necesarias otras medidas complementarias como la eliminación de la hacienda de las cuencas altas y medias, con el fin de evitar el sobrepastoreo; el dragado de los cauces de los ríos y la erradicación de las viviendas de los lechos;
- Con respecto a la reforestación de las vertientes serranas señaló que habitualmente no se cubren los cupos de créditos del IFONA destinados a los productores interesados en esta actividad, lo que pone en evidencia la falta de conciencias existente

sobre la materia.-

En ocasión de inundaciones que ese mismo año asolaron a distintos sectores de Tucumán se señaló a otro factor como causante del fenómeno, eran las fuertes y copiosas precipitaciones producidas en las serranías, como consecuencia de las cuales el caudal de la esorrentía en los cursos de agua sobrepasaba holgadamente la capacidad de los mismos, produciéndose copiosos desbordes.-

Expertos en climatología estiman que periódicamente se producen etapas en que Tucumán entra en un régimen extraordinario de lluvias, con la consecuencia de que se intensifica severamente la degradación de los terrenos y el arrastre de sólidos de las aguas que se concentran en los sectores deprimidos y lechos fluviales; éstas alcanzan rápidamente un gran volumen y una enorme energía cinética, lo que les permite excavar sus cauces, produciendo grandes daños en los sectores ribereños y en el mismo valle fluvial.-

La acumulación de aluviones, de que ya nos ocupamos, tiene también otra severa consecuencia: reduce sensiblemente la luz existente entre los tableros de los puentes y los cauces de los ríos, obligando a periódicos dragados del sector. De no procederse así el tramo corre el riesgo de convertirse en un dique durante las avenidas, como pasó en Famaillá, en Febrero de 1987, en que obreros de Vialidad debieron cortar tramos de ambos extremos del puente carretero de la Ruta Nacional nº 38, para facilitar el escurrimiento de las aguas.-

ANTECEDENTES

La reparación de los daños que causan las crecidas obligan a dedicar dinero y esfuerzos que podrían ser empleados con más provecho para la población. A este respecto, en Mayo de 1987 el intendente de Famaillá informaba que en diversas obras que se hicieron en las márgenes del río se empleó 18.000 metros cúbicos de áridos. Además de la rectificación de tramos y de la construcción de terraplenes en las márgenes, hubo

que trabajar en la recuperación del cementerio, que fué seriamente dañado por las aguas, en la reparación de la Avenida Costanera y en la limpieza del barro acumulado en calles y casas de la ciudad y de zonas periféricas.-

El 21 de Enero de 1987 se produce la peor creciente del Río Famaillá de que se tenga memoria: afectó a la ciudad cubriendo casi el 40% de su superficie, provocando el corte de la Ruta Nacional n° 38 y dejando sin hogar a trescientas personas.-

Como en ocasiones anteriores, aunque esta vez con mayor intensidad, los barrios más afectados fueron el ex ingenio Nueva Baviera, Barrio Sur, Chacarita, San Martín y Matadero; al igual que la zona del cementerio, donde se derrumbó parte de la cerca perimetral y se vió flotando ataúdes y urnas.-

Pocos días antes una crecida del río había provocado serios daños, en cuya reparación se trabajaba cuando se produjo esta nueva emergencia.-

Una idea de la magnitud de la creciente la da el hecho de que el puente de la antigua ruta 38 fué cubierto totalmente por las aguas, al igual que la rotonda de acceso a la autopista; las aguas crecidas llegaron a escasos cincuenta metros del borde del puente de la autopista sobre el río.-

Con motivo de estos fenómenos aluvionales un profesional tucumano opinaba que la regulación de los ríos no puede encararse parcialmente. Las obras de ingeniería menor y el dragado de los cauces son solo paliativos que no impedirán las inundaciones, cuando están dadas las condiciones para que se produzcan.-

Señalaba como causante del problema que afecta a las bajas cuencas de los ríos a las obras de ingeniería mal dimensionadas, como el puente de la Ruta Nacional 38 de Famaillá, que tiene un solo tramo y produce endicamiento de las aguas, causando el desborde de las mismas sobre la ciudad.-

Mecánica fluvial. Desbordes de las aguas del río

En los sectores de alta montaña el río fluye por un valle angosto, excavado.

en las rocas cristalinas del basamento, generalmente en planos de fractura que le obligan a seguir trayectorias rectas. En estos sectores los altos gradientes de los terrenos de las vertientes y del cauce posibilitan a las aguas la movilización de grandes bloques hasta las cuencas medias, a la altura de Sauce Huascho, donde disminuye la pendiente. Desde allí la carga sólida que transportan las aguas del río está compuesta en casi exclusivamente por grava, gravilla, arenas y limo, predominando estos últimos en la baja cuenca.-

Los desbordes de los ríos que, como el Famaillá, tienen en su baja cuenca sistemas de drenaje anastomósico en meandros, común en las llanuras aluviales, se producen habitualmente por las márgenes concavas de los meandros, contra las que escurren las aguas en su zigzaguear por el valle fluvial.-

La mecánica de este sistema de drenaje consiste, esencialmente, en la erosión de las márgenes^{cóncavas}/y la acumulación de aluviones en las convexas. Podríamos decir que las aguas embisten al sector de las orillas que se les opone y salen despedidas oblicuamente hacia aguas abajo, hasta la próxima concavidad de las márgenes, donde esta situación se repite.-

Los derrames de las aguas son consecuencia de este proceso, cuando las orillas tienen escasa altura o cuando la acumulación de aluviones ha elevado el nivel del cauce, la energía del flujo posibilita el desborde.-

Meandros

Un río con una llanura aluvial bien desarrollada escurre en amplias curvas regulares denominadas meandros. Esta es una característica de las corrientes que fluyen en materiales erosionables, como los aluviones de las llanuras.-

Con el transcurrir del tiempo los ríos con meandros se desplazan lateralmente sobre toda la llanura aluvial y al mismo tiempo los meandros migrarán aguas abajo. Como consecuencia de este proceso los terrenos aledaños a los cursos de agua están

surcados por depresiones que tienen la forma de los arcos de los meandros que las atravesaron en épocas anteriores. Estas cicatrices son las espiras. Los segmentos resultantes de la resección de los meandros forman lagunas semilunares y las terrazas cortadas en los aluviones indican los niveles sucesivos de inundación.-

Los meandros libres son notablemente regulares y sus dimensiones son proporcionales a la anchura del cauce. El radio de curvatura varía entre dos y tres veces el ancho del lecho.-

La formación de meandros aumenta la longitud del cauce y disminuye la pendiente del río. Esto influye sobre la velocidad y la capacidad de transporte de las aguas.

Este sistema de drenaje caracteriza al Río Famaillá en sus cuencas media y baja, con mayor desarrollo en esta última.-

Amplios meandros se observan desde las inmediaciones de Sauce Huascho, tanto en el Río Famaillá como en su afluente, el Seco.-

El río desciende por la llanura, serpenteando por una gran área de la misma. En las fotografías aéreas se reconoce amplias espiras de meandros y distintos niveles de terrazas desarrollados en ambas márgenes. También se observan barrancas de variada altura, que en Sauce Huascho, a la altura de la Finca El Guayal, tienen entre cuatro y cinco metros, disminuyendo hacia el Este.-

Al noroeste de la ciudad de Famaillá, a unos ochocientos metros del Barrio Constitución Nacional, bordeando un meandro de escaso desarrollo, existen dos amplias espiras que señalan migraciones del río, tanto hacia el norte como el sur de su actual posición.-

En la ciudad describe el Famaillá una amplia curvatura, con su margen externa, o erosiva, hacia el sur, recobrando su rumbo original, hacia el Este, cerca de la Autopista.-

Aguas abajo de este viaducto el río describe dos meandros sucesivos; de escaso

radio de curvatura. Después del primero corre un corto trecho hacia el sur, con rumbo meridional hasta que en las inmediaciones del derivador de tráfico, merced a una curva cerrada, recupera su dirección original hacia el este, con la que se aleja de la ciudad.-

Obras de corrección a realizar en la cuenca del Río Famaillá

Introducción

En la proyección de estas obras tenemos en mente de que la única manera de hacer el trabajo eficaz, que la gravedad de la situación requiere, es abarcando la superficie total de la cuenca, desde sus nacientes hasta el punto de unión con el Río Colorado.-

Sabemos que en las inmediaciones de la ciudad de Famaillá y en la misma ciudad se han realizado obras de canalización y se han construido algunas defensas sobre los sectores más afectados por los desbordes del río. Evidentemente no son suficientes para solucionar este problema, como lo evidencia el hecho de que los daños continúan produciéndose.-

La sistematización de la cuenca puede ocasionar grandes inversiones, pero hay que considerar que las continuas crecidas obligan a fuertes erogaciones en medidas que solo son paliativos.-

Altas cuencas

Ya hemos analizado la situación de deterioro de los terrenos que la componen, donde el sobrepastoreo y también la deforestación comparten responsabilidades, a pesar de que voceros oficiales nieguen la incidencia de los desmontes.-

La única manera de poner fin a esta situación es retirando la hacienda y haciendo una clausura del sector. La vegetación, libre de los depredadores, tenderá a desarrollarse, regenerando la cubierta vegetal.-

El deambular de la hacienda por las vertientes serranas en busca de alimentación,

en que consumen especies herbáceas, arbustivas y renuevos de los árboles, afecta por igual a la vegetación y al suelo, que queda desnudo y compactado por las pisadas, en los senderos que recorren los animales.-

Con frecuencia estos caminos, al igual que los transitados por los seres humanos, tienen el mismo sentido de la pendiente de los terrenos, que en las altas cuencas es generalmente muy empinada; debido a ésto terminan convirtiéndose en profundas cárcavas por acción de las aguas de origen pluvial que se concentran en ellos.-

La deforestación total o parcial de las vertientes serranas, de elevado gradiente, provoca distintos procesos de remoción en masa de los suelos. El agua de las lluvias, al empaparlos, tiende a hacerles perder estabilidad y deslizarse, en forma súbita o lenta, hacia los valles fluviales.-

Este material es transportado luego por las aguas hasta los otros sectores de la cuenca y abandonado cuando por disminución del gradiente del cauce pierden capacidad de transporte.-

La elevada pendiente del lecho y la energía de las aguas posibilitan el desplazamiento de bloques de rocas del basamento que superan el metro y medio de diámetro.-

Cuenca media

En este sector el proceso predominante es el transporte de los sedimentos obtenidos en la alta cuenca, en donde prima la erosión.-

El río se libera del control estructural y ensancha su cauce a expensas de los terrenos ribereños, iniciando la divagación por el valle fluvial, construyendo los primeros meandros. A nivel de las márgenes externas de estos se producen los primeros derrames de las aguas de las crecidas.-

Al disminuir la pendiente las aguas no pueden continuar movilizandolos grandes bloques que arrastraban desde las altas cuencas, abandonándolos, por lo que la carga sólida queda reducida a rodados de granulometría comprendida entre las gravas y las

arcillas.-

En los tramos finales de la cuenca media las aguas discurren por diversos canales separados por acumulaciones de sedimentos en forma de barras, adquiriendo una morfología típica de corrientes con una gran carga sólida: son los canales anastomosados.-

En este sector de la cuenca en que las aguas están zapando la base de las barrancas y provocando continuos desplomes de las mismas hacia el cauce, hay que proteger esos sectores acumulando grandes bloques en la parte basal y, cuando la intensidad del proceso erosivo así lo exige, construir defensas de piedras embolsadas, piedras y troncos o gaviones.-

Cuenca baja

Aquí hay transporte y acumulación de sedimentos. En el inicio de esta zona se reconocen extensos conos de deyección que iniciándose en el pie de monte se extienden hacia la llanura.-

El río discurre por una llanura aluvial fácilmente erodable en la que cambia frecuentemente de ubicación, como lo señalan las espiras de meandro reconocidas en las fotografías aéreas.-

Las crecidas, al igual que en la cuenca media, erodan activamente las márgenes externas de los meandros, que aquí tienen gran desarrollo.-

En líneas generales aconsejamos para esta zona las mismas medidas de defensa que para la cuenca media, aunque con más continuidad y altura que para dicho sector, considerando que esta área es mucho más poblada y desarrollada.-

Hay que construir terraplenes cuya altura sea superior al nivel de las aguas crecidas a todo lo largo del recorrido del río dentro de la ciudad, especialmente en las orillas externas de los meandros, que es donde se producen los derrames. Estos diques longitudinales deben ser cuidadosamente contruídos, con los taludes que

inclinan hacia el río revestidos con un rip rap. Hay que proteger la base de los mismo con un enrocado formado de grandes bloques con el fin de evitar el zapamiento que causan las aguas que fluyen adosadas al pie de las obras.-

En los sectores donde la intensidad del proceso erosivo es mayor, se debe construir defensas con su mayor longitud oblicua a la dirección del flujo, para alejar a las aguas de esas zonas críticas.-

Es importante como medida complementaria, pero imprescindible, reforestar las márgenes del río con especies capaces de sobrevivir a crecidas que las puedan cubrir en forma esporádica.-

Se debe impedir a toda costa la depredación y extracción de dichos árboles así como la destrucción de las defensas, penando severamente, si es necesario, a los infractores.-

En toda la longitud del curso del río se debe construir pequeños diques transversales a la dirección de la corriente. Pueden ser piedras embolsadas, gaviones o simplemente empalizadas o alambrados; tienen por fin modificar la pendiente erosiva del cauce y construir la llamada pendiente de compensación, que posibilita que las aguas fluyan sin erodar sensiblemente su cauce ni acumular aluviones.-

No podemos ignorar el papel que juegan en el marco de esta situación los puentes cuya dimensión es inferior al ancho del cauce del río, o los terraplenes de las rutas, que por su elevación sobre el nivel de los terrenos vecinos producen la retención y embalse de las aguas que escurren durante las precipitaciones pluviales o como resultado del desborde de las aguas crecidas. Debe gestionarse ante las autoridades pertinentes la modificación de esta fuente de problemas.-

PERFIL LONGITUDINAL RIO FAMAILLA ENTRE COTA 4000 Y UNION CON RIO COLORADO

REFERENCIAS

--- RIO SECO

Grad. 1,33%

Grad. 0,57%

Grad. 0,23%

Grad. 0,26%

Grad. 0,14%

Progr. 0

1450

4000

6500

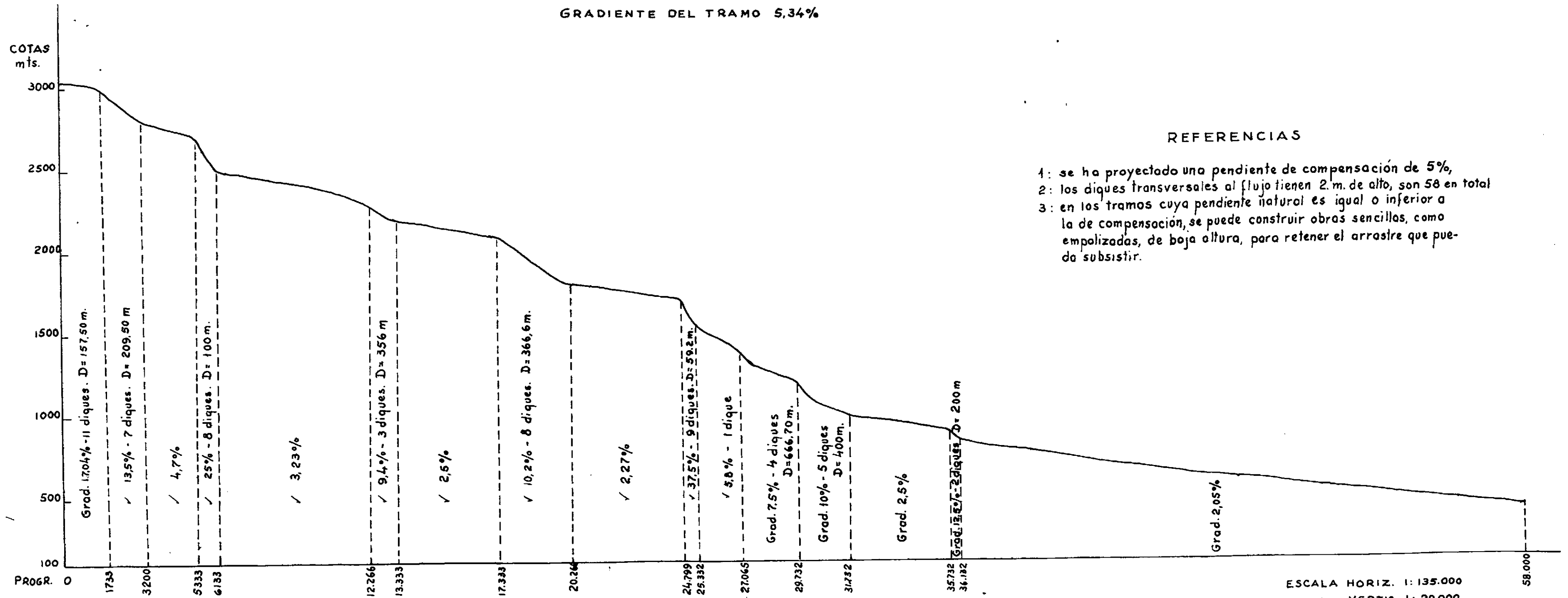
16.250

19.450

ESCALA HORIZ. 1:50.000

ESC. VERTICAL 1:1.000

PERFIL LONGITUDINAL RIO FAMAILLA ENTRE NACIENTES Y COTA 400 m.s.n.m.
GRADIENTE DEL TRAMO 5,34%



REFERENCIAS

- 1: se ha proyectado una pendiente de compensación de 5%,
- 2: los diques transversales al flujo tienen 2 m. de alto, son 58 en total
- 3: en los tramos cuya pendiente natural es igual o inferior a la de compensación, se puede construir obras sencillas, como empalizadas, de baja altura, para retener el arrastre que pueda subsistir.

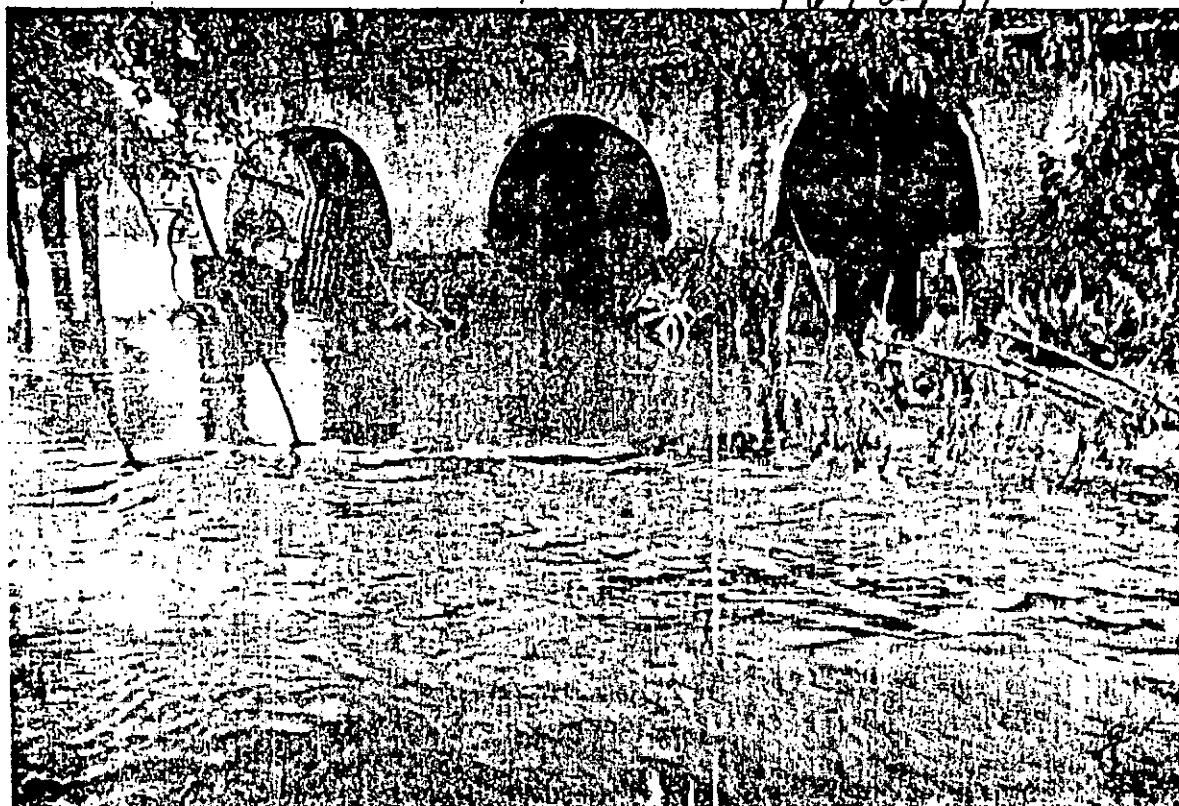
ESCALA HORIZ. 1:135.000
VERTIC. 1:20.000

Devastador desborde del río Famaillá 8/12/86

Efecto devastador sobre decenas de viviendas -sobre todo las ubicadas en la zona ribereña-, causó ayer el desborde del río Famaillá, a la altura de la ciudad del mismo nombre. La foto muestra a una familia tratando de recuperar sus pertenencias luego del fenómeno. A la izquierda, en primer plano, una niña tiene una ligera sonrisa que se justifica en medio del drama: ha podido rescatar su muñeca.

(Inf. en pág. 12)

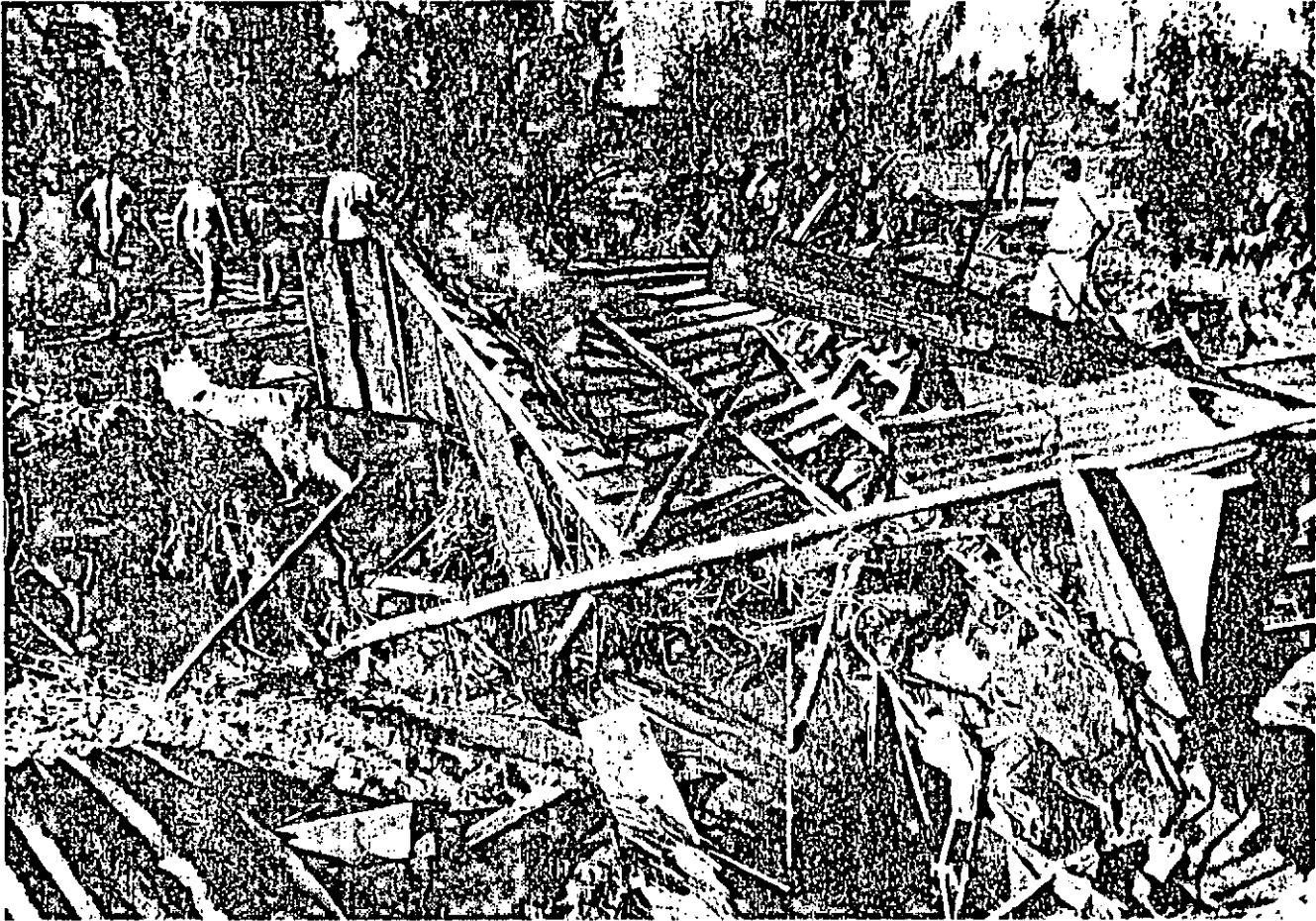




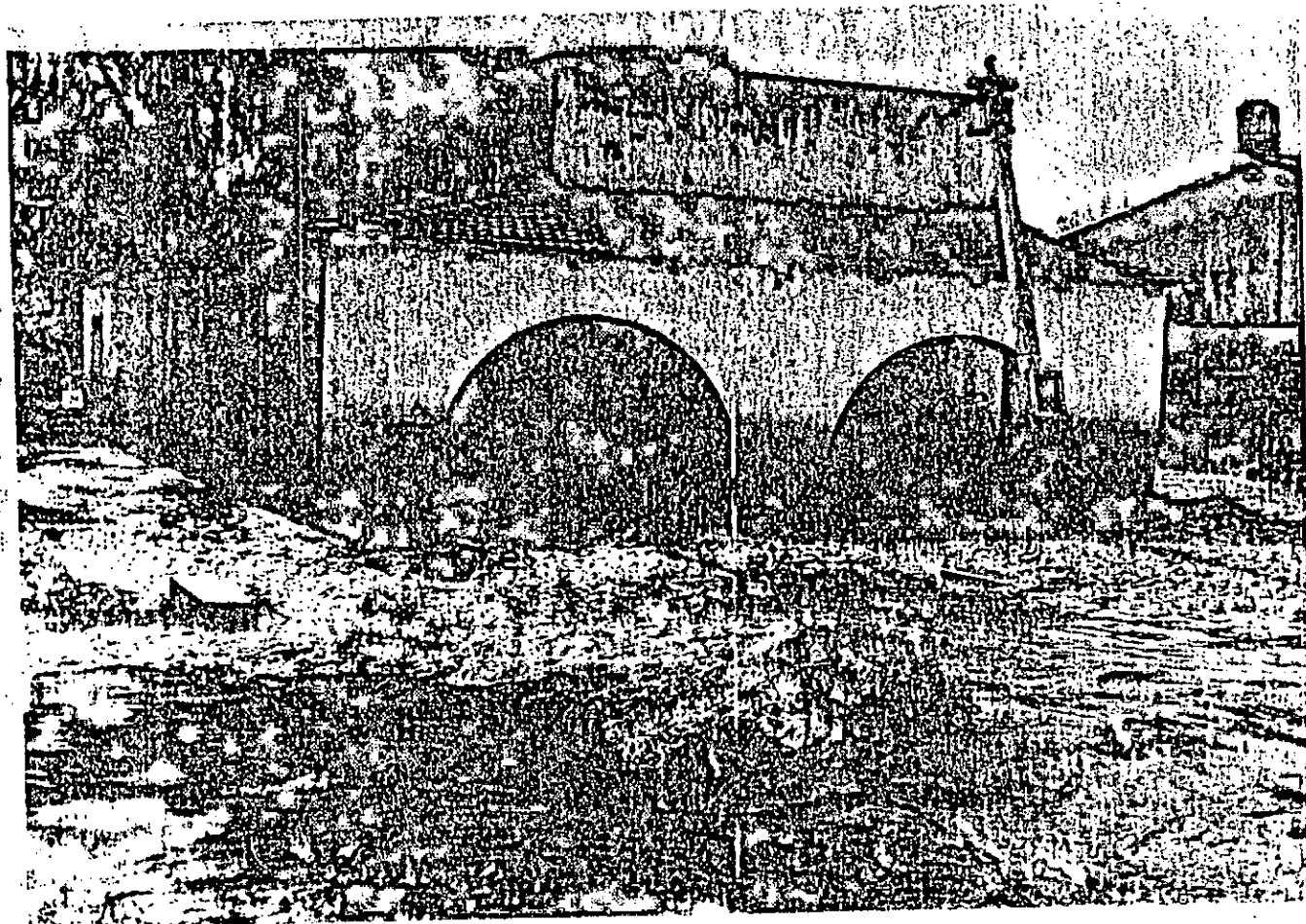
Desbordes del río Colorado

Aunque pareciera una de las bellas imágenes de la película "Últimas imágenes del naufragio", ésta es una de las consecuencias que sufren los pobladores vecinos del río Colorado. La situación se planteó luego de la demolición del antiguo puente de la ruta 157, que taponó de escombros el recorrido del río, y las aguas arrasaron con lo que encontraron a su paso a la altura del camino provincial 322, que une la ruta 38 con Bella Vista a la altura de Campo Herrera. El sector, todavía, permanece anegado a pesar de los insistentes pedidos de ayuda de los pobladores.

9/12/86



Una de las precarias viviendas del barrio Chacarita, de la ciudad de Famallá, arrasada por las aguas del río Famallá que ayer desbordó de su cauce.



La fotografía da una pauta de la magnitud del desborde de las aguas del río Famallá, que ayer afectó a todas las zonas bajas de la ciudad homónima.

RIO TAJAMAR. SU CARACTERIZACION

Las determinaciones de las características de este río se hicieron a la altura de la presa lateral de El Cajón. Hasta allí la cuenca tenía una superficie, de 300 Km². El caudal promedio anual es de 1.36 m³/s; el máximo 184,4 m³/s. y el aporte anual es de 26,00 Hm³.-

La longitud del río hasta dicho punto es de 34 kms., con un módulo de 0,67 m³/s.-

Las mediciones realizadas en el período 1957-58 señalan como el mes de mayor caudal a Febrero, con 4,636 m³/s. seguido por Enero, con 4,585 m³/s.-

Hidráulica superficial y subterránea

Los arroyos que descienden de la Sierra del Campo han labrado cauces de 30-40 metros de ancho por los que discurren hasta llegar al pie de monte, siguiendo rumbos determinados por la estructura del macizo montañoso. En el pie de monte se insumen, por lo que en la llanura solo hay escaso flujo de aguas superficiales, por lo general en forma de escurrimiento no encauzado.-

Entre las Sierras Subandinas, por el oeste y la Dorsal Oriental de Tucumán, delimitan una amplia cuenca de sedimentación cuaternaria, rellena por sedimentos de origen aluvio-coluvial y eolofluvial.-

La Dorsal Oriental Tucumana no solo habría influido en la sedimentación y en la hidrología, sino que sus bloques habrían configurado una barrera que endica el agua subterránea, provocando fenómenos de surgencia espontánea, tanto en las perforaciones como en los llamados ojos de agua.-

Causas de la degradación de los suelos

Se interpreta que la intensa degradación de los suelos, cuyas manifestaciones más perceptibles son el continuo y rápido ensanchamiento de los valles fluviales y

el desarrollo de numerosas cárcavas en los interfluvios, se debe principalmente a la composición limo-loésica de los mismos que configuran un conjunto sedimentario muy friable, agravada esta situación por la existencia a escasa profundidad de lentes de gravilla, que al saturarse desestabilizan a los niveles superiores, ya de por sí inestables.-

DEPARTAMENTO BURRUYACU. EROSIDAD DE LAS AGUAS FLUVIALES

Introducción

Consideramos que en el Departamento Burruyacu las manifestaciones más preocupantes de la actividad erosiva de las aguas fluviales son las que se producen en el cauce del Arroyo Pajas Coloradas y, secundariamente, en el Río Tajamar.-

Años atrás este último curso de agua se insumía en la llanura, cerca del sector central del Departamento, salvo en épocas de crecida, en que prolongaba su recorrido. Actualmente, como consecuencia la deforestación de extensos sectores de la llanura ubicados aguas abajo del sumidero y de la explotación irracional de los mismos, el cauce se ha profundizado y ensanchado de gran manera, llegando a atravesar los trazados de la Ruta Nacional n° 34 y las vías del Ferrocarril General Belgrano, prolongándose hacia el este, penetrando en Santiago del Estero.-

En épocas de estiaje, principios de Octubre de esta año, en que se lo reconoció, el Arroyo Pajas Coloradas tenía un caudal significativo; sus aguas, como corresponde a ríos que tienen sistema de drenaje en meandros, serpentean por un valle de una anchura que en algunos sectores alcanza los cien metros y que ^{están} ubicados a cinco metros bajo el nivel de los terrenos ribereños.-

Las aguas zapan activamente la base de las barrancas en las orillas cóncavas de los meandros, provocando la continua caída de sectores de las mismas al cauce.-

Agravando esta situación se están desarrollando numerosas cárcavas en los terrenos ribereños, especialmente en la margen derecha, donde se realizó tareas agrícolas hasta la misma orilla, eliminando casi totalmente la vegetación que la protegía. Estas cárcavas son, en su mayoría, perpendiculares al eje del arroyo, aunque hay algunas, entre ellas las más importantes por su desarrollo, que son paralelas o subparalelas al mismo.-

Bajo una capa de suelo de aproximadamente un metro de espesor se encuentra un substrato formado principalmente por limos loésicos, de color marrón rojizo. Este tipo de terrenos da lugar al desarrollo de paredes verticales de mediana altura, sobre el cauce.-

Las modificaciones espontáneas del lecho parecen ser continuas, observándose sectores que ya han sido colonizados por la vegetación, especialmente herbácea y arbustiva, aunque en algunos lugares se desarrollaron árboles que por su tamaño denotan una estabilidad de varios años de su lugar de asentamiento.-

Es diferente la situación de los sectores ribereños que conservan la vegetación primitiva, especialmente en la margen izquierda del arroyo. Denotan mayor estabilidad.

Este somero análisis del estado de la cuenca del Arroyo Pajas Coloradas aguas arriba de los puentes ferroviario y carretero arroja conclusiones preocupantes. La acción de las aguas está devorando toneladas de suelos agrícolas y afectando a ambas obras de arte. Hasta el momento la actividad erosiva se manifiesta sin atenuantes, tendiendo a incrementarse con el tiempo.-

Deterioro de las obras de arte

Salvo en el sector del arroyo atravesado por los puentes ferroviario y carretero no se ha realizado hasta ahora ningún trabajo que tenga por fin atenuar la actividad erosiva de las aguas. Obras sencillas y de bajo costo como la reforestación de las márgenes, por ejemplo, no parecen haber sido consideradas por los propietarios de un extenso campo situado aguas arriba de los puentes, que está siendo severamente deteriorado por las aguas del arroyo.-

Esta inacción de los particulares compromete seriamente la estabilidad de las obras públicas emplazadas aguas abajo, que resultan así expuestas a destrucción, lo que obliga a los responsables de ellas a realizar continuas reparaciones y obras para prevenir el posible colapso.-

Según nos manifestó un profesional del Ferrocarril General Belgrano, hasta hace pocos años el cauce tenía una anchura inferior a los dos metros, por lo que con una alcantarilla de ese diámetro se lo superaba. El continuo ensanchamiento del valle fluvial ha obligado a construir un puente ferroviario de 10 metros de largo y un puente carretero algo mayor.-

De mantenerse con el ritmo actual la actividad erosiva de las aguas y el consiguiente continuo ensanche del cauce, la estabilidad de los puentes y de sus obras de defensa se va a ver comprometida porque llegará un momento en que el ancho del cauce superará ampliamente a los mismos, flanqueándolos en una primera etapa y luego derribándolos.-

Obras proyectadas

La gravedad de la situación obliga a coordinar esfuerzos entre las autoridades ferroviarias y viales, que trabajan conjuntamente en este problema, con las de la Dirección Provincial del Agua, que debe encargarse de la sistematización de la cuenca del arroyo.-

Es necesario realizar un relevamiento del curso de este río con el fin de programar la rectificación de algunos tramos del mismo, respetando los criterios enunciados en capítulos anteriores de este trabajo, y para recuperar para algún tipo de explotación aquellos sectores del valle que fueron antiguamente parte del curso del río y que hoy están abandonados, constituyendo lo que se conoce como espiras de meandros.-

Consideramos prioritario proteger la base de las barrancas en los sectores que están siendo intensamente zapados por las aguas. No se puede aceptar pasivamente los derrumbes y la pérdida de ingentes masas de suelos. La protección se puede hacer acumulando bloques de roca, del mayor tamaño posible, contra las mismas y, en los sectores críticos, construir defensas de piedras embolsadas o gaviones. Estas deben integrarse íntimamente a las barrancas de manera tal que las aguas crecidas no puedan

flanquearlas ni superarlas.-

En los escasos lugares en que se han desarrollado niveles de terrazas a poca altura sobre el pelo de las aguas, se debe plantar especies que toleren ser cubiertas temporariamente por las aguas y que posean raíces bien desarrolladas, con capacidad de retención de los suelos y resistencia al empuje de las aguas corrientes. En algunos sectores de la provincia se ha empleado para este fin, con buen resultado, distintas especies de cañas.-

Es imprescindible reforestar la zona ribereña con árboles de gran desarrollo radicular, que puedan afianzar estos terrenos propensos al colapso.-

Las cárcavas deben ser también objeto de nuestra atención, especialmente los extensos socavones de rumbo similar al eje del río. En ellas se debe reconstruir la cubierta vegetal que se encuentra degradada, con el fin de fijar los terrenos y atenuar la velocidad de las aguas pluviales que se concentran en las mismas. Pequeñas empalizadas perpendiculares a la dirección del escurrimiento pueden ser construídas con el mismo fin.-

Las cárcavas actúan como vías por las que el agua arrastra el suelo fértil, depositándolo en los terrenos más bajos o, como en este caso, en el cauce del arroyo. Como las cárcavas tienden a drenar la humedad de los suelos adyacentes, los campos se secan con mucha más rapidez cerca de ellas, disminuyendo el rendimiento de los cultivos. A medida que las cárcavas aumentan de tamaño se ramifican sobre el campo.-

Con relación a las obras de arte consideramos necesario, para su protección, realizar tareas de encauce aguas arriba de las mismas, con el fin de mantener dentro de ciertos límites la divagación de los meandros; pueden consistir en muros de piedra afianzados por armazones de rieles y durmientes o de defensas ^e hechas de piedras embolsadas; en ambos casos dispuestos oblicuamente con relación al cauce.

Deben mantener las aguas alejadas de las bases de las barrancas y fluyendo por el centro del lecho.-

Las obras de defensas existentes en las bases de los puentes, especialmente los muros de hormigón armado y las empalizadas de durmientes, son adecuadas, no así la ubicación de los gaviones, muy alejados del cauce y de baja altura, lo que los hace fácilmente superables por las aguas crecidas.-

Cualquier tipo de defensa que se construya debe respetar la premisa de no disminuir de manera sensible el ancho del río; de no procederse así las aguas tendrán a profundizar el lecho, descalzando a los puentes y a las defensas.-

RIO TAJAMAR. SUS CARACTERISTICAS

Introducción

El río Tajamar nace en el sector nor-oeste del Departamento como resultado de la unión de los ríos Castresano, Chorrillos, Arroyo del Nogalito y Río Nío, que drenan las aguas de una extensa cubeta de forma irregularmente cuadrada y que antes de salir a la llanura confluyen en un único colector que luego atraviesa las partes central y oriental del Departamento con rumbo predominantemente sur-este.-

Este río está limitado en gran parte de su recorrido por altas barrancas verticales, en cuya composición predominan los limos loéssicos, que en las inmediaciones del puente carretero de la Ruta Provincial n° 304 alcanzan una altura comprendida entre 4 y 5 metros, con escasos sectores donde alcanzan los 10 metros.-

El lecho mayor del río tiene un ancho de 10 metros, aproximadamente, y el canal de estiaje, que fué reconocido al final del período de sequía anual, tenía una anchura que variaba entre 2,50 y 5 metros. El lecho de inundación tiene aproximadamente 50 metros; en distintos lugares existen terrazas en uno y dos niveles. Generalmente el inferior, situado a poca altura sobre el nivel del agua. tiene poco desarrollo, no así el superior, que es una amplia superficie plana.-

El río, que tiene un sistema de drenaje en meandros, describe numerosas curvas cerradas dentro de su extenso valle.-

El cauce está cubierto de arenas medianas, con escasa participación de gravas y gravillas.-

En algunos sectores de las barrancas cercanos al pelo del agua se ha depositado bancos discontinuos de gravas y gravillas, que resaltan en los bancos limosos, indicando que en la historia del río existen períodos de mayor torrencialidad.-

Aproximadamente a 500 metros aguas abajo del puente se observa sobre la margen derecha una extensa espira de meandro, separado del cauce actual por barrancas de características similares a las descriptas.-

En el río alternan tramos sinuosos con sectores rectos, aunque predominan los primeros.-

Durante su recorrido por la llanura tucumana el río pierde gran parte de su caudal que se insume en el subsuelo; dando origen a numerosos ramales que, en su gran mayoría, son de poca importancia y escaso desarrollo. El único de real importancia es el Arroyo Pajas Coloradas, que capta el mayor volumen de aguas del Río Tajamar.-

A la Ruta Nacional n° 38 y vías del Ferrocarril Belgrano, entre las localidades de Gobernador Piedrabuena y Gobernador Garmendia, llega el río con un ancho promedio de 12 metros y, en la fecha en que se lo reconoció, principios del mes de Octubre, estaba completamente seco el cauce, sin poderse determinar escurrimiento subalveolar.-

Pasando los puentes ferroviario y carretero continúa el río hacia la vecina provincia de Santiago del Estero, con idénticas características a las descriptas.-

En este sector el cauce está tapizado por sedimentos cuaternarios limo-loésicos, con arena en forma subordinada. Las barrancas están constituidas por limos loésicos, con una cubierta de suelo que permite el desarrollo de la cubierta vegetal.-

El puente ferroviario tiene 10 metros de longitud y el carretero es un puente Badley de 25 metros, aproximadamente, emplazados a unos ocho metros sobre el nivel del cauce.-

Obras de Protección

No disponemos de información concreta sobre la actividad del río pero las características de su cuenca así como los graves deterioros que ha producido en distintas oportunidades a las obras de arte, interrumpiendo por largos períodos las comunicaciones, permiten suponer que las lluvias estivales acrecientan de manera significativa el caudal del río y la actividad erosiva de sus aguas.-

Las autoridades ferroviarias y viales se han visto obligadas a construir algunas obras con el fin de defender ambos puentes, siendo la más significativa el ensanche del cauce bajo los viaductos y en cortos tramos aguas arriba y abajo, así como la modificación de la pendiente de los taludes.-

Sobre estos trabajos opinaremos en los siguientes párrafos, y también sobre obras complementarias que creemos de impostergable realización.-

Interpretamos que el actual gradiente de los taludes, en el tramo modificado, no es el correcto por ser superior a los valores que asegurarían estabilidad. Debe llevarse las vertientes laterales a la relación 2: 1; de este modo se las estabilizaría y se facilitaría las tareas de reforestación imprescindibles para afianzar los terrenos.-

Es de imperiosa necesidad la protección de la base de las barrancas, como se indicó para el Arroyo Pajas Coloradas. Los niveles superiores deben ser protegidos por una cubierta vegetal formada por especies que puedan permanecer bajo las aguas durante los períodos de crecida, sin perecer y sin sucumbir a la tracción ejercida por las aguas poseedoras de una gran energía cinética. En este sentido existe experiencias de plantación de estacones en terrenos cubiertos por mallas metálicas, con

el fin de retener en su lugar a los renuevos hasta que arraiguen y de impedir, en el interín, el deslizamiento de los terrenos.-

La parte superior de las barrancas que en estos momentos se encuentra completamente desprovista de vegetación, debe ser reforestada con árboles que tengan un buen desarrollo radicular. En estas tareas se debe respetar las pautas establecidas para el Arroyo Pajas Coloradas.-

Aguas arriba de los puentes se debe proteger las márgenes con piedras embolsadas o gaviones con el fin de impedir que las aguas en su serpenteo por el cauce, socaven la base de los puentes.-

Observación

No podemos dejar de mencionar en esta breve descripción del Río Tajamar al embalse lateral de El Cajón, en cercanías de Taruca Pampa, como ejemplo de obra mal proyectada. Se la emplazó en una quebrada cuyo subsuelo tiene características similares a los terrenos karstícos, lo que es motivo de continuas fugas del agua embalsada. El estado provincial ha invertido grandes sumas con el fin de solucionar este problema, sin haber logrado resultados positivos.-



Puente sobre el Tajamar

Personal de Vía y Obras del ferrocarril Belgrano trabaja intensamente en la reparación del puente que cruza el río Tajamar —departamento de Burruyacu— para permitir el paso del tren. Como se sabe, el puente se había derrumbado tras las intensas lluvias que días atrás azotaron la provincia, y que simultáneamente produjeron también el corte de la ruta 34, entre Garmendia y Piedrabuena.

P R O Y E C T O

FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS MINERO-INDUSTRIAL

EXPLOTACION DE LAS CALIZAS DE BURRUYACU PARA LA OBTENCION

DE CALES HIDRATADAS

Introducción

Desde hace más de cuarenta años la Dirección Provincial de Minería, a través de sus técnicos, viene evaluando las reservas mineras, de calcáreo y yeso de las sierras de Burruyacu, de manera tal de tener una visión real y objetiva sobre cantidad y calidad de las mismas, a fin de proponer nuevos emprendimientos relacionados con la actividad minera de la zona.-

Prueba de ellos, además de los estudios inéditos de yacimientos puntuales en la región, fue la elaboración de un proyecto minero-industrial con respecto al aprovechamiento de los calcáreos para la obtención de cales hidratadas, en colaboración con otros profesionales de otras instituciones, que participaron en un curso dictado por el Consejo Federal de Inversiones, sobre Formulación y Evaluación de Proyectos Minero-Industrial en el año 1988.-

De ese proyecto se extrajeron los principales lineamientos para reformular y actualizar uno nuevo, al quedar estancado por razones de índole política y económica.-

Los profesionales que tuvieron una participación directa en el mismo fueron los siguientes: Gonzalo Cruz Zulueta; Dante Estrada Castillo; Sara Ferullo; Ana María Lutz; Julio Plano; Victoria Toscano; Antístenes Urdaneta; Hildebrando Valladares.-

Participación indirecta Luis Suayter, quien contribuyó con los estudios geológicos-económicos de las canteras de la zona.-

ESTUDIO DEL MERCADO

Bienes a producir

El bien a producir es cal hidratada para la construcción. Según denominación corriente sería una cal debilmente hidráulica. Se entiende por cal grasa la que proviene de una caliza con un contenido menor de 5 % de OMg.-

El máximo teórico de una caliza pura es de 56 % de OCa y 44 % de CO₂.-

La cal es un agregado fino, homogéneo, con textura suave, de color blanco y se caracteriza por no fraguar ni endurecerse en contacto con el agua o por falta de acceso de aire fresco.-

El nivel de calidad está determinado por:

- | | |
|-----------------------------|-----------|
| 1) Cal para la construcción | IRAM 1516 |
| 2) Cal viva | IRAM 1628 |
| 3) Cal hidratada | IRAM 1508 |

La producción estimada para los primeros cinco años del proyecto es del orden de 87.000 Tns. de cal hidratada.-

Usos y características del bien a producir

Las calizas se destinan esencialmente a la elaboración de cales y cemento.-

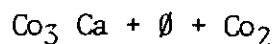
El término "cales", se refiere a su vez a la cal viva la cal hidratada y la cal hidráulica, entre otros.-

La cal viva se obtiene por calcinación de piedra calizas puras a alta temperatura (700_a 1.100°C). Dicha cal viva, al mojarse con agua forma una pasta con la humedad, o por la falta de ventilación. Al mojarse la cal viva aumenta considerablemente su volumen y desprende calor (150°) convirtiéndose en cal apagada o hidratada.-

Sub-productos

Obtención de dióxido de carbono

El proceso puede sintetizarse en la siguiente ecuación:



Como puede observarse, se trata de una reacción reversible; por lo que se debe poner especial cuidado en la eliminación del dióxido de carbono; éste puede ser recuperado y envasado para su posterior comercialización y ser empleado en las industrias de bebidas gaseosas, soda, etc.-

Cabe aclarar que el precio del dióxido de carbono es en realidad muy superior al precio de la cal.-

En este proyecto no esta prevista la recuperación de dióxido de carbono; y por lo tanto será eliminado como gas. No se descarta su aprovechamiento posterior.-

La cal es un bien de consumo intermedio, y la producción total está destinada para el mercado interno.-

En albañilería se emplea en revoque, contrapiso, colocación de tejas y lajas, etc., y disuelto en agua formando lechado de cal que se utiliza para blanqueo.-

Bienes competitivos

En algunos ítems de la construcción la cal debe competir con nuevos sustitutos como el cemento de albañilería (por ejemplo los comercialmente conocidos como Calcemit y Plasticor).-

Esos productos han ido imponiéndose en el mercado porque su gran rendimiento y plasticidad reduce los costos de obra, pero existe un límite a la sustitución: ellos se emplean exclusivamente en trabajos de albañilería (contrapisos, colocación de rejas, sobrelosas, etc.) y no reemplazan a la cal en la realización de revoque fino y grueso ni en asentamiento de calcáreos y graníticos.-

Mercado previsto

El mercado interno, sería la provincia de Tucumán y eventualmente otras provincias de la región como Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja, Salta y Jujuy.-

En el cuadro siguiente se indica la distancia desde San Miguel de Tucumán a las capitales de las provincias señaladas y las principales rutas de vinculación:

| <u>CIUDAD</u> | <u>Km.</u> | <u>RUTA</u> |
|---------------------|------------|-------------|
| S.S.de Jujuy | 315 | Nac. 9 y 34 |
| Salta | 310 | Nac. 9 y 34 |
| Catamarca | 240 | Nac. 9 y 34 |
| La Rioja | 395 | Nac. 9 y 34 |
| Santiago del Estero | 160 | Nac. 9 y 34 |

Análisis del Mercado

Delimitación del ámbito indicando las bases de su determinación.-

En una primera etapa del mercado a abastecer con la cal hidratada está limitada básicamente a la Provincia de Tucumán en función de la reducción de costos de transporte y por existir un nivel de demanda capaz de absorber toda la producción prevista.-

Volumen Físico 1982-1986

A nivel Nacional, toda la producción de piedra caliza es procesada y consumida en el mercado interno, no existiendo importaciones ni exportaciones.-

Las cifras de piedras caliza producidas en los últimos cinco años, fué la siguiente:

| <u>Año</u> | <u>Produc.Piedra Caliza</u> |
|------------|-----------------------------|
| 1982 | 42.169.720 Tns. |
| 1983 | 41.059.738 Tns. |
| 1984 | 41.311.738 Tns. |
| 1985 | 42.563.458 Tns. |
| 1986 | 40.160.821 Tns. |

FUENTE: 1982 y 1983 - Extraídos de Diagnóstico Minero de la Provincia de Tucumán -
T. a - 1983 C.F.I.

1984 a 1986 - Extraído de Estadística Minera de la Secretaría de Minería
de la Nación 1988.

Esta producción se destina en un 50 % a la obtención de cemento Portland un
30 % para cal viva, un 35 % para fundentes siderúrgicos y un 15 % a otros destinos.-

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que al hornear la caliza con des-
tino a la obtención de cal se obtiene un 56 % del volumen del mineral como cal viva,
las cifras a nivel Nacional en los últimos cinco años resultan:

| | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRODUCCION | 7.084.513 | 6.898.036 | 6.940.372 | 7.150.661 | 6.747.018 |
| IMPORTACION | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| EXPORTACION | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| CONSUMO APARENTE | 7.084.512 | 6.898.036 | 6.940.372 | 7.150.661 | 6.747.018 |

FUENTE: 1982 y 1983 - Extraídos de Diagnóstico Minero de la Provincia de Tucumán
T.2 - 1985 C.F.I.

1984 a 1986 - Extraídos de Estadística Minera de la Secretaría de Minería
de la Nación 1988.

El principal y único productor de cal hidratada en la Provincia de Tucumán es
la empresa Calera Aconquija S.A.R.L., propiedad de Nicolás Neme.-

Esta empresa produce el orden de 7.000 Tns. de cal anuales, con lo que cubre un
20% de la demanda provincial. Esto corresponde a 25.000 bolsas mensuales de 25 Kg.
cada una.-

Tiene su planta hidratadora con una capacidad de 50.000 bolsas mensuales; pero
en la actualidad solamente se usa la mitad de su capacidad. En un futuro cercano,
esta empresa pretende duplicar su producción total utilizando así su capacidad total.

La planta de esta empresa se encuentra en la localidad de Taruca Pampa, provincia de Tucumán.-

La caliza que emplea como materia prima la extrae de canteras ubicada en la localidad 7 de Abril, Provincia de Santiago del Estero.-

Entran a nuestra Provincia, unas 100.000 bolsas mensuales de 25 kgs. cada una provenientes de las provincias de San Juan y Córdoba.-

Los principales consumidores de cal hidratada, a nivel de la provincia de Tucumán son los corralones y grandes empresas constructoras de la provincia.-

Entre estas cabe mencionar:

- 1.- Edificadora del Norte
- 2.- C.E.Y.C.E. S.A.
- 3.- Panedile Argentina
- 4.- Obrar S.A.

El consumo de cal hidratada se estima en 35.000 Tns. anuales, las que son abastecidas en un 20% con producción local y el resto se trae de otras provincias, especialmente de San Juan y Córdoba.-

Volumen físico 1983-1987 en la Provincia de Tucumán (en Tns. de cal hidratada)

| <u>AÑO</u> | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producción Prov. | 7000 | 7000 | 7000 | 7000 | 7000 |
| Importaciones | 28000 | 28000 | 28000 | 28000 | 28000 |
| Exportaciones | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Consumo aparente | 35000 | 35000 | 35000 | 35000 | 35000 |

La producción provincial proyectada contempla la ampliación de la planta existente de Calera Aconquija según un proyecto actualmente en estudio para duplicar sus niveles actuales de producción.-

El consumo provincial de cal hidratada se estima para los próximos a niveles

similares al logrado en el 1987 (35.000 Tns.); lo que podría ser superado en la medida en que se rectifique alguna reactivación en los niveles de actividades económicas y de inversiones públicas actualmente muy deprimidas.-

De acuerdo a estos supuestos se espera que la empresa, por motivo del presente proyecto, alcance una participación en el mercado provincial del 40%.-

Proyección de la demanda provincial en volumen físico (cinco años a partir de la puesta en marcha del proyecto).-

| <u>AÑOS</u> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Produc.Provincial estimada | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 |
| Importaciones estimadas | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| Exportaciones estimadas | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Estimación de demanda provincial | 35000 | 35000 | 35000 | 35000 | 35000 |

Proyección de la demanda nacional dirigida a la empresa, en volumen físico (cinco años a partir de la puesta en marcha del proyecto).

| <u>AÑOS</u> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Produc.Estimada de la empresa | 17400 | 17400 | 17400 | 17400 | 17400 |
| Importaciones estimadas para la empresa. | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Exportaciones de la empresa. | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Estimaciones de demanda nacional a satisfacer por la empresa. | 17400 | 17400 | 17400 | 17400 | 17400 |

Proyección del Mercado

Actualmente el precio por bolsas (25 kgs.) de cal hidratada Tucumán, puesto en boca de corralón es de A 25.000; mientras que el de la cal de otras provincias es de A 27.000. También puesto en corralón.-

En consecuencia, el precio a corralón de la cal hidratada obtenida mediante este proyecto, sería considerablemente menor que el precio de la cal "importada", debido a la poca incidencia del flete, lo que la pondría en situación ventajosa para imponerse en el mercado.-

En la actualidad, la comercialización de la cal hidratada se realiza al por mayor a bocas de corralones y a grandes empresas constructoras del medio. El transporte es a cargo del vendedor, entregándose el producto en el domicilio del comprador.-

El presente proyecto, prevé el mismo sistema de comercialización con precio de venta al contado.-

INGENIERIA DEL PROYECTO

Proceso de Fabricación

Para la fabricación de cales el proceso comienza desde el momento en que la piedra caliza ($\text{CO}_3 \text{ Ca}$) es extraída de la cantera y transportada a los respectivos hornos, donde se la somete a calcinación a una temperatura de 900°C aproximadamente. Una vez calcinada y obtenida la cal (óxido de calcio), conocida como "cal viva", es trasladada a la planta de procesamiento para su hidratación, la que comprende las siguientes etapas:

a.- Trituración:

Se realiza mediante una trituradora a mandíbula, para lo cual se reduce la roca calcinada de 15 cms.. La capacidad de la trituradora es de 10 Tns.-

b.- Molienda:

Una vez triturada pasa a un molino a martillo horizontal, la cual es reducida a una granulometría similar al polvo. El tamaño del molino es de 1m x 0,80 m.-

c.- Hidratación:

Se transporta al material molido por medio de un elevador a cangilones a un hidratador, que consiste en dos piletones de hormigón con capacidad mínima de 60 Tns./día, donde se le agrega agua en una proporción aproximada de un 25% - 30% por cada 20 kg. de cal viva.-

d.- Secado:

En ésta etapa la cal hidratada es transportada por medio de un "sin fin" a un elevador de 10 m. de altura para descargarla en dos silos de 100 M3 de capacidad cada uno, dejándose reposar 48 hs. aproximadamente. El secado se produce naturalmente, en los silos de forma cilíndrica.-

e.- Separación:

La cal hidratada y secada se descarga en un separador neumático el cual selecciona el material fino del grueso, éste último es llevado nuevamente a un molino para reducir las partículas a una granulometría más fina volviendo al separador. Este ciclo se repite sucesivamente hasta pasar todo el material.-

f.- Envasado:

Cumplido el tramo anterior es llevado a través de un gusano de carga a las tolvas para su envasado en bolsas de 25 kgs.-

Criterios utilizados para la elección de la tecnología

La elección de la tecnología para la elaboración de cales hidratadas se basó fundamentalmente en el estudio de costos, mercados, recursos naturales de la región y la tecnología nacional (máquina y equipo) que se adecuan a las necesidades de éste proyecto.-

Para la selección de la calcinación de la caliza se tuvo en cuenta la energía a utilizar, ya sea quemar a leña o a gas.-

Teniendo en cuenta la calidad de la leña de la zona esta aportaría un valor calórico que oscila entre 3500 Cal/kg. - 4000 Cal/kg., lo que a un costo de 110 A/kg., significa 31 A/kg. A su vez, el gas tiene un poder calórico de 9600 Cal/M³. y si consideramos su tarifa actual de A 1/M³ representa 104 A/Kcal.-

A esto último hay que agregarle una inversión adicional del orden de U\$S 126000 (dólares) en concepto de instalaciones complementarias desde el gasoducto principal Campo Durán - Buenos Aires hasta la propia planta de procesamiento. Esta inversión deberá ser amortizada en no más de 10 años dada la disponibilidad detectada de los recursos explotables de caliza de los yacimientos. En caso de la leña el recurso natural es suficiente para la elaboración de cal durante el tiempo previsto (10 años), encontrándose en el mismo lugar de la cantera y de los hornos. En cuanto al gas es

necesario aclarar que el gasoducto principal atravieza la localidad del Timbó, a una distancia aproximada de 40 km. a los yacimientos.-

La razones de costos, inversiones, distancia y vida útil del yacimiento (10 años) llevan a definir, que la utilización de la leña como combustible es la más conveniente para el presente proyecto.-

Existe en la Provincia de Tucumán, una planta procesadora de cales hidratadas cuya capacidad es de aproximadamente 50 Tns. día, la que posee equipo y maquinaria de tecnología del medio Nacional. Esta planta es comparativamente similar a la del proyecto.-

Para la elección de la tecnología se consultó a empresas locales; tanto para la provisión de equipos como también para el procesamiento, estas empresas fueron: Di Bacco S.S., Macroza, Christie y Calera Aconquija.-

Medios físicos de producción del proyecto

Terrenos: Los terrenos a considerar están distribuídos de la siguiente manera:
para cantera y planta.-

Para cantera: Están ubicados en las localidades de "El Naranjo" con una superficie de 12 Has. "Puerta Quemada" con 14,5 Has. y "Villa Padre Monti" con 4.3 Has.-

Para Planta: Esta estaría emplazada en la localidad de Villa Padre Monti, en terrenos privados con una superficie de 1 Ha.

El costo de la inversión de los terrenos en la zona de Villa Padre Monti, El Naranjo y Puerta Quemada por Hectáreas es de aproximadamente de A 3.000.000 con monte y desmonte de aproximadamente A 10.000.000.-

Edificios: La construcción de edificios serán en: cantera, planta y administración.-

Para la primera se prevee la construcción de un tinglado para depósito de 10 m x 30 m.-

Para la segunda se construirá un tinglado de 1.200 m² (30m x 40m) y un depósito de herramientas y materiales de 50 m² (10m x 5m).-

Para la tercera está previsto edificar cuatro oficinas de 4,20m x 3,50m.-

También se contempla la instalación de dos baños de 2m x 2m y uno de 10m x 4m para personal de la planta. Una cocina comedor de 20m x 5m.-

Máquinas y Equipos a Instalar:

Los equipos y maquinarias a instalar son los siguientes:

EN CANTERA:

- 1 Topadora Caterpillar D6D
- 1 Pala Cargadora 2 M3
- 1 Motor Compresor (skoda) modelo AB 33 equipado con cuatro martillos neumáticos

EN PLANTA:

- 5 Hornos para la calcinación de la caliza (con una capacidad de 18 Tns. cada uno)
- 1 Trituradora a mandíbula de 25 a 30 Tns./hs. con un motor de 20 HP
- 1 Molino a martillo horizontal de 1m x 0,80m. accionado por un motor de 50 HP, con capacidad de 8 Tns./hs.
- 1 Elevador de cinta con cangilones y correas de 7 m. con motor de 5 HP y de 9 - 10 Tns./hs.
- 1 Hidratador formado por dos piletones de hormigón con una capacidad de 6 Tns./hs.

- 2 Silos cilíndricos con capacidad de 130 M3/ cada uno.
- 1 Sinfin de 4m. de largo por un diámetro de 0,20 m. con un motor de 10 HP de 9-10 Tns./hs.
- 1 Separador neumático con motor de 15 HP de 9-10 Tns./hs.
- 1 Tolva de hormigón de 12 M2.
- 1 Envasadora con un motor de 5 HP con capacidad de 150 bolsas/hs.
- 1 Balanza Hoover para 60 Tns.
- 1 Alimentador de 0,25m x 0,50m de boca, para la trituradora
- 1 Molino con motor de 30 HP para resaque de 45 Tns./hs.
- 1 Camioneta Ford F100 de seis cilindros.

Las maquinarias y equipos a utilizar en cantera y planta son bienes nuevos y de origen nacional.-

Instalaciones:

- a) Energía Eléctrica: Para el funcionamiento de la planta se necesita un suministro contratado de 130 KW/hs. para lo cual se cuenta con una red principal de 13,2 Kv. que llega hasta la localidad de Villa Padre Monti, además es necesario disponer e instalar un tablero trifásico, toma de líneas y demás obras complementarias básicas.-
- b) Agua: La demande de éste insumo se ha estimado en 38.000 Lts./día, la que se obtendrá de un pozo semisurgente con bomba. Es necesario realizar una perforación a 150m. de profundidad ubicado en inmediaciones de la planta.-
- c) Comunicaciones: Las comunicaciones se llevará a cabo por medio de tres radios transmisores de igual frecuencia, tanto para cantera como para planta y centro de venta.-

Servicios auxiliares:

Se cuenta en Villa Padre Monti con servicios de Asistencia Primaria (SIPROSA),

Escuela Provincial n° 61 y Comisaría de la Policía de Tucumán.-

Se utilizará la mano de obra local, lo que permite no contemplar la construcción de un complejo habitacional.-

Obras Complementarias:

Caminos: Se prevee la construcción de un total de 6 Kms.

5 Km. para cantera - horno y 1 Km. para acceso y maniobras en planta.-

Cercos: Se construirá un cerco perimetral en la planta para cercar una superficie de 1 Ha.. Para ello es necesario utilizar alambre de malla romboidal y alambre de puas, como así también los postes olímpicos. La cantidad requerida para el mismo es de 800m de alambre de pua y 400m de alambre romboidal, con una altura de 2m. Los postes de hormigón son de 2,40m de altura.-

Suministros para el total de la empresa

AGUA: Se proveerá a la planta mediante la explotación de un pozo a construir, semisurgente provisto con bomba eléctrica, con una profundidad de 150m. localizado en las inmediaciones de la planta.-

Los requisitos de agua para la hidratación estimados es de 38.000 Litros/día y anualmente unos 11.400.000 de litros.-

ENERGIA ELECTRICA: La provisión de energía eléctrica será a través de la red de servicio de 13,2 Kv. que llega hasta la localidad de Villa Padre Monti.-

Se necesitará un consumo de 130 KW/hs., con un consumo anual de 312.000 KW.. Se utilizará además una tablero trifásico de comando para la planta asi como las instalaciones complementarias básicas.-

Se ha estimado el consumo por equipos de:

Trituradora: 10 KW/h.

Molino: 50 KW/h.

Hidratador: 5 KW/h.

Sin Fin: 10 KW/h.

Elevador: 5 KW/h.

Separador: 15 KW/h.

Embolsadora: 5 KW/h.

Molino de Resaque: 30 KW/h.

COMBUSTIBLE: En los hornos el tipo de combustible a utilizar para la calcinación de la caliza será la leña, cuyo valor calórico promedio es de 3.500 Cal/kg., con un consumo diario de 58 Tns. (58).-

En la cantera se utilizará gas-oil, cuyo consumo es de 550 Lts. por día. De nafta se necesitará 50 Lts. por día.-

MATERIA PRIMA: La materia prima a utilizar es la caliza ($\text{CO}_3 \text{ Ca}$) de origen sedimentaria cuya explotación se realizará en las canteras ubicadas en la localidad de Villa Padre Monti, Puerta Quemada y El Naranjo, Departamento Burruyacu, Provincia de Tucumán.-

En cuanto al rendimiento de la caliza se tiene que por cada tonelada de cal (0 Ca) se consume 1,7 Tns. de piedra caliza. La misma empresa será dueña de las canteras de caliza. Se requiere 84 Tns. de caliza por día para obtener 58 Tns. de cal hidratada.-

El producto elaborado (cal) se envasará en bolsa de 25 kgs. y se comercializará en la ciudad de San Miguel de Tucumán, las localidades adyacentes y localidades del interior de la Provincia.-

El consumo por unidad de producto (bolsa de 25 kgs. de cal hidratada) es de 36,2 kgs. de piedra caliza.-

La materia prima (caliza) será suministrada por la misma empresa propietaria o arrendataria de las canteras.-

Los requerimientos de piedra caliza máximo por día son de 84 Toneladas y por

año 25.200 Toneladas.-

Las reservas de la materia prima (piedra caliza), están aseguradas por 10 años ya que las reservas estimadas alcanzan un total de 252.732 Tns. aprovechables. En cuanto al abastecimiento de la materia prima provendrá de la propia cantera de la empresa quedando como alternativa la posibilidad del arrendamiento de otras canteras adyacentes a la explotación de la misma.-

Para el embolsado del producto (cal hidratada), se utilizará bolsas con capacidad de 25 kgs., las que serán provistas por una firma comercial de origen local, cuyo costo de envase de A 3.500; por cada 25 kgs. de cal se utilizará una bolsa. El requerimiento de envases (bolsas) es de 2.320 por día y por año es de 15.600.000 unidades en condiciones óptimas. La seguridad de la provisión de envases estaría dada por el mercado ya que existen varias firmas comerciales en el ramo.-

TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA:

La materia prima será transportada en camiones volquetes de 6 M3. de capacidad desde la cantera hasta los hornos, para lo cual se tiene previsto contratos a terceros.-

En cuanto al flete se ha calculado un costo de A 10.000 la tonelada de piedra caliza al horno por Kms. (distancia 4 Kms.) e igual valor para transportar la cal viva hasta la planta (1 Km). De la planta al corralón A 3.500 p/km.-

Combustible: La leña será transportada en camiones (flete), contratos a terceros, desde el obraje a los hornos con un costo de A 1.500 el Km/M#, en donde 1,5 M3 de leña es igual a 1 tonelada.-

La disponibilidad de la misma está asegurada ya que se trata de zonas selváticas con abundantes reservas forestales. El requerimiento máximo de leña será de 12.600 Tns. anuales.-

Para el Gas oil y Nafta será necesario almacenarlas en depósitos con capacidad de 5.000 Lts. para el Gas oil y de 1.000 Lts. para la nafta. El requerimiento anual para el Gas oil será de 198.000 Lts. y para la nafta de 18.000 Lts., el que será abastecido desde San Miguel de Tucumán.-

PRODUCTOS TERMINADOS:

El transporte del producto terminado de la planta al mercado de consumo principal San Miguel de Tucumán, se llevará a cabo por medio de camiones con acoplados de 10 Tns.-

Se transportarán 400 bolsas de 25 kgs. cada una por viaje. Se tendrá un requerimiento máximo de 576.000 bolsas anuales. El flete de los productos terminados a los centros de consumo será de A 3.500 por Tns./Km.-

Requerimiento de Personal para los distintos niveles

| | TOTAL | YACIMIENTO | PLANTA | ADMINISTRACION | REMUNERACION POR CADA UNO |
|------------------------------------|-------|------------|--------|----------------|--|
| <u>Directa</u> | | | | | |
| 1/2 Oficiales | 9 | 3 | 6 | - - - - | p/d 560.000 p/m 16.800.000 p/a 201.600.000 |
| Peones | 7 | 2 | 5 | - - - - | p/d 350.000 p/m 10.500.000 p/a 126.000.000 |
| Técnico MINERO | 1 | 1 | - | - - - - | p/m 6.000.000 p/a 72.000.000 |
| Geólogo CONSULTOR HONORARIOS | 1 | 1 | - | - - - - | p/m 3.000.000 p/a 36.000.000 |
| Jefes | 2 | - | 1 | 1 | p/m 8.000.000 p/a 96.000.000 |
| <u>Indirecta</u> | | | | | |
| Gerente | 1 | - | - | 1 | p/m 10.000.000 p/a 120.000.000 |
| Empleados | 2 | - | - | 2 | p/m 5.000.000 p/a 60.000.000 |
| Sereno | 1 | - | 1 | - - - - | p/m 2.500.000 p/a 30.000.000 |

En el cuadro del plantel de mano de obra está incluido cargas sociales, jornales y convenios. No se prevee premios ni remuneraciones especiales. Se contempla también que el personal será permanente durante todo el año.-

El proyecto no prevee la incorporación de mano de obra especializada ya que se cuenta con mano de obra de la zona y tampoco se requiere personal extranjero para la misma.-

TAMAÑO DEL PROYECTO

Capacidad de producción

La producción prevista para el proyecto es de 58 Tns. de cal hidratada por día (84) Tns. de piedra caliza, dándonos un requerimiento máximo anual de 25.200 Tns. y para la cal hidratada está previsto producir 2.320 bolsas de 25 kgs. por día 58.000 bolsas mensuales y 696.000 bolsas anuales.-

Diariamente se trabajará en dos turnos de 8 horas cada uno, 25 días por mes y 300 días anuales.-

El proyecto contempla la concreción de la industrialización en una sola etapa, ya que se considera que desde la calcinación de la piedra caliza hasta la obtención de la cal hidratada abarca la realización en un solo proceso.-

El mercado provincial es abastecido en un 80% por cal hidratada proveniente de San Juan y Córdoba, por falta de oferta de producto de origen local. Por estudio de mercado existe una amplia franja de consumo local a ser abastecido en condiciones competitivas con producción provincial.-

La dimensión prevista para el proyecto implica el aprovechamiento integral de las materias primas disponibles en un período de 10 años, previéndose que posible asistencia adicionales permitan alargar la vida útil del mismo. A su vez, esta dimensión determina una participación de la producción de la empresa en el abastecimiento del mercado local del orden del 40%, habida cuenta que también se considera

la eventual ampliación de la empresa actualmente existente en la plaza.-

Justificación del tamaño:

- a) Mercado: Se estima abastecer en un 40% el mercado local, ya que existe actualmente un 20% de penetración en el mismo por una empresa del medio. En la actualidad el 80% de la cal que se consume en Tucumán proviene de la Provincia de San Juan y Córdoba.-
- b) De acuerdo a los estudios de reservas realizados por la Dirección Provincial de Minería, arrojan una reserva calculada en 252.732 Tns., en donde se estima una vida útil del yacimiento en 10 años, calculándose una producción diaria de 58 Tns. de cal hidratada equivalente a 84 Tns. de materia prima (caliza), en un período de 300 días anuales de trabajo continuo en turnos dobles de 8 horas.-

LOCALIZACION DEL PROYECTO

Ubicación Geográfica: Se encuentra ubicado en la localidad de Villa Padre Monti, Departamento Burruyacu a unos 50 kms. de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Las canteras de caliza oolíticas se localizan en las zonas de Villa Padre Monti, Puerta Quemada y El Naranjo.-

Las canteras con mayor reservas de "piedra caliza", se ubican en el área de Villa Padre Monti y Puerta Quemada lo que determinó que la planta de tratamiento se ubique en la localidad de Villa Padre Monti.-

Infraestructura: En la zona de Villa Padre Monti se cuenta con la siguiente información:

- a) Energía eléctrica: Red eléctrica secundaria de servicio de 13,2 kv.-
- b) Transporte: Existe un servicio rural de pasajeros denominado Empresa Villa Padre Monti.-

la eventual ampliación de la empresa actualmente existente en la plaza.-

Justificación del tamaño:

- a) Mercado: Se estima abastecer en un 40% el mercado local, ya que existe actualmente un 20% de penetración en el mismo por una empresa del medio. En la actualidad el 80% de la cal que se consume en Tucumán proviene de la Provincia de San Juan y Córdoba.-
- b) De acuerdo a los estudios de reservas realizados por la Dirección Provincial de Minería, arrojan una reserva calculada en 252.732 Tns., en donde se estima una vida útil del yacimiento en 10 años, calculándose una producción diaria de 58 Tns. de cal hidratada equivalente a 84 Tns. de materia prima (caliza), en un período de 300 días anuales de trabajo continuo en turnos dobles de 8 horas.-

LOCALIZACION DEL PROYECTO

Ubicación Geográfica: Se encuentra ubicado en la localidad de Villa Padre Monti, Departamento Burruyacu a unos 50 kms. de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Las canteras de caliza oolíticas se localizan en las zonas de Villa Padre Monti, Puerta Quemada y El Naranjo.-

Las canteras con mayor reservas de "piedra caliza", se ubican en el área de Villa Padre Monti y Puerta Quemada lo que determinó que la planta de tratamiento se ubique en la localidad de Villa Padre Monti.-

Infraestructura: En la zona de Villa Padre Monti se cuenta con la siguiente información:

- a) Energía eléctrica: Red eléctrica secundaria de servicio de 13,2 kv.-
- b) Transporte: Existe un servicio rural de pasajeros denominado Empresa Villa Padre Monti.-

- c) Caminos: Se cuenta con una ruta provincial n° 305, 30 kms. de pavimento y 20 kms. de enripiado en buen estado de conservación.-
- d) Agua: Se capta de vertientes de la Sierra de Medina.-
- e) Sanidad: Se localiza en la Villa un "Centro de Atención Primario" del SIPROSA, con todas las necesidades.-
- f) Vivienda: Se destacan la existencia de una Villa Turística, con una población de 850 personas, casas familiares y un convento de los "Curas Azules".-

Disponibilidad de Mano de Obra: En la zona existe mano de obra disponible puesto que la principal actividad es la agrícola ganadera, la cual se encuentra deprimida lo que origina una mano de obra ociosa en un porcentaje elevado. Este factor, entre otros tuvo influencia en la elección de la localización de la planta de tratamiento, el cual sería absorbida por la instalación de la misma.-

Además existen antecedentes de actividad minera en la zona, ya que los yacimientos de caliza eran explotados por los "Curas Azules", por lo tanto se podría contar con una mano de obra calificada.-

Disponibilidad de materia prima y materiales

Se cuenta con tres fuentes de abastecimiento de materia prima, que son: Villa Padre Monti, Puerta Quemada y El Naranjo con una Ley promedio del 87% de $\text{CO}_3 \text{ Ca}$.-

La distancia a la planta es de Puerta Quemada 5 km., El Naranjo 20 km. y Villa Padre Monti próximo a la planta de tratamiento.-

Canales de distribución

El producto terminado (cal hidratada en los 25 kgs.), se comercializa entregándolo en domicilio de los compradores (corralones y empresas constructoras). El transporte se efectuará mediante fletes de terceros y recorriendo una distancia del orden de los 50 kms., desde la planta hasta el centro de consumo por caminos enri-

- c) Caminos: Se cuenta con una ruta provincial n° 305, 30 kms. de pavimento y 20 kms. de enripiado en buen estado de conservación.-
- d) Agua: Se capta de vertientes de la Sierra de Medina.-
- e) Sanidad: Se localiza en la Villa un "Centro de Atención Primario" del SIPROSA, con todas las necesidades.-
- f) Vivienda: Se destacan la existencia de una Villa Turística, con una población de 850 personas, casas familiares y un convento de los "Curas Azules".-

Disponibilidad de Mano de Obra: En la zona existe mano de obra disponible puesto que la principal actividad es la agrícola ganadera, la cual se encuentra deprimida lo que origina una mano de obra ociosa en un porcentaje elevado. Este factor, entre otros tuvo influencia en la elección de la localización de la planta de tratamiento, el cual sería absorbida por la instalación de la misma.-

Además existen antecedentes de actividad minera en la zona, ya que los yacimientos de caliza eran explotados por los "Curas Azules", por lo tanto se podría contar con una mano de obra calificada.-

Disponibilidad de materia prima y materiales

Se cuenta con tres fuentes de abastecimiento de materia prima, que son: Villa Padre Monti, Puerta Quemada y El Naranjo con una Ley promedio del 87% de $\text{CO}_3 \text{ Ca}$.-

La distancia a la planta es de Puerta Quemada 5 km., El Naranjo 20 km. y Villa Padre Monti próximo a la planta de tratamiento.-

Canales de distribución

El producto terminado (cal hidratada en los 25 kgs.), se comercializa entregándolo en domicilio de los compradores (corralones y empresas constructoras). El transporte se efectuará mediante fletes de terceros y recorriendo una distancia del orden de los 50 kms., desde la planta hasta el centro de consumo por caminos enri-

piados (20 kms.), pavimentado (30 kms.) a través de la ruta provincial 305. Se estima un costo de flete del producto terminado de A 3.500 por Tn/kms.-

Influencia de éste factor en la localización

Dada la cercanía de la planta al centro principal de consumo en San Miguel de Tucumán (corralones, empresas constructoras, etc.) que es de 50 kms., este costo en distancia significa un factor importante para la localización de la planta, ligado asimismo a la localización de las canteras de roca caliza.-

COMBUSTIBLE

Fuente de abastecimiento:

- a) Leña para hornos: esta materia se encuentra ubicada en las proximidades de la planta y de los hornos, dado que se trata de una zona selvática con abundantes reservas forestales, aptas para su aprovechamiento en la calcinación de la caliza.-
- b) Combustible: El combustible a utilizar será: gas y nafta cuya fuente principal de abastecimiento es la ciudad de San Miguel de Tucumán, ubicada a 50 kms. de la Villa Padre Monti, serán almacenadas en tanques de 5.000 lts. y 1.000 lts., respectivamente, para la utilización de los equipos en canteras.-

El combustible a utilizar en cantera y horno (leña, gas oil y nafta), serán trasladados para el caso del gas oil y nafta desde San Miguel de Tucumán a Villa Padre Monti en una distancia de 50 kms.-

Este combustible será adquirido en la planta de almacenaje de YPF ubicada en la Banda del Río Salí, Departamento Cruz Alta, en el lugar denominado "Alto de la Lechuza".-

La leña será adquirida directamente de zonas aledañas a los hornos y yacimientos.-

La leña se encuentra en la zona adyacente a los hornos y canteras, lo cual

reduce los costos de fletes, resultando ser un factor más económico que el gas, lo que definió la localización de los hornos.-

El consumo de cal hidratada será destinada en su totalidad al mercado local, ya que el mismo está abastecido apenas en un 20% de producción local y el resto proviene de las provincias de San Juan y Córdoba.-

Distancia:

Los centros de consumos más importantes de la provincia de Tucumán son:

Distancia de Planta a San Miguel de Tucumán y Centros de Consumo

| | |
|-------------------------|----------|
| - San Miguel de Tucumán | 50 kms. |
| - Banda del Río Salí | 52 kms. |
| - Concepción | 130 kms. |
| - Aguilares | 148 kms. |
| - Tafí Viejo | 60 kms. |
| - Trancas | 110 kms. |

La distancia de transporte de materia prima elaborada a los centros de consumo fué un factor importante para la elección del emplazamiento de la planta, como así también la distancia de la materia prima a la planta de industrialización, por los valores de flete de esta última.-

Justificación de la localización elegida:

La elección de la localización de la planta de industrialización se justificó a través de la existencia en el lugar (Villa Padre Monti y Puerta Quemada) de materia prima cuya reserva son las más importantes de las estudiadas y también por la cercanía del combustible a utilizar en los hornos (leña), con reservas forestales suficiente para el consumo previsto.-

Influencia de la localización:

La localización de la planta en la localidad de Villa Padre Monti, significa

una disminución en la inversión inicial para el caso del uso de combustible frente a la alternativa gas - leña. Asimismo influye también una disminución en los costos, puesto que el volumen más importante de materia prima se encuentra en los yacimientos de Villa Padre Monti y Puerta Quemada.-

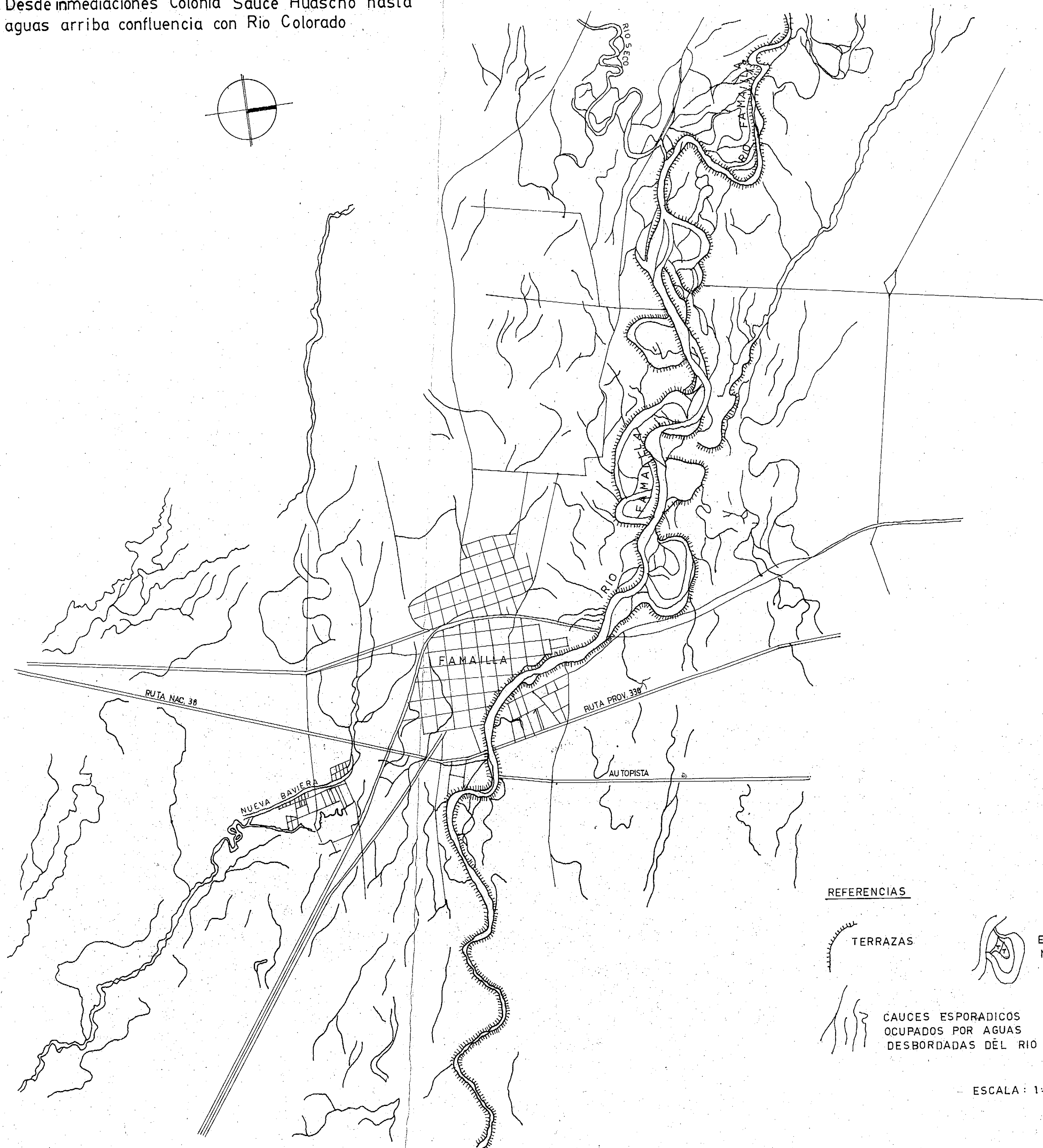
La radicación de una planta hidratadora de cal significa para la localidad de Villa Padre Monti una reactivación minera de la zona, ocupando mano de obra ociosa y creando efectos multiplicadores de factores relacionados (comercial, metalúrgico, etc.). Al ser esta área por tradición, agrícola y ganadera, esta actividad crearía nuevas expectativas de crecimiento económico y por ende mejor bienestar a la población.-

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

En la Introducción de cada Proyecto se señala las fuentes consultadas. Todo lo demás es elaboración propia y del equipo de trabajo, en lo que hace a las cuencas de los ríos Famailá y Tajamar como a los otros proyecto.-

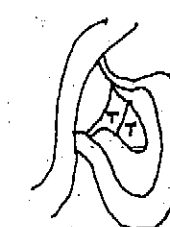
RIO FAMILIA - BAJA CUENCA

Desde inmediaciones Colonia Sauce Huascho hasta
aguas arriba confluencia con Rio Colorado



REFERENCIAS

TERRAZAS



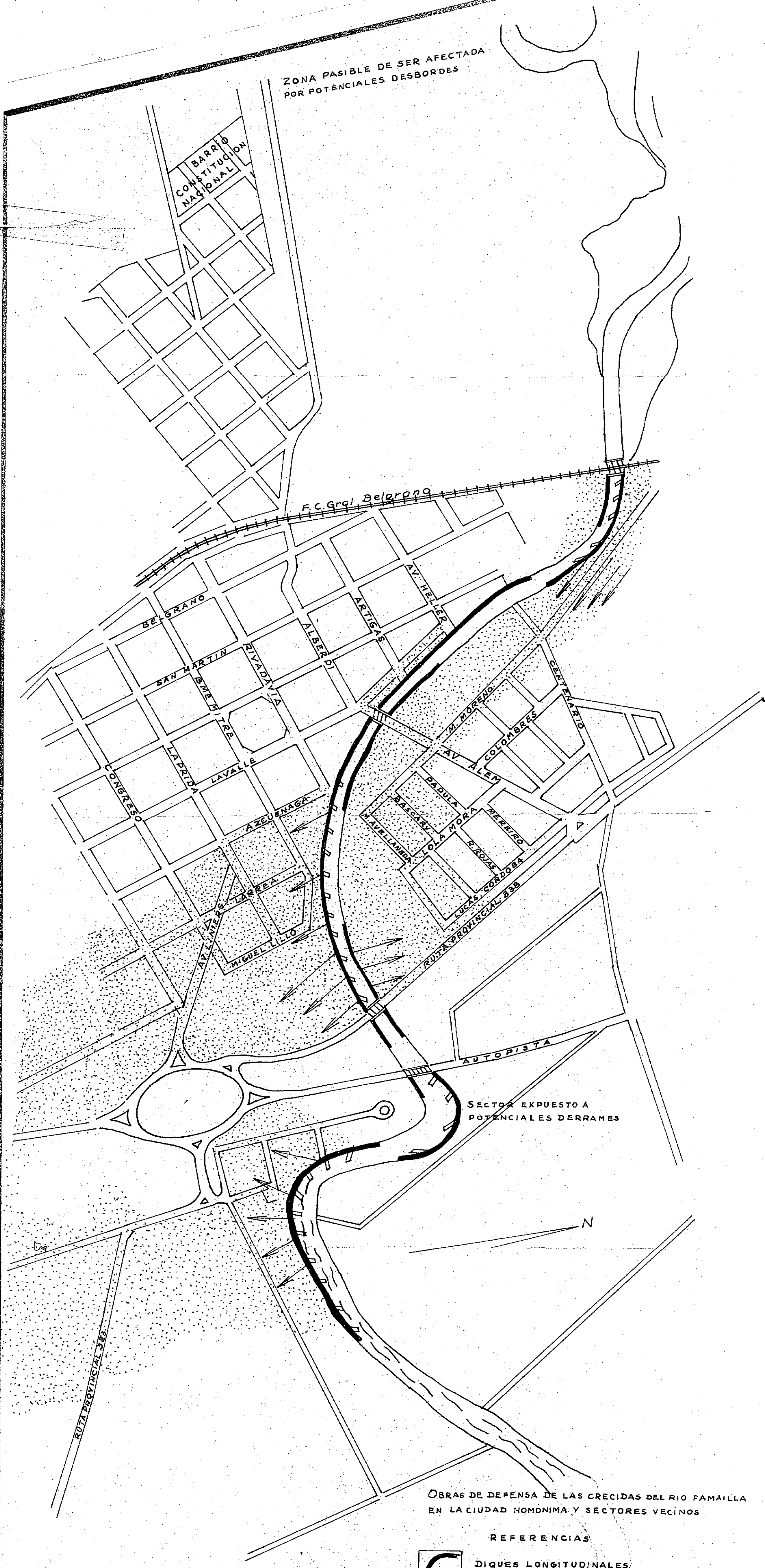
ESPIRAS DE
MEANDROS
T = TERRAZAS



CAUCES ESPORADICOS
OCUPADOS POR AGUAS
DESBORDADAS DEL RIO



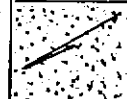

ESCALA : 1 : 20.000

ZONA PASIBLE DE SER AFECTADA
POR POTENCIALES DESBORDES

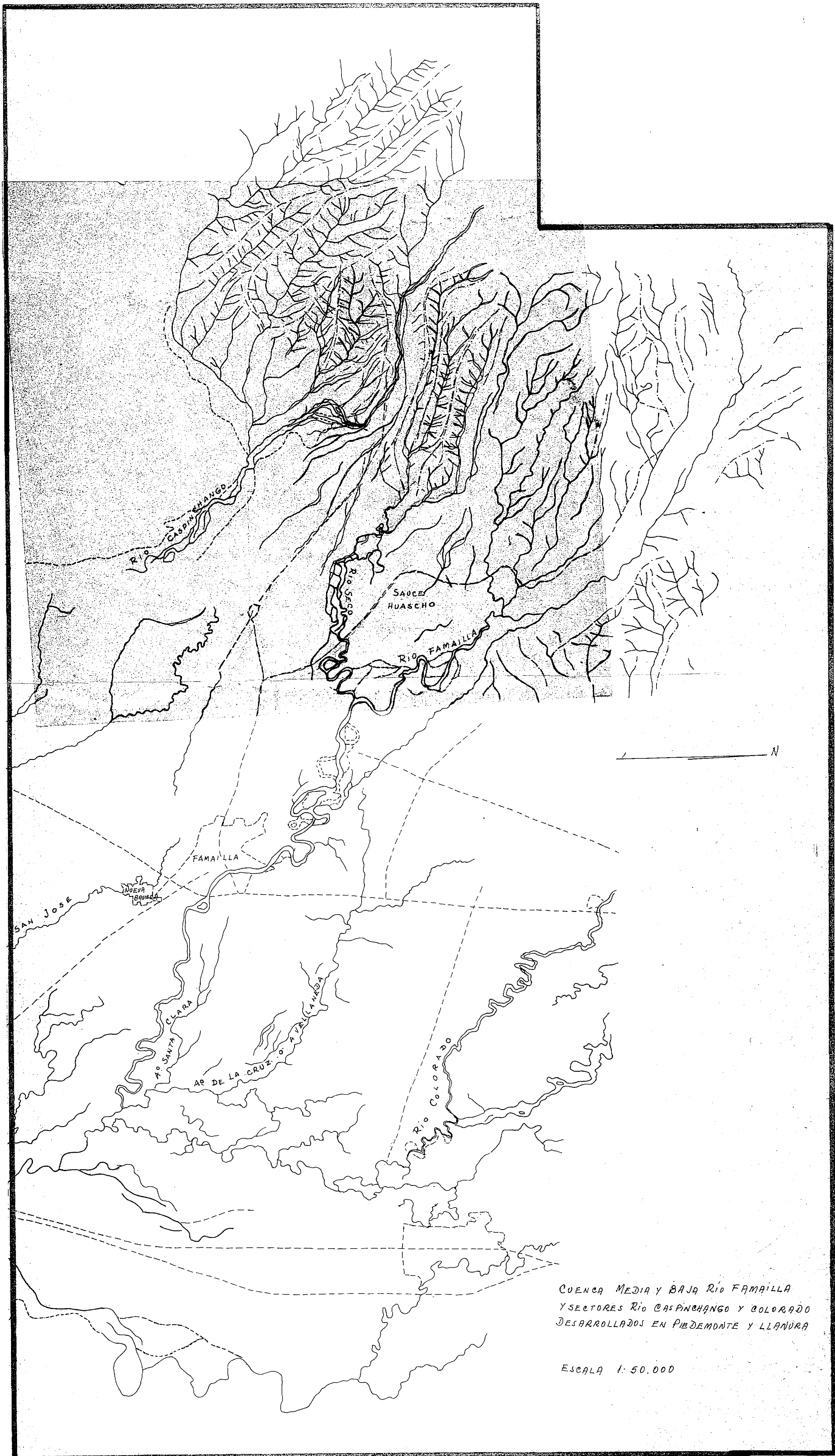


OBRAS DE DEFENSA DE LAS CRECIDAS DEL RIO FAMAILLA
EN LA CIUDAD HOMONIMA Y SECTORES VECINOS

REFERENCIAS

-  DIQUES LONGITUDINALES
-  DIQUES OBLICUOS A LA CORRIENTE
-  SENTIDO DE LOS DERRAMES
-  SECTORES INUNDABLES

ESCALA APROX 1:6.000



PROV. DE SALTA

RIO URUEÑA

7 de ABRIL

PROV. de Sgo. del ESTERO

SIERRA DE MEDINA

SIERRA del NOGALITO

Ca. de BOTOLIN

RIO CHORRILLOS

SIERRA del CAMPO

RIO N. 10

SIERRA de la RAMADA

BURRUYACU

ZONA CONVENIO NOA III

EL BARCO

FCNGBM

LA RAMADA

TIMBO

VIEJO

RIO CALEPA

MACOMITAS

CHAÑAR

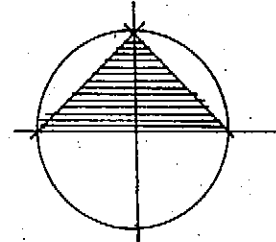
PROV. de TUCUMAN

RAPELLI

PAMPA POZO

GDOR. GARMENDIA

GDOR. PIETRABUENA



CAUTIVOS
POZO PERFORADO
SENISUR GENTE
SURGENTE
THERMAL

FREATICOS

Escala: 1:200,000

