

Diagnóstico de la situación de amenaza y riesgo de inundación de la localidad de Villa de Soto, provincia de Córdoba

1994

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899



+info
www.argentina.gov.ar/ina


Autores:
Massera Lilian, Barbeito Osvaldo, Giambastiani
Mauricio, Cabanillas Raul, Gabás Sergio L.,
Alcibararechuluaga María del Carmen

VILLA DE SOTO

PROVINCIA DE CORDOBA



M
O
S
P

dipas

C O R D O B A

**DIRECCION PROVINCIAL DE
AGUA Y SANEAMIENTO**

DEPARTAMENTO RECURSOS HIDRICOS

MARCO INSTITUCIONAL

El presente trabajo fue realizado en forma conjunta por los siguientes Organismos:

Ing. Geóloga *Lilian Massera*
Area Fotogeológica Dpto. Rec. Híd. Di.P.A.S.

Geólogo *Oswaldo Barbeito*
Unidad Geomorfológica
C.I.H.R.S.A.

Geólogo *Mauricio Giambastiani*
Grupo de Riesgos Geológicos
Dirección de Geología.

Colaboradores:

Ingeniero *Raul Cabanillas*
Area Computación
Estudios y Proyectos Di.P.A.S

Técnico *Sergio L. Gabás*
Computación y Dibujo
Dpto. Rec. Hídricos. Di.P.A.S.

Técnica *María del Carmen Alcibararechuluaga.*
Dirección de Geología.

S.L.G.

INDICE

- *Introducción*
- *Marco Geográfico*
- *Marco Natural de la Cuenca y la Incidencia en la generación de crecientes repentinas de magnitud.*
- *Geología*
- *Materiales y Métodos*
- *Antecedentes Históricos y Creciente del 6 de Enero de 1992.*
- *Aspectos Hidrológicos de la Creciente de 1992.*
- *Aspectos Geomorfológicos de la Creciente de 1992.*
- *Interpretación del la Carta Preliminar de Riesgo de Inundación.*
- *Zonas sin amenaza de inundación por acción del Río*
- *Zonas bajo amenaza de inundación por la acción del Río*
- *Alcance y discusión de los Resultados.*
- *Conclusiones y Recomendaciones.*
- *Bibliografía.*

S.L.G.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE AMENAZA Y RIESGO DE INUNDACION DE LA LOCALIDAD DE VILLA DE SOTO, PROVINCIA DE CORDOBA.

INTRODUCCION

Es un hecho cierto, que desde comienzos del cuartario los ríos de la Provincia de Córdoba al salir de la región serrana e ingresar a la llanura han divagado, elaborando en algunos casos más de un cauce, finalizando sus derrames en áreas bajas de bañados y pantanos.

Las importantes precipitaciones que se produjeron, a partir de 1992, en diferentes regiones de nuestra Serranía (San Carlos Minas, Mina Clavero, Villa Gral. Belgrano) ocasionaron inundaciones de carácter extraordinario que activaron de manera parcial o total los lechos episódicos de los ríos influyendo en diversas formas sobre los elementos de infraestructura de algunas poblaciones emplazadas en ellos.

*Con el objeto de diagnosticar la situación de amenaza y riesgo a la que está expuesta, concretamente la localidad de **Villa de Soto**, se realizaron análisis fotogeológicos y fotogeomorfológicos, obteniéndose como producto final una carta preliminar de amenaza de inundación a escala catastral indicando en la misma las zonas urbanas y suburbanas factibles de ser inundadas, en caso de precipitaciones de carácter ordinario y extraordinario.*

Los resultados obtenidos brindan una información altamente útil ya que permiten detectar con cierta rapidez el grado de inestabilidad de las distintas zonas en función de las características morfodinámicas observadas en el análisis Fotogeomorfológico, es decir definición del lecho de inundación anual y el lecho de inundación episódico.

S.L.G.

MARCO GEOGRAFICO

Todos los cursos de agua de la comarca derraman hacia la depresión de las Salinas Grandes, la cual constituye una cubeta intermontana de pendiente suave.

*La localidad de **Villa de Soto** se emplaza a orillas del Río de Soto, cuya cuenca imbrífera abarca una superficie de 441 km² y tiene la particularidad de ser muy estrecha y sumamente alargada.*

Tiene sus nacientes en las vertientes septentrional y occidental del Cerro Los Gigantes y recoge las aguas de los ríos de la Ventana o del Rodeo, Los Hornillos y del Arroyo del Medio, dando origen a un curso de aproximadamente 50 Km de longitud que dirigiéndose hacia el norte va recibiendo diferentes nombres.

Comienza denominándose Río Grande, que recibe el aporte del Río Retamillo. Luego, a partir de Dos Ríos, desde el puente de la ruta 20, recibe el nombre de San Guillermo, incorporándose en este tramo el Arroyo Guasta primero y más adelante el Río El Gigante. Finalmente a 1 Km al norte, del puente carretero de la localidad de Paso del Carmen, cambia su designación por la del Río de Soto con la que continúa hasta infiltrarse totalmente en la llanura a la altura de la Villa homónima.

MARCO NATURAL DE LA CUENCA Y LA INCIDENCIA EN LA GENERACION DE CRECIENTES REPENTINAS DE MAGNITUD.

Geología

La cuenca del Río de Soto se desarrolla en 2 ambientes geológicos de características bien definidas: el área serrana y el área extra-serrana.

En la primera se observa un amplio predominio de Rocas metamórficas estratificadas correspondiendo en su mayor parte a esquistos biotíticos Plagioclásicos.

En esta área se desarrollan la cuenca superior y media del Río. El curso superior corre encajonado conformando un verdadero cañón que se extiende hasta San Ignacio. Presenta laderas abruptas con bloques grandes y angulosos. Los procesos tectónicos que se produjeron en el área fracturaron intensamente el basamento y las líneas estructurales predominantes de dirección Norte Sur, condicionaron la disposición del drenaje de manera casi rectilínea.

S.L.G.

En cuanto a la vegetación de la cuenca superior, podemos decir que está representada por una cubierta de gramínea sin observarse ningún estrato arbóreo.

El curso medio por su parte, se extiende entre San Ignacio y La Toma y se caracteriza por presentar un valle más amplio con material más grueso y redondeado al que le acompaña una gran cantidad de sedimentos finos que constituyen niveles aterrazados.

La Topografía es menos accidentada que en la zona superior, existiendo además una densa cubierta vegetal arbórea que impide, aunque no de manera total, que los agentes erosivos actúen en menor grado que en la zona superior.

Entre las especies de árboles que se encuentran podemos citar principalmente el Quebracho colorado, el Quebracho blanco, Molle, Algarrobos, etc.

El área extraserrana, es decir la zona de la planicie, constituye lo que geomorfológicamente se conoce con el nombre de "Bolsones del Nor-oeste ocupados en su totalidad por los depósitos cuaternarios de la Formación Post-Pampeana.

Esta Formación está compuesta por aluviones actuales, médanos, arenas arcillosas, depósitos de arrastre de arroyos, etc. pertenecientes muy probablemente a la Edad Holocena.

El curso inferior se desarrolla totalmente en esta unidad geomorfológica y se extiende desde la Toma hacia el Nor-Noroeste hasta donde el Río desaparece por infiltración en esta potente serie de sedimentos que a su vez conforman la llamada "llanura aluvial" que se extiende al Norte, Nor-este y Nor-oeste de la Villa de Soto.

En esta zona el río ha labrado su valle dando origen a meandros limitados lateralmente por barrancas de más de 7 mts. de altura.

En cuanto a la vegetación podemos decir, que va adquiriendo paulatinamente, hacia el noroeste, las características de tipo desértico.

Desde el punto de vista climático la cuenca se encuadra dentro del Dominio semidesértico de las planicies del Noroeste, cuyas características son un clima cálido y seco y precipitaciones que varían entre los 600 y 400 mm anuales disminuyendo aún más hacia el Noroeste.

Se encuentra expuesto a los vientos secos y calientes que ingresan a la Provincia por el Noroeste y privado, en gran medida de los beneficios que ofrecen las corrientes húmedas provenientes del Atlántico a causa de los cordones montañosos que actúan a modo de muralla.

S.L.G.

Estas características de la cuenca y particularmente las de la cuenca alta, inciden directamente en la torrencialidad del sistema.

La influencia de la altura, las modalidades energéticas del relieve y los elevados porcentajes de roca desnuda poco permeable, constituyen factores concurrentes determinantes del grado de amenaza de crecientes repentinas de magnitud.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización del trabajo, se aplicaron métodos de análisis tanto a la escala regional como local.

El análisis a la escala regional, correspondió a la definición de las características generales de la cuenca, especialmente de aquellas que condicionan la formación y evolución de las crecientes repentinas, es decir CLIMA (tipo de precipitaciones, estacionalidad, etc), RELIEVE (efecto orográfico de las precipitaciones, pendientes, etc.), COBERTURA VEGETAL, RED DE DRENAJE (forma de la cuenca, superficie, etc) y GEOLOGIA (tipos de roca, índice de rocosidad, etc.). Esta fase del trabajo se cumplió básicamente en gabinete y consistió en el examen visual de rasgos morfológicos, tonales y textuales de imágenes satelitarias Landsat en banda 7, escala 1:250.000, con el apoyo de fotografías aéreas blanco y negro 1:20.000. Se complementó con información recogida de bibliografía y cartografía publicada e inédita.

El análisis a la escala local, se realizó sobre el tramo urbano del Río Soto entre el puente del ferrocarril por el noroeste y la Estancia Santa Rita por el sureste, mil metros aguas arriba de la ruta N° 38. Para el mismo, se emplearon fotografías aéreas en blanco y negro del año 1970, a escala 1:20.000; fotografías aéreas color, a escala 1:7.500 del año 1994 y el mapa catastral de la ciudad de Villa de Soto. La base metodológica empleada fue elaborada por la Unidad Geomorfológica del Centro de Investigaciones Hídricas de la Región Semiárida (CIHRSA), que parte del concepto de que la actividad hídrica de una cuenca fluvial está determinada por las características genéticas y evolutivas del conjunto de formas que la integran. En este sentido el mapeo de las geoformas fluviales tales como los niveles aterrazados, lecho ordinario o de inundación anual, canal de estiaje, lecho de inundación episódico, paleocauces, brazos de crecida, procesos erosivos en márgenes, etc. permite por un lado, zonificar el valle fluvial según distintos grados de amenaza indicando los sectores inundables anualmente y los inundables por eventos extraordinarios y por el otro indicar la posible evolución en el tiempo y en el espacio del canal de estiaje y de su lecho ordinario.

Las actividades realizadas en el análisis local fueron:

1) Examen estereoscópico de las fotografías aéreas 1:20.000, con el fin de elaborar un mapa fotogeomorfológico de base, a la misma escala, con énfasis en los rasgos geomorfológicos de origen fluvial;

S.L.G.

- 2) Ampliación a la escala 1:10.000 del mapa base;
- 3) Delineación, a escala 1:10.000, de los lechos de inundación anual y episódico y procesos erosivos en las márgenes, así como de los límites de la creciente del 6 de enero de 1992;
- 4) Revisión de campo de los rasgos morfológicos y entrevistas a pobladores ribereños
- 5) Recopilación de antecedentes históricos de eventos similares de la zona;
- 6) Digitalización del Mapa de Amenazas por Inundación a escala 1:10.000 y preparación del informe final.

ANTECEDENTES HISTORICOS Y CRECIENTE DEL 6 DE ENERO DE 1992.

El análisis local incluyó una etapa de exámen de los antecedentes históricos acerca de las crecientes desarrolladas en este río y de la creciente extraordinaria del 6 de enero de 1992. Ambas informaciones son complementarias y tienen por objetivo determinar el comportamiento del sistema fluvial durante las crecientes y establecer, aunque más no sea preliminarmente, el período de recurrencia de estos eventos extraordinarios. Ambos se cumplieron.

De los relatos de los pobladores afectados por la creciente de 1992, surgieron varios elementos de consideración:

1º) La creciente de 1992 fue la mayor en por lo menos todo este siglo, lo cual da al evento un carácter extraordinario;

2º) En 1617 ocurrió una creciente de magnitud similar o quizás mayor que destruyó el antiguo asentamiento de Soto (Iglesia, viviendas, cementerio, etc.)

*Esta última información fue proporcionada por la Sra maestra Marta Luna de Moreno, y recogida a partir de la **Historia Eclesiástica de la Parroquia de San Roque de Soto** (1). Según esta recopilación el primitivo asentamiento de Soto " se levantaba junto al río del mismo nombre, en la toma que hoy todavía existe a unos pocos metros hacia el norte de la mansión del señor Manuel Bustos Paez ". En el año 1617 el Río Soto registró una gran creciente que arrasó con las viviendas, iglesia y cementerio, y que por el comportamiento asumido por la población indígena (" por miedo se subieron a los algarrobos del bosque que existía en terrenos del actual asentamiento de la ciudad "(1)), conocedora de los fenómenos naturales, la creciente debió ser de carácter extraordinario, probablemente muy similar a la de 1992.*

S.L.G.

Esto se podría dilucidar si se ubicara correctamente el sitio del antiguo emplazamiento, el cual aparentemente estuvo situado en la terraza alta de la actual Villa. de Soto, próximo al puente viejo.

Aspectos Hidrológicos de la creciente de 1992.

La precipitación fue registrada por la red de pluviómetros de la DIPAS ubicados en la cuenca alta y media del Río Soto-San Guillermo.

En la cuenca alta (Río Guasta- Cumbres de Gaspar), se registraron 240 mm en 6 horas, en la cuenca media (Cruz de Caña) se midieron 95 mm en 4 horas. Al no haber registros pluviográficos, no es posible establecer con certeza la distribución temporal de la precipitación. Sin embargo, es posible estimarla a partir de relatos de pobladores de la zona. En el trabajo realizado por CIHRSA en San Carlos Minas (2), se estimó que, en virtud de la naturaleza convectiva de la tormenta, las mayores intensidades se concentraron en un intervalo de 3 horas, no superando los 3 mm/min.

El caudal estimado para esta creciente es de 2200 m³ /seg aproximadamente.

Aspectos Geomorfológicos de la creciente de 1992.

Esta precipitación generó crecientes extraordinarias en la mayoría de las cuencas con nacientes en las Sierras Grandes y que drenan en dirección sur-norte. (Arroyo Noguinet, Río Pichanas, San Antonio, A^o Los Barriales, etc.)

En el Río San Guillermo-Soto, la creciente llegó a Villa de Soto alrededor de las 10:30 y 11:00 a.m del día 6 de Enero, estimándose en 4 a 5 hs el tiempo de concentración. En el tramo río arriba de los puentes carreteros la creciente ocupó casi totalmente el lecho de inundación episódico, depositando una gran carga de sedimentos en el tramo recto que se encuentra a la salida del sector serrano. Dada la extraordinaria magnitud del evento, la sección de escurrimiento de ambos puentes resultó ser insuficiente, lo cual produjo el embalsamiento del agua de crecida.

Cuando la resistencia de las estructuras fue vencida, se desarrolló río abajo, una avalancha de agua, sedimentos y árboles, que destruyó algunas viviendas e inundó la mayoría de las viviendas ribereñas.

La creciente ocupó totalmente el lecho de inundación episódico, desbordando en dos ocasiones la terraza de 8 metros de altura donde se ubica Villa. de Soto. El primer desborde frontal se originó en el meandro donde nace la calle Paraná y el segundo en el meandro antes de llegar al ferrocarril en la casa del Sr. Acevedo y de la Sra. Gonzales. Desde la fotografía aérea se individualiza con un tono gris oscuro, una faja deprimida que va

S.L.G.

desde el comienzo de la calle Paraná (fábrica de ladrillos) hasta el sector de la plazoleta (Estación del Ferrocarril).

Esta franja fue ocupada por una lámina de agua que osciló entre 0,5 y 1,5 metros, por lo cual se consideró como lecho episódico. El efecto generalizado fue el anegamiento aunque localmente se registró ingreso frontal (Concretamente en las viviendas del Sr. Acevedo y Sra Gonzalez, respectivamente). El anegamiento fue favorecido por el efecto de contención que ejerció el puente del ferrocarril, el cual fue superado en 1 metro del coronamiento.

El desborde de la terraza alta se explica por tres razones concurrentes:

- a) El enorme caudal de la creciente.
- b) El efecto de avalancha que adquirió la creciente por embalse y posterior ruptura de los puentes carreteros.
- c) El efecto de embalse que ejerció el puente del ferrocarril.

El valle fluvial propiamente dicho, fue ocupado plénamente con un flujo en general de alta energía y destructivo por el ingreso frontal de la creciente. Parte de la energía de la creciente fue empleada en acelerar los procesos erosivos presentes en las márgenes del río. En algunos sectores (chacra del Sr. Rodriguez) el río avanzó 30 metros por erosión.

Los efectos o consecuencias de esta creciente fueron la muerte de una persona, la destrucción total del camping, ambos puentes carreteros y tres viviendas y parcialmente algunas viviendas, terrapén del ferrocarril y deterioro de bienes personales. Desde el aspecto geomorfológico el río no presentó modificaciones de gran importancia en su trazado normal, aunque sí fue notoria la aceleración experimentada en los procesos erosivos de las márgenes.

INTERPRETACION DE LA CARTA PRELIMINAR DE RIESGO DE INUNDACION.

1- ZONAS SIN AMENAZA DE INUNDACION POR ACCION DEL RIO (Solo afectadas por el escurrimiento de aguas pluviales).

Comprenden los terrenos que no están afectados por la acción del río y solo lo están, por el escurrimiento de aguas pluviales que derivan de sistemas menores que no implican un grado de amenaza significativo. Geológica y geomorfológicamente corresponden a los depósitos de piedemonte (glacis de acumulación)

S.L.G.

aterrazados, con relieve predominantemente plano y en lomas, parcialmente disectados. Conforman terrazas aluviales de entre 8 y 10 mts. de altura, que se encuentran desconectados de la acción presente del Río Soto.

La terraza superior ubicada hacia el Noreste en la margen derecha del río, presenta procesos erosivos activos y severos (cárcavas y barrancos). en cambio la terraza donde se asienta la localidad de Villa de Soto algo inferior en altura que la anterior, en la margen izquierda del río, presenta rasgos morfológicos fluviales de antiguos escurrimientos que hoy se activan por precipitaciones locales generando situaciones de anegamiento en la zona urbana y suburbana, no constituyendo una amenaza de consideración. No obstante esta problemática no fue abordada a fondo en este trabajo.

Usos y Restricciones:

Desde el punto de vista hidrogeomorfológico no existen restricciones de ningún tipo y solo para los distintos planes de uso deben estudiarse aspectos tales como: dinámica de las aguas pluviales, relieve, características geotécnicas de los suelos, aspecto paisajístico, etc. Los problemas generados en estas áreas son superados mayormente mediante la planificación y realización de obras de desagües pluviales.

2 - ZONAS BAJO AMENAZA DE INUNDACION POR LA ACCION DEL RIO.

Comprenden los terrenos que integran el valle actual e hitórico del río que se inundan en forma total o parcial ante la ocurrencia de eventos de carácter ordinario o extraordinario.

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico se distinguen:

- a) **El lecho ordinario del río:** en el que se incluye el canal de estiaje evidenciado con claridad desde el punto de vista geológico (arenas, gravas, rodados, bloques) y geomorfológico (márgenes de límite claro). Constituye la zona hidrológicamente mas activa del ambiente fluvial con aporte de caudales continuos, cuya magnitud en la época de crecientes depende de la cantidad e intensidad de las lluvias que se produzcan.
- b) **El lecho de inundación anual:** comprenden los terrenos que se inundan cuando los caudales superan la capacidad de conducción del lecho ordinario del río. La recurrencia de los eventos es aquí de carácter anual y al igual que el lecho ordinario, el alcance de las inundaciones depende de las precipitaciones. Se desarrolla sobre el nivel inferior de terrazas recientes.
- c) **El lecho de inundación Episódico (Coque, 1971):** corresponde dentro del ambiente fluvial a la zona que se activa en forma episódica según largos períodos de tiempo y ante la ocurrencia de eventos

S.L.G.

climáticos excepcionales. De acuerdo al estudio queda definido por trazas y elementos fotogeomorfológicos que indican una situación antecedente de tales características y con la complementación de datos históricos (Barbeito O. Ambrosino S. 1993). Se extiende total o parcialmente sobre los niveles más antiguos de terrazas fluviales.

En base a la actividad hídrica de estos ambientes y de acuerdo a la dinámica que adoptan las aguas de crecida y la frecuencia con que estas suceden, es posible clasificar al ambiente fluvial según su situación de amenaza - riesgo de acuerdo a:

2.1 - Zonas de BAJA AMENAZA (áreas inundables por anegamiento).

Corresponden a los sectores del lecho de inundación episódico en donde las aguas de crecida tienen traslado y crecimiento predominantemente lateral sin poder destructivo considerable (partes internas de las curvas del río).

Usos y Restricciones.

Para la reglamentación del uso y las restricciones de estos territorios, deben realizarse estudios más específicos de carácter hidrológico e hidráulico, que permitan definir la recurrencia de los eventos y la estrategia de los planes para la prevención y control de las inundaciones tales como:

- Obras de defensa estructurales y no estructurales;
- Construcción de viviendas adecuadas (aisladas, sobreelevadas, etc.);
- Planes de forestación (cercos vivos como medianeras para obstruir al mínimo el avance de las aguas de crecidas, etc.).

2.2 - Zonas RESTRINGIDAS (áreas inundables por el avance frontal de las aguas de crecida)

Se encuadran en esta categoría aquellos sectores incluidos en el lecho de inundación episódico en donde las aguas de crecida por la posición geomorfológica, avanzan en forma frontal con fuerte poder destructivo (brazos de crecida y parte externas de las curvas del río). Es en estos sectores en donde la valoración de la situación de amenaza y riesgo, adquiere mayor significación por el hecho de que los fenómenos tienen un largo período de recurrencia y son proclives a no ser considerados por omisión o desconocimiento de los datos históricos.

S.L.G.

Usos y Restricciones

Al igual que las áreas inundables por anegamiento, en estos sectores deben realizarse estudios más específicos de carácter hidrológico para la valoración de la recurrencia de las inundaciones y la implementación de obras de prevención y control. En general la estrategia a seguir, debe ser similar a la aplicable en el caso antecedente pero con el máximo de atención en situaciones tales como:

- *Emplazamiento infraestructura urbana (debe ser mínimo, adecuado y en los sectores que entrañan el menor riesgo).*
- *Construcción de puentes (deben respetar el lecho de inundación episódico y localizarse en sitios adecuados).*
- *Trazas correctas de canales de riego que puedan facilitar el ingreso de las aguas de crecida.*
- *Localización de áreas de campamentismo necesariamente cubiertas con planes de alertas de crecidas.*

2.3 - Zonas de ALTA AMENAZA

Comprenden esta categoría los terrenos incluidos en el lecho ordinario del río y el lecho de inundación anual .

Usos y Restricciones (Lecho Ordinario):

En base a la marcada actividad hídrica del ambiente , los usos deben limitarse sólo a:

- *Solarium.*
- *Balnearios.*
- *Áreas de recreación.*

Estas actividades deben necesariamente cubrirse con un PLAN DE ALERTA DE CRECIDAS.

Usos y Restricciones (Lecho de inundación ordinario o anual).

Por la actividad hídrica esporádica pero repentina en estos ambientes no es recomendable:

- *La localización de infraestructura edilicia.*

S.L.G.

- *La residencia permanente de personas.*
- *Locales que impliquen la recurrencia masiva de personas (Locales bailables, restaurantes, cines, etc.)*
- *La localización de zonas de campamentismo.*
- *La construcción de puentes, vados, etc., sin la base de información necesaria, que posibilite el libre escurrimiento de las aguas de crecidas y evitando al mínimo el efecto embalse-desborde.*
- *La implantación de elementos arbóreos de gran porte, que puedan ser arrastrados por las crecientes y generar situaciones de inestabilidad aguas abajo.*
- *Tendidos de líneas eléctricas sin la adecuada planificación.*
- *La localización de cualquier tipo infraestructura que pueda tener incidencia en la dinámica de las crecidas.*

En cuanto a las posibilidades de su utilización, son recomendables actividades de recreación, campos de deportes, etc. En general, actividades que impliquen instalaciones mínimas con baja incidencia en la dinámica de las aguas de crecida y al igual que la subzona 1, estas áreas deben cubrirse con un PLAN DE ALERTA DE CRECIDAS.

Otros aspectos que deben ser tenidos en cuenta en el momento de valorar la amenaza y el riesgo por inundación y que vienen de la mano de la dinámica fluvial, son las acciones erosivas que se desarrollan en las márgenes y la evolución espacial posible del sistema fluvial. Los procesos erosivos se manifiestan en las márgenes externas de los meandros tanto en aquellas desarrolladas contra la terraza superior como contra las terrazas fluviales de menor altura del valle fluvial. Los materiales que conforman la terraza superior son más resistentes y por lo tanto su degradación es más lenta. Por otro lado en las terrazas inferiores la acción erosiva es más intensa y por lo tanto el avance es más rápido registrándose avances de 30 metros en algunos sectores del río durante la creciente de 1992. Del análisis geomorfológico realizado se aprecia una tendencia de evolución del lecho ordinario en dirección Noroeste, siguiendo la pendiente natural del río. Esto es significativo dado que indica de antemano cuáles serán los sectores comprometidos por esta problemática en el futuro.

ALCANCE Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

Si bien la cartografía obtenida debe complementarse con datos estratigráficos e hidrológicos, que

S.L.G.

posibiliten determinar la recurrencia de los eventos extraordinarios (en especial precipitaciones intensas), el empleo del criterio geomorfológicos permite evaluar la ocurrencia de fenómenos extraordinarios antecedentes, como así también, la dinámica actual del río y su tendencia. Representa una herramienta de alta utilidad debido a que :

- *Suministra información que involucra la seguridad de propiedades y vidas de vecinos y turistas.*
- *Define y zonifica con precisión áreas en base al grado de amenaza y riesgo , ante la ocurrencia de inundaciones ya sean, ordinarias como extraordinarias.*
- *Brinda información de base para las restricciones básicas del uso.*
- *Posibilita implementar estrategias para planes de alerta a corto plazo.*
- *Tiene corto tiempo de ejecución e insume bajo costo.*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (VILLA DE SOTO).

Por condicionamiento natural, la cuenca de Río SOTO, en su conjunto y en particular el sitio en donde se localiza la población de VILLA DE SOTO y su entorno, están sujetos a un importante grado de amenaza ante la ocurrencia de crecientes repentinas, tanto de carácter ordinario como extraordinario. Los elementos y trazas geomorfológicas e hidrodinámicas detectados en el análisis fotogeomorfológico, como también los datos históricos recabados de los antiguos pobladores, así lo indican.

La actual distribución de la estructura edilicia implica ante esta situación un importante grado de riesgo. Los sectores ribereños al río, especialmente en su margen noreste, están incluidos en parte, en el lecho de inundación anual del río y en parte sobre el episódico.

La posición geomorfológica del Villa de Soto presenta algunas desventajas. El río desde la salida de la sierra hasta la zona de la población tiene un recorrido corto de aproximadamente 4 km., situación que hace que el pico de crecida llegue rápidamente a la zona urbana vulnerable dando poco tiempo para las tareas de prevención. Sin embargo, la característica de la geometría de la cuenca de este río favorece a una concentración más bien lenta del agua de lluvia, aumentando por lo tanto, el tiempo de llegada de la creciente a Villa de Soto. Se estima en 4 a 5 horas el tiempo de concentración para esta cuenca contra las 2,5 horas para la cuenca del arroyo Noguinet.

S.L.G.

Los límites hasta donde se extendió la creciente ocurrida el 6 de enero de 1992 indican la ocurrencia de un evento de carácter extraordinario. La magnitud de ésta, fue considerable activándose totalmente el lecho episódico. La terraza de 7 metros de altura donde se asienta la localidad, fue desbordada en dos puntos (inicio de la calle Paraná y en las propiedades de los Sres. Acevedo y González) con el anegamiento temporario del sector de la plazoleta. Allí sólo se presentaron daños por el deterioro de los bienes personales. Los puentes carreteros y del ferrocarril tuvieron un importante papel en el desastre ya que actuaron, especialmente los dos primeros en el embalse de las aguas de crecida. La ruptura en cadena de ambos generó una avalancha de gran poder destructivo que circuló aguas abajo. El puente del ferrocarril permitió elevar el nivel del agua colaborando en el anegamiento del sector deprimido de la plazoleta.

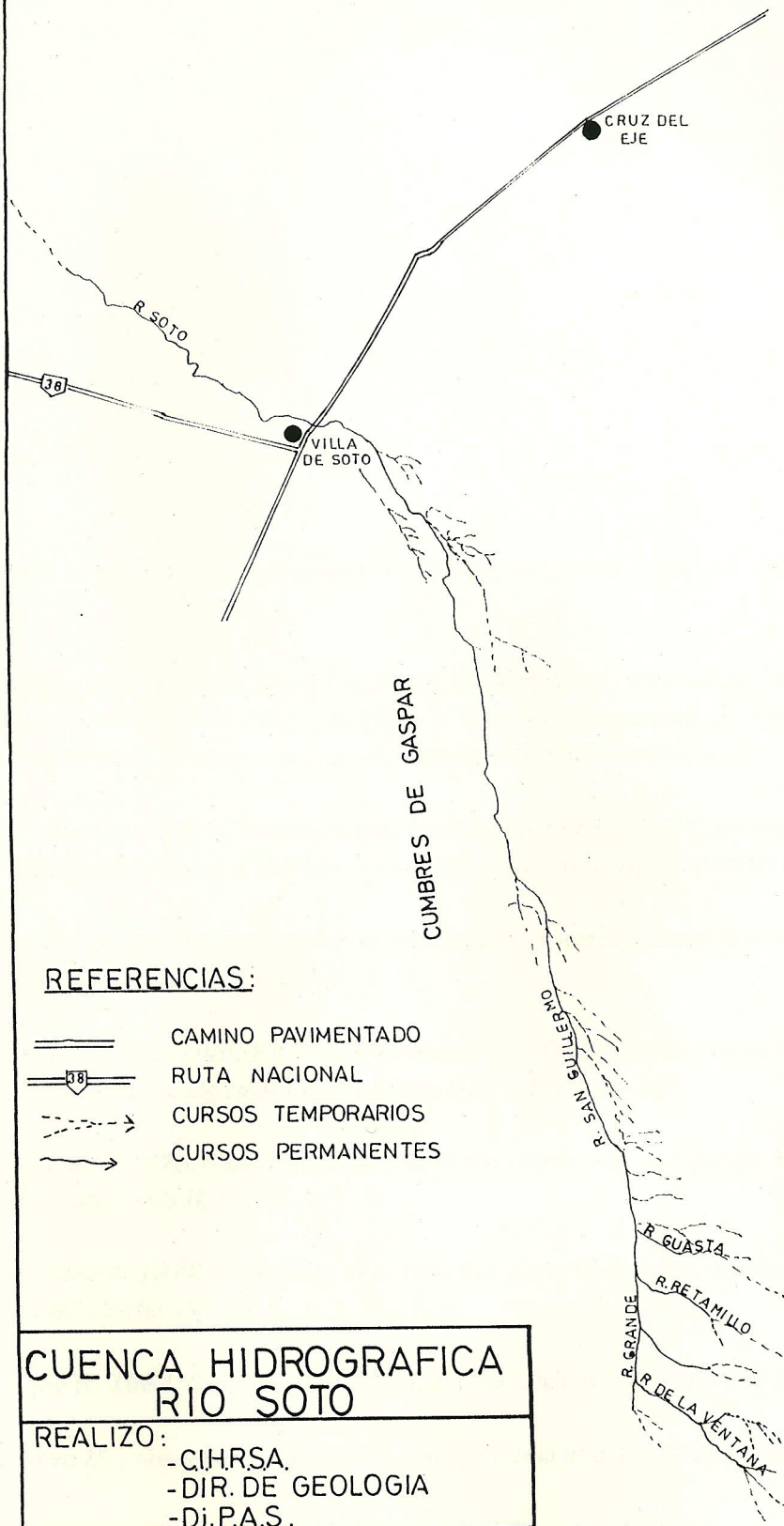
Existe el antecedente histórico que señala que en 1617, cuando la Villa era ocupada por indígenas y religiosos, ocurrió una creciente de dimensiones similares a la de 1992, lo cual ratifica el carácter extraordinario de estos eventos, con una recurrencia máxima de 375 años.

Ante esta realidad se hace necesario a partir de la información de base lograda encarar planes para el control y prevención de las inundaciones. Estos a cortos plazos, deben prever obras estructurales y no estructurales para la defensa de las zonas actualmente más comprometidas, poniendo énfasis en donde las aguas de crecida involucren mayor riesgo (VER MAPA). En cuanto a las acciones futuras deben prestársele particular atención a la selección de los sitios óptimos para la localización de infraestructura edilicia que involucre la permanencia continua de personas.

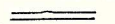

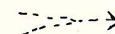
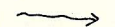
Teniendo en cuenta que el turismo constituye la principal actividad de la región e implica la mayor afluencia de personas en la época estival coincidente con el período de crecidas, es necesario a corto plazo, implementar un plan de alerta que posibilite conocer con antelación la magnitud de la crecida, más teniendo en cuenta que la mayor frecuencia de tormentas convectivas de magnitud se producen durante la noche, imposibilitando aún más las tareas de prevención. Como medida de emergencia se propone poner una persona (puede ser un agente de policía) con un sistema de comunicación por radio en Cruz de Caña para que alerte sobre la llegada de crecientes de modo de dar tiempo a las acciones de evacuación en Villa de Soto.

Ninguna de las medidas de protección o prevención enunciadas tendrán el efecto deseado sin la participación con conocimiento de causa de la población en general. En este sentido deben considerarse planes de divulgación escolar, medios de información social, etc.

S.L.G.



REFERENCIAS:

-  CAMINO PAVIMENTADO
-  RUTA NACIONAL
-  CURSOS TEMPORARIOS
-  CURSOS PERMANENTES

**CUENCA HIDROGRAFICA
RIO SOTO**

REALIZO:
 -CI.HRSA.
 -DIR. DE GEOLOGIA
 -Di.P.A.S.

DIBUJO: S.GABAS

FECHA: Octubre 1994





ESCALA GRAFICA 1:250.000


NOTA: INFORMACION TEMATICA
 IMAGEN SATELITAL
 ESC 1:250000

BIBLIOGRAFIA

- **Boletín Eclesiástico de la Diócesis de Córdoba - Publicación Oficial.** VII. Nº 2-3-4-5-6-8-9-10-11. 1925 (1)
- **Barbeito, O et al. 1992.** Aspectos Geológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos de la Catástrofe de San Carlos Minas - Provincia de Córdoba - Argentina. II Simposio Latinoamericano sobre Riesgos Geológicos Urbanos y II conferencia Colombiana de Geología Ambiental. Pereira - Colombia. (2)
- **Barbeito O. 1993.** " Geomorphological Study of San Carlos Minas Catastrophe. Córdoba Province Argentine." I Simposio de Recursos Hídricos do Cone Sul. Gramdo/ rs. Brazil. Anais 3 Pág 78 -87.
- **Barbeito O. 1993** " Carta de Riesgo de Inundación de la ciudad de Santa Rosa de Calamuchita". Revista de Fotointerpretación. Año 1. Nº 1 Vol II 93 - 1.
- **Quintana Salvat. 1982.** Fotointerpretación Geológica. Cuenca del Río Tercero. Convenio CNEA - UNC. Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba. Tomo 5 Nº 1. Pág. 297 - 307.
- **Sayago J.M. 1978.** Geomorfología del Valle de San Alberto. Pcia. de Córdoba. VII Congreso Geológico Argentino; Neuquén Actaqs II, Pág 80 - 107.
- **Olsacher J. 1972.** Descripción de la Hoja 21h. Cerro Champaquí. 1:200.000. Servicio Nacional Geológico Minero. Boletín 133.
- **Coque R. 1984.** Geomorphologie. Armand Cllin, Collection U. Paris, 350 p.
- **Lucero H. , Olsacher J.** Descripción Geológica de la hoja 19h, Cruz del Eje.
- **Dr. Vasquez, Juan B.** Geografía Física de la Provincia de Córdoba.

S.L.G.

-  Curso de Agua Temporario
-  Borde de Terraza
-  Direccion de Desborde
-  Direccion de Escurrimiento Pluvial


 ZONAS SIN AMENAZA DE INUNDACION POR ACCION DEL RIO

(Solo afectadas por el escurrimiento de aguas pluviales)

REFERENCIAS

ZONAS BAJO AMENAZA DE INUNDACION POR ACCION DE RIO


ZONAS DE BAJA AMENAZA


-  Lecho de Inundacion Episodico
Areas inundables por avance y crecimiento lateral de las aguas de crecida (anegamientos)

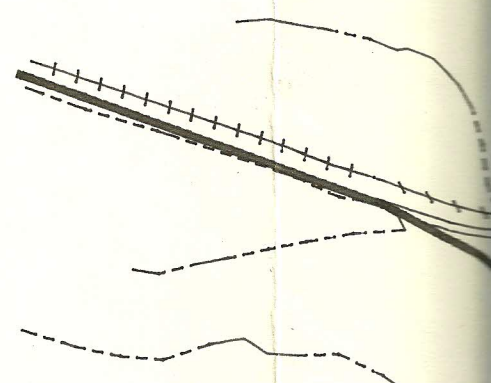
ZONAS RESTRINGIDAS

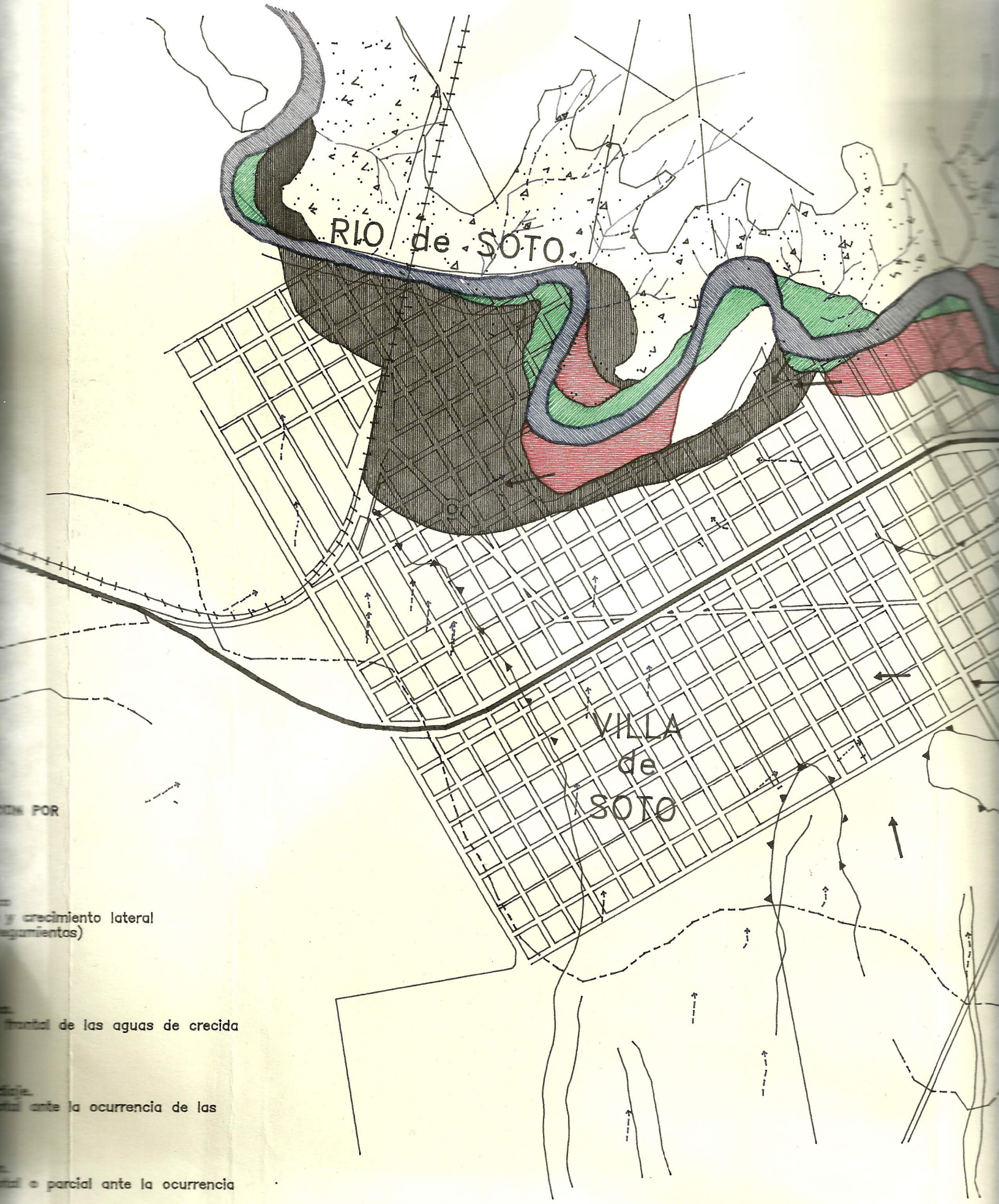
-  Lecho de Inundacion Episodico.
Areas inundables por avance frontal de las aguas de crecida

ZONAS DE ALTA AMENAZA

-  Lecho Ordinario. Canal de Estiaje.
Areas inundables en forma total ante la ocurrencia de inundaciones anuales.

-  Lecho de Inundacion Ordinario.
Areas inundables en forma total o parcial ante la ocurrencia de las inundaciones anuales.





RIO de SOTO

VILLA de SOTO

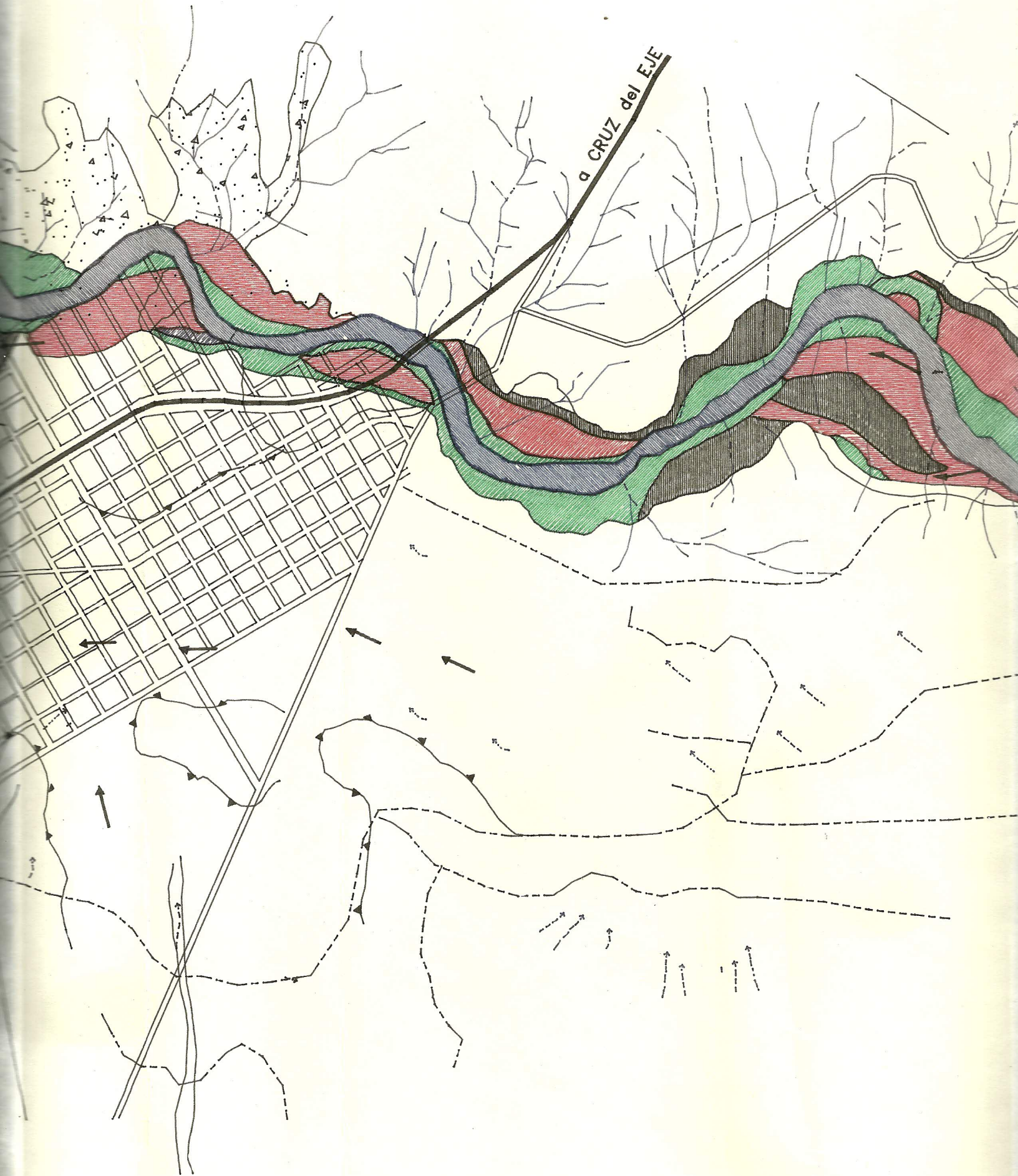
ION POR

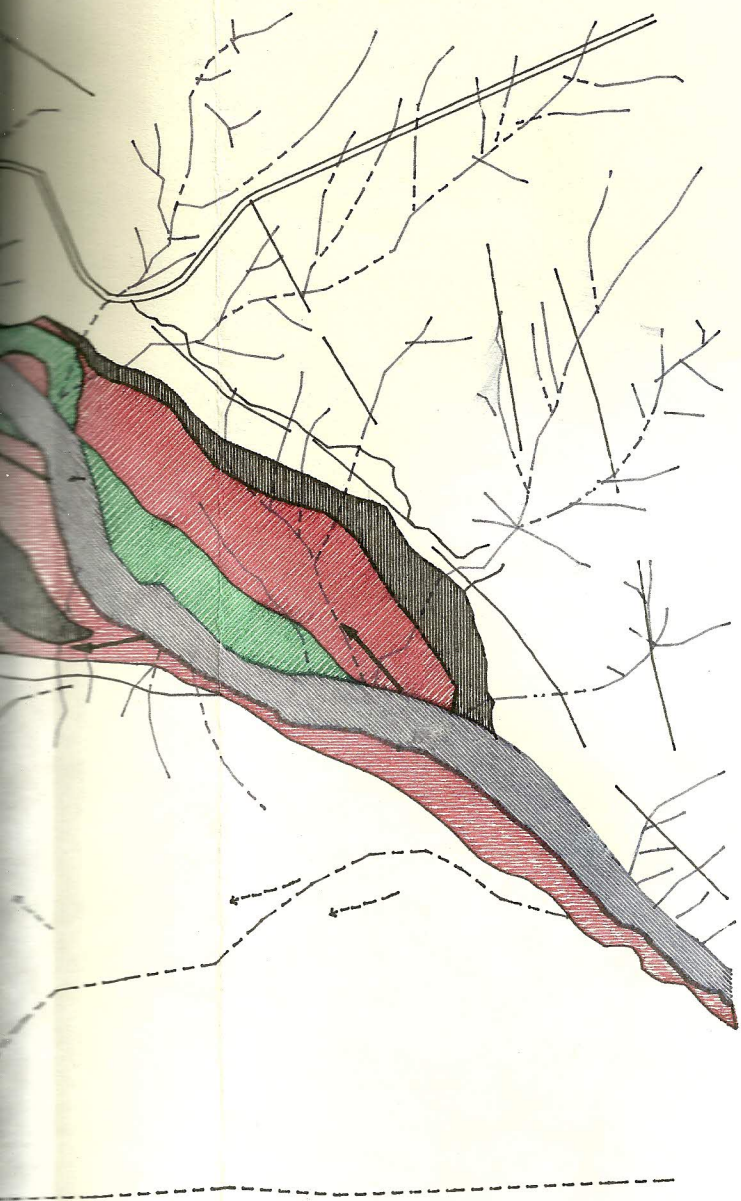
y crecimiento lateral
(segamientos)

frontal de las aguas de crecida

ante la ocurrencia de las

o parcial ante la ocurrencia





CARTA PRELIMINAR DE AMENAZA
DE INUNDACION — VILLA DE SOTO —
CORDOBA

REALIZO: —CIHRSA
—DIR. DE GEOLOGIA
—D.I.P.A.S.

FECHA: OCTUBRE, 1994.