

# **CARTA DE AMENAZA DE INUNDACION PARA EL DISEÑO DE OBRAS EN CIUDAD DE CORDOBA ARGENTINA**

**Profesor Geólogo Rubén Mario del Valle Menso**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA ARGENTINA (+)  
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS  
(CONICET) (++)**

**(+)Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Cátedra de Fotogeología y Teledetección  
Docente Investigador Cat. IV - Profesor Adjunto  
(++) Profesional Principal**

**Av. Velez Sarsfield N° 1611, (5016) - Córdoba, Republica Argentina**

**<http://www.efn.uncor.edu> - Tel.: 00543514334141**

**E-mail: [rmenso@efn.uncor.edu](mailto:rmenso@efn.uncor.edu)**

**[rubenmenso@gmail.com](mailto:rubenmenso@gmail.com)**

**PALABRAS CLAVES: Inundaciones, Amenazas, Geomorfología y Planificación Territorial**

## **RESUMEN**

Al oeste, sur-oeste y sur de la ciudad de Córdoba y sus adyacencias, durante el verano térmico ocurren con una recurrencia prácticamente anual, lluvias de alta intensidad, que producen procesos inundantes, anegamientos y de erosión acelerada, generados por cuencas desarrolladas en las zonas rurales, que producen riesgos naturales y antrópicos significativos, en donde se ven afectados importantes sectores del ejido urbano, perjudicando aproximadamente 400.000 habitantes.

Ante esta situación, se ha realizado el presente trabajo el cual constituye una carta de peligrosidad que pone en evidencia la amenaza hidrometeorológica a que está expuesto el territorio comprendido por el ejido urbano de la ciudad de Córdoba, tomando en consideración sus características geológicas y geomorfológicas.

Se utilizó el criterio de delimitar el área en base al concepto de cuenca hidrográfica, en razón de representar los movimientos hídricos que ingresan por el oeste y sur-oeste de la Ciudad, posteriormente se realizaron análisis hidrogeomorfológicos de detalle, que se centraron en reconocimiento, definición, jerarquización y delimitación de las amenazas de las áreas afectadas.

Los resultados obtenidos, han permitido materializar una carta temática de Amenaza ácuea, encaminada a explicitar, las factibilidades del uso territorial; el reconocimiento de la ubicación de las inundaciones; el grado de amenaza a que están expuestos los distintos sectores. Por lo tanto, la información contenida, permite el desarrollo de soluciones, para evitar y/o mitigar las inundaciones provocadas por las lluvias ocurridas en y fuera de la ciudad de Córdoba.

# LETTER OF FLOOD THREAT FOR DESIGN WORKS IN TOWN OF CORDOBA ARGENTINA

Profesor Geólogo Rubén Mario del Valle Menso

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA ARGENTINA (+)  
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS  
(CONICET) (++)

(+)Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Cátedra de Fotogeología y Teledetección  
Docente Investigador Cat. IV - Profesor Adjunto  
(++) Profesional Principal

Av. Velez Sarsfield N° 1611, (5016) - Córdoba, Republica Argentina

<http://www.efn.uncor.edu> - Tel.: 00543514334141

E-mail: [rmenso@efn.uncor.edu](mailto:rmenso@efn.uncor.edu)

[rubenmenso@gmail.com](mailto:rubenmenso@gmail.com)

KEYWORDS: floods, threats, geomorphology, Territorial planning

## **ABSTRACT**

West, southwest and south of city of Cordoba and its surroundings, during summer thermal, rains of high intensity, happen with practically annual recurrence, which produce processes of floods, flooding, processes of accelerated erosion and ground collapses, generated by developed river basins in the countryside, which are natural and anthropics significant risks, where important sectors of the urban areas are affected, harming approximately 400,000 inhabitants.

Facing this situation, the present work has been made stating as a letter of danger that puts in evidence the hydrometeorological threat to which the territory within the urban areas of the city of Cordoba is exposed, taking in consideration its geologic and geomorphologic characteristics.

The criterion on the basis of the concept of hydrographic river basin was used to delimit the area, in regard to represent the hydric movements that enter by the west and southwest of the City, later hidrogeomorfológicos analyses of detail were made, that were centred in recognition, definition, hierarchial structuring and boundary of the threats of the affected areas.

The results obtained, have allowed materializing a thematic letter of aqueous Threat, conducted to specify, the feasibilities of the territorial use; the recognition of the location of the floods; the threat degree to which the different sectors are exposed. Therefore, the information contained, allows the development of solutions, to avoid and/or mitigate the floods caused by rains that happen in and outside the city of Cordoba.

## **MATERIALES Y METODOS**

Para la realización de este trabajo se utilizó como base cartográfica la restitución aerofotogramétrica en escala 1:10.000 del ejido urbano de la ciudad de Córdoba, subdividida en nueve fracciones.

Los materiales fueron fotogramas de escalas aproximadas 1:5.000, 1:20.000 y 1:50.000, pancromáticos, en blanco y negro y secuencia estereoscópica, correspondientes a vuelos regulares de relevamiento fotográfico efectuados durante el transcurso de varios años 1970, 1984, 1987 y 1996 y actuales. En cuanto al análisis del marco regional, se emplearon imágenes Landsat – TM a escala 1:150.000 de diferentes años.

En primera instancia, se utilizó el criterio de delimitar el área en base al concepto de cuenca hidrográfica, en razón de representar las inundaciones que ingresan por el, oeste, suroeste y sur de la Ciudad.

En segunda instancia, los análisis de carácter hidrodinámico, se centraron en el reconocimiento, definición y delimitación de las subcuencas hidrográficas con aporte a las áreas suburbanas, como también los ambientes, unidades y elementos geomorfológicos, con el propósito de contar con una base de información para la aplicación de estudios hidrológicos que permiten plantear alternativas de solución a las inundaciones de la zona expresada en la cartografía temática.

Con estos materiales se realizó la tarea de fotoanálisis estereoscópico orientado a la identificación de las distintas situaciones de peligrosidad que afectan al ejido urbano. Dichas situaciones han sido categorizadas mediante la elaboración de escalas de clases y grados de peligrosidad (inundación, erosión acelerada, anegamiento), atendiendo a las formas del relieve, su posición, materiales y estructuras que las conforman, además de las actividades humanas, en particular las que han promovido y promueven las mayores interferencias y alteraciones del medio físico natural.

## **RESULTADOS A NIVEL REGIONAL**

**Características regionales:** El área se ubica entre los 31° 25' y 31° 35' de Latitud Sur y los 64° 30' y 64° 10' de Longitud Oeste. (**ANEXO N° 1**)

Las cuencas que afectan la ciudad de Córdoba presentan un escurrimiento general Oeste - Este, desarrolladas en el sector que comprende parte de la pendiente oriental de las Sierras Chicas, el área pedemontana adyacente representada por la unidad del conoide del Río Suquia (Quintana Salvat, F., 1994). Incluye un sector de la depresión periférica (Capitanelli 1979), limitada al oeste por la unidad orográfica de las Sierras Chicas y al este, por la plataforma basculada de la llanura. Estructuralmente encaja dentro del esquema de las Sierras Pampeanas (Gordillo, C.E. y Lencinas, A.N., 1979). El clima De acuerdo a la caracterización de R. Capitanelli (1979) al "Dominio Semi- seco con tendencia al Semi-húmedo de las planicies, con gran déficit de agua (100-200 mm) y sin invierno térmico, de pie de monte". La temperatura media es de 17° C, la máxima media de 25° C y la mínima media de 10° C. El valor máximo registrado es de 45° C y el mínimo de – 8° C. El verano térmico marcado se extiende de noviembre hasta abril, ocurriendo en este periodo las máximas precipitaciones generalmente producidas por tormentas convectivas. Este hecho sumado a que el periodo septiembre-diciembre coincide con la época de siembra (soja-maíz) e involucra el estado de suelo desnudo, que favorece en gran medida la generación de crecientes y situaciones de desastres.

## **RED HIDROGRÁFICA QUE AFECTA EL AREA (ANEXO N° 2)**

El marco hidrogeomorfológico en el que se localiza la red corresponde, según un perfil transversal oeste-este, la zona de la vertiente oriental de las Sierras Chicas y su Pie de

Monte en donde se encuentran las subcuencas a saber:

A - Arroyo Saldán (235 km<sup>2</sup>); B - Subcuencas con desagüe en el Río Suquia. Entre Paredón de dique San Roque y Río Saldán. (155 km<sup>2</sup>); C - Arroyo La cañada (300 km<sup>2</sup>); D - Camino 60 cuabras (352 km<sup>2</sup>); E - Santa Isabel (31 km<sup>2</sup>); F - Ciudad – Oeste (20 km<sup>2</sup>); G - Quebradas Las Rosas (32 km<sup>2</sup>); H - Ciudad – Norte (53 km<sup>2</sup>); I - Lomas de San Pedro (23 km<sup>2</sup>); J – Arguello (70 km<sup>2</sup>); y K - Aeropuerto Córdoba (271 km<sup>2</sup>); constituyendo una SUPERFICIE TOTAL de aporte sobre la Ciudad de Córdoba de 1542 km<sup>2</sup>; y sobre nuestra zona de trabajo, la Cuenca del Arroyo La Cañada

### **RESULTADOS A NIVEL DE LA CUENCA DEL ARROYO LA CAÑADA (ANEXO N° 3).**

En el ámbito de la cuenca en cuestión, se logro definir, las siguientes entidades morfoestructurales, con sus características geológicas, geomorfológicas e hidrodinámicas que son: **Sistema montañoso; Sistema de colinas; Depresiones interserranas; Valles intermontanos; Lomadas de pie de monte; Planicie loéssica y Planos aluviales del arroyo La Cañada.**

En cuanto a los procesos Inundantes, la zona estudiada es afectada por procesos que crean situaciones de inestabilidad, ligados al desplazamiento de las aguas superficiales en forma esporádica durante el período de mayores precipitaciones. Las variables recurrentes que intervienen en este riesgo son: Las características geomorfológicas que definen las formas determinantes de la captura y traslado de las aguas; el clima que define la cantidad e intensidad de las precipitaciones que se producen y por ultimo la acción antrópica. El estudio, define que la hidrodinámica de la zona, afecta a los sectores rurales, periurbano y urbano de la ciudad de Córdoba, en dos tipos de inundaciones: Una de carácter fluvial y otra derivada de la contribución de los caudales mantiformes generados en las cuencas laterales y/o en los extensos interfluvios. Y en cuanto, los procesos que afectan a la zona creando situaciones de inestabilidad por erosión, el mismo es producto de la actividad humana que ha alterado considerablemente al medio natural. Así la vegetación ha sido modificada severamente por tala indiscriminada o por incendios, aconteciendo lo mismo en los valles, en donde, además se suma la acción del sobrepastoreo. Todo ello conduce a una pronunciada disminución de la infiltración y un considerable aumento de la escorrentía. En el ámbito fluvial, está presente la erosión de márgenes, salvo en los sectores canalizados,

### **RESULTADOS A NIVEL DE EJIDO URBANO (ANEXO N° 4)**

Los datos obtenidos en la etapa de fotointerpretación en laboratorio y las correspondientes verificaciones in situ, han permitido elaborar la zonificación y jerarquización de las diferentes amenazas de inundación y anegamiento. Estas, dentro del ejido urbano, están dadas por:

**Inundaciones fluviales:** Son las producidas por los desbordes del arroyo La Cañada, que afectan principalmente los planos aluviales bajos, es decir el lecho de inundación y la terraza baja en sus subniveles inferior, medio y, parcialmente, superior. Los barrios ribereños situados en el pie de monte medio-distal y en la llanura proximal, se encuentran en distintas situaciones de peligrosidad ante la ocurrencia de un evento inundante.

**Anegamientos en Interfluvios:** Son producidos por precipitaciones pluviales de alta intensidad que caen fuera y dentro del territorio comprendido por el ejido urbano. Incluyen también los anegamientos producidos por el afloramiento de la capa freática debido a la sumatoria de causas naturales y antrópicas.

## **CLASES Y/O GRADOS DE AMENAZA - PELIGRO DE INUNDACION FLUVIAL**

“**CLASE 1 (I 1)**”: Totalmente inundable en crecientes ordinarias

“**CLASE 2 (I 2)**”: Parcialmente afectable en crecientes ordinarias e inundable en crecientes severas.

“**CLASE 3 (I 3)**”: Parcialmente afectable en crecientes severas e inundable en crecientes extremas

“**CLASE 4 (I 4)**”: Poco afectable en crecientes extremas e inundable en una creciete excepcional.

“**CLASE 5 (I 5)**”: Fuera de peligro o muy poco afectable en una creciete catastrófica

“**CLASE 6 (I 6)**”: Fuera de peligro

## **CLASE Y/O GRADO DE AMENAZA-PELIGRO DE ANEGAMIENTO EN INTERFLUVIOS**

“**CLASE 0 (A0)**”: Excesivamente anegable. Viviendas e infraestructura en general, muy afectadas.

“**CLASE 1 (A1)**”: Muy anegable. Viviendas e infraestructura afectadas, sobre todo en las áreas más deprimidas.

“**CLASE 2 (A2)**”: Anegable. Viviendas e infraestructura moderadamente afectadas.

“**CLASE 3 (A3)**”: Poco anegable. Viviendas e infraestructura en general, escasamente afectadas.

“**CLASE 4 (A4)**”: No anegable. Sin ningún peligro de sufrir anegamientos.

## **CONCLUSIONES**

- El ejido urbano se ve afectado, durante el lapso que corresponde al verano térmico, por inundaciones, anegamientos producidos por lluvias de alta intensidad.
- Dentro del ámbito interfluvial, las lluvias de alta intensidad originan mantos de crecientes en las partes más elevadas de este relieve, ingresando a la ciudad por el NO, O y SO de la misma como “mantos restringidos” a lo largo de cañadas amplias (subcuencas laterales), por las que discurren los excesos hídricos.
- El panorama se complica aún más, por las lluvias que caen directamente sobre la ciudad, afectando numerosas arterias y viviendas de diversos barrios.
- Es indudable que en buena medida, la inestabilidad hídrica tiene un origen antrópico. El descontrolado crecimiento urbano iniciado en la década de los años 50 del pasado siglo y la progresiva alteración del medio natural adyacente a la ciudad de Córdoba, modificaron radicalmente las condiciones originales del drenaje natural.
- Las precipitaciones determinan que los canales maestros y secundarios que transcurren por el ámbito de la planicie, son también responsables de anegamientos por el efecto de embalse de los mantos de creciete que producen los albardones artificiales.
- Las distintas arterias que atraviesan las áreas de ajuste entre el ámbito de la planicie y el ámbito fluvial, conducen importantes caudales que evacuan rápidamente en función de los elevados valores de las pendientes locales, convirtiéndose en verdaderos “torrentes urbanos” que arrastran todo lo que encuentran a su paso.
- Las obras de infraestructura y los ciudadanos que viven sobre las márgenes del río Suquía, se encuentran ante una seria amenaza de inundación al estar invadiendo la línea de ribera (nunca determinada).
- En el ámbito fluvial del arroyo La Cañada, en los tramos no sistematizados, hay construcciones que ocupan el lecho de inundación episódico e inclusive el periódico. Complicando la situación, hay lugares que se encuentran severamente amenazados

por procesos de erosión de márgenes, los que finalmente terminaron por destruir varias construcciones precarias.

## **RECOMENDACIONES PARA MITIGAR DESASTRES**

### **A- Terrenos interfluviales**

1. Programar dentro del mediano plazo un canal de evacuación periférico.
2. Incrementar obras de desagüe pluvial urbano.
3. Desarrollar obras de desagües cloacales y sus correspondientes plantas de tratamiento de efluentes, y eliminar progresivamente los pozos negros con desagote a la freática y capas más profundas.
4. Refuncionalización de los canales maestros y secundarios adecuando su capacidad de conducción para que actúen, según las circunstancias, como canales de riego o de evacuación de excesos hídricos.
5. Readequar las obras de arte (alcantarillado) que fueran necesarias, en todas las rutas y en los terraplenes de vías férreas que la atraviesan.
6. En las áreas suburbanas, neutralizar el emplazamiento de nuevos barrios periféricos .
7. Planificación del uso del suelo en las zonas rurales adyacentes al ejido urbano, tendiente a restablecer el primitivo equilibrio infiltración-escorrentía.

### **B- Terrenos fluviales**

1. Determinar perentoriamente la línea de ribera de los ejes fluviales que interesan a la ciudad, esto es, el río Suquía (Primero) y el arroyo La Cañada.
2. Impedir nuevas construcciones de cualquier tipo que invadan la línea de ribera.
3. Desarrollar la mayor cantidad posible de parques lineales y áreas de reservas naturales sobre el lecho de inundación periódico y episódico del arroyo La Cañada. Estas áreas podrán ser afectadas a recreación y deportes.
4. Es necesario completar la sistematización del tramo ciudadano faltante del arroyo La Cañada (extremo SO).
5. Elevación del umbral de La Lagunilla mediante la construcción de una represa que regule las crecientes del arroyo La Cañada .

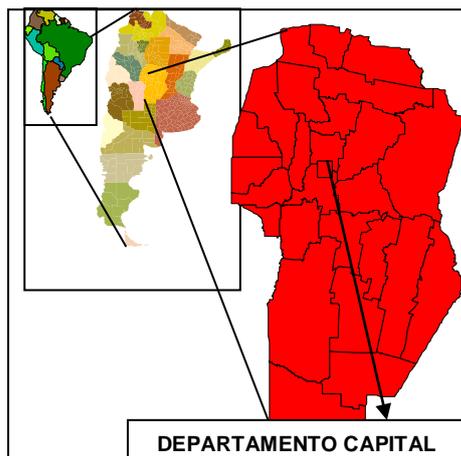
## **BIBLIOGRAFIA**

- \*- D.I.P.A.S., 2000. Presa: 08 - San Roque. Direc. Prov. de Agua y Saneamiento, Min. Ob. Púb., Prov. de Córdoba. XVIII. Congreso Nac. del Agua, Termas de Río Hondo, Sgo. del Est. Panel.
- \*- MENSÓ, R. M., 2000. Base geomorfológica para el control de las inundaciones al oeste de la ciudad de Córdoba. Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Tema 9: Geomorfología, Erosión y Sedimentación.
- \*- MENSÓ, R. M., 1996. Estudio hidrodinámico de la subcuenca arroyo La Cañada. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. IV, nº 2-1, pág 263 a 277.
- \*- PANIAGUA, S., 1995. Los desastres naturales y sus implicaciones en América Central. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. Revista Geológica de América Central. (ISSN: 0256-7024), nº 18, pág. 107.
- \*- QUINTANA SALVAT, F., BARBEITO, O. L. y MENSÓ, R.M., 2002. Carta de Peligrosidad (Amenaza) de Inundación, Erosión y Anegamiento Para las Acciones de Prevención – Ciudad de Córdoba -, Ed. Municipalidad de Córdoba. (I.S.B.N. N° 987-9129-15-6).

- \*- QUINTANA SALVAT, F. y VENDRAMINI, N., 2001. Alternativas de solución para el saneamiento de inundación urbana en el suroeste de la ciudad de Córdoba. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. X, nº 1-2.
- \*- QUINTANA SALVAT, F. y BARBEITO, O. L., 2000. Carta geomorfológica de la ciudad de Córdoba. Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua, Termas de Río Hondo, Sgo. del Est. Tema 9: Geomorfología, Erosión y Sedimentación.
- \*- QUINTANA SALVAT, F., BARBEITO, O. L. y MENSÓ, R. M., 1998. Carta geológica-geomorfológica de la ciudad de Córdoba y su entorno. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. VII, nº 1-2, pág 324 a 339.
- \*- QUINTANA SALVAT, F. y BARBEITO, O. L., 1997. Investigación geohidrológica básica para la planificación territorial. Actas del IV Simposio Argentino de Teledetección, San Juan, cap. Geología, pág. 132.
- \*- QUINTANA SALVAT, F., BARBEITO, O. L. y MENSÓ, R. M., 1996. Estudio hidrogeomorfológico para la prevención de las inundaciones en la ciudad de Córdoba. Actas, II Jornadas Nacionales de Saneamiento Pluvial Urbano. Córdoba.
- \*- QUINTANA SALVAT, F. y BARBEITO, O. L., 1994. Base geológica-geomorfológica para la planificación territorial de la ciudad de Córdoba y su entorno-Ejido Municipal. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. III, nº 1.
- \*- SANTA CRUZ, J. N., 1972. Geología del este de la Sierra Chica (Córdoba). Valle del río Primero. Bol. Asoc. Geol. de Córdoba., tomo 1, nº 3-4, pág. 102.
- \*- TECCO, C. A., 1999. Periurbanización y metropolización, desafíos y cuestiones críticas en el área metropolitana Córdoba. Administración Pública y Sociedad. Publicación periódica del IIFAP, U.N.C., nº 12, 2 DOSSIER, pág. 5.

### **ANEXO N° 1**

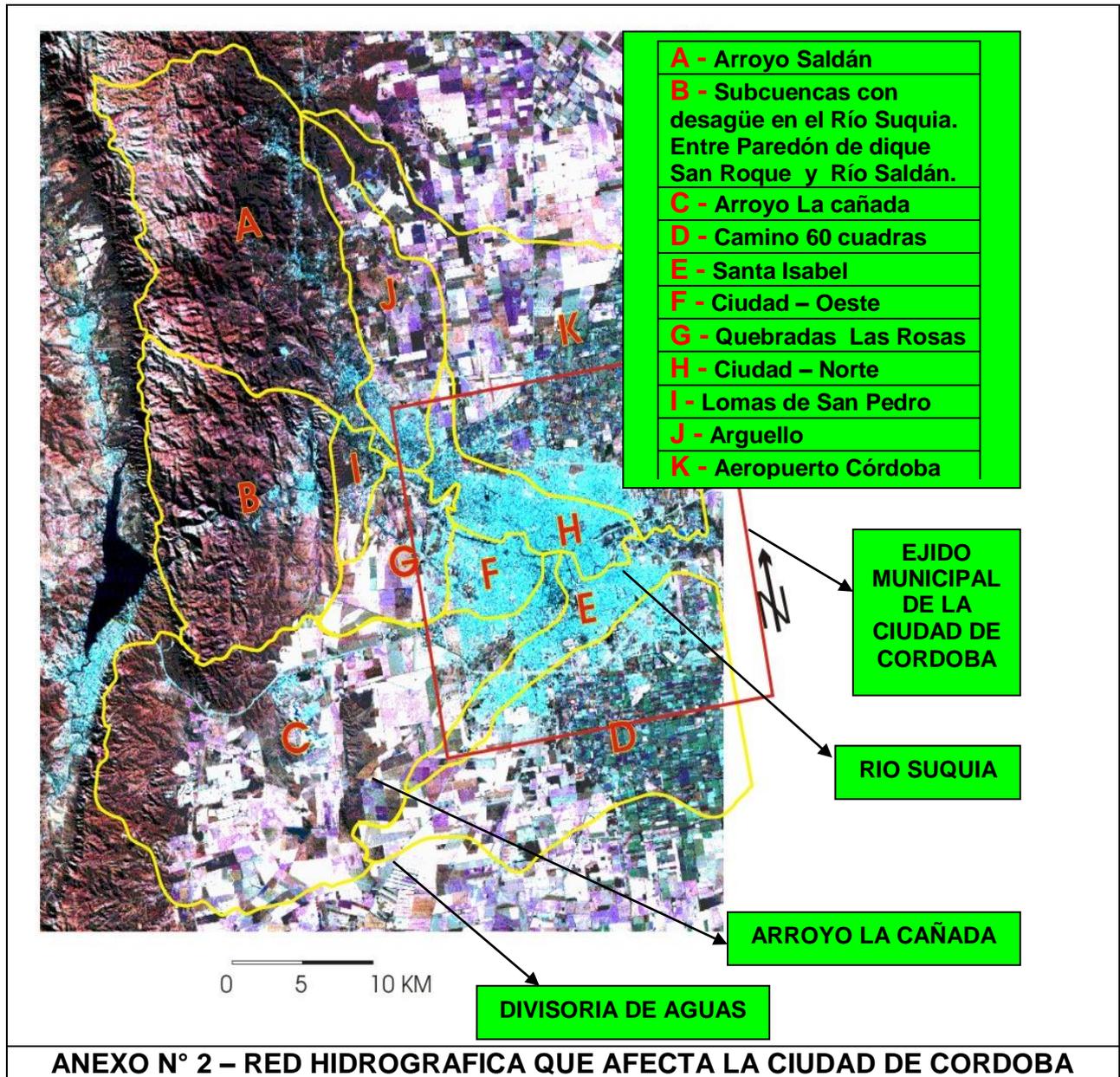
Ubicación entre los 31° 25' y 31° 35' de Latitud Sur y los 64° 30' y 64° 10' de Longitud Oeste.



**UBICACIÓN  
GEOGRAFICA  
AREA DE TRABAJO**

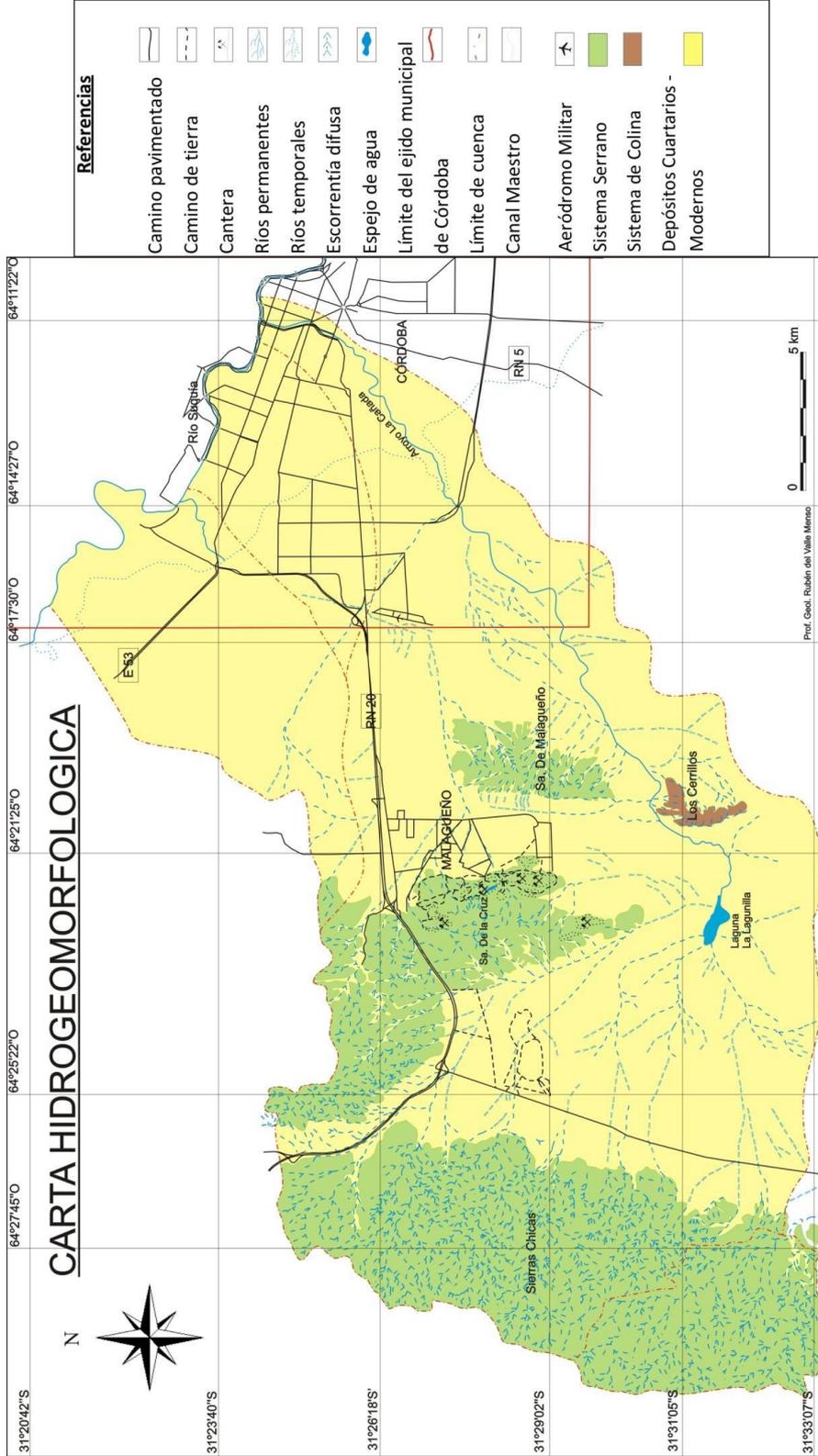
**ANEXO N° 2**

**RED HIDROGRÁFICA QUE AFECTA LA CIUDAD DE CORDOBA**



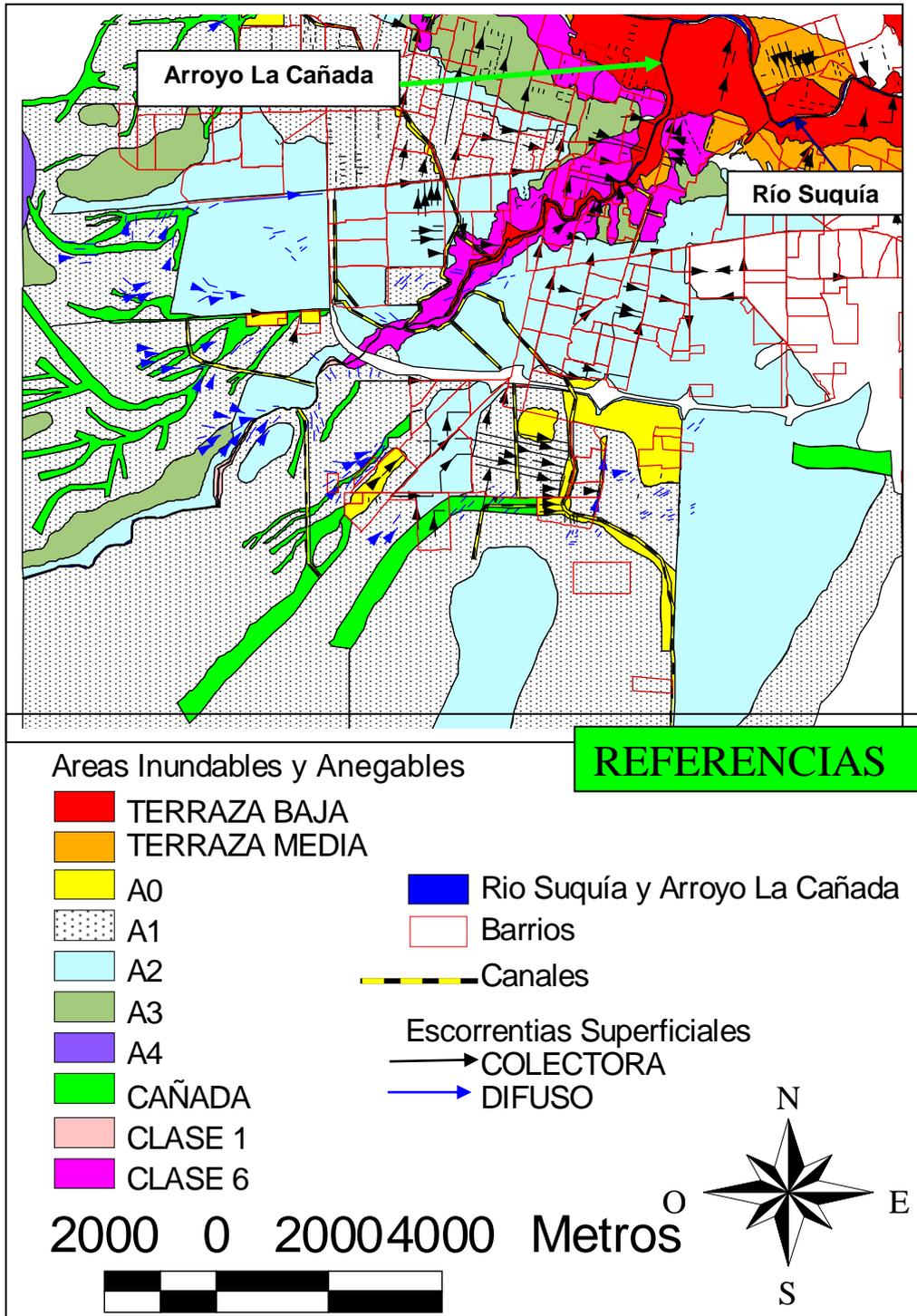
## ANEXO N° 3

### RESULTADOS A NIVEL CUENCA DEL ARROYO LA CAÑADA CARTA HIDROGEOMORFOLOGICA



**ANEXO N° 4**

**RESULTADOS A NIVEL DE EJIDO URBANO**



**REFERENCIAS**

**ANEXO N° 4 – Carta de Amenaza de Inundación y Aneamiento de la Ciudad de Córdoba (Sector oeste, sur-oeste y sur)**