

01X12
V19d
II

44303

CONVENIO CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES – PCIA SANTA FE



**DIGITALIZACIÓN – VECTORIZACIÓN DE
INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA
DEPARTAMENTO GENERAL OBLIGADO
SECTOR NORTE
(PCIA. DE SANTA FE)**

DINAMICA HÍDRICA SUPERFICIAL

Experto: P.T.C. José Antonio Villordo

RESUMEN

En los años 1980 y 1990 se preparó cartografía temática expeditiva en el norte de la provincia de Santa Fe en el marco del Convenio de Bajos Submeridionales, confeccionándose cartas de dinámica hídrica superficial como herramienta de análisis para estudios hidrológicos y planes de manejo de agua.

El objetivo ahora es digitalizar, georreferenciar y vectorizar esta información para ser utilizada como base para la organización de un Sistema de Información Geográfico, acondicionando esas cartas con enfoques cartográficos no convencionales, ya que la zona de estudio muestra la existencia de una planicie con desniveles de escasa significación, con suelos, vegetación y condiciones hidrográficas peculiares que caracterizan a la denominada llanura chaqueña con un escurrimiento dificultoso, por la ausencia de cursos de agua naturales y con presencia de elementos condicionantes del escurrimiento que actúan como divisorias de agua muy frágiles y vías de escurrimiento poco definidas.

Para la confección de la cartografía se utilizó como base de referencia, el sistema adoptado por la Provincia, sistema Gauss Krüger faja 5 elipsoide WGS 84, esta información se encuentra distribuida en forma separada en cartas coincidentes con las cartas IGM y en formato DGN, por tal motivo, se exportó la información aportada, a un formato DWG, se determinaron las coordenadas de los puntos sobresalientes para georreferenciar los mapas de Dinámica Hídrica Superficial

En el procesamiento de las imágenes satelitales se realizó una combinación de bandas para tener una mejor definición de las áreas inundadas, que por diversos factores, recurrentemente^{afectan} superficies cambiantes.

Los mapas de Escurrimiento Hojas Los Amores y Florencia presentan cierta heterogeneidad en la definición de los componentes que es conveniente resumirlos y simplificarlos, permitiendo apreciar especialmente el comportamiento de los escurrimientos superficiales y su ordenamiento en cuencas y subcuencas.

Esta experiencia, lleva a considerar la posibilidad de realizar actualizaciones periódicas del sistema, que nos permita detectar nuevas áreas afectadas debido a la interferencia de obras planificadas o ilegales, mediante la utilización de combinación de imágenes Landsat en bandas 752 a efecto de generar una base única para su uso en diferentes escalas.

INTRODUCCIÓN

Entre los años 1980 y 1990 el Convenio C.F.I. – Prov. de Santa Fe preparó cartografía temática expeditiva en el norte de la provincia de Santa Fe en el marco del Convenio de Bajos Submeridionales. Se confeccionaron cartas de dinámica hídrica superficial como herramienta de análisis para los estudios hidrológicos y planes de manejo de agua proyectados.

El sector norte del departamento General Obligado se cubrió con dos hojas cartográficas en escala 1: 50000 (Hoja 1: Los Amores y Hoja 2 : Florencia) (gráfico n° 1), cuya información en el presente trabajo se digitalizo, georreferenció y vectorizo a los efectos de poder ser utilizada como base para la organización de un Sistema de Información Geográfico (S.I.G.).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en acondicionar esas cartas de **dinámica hídrica superficial (D.H.S.)**, generando así material actualizado para la conformación de dicho S.I.G..

En razón de que las cartas bases reflejan situaciones hídricas de 20 años atrás, se considera necesario para la confección de la nueva cartografía; la actualización mediante el montaje de las siguientes capas temáticas:

Infraestructura: Mapa base con rutas provinciales y nacionales, red secundaria provincial, caminos vecinales, localidades, distritos, provisto por el Servicio Provincial de Catastro e Información Territorial (SCIT).

Hidrografía principal: provisto por el SCIT, utilizado solamente a nivel de referencia.

Áreas homogéneas: De estudios anteriores realizados por el Convenio C.F.I. - Sta. Fe.

Sistema de obras hidráulicas e hidroviales: Digitalización de información utilizada en trabajos anteriores y actualización sobre imágenes Landsat 7 de reciente adquisición por el Convenio C.F.I. - Sta. Fe.

MARCO GEOGRÁFICO

El sector cubierto por las Hojas 1 y 2, que se aprecia en el gráfico n° 1 cubre una superficie aprox. de 350.000 Has.

El aspecto general de la zona de estudio muestra la existencia de una planicie de orientación general NW-SE, en algunos sectores con desniveles de escasa significación, lo que, sumado a las características de los suelos y de la vegetación que los cubre, se traduce en condiciones hidrográficas peculiares que caracterizan la denominada **llanura chaqueña**.

El comportamiento típico de la llanura chaqueña, incluye la ocurrencia de prolongadas inundaciones, debido a que su estructura está caracterizada por suelos impermeables muy planos y una red hidrográfica muy pobre. Las precipitaciones actuales de gran intensidad, que ingresan grandes volúmenes de agua en poco tiempo generan excesos que permanecen largos períodos en la superficie descripta provocando encharcamientos y la extensión de superficies anegadizas con características de pantanos en razón de su permanencia y recurrencia en estas últimas décadas, y que los colectores de la cuenca hídrica chaqueña son insuficientes para transportar el agua caída en su cuenca.

Los aportes de agua a esta sección, provienen de la región central chaqueña, (Va. Ángela, San Bernardo, La Tigra, Va. Berthet), a través de un escurrimiento dificultoso que se caracteriza por la ausencia de cursos de agua naturales con presencia de elementos condicionantes del escurrimiento que actúan como divisorias de agua muy frágiles y vías de escurrimiento poco definidas.

Estas masas de agua ingresan de esta manera al área de estudio por el límite interprovincial y por la sección de paso del ferrocarril en el tramo Cañada Ombú – Los Amores que a su vez actúa como un límite entre el paisaje hídrico extendido al oeste, descripto en el trabajo anterior **“Sistema de Información Geográfica para la Región Bajos Submeridionales”**. Esta unidad se caracteriza por tener anchas vías de desagües sobre una amplia planicie inundable que se traduce en escurrimientos laminares encauzados muy esporádicamente en cañadas y esteros, poco integrados entre sí, consumiendo así su energía en vencer la resistencia producida por la cobertura vegetal, lo que provoca un retardo en el drenaje.

La baja pendiente general NW-SE y la dificultad de sortear el alcantarillado del ferrocarril en ese tramo y el leve resalte topográfico que se extiende al Este de las vías férreas y que se corresponde con otra unidad geomorfológica perfectamente diferenciada de la anterior provoca que esas masas de agua en parte vuelquen hacia el Sur, al sistema del arroyo Golondrinas. Estas dos unidades geomorfológicas desde el punto de vista hidrológico se corresponden con un sistema hidrológico no típico (SHNT) al Oeste y un sistema hidrológico típico (SHT) al Este.

Estos dos sistemas se encuentran en coalescencia en el área próxima a Los Amores – Cda. Ombú, probablemente por el efecto de una condicionante tectónica donde se confunden las características morfológicas e hidrológicas no típicas con los sectores de cabecera de la cuenca propiamente dicha del A° El Rey que presenta en esa zona un paisaje de esteros y cañadas de escurrimiento laminar mantiforme.

Los volúmenes de agua que inundan esa zona y el resto que atraviesa esa sección transita una planicie inundable con vías de agua poco definidas con zonas de trasvasamiento de la cuenca del A° Los Amores hacia la de El Rey (Cda. La Morocha – La Muñeca), en áreas donde el escurrimiento se hace lento, en un ambiente de esteros – pantanos y que finalmente se encauza en cañadas anchas y muy empastadas a medida que bajan hacia el SE donde se hacen más definidas. Más hacia el Este se hace sentir la influencia de los derrames del río Paraná , cuyo cauce principal se encontraba mucho más al Oeste que su posición actual.

El escaso desnivel que presenta el sector, que va en general de NNW-SSE, ocasiona serios problemas de escurrimiento. Al acercarse a sus desembocaduras, en el valle del Paraná, no pocos arroyos presentan un activo proceso de erosión regresiva, al atravesar el impedimento que para su desagüe significa el cordón agrícola levemente elevado, donde se ubica la Ruta Nac. N° 11 y las principales poblaciones.

Las características de la zona descripta anteriormente incorpora a las referencias y simbologías de las cartas de D.H.S., nuevas definiciones y jerarquizaciones de las mismas que se explican más adelante.

El valle de inundación del río Paraná se extiende al Este del cordón elevado mencionado anteriormente, separado del mismo por una pequeña barranca, a veces degradada en escalones y su descripción responde a una formación propia de ambientes formados por islas, ambientes lóticos, leníticos y semileníticos donde en el análisis y definición de la D.H.S. prevalece casi exclusivamente el régimen de crecidas del río Paraná, por lo tanto en esta unidad geomorfológica no se caracterizó dicha cartografía temática, pero si se identificaron y georreferenciaron sus ambientes geográficos.

METODOLOGÍA CARTOGRÁFICA

Para esta tarea se utilizó como base de referencia, el sistema adoptado por la Provincia, que a través del Servicio de Catastro e Información Territorial suministró la información cartográfica referenciada al sistema Gauss Krüger faja 5 elipsoide WGS 84, que consiste en la red de rutas nacionales, provinciales, hidrografía más importante, límite de distritos y parcelario rural, esta información se encuentra distribuida en forma separada en cartas coincidentes con las cartas IGM y en formato DGN, por tal motivo, se exportó la información aportada, a un formato DWG (compatible con Autocad 2000) para complementarla a la información existente en el Convenio C.F.I. – Santa Fe. Con este mapa estructurado, se determinaron las coordenadas de los puntos sobresalientes para georreferenciar los mapas de Dinámica Hídrica Superficial y como

así también las imágenes Landsat que serán utilizadas para complementar el ajuste y actualización del presente trabajo.

Los mapas de Dinámica Hídrica Superficial fueron elaborados oportunamente en la década de los años 80` y 90` en escala 1:50000 y respondían a levantamientos expeditivos en base a fotomosaicos semi-controlados referenciados a la proyección Gauss Krüger faja 5 apoyados en puntos de control trigonométricos del Instituto Geográfico Militar y de antecedentes cartográficos elaborados por el Proyecto Paraná Medio (A.y.E.E.). El área total que posee información, esta cubierta por dos de estos mapas que se actualizaron en el año 1996 y se redujeron a la escala 1: 100000, los mismos fueron escaneados, georreferenciados y provistos para este trabajo en formato digital Geotif; dichos mapas son los siguientes:

1	Mapa Escurrimiento Hoja Cartográfica LOS AMORES	dic/96
2	“ “ “ “ FLORENCIA	dic/96

En el Gráfico N° 1 se puede ver la distribución de estos Mapas y la cobertura de los mismos en el área de estudio.

Además se procesaron y georreferenciaron las siguientes imágenes Landsat :

Landsat TM 5 227/80 fecha 02/12/97

Landsat TM 5 227/80 fecha 09/04/98

Landsat TM 7 226/80 fecha 02/01/00

Landsat TM 7 227/79 fecha 18/12/00

Landsat TM 7 227/80 fecha 01/04/01

Landsat TM 7 227/80 fecha 19/11/01

En el Gráfico N° 2 se puede observar el área cubierta por cada imagen.

El procesamiento de las imágenes satelitales se realizó mediante la utilización de programas S.I.G. (formato raster). La tarea consiste en una combinación de bandas, de tal forma que se puede tener una mejor definición de las áreas inundadas. Si bien las tonalidades cambian debido a las condiciones generales del ecosistema atendiendo situaciones de inundación o sequía y la cobertura de vegetación y/o cultivo que abarque la zona en estudio, de las distintas combinaciones de bandas efectuadas, se adopta una combinación mediante la utilización de la banda 7 en el canal rojo, banda 5 en el canal verde y banda 2 en el canal azul, debido a que

como se puede apreciar en las imágenes se presenta un dominio de tonalidad verde para la vegetación y azul para el agua.

Cabe aclarar que debido a la metodología utilizada en su momento para realizar los mapas de Dinámica Hídrica originales, que al no responder a un levantamiento regular, generaban algunas deformaciones que se extendían en forma heterogénea en la superficie relevada; no fue posible la georreferenciación precisa de los mismos solamente con los puntos de apoyo de la información del S.C.I.T., por tal motivo es necesario complementar el ajuste con puntos y rasgos naturales extraídos de las imágenes satelitales georreferenciadas anteriormente.

Las imágenes detalladas anteriormente que en su conjunto cubren totalmente el área de estudio, nos da un contraste de distintos estados hídricos para un mismo lugar, lo que nos permite discernir con mejor precisión la magnitud de las áreas afectadas y el mayor riesgo de inundación de las mismas.

Una vez realizadas las tareas detalladas anteriormente se digitaliza la información volcada en los mapas de Dinámica Hídrica Superficial mediante un programa compatible con AutoCad 2000, ajustando algunos límites de las áreas temáticas mediante el auxilio de las imágenes georreferenciadas y se procede a la homogenización de las referencias y simbologías utilizadas en esos mapas.

DINÁMICA HÍDRICA SUPERFICIAL

Los mapas de E scorrimiento Hojas **Los Amores** y **Florencia** presentaban cierta heterogeneidad en la definición de los componentes que se identificaron cuando se confeccionaron, como así también contienen sobreabundancia de elementos identificados y cartografiados, que en esta etapa es conveniente que sean resumidos y simplificados para su mejor interpretación, por tal razón en este trabajo, se reformulan algunas de las definiciones contenidas hasta el presente.

La composición de los elementos definidos en los mapas de Dinámica Hídrica Superficial permiten apreciar especialmente el comportamiento de los escurrimientos superficiales y su ordenamiento en cuencas, subcuencas, o como generalmente sucede en este tipo de relieve, en ausencia de ese orden, la característica más importante del área es su tendencia a conformar regiones hídricas donde no existen divisorias de aguas definidas siendo los escurrimientos predominantes los laminares, y el almacenamiento en lagunas, esteros y bajos; y amortiguación al escurrimiento en cañadas y bañados; hasta que finalmente ingresan a una unidad donde es apreciable la conformación de cuencas más o menos definidas.

Es recomendable la adquisición y análisis de imágenes de satélites periódicamente para contrastar el efecto de obras y manejo agropecuario con la evolución de las superficies de inundación generadas por la acción de dichas obras y el efecto de distintos eventos climáticos.

La experiencia adquirida en el manejo de este tipo de información para evaluar situaciones críticas, nos lleva a considerar la posibilidad de realizar actualizaciones periódicas del sistema, que nos permita detectar nuevas áreas afectadas debido a la interferencia de obras planificadas o ilegales. Para esto es conveniente utilizar una combinación de imágenes Landsat en bandas 752 en RGB respectivamente que nos permite visualizar con mayor apreciación los espejos de agua.

Lo conveniente y aconsejable es utilizar la simbología del Instituto Geográfico Militar en la producción de cartografía, en el presente caso en razón de elaborar Cartografía Temática relacionada a la Dinámica Hídrica Superficial, se adoptó una simbología particular en versión digital utilizando herramientas sencillas compatibles con AutoCad 2000, que por los colores adoptados se relaciona con las que utiliza el IGM para identificar componentes semejantes a los que se interesa resaltar y que a su vez fueron utilizadas en el trabajo cartográfico: *"Sistema de Información Geográfica para la Región Bajos Submeridionales"*

La presencia del agua en la superficie terrestre universalmente es reconocida con el color Azul-Celeste, razón por la cual se utilizó este color con distintas tramas o texturas para representar los componentes geomorfológicos que la contienen en sus diversas formas y que toleran cambios de escala entre 1: 250.000 y 1: 50.000 sin perder su definición cartográfica.

La simbología adoptada y los criterios de identificación empleado para la caracterización de los componentes es la siguiente:

ESPEJO DE AGUA-LAGUNA: Áreas de alta capacidad de almacenamiento y amortiguación al escurrimiento, tiene halos de vegetación flotante y arraigados muy definidos, por lo tanto la línea de costa es fácilmente identificable.

BAJO-ESTERO: Cubetas de amortiguación al escurrimiento y escasa capacidad de almacenamiento, el estero se caracteriza por la presencia de especies palustre (pirizales, totorales) confundidos con la vegetación flotante.

CAÑADA DEFINIDA – VALLE DE INUNDACIÓN: Ambiente semiacuático con transfluencia direccional y especies de vegetación arraigadas, disminuyendo su densidad hacia la desembocadura, presenta un entalle topográfico bastante definido y también más marcado hacia su desembocadura.

CAÑADA: Extensa área de posición topográfica baja y llana, carece de entalle topográfico, funciona como elemento amortiguador al escurrimiento y en períodos de excesos

se comporta como área de escurrimiento definidos con frentes que abarcan de 500 a 5000 mts.

ÁREA ANEGADIZA: Área de inundación extraordinaria que responde a situaciones producidas en las décadas del 80' y 90' que son recurrentes con distintas características en la actualidad.

CURSO DE AGUA: Vía de escurrimiento de agua perfectamente definida en el terreno natural con un flujo de agua permanente. En la zona de estudio corresponden a los cursos del Río Salado y Arroyo Golondrinas.

CANALIZACIÓN: Curso de agua artificial construido con la finalidad de desaguar zonas bajas, se han identificado los canales construidos y mantenidos por la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas y otros que por sus efectos y características constructivas son reconocidos como tal.

Los componentes referidos anteriormente se identificaron en la primera etapa del análisis y corresponden a elementos que están definidos en el paisaje y relativamente son de fácil visualización en los mapas y en las imágenes.

El análisis de la Dinámica Hídrica Superficial exige la definición de estos componentes y aún de otros micro relieves si lo permite la escala ya que de la modalidad de interrelación de los mismos de acuerdo a sus relaciones cronológico-espaciales se deduce el funcionamiento hídrico superficial.

La carta de Dinámica Hídrica Superficial incorpora elementos de funcionamiento del sistema que surgen del análisis de los documentos compilados y de tareas de fotointerpretación para situaciones extremas de distintas fechas. Las mismas han sido mapeadas y simbolizadas en esta carta según los siguientes criterios, y simbología indicada en el Gráfico N°3:

DIVISORIA DE AGUAS: Franja elevada que separa cuencas hídricas, por lo general son franjas de 1 a 2 km de ancho más altas y planas, sin crestas definidas, por lo que se adopta la línea media de esa franja como divisoria.

DIVISORIA EVENTOS MENORES (1° orden): En anteriores informes se la identificaba como "Línea de máxima independencia de primer orden" que es la franja idealizada del terreno que une áreas levemente elevadas topográficamente que condicionan el escurrimiento creando cierta independencia y orientación al mismo. También cumplen esta función caminos con nulo o insuficiente alcantarillado, y canales profundos con terraplenes laterales.

DIVISORIA EVENTOS MENORES(2° orden): En anteriores informes se la identificaba como "Línea de máxima independencia de segundo orden". Franja del terreno también

idealizada, de menor jerarquía topográfica que generalmente corresponde a interfluvios entre cañadas o el efecto provocado por la traza de obras menores, por lo común es fácilmente trasvasada.

Las divisorias de eventos menores se indican con la finalidad de idealizar las divisorias de agua para facilitar el cálculo hidrológico.

SENTIDO DEFINIDO DE ESCURRIMIENTO: Es el escurrimiento que se provoca en vías de agua de sección perfectamente definidas, se produce en cursos de agua, canalizaciones y desagües de obras viales.

SENTIDO GENERAL DE ESCURRIMIENTO: Se manifiesta principalmente en zonas elevadas del sistema y en áreas de escurrimiento libre. Se han mapeado en forma general debido a la limitación de la escala. Se manifiestan en zonas de mayor pendiente y largas longitudes (3000 a 10000 mts.). Generalmente son interceptados por caminos y captados por sus cunetas.

SENTIDO DE TRASVASAMIENTO: Las características del relieve y la fragilidad de las divisorias explicadas anteriormente, conjuntamente a las características del escurrimiento generan cambios en el sentido del mismo, originando transfuencias entre cuencas; que se han representado en los lugares donde generalmente se producen, indicando el sentido del mismo.

SENTIDO LAMINAR DE ESCURRIMIENTO: Se indicó en la carta respetando el sentido predominante del mismo y en función de su importancia en cuanto al frente de avance que abarca. Normalmente estos frentes se producen en las áreas de cañadas pero no excluye su presencia en zonas próximas a las mismas en eventos de gran pluviosidad y saturación del suelo.

ÁREA CONDICIONANTE LEVEMENTE ELEVADA: Área más elevada que su entorno, que ante eventos de cierta magnitud “orienta” el flujo del agua hacia zonas más deprimidas y que en una situación de inundación puede no ser afectada. Son áreas de estas características que se resaltan en una llanura extremadamente plana.

BARRANCA – LÍMITE DEL VALLE DE INUNDACIÓN: Límite oriental del área de estudio, definida por una débil barranca que limita las aguas altas de las crecientes del río Paraná de la región conocida como domo oriental.

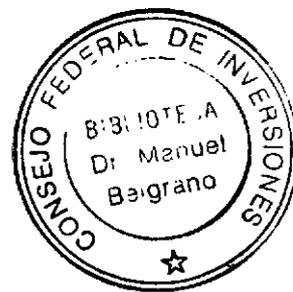
La simbología de la cartografía básica de referencia corresponde a la suministrada por el Servicio de Catastro e Información Territorial que identifica zonas urbanas, caminos y parcelarios.

MATERIAL CARTOGRÁFICO PRODUCIDO

Según las referencias y definiciones expuestas anteriormente se confeccionó sobre la Base Cartográfica Oficial de la Provincia de Santa Fe, la Cartografía Temática de Dinámica Hídrica Superficial que se produjo entre los años 80' y 90', homogenizando los criterios de su elaboración como la georreferenciación de la misma a efecto de generar una base única para su uso en diferentes escalas y que se superponga con los mapas de monte natural y áreas homogéneas confeccionados oportunamente y que también se encuentran incorporados a la información digital en programa compatible con AutoCad 2000 contenido en CD-ROM que acompaña el presente informe.

La información denominada: áreas de zonas homogéneas, corresponde a un mapa temático digitalizado de trabajos anteriores y simplificado a las áreas más destacadas. El archivo se denomina ZHomogeneas.dwg, y se encuentra referenciado al mapa principal.

Se preveen impresiones en tres escalas: 1:250000, 1:100000 y 1:50000 para lo cual se determino un conjunto de espesores de plumas que permite obtener en formato papel mapas temáticos o cartográficos en forma sencilla, dichos archivos de plumas se encuentran anexados en el presente Cdrom. Para ploteo en escala 1:250.000 se utiliza el archivo *Plumas1_250.ctb* ; escala 1:100.000 archivo *Plumas1_100.ctb* y para escala 1:50.000 el archivo *Plumas1_50.ctb* .



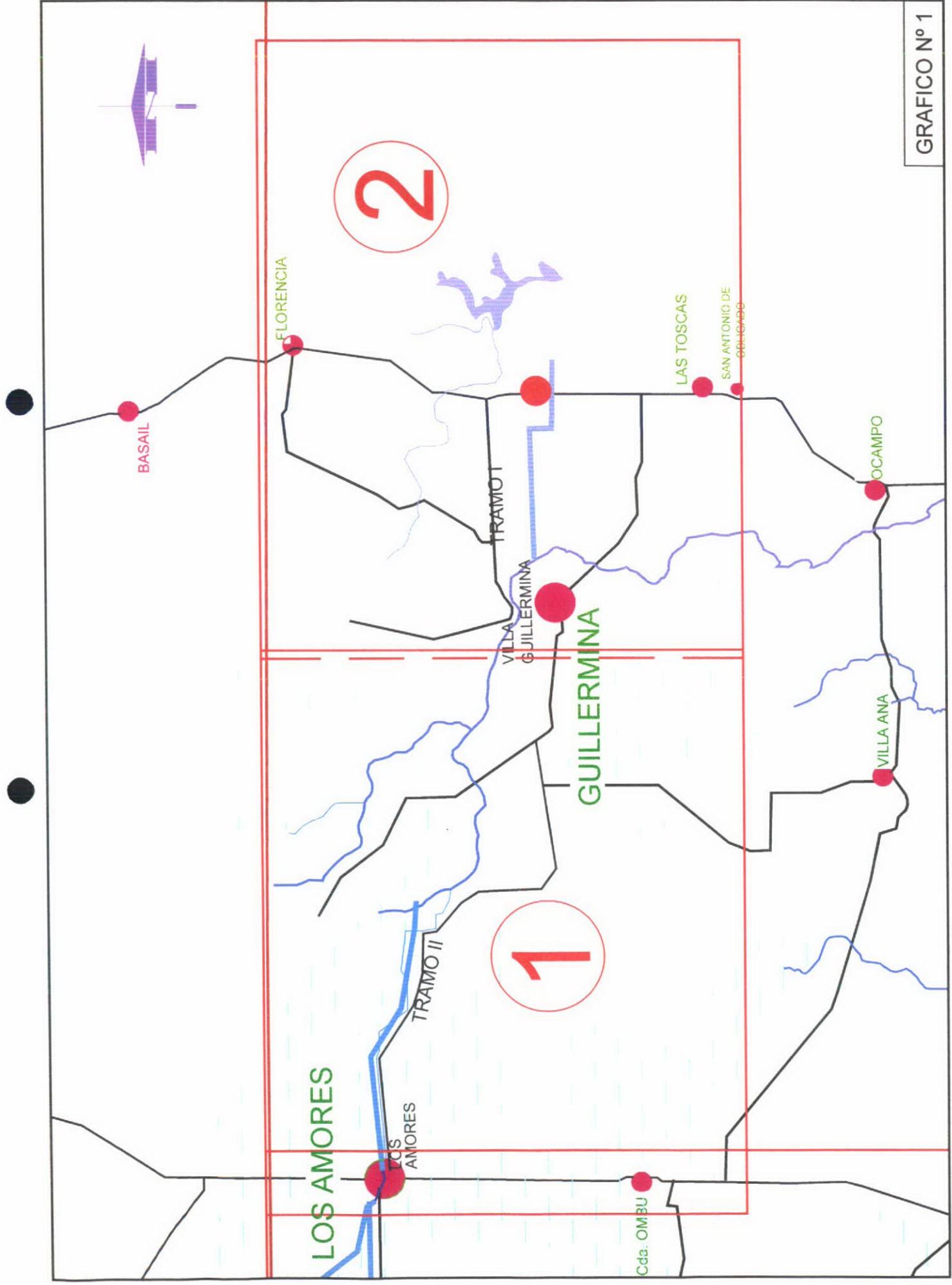


GRAFICO N° 1

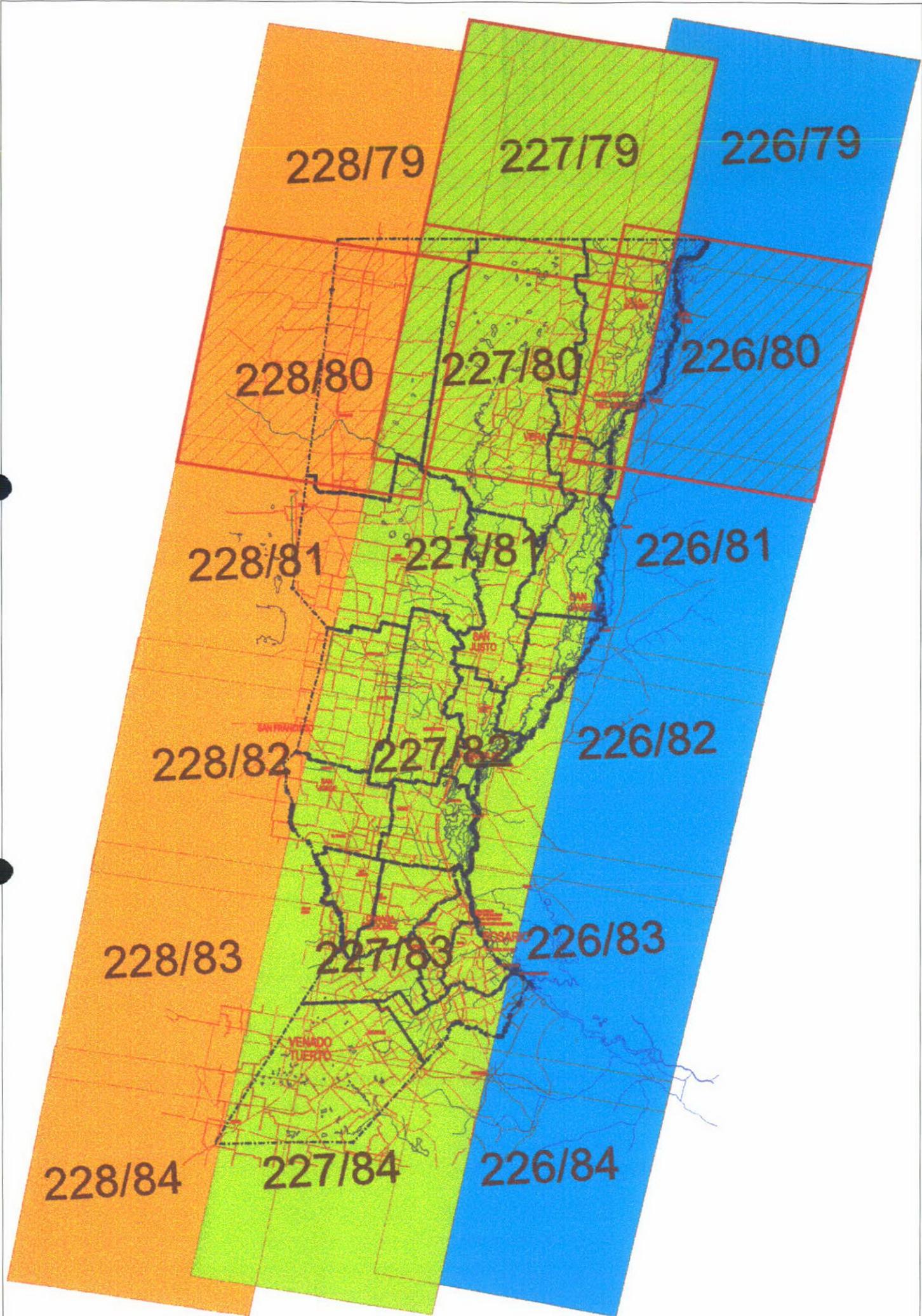


GRAFICO N° 2

Referencias

Simbología

	ÁREA ANEGADIZA
	CAÑADA
	CAÑADA DEFINIDA - VALLE INUNDACIÓN
	BAJO - ESTERO
	ESPEJO DE AGUA - LAGUNA
	CANALIZACIÓN
	CURSO DE AGUA
	DIVISORIA DE AGUAS
	DIVISORIA EVENTOS MENORES 1º ORDEN
	DIVISORIA EVENTOS MENORES 2º ORDEN
	AREA LEVEMENTE ELEVADA
	BARRANCA

ESCURRIMIENTOS

	SENTIDO DEFINIDO
	SENTIDO GENERAL
	SENTIDO LAMINAR
	SENTIDO DE TRASVASAMIENTO

REFERENCIAS BASE S.C.I.T.

	ZONA URBANA
	CAMINOS
	PARCELARIO
	FERROCARRIL

