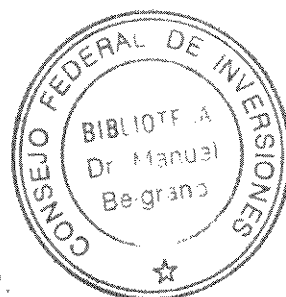
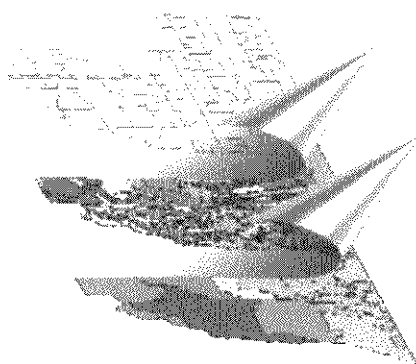


0/X10  
C11s

43449

# SISTEMATIZACION DE INFORMACION GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

## Informe Final





**RIESGO HIDRICO**

## INTRODUCCION

El objetivo de esta primera etapa del proyecto es la implementación de un sistema de alarma para las áreas que se ven afectadas por inundaciones en forma reiterada.

A tal fin, se consultaron trabajos existentes, se generó y actualizó cartografía, se recopiló información disponible en bases de datos y se realizó un análisis multitemporal de imágenes de los satélites Landsat 5 y 7.

También de acuerdo a lo previsto se generaron modelos digitales de terreno, para observar las características topográficas, tanto a escala provincial como a nivel de detalle.

## **TAREAS PREVISTAS DE ACUERDO AL CONTRATO**

TAREA 1: Análisis de variables involucradas en las situaciones de riesgo.

### 1.1 Riesgo hídrico.

- 1.1.1 Consulta a diferentes organismos nacionales y provinciales, recopilación y análisis de información disponible para cargar las bases de datos (datos estadísticos sobre vegetación, cultivos, información meteorológica).
- 1.1.2 Análisis de características topográficas y edáficas para la creación de modelos de predicción y sistemas de alarma. Seguimiento de estos procesos en el tiempo (origen y desarrollo) utilizando datos meteorológicos como una de las capas de información y bases de datos. Registro gráfico histórico de áreas afectadas a partir de imágenes de satélites meteorológicos, relacionados con información estadística. Generación de sistemas automáticos de alarma.

### **TAREA 1.1.1 RECOPIACION DE DATOS Y GENERACION DE CARTOGRAFIA TEMATICAS**

De acuerdo a lo previsto, se recopiló información para ser cargada en bases de datos con el fin de generar nuevas capas temáticas. En el caso de los registros pluviométricos, estos se tomaron en cuenta para determinar las fechas apropiadas en la selección y análisis de imágenes satelitales.

A continuación se detalla el material recopilado, sus características y origen. Las bases de datos se incluyen en el CD que acompaña el presente informe.

1. Datos sobre superficies cultivadas en 10 departamentos del Este de la Provincia de La Pampa, para los años 1881, 1914, 1937, 1960, 1988 y 1996, agrupados por cultivo. Información recopilada por el Ing. Agr. Fabián Lértora y presentada como base de datos utilizando las herramientas del sistema ArcView.
2. Registros tomados en 82 Estaciones Pluviométricas de la Provincia de La Pampa, desde enero de 1962 hasta agosto de 2002, agrupados mensualmente. Dirección de Aguas de la Provincia de La Pampa.
3. Datos Meteorológicos de la estación meteorológica Aeropuerto Santa Rosa, para el período 1981-1990. Servicio Meteorológico Nacional.
4. Temperaturas Medias, Máximas y Mínimas 1964-1997. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Anguil.

También se utilizó material de consulta. En algunos casos como cartografía de referencia y en otros casos por su contenido descriptivo.

1. ATLAS DE SUELOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA (INTA-Aeroterra S.A.). 1995. La escala de origen es 1:500.000. Las capas consultadas fueron: clima,

precipitaciones, amplitud térmica, temperaturas medias, temperaturas máximas, temperaturas mínimas y suelos.

2. INVENTARIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA (INTA-PROV. DE LA PAMPA-UNLPAM). 1980.

Las capas utilizadas fueron: suelos, vegetación, geomorfología, uso del suelo y aptitud.

3. CARTAS TOPOGRAFICAS DEL IGM a escala 1:250.000, 1:100.000 y 1:50.000.

Se utilizaron las curvas de nivel y puntos acotados digitalizados durante el año pasado con el fin de generar los modelos digitales de terreno, tanto a nivel provincial como de detalle.

4. RUTAS Y CAMINOS. Se incorporaron los cambios realizados por Vialidad Nacional y Vialidad Provincial para su actualización hasta agosto de 2002.

La cartografía anteriormente citada, se encuentra en formato digital en el CD que acompaña al presente informe, agrupada en carpetas. Asimismo, se incluye el soft ArcExplorer (de distribución gratuita) para permitir la consulta de mapas y bases de datos en forma interactiva.

## **TAREA 1.1.2 CARACTERISTICAS GEOMORFOLÓGICAS, EDÁFICAS, TOPOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS. ANALISIS MULTITEMPORAL DE IMÁGENES SATELITALES.**

### **Breve descripción del área**

El área estudiada se encuentra ubicada en la región noreste de la provincia de La Pampa, entre los paralelos 35° y 36°48' S. y los meridianos 63°23' y 65° 07' W.

Se trata de un área caracterizada por suelos arenosos, con gradiente regional prácticamente nulo (0.5%). Su topografía es ondulada, presentando áreas convexas de captación de agua alternadas con áreas cóncavas en las cuales aflora la capa freática en épocas con excedentes hídricos en forma de lagunas alargadas.

Dada la escasa pendiente regional y sus características topográficas, es un área sin posibilidades naturales de generar un sistema de drenaje.

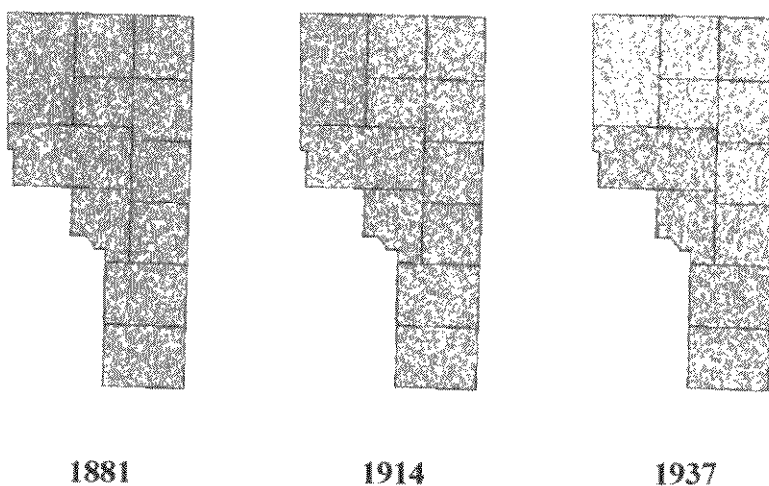
Según Casagrande G. A. y G.T. Vergara “Las inundaciones de suelos ocurridas en los últimos meses en el NE de la Provincia de La Pampa tienen un origen eminentemente pluvial, aunque existen zonas inundadas en forma semipermanente desde hace varias décadas. Las inundaciones recientes se diferencian de las semipermanentes en que han tenido mayor extensión areal, cubriendo suelos históricamente productivos y han afectado obras civiles y centros urbanos. Por ello han afectado gravemente la producción agropecuaria, las comunicaciones terrestres, el comercio en general y consecuentemente han tenido un impacto altamente perjudicial sobre la economía de la región”.

De acuerdo a lo expresado por el profesor Pedro Cuello (Hidrología, El Agua en La Pampa, 1990, pag. 29). “Estudios efectuados sobre el comportamiento histórico de la lluvia en La

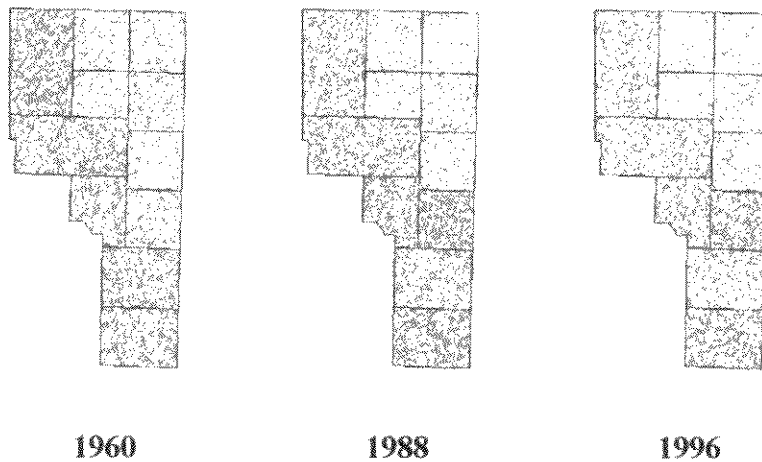
Pampa indican la presencia de períodos cíclicos con respecto a la media histórica. Esto lleva a efectuar un **análisis del comportamiento de las isohietas en el período 1862-1982**. Trazadas éstas se cotejaron con las elaboradas por el Servicio Meteorológicos Nacional, en el Atlas edición 1962, y se comprueba un **aumento de 100 mm.**, por lo cual la isohieta de 700 pasa a 800 mm. y la de 200 a 300 mm. Si estamos en presencia de un incremento estable del régimen de lluvias o de un ciclo con retorno a media normal se podrá dilucidar, analizando períodos anteriores y los años venideros”.

Dado el cambio en el régimen pluvial que describe el profesor Cuello, el área de estudio se vio beneficiada por una mayor disponibilidad de agua que permitió el incremento de las actividades agropecuarias, generando explotaciones más rentables y un aumento en el valor de la tierra.

A continuación puede observarse el cambio en la superficie correspondiente a “campo natural”, que se produjo entre los años 1881-1996.







De acuerdo a los registros facilitados por la Dirección de Aguas de la Provincia de La Pampa, vemos que los excedentes de agua se producen por lluvias “in situ” y que estos volúmenes de agua no se ven incrementados por aportes externos a la provincia.

Mediante el análisis de las imágenes satelitales, puede comprobarse que los desplazamientos de agua dentro de la provincia están directamente relacionados con obras realizadas por el hombre, en su necesidad de proteger áreas urbanas, obras de infraestructura y explotaciones agrícolas, en este orden.

En algunos casos, el deseo de proteger estas explotaciones agrícolas por parte de los productores, hace que éstos construyan zanjas o profundicen las banquetas de caminos vecinales, drenando así sus tierras, pero perjudicando otras propiedades. Si bien estas obras no puede observarse en las imágenes satelitales, existen reiteradas denuncias realizadas por los vecinos damnificados. En general, la evacuación del agua en forma desordenada por parte de propietarios tienden a empeorar la situación, mientras que la construcción de una red de drenaje a través de canales permitiría el escurrimiento controlado de los excedentes y registrar los volúmenes de agua que se desplazan.

A continuación se incluyen los resúmenes de las caracterizaciones realizadas por las diferentes áreas temáticas en el estudio “Evacuación de impacto ambiental de las obras previstas para mitigar las inundaciones en el noreste de la provincia de La Pampa”, por tratarse de un análisis de detalle y estar orientado específicamente hacia la temática de este informe.

### **Geomorfología** por Carballo O., J. Sbrocco y J. Marani

Desde el punto de vista geomorfológico, gran parte del área objeto de interés estaría comprendida en la denominada Región Oriental y una porción menor formaría parte, hacia el oeste, de la Región Central. Las unidades geomorfológicas menores que forman parte de estas dos regiones son las siguientes: planicies medanosas, planicies con tosca, acumulaciones arenosas combinadas con mesetas residuales y llanura pampeana de modelado eólico superimpuesto.

Las planicies medanosas cubren una superficie de aproximadamente 9200 km<sup>2</sup>. Se sitúan al NE de la provincia entre los meridianos 63° W y 64°15' W, incluyendo los departamentos Chapaleufú, Maracó, Quemú Quemú, Catriló y Atreucó. El relieve está constituido por ondulaciones arenosas alargadas en sentido N-S y por médanos aislados. Las planicies con tosca cubren una superficie aproximada de 8500 km<sup>2</sup> y se hallan ubicadas entre los meridianos 63°45' W y 64°30' W y los paralelos 35° S y 36°30' Sur: incluyen los departamentos Realicó, Chapaleufú, Conhelo, Trenel, Maracó, Quemú Quemú, Capital y Catriló. Se caracterizan por la presencia de una costra calcárea originada probablemente por escurrimiento difuso en el pasado geológico; luego se produjo el depósito de un delgado manto arenoso mediante acción eólica. Las acumulaciones arenosas combinadas con mesetas

residuales abarcan una extensión de más de 14.570 km<sup>2</sup>. Se encuentran ubicadas en la parte central de la provincia, aproximadamente entre los meridianos 64°30' W y 66°W y entre los paralelos de 35° S y 37° Sur: incluyen los departamentos Rancul, Conhelo, Loventué, Utracán y Toay. La acción eólica, con acumulación de arenas y sus geoformas características predomina en toda el área; no obstante se observan de manera aislada antiguas mesetas, cerros testigo, planicies calcáreas, etc.

Las unidades morfoestructurales que integran el área de interés están representadas, al occidente por la prolongación de las Sierras Pampeanas, en la parte central por la Cuenca de Macachín y al noreste por la cuenca de Laboulaye.

A nivel regional el área de estudio se manifiesta como una planicie suavemente ondulada con pendientes muy suaves cuyos gradientes en su mayoría no superan el 0,5%. Los relieves relativos muestran una suave inclinación hacia el este-sudeste, lo que explica la dificultad que encuentra el drenaje superficial para organizarse integrando una red.

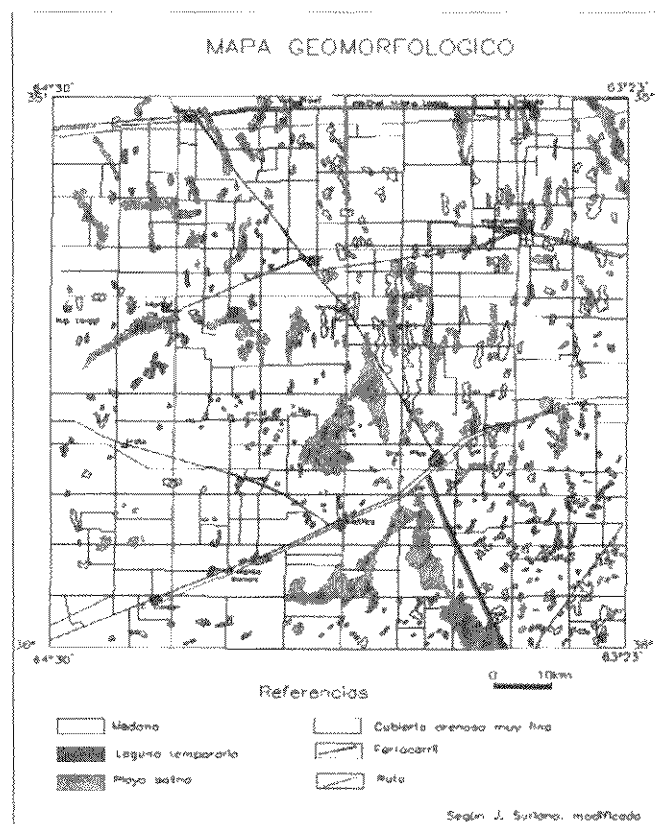


Figura 1 Mapa geomorfológico del área de estudio

### **Edafología** por Buschiazzo D.E. y S. Abascal

El estado actual de los suelos se analizó en base a la información existente en el Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa, en publicaciones del INTA Anguil y de la Facultad de Agronomía (UNLPam). También se llevó a cabo un relevamiento expeditivo de suelos, recolectándose muestras de horizontes superficiales que representan las siguientes condiciones: suelos no inundados, suelos inundados recientemente y suelos permanentemente inundados. En laboratorio se realizaron determinaciones de pH en pasta, conductividad eléctrica, sodio intercambiable y capacidad de intercambio catiónico. En base a estos datos se calculó el porcentaje de sodio intercambiable.

Se trata de un área donde predominan suelos de tipo Haplustol Éntico, con valores de pH que oscilan entre 6.5 en superficie y 8 en profundidad. En algunas zonas más deprimidas se observan suelos de tipo salino o salino sódico. La mejor calidad productiva de suelos se encuentra en las áreas deprimidas, lo que aproximadamente representa un 50 % de la superficie afectada por las inundaciones. En los suelos con inundación reciente, uno de los fenómenos de mayor importancia es la degradación de los nitratos disponibles para cultivos, cuya recuperación requeriría del uso de fertilizaciones temporarias con nitrógeno. En menor medida se han detectado disminuciones en los contenidos de hierro, manganeso, sulfatos y, a su vez, altos niveles de sodio. En los suelos aledaños a lagunas de reciente formación no se detecta la presencia de sales o de sodio. Por el contrario, en suelos de áreas inundadas permanentemente se evidencian procesos de salinización y sodificación que los hacen improductivos por la modificación físico-química que conllevan, detectándose predominancia de sulfatos y cloruro de sodio y ausencia de carbonatos y bicarbonatos. En suelos adyacentes a zonas inundadas permanentemente no se observan evidencias de salinización ni sodificación, por lo que se considera relativamente fácil su recuperación.

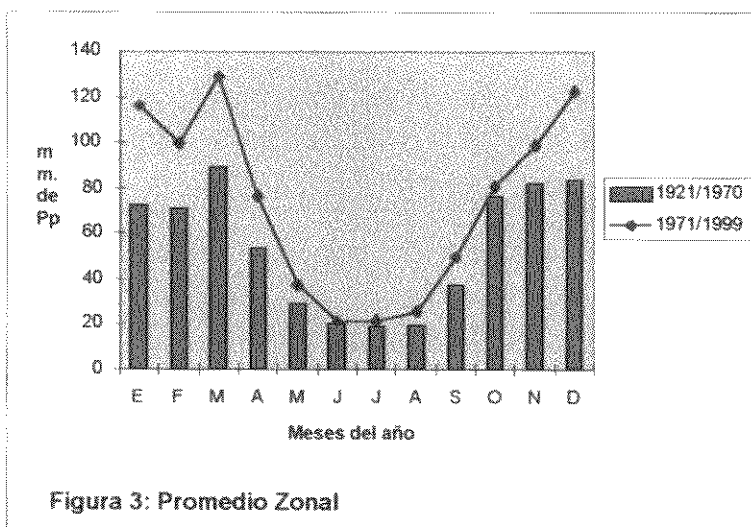
### **Clima** por Casagrande G. A., G.T. Vergara

La dinámica del sistema ambiental pampeano se describe a partir de los vientos predominantes y la caracterización climática del área de estudio se realiza en base a los principales elementos del clima, que condicionan las actividades productivas de la región subhúmeda pampeana. Se analizó el régimen térmico en base al comportamiento de la temperatura del aire en dos épocas bien diferentes: el verano, representado por el valor medio del mes más caliente (enero) y el invierno, por el mes más frío (julio). Otro elemento analizado fue el régimen de vientos, ya que influye en el proceso evapotranspiratorio, en las características de las masas de aire que se desplazan sobre la zona y en el proceso erosivo del suelo. También se analizó el régimen hídrico, tanto por la cantidad de agua aportada como por su distribución. Por último, se calculó el balance hídrico que permite definir períodos de recarga, excesos, deficiencia y consumo del agua en el suelo. Como síntesis final se realizó una predicción de efectos y se describen posibles escenarios climáticos.

Para caracterizar el Sistema Ambiental Pampeano se han tenido en cuenta los vientos del oeste y sudoeste (provenientes del Pacífico), vientos del este y noreste (provenientes del Atlántico) y el ASTS (anticiclón subtropical semipermanente). Los vientos predominantes en el área tienen direcciones del sur, sudoeste y del noreste. Con respecto a la temperatura, los valores tomados corresponden a General Pico y Quemú Quemú: en enero la media es de 24°C para ambas localidades y en julio se detecta una media de 8,1°C para General Pico y 7,4°C para Quemú Quemú. Como factor negativo se producen heladas tempranas en otoño y tardías en primavera, que perjudican los cultivos. Hay un gradiente temporal de las mismas del sudoeste al noreste en otoño (30 de abril y 10 de mayo, respectivamente) y otro gradiente temporal de heladas se produce de noreste al sudoeste en primavera (30 de septiembre y 30 de octubre respectivamente). El período libre de heladas es de 225 días. Con respecto a las

precipitaciones se ha observado un incremento en la cantidad de lluvias desde 1971 hasta 1999 considerado ciclo húmedo, registrándose incrementos promedio de hasta 283 mm y 334 mm para las localidades de Intendente Alvear y Quemú- Quemú respectivamente. El período en el que se concentran las lluvias en la región es el comprendido entre octubre a marzo inclusive. Detectándose incrementos de las precipitaciones en los ciclos 1921/70 y 1971/99 entre los meses de noviembre y abril (Figura 3). En lo que se refiere al balance hídrico, de su análisis, se constata casi el mismo comportamiento en Realicó, General Pico y Quemú- Quemú para los ciclos seco (1921/70) y húmedo (1971/99) evidenciando el incremento de disponibilidad de agua en la región (tabla 2), además se detectan excesos de agua en los dos periodos: abril-setiembre y octubre-marzo con gradiente creciente en el sentido norte sur.

En los últimos meses del año 2000, la ausencia de precipitaciones ha provocado un descenso notable de los niveles de agua superficial, en el área de estudio.



**Hidrología superficial y subterránea** por Dornes P., S. Giai, J.M. Malán y J. Scarone

En este estudio, se realiza una síntesis de la situación hidrológica anterior a las inundaciones, considerada como línea de base. En lo que concierne a las aguas subterráneas, con la información disponible hacia el año 1980, se realizó un mapa de líneas isofreáticas. Con respecto a las aguas superficiales se cuantificaron los cuerpos de agua intermitentes existentes y se determinó la superficie afectada. Asimismo, se realizó un análisis de la situación hidrológica actual donde se dedujo la posición del nivel freático y la red de flujo a partir de información propia, que se obtuvo de relevamientos realizados a tal fin. Con esta información se confeccionó el mapa de líneas isofreáticas actuales.

