



**CONSEJO  
FEDERAL  
DE INVERSIONES**

**DYMAS**  
**Desarrollo y manejo de aguas subterráneas**

Convenio  
Consejo Federal de Inversiones  
Provincia de Buenos Aires

**Contribución  
al mapa geohidrológico  
de la provincia  
de Buenos Aires  
Zona Central Oriental**

José María SALA  
José Horacio CECI  
José Alberto KERSFELD

**COLABORADORES:**

Climatología e Hidrometeorología:

Jaime Félix MANDEL  
José María RICOY  
Adolfo ROJO

Apoyo Logístico:

Carlos Esteban REY  
Jorge Alfredo GONZALEZ  
Félix LONGARZO  
Jorge CILIO  
Jorge PETRUCCELLI

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723  
IMPRESO EN ARGENTINA.

Todos los derechos reservados.  
© CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES.  
San Martín 871 - (1004) - Capital Federal.  
República Argentina.

SE PERMITE LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL  
SIEMPRE QUE SE MENCIONE LA FUENTE DE ORIGEN.

El Consejo Federal de Inversiones fue creado en 1959 por decisión política de las provincias argentinas. Animó este hecho la necesidad de cristalizar un espacio de reflexión y planeamiento de la realidad regional del país. Esta tarea debía concretarse desde una visión doctrinante comprometida con el afianzamiento del federalismo y la búsqueda del protagonismo de los hombre y mujeres, que desde los más diversos escenarios territoriales se esfuerzan por alcanzar un destino superior de vida.

El Consejo Federal de Inversiones constituye una experiencia creada, dirigida y sostenida con recursos de los propios estados provinciales miembros. Estas circunstancias le confieren al Organismo rasgos definidamente particulares. La coexistencia de identidades provinciales con realidades heterogéneas, y a veces contradictorias, constituye un estímulo para el desarrollo de un espíritu solidario reclamado no sólo por la necesidad de dar coherencia a su conducción política, sino también alentado por el requerimiento de trascender los intereses inmediatos y puntuales de cada provincia; afianzando de esta manera el principio de equidad y redistribución de los recursos movilizados en favor de las áreas de menor desarrollo relativo del país.

La consolidación de este organismo, además de promover la solidaridad de los estados provinciales, contribuye a crear las condiciones para mejorar las relaciones entre Provincias y el Estado Nacional. Diálogo todavía asignado por prácticas centralistas esterilizadoras de la creatividad y el potencial de desarrollo de las regiones.

Para la promoción del desarrollo regional, el Consejo Federal de Inversiones se vale de ciertos instrumentos fundamentales: la investigación básica, la cooperación técnica y la capacitación.

A través de estos instrumentos de promoción - impulsados con equipos profesionales y técnicos propios- el Consejo Federal de Inversiones concreta convenios con organismos nacionales e internacionales, potenciando de esta manera su capacidad de gestión y alimentando la cooperación e integración horizontal de equipos interprovinciales.

A través de sus diversas etapas el Consejo Federal de Inversiones ha concretado investigaciones básicas

orientadas a la exploración de áreas fundamentales de la problemática regional. En tal sentido se puede inventariar a modo de ejemplo la coordinación inter-jurisdiccional para relevar y sistematizar información estadística de base, diversas investigaciones sobre las condiciones de desenvolvimiento de las economías regionales, el análisis de los sistemas y estructuras sociales locales y las diversas dimensiones que caracterizan las condiciones de vida de la población.

Sería extenso detallar los contenidos de múltiples programas y proyectos de cooperación técnica, llevados adelante por el Organismo.

El desarrollo de cursos, jornadas y seminarios conforma otra de las líneas de acción valorizadas particularmente, ya que a través de estos eventos, se alienta el contacto y el intercambio de experiencia de los participantes provenientes de diversas jurisdicciones y unidades institucionales.

**Ing. Juan José Ciáccera**  
Secretario General

## PROLOGO

Entre las actividades que realiza el CFI se ha desarrollado con notable expansión el estudio y evaluación de las fuentes de aguas subterráneas, tendiente a su aprovechamiento integral acorde con los principios sobre uso, conservación y manejo de los recursos naturales.

La Colección Hidrología Subterránea de la Serie Investigaciones Aplicadas traduce en síntesis, los resultados obtenidos en los distintos trabajos de la disciplina encarados por esta Dirección, en la pretensión de difundir la gran variedad de casos que se tratan y los resultados obtenidos.

Dada la reducida difusión de las investigaciones hidrogeológicas, que se restringe a escasas y esforzadas reuniones de especialistas, y la inexistencia de publicaciones específicas, logrando con excepción espacios en revistas generales, la Colección propicia la edición de números especiales, en los que se traten temas vinculados con el agua subterránea.

En este caso se presenta un trabajo producido por el Convenio Desarrollo y Manejo de Aguas Subterráneas (DYMAS), que fuera celebrado entre el CFI y la provincia de Buenos Aires. Su importancia radica en el carácter regional del estudio, convirtiéndolo en fuente de consulta permanente, en especial para los profesionales que desarrollan su actividad en esa provincia.

**Ing. Susana B. de Blundi**  
*Directora de Cooperación Técnica*

El Convenio Desarrollo y Manejo de Aguas Subterráneas (DYMAS) dió como resultado un conjunto de informes técnicos de edición restringida y por lo tanto de difícil acceso. El trabajo "Contribución al Mapa Geohidrológico de la Provincia de Buenos Aires" fue finalizado en el año 1974, pero su vigencia es indiscutible, ya que constituye el único estudio regional del recurso hídrico subterráneo que abarque todo el ámbito de la provincia.

Sin embargo, la importancia del estudio no se vió reflejada en una difusión adecuada. Poco grupos de investigación cuentan con la información producida en este trabajo y muchas instituciones y profesionales de la disciplina lo requieren dada su trascendencia y vigencia en el tiempo.

Por estas razones, la Dirección de Cooperación Técnica del CFI apoyó la propuesta de reeditar este trabajo e incluirlo en la Colección Hidrología Subterránea como un número especial, integrado por cinco volúmenes, tal como fuera editado originalmente, cada uno de los cuales corresponde a una de las zonas en las que se dividió la provincia, cuyos límites y denominaciones se indican en el mapa que acompaña a esta nota.

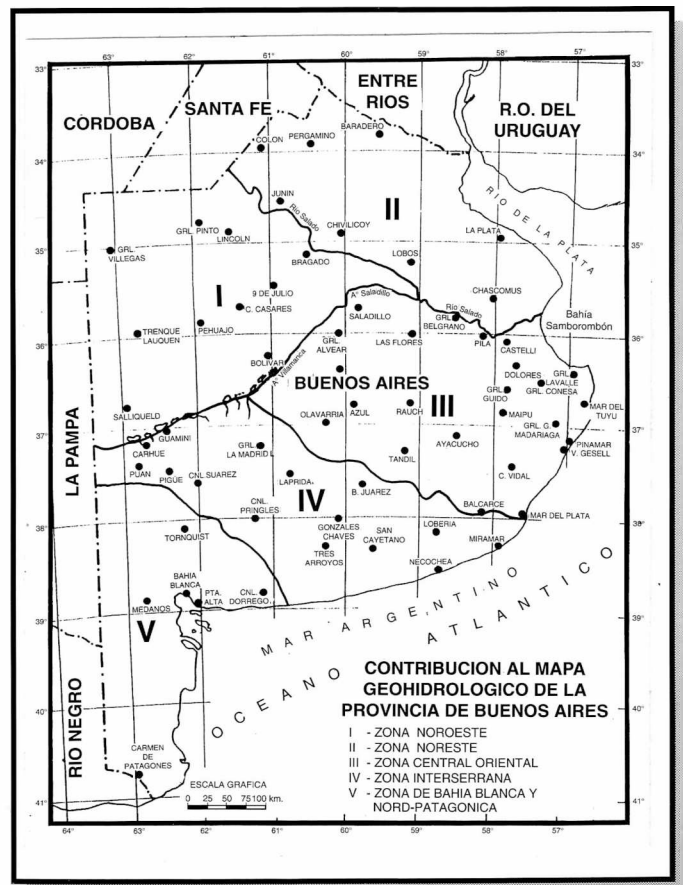
Quienes integramos el Comité de Edición llevamos a cabo las tareas de confección de textos y elaboración de mapas, gráficos, cuadros y figuras, regidos por el principio básico de mantener estrictamente el contenido original, salvo algunas modificaciones realizadas con el fin de uniformar la presentación de los cinco volúmenes.

Los Mapas Temáticos, en el original a escala 1:500.000, se reelaboraron en 1:1.100.000 por ser éste un tamaño adecuado para la publicación y por considerar que esta modificación no resulta fundamental y no implica pérdida de la información contenida en los mismos. Los gráficos y cuadros se procesaron en computadora y el resto de las figuras se dibujaron copiando el original o bien su reducción.

En algunos casos se presentaron inconvenientes en la recopilación del material, especialmente en el volumen correspondiente a la Zona Central Oriental en el que faltan figuras que en la edición original fueron tomadas de bibliografía antecedente, debidamente citada en el texto y por lo tanto accesible para quien quiera recurrir a ella.

La gestión de reedición contó con la participación de Edgardo Mannino en la tarea de dibujo cartográfico, de Ana María Ali en la confección de texto, de Daniel Ramirez y Alejandro Vizcaíno en las correcciones y de Olga Martinez Flores en apoyo administrativo.

**Alicia Rapaccini**  
**Boris Calvetty Amboni**  
**Ricardo González Arzac**



**PRINCIPALES ASPECTOS  
DEL AGUA  
SUBTERRANEA  
A CONSIDERAR EN  
RELACION CON EL  
DESARROLLO REGIONAL**

- Su participación activa en todo plan de desarrollo.
- Que es la única fuente de abastecimiento de la región utilizada para las distintas necesidades.
- Que bajo un adecuado control puede mantener e incrementar las áreas bajo riego.
- Que en distintos sectores es un factor limitante del desarrollo ganadero.
- Su incidencia en el problema de las inundaciones.
- Que es posible el deterioro y la contaminación de los acuíferos manejados inadecuadamente.
- Que existen áreas extensas con aguas altamente salinizadas.
- Que es necesario un manejo adecuado conjuntivo, experimentando nuevas técnicas.
- Las características explosivas del desarrollo demográfico-turístico en la zona litoral, obliga a un enfoque especial del estudio de las reducidas acumulaciones de agua dulce yacentes en esos sectores.

# INDICE GENERAL

	<i><b>Página</b></i>
1. INTRODUCCION	11
2. MORFOLOGIA	11
2.1. Sierras	
2.2. Pampa	
2.2.1. Pampa Alta	
2.2.2. Pampa Deprimida	
2.2.3. Depresión Diagonal	
3. HIDROGEOLOGIA	14
3.1. Características Generales	
3.2. Hidroestratigrafía	
3.2.1. Basamento Impermeable	
3.2.2. Hipoparaniano	
3.2.3. Paraniano	
3.2.4. Epiparaniano	
3.3. Tectónica	
3.3.1. Zona Positiva	
3.3.2. Zona Subpositiva	
3.3.3. Zona Subnegativa	
3.3.4. Zona Negativa	
4. CLIMATOLOGIA Y BALANCE	19
5. AGUAS SUPERFICIALES	22
5.1. Sistema del río Salado y sus afluentes	
5.2. Sistema del arroyo Vallimanca	
5.3. Tributarios directos del Océano Atlántico	
5.4. Arroyos de la vertiente norte de las sierras de Olavarría y Tandil	
6. AGUAS SUBTERRANEAS	31
6.1. Características generales	
6.2. Sección Epiparaniana	
6.2.1. Hidroquímica	
6.3. Sección Paraniana	
6.4. Sección Hipoparaniana	
6.5. Modelo conceptual	
6.6. Uso del agua	
7. CONCLUSIONES	36
8. RECOMENDACIONES	37
9. LISTA BIBLIOGRAFICA	39



## **LISTA DE MAPAS, FIGURAS, GRAFICOS Y CUADROS**

MAPA Nº 1	Mapa de Ubicación y Límites
MAPA Nº 2	Bosquejo Morfológico
MAPA Nº 3	Bosquejo Estructural del basamento impermeable
MAPA Nº 4 (*)	Mapa Paleomorfológico del techo del Verde
MAPA Nº 5 (*)	Isobatas de la Base del Grupo A (Braccini)
MAPA Nº 6 (*)	Isobatas de la Base del Grupo B (Braccini)
MAPA Nº 7	Isobatas del Techo del Grupo D (Braccini)
MAPA Nº 8 (*)	Isoyetas y excesos
MAPA Nº 9 (*)	Cuencas lacustres de la provincia de Buenos Aires (Frenguelli)
MAPA Nº 10	Ríos de la provincia de Buenos Aires (Frenguelli)
MAPA Nº 11	Isofreático
MAPA Nº 12	Residuo Seco - Capa Freática
MAPA Nº 13	Cloruros - Capa Freática
MAPA Nº 13	Sulfatos - Capa Freática

PERFILES Nº 1 Y 2 (\*) (Braccini)

FIGURA Nº 1 (\*)

GRAFICOS 1 a 4 Variación media mensual de temperaturas medias

GRAFICOS 5 a 8 Precipitación media mensual

CUADROS 1 a 6 Balance hídrico y factores para la clasificación climática

(\*) Mapas y Figuras no incluidos en esta edición por no haberse localizado sus originales o copias de ellos.

## 1. INTRODUCCION

La zona central oriental corresponde según el criterio de división de ambientes realizado en el programa DYMAS (17), al área delimitada por la línea divisoria de aguas del sector serrano septentrional, curso del arroyo Vallimanca, arroyo Saladillo, río Salado y Océano Atlántico.

Comprende una superficie aproximada de 75.000 km<sup>2</sup> que engloba una diversidad de ambientes tanto geohidrológicos como económico-sociales.

En el presente informe, además de contribuir al mapa geohidrológico de la Provincia a escala 1:500.000<sup>1</sup>, se trató de sintetizar, en una primera aproximación, las características geohidrológicas regionales que posibiliten encauzar los futuros estudios.

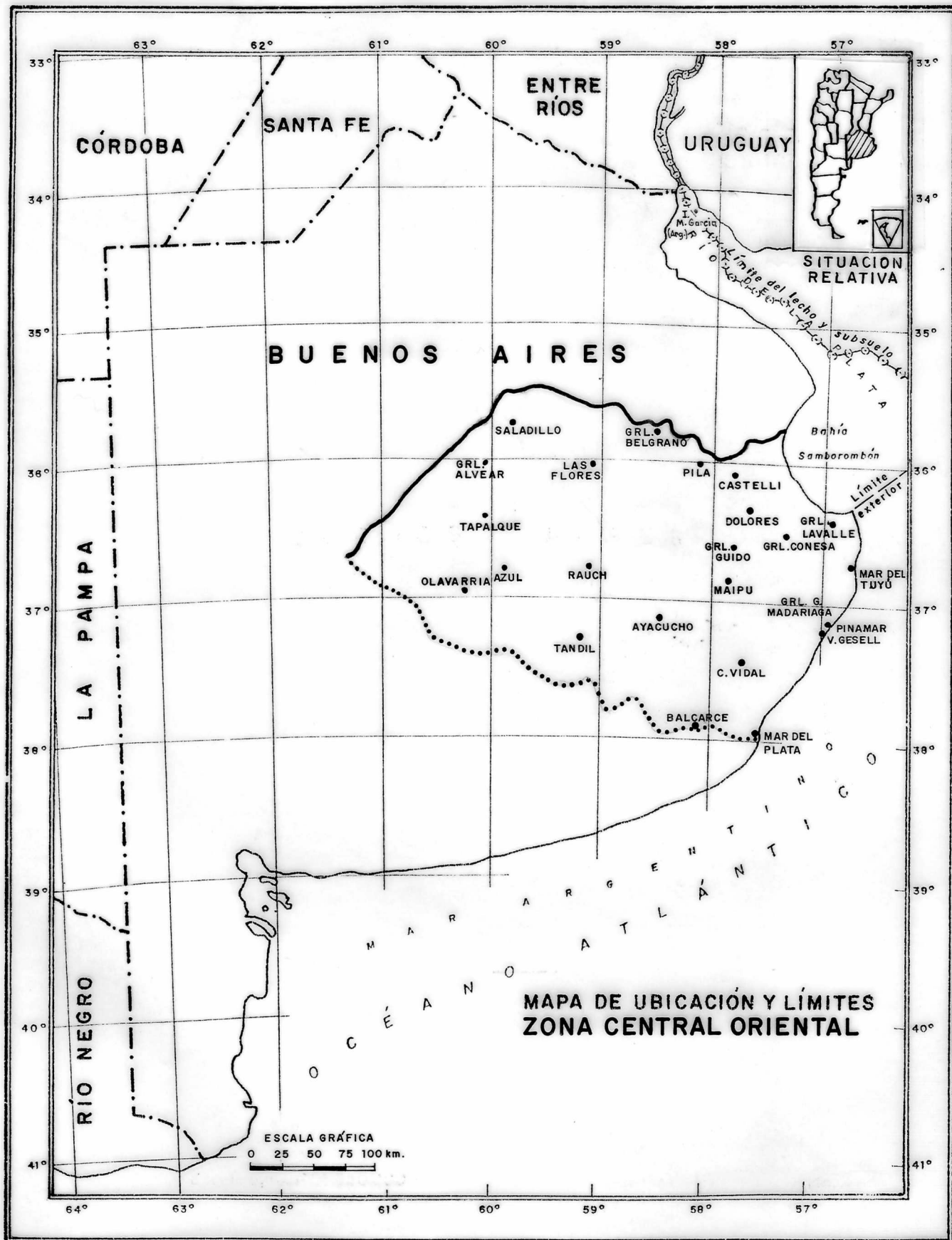
Se han recopilado antecedentes tratando de agrupar los trabajos dispersos para lograr un entendimiento conceptual y general de la zona. Debe resaltarse la colaboración prestada por organismos tanto nacionales como provinciales sin cuya valiosa información hubiera resultado muy difícil la concreción de este informe. Al respecto debe mencionarse a Obras Sanitarias de la Nación (OSN), Agua y Energía Eléctrica, Dirección Nacional de Geología y Minería (DNGM), Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ferrocarril General Roca, Estación Experimental Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (DOSBA), Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires, Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural (SPAR) y Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT).

## 2. MORFOLOGIA

La zona abarca una extensa llanura que desciende desde el sector serrano de Tandilia hacia el nor-noreste, hasta alcanzar el río Salado y el Océano Atlántico.

Están representadas en ella dos zonas morfológicas, según el esquema de Frenguelli: las **sierras** y la **pampa** (6).

<sup>1</sup> 1:1.000.000 en esta edición



## 2.1. Sierras

Están constituidas por un sistema de serranías bajas que se extiende en forma discontinua, desde Olavarría hasta Mar del Plata. Se las divide en cuatro grupos separados por valles, denominados de Olavarría, Azul, Tandil y Balcarce. Las unidades sedimentarias que las conforman tienen una posición subhorizontal lo que les confiere aspecto de bloques mesetiformes de escasa altura sobre el terreno circundante. La altura máxima alcanzada es de 524 msnm en Cerro La Juanita al sur de Tandil.

Sobre las rocas consolidadas se han desarrollado suelos, en parte esqueléticos (4), permitiendo la existencia de una vegetación herbácea y escasos arbustos, mientras que sobre los depósitos eólicos y pedemontanos hay suelos de pradera generalmente profundos (4). En zonas bien drenadas se desarrolla la estepa de gramíneas y en las de drenaje insuficiente la vegetación higrófila (15).

## 2.2. Pampa

El sector de esta zona morfológica comprendida en el área bajo estudio, ocupa parte de los ambientes denominados por Frenguelli **pampa alta**, **pampa deprimida** y **depresión diagonal** (6).

### 2.2.1. Pampa Alta

Se trata de una llanura con pendiente aproximada de 1 m/km con sentido general nor-noreste, que desciende desde las sierras hacia el valle del río Salado. A partir de la localidad de Maipú y hacia el sur el rumbo de la pendiente comienza a torcer tornándose prácticamente oeste-este desde Cnel. Vidal.

Hasta la isohipsa de 15 metros aproximadamente muestra un paisaje monótono sin elementos morfológicos relevantes y a partir de ésta, la pendiente se hace prácticamente nula (menos de 0,2 m/km).

Un rasgo morfológico sobreimpuesto es el correspondiente a las elevaciones originadas por las dunas que se sitúan en la costa Atlántica, formando una franja ininterrumpida de unos tres kilómetros de ancho desde cabo San Antonio hasta un poco al sur de la desembocadura de la Laguna Mar Chiquita.

Se trata de dunas vivas orientadas de noreste a sudoeste, desarrolladas sobre otras más antiguas, fijas o semifijas, de coloración más oscura y en parte erosionadas.

Otro rasgo lo constituyen las lomas suaves integradas por los cordones conchiles y cuerpos medanosos devastados y fijos, que representan topográficamente un sector de transición entre la zona inundable y las dunas costeras.

Al sur de la desembocadura de la Laguna de Mar Chiquita, en las inmediaciones de Santa Clara del Mar, la costa adopta otra fisonomía; los cuerpos arenosos comienzan a reducir sus dimensiones y aparecen barrancas que se extienden hasta Camet, donde alcanzan un desarrollo de unos 15 metros.

Deben mencionarse además otros cuerpos medanosos continentales orientados subparalelamente a la costa en una franja que se extiende aproximadamente desde la localidad de Maipú hasta Guerrero y continúa hacia el Norte (7). Son de aspecto medanoso con formas degradadas, de desarrollo desigual (desde menos de 1 metro hasta unos 15 metros) compuestos por arenas limosas o limos arenosos. Se disponen generalmente bordeando en el flanco oriental a cuerpos de agua estancos.

Entre los arroyos de las Flores y Vallimanca, con eje aproximado en la ruta 205, existe una franja con características similares.

### 2.2.2. Pampa Deprimida

Es una depresión chata de pendiente reducida, caracterizada por grupos de depresiones aisladas con agua, situadas a ambos márgenes del río Salado y que conforma la porción terminal de una faja hundida que coincide con el eje del "graben pampásico" (6).

### 2.2.3. Depresión Diagonal

Es un sector relativamente deprimido que atraviesa la provincia con rumbo sudoeste-noreste presentando una pendiente algo menor que la porción sudoriental de la **pampa alta** (aproximadamente 0,5 m/km), pero más marcada que la noroccidental de la misma y también que la **pampa deprimida**.

En ella han labrado sus valles los arroyos Vallimanca y de las Flores que desembocan en la laguna Las Flores Grande, la cual es simplemente un ensanchamiento de los tantos que presenta el cauce del río Salado.

La morfología descrita respondería según Frenguelli (6) a factores estructurales, ya que la zona estaría situada entre dos grandes fallas que habrían experimentado un hundimiento mayor que las vecinas. Actualmente está sufriendo un proceso epirogenético con la consiguiente reactivación erosiva.

En su conjunto, las características morfológicas superficiales descritas adquirirían desde el punto de vista del comportamiento geohidrológico, aspectos equivalentes a un ambiente pedemontano desgastado, cubierto por sedimentos terrestres más modernos.

Es así, que las áreas interserranas actuarían como pedimento; la bajada comprende la llanura que, desde las sierras, confluye con relativamente alta pendiente hacia la isohipsa de 15 metros aproximadamente y hacia el eje de la **depresión diagonal**. Por último, la **playa** abarcaría la porción terminal de la **pampa deprimida** y el sector que va desde la isohipsa antes mencionada hasta el Océano Atlántico.

Este paisaje es interrumpido localmente por la presencia de microambientes representados por los cordones conchiles y medanosos mencionados.

## 3. HIDROGEOLOGIA

### 3.1. Características Generales

El conocimiento de la geología del agua subterránea reviste fundamental importancia para interpretar acertadamente la dinámica y reservas del recurso.

Numerosos investigadores se han ocupado de la geología de la zona desde distintos ángulos y escalas. Se escogieron las descripciones y clasificaciones que se consideraron más adecuadas a los fines perseguidos.

### 3.2. Hidroestratigrafía

De acuerdo al análisis de la información recopilada y siempre desde el punto de vista hidrogeológico, el cuadro estratigráfico es susceptible de una división en tres secciones superpuestas al **Basamento Impermeable: Sección Hipoparaniana, Sección Paraniense y Sección Epiparaniana**.

En la Figura 1 se bosquejan las condiciones regionales medias mediante un perfil esquemático inferido.

#### 3.2.1. Basamento Impermeable

La secuencia completa del conjunto de rocas acuífugas consideradas como **Basamento Impermeable** se ha extractado de los trabajos de González Bonorino (9), González Bonorino et al (10), Borrello (1) y Holmberg (14).

Está integrado por rocas del Basamento Cristalino al Paleozoico Superior inclusive.

Litológicamente, de acuerdo a los mencionados autores que se basaron en las observaciones realizadas en afloramientos de las serranías, abarcan para el Precámbrico, granitos híbridos, migmatitas, gneiss, milonitas y anfibolitas.

El Paleozoico Inferior está integrado por lutitas, cuarcitas, dolomitas y arcilitas y el superior por calizas. El carácter acuífugo de estas rocas permite incluirlas dentro del **Basamento Impermeable**.

#### 3.2.2. Hipoparaniano

Desde el punto de vista hidrogeológico se ha denominado así a la sección sobrepuesta al Basamento Impermeable y que subyace a la sedimentación impresa por la ingesión del Mar Paraniense.

Dado que las perforaciones más profundas se realizan con fines petrolíferos y la información de las mismas no es accesible por motivos estratégicos, sólo se hace referencia a la porción superior correspondiente al denominado **Rojo** descrito por Groeber (12).

No se descarta que a la luz de nuevas informaciones detalladas de profundidad, esta sección pueda ser subdividida.

En la zona, de acuerdo a las pocas perforaciones documentadas que se poseen, puede inferirse que la presencia del **Rojo** abarca toda el área con excepción de la zona serrana y quizás de la parte proximal de la bajada.

Se lo ha reconocido en Saladillo a partir de los 246 mbbp continuándose hasta el fondo de la perforación (270 metros), en General Guido desde 257 mbbp hasta 350 metros donde finaliza el perfil y en la Perforación N° 28 de San Clemente del Tuyú realizada por la DNGM entre aproximadamente 790 mbbp y 1.250 metros (fondo de pozo).

Se trata en general de un paquete sedimentario integrado por una alternancia de arcillas y arenas, es decir de sedimentos acuitardos con tendencia a acuicludos y acuíferos. En la perforación de San Clemente del Tuyú la secuencia está representada por sedimentos arcillo-limosos de color rojizo alternando con arcillas, limos arenosos y arenas gris verdosas hasta los 1.034 mbbp donde se hacen predominantemente rojizos y comienzan a aparecer fragmentos de calcedonia y anhidrita con las mismas propiedades hidrogeológicas descriptas. En algunos niveles se observa la presencia de fósiles bivalvos.

### 3.2.3. Paraniano

Esta sección corresponde a la sedimentación del mar homónimo y está constituida por lo que Groeber denominó **el Verde** (12). De gran extensión areal, sirve de base a la nomenclatura adoptada.

Compuesta por arcillas verdes, azuladas o grisáceas con intercalaciones de arenas de colores semejantes, su origen marino es atestiguado por la abundante presencia de fósiles. Con excepción del área serrana y parte proximal de la bajada, se lo ha reconocido en toda la zona de estudio, incluyendo algunos sectores de la ciudad de Mar del Plata (perforaciones N° 3, 4, 5, 6, 13 y 33 de OSN) (13).

Su techo (Mapa N° 3) se hunde suavemente hacia el río Salado y el Océano Atlántico conformando, al igual que su base, un potente manto arcilloso de características acuicludas; los sedimentos acuíferos y acuitardos se res-

tringen a la porción media de la sección presentando un aspecto lentiforme de espesores variables.

Ha sido atravesada totalmente en las perforaciones ya mencionadas: en San Clemente del Tuyú entre aproximadamente 158 y 790 mbbp; en General Guido entre 107 y 257 mbbp y en Saladillo entre 118 y 246 mbbp.

En Coronel Vidal, en un antiguo perfil de la Dirección de Hidráulica se la ha reconocido desde los 100 mbbp hasta los 430 metros sin haber sido alcanzada su base; en Mar de Ajó aparece entre 158 y 893 mbbp sin que aparentemente se la haya atravesado totalmente.

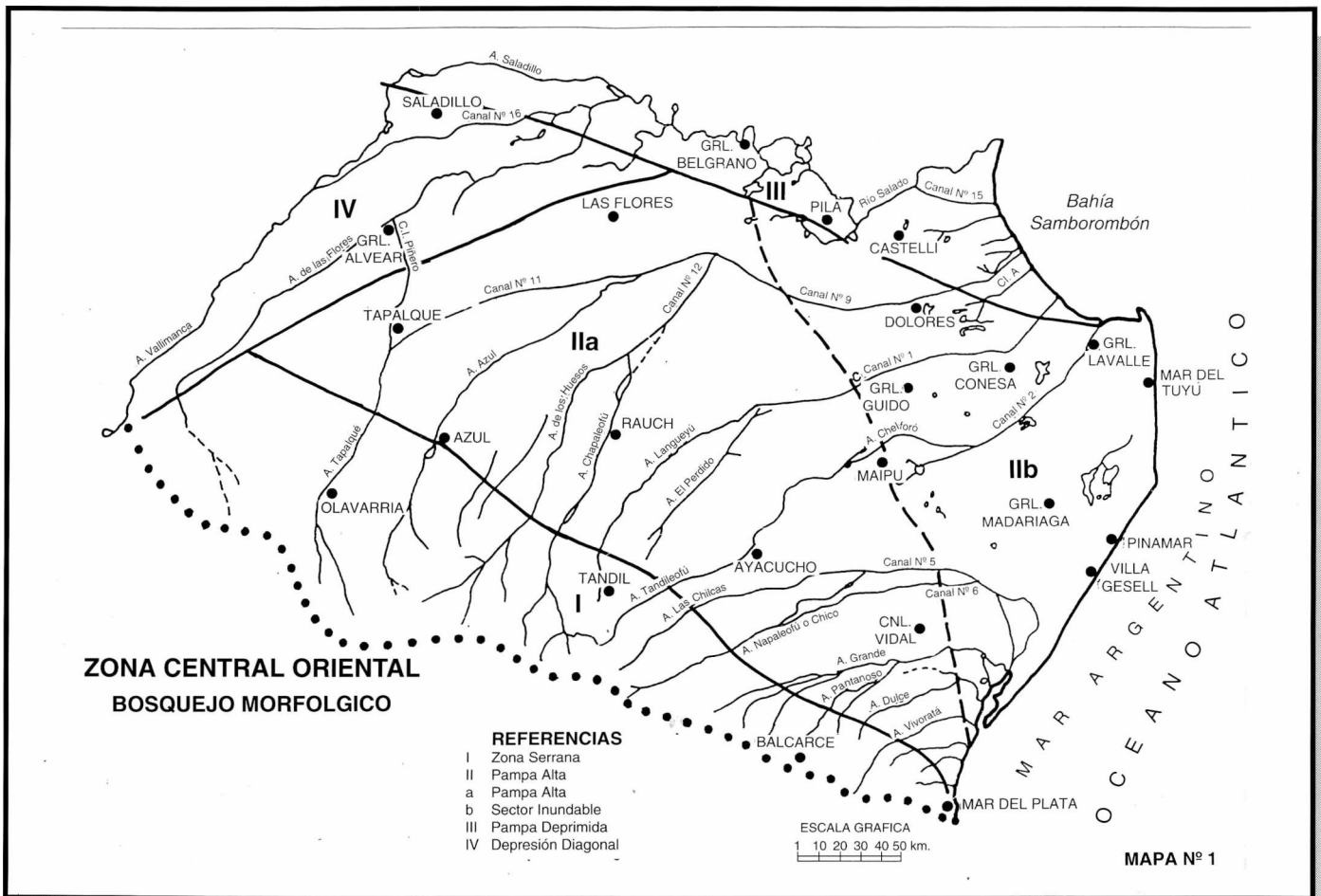
### 3.2.4. Epiparaniano

Esta sección que yace sobre el techo del **Paraniano** comprende las series **Pampiana** y **Pospampiana** de Frenquelli.

Puede considerarse, desde el punto de vista hidrogeológico, como un conjunto sedimentario integrado por limos y loess con intercalaciones arenosas, arcillosas y de tosca, es decir sedimentos acuíferos medianamente permeables a acuitardos. Dadas las características descriptas, localmente puede presentar fuerte anisotropía, aunque regionalmente en su conjunto se comporten como un todo homogéneo.

En profundidad, superpuestas directamente al techo de la sección Paraniana, existirían arenas que podrían homologarse hidrogeológicamente por su ubicación en el espacio a las **Arenas Puelches** yacentes en el subsuelo del ambiente Noreste. Su presencia habría sido constatada, entre otros, en los perfiles de las perforaciones de Saladillo, Las Flores, General Belgrano y Dolores. A veces presentan intercalaciones arcillosas como por ejemplo en General Guido y Maipú.

En el sector costero se evidencia la influencia de las intrusiones marinas posparanianas, reflejadas en la presencia de arenas con intercalaciones arcillosas, cordones conchiles y médanos. Los perfiles más característicos corresponden justamente a las perforaciones de San Clemente del Tuyú, Mar de Ajó y General Madariaga, que muestran directamente sobrepuesta al techo del Paraniano una sucesión de sedimentos acuíferos a acuitardos como los descriptos.



### 3.3. Tectónica

Dentro del esquema de la tectónica profunda de la Provincia de Buenos Aires elaborado por Frenguelli (6), están representados en el área de estudio, zonas **positivas, subpositivas, subnegativas y negativas**. La disposición de los bloques en el subsuelo ha influido en la morfología actual; es así que los límites de las zonas mencionadas coinciden con el de las descritas en el capítulo de morfología: Serrana, Pampa Alta, Depresión Diagonal y Pampa Deprimida, respectivamente (Mapa N° 1).

#### 3.3.1. Zona Positiva

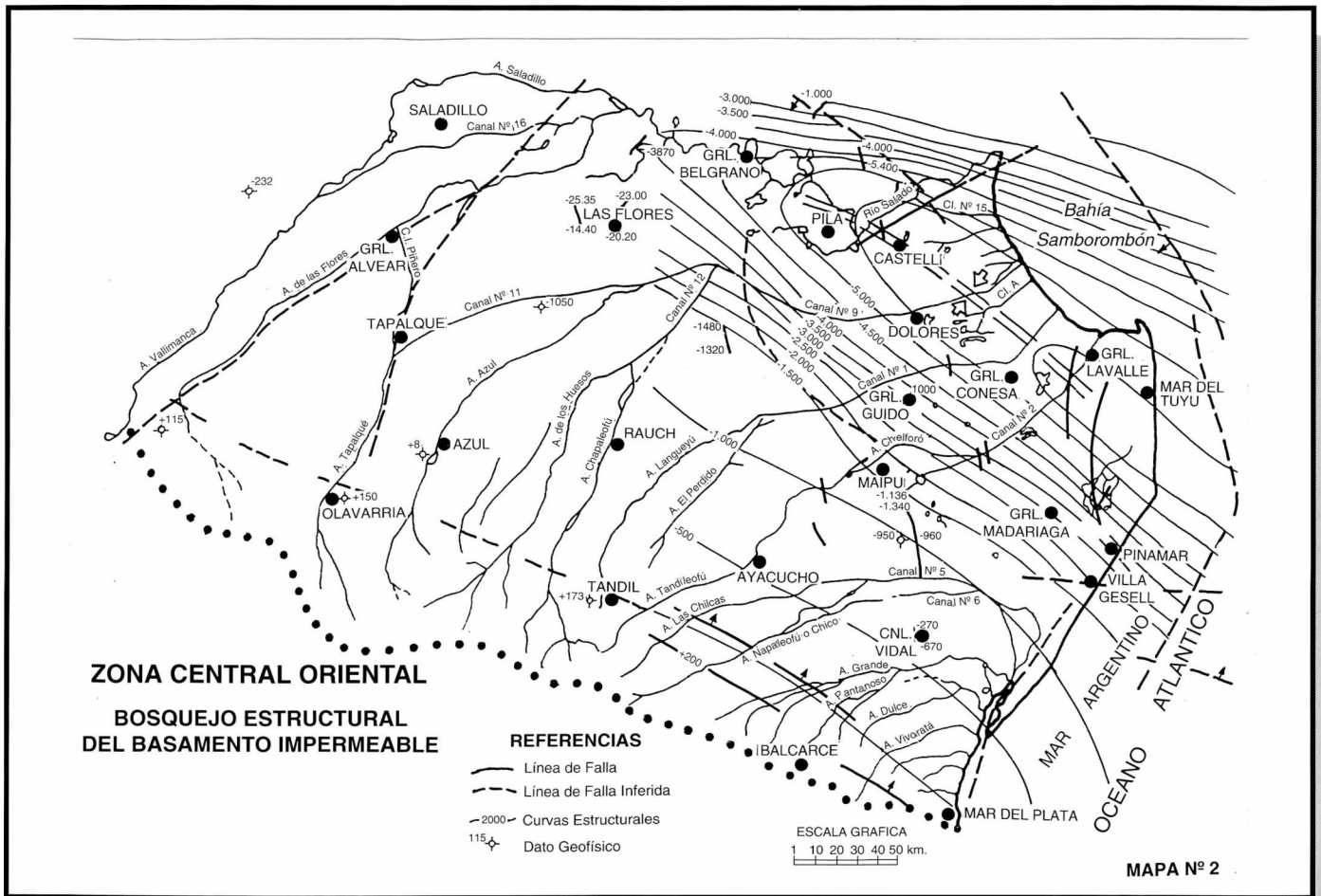
Representa un extremo del amplio **arco serrano peripampásico** que se continúa en forma más atenuada

en la Provincia de La Pampa para volver a cobrar altura en San Luis y Córdoba.

Dice Holmberg (15) que si se considera al sistema de Tandilia en su conjunto, "puede advertirse que corresponde a un gran anticlinal complejo, volcado hacia el suroeste y fallado en su plano septentrional". Las fallas tienen rumbo noroeste-sudeste y afectan al Basamento Cristalino y a los estratos Paleozoicos. Numerosos sistemas de diaclasas se observan también en ambos.

#### 3.3.2. Zona Subpositiva

Se trata de un área en la que tanto el Basamento Cristalino como los estratos Paleozoicos suprayacentes han experimentado una dislocación en grandes bloques. El



sistema principal de fallas sería de rumbo paralelo a las sierras pero no es posible determinar el número de escalones ni la magnitud de los mismos. En el Mapa N° 2 se ha recopilado un bosquejo estructural del **Basamento Impermeable**, donde se observa como hecho destacado un descenso del mismo del orden de los 1.000 metros entre las localidades de Azul y Pardo, 1.500 metros entre Tandil y Casalins y 650 metros entre Balcarce y Coronel Vidal.

Desde el punto de vista del agua subterránea las fallas juegan un papel importante ya que pueden funcionar como barreras, delimitando ambientes geohidrológicos menores en las secciones inferiores del **Hipoparaniano**.

Los sedimentos correspondientes al **Paraniano** no han sido afectados mayormente por los últimos movi-

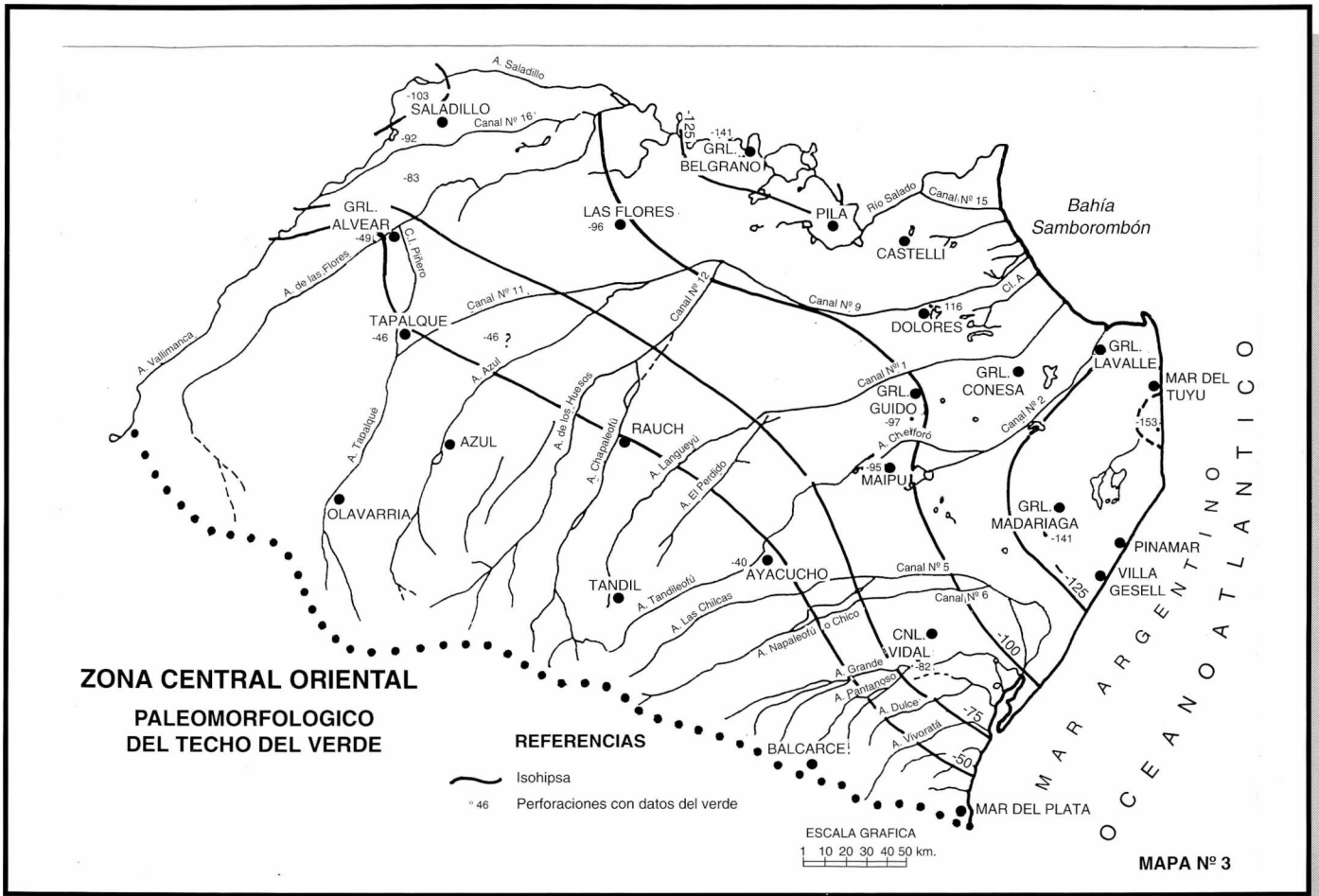
mientos Terciarios.

### 3.3.3. Zona Subnegativa

La zona morfológica descrita como **depresión diagonal** en la que desarrollan sus valles los arroyos Vallimanca y de las Flores, se revela como un sector de hundimiento relativo del Basamento Cristalino. Este hundimiento responde a fallas de rumbo sudoeste-noreste cortadas por otro sistema noroeste-sudeste (6).

Con respecto a la geohidrología, serían válidas las mismas consideraciones efectuadas para la zona subpositiva.





### 3.3.4. Zona Negativa

La interpretación de datos geofísicos y la información proveniente de perforaciones han permitido trazar un esquema de la denominada "Cuenca del Salado".

Braccacini (2) efectúa una equiparación de las velocidades sísmicas con diversos tramos de la sucesión estratigráfica, que luego extiende a toda el área con información de este tipo. En base a esto, determina cuatro grupos con sus equivalencias estratigráficas. En el cuadro siguiente se correlaciona la sucesión propuesta por el mencionado autor, con las secciones hidrogeológicas establecidas en este trabajo.

Los Mapas N° 4, 5 y 6 y el Perfil N° 1 extraídos del mencionado trabajo permiten sacar conclusiones adecuadas a la escala y objetivos del presente informe.

- 1) El **Basamento Cristalino** se encuentra fracturado y hundido.
- 2) El **Hipoparaniano**, adquiere un espesor considerable consecuencia del hundimiento del basamento cristalino.
- 3) El **Hipoparaniano**, salvo en sus secciones superiores (Rojo), se presenta fracturado y en partes suavemente plegado.

	Braccacini	Hidrogeología
	Cuartario-Plioceno	
	Plioceno inferior	EIPARANIANO
GRUPO A	Mioceno Verde	PARANIANO
	Rojo	
GRUPO B	Terciario Inferior	HIOPARANIANO
	Cretácico Superior	
GRUPO C	Paleozoico superior a inferior	BASAMENTO IMPERMEABLE
GRUPO D	Basamento Cristalino	

4) El **eje de la depresión** se encuentra desplazado hacia el sur de la Bahía de Samborombón.

En lo que respecta al comportamiento de las aguas subterráneas valen las consideraciones expuestas para las zonas ya descritas.

#### 4. CLIMATOLOGIA Y BALANCE

Siendo la temperatura y precipitación los principales factores determinantes del clima, se han adoptado sistemas de clasificación que se basan en estos elementos.

Según el sistema de Köppen la zona es **Templado Húmeda**, con su época de mayor precipitación en el Otoño.

De las estaciones que el Servicio Meteorológico atiende en la zona, las climatológicas poseen registros con promedios de no menos de diez años continuos y las pluviométricas treinta años.

Para estas últimas se ha considerado que el período

que va de 1921 a 1950 representa las condiciones medias (18) (19) (20).

De la utilización de los datos de las estaciones climatológicas en la metodología de Thornthwaite (Cuadros 1 a 6) se deduce que el sector pertenece al tipo climático **Subhúmedo Lluvioso** con pequeña deficiencia de agua y que las condiciones medias se presentan en el mes de Febrero.

La marcha mensual de temperaturas medias (Gráficos 1 a 4) muestra que la amplitud de las mismas aumenta desde Mar del Plata (11,6 °C) hacia el oeste y norte, y a partir de Las Flores y Tandil supera los 14 °C. El ambiente climático de la costa hasta el Cabo San Antonio está influenciado por la corriente fría de las Malvinas y se manifiesta en inviernos más duraderos y veranos más fríos.

Así, las temperaturas medias máximas disminuyen desde el continente al mar siguiendo un eje que podría pasar por Las Flores con 23,1 °C y Mar del Plata con 19,4 °C.

Las temperaturas mínimas de Julio disminuyen en la zona costera de norte a sur y hacia el interior del continente la dirección es sudoeste.

El mapa de Isoyetas (Mapa N° 7) preparado con valores medios anuales muestra la declinación de valores de noreste a sudoeste; en general hay predominio de lluvias en Otoño con su máximo en el mes de Marzo (Gráficos 5 a 8).

A efectos de caracterizar la distribución mensual se han elegido las estaciones General Alvear, Cacharí, Udaquiola y General Guido (Gráficos 5 y 6), orientadas según una línea que, aparte de dividir al sector que nos ocupa en dos partes iguales, poseen aproximadamente el mismo monto anual de precipitación.

Se puede ver que conforme nos acercamos a la costa la distribución mensual se va haciendo más uniforme no pudiendo distinguirse el período invernal como el de más pobre precipitación.

Eso mismo ocurre a ambos lados de la línea anteriormente definida en Atucha y Dolores (Gráfico 7) y Otero y Olavarría (Gráfico 8) respectivamente.

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: MAR DEL PLATA

Lat: 38° 08'

Long: 57° 35'

Alt: 23m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	19,1	19,7	17,2	14,8	11,5	9,2	8,1	8,3	10,0	12,7	15,1	17,7	13,6
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	19,6	19,0	18,0	14,5	11,7	8,6	7,6	8,6	9,5	12,0	15,3	17,3	13,5
Temperatura media mensual (promedio)	19,4	19,4	17,6	14,7	11,6	8,9	7,9	8,5	9,8	12,4	15,2	17,5	13,5
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	70	73	89	65	66	62	51	48	55	57	68	64	768
Índice de calor mensual	7,76	7,76	6,72	5,09	3,58	2,39	1,98	2,21	2,75	3,93	5,38	6,66	56,22
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,55	31,55	32,10	27,90	26,10	23,95	25,45	27,90	30,00	34,25	35,75	38,15	

### CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir (1= )	3,0	3,0	2,6	2,0	1,4	1,0	0,9	1,0	1,2	1,6	2,2	2,6	
Evapotranspiración potencial	112,7	94,7	83,5	55,8	36,5	24,0	22,9	27,9	36,0	54,8	78,7	99,2	

### FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	70	73	89	65	66	62	51	48	55	57	68	64	768
Evapotranspiración potencial	113	95	83	56	37	24	23	28	36	55	79	99	726
Variación de la reserva de agua del suelo	-43	-12	6	9	29	38	18	0	0	0	-11	-35	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	12	0	6	15	44	82	100	100	100	100	89	54	
Exceso de agua							10	20	19	2			52
Déficit de agua agrícola		10											11
Evapotranspiración real	113	85	83	56	37	24	23	28	36	55	79	99	716

Índice de humedad  $Iu$ : 7,1%

Índice hídrico  $Ih = Iu - 0,6Ia$

6,3%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez  $Ia$ : 1,4%

Concent. térmica en verano:

42,2%

Cuadro N°1

En la estimación del balance hidrológico se utilizará la fórmula general simplificada:

$$P = Evtr + Q$$

**P** = Precipitación media

**Evtr** = Evapotranspiración real

**Q** = Volumen de agua susceptible de infiltrar y escurrir

El valor de precipitación que se ha utilizado responde al promedio de los años 1921 - 1950.

La evapotranspiración real se ha calculado utilizando la metodología de Thornthwaite (3) (8) (Cuadros 1 a 6) y con la fórmula de Turc.

Aplicando Thornthwaite en la ecuación de balance y para las estaciones climatológicas se ha obtenido:

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: DOLORES

Lat: 36° 16'

Long: 57° 41'

Alt: 9m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	21,3	21,1	17,9	15,0	11,6	9,2	8,1	9,0	11,5	14,3	17,5	19,9	14,7
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	21,9	20,8	19,1	14,3	12,0	8,7	8,4	9,4	11,7	14,2	17,4	19,9	14,8
Temperatura media mensual (promedio)	21,6	21,0	18,5	14,7	11,8	9,0	8,3	9,2	11,6	14,3	17,5	19,9	14,8
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	67	72	102	78	76	77	61	60	74	59	73	80	879
Índice de calor mensual	9,16	8,75	7,25	5,09	3,67	2,41	2,13	2,52	3,58	4,88	6,63	8,10	64,18
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,3	31,5	31,8	28,2	26,6	24,2	25,7	28,1	30,0	34,2	35,5	37,9	

### CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir (1=65)	3,3	3,2	2,6	1,8	1,3	0,9	0,8	0,9	1,3	1,7	2,4	2,9	
Evapotranspiración potencial	123,1	100,8	82,7	50,8	34,6	21,8	20,6	25,3	39,0	58,1	85,2	109,9	

### FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	67	72	102	78	76	77	61	60	74	59	73	80	879
Evapotranspiración potencial	123	101	83	51	35	22	21	25	39	58	85	110	752
Variación de la reserva de agua del suelo	-56	-2	19	27	41	12					-12	-30	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	2	0	19	47	88	100	100	100	100	100	88	58	
Exceso de agua						43	40	35	35	1			154
Déficit de agua agrícola		27											27
Evapotranspiración real	123	74	83	51	35	22	21	25	39	58	85	110	725

Índice de humedad  $I_u$ : 20,5%

Índice hídrico  $I_h = I_u - 0,6I_a$

18,4%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez  $I_a$ : 3,6%

Concent. térmica en verano:

44,4%

Cuadro N°2

**Las Flores**  $Q = 919 \text{ mm} - 752 \text{ mm} = 167 \text{ mm}$

**Dolores**  $Q = 879 \text{ mm} - 725 \text{ mm} = 154 \text{ mm}$

**Azul**  $Q = 834 \text{ mm} - 725 \text{ mm} = 109 \text{ mm}$

**Tandil**  $Q = 818 \text{ mm} - 727 \text{ mm} = 91 \text{ mm}$

**Balcarce**  $Q = 809 \text{ mm} - 725 \text{ mm} = 84 \text{ mm}$

**Mar del Plata**  $Q = 768 \text{ mm} - 716 \text{ mm} = 52 \text{ mm}$

En condiciones medias estos excesos se presentan en el período Julio - Octubre para valores menores de 100 mm y Junio - Octubre para los que superan ese valor, aunque en algunos casos también hay excesos en Marzo.

La distribución de estos valores (Mapa N° 7) muestra un comportamiento similar al de la precipitación en lo que respecta a la declinación de valores.

Se ha aplicado también a las mismas estaciones la ecuación de balance, utilizando para evapotranspiración real la fórmula de Turc.

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: **BALCARCE**

Lat: 37° 51'

Long: 58° 15'

Alt: 113m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	20,3	20,1	17,1	14,4	10,9	8,4	7,6	8,1	10,4	13,4	18,5	19,2	14,0
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	20,7	19,7	18,0	13,3	10,5	7,8	7,6	8,4	10,3	13,3	16,5	18,4	13,7
Temperatura media mensual (promedio)	20,5	19,9	17,6	13,9	10,7	8,1	7,6	8,3	10,4	13,4	17,5	18,8	13,9
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	67	86	94	66	69	58	48	49	58	71	66	77	809
Índice de calor mensual	8,47	8,10	6,69	4,68	3,16	2,08	1,88	2,13	3,01	4,42	6,66	7,43	58,71
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,55	31,55	32,10	27,90	26,10	23,95	25,45	27,90	30,00	34,25	35,75	38,15	

### CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,2	3,0	2,5	1,8	1,3	0,9	0,8	0,9	1,2	1,8	2,3	2,8	
Evapotranspiración potencial	120,2	94,7	80,3	50,2	33,9	21,6	20,4	25,1	36,0	61,7	82,2	106,8	

### FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	67	86	94	66	69	58	48	49	58	71	66	77	809
Evapotranspiración potencial	120	95	80	50	34	22	20	25	36	62	82	107	733
Variación de la reserva de agua del suelo	-53	-1	14	16	35	35					-16	-30	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	1	0	14	30	65	100	100	100	100	100	84	54	
Exceso de agua						1	28	24	22	9			84
Déficit de agua agrícola			8										8
Evapotranspiración real	120	87	80	50	34	22	20	25	36	62	82	107	725

Índice de humedad  $I_u$ : 11,5%

Índice hídrico  $I_h = I_u - 0,6I_a$

10,8%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez  $I_a$ : 1,1%

Concent. térmica en verano:

43,9%

Cuadro N°3

**Las Flores**       $Q = 919 \text{ mm} - 652 \text{ mm} = 267 \text{ mm}$

**Dolores**         $Q = 879 \text{ mm} - 615 \text{ mm} = 264 \text{ mm}$

**Tandil**          $Q = 818 \text{ mm} - 564 \text{ mm} = 254 \text{ mm}$

**Azul**             $Q = 834 \text{ mm} - 582 \text{ mm} = 252 \text{ mm}$

**Balcarce**        $Q = 809 \text{ mm} - 574 \text{ mm} = 235 \text{ mm}$

**Mar del Plata**    $Q = 768 \text{ mm} - 550 \text{ mm} = 218 \text{ mm}$

Los valores de exceso así obtenidos, aparte de sus valores optimistas, representan en promedio un 30 % del valor de la precipitación.

## 5. AGUAS SUPERFICIALES

En el tratamiento de las cuencas geohidrológicas de la Argentina y basado en criterios climáticos, morfológicos, geológicos y estructurales, Riggi (16) incluye la zona bajo estudio en las "cuencas con desagüe al Atlántico" y

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: TANDIL

Lat: 37° 13'

Long: 59° 16'

Alt: 175m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)													
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	21,2	19,8	17,9	12,4	9,7	6,9	6,6	7,7	9,8	12,7	16,2	18,7	13,3
Temperatura media mensual (promedio)	21,2	19,8	17,9	12,4	9,7	6,9	6,6	7,7	9,8	12,7	16,2	18,7	13,3
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	79	77	83	62	69	53	39	46	65	84	80	81	818
Índice de calor mensual	8,91	8,03	6,90	3,96	2,73	1,63	1,52	1,92	2,77	4,10	5,93	7,37	55,76
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs) 37,1	37,5	31,5	31,8	28,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1	

### CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir (I=55)	3,4	3,0	2,7	1,6	1,2	0,7	0,7	0,9	1,2	1,7	2,3	2,8	
Evapotranspiración potencial	127,5	94,5	85,9	45,1	31,7	16,8	17,9	25,1	36,0	58,1	82,1	106,7	

### FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	79	77	83	62	69	53	39	46	65	84	80	81	818
Evapotranspiración potencial	128	95	86	45	32	17	18	25	36	58	82	107	727
Variación de la reserva de agua del suelo	-49	-18	-3	17	37	36	6				-2	-26	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	24	6	3	20	58	94	100	100	100	100	98	72	
Exceso de agua							15	21	29	26			91
Déficit de agua agrícola													0
Evapotranspiración real	128	95	86	45	32	17	18	25	36	58	82	107	727

Índice de humedad  $I_u$ : 12,5%

Índice hídrico  $I_h = I_u - 0,6I_a$

12,5%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez  $I_a$ : 0,0%

Concent. térmica en verano:

45,2%

Cuadro N°4

dentro de ésta, clasifica a los cursos como “ríos de llanura de la pendiente atlántica del sur de la Provincia de Buenos Aires”.

Frenguelli (7) se ocupa de la hidrografía de la provincia en forma más detallada; propone, utilizando los mismos criterios que Riggí, dos intentos de sistematización de las aguas superficiales, uno para las cuencas lacustres y otro para los ríos.

Con respecto a los cuerpos lagunares, quedarían parcialmente comprendidos en la zona, los grupos margi-

nal, diagonal y septentrional (Mapa N° 8).

El primero ocupa el sector oriental de la **pampa alta** más una pequeña porción de la **pampa deprimida**. El origen de la gran cantidad de espejos de agua debe buscarse sin duda en las condiciones morfológicas. Esto es, una pendiente sumamente exigua, jalónada por un sinnúmero de obstáculos que actúan embalsando las aguas. Al respecto Frenguelli (7) distingue tres sectores de acuerdo a la naturaleza del embalse: **embalse por dunas, por cordones conchiles y por médanos**.

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: AZUL

Lat: 36° 46'

Long: 59° 50'

Alt: 133m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	21,3	20,9	17,3	14,0	10,3	7,8	7,0	8,0	10,5	13,6	16,8	19,9	14,0
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	21,6	20,2	17,8	12,8	9,8	7,2	6,8	7,9	10,2	13,2	16,8	19,3	13,6
Temperatura media mensual (promedio)	21,5	20,6	17,6	13,4	10,1	7,5	6,9	8,0	10,4	13,4	16,8	19,6	13,8
Precipitación media mensual (período)	63	88	100	73	67	48	39	43	64	87	85	77	834
Índice de calor mensual	9,07	8,50	6,69	4,45	2,88	1,85	1,63	2,02	3,01	4,45	6,26	7,91	58,71
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,5	31,5	31,8	28,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1	

### CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir (I=58,75)	3,4	3,2	2,5	1,75	1,15	0,75	0,7	0,85	1,2	1,75	2,3	2,9	
Evapotranspiración potencial	127,5	100,8	79,5	49,4	30,4	18,0	17,9	23,7	36,0	59,9	82,1	110,5	

### FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	63	88	100	73	67	48	39	43	64	87	85	77	834
Evapotranspiración potencial	128	101	80	49	30	18	18	24	36	60	82	110	736
Variación de la reserva de agua del suelo	-65	-2	21	24	37	19						-33	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	2	0	21	44	81	100	100	100	100	100	100	67	
Exceso de agua						11	21	19	28	27	3		109
Déficit de agua agrícola		11											11
Evapotranspiración real	128	90	80	49	30	18	18	24	36	60	82	110	725

Índice de humedad  $I_u$ : 14,9%

Índice hídrico  $I_h = I_u - 0,6I_a$

14,0%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez  $I_a$ : 1,5%

Concent. térmica en verano:

46,1%

Cuadro N°5

El primero se extiende desde Mar Chiquita hasta la punta Norte del cabo San Antonio. El segundo coincide aproximadamente con la traza de la Ruta 11 desde Gral. Conesa, se interrumpe en el cauce del río Salado y sigue luego al norte. El último comprende una zona interior que abarca a grandes rasgos, desde las localidades de Maipú y Gral. Guido hasta Pila y Guerrero, continuando hacia el norte.

El **grupo diagonal** está representado por una cantidad relativamente escasa de lagunas que se escalonan a los largo de los arroyos Vallimanca y de las Flores.

El **grupo septentrional** corresponde al sistema de cuerpos lagunares de la pampa deprimida, salvo los de su porción terminal que han sido incluidos, por su génesis, en el grupo marginal.

Se trata de un área morfológicamente deprimida en la que el río Salado ha alcanzado un alto grado de madurez. Su cauce al divagar ha dado lugar a la formación de numerosas lagunas. Otras se forman por ensanchamiento del álveo. El espejo de agua es mantenido fundamentalmente a expensas de la capa freática.

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: LAS FLORES

Lat: 36° 02'

Long: 59° 06'

Alt: 33m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	23,0	22,1	18,5	15,6	12,2	9,3	8,7	9,6	12,6	15,5	18,9	21,4	15,6
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	23,2	21,2	19,2	14,2	11,5	8,8	9,6	9,8	12,2	15,1	18,7	21,0	15,4
Temperatura media mensual (promedio)	23,1	21,7	18,9	14,9	11,9	9,1	9,2	9,7	12,4	15,3	18,8	21,2	15,5
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	68	79	108	91	76	68	50	58	82	78	78	89	919
Índice de calor mensual	10,15	9,20	7,46	5,22	3,69	2,46	2,50	2,73	3,96	5,44	7,43	8,91	69,12
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,2	31,5	31,8	28,2	26,7	24,3	25,8	30,0	34,2	35,4	37,8		

### CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir (I=70)	3,6	3,2	2,6	1,8	1,2	0,8	0,8	0,9	1,4	1,9	2,6	3,1	
Evapotranspiración potencial	133,9	100,8	82,7	50,8	32,0	19,4	20,6	25,4	42,0	65,0	92,0	117,2	

### FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	68	79	108	91	76	68	50	58	82	78	78	89	919
Evapotranspiración potencial	134	101	83	51	32	19	21	25	42	65	92	117	782
Variación de la reserva de agua del suelo	-58	0	25	40	34						-14	-28	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	0	0	25	66	100	100	100	100	100	100	86	58	
Exceso de agua					10	49	29	33	40	7			167
Déficit de agua agrícola	8	22											30
Evapotranspiración real	126	79	83	51	32	19	21	25	42	65	92	117	752

Índice de humedad  $Iu$ : 21,4%

Índice hídrico  $Ih = Iu \cdot 0,6Ia$

19,1%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez  $Ia$ : 3,8%

Concent. térmica en verano:

45,0%

Cuadro N°6

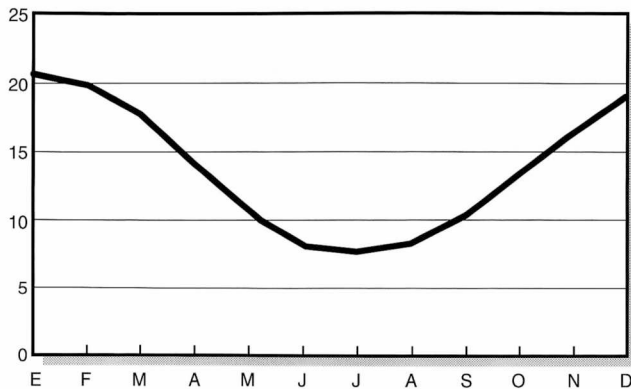
Por tratarse de una zona regional de descarga de aguas subterráneas, la salinidad es considerable, circunstancia que se acentúa por la acción constante de la evaporación.

Frenquelli (7) no contempla, dada la escala de su trabajo, un sinnúmero de pequeños cuerpos de agua de carácter temporario que se desarrollan en el sector correspondiente a la bajada de las Sierras Septentrionales y que aquí se denomina como grupo de la pampa alta. Se trata de bajos topográficos de dimensiones reducidas y forma sub-circular que se disponen según una cierta orientación en el

sentido de la pendiente. En ocasión de épocas lluviosas suelen interconectarse conformando una red de drenaje incipiente. Un estudio de mayor detalle probablemente denuncie un carácter influyente de los mismos y permita determinar además el rol que puedan tener en la resolución del balance hidrológico ya que inciden, aunque con distinto signo, en dos términos del mismo.

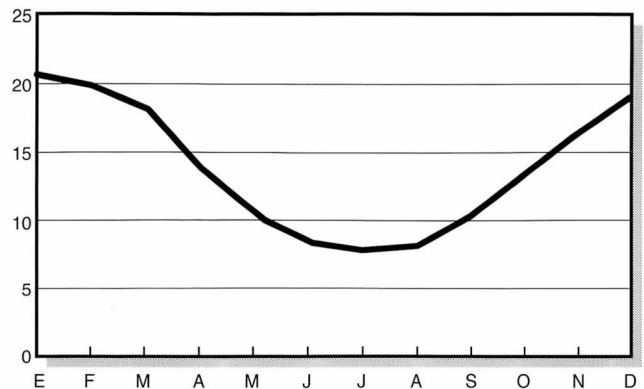


## VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO Nº 1)



Localidad: **BALCARCE**  
Temperatura media: 13,8°

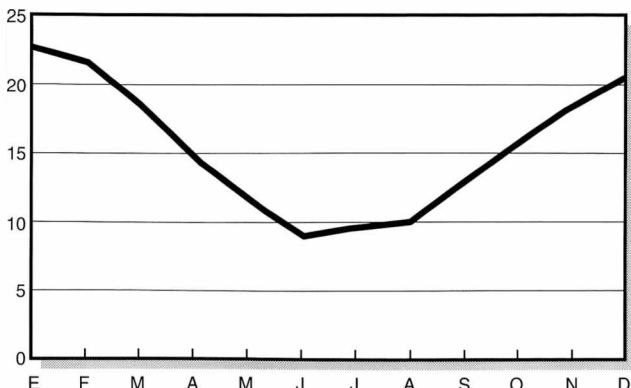
Lat.: 37° 51' Long.: 58° 15'  
Periodo: 1941-1960



Localidad: **AZUL**  
Temperatura media: 13,8°

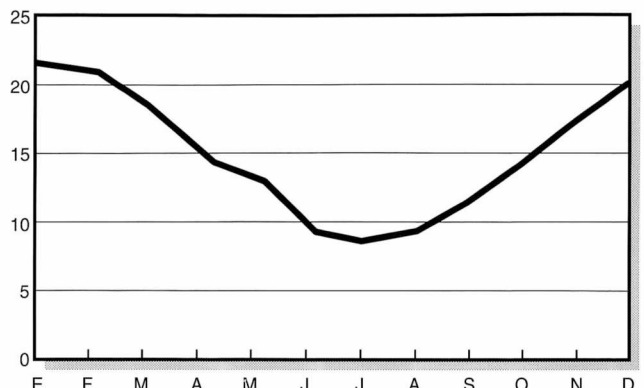
Lat.: 36° 46' Long.: 59° 50'  
Periodo: 1941-1960

## VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO Nº 2)



Localidad: **LAS FLORES**  
Temperatura media: 15,5°

Lat.: 36° 02' Long.: 59° 06'  
Periodo: 1941-1960



Localidad: **DOLORES**  
Temperatura media: 14,8°

Lat.: 36° 16' Long.: 57° 41'  
Periodo: 1941-1960

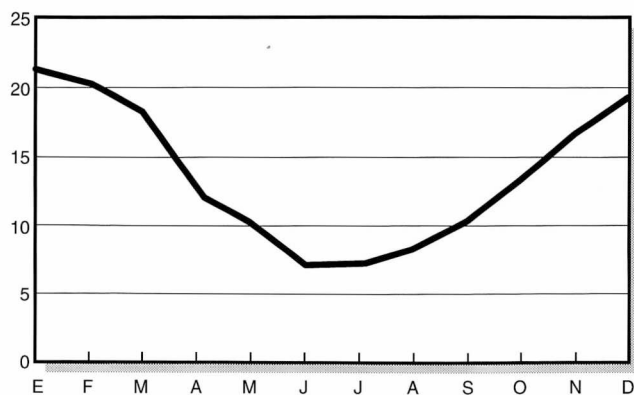
En lo concerniente a sistemas fluviales, quedarían incluidos en la zona, siempre según el esquema de Frenquelli, los siguientes (Mapa Nº 9):

- \* Sistema del río Salado y sus afluentes (sector nororiental)
- \* Sistema del arroyo Vallimanca (sector noroccidental)

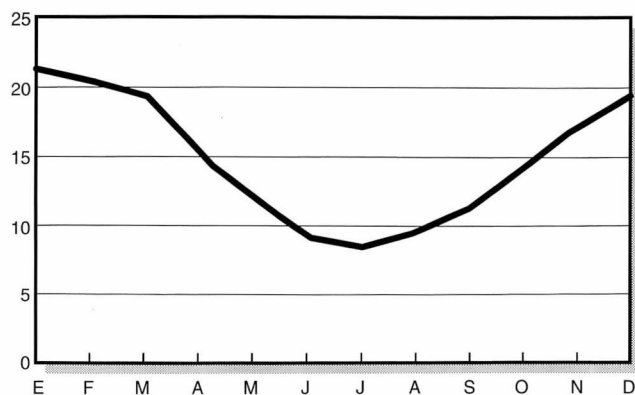
\* Tributarios directos del Océano Atlántico (sector oriental)

Existe una amplia zona que se corresponde morfológicamente con la bajada de las Sierras de Olavarría, Azul y Tandil, que no ha sido contemplada por el autor mencionado y que en adelante llamaremos **Arroyos de la vertiente Norte de las Sierras de Olavarría y Tandil**.

### VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO N° 3)

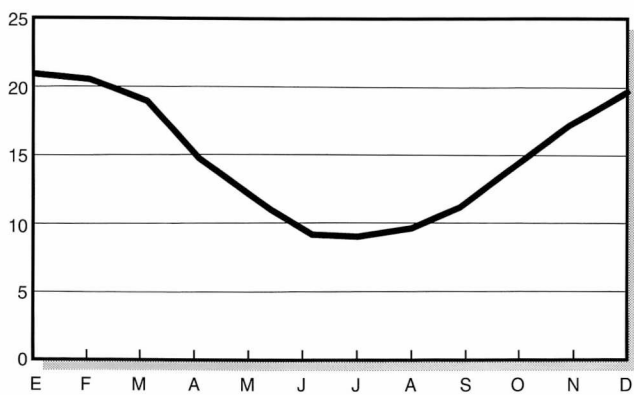


Localidad: TANDIL Lat.: 37°13' Long.: 59°16'  
Temperatura media: 13,3° Período: 1951-1960

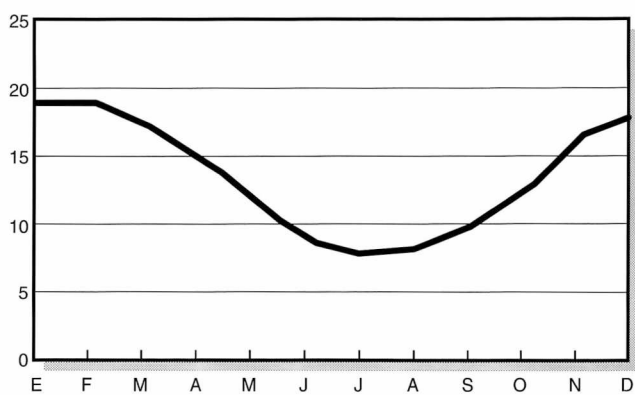


Localidad: SAN C. DEL TUYU Lat.: 36°22' Long.: 56°43'  
Temperatura media: 14,5° Período: 1951-1960

### VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO N° 4)



Localidad: PINAMAR Lat.: 37°05' Long.: 57°51'  
Temperatura media: 14,0° Período: 1951-1960



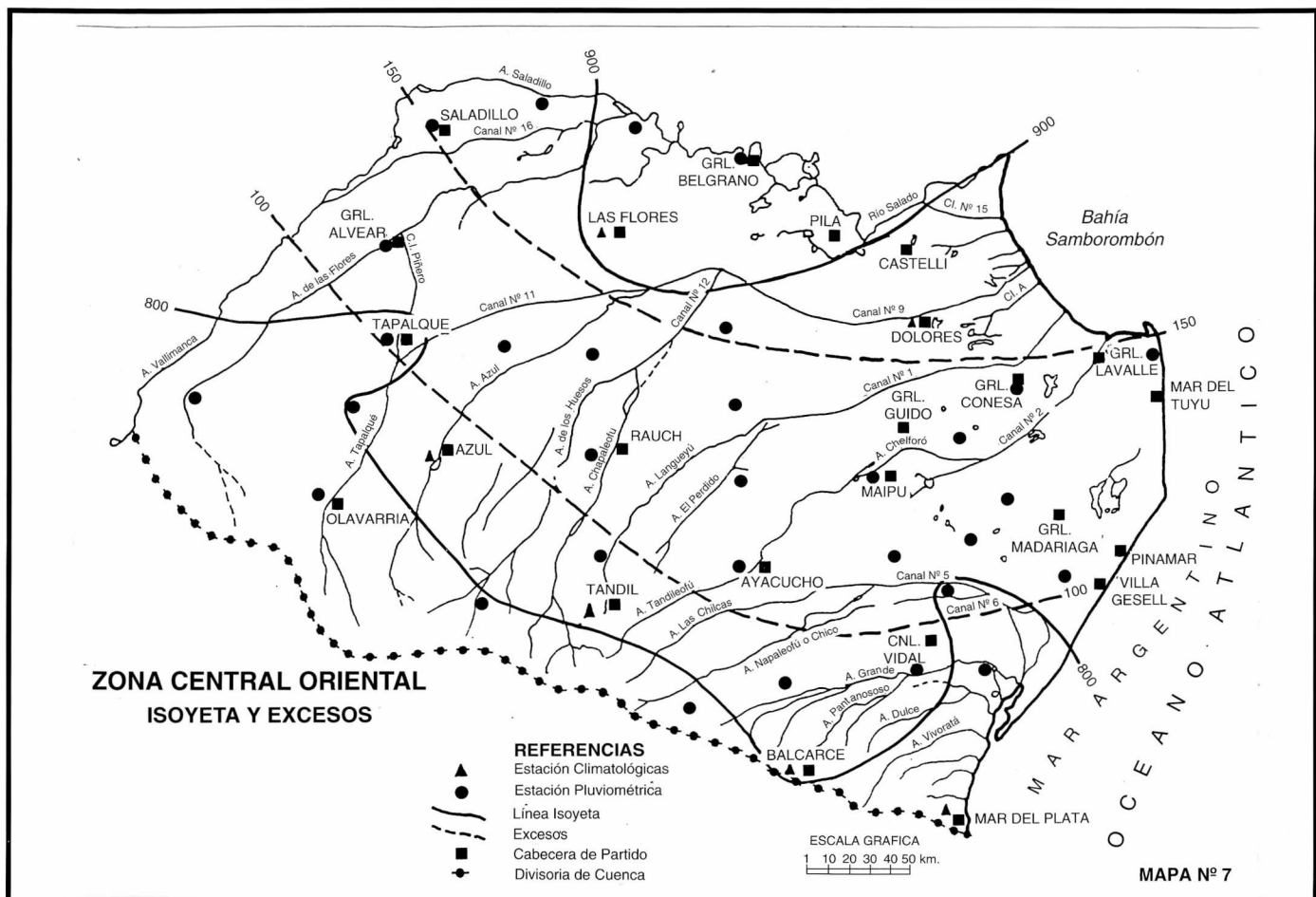
Localidad: MAR DEL PLATA Lat.: 38°08' Long.: 57°35'  
Temperatura media: 13,5° Período: 1941-1960

## 5.1. Sistema del río Salado y sus afluentes

El río Salado transita por la amplia depresión tectónica de la pampa deprimida. Se trata de un río "maduro" que ha labrado un valle muy amplio como consecuencia de las divagaciones de su cauce. Actualmente sufre una reactivación producto del levantamiento post-platense, que afecta con mayor intensidad al sector de su desembocadura. Como consecuencia de esto se produce un lento aumento

en el caudal básico a expensas de las reservas generatrices. La magnitud de este fenómeno sólo reviste importancia en la escala de tiempo geológico.

El rumbo general de este río dentro de la zona en cuestión es noroeste-sudeste pero en el tramo terminal tuerce en forma brusca y se dirige francamente hacia el noreste, respondiendo seguramente a una línea de falla en profundidad.



## 5.2. Sistema del Vallimanca

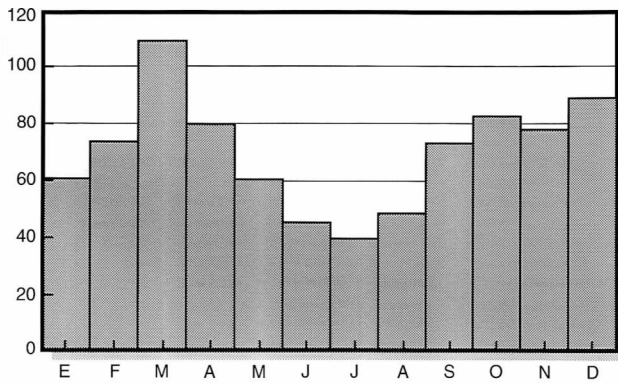
Es afluente del Salado pero sólo alcanza a desembocar en él en ocasión de grandes lluvias. Ambos presentan gran similitud ya que recorren el fondo de una zona deprimida a causa de la tectónica profunda. Merced a la reactivación erosiva a que se alude arriba, el arroyo Vallimanca está profundizando su cauce y cortando los sedimentos lujanenses y platenses que colmataron las cuencas. Lo mismo ocurre con el arroyo de las Flores que corre paralelamente compartiendo el sector relativamente hundido de la depresión diagonal. Algunas lagunas y bañados de distintas formas y tamaños se escalonan a lo largo de estos cursos produciendo pérdidas de agua del sistema por evaporación directa, ya que el carácter efluente de estos cuerpos es casi una constante.

## 5.3. Tributarios directos del Océano Atlántico

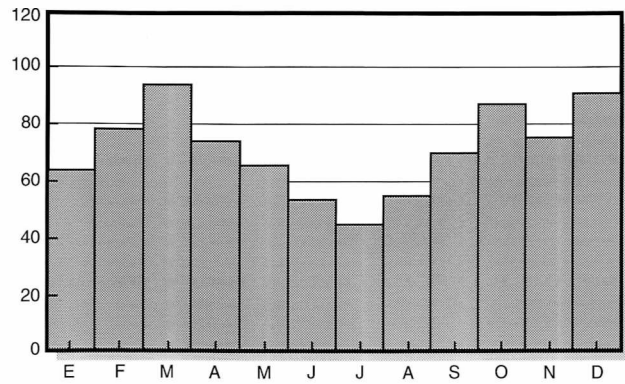
En el extremo sudeste de la zona de trabajo, los arroyos que descienden de las sierras entran inmediatamente en una pendiente francamente perpendicular a la costa. En la porción norte de este sector los cursos ven impedido su desagüe directo al mar por el obstáculo que significa la cadena de dunas costeras.

Es así que se forman dilatadas lagunas y pantanos, frecuentemente interconectados natural o artificialmente, que tratan de buscar una salida hacia el sur convergiendo en la laguna Mar Chiquita, que en su extremo meridional logra superar la barrera arenosa. A partir de aquí y hacia el sur los cordones de dunas comienzan a perder importancia hasta desaparecer al norte de Santa Clara del Mar. Esta circunstancia permite que los arroyos de los Cueros, Seco,

### PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 5)

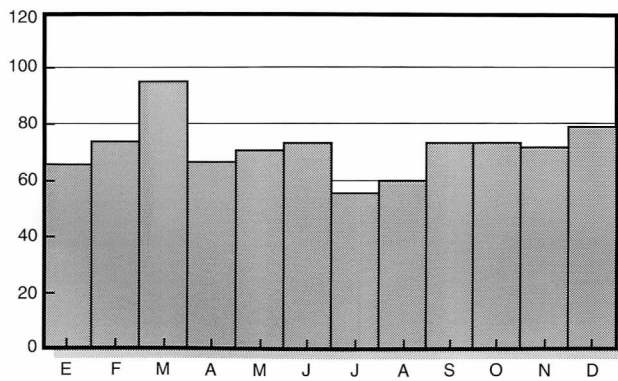


Localidad: G. ALVEAR Lat.: 36°02' Long.: 60°01'  
Promedio anual: 843 mm

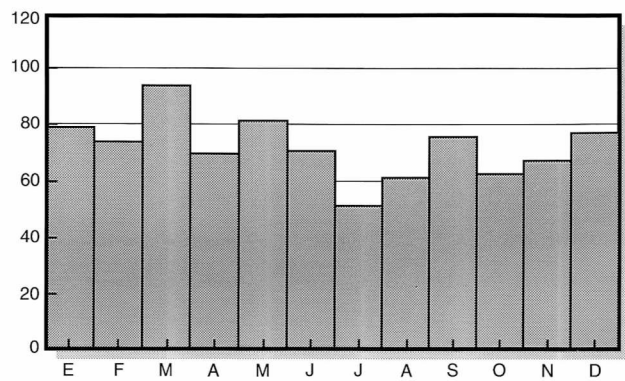


Localidad: CACHARI Lat.: 36°23' Long.: 59°30'  
Promedio anual: 846 mm

### PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 6)



Localidad: UDAQUIOLA Lat.: 36°33' Long.: 58°32'  
Promedio anual: 837 mm



Localidad: G. GUIDO Lat.: 36°40' Long.: 57°48'  
Promedio anual: 851 mm

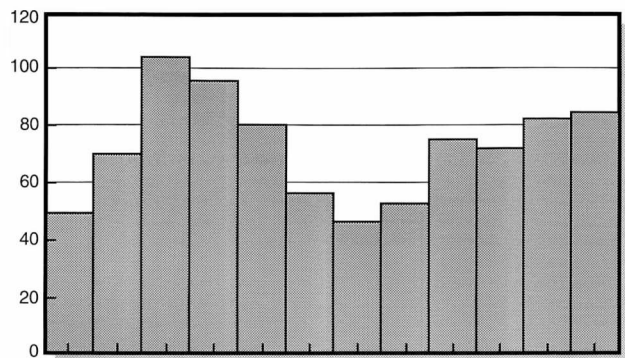
Santa Elena y Tapera desembocan directamente al Océano.

Todos los cursos de este sistema tienen un carácter influente en la zona de cabeceras que van trocando paulatinamente, a medida que se desplazan por la bajada, para hacerse netamente efluentes en la zona de playa.

#### 5.4. Arroyos de la vertiente Norte de las Sierras de Olavarría y Tandil

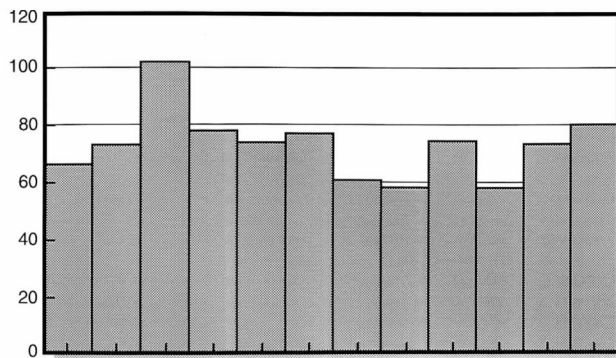
Una característica común a todos los cauces de este sistema es que ninguno de ellos alcanza a completar su desagüe a no ser por medio de canalizaciones. En efecto, presentan en sus cabeceras algunos afluentes de carácter torrencial que confluyen en álveos encajonados; éstos transitan la pampa alta en el sector en que la pendiente les

### PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 7)



Localidad: ATUCHA  
Promedio anual: 866 mm

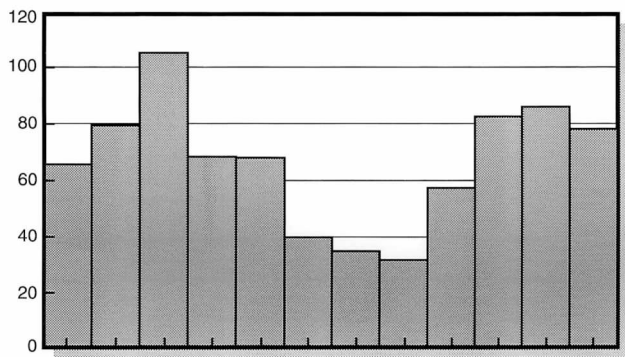
Lat.: 35° 33' Long.: 59° 22'



Localidad: DOLORES  
Promedio anual: 879 mm

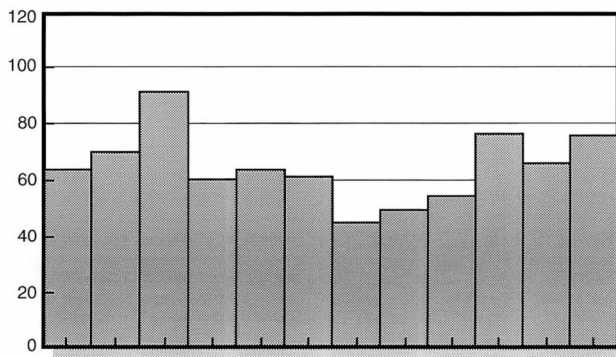
Lat.: 36° 17' Long.: 57° 42'

### PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 8)



Localidad: OLAVARRIA  
Promedio anual: 788 mm

Lat.: 36° 54' Long.: 60° 12'



Localidad: R. OTERO  
Promedio anual: 782 mm

Lat.: 37° 32' Long.: 58° 27'

permite mantener la competencia, pero se pierden en dilatados bañados en la zona de **playa**.

Las características descriptas para el conjunto de aguas superficiales permiten relacionarlas con la morfología y climatología reinantes. Es así que el pedimento y sección proximal del cono dan lugar a que se desarrollen los cauces de numerosos arroyos. La bajada debido a su mayor pendiente relativa es cruzada por ríos y arroyos que

se insumen o pierden por evapotranspiración antes de alcanzar la **playa**. Algunos arroyos nacen y mueren dentro de ella, al igual que pequeñas lagunas originadas en la descarga de la capa freática.

La **playa** corresponde al área de descarga y ha dado origen a los cuerpos de aguas estancos salinos, en reemplazo de verdaderas salinas que no se formaron por las características climáticas.

Como complemento actúa el río Salado, que además recibe el aporte de los tributarios de su margen izquierda y de las lagunas ubicadas en la pampa deprimida.

## 6. AGUAS SUBTERRANEAS

### 6.1. Características generales

El comportamiento de las aguas subterráneas está íntimamente vinculado a la geología, tectónica y fisiografía, como variables en el modelo conceptual.

Desde el punto de vista hidrogeológico ya se han descrito tres secciones; la relación o aislamiento entre las mismas depende de la mayor o menor permeabilidad de los sedimentos, que tienden a veces a comportarse aún como acuicludos.

Si se considera al **Basamento Impermeable** como base de todo el sistema, quedarían por encima de él las siguientes secciones coincidentes con las descritas en el capítulo Hidrogeología.

### 6.2. Sección Epiparaniana

Presenta distintos niveles productivos incluyendo en ellos el de la capa freática.

La variación en número de éstos depende de las características anisotrópicas locales y es posible que en su conjunto formen un acuífero multiunitario con características regionales homogéneas.

El sistema, si bien presenta posibilidades de infiltración en toda su área dadas las características hidrogeológicas superficiales, reconoce zonas de predominancia de recarga y otras de descarga.

Desde el punto de vista general la predominancia de recarga se produce principalmente en la región proximal pedemontana, a través de los arroyos influentes, acrecentados los caudales por las superficies de recepción generadora que conforman las rocas acuífugas del basamento aflorante.

La **bajada** conforma la porción de conducción por antonomasia aunque también está sometida a efectos de recarga y descarga. La primera es autóctona por insumición de las precipitaciones en los lugares más permeables, donde haya capacidad de almacenaje; la segunda la demuestran las nacientes de algunos arroyos que drenan las aguas subterráneas.

La descarga predomina en la **playa** a través de los distintos cuerpos de agua estancos y el río Salado. Los primeros lo hacen por evaporación y sólo en épocas de exceso de lluvias drenan superficialmente hacia éste.

El mapa isofreático (Mapa N° 10), indica una concordancia entre la morfología de la superficie freática y la superficial. Las curvas muestran un espaciamiento en sentido de flujo hasta transformarse en una superficie subhorizontal que en forma de "sábana" se extiende coincidiendo con la zona de playa y pampa deprimida, precisamente por los fenómenos de descarga señalados.

A este cuadro general debe sumarse la recarga local originada en los cuerpos medanosos y conchiles, que cuando tienen suficiente altura sobre el ambiente circundante actúan como barrera formando elevaciones de la capa freática. Estas no se manifiestan en el mapa por la escala utilizada, pero algunos trabajos de detalle (5) muestran cómo la superficie freática adquiere forma parabólica con divergencias hacia la playa y el océano, donde descargan su exceso de agua.

En los niveles inferiores de esta sección, si bien no se tiene información detallada, puede suponerse como hipótesis de trabajo, de acuerdo a las características hidrogeológicas reinantes, un comportamiento de los niveles piezométricos similar al de la capa freática, pudiéndose esperar que los niveles más profundos sean negativos\* en las áreas de predominancia de recarga y positivos\* en las de descarga, como lo demostrarían los pocos datos existentes.

Las pendientes regionales dominantes son del orden de 2,2 m/km en la parte proximal, 0,8 m/km en la parte media y distal y 0,1 m/km en la playa .

\* *Capa artesiana positiva o presión positiva, cuando el nivel piezométrico sobrepasa al freático; capa artesiana negativa o presión negativa cuando está por debajo de él (21).*

De acuerdo a esto las velocidades del agua son de poca magnitud, especialmente en la playa.

Localmente, en relación con los microambientes, las pendientes pueden incrementarse, especialmente en el sector de médanos costeros y habrá por lo tanto un consecuente aumento de velocidad.

### 6.2.1. Hidroquímica

Para el estudio del comportamiento químico de las aguas subterráneas se utilizaron datos provenientes de distintos organismos, pero dada la antigüedad de algunos y su disparidad, se realizó un muestreo expeditivo que palió en parte la deficiencia de información, sirviendo de base al mismo tiempo para la confección de los mapas hidroquímicos de la capa freática. Estos fueron elaborados en forma zonal para representar valores predominantes de **salinidad total, cloruros y sulfatos**.

En general, desde el punto de vista químico, la zonación es de tipo morfológico, con un incremento de salinidad hacia la zona de descarga, consecuencia de los fenómenos de concentración.

#### Salinidad total

Se eligieron dos valores (1.000 mg/l y 2.000 mg/l) que delimitan tres áreas bien definidas; entre 0 y 1.000 mg/l, entre 1.000 y 2.000 mg/l y más de 2.000 mg/l (Mapa N° 11).

La primera se extiende desde la divisoria de agua de las sierras (límite de zona), hasta una línea que disponiéndose paralela a las nacientes del arroyo de Las Flores, cambia luego su rumbo hasta hacerse noroeste-sudeste y con forma muy sinuosa se acerca sucesivamente a las localidades de Tapalqué, Pardo, Cacharí, Martín Colman, Rauch, Legueyú y Ayacucho suavizándose al acercarse al Océano Atlántico algo al sur de Santa Clara del Mar. En su mayor parte coincide con el área serrana y zona de bajada pero es de hacer notar que hasta el inicio de ésta aproximadamente, los valores no sobrepasan los 500 mg/l con excepción de las áreas sobreexplotadas (Mar del Plata, Balcarce) donde llega a superar los 1.600 mg/l. Comprende aproximadamente el 40% del área total y se continúa al otro lado de las sierras.

Se nota también la predominancia de estas aguas de bajo contenido salino coincidiendo con zonas cuya alta porosidad permite una rápida infiltración de aguas meteoricas, como es el caso de los cordones conchiles y medanosos ya mencionados, que revisten especial importancia por ser reservorios estratégicos, normalmente aislados en áreas de alta salinidad y que reclaman un manejo delicado por el peligro de contaminación, tanto bacteriológica como química.

El área con prevalencia de 1.000 a 2.000 mg/l abarca aproximadamente un 30 % del total, disponiéndose como una faja irregular entre la descripta y la que supera los 2.000 mg/l, circundando a veces a esta última o apareciendo como islotes dentro de ella; no pueden ser mapeados dado que se está trabajando a escala regional, pero revisten importancia local. Coincide a grandes rasgos con la parte distal de la zona de bajada.

Por encima de 2.000 mg/l se ubica el área que coincide en líneas generales con la zona de playa y pampa deprimida, adentrándose en forma de lengua en la depresión diagonal, circundando el curso del arroyo de las Flores.

La gran evapotranspiración y evaporación unidos a un drenaje dificultoso a casi nulo, originan fenómenos de concentración con la consiguiente salinización del agua.

Debe hacerse notar la presencia de sectores con aguas excesivamente salinizadas, como por ejemplo en Gral. Conesa (26.000 mg/l) y Estación La Reforma (17.000 mg/l).

#### Cloruros

Siguiendo el sistema de mapa zonal se delimitaron tres áreas con predominancias de valores; hasta 350 mg/l, entre 350 y 700 mg/l y mayores de 700 mg/l (Mapa N° 12).

Aproximadamente un 70% del área total posee valores menores a 350 mg/l, coincidiendo con las sierras y zona de bajada. Raramente superan los 100 mg/l, en especial en el sector serrano y la porción proximal de la bajada, donde se mantienen por debajo de 50 mg/l.

El sector intermedio entre 350 y 700 mg/l separa en forma irregular las áreas anteriores de las de más de 700 mg/l ocupando aproximadamente un 10% del total.

El área donde privan valores mayores que 700 mg/l acompaña en líneas generales a la de mayor salinidad. Igual salvedad debe hacerse para los cordones conchiles y medanosos.

En rasgos generales puede hablarse de una madurez química de las aguas subterráneas, puesta de manifiesto en el aumento de este ión desde la zona con predominancia de recarga (sierras-porción proximal de la bajada) hacia las de descarga (valle del arroyo de las Flores, pampa deprimida y playa).

### Sulfatos

Los límites tomados siguiendo los lineamientos ya mencionados son: hasta 150 mg/l, entre 150 y 300 mg/l y más de 300 mg/l (Mapa N° 13).

El comportamiento es similar al descrito para cloruros coincidiendo aproximadamente la posición relativa de las distintas zonas.

La relación  $SO_4/Cl$  disminuye en dirección a las zonas de descarga.

### Oligoelementos

Sólo se ha detectado la presencia en exceso de flúor en algunas localidades. Así pueden mencionarse, el Pozo N° 5 de OSN de Azul con 3 mg/l, el Pozo N° 7 de OSN de Olavarría con 2,8 mg/l, y muestras recogidas en las localidades de Parravicini (3 mg/l), Las Espigas (más de 3 mg/l), Recalde (más de 3 mg/l), Casalins (2,3 mg/l) y Gral. Alvear (2,3 mg/l), todas ellas de la capa freática.

No se han elaborado mapas químicos de los niveles inferiores de la sección Epiparaniana, pero los datos aislados que se poseen permiten suponer al menos por ahora, un comportamiento similar al descrito para la capa freática.

## 6.3. Sección Parianana

Teniendo en cuenta lo expuesto en el capítulo Hidrogeología, se puede considerar a esta sección como de características confinadas, con una zona intermedia de acuíferos alóctonos con aguas surgentes o por lo menos ascendentes.

Los caudales característicos obtenidos son bajos, no sobrepasando los 3 m<sup>3</sup>/h/m.

En general es portadora de aguas de mala calidad, llegando a superar los 20.000 mg/l en la perforación ya mencionada de San Clemente del Tuyú. La única excepción que se ha considerado se refiere a niveles aparentemente potables en Cnel. Vidal documentados en un perfil de la Dirección de Hidráulica, que no supera los 1.700 mg/l. La misma indicaría la presencia de un área de recarga cercana.

## 6.4. Sección Hipoparaniana

Es poca la información de las aguas subterráneas alojadas en esta sección, dada la profundidad de la misma. En general se la puede suponer como portadora de aguas de alta salinidad como lo demostraría la perforación de San Clemente del Tuyú, donde se alumbró un nivel acuífero a 1.163 metros con 66.900 mg/l de sales totales y nivel piezométrico desconocido.

Sin embargo, las perforaciones surgentes que realizó el antiguo Ferrocarril Sud (actual F.C.G.R.) en los años 1924 y 1930 en las localidades de Maipú y Gral. Guido, que alumbran aguas de esta sección, se hallan dentro de los límites permisibles de potabilidad. Se transcriben a continuación los resultados de los análisis realizados en ambas localidades en Mayo de 1974.

La baja salinidad permite suponer un área de recarga cercana, que tentativamente se ubicaría en la porción proximal a media de la bajada donde los sedimentos más permeables del **Epiparaniano** estarían en contacto, directa o indirectamente, con el **Hipoparaniano**.

En las perforaciones de Gral. Guido y Maipú el nivel de surgencia alcanzaba 9,80 y 9,60 metros sobre el nivel del terreno. El caudal descrito para la primera fue de 13,8 m<sup>3</sup>/h y en la actualidad se lo ha estimado en 9 m<sup>3</sup>/h, es decir que



Localidad	Gral. Guido		Maipú	
<b>Conductividad</b>	3.125	$\mu\text{mho/cm}$	2.480	$\mu\text{mho/cm}$
<b>Residuo a 105 °C</b>	1.886	$\text{mg/l}$	1.490	$\text{mg/l}$
<b>Cloruros</b>	781	$\text{mg/l}$	568	$\text{mg/l}$
<b>Sulfatos</b>	272	$\text{mg/l}$	176	$\text{mg/l}$
<b>Dureza</b>	100	$\text{mg/l}$	120	$\text{mg/l}$
<b>Carbonatos</b>	24	$\text{mg/l}$	30	$\text{mg/l}$
<b>Bicarbonatos</b>	268	$\text{mg/l}$	311	$\text{mg/l}$
<b>Calcio</b>	16	$\text{mg/l}$	24	$\text{mg/l}$
<b>Magnesio</b>	15	$\text{mg/l}$	15	$\text{mg/l}$
<b>Fluoruros</b>	0,8	$\text{mg/l}$	0,6	$\text{mg/l}$
<b>pH</b>	7,6	$\text{mg/l}$	7,6	$\text{mg/l}$

no ha habido una disminución de caudal en el tiempo a pesar del envejecimiento del pozo. Por otra parte los bajos caudales característicos (aproximadamente  $1 \text{ m}^3/\text{h/m}$ ) se deberían a que las perforaciones están situadas en la porción distal del ambiente de recarga.

Dadas las condiciones descritas, existiría una franja de importancia que se dispondría subparalelamente a las sierras y en la cual las aguas de esta sección serían utilizables tanto por sus buenas condiciones de potabilidad, como por su posibilidad de surgencia donde las características topográficas así lo permitan.

Esta hipótesis se ve apoyada por la presencia de aguas de buena calidad alumbradas en esta sección y documentadas en el perfil de la perforación ya mencionada de la localidad de Saladillo.

## 6.5. Modelo Conceptual

El modelo se basa en tres elementos fundamentales.

- La equivalencia del comportamiento de la región a un ambiente pedemontano.
- Las tres secciones hidrogeológicas descritas en el capítulo Aguas Subterráneas.
- Las características climáticas.

La denominación **pedimento** se emplea teniendo en cuenta el comportamiento geohidrológico. El mismo, al estar limitado por rocas acuíferas aflorantes, forma un reservorio saturado, cuyo exceso se manifiesta en bañados y ríos o arroyos que drenan hacia la llanura.

Dentro de la denominada **bajada**, las tres secciones están conectadas directa o indirectamente en la porción proximal, donde la recarga se produce por afluencia subterránea, precipitaciones y ríos influentes.

En la porción media y distal de la bajada, zona de conducción, las tres secciones adquieren características individuales.

La **Hipoparaniana** y **Paraniana** tienen recarga alóctona, originada en la zona antes mencionada. Sus características son de confinamiento y su régimen en estado natural es permanente.

La primera, por sus características sedimentarias, presenta posibilidades de contener aguas con bajo contenido salino. La segunda por el contrario, dado su origen marino presentaría aguas altamente salinizadas, salvo en la porción cercana al área de recarga.

La sección **Epiparaniana** puede considerarse como acuífero multiunitario, cuya recarga además de alóctona, es autóctona por insumisión directa de las precipitaciones.

Dada su posición en el espacio y las características hidrológicas de los sedimentos que la componen, está sometida a un régimen no permanente, cuyas variaciones dependen de los cambios climáticos y de los caudales aportados o extraídos por los ríos influentes o efluentes que la surcan.

Por otra parte el carácter anisotrópico local permite la existencia de horizontes acuíferos semiconfinados.

El **ambiente de playa** corresponde a la zona de descarga, que se efectúa a través de los cuerpos de agua estancos, impedidos de desaguar al mar por la cadena de dunas costeras. En éstas la mayor permeabilidad facilita la recarga, permitiendo la acumulación de lentes de agua dulce con niveles piezométricos elevados en relación a la zona circundante, lo que constituye una barrera adicional para el desagüe al mar.

Las secciones inferiores descargan indirectamente en este ambiente y/o en el mar.

La **playa**, a pesar de ser zona de concentración salina, no presenta salitres sino cuerpos de agua salobres, a causa del clima húmedo imperante en la región.

## 6.6. Uso del agua

La característica fundamental del uso del agua en la zona radica en el hecho de que la totalidad del abastecimiento proviene de fuentes subterráneas.

Dentro de este rasgo general deben tenerse en cuenta otros factores que hacen del mismo un problema complejo, reclamando al mismo tiempo un manejo adecuado y de conjunto para cada área.

Una primera división se manifiesta entre la explotación realizada en centros urbanos y área rural.

Esta última, de neto predominio, se abastece fundamentalmente de los niveles superiores del Epiparaniano, en especial de la capa freática. La extracción, en su mayor parte, es realizada con bombas a pistón, ya sean estas accionada por molinos de viento o manuales, motobombardadores y en menor escala con pozos de balde, pero el consumo no es intensivo.

El agua se destina a bebida del ganado y usos domésticos en la mayor parte del área, pero existe una zona significativa de riesgo incipiente en Balcarce correspondiente al sector de cultivo de papas. Referencias verbales de técnicos del INTA indican un área promedio actual de

3.000 km<sup>2</sup> con riego complementario que puede extenderse a 70.000 km<sup>2</sup> y aún superar esa superficie, si se implanta el riego de pasturas como está previsto. La explotación es realizada todavía en forma empírica y la expectativa creada puede acarrear un uso desmedido que sin una evaluación previa del recurso, se traduciría en agotamiento de los acuíferos, salinización progresiva de suelos y otros inconvenientes graves, evitables mediante un manejo adecuado.

Otro problema lo representan las áreas donde la excesiva salinidad de las aguas subterráneas hace que su uso se restrinja a la explotación de "lentes" que por su escaso desarrollo areal y vertical resultan sólo un paliativo. Así partidos como Gral. Madariaga, Gral. Lavalle, Gral. Guido, Tordillo, Dolores, Maipú, Castelli, Pila y otros, ven resentido su potencial económico por la escasez de aguas de buena calidad. A pesar de existir praderas con pasturas aptas sólo son usadas como zona de cría ya que en el período de engorde el ganado es llevado a otras áreas precisamente por la falta de aguas aptas.

En los centros urbanos se explotan los niveles inferiores del Epiparaniano estando el servicio a cargo de tres organismos principales:

### Obras Sanitarias de la Nación

Provee a las localidades de Mar del Plata, Tandil, Azul, Ayacucho y de ésta, por medio de un acueducto subterráneo a Maipú, Dolores y poblaciones intermedias a lo largo de la Ruta Nacional N° 2. Sólo se poseen datos de gastos de agua de la ciudad de Mar del Plata, donde para el año 1970, el consumo promedio diario ascendía a 195.000 m<sup>3</sup> en verano y 145.000 m<sup>3</sup> en invierno (11). Debe tenerse en cuenta que la población estable de la misma es de unos 250.000 habitantes, cifra que se triplica en verano (11).

### Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires

Presta servicios en Olavarría, Sierras Bayas, Rauch, Saladillo y Balcarce, estando en proyecto el abasto de las poblaciones costeras de San Clemente del Tuyú, Santa Teresita, Mar de Ajó y Villa Gesell. En General Alvear existe un proyecto de provisión mediante el uso de aguas superficiales provenientes del canal Piñeiro, habiéndose realizado a la fecha las obras de infraestructura.

## Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural

Abastece a las poblaciones de Cacharí y Chillar y posee estudios de fuentes en Tapalqué, Del Carril, Pila, Hinojo-Colonia, Hinojo y Castelli.

Existe una cooperativa privada que provee a la localidad de Pinamar (4) utilizando aguas subterráneas provenientes de los médanos costeros; la misma fuente es utilizada por el resto de las poblaciones de la costa, pero en forma individual.

De las secciones inferiores sólo se tienen noticias de la perforaciones mencionadas de Gral. Guido y Maipú que alumbran aguas del Hipoparaniano, siendo utilizadas para la alimentación de calderas de locomotoras.

## 7. CONCLUSIONES

\* Geohidrológicamente el área bajo estudio es la menos conocida de la provincia.

\* Las características morfológicas superficiales adquieren desde el punto de vista del comportamiento geohidrológico, la equivalencia a un ambiente pedemontano desgastado cubierto por sedimentos más modernos.

\* Se han propuesto tres secciones hidroestratigráficas superpuestas al **Basamento Impermeable: Hipoparaniana, Paraniana y Epiparaniana.**

La **sección Hipoparaniana** debido a la escasa información es muy poco conocida.

La **sección Paraniana** está compuesta por sedimentos marinos, predominantemente arcillosos.

La **sección Epiparaniana** presenta anisotropías locales bastante marcadas, aunque se convierte en un ambiente homogéneo desde el punto de vista regional.

\* Superficialmente existen cuerpos de fácil recarga por su alta permeabilidad, que constituyen reservorios de

importancia local, tal el caso de los cordones conchiles, médanos y dunas costeras e interiores.

\* Se consideran cuatro sistemas fluviales: **Del río Salado y sus afluentes** (sector nororiental), **Del arroyo Vallimanca** (sector noroccidental), **Tributarios directos del Océano Atlántico** (sector oriental) y **De la Vertiente Norte de las Sierras de Olavarría y Tandil.** Estos son efluentes, principalmente en sus tramos medios e inferior.

\* Los tres acuíferos que predominan en la zona están relacionados directa o indirectamente en el área "proximal".

\* Los **acuíferos Hipoparaniano y Paraniano** son confinados, desde el punto de vista de recarga son alóctonos y en estado natural están sometidos a un régimen permanente.

Mientras que el primero ha dado aguas de baja salinidad, el segundo presenta la posibilidad de contener aguas salinizadas.

\* El **Epiparaniano** constituye un acuífero multiunitario, homogéneo desde el punto de vista regional. La recarga además de alóctona es autóctona por insuñición directa de las precipitaciones y está sometido a un régimen no permanente.

Las características geoquímicas principalmente son de tipo morfológico, aunque localmente inciden factores hidrogeológicos.

\* Del análisis de la capa freática se desprende que aproximadamente el 70% de la zona estudiada posee aguas de buena a mediana calidad química coincidiendo con las sierras, bajada, y cuerpos medanosos y conchiles. El 30% restante, coincidente con la playa, la pampa deprimida y parte de la depresión diagonal, tienen aguas con predominio de 2.000 mg/l de sales totales, llegando en casos a superar los 25.000 mg/l. En el ambiente de playa los cuerpos estancos son alimentados por las aguas subterráneas.

\* El agua subterránea es la fuente de provisión de toda la zona. La misma es usada tanto para abastecimiento

humano, ganadero o industrial, pero además se ha iniciado su utilización intensiva para riego en la zona periserrana.

\* Es necesario iniciar una evaluación de la región bajo riego, para evitar el deterioro pernicioso del recurso con sus secuelas correspondientes.

## **8. RECOMENDACIONES**

\* Intensificar el estudio de diagnosis de la zona, comenzando por un censo de perforaciones que usará como base topográfica cartas a escala 1:50.000.

\* Organizar unas diez comisiones de campo integradas cada una por un geólogo y un ayudante de campo.

\* Podrán realizarse estudios geoelectricos de apoyo que contribuirían a la delimitación de las unidades hidrogeológicas y a la ubicación de perforaciones de exploración.

\* En la zona costera ajustar el manejo del agua con especial atención a la posición de la interfase "agua dulce-agua salada", teniendo en cuenta el acelerado crecimiento demográfico futuro.

\* Iniciar e intensificar a la brevedad la evaluación del agua subterránea en las áreas bajo riego.

## 9. LISTA BIBLIOGRAFICA

1. **BORELLO, A. V.; CINGOLANI, C.A. y MENDEZ, E. J.** 1969. Bosquejo Geotectónico del Territorio Bonaerense y zonas adyacentes. IV Jornadas Geológicas Argentinas. Mendoza.
2. **BRACACCINI, I.O.** 1969. Cuenca del Salado, en Geología Regional Argentina. pag. 407-417. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
3. **BURGOS, J.J. y VIDAL, A.L.** 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Rev. Meteoros, Año I, N° 1. Buenos Aires.
4. **CAPANNINI, D.A. y DOMINGUEZ, O.** 1961. Los principales ambientes geoedafológicos de la provincia de Buenos Aires. IDIA, N° 163. Buenos Aires.
5. **CASTRILLO, E.S.** 1972. Contribución al Conocimiento Geohidrológico de la costa de la provincia de Buenos Aires comprendida entre los paralelos 37 y 37 30'. Tesis Fac. Cs. Nat. y Museo de La Plata. Inédito. La Plata.
6. **FRENGUELLI, J.** 1950. Rasgos generales de la Morfología y Geología de la provincia de Buenos Aires. LEMIT, serie II, N° 62. La Plata.
7. **FRENGUELLI, J.** 1956. Rasgos Generales de la Hidrografía de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT, serie II, N° 62. La Plata.
8. **GARCIA LOZANO, F. y GONZALEZ BERNALDEZ, F.** 1964. Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración. M.O.P. de España, Madrid.
9. **GONZALEZ BONORINO, F.** 1954. Geología de las Sierras Bayas (Partido de Olavarría). LEMIT, serie II, N° 55. La Plata.
10. **GONZALEZ BONORINO, F. et. al.** 1954. Estudio Geológico de las Sierras de Olavarría y Azul. LEMIT, serie II, N° 63. La Plata.
11. **GONZALEZ LELONG, J.** 1970. Provisión presente y futura de agua en Mar del Plata. Reunión sobre la Hidrogeología de la Ciudad de Mar del Plata. CIC, 1972. La Plata.
12. **GROEBER, P.** 1945. Las Aguas Surgentes y Semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires. Rev. La Ingeniería, Año XLII, N° 6, pag. 371-387. Buenos Aires.
13. **GROEBER, P.** 1954. Geología e Hidrología de Mar del Plata, en relación con el problema del suministro de agua potable a la población urbana. Rev. del Museo Municipal de Cs. Nat. y Tradicional de Mar del Plata. Vol. L, Entrega 2. Mar del Plata.
14. **HOLMBERG, E.** 1969. Tandilia. Geología Regional Argentina, pag. 365-393. Academia Nacional de Ciencias. 1972. Córdoba.
15. **RABASA, J.** 1971. Geología Superficial en la Hoja Sierras de Tandil (Esc. 1:100.000). Tesis Fac. Cs. Nat. y Museo. Inédito. La Plata.
16. **RIGGI, A. E.** 1944. Cuencas Geohidrográficas de la Argentina. Rev. Museo de La Plata, Nueva Serie, Sec. Geología, tomo II, pag. 185-212, La Plata.
17. **SALA, J.M.** 1973. Programa para la planificación de los Recursos Naturales en la Provincia de Buenos Aires. DYMAS. Inédito.
18. **SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.** 1962. Datos Pluviométricos 1921-1950. SMN, Buenos Aires.
19. **SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL** 1958. Estadísticas Climatológicas 1941-1950. SMN, Buenos Aires.
20. **SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.** 1965. Estadísticas Climatológicas 1951-1960. SMN, Buenos Aires.
21. **TOLMAN, C. F.** 1937. Ground Water. Ed. Mc. Graw Hill. New York.