

# GEOLOGÍA EN LA CIUDAD DE RAFAELA

<sup>1</sup>Viviana Navarro<sup>1</sup>, Hugo Begliardo<sup>2</sup> Claudio Salusso<sup>3</sup>

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Rafaela  
Departamento de Ingeniería Civil

Bv.Roca 989 – 2300 RAFAELA (SF)  
[vivnaval@yahoo.com.ar](mailto:vivnaval@yahoo.com.ar); [hugo.begliardo@frra.utn.edu.ar](mailto:hugo.begliardo@frra.utn.edu.ar)

## INTRODUCCIÓN

La recopilación de los historiales subsuperficiales proporciona un artículo más de información acerca de la geología bajo las calles de las ciudades.

La mayoría de los grandes edificios están localizados dentro de sus límites. Sus cimentaciones presentan al ingeniero civil algunos de los problemas más complejos para sitios restringidos, de allí que es tan importante conocer las condiciones geológicas detalladas en el subsuelo de las mismas.

A raíz de las modificaciones en el comportamiento del terreno de fundación en Rafaela, luego de la elevación del nivel freático operado a partir de mediados de la década de 1980, ha tenido lugar el replanteo y cambio en el diseño de fundaciones de obras de todo tipo y porte. Los estudios de suelos llevados a cabo durante este proceso, han permitido recabar valiosa información y análisis de datos existentes a nivel geológico, hidrogeológico, comportamiento estructural, tanto local como regional, que ha permitido ordenarla, mapearla, y zonificarla.

Este trabajo presenta un avance preliminar sobre el estudio geológico de la ciudad de Rafaela, Provincia de Santa Fe. El mismo se basa en elaboraciones propias y extractos del material bibliográfico y fuentes de consulta citados al final del texto, los cuales se ordenaron a los fines de la temática abordada.

## DESARROLLO

### I. Ubicación de Rafaela

La ciudad de Rafaela se ubica a 31°15' latitud Sur y 61° 21' longitud Oeste. Está emplazada sobre la Llanura Pampeana, a una altitud de 100m sobre el nivel del mar, y se caracteriza por su clima templado, con un promedio anual de 951 mm, y temperaturas que oscilan entre 18° y 6° C en invierno y 31° y 18° C en verano.

### II. Rasgos del relieve de Rafaela

La provincia de Santa Fe, a la cual pertenece la ciudad de Rafaela, es parte de la Llanura Chaco–Pampeana, extensa cuenca de sedimentación formada por un

---

<sup>1</sup> Licenciada en Edafología; Profesora UTN F.R.Ra.

<sup>2</sup> Ingeniero Civil; Profesor UTN F.R.Ra.

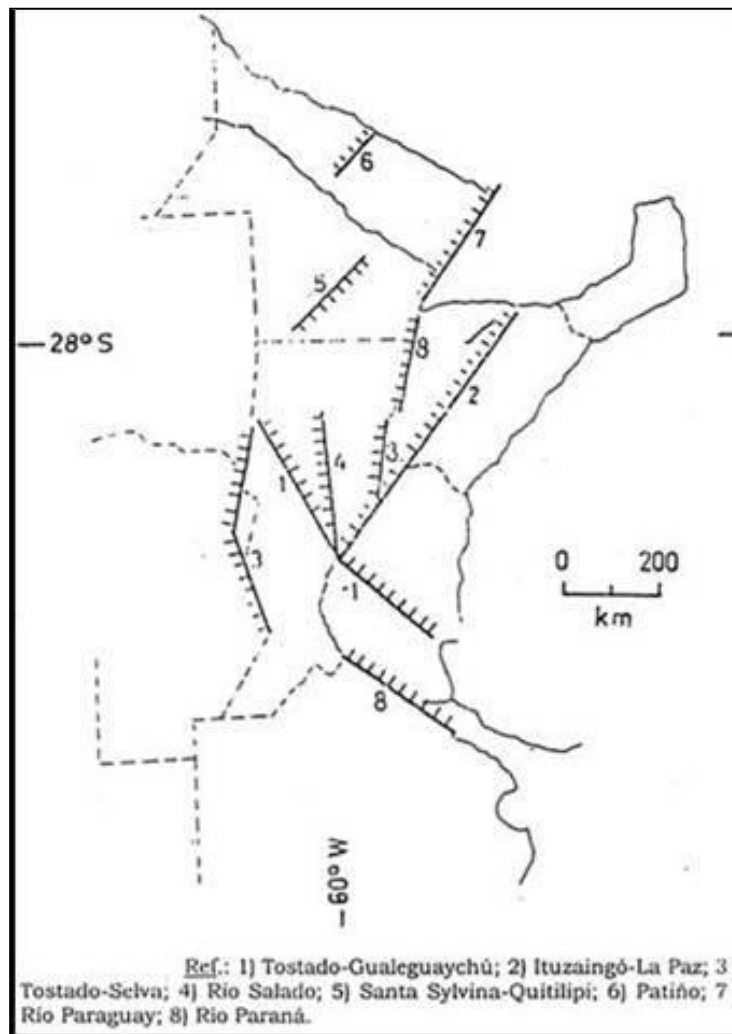
<sup>3</sup> Alumno de Ing.Civil; becario de investigación UTN F.R.Ra

basamento cristalino, fracturado y hundido a gran profundidad, y colmado por sedimentos de desigual espesor que en las zonas más profundas llega a los 4.000 m.

Como consecuencia de los empujes horizontales a que fue sometida en la era cenozoica, se originaron nuevas fallas y desplazamientos de bloques, fenómenos que se han manifestado en forma recurrente hasta tiempos recientes y que determinaron las formas del relieve actual y su hidrografía.

En la Pampa es posible diferenciar tres bloques principales con orientación norte - sur, y un frente abrupto al oeste: la *Pampa levantada*, la *Pampa hundida*, y *Pampa elevada*, si se los considera desde el punto de vista geológico y *Pampa ondulada*, *Pampa de las lagunas* y *Pedemontana* cuando se las clasifica desde el punto de vista geomorfológico.

La Pampa levantada u ondulada está limitada por la falla del río Paraná al Este, formada durante el Pleistoceno inferior, y la de Tostado-Selva- Melincué al Oeste, perteneciente al Pleistoceno medio. El bloque santafesino signado entre esta falla y los Bajos Submeridionales se llama Domo Occidental (Pocoví 1952) y está elevado de 25 a 30 metros con respecto al bloque occidental en la zona de Mar Chiquita, formando el límite de la laguna (Figuras 1, 2).



**Figura 1.** Bloques componentes de la llanura chaco-pampeana (Iriundo, M, 1987).)

El comportamiento de las fallas y de la red de drenaje permite diferenciar planicies con rasgos geomorfológicos diferentes. Los bloques ascendidos diferencialmente al Este de la falla Tostado-Melincué delimitan una planicie elevada que posee alturas que oscilan alrededor de 100m sobre el nivel del mar (Domo Occidental).

La ciudad de Rafaela se encuentra emplazada sobre el borde Este del Domo Occidental, y un pronunciado talud lo separa de una extensa depresión con relieve plano, subnormal, cóncavo al norte y sucesión de cañadas interrumpidas por lomadas al sur, de aproximadamente 40 metros s.n.m. y con difícil desagüe, llamado Bajos Submeridionales.

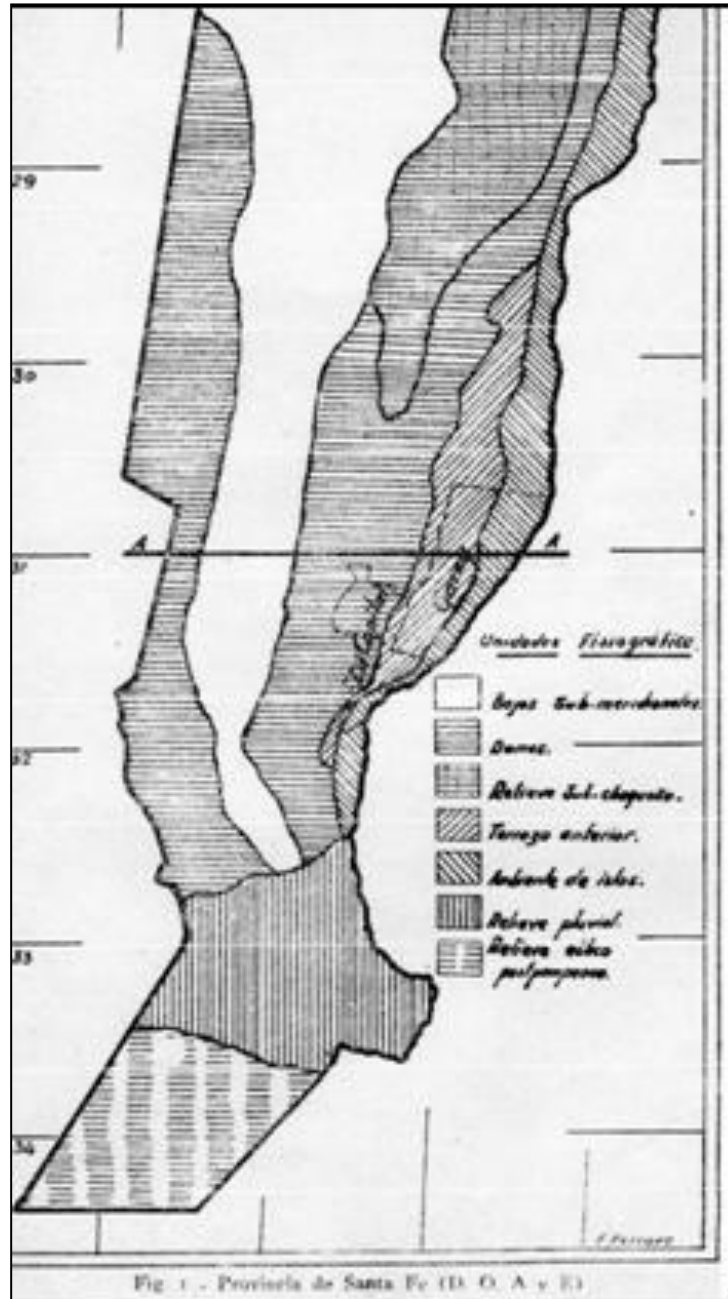


Figura 2. Unidades Fisiográficas de la Provincia de Santa Fe (Pocoví A.,1952)

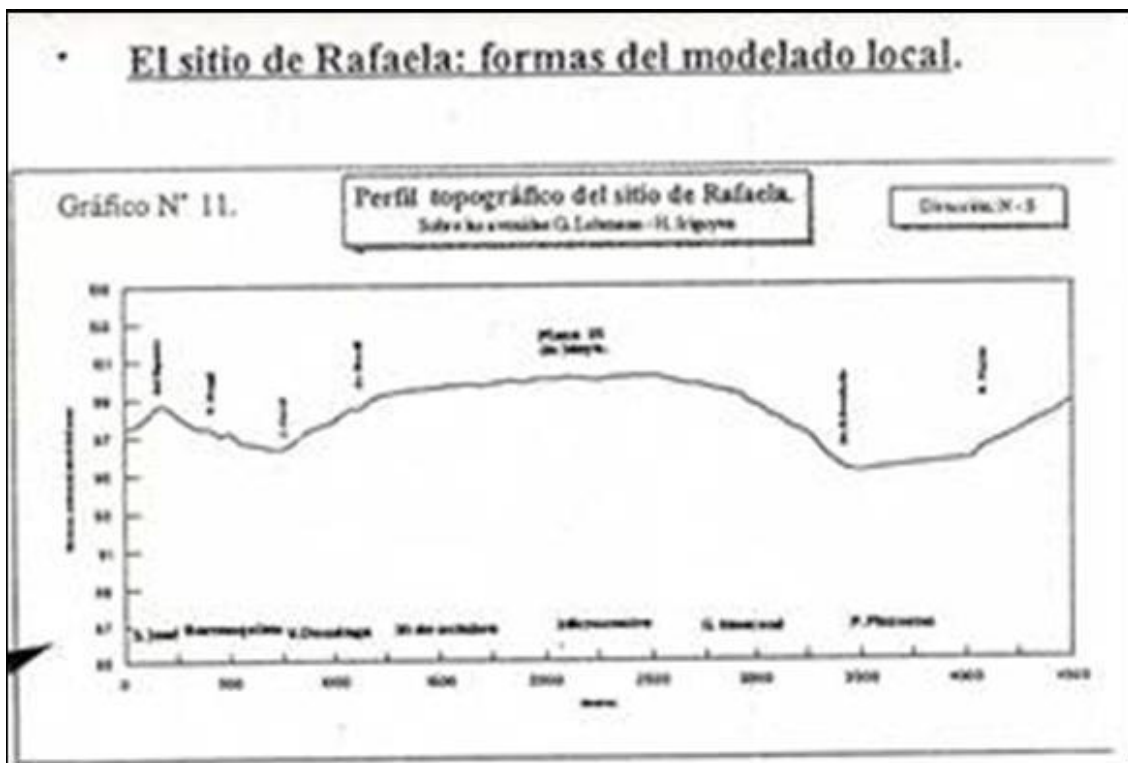
Si analizamos la topografía del sitio de la ciudad advertimos suaves lomadas en el perfil norte - sur, un plano extendido al oeste y un desnivel pronunciado o talud, al este. Este talud indica un límite de bloques estructurales, el frente de falla que señala el inicio de la planicie central inundable, ya mencionada. Las alturas oscilan entre 85 m. y 99 m sobre el nivel del mar.

Por lo tanto, la plaza central y los barrios que la rodean están asentados en la parte alta de una loma, lo cual permite el buen drenaje de las aguas superficiales. El agua de las lluvias escurre siguiendo la pendiente y se encauza siguiendo por las cañadas y los zanjones norte y sur, actualmente canalizados, que conducen, previo recorrido por una serie de efluvios de menor jerarquía como el arroyo Cululú y el Río Salado, hacia el colector principal el Río Paraná.

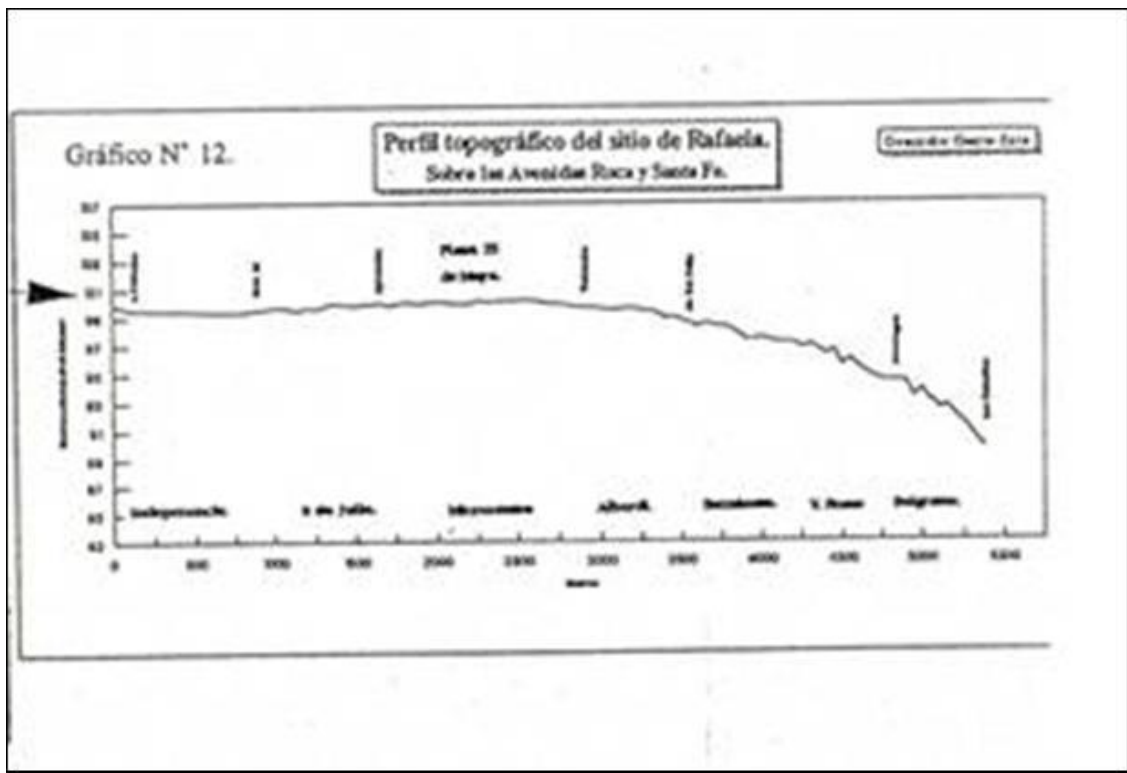
La expansión posterior de la ciudad se ha venido realizando hacia áreas deprimidas, ubicándose en paleocauces ubicados en el norte y en el sur, y hacia el oeste en una extensa área plana, de lento escurrimiento debido a la escasa o nula pendiente. Estas áreas son incapaces de dar salida a las aguas procedentes de las lluvias torrenciales y de corta duración que ocasionalmente se producen. Ello da lugar a los espacios urbanos que en reiteradas ocasiones se inundan, provocando múltiples problemas a sus habitantes y exigiendo importantes inversiones en la construcción de sistemas de desagües.

Las fallas de los bloques ordenan el escurrimiento superficial, aún hasta el nivel de los pequeños afluentes y cañadas.

En la Figura 3 y 4 se observan cortes topográficos de la ciudad, siguiendo la transecta N-S y E-O (Soriso, A.R., 1980).



**Figura 3-**Corte topográficos del relieve de Rafaela transecta N-S (Avdas. Lehmann-Hirigoyen). (Soriso, A., 1996)



**Figura 4-**Corte topográficos del relieve de transecta E-O (Avdas.Roca-Sta.Fe) .(Sorisio, A., 1996).

### III. Red de escurrimientos de la zona

La reactivación de la falla del río Paraná cuando se elevó la Mesopotamia-Belgranense inferior, y las fallas Tostado-Selva y del Salado en el Pleistoceno medio (Bonaerense) son los sucesos geológicos más significativos en la configuración de la actual red de escurrimiento superficial y subterráneo.

Correlativamente, con la formación de la falla Tostado-Selva-Melincué, el bloque santafesino se elevó y basculó, levantándose en su parte occidental entre 25 y 30m, lo que determinó el descabezamiento de algunos ríos, quienes vieron reducir sus caudales (Fritschy, 1986), mientras que otros desviaron su recorrido, dirigiéndose a la depresión de Mar Chiquita. Es tan importante éste resalto que solamente el río Salado ha podido cruzarla. Además, se observa que el trazado de algunos cursos de agua forma ángulos de 90°, por no poder cruzar los desniveles que le interponen los bloques levantados, como por ejemplo en la confluencia del río Salado con el arroyo Cululú.

En los alrededores de Rafaela no se ha formado ningún río importante. Sólo se suceden numerosas vías de desagües o cañadas rectas paralelas, casi equidistantes, que facilitan el escurrimiento de los excesos pluviales en forma subterránea, subsuperficialmente, y superficialmente.

Por no poseer cursos de agua permanentes que lleven aguas aptas para el consumo de la población, Rafaela depende del agua almacenada en el subsuelo.

#### IV. Perfil Estratigráfico

En el pasado geológico de la llanura Chaco-Pampeana se acumularon espesas series sedimentarias y continentales. Actualmente en ella se depositan sedimentos en cantidades variables, provenientes en su mayor parte de la destrucción de las elevaciones montañosas situadas en el Oeste, llevados a los lugares de depósito por los ríos y los vientos.

No existen una gran cantidad de perforaciones de ésta zona. Sobre la base de las auscultaciones y estudios realizados para la búsqueda de agua en Rafaela y zonas cercanas (Sunchales), llevadas a cabo por Obras Sanitarias de la Nación y Aguas Provinciales de Santa Fe, como la volcada en Tabla 1, se elaboró el perfil estratigráfico que se sintetiza en Tabla 2.

**Tabla 1.** Descripción de los estratos (cotas desde boca de pozo)

POZO N°1 de OSN Lat sur: 31° 14' 54"; Long O: 61° 29' 06" Cota metros s.n.m.: 99,00 m Hoja IGM: 3160-19-3 Profundidad estudio: 117 (m) Realizado por Obras Sanitarias de la Nación (1927)		
Profundidad (m)	Descripción	Formación
0.00 - 0.45	Tierra vegetal limo arcillosa	Formación Pampeana
0.45 - 1.10	Loess	
1.10 - 14.0	Loess con arcilla	
14.00 - 22.0	Loess con nódulos calcáreos	
22.00 - 29.75	Loess	
29.75 - 34.0	Loess con nódulos calcáreos	
34.0 - 50.5	Loess calcáreo	
50.5 - 52.7	Tosca	
52.7 - 59.0	Loess muy arcilloso	
59.0 - 65.0	Loess arcilloso	
65.0 - 68.0	Arcilla calcárea	
68.0 - 70.0	Calcáreo arcillosos	
70.0 - 72.5	Arena cuarzosa ligeramente calcárea	
72.5 - 81.7	Arena verdosa	Formación Paraná
81.7 - 86.9	Arcilla	
86.9 - 91.5	Arcilla verde	
91.5 - 93.0	Arcilla verde con partículas calcáreas	
93.0 - 117.0	Arena ligeramente arcillosa	

Todas las perforaciones que se realizaron en Rafaela y que se han podido recopilar llegaron a valores cercanos a los 100m de profundidad. Se tiene conocimiento que se han realizado perforaciones de mayor profundidad por parte de YPF, pero no se ha podido localizar dicha documentación en los archivos de la ciudad.

Dada las características geomorfológicas, el tipo de material sedimentario y la ubicación de fracturas de la zona, se infiere cierta homogeneidad con respecto a

perfiles estratigráficos realizados en otras zonas de la Llanura Pampeana, especialmente en las Formaciones de mayor profundidad.

**Tabla 2.** Perfil estratigráfico de la región Rafaela

Formación	Litología	Profundidad	Edad
Pampeana	Limos	0 a -70m	Pleistoceno
Puelches	Arenas	- 70 m	Plioceno
Paraná	Arcillas verdes	-80m	Mioceno

## V. Caracterización de cada formación

### Cenozoico

#### Formaciones Paraná y Entre Ríos

Representan depósitos acumulados en la Llanura Chaco Pampeana durante la transgresión del mar Paranense, iniciado en el Mioceno medio.

Se pueden distinguir dos unidades litológicas (Aniello Russo y otros, 1976)

- la inferior formada durante la etapa transgresiva de ese mar. La Formación Paraná constituida por argilitas, de coloración verdosas o azuladas, o gris amarillentos, con restos fósiles marinos.
- Se le superponen en concordancia y gradualmente areniscas verdosas o gris amarillentas con intercalaciones calcáreas, muy fosilíferas, que integrarían otra unidad litológica, la Formación Entre Ríos, bien expuesta en las Barrancas del río Paraná, frente a la ciudad homónima.

Las dos formaciones, litológicamente muy diferentes, forman parte de un mismo ciclo sedimentario mayor, limitado en su base y su techo por discordancias.

La primera es visible sólo en las partes marginales de la cuenca.

La Formación Entre Ríos no ha sido reconocida en todos los pozos perforados en el área; muy posiblemente haya sido eliminada por la erosión posterior, pre- Ituzaingó o pre- Puelches.

La Formación Paraná, en el borde oriental de la cuenca, es reemplazada por areniscas y conglomerados, grisáceos y blanquecinos.

En el sector opuesto, en cambio, su lugar lo ocupan areniscas y conglomerados muy finos, rosados o rojizos claros que por sus características se incluyen en la Formación Chaco.

El mar Paranense, somero y de aguas templadas a cálidas, cubrió grandes extensiones de la Llanura Chaco Pampeana.

En las perforaciones realizadas en el sector oriental de la cuenca (Pirané, por ej), sobre la Formación Entre Ríos y debajo de la Formación Puelches, aparecen areniscas friables, de variable granulometría, sobrerredondeadas a subangulosas, de

color blanquecino a amarillento y cemento arcillo-limoso, representantes de un aparente ambiente continental. Intercalan arcillas rosadas y castaño-claras, limosas algo calcáreas, con escaso yeso. Por su posición estratigráfica y características litológicas, estos niveles pueden corresponder a la Formación Itzaingó.

## **Cuartario**

### **Formación Puelches.**

Al producirse una estabilidad diastrófica (sin ascenso ni descenso) lo que presupone la imposibilidad del ingreso del mar a la cuenca tectónica, comienzan a producirse los aportes continentales que se realizaron en un ambiente que no recibía la influencia, poco benéfica, de las aguas marinas. (Bojanich E., 1992)

Se trata de depósitos continentales acumulados en una extensa llanura aluvial, en ambientes de baja energía, preferentemente subácueos.

En este ambiente continental, los cursos de agua que ingresaban a la cuenca tectónica fueron aportando arenas cuarzosas finas y medianas, de coloración amarillenta, con laminillas de mica, que conservan fósiles de agua dulce.

Estos materiales fueron depositados de la misma manera y tal como ocurre en la actualidad, en cualquier proceso geomórfico fluvial. Significa esto que a través de canales o cursos se fueron distribuyendo, en las crecientes, los de mayor granulometría, y en los estiajes los de menor diámetro.

Así se explica la presencia de acumulaciones lenticulares de arcillas y limos, intercalados entre deposiciones de mayor diámetro granular. Así mismo, se explica la diferencia de longitud, de espesores y de continuidad de las formaciones arenosas, que integran las denominadas *arenas puelchenses*.

Se las conoce prácticamente en toda la Llanura Chaco Pampeana, en afloramientos y en subsuelo.

Está constituida por areniscas muy friables, varicolores, castañas, blanquecinas, rojizas y grisáceas, de grano fino hasta grueso, ocasionalmente conglomerádicas y pobremente seleccionadas.

Los clastos, irregulares, y de subangulosos a subredondeados, son en su mayoría de cuarzo incoloro y con brillo vítreo. Presenta escasa matriz arcillosa y ocasionalmente tinción superficial amarillenta a rojiza, producida por óxido férrico.

Se diferencian de las areniscas infrayacentes, especialmente de la Formación Entre Ríos, por su coloración y porque estas últimas presentan un mayor grado de madurez, tanto textual como mineralógica.

Se admite que en la base de la Formación Puelches existe una discordancia que permite que apoye sobre niveles diferentes en distintos sectores de la cuenca.

Su espesor varía un valor máximo de 30 m para la zona NE de la Provincia de Buenos Aires, mientras que en sondeo de Ordóñez y Camilo Aldao (Córdoba) se registraron 70 y 34 m respectivamente.



Representa la base de los depósitos cuaternarios, aunque algunos autores tienden a hacerla más antigua, ubicando sus niveles más bajos en el Pleistoceno Superior.

Cursos de agua, ajenos al sistema del Paraná, también aportaron diferentes materiales con minerales de mayor poder de disolución.

Estos son captados con mayor facilidad por las aguas subterráneas, incluyendo entre ellos al flúor y al arsénico, ya sea desde las sierras Pampeanas como las áreas cordilleranas

También habrían recibido, en el momento de su deposición, materiales de origen volcánico (cenizas).

### **Formación Pampa**

El Cuaternario está dividido en Pampeano y Pospampeano.

La secuencia final, se refiere a la deposición de materiales de otro origen, con diferentes formas de capturas, transporte y depósito, también bajo diferentes condiciones climáticas para formar los depósitos Pampeanos y Post pampeanos.

El área montañosa del NO del país habría suministrado el material muy fino (partículas) que fue captado y transportado en suspensión por el viento. La presencia de humedad provocó su precipitación.

También a esta acumulación de tipo mantiforme se le sumó la proveniente de erupciones volcánicas, como cenizas y vidrios volcánicos, que se acumularon en forma lenticular.

De igual forma se mezclaron entre ellas arenas transportadas por el viento, a ras del suelo, constituyendo una formación que aún plantea una serie de dudas sobre su proceso acumulativo.

El proceso acumulativo se produjo en un ambiente árido con alternancia de períodos secos con húmedos generando lo que denominamos como formación loésica.

Los períodos húmedos dieron lugar a escurrimientos que habrían captado parte del material fino (limos y arcillas) del loess. Estos se depositaron en las áreas bajas junto con parte del material de la vegetación de tipo acuático allí presente, para formar estratos de tipo impermeable. Estas formaciones que encontramos en las depresiones tienen los mismos componentes mineralógicos que el loess, están estratificados, siendo en definitiva un limo loessoide que caracteriza a la formación Post pampeana.

El loess es una sedimentita formada por arenas limosas, limos arcillosos, limo arenosos, limos arcillosos, vidrios volcánicos y carbonato de calcio bajo la forma pulverulenta de nódulos, toscas y otras formas; la coloración predominante es castaño amarillento.

Estos componentes finamente divididos son capaces de transferir a las aguas, que por ellos circulan, los iones necesarios para lograr su mineralización (a veces excesiva).

Constituyen secuencias acumulativas de determinada porosidad y permeabilidad y se les ha clasificado en Ensenadense, en la parte inferior, con mayor cantidad de carbonatos de calcio y sobre el cual se constituyeron los suelos característicos de la región pampeana.

El mismo material loésico, en las elevaciones, fue liberado de parte de sus partículas finas y sueltas, por la acción del agua corriente, durante períodos lluviosos trasladándolos a las partes más deprimidas. Así se ocuparon los bajos, cañadas, esteros, pantanos, etc. Integrándose la red hidrográfica que actualmente drena las cuencas.

Es así que se formaron capas o estratos con limos, con arcillas y los restos de vegetación acuática que allí crecía.

Al descomponerse ésta última produjo gases y ácidos que contribuyeron a otorgarle carácter salino a las aguas que, con reducida velocidad, por ellas circulan.

Esta secuencia acumulativa actúa como semipermeable, en ocasiones como impermeable y por encima se produce el escurrimiento superficial proveniente de las precipitaciones pluviales.

También se descarga allí el escurrimiento subterráneo. De cualquier forma, esta formación conocida como Post pampeana está formada por los mismos caracteres litológicos que el loess, pero con una estructura diferente; se trata de un limo loessoide.

González Bonorino argumenta que existen dudas de que las arenas Puelchenses sean Pliocenas, sino de edad pleistocenas Cuaternarias.

Según Bonorino (1965) tomado luego por Bolognesi (1975) y Rocca (2005), aparecen dos zonas dentro de la Formación Pampeano la Zona I (eólica) con illita y plagioclasas abundantes y Zona II (fluvial) con montmorrillonita, caolinita y cuarzo abundantes, con características geotécnicas y mineralógicas diferentes cada una.

Los depósitos de loess antiguos de la Formación Pampeano pertenecen al Pleistoceno y soportaron las consecuencias de las últimas glaciaciones. Las cuales sufrieron una sobreconsolidación por desecación al bajar el nivel del mar.

Los depósitos presentan en su base suelos arcillosos de origen fluvial con montmorrillonita, caolinita y cuarzo abundantes Zona II (fluvial) (Bolognesi, 1975). Sobre éstos depósitos se encuentran los loess con illita y plagioclasa abundantes (Zona I)

La Zona I presenta tres subzonas:

- a) Vidrio volcánico escaso, variable. Son arcillas, los suelos son CL o CH.
- b) Vidrio volcánico abundante Suelo predominante ML con cementación calcárea y estructura con cavidades y poros abundantes.
- c) Vidrio volcánico escaso, excepto en horizontes aislados Plagioclasa más abundante que en a), predominan las arcillas CL. Entre -8 y -10m el suelo tiene las mismas características de la subzona b) y constituye el manto de limo cinerítico que separa las zonas I y II propuestas por Gonzalez Bonorino.

Los depósitos recientes son los que constituyen los materiales loesicos y presentan como principal propiedad su inestabilidad ante los cambios de humedad, produciendo el colapso de la estructura.

Según datos obtenidos del Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe, elaborado por INTA (1981), se pueden observar en Tabla 3 las siguientes características de los suelos de la zona (Argiudoles típicos)

**Tabla 3.** Características de los Argiudoles Típicos. INTA (1981)

<b>Perfil 3010 Argiudol Típico</b>			
<b>Profundidad de la muestra</b>	<b>A<sub>p</sub> (5-10cm)</b>	<b>B<sub>22</sub> (65-75 cm)</b>	<b>C<sub>2</sub> ( 165-180 cm)</b>
Arcilla menor a 2 %	20,5	43,2	22,6
Limo 1-50 %	74,5	53,8	70,3
Arena muy fina y fina%	4,6	3	7
Limo 1-50 %	74,5	53,8	70,3
Arena media y gruesa	0	0	0
CaCO <sub>3</sub> %	0,0	0,0	0,0
Ph en pasta	5,1	5,6	5,5
Cationes intercambio m.e/100g			
CaCO <sub>3</sub> %	0,0	0,0	0,0
Ca <sup>++</sup>	8,8	17,6	10,8
Mg <sup>++</sup>	0,4	1,9	2,2
Na <sup>+</sup>	0,1	0,3	1,1
H <sup>+</sup>	4,6	3,1	2,6
Capacidad de Intercambio Catiónico m.e/100g	13,7	23,3	18,1

A<sub>p</sub>: Horizonte perturbado

B<sub>22</sub>: Horizonte donde existe una acumulación iluvial de arcilla y una estructura primática

C<sub>2</sub>: Horizonte o capaineral de material no consolidado del cual se presume que se ha formado el solum.

Se puede apreciar un contenido alto de limo 74% , arcilla con 20% , y el resto arenas muy finas y finas. Estos datos se corresponden con los estudios realizados por Cruzate G.( 1980) en el centro de la llanura Pampeana.

Los niveles de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) son altos en los horizontes B<sub>22</sub> y C debido a su alto contenido de arcillas. A esa profundidad, los niveles de materia orgánica son muy bajos, como para influir en la CIC.

Sobre el tipo de arcillas responsables en su mayor parte de la CIC, en zonas subsuperficiales, González Bonorino (1966) señala que "sin duda las Sierras

*Pampeanas habrían contribuido en la fracción arcilla con algo de illita proveniente de feldespatos alterado”.*

También Bertoldi de Pomar (1969) considera que hay presencia de loess pampeano de las Sierras Pampeanas en el SE de Córdoba y O de Santa Fe y al E de Santa Fe, más aportes de sedimentos fluvio-eólicos provenientes del basamento cristalino brasileño.

Iriondo y Kröling (1997) consideran que las Sierras Pampeanas han constituido una fuente complementaria de aportes. Por otro lado estudios recientes (Morrás 1996-1999) indican diferencias en la composición geoquímica de los sedimentos superficiales de distintas áreas de la Región Pampeana en donde se puede correlacionar variaciones en su mineralogía y su procedencia y origen. De Petre 1969; Iñiguez y Scoppa, 1970 sugieren que otros componentes del suelo podrían ser la causa de la elevada CIC, tales como vidrio volcánico, alteración de feldespatos, fracción limo con capacidad de intercambio o alófanos.

## **VI. Conclusión**

Resulta de interés poder comprobar sobre muestras de Rafaela la variación del tipo de arcillas a lo largo del perfil estratigráfico, y en diferentes zonas de la ciudad. Esto obedece a que geomorfológicamente las zonas bajas (paleocauces, y lagunas) sufren procesos de sedimentación por el aporte de polvo transportado por el viento, generando depósitos subacuáticos diferentes al de las zonas altas.

Es nuestro objetivo localizar su límite y determinar su mineralogía, ya que su desconocimiento puede llevar a resultados de estudios totalmente imprecisos, no certeros y aleatorios.

## **FUENTES CONSULTADAS**

- ANIELLO RUSSO, FERELLO R. ,CHEBLI, GUALTER, 1979.*Llanura Chaco Pampeana* Segundo Simposio de Geología Regional Argentina Vol N°1 pp139-183
- BERTOLDI DE POMAR, H., 1980. *Análisis comparativo de silicofitolitos de diversos sedimentos continentales argentinos*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35 (4): 547-557.
- BOIDI, M., 1993. *Aspectos hidrogeológicos y sanitarios de la ciudad de Rafaela*. S.O.P.y P.-EyP., Municipalidad de Rafaela.
- BOJANICH MARCOVICH E. 1992. *Recursos Hídricos Subterráneos de la Provincia de Santa Fe* instituto de investigaciones científicas y técnicas. Facultad de Edafología. Universidad Católica de Santa Fe.
- BOLOGNESI A.J. *Compresibilidad de los suelos de la Formación. Pampeano*. V Pan American Conference on Soil Mechanic and Foundation Engineering. BsAs, VolIV pp,253-300.
- CASTELLANOS A., 1958. *Posibles desplazamientos morfológicos en el pasado, de las redes potamográficas en la llanura Pampeana*. Boletín de Estudios Geográficos N° 19 Vol. V.

- CRUZATE G., 1980. *Caracterización y cartografía de los materiales parentales de los suelos del centro de la región Pampeana mediante el procesamiento geoestadístico de parámetros químicos y físicos*. UBA MagisterScientieae. Area Cs del Suelo
- ETCHICHURY, M. C., FRESINA, M. E., FORZINETTI, M. E. Y TOFALO, O. R., 1995. *Caracterización de la zona de aereación y vinculación con el origen del arsénico en aguas subterráneas del Departamento San Cristóbal, Provincia de Santa Fe*. Revista de la Asociación de Geología Aplicada a la Ingeniería, 9:192-214.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1965. *Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 20 (1): 67-148.
- HERRERA H., FARIÁS, B., MARTÍN R., CORTÉS, J. ET AL. *Origen y dinámica del arsénico en el agua subterránea del Dpto. Robles-provincia de Sgo. del Estero* Universidad Nacional de Santiago del Estero FCE y T – Departamento de Geología y Geotecnia
- IRIONDO M. , 1987 *El chaco santafesino –neógeno y geomorfológico*. Conicet – Fac. de Ing. Y Cs. Hídricas – U.N.L.
- IRIONDO, M. Y KRÖHLING, D. M., 1996. *Los sedimentos eólicos del nordeste de la llanura pampeana (Cuaternario superior)*. Actas 13 Congreso Geológico Argentino y 3er Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 4: 27-48.
- MORRÁS, H. J. M. Y DELAUNE, M., 1981. *Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de los bajos submeridionales (Santa Fe)*. Actas 8avo Congreso Geológico Argentino, 4: 343-352.
- PARENT, H., LATTUCA F., POLARE M.. *Estratigrafía del cuaternario del sur de Santa Fe, Argentina*. Reporte técnico RT-ID-04/001 Fac. de Cs. Exactas Ingeniería y Agrimensura UNR.
- POCOVÍ ANTONIO, 1952. *Sedimentos Superficiales de Santa Fe*. Pub.Téc N° 61 de la Dirección Gral de Inv. y Fom. Agric. Gan. Santa Fe
- ROCCA R.; REDOLFI, E; TERZARIOL, R. 2006. *Características geotécnicas de los loess de Argentina*- Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 6(2) pp. 149-166
- SORISIO, A.R. 1996. *Rafaela y su región: complejidad de un medio ambiente propio de una zona de transición*. Instituto Superior del Profesorado, Rafaela (sin publicar).