



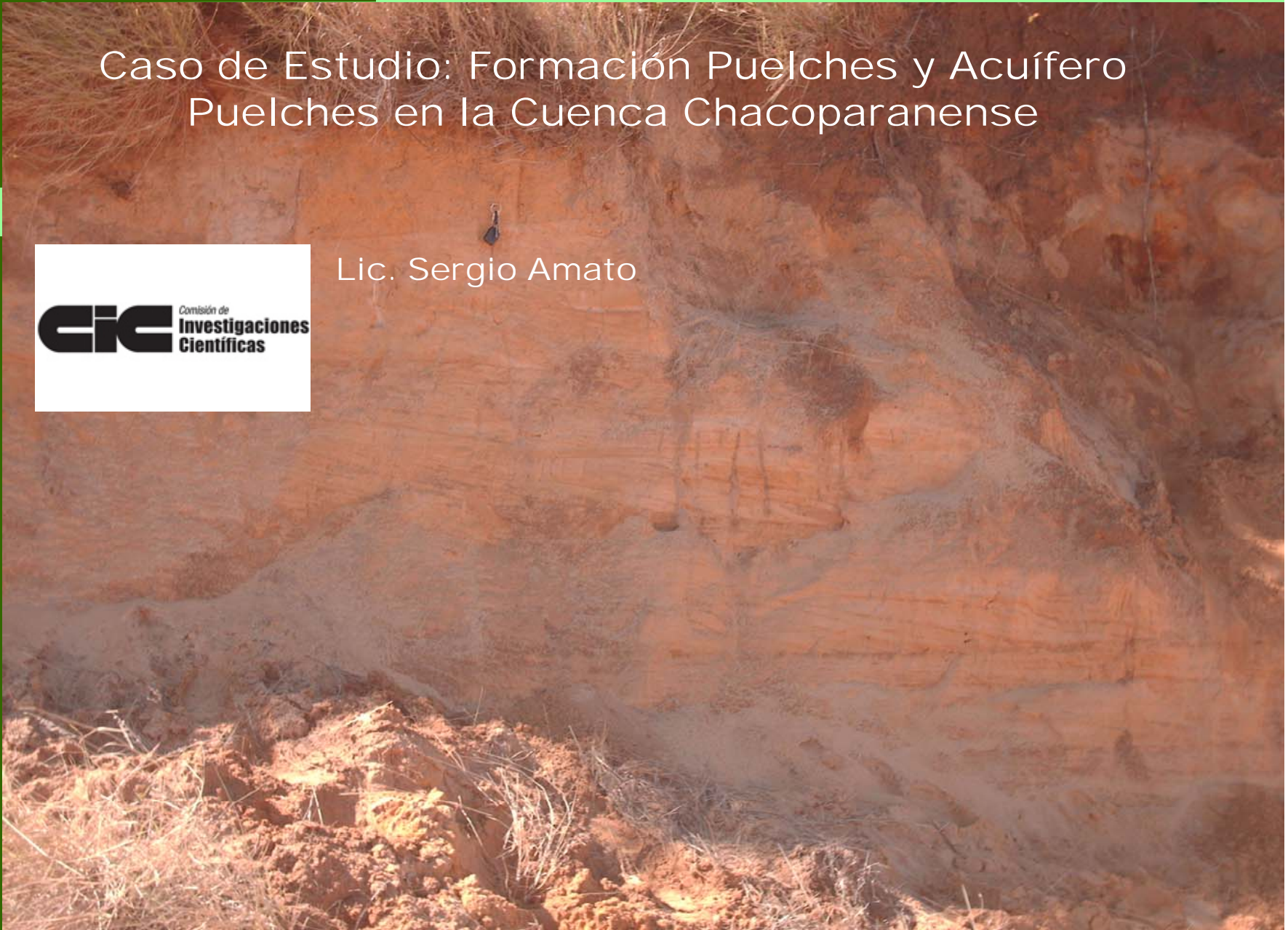
# CONCEPTOS DE LA SEDIMENTOLOGÍA APLICADOS A LA HIDROGEOLOGÍA

## Caso de Estudio: Formación Puelches y Acuífero Puelches en la Cuenca Chacoparanense

2012



Lic. Sergio Amato

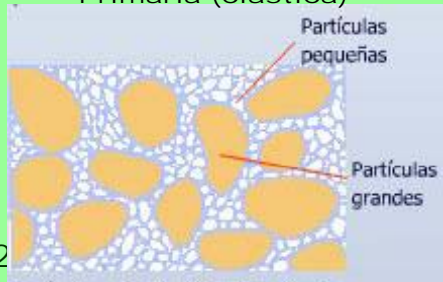




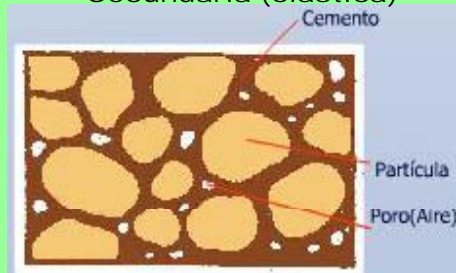
## Disertación para Alumnos

01/2012

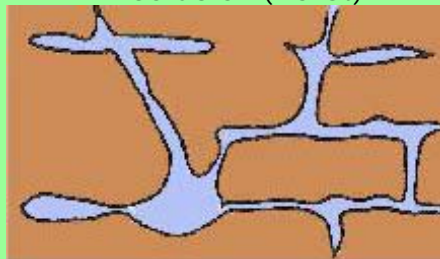
Primaria (clástica)



Secundaria (clástica)



Disolución (Karst)



Fisuración (ígneas)



## ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS

- ✓ Los sedimentos clásticos a diferencia de las rocas cristalinas pueden presentar mediana hasta alta porosidad. El sistema de poros sirve como canal para el movimiento del fluido y para su almacenaje. De ahí que el volumen de estos espacios son de gran importancia en el estudio del petróleo, del gas, de salmueras y de las aguas subterráneas.
- ✓ Se entiende por porosidad de una roca o de un sedimento el porcentaje de espacio en el volumen total de dicho material, es decir el espacio no ocupado por material mineral sólido.
- ✓ El espacio total de poros incluye todos los intersticios o vacíos, conectados o no, y por lo tanto la porosidad es mayor que espacio efectivo disponible, conectado entre sí.

Porosidad Original o Primaria: Propiedad inherente que fue determinada en el momento en que se formó el depósito sedimentario

Porosidad Secundaria: Resultado de cambios posteriores que pueden aumentar o disminuir la porosidad original. Tales como: Cementación, Fracturación, Disolución.





## Porosidad en Rocas Clásticas

El tamaño de grano o clasto en un sedimento tiene vinculación directa con la porosidad. En general y sin contemplar otros aspectos los sedimentos de grano fino poseen una porosidad mayor que los sedimentos de grano grueso.



Tamaño del Material	Porosidad (%)
Arena Gruesa	39 a 1
Arena Mediana	41 a 48
Arena Fina	44 a 49
Limo arenoso fino	50 a 54

Pero no es el único factor del esqueleto sedimentario que deberá tenerse en cuenta como veremos para valorar la porosidad. La porosidad original de un sedimento está afectada por:



- La uniformidad del tamaño de Grano.
- La forma de los granos.
- El método de depositación y empaque del sedimento.
- La compactación y la diagénesis del sedimento.



## Porosidad en Rocas Clásticas

01/2012

La uniformidad del tamaño de grano: Es importante conocer si el tamaño es uniforme o no ya que la mayor porosidad se logra por lo común, cuando los granos son todos del mismo tamaño. La adición de granos de mayor o menor tamaño que los del conjunto tiende a disminuir la porosidad. Sin embargo no se ha encontrado ninguna relación sencilla entre la distribución granulométrica y la porosidad. Algunos investigadores han demostrado que mezclas totalmente distintas pueden tener la misma porosidad.

La forma de los granos: No se conoce bien cuál es el efecto de la forma de los granos sobre la porosidad, pero en general los granos de gran esfericidad tienden acomodarse con un mínimo de espacio de poros. Por ejemplo las arenas de playa y de médanos de granulometría uniforme compactadas experimentalmente, poseían porosidades de alrededor del 38 %, mientras que el cuarzo triturado alcanzaba al 44 %

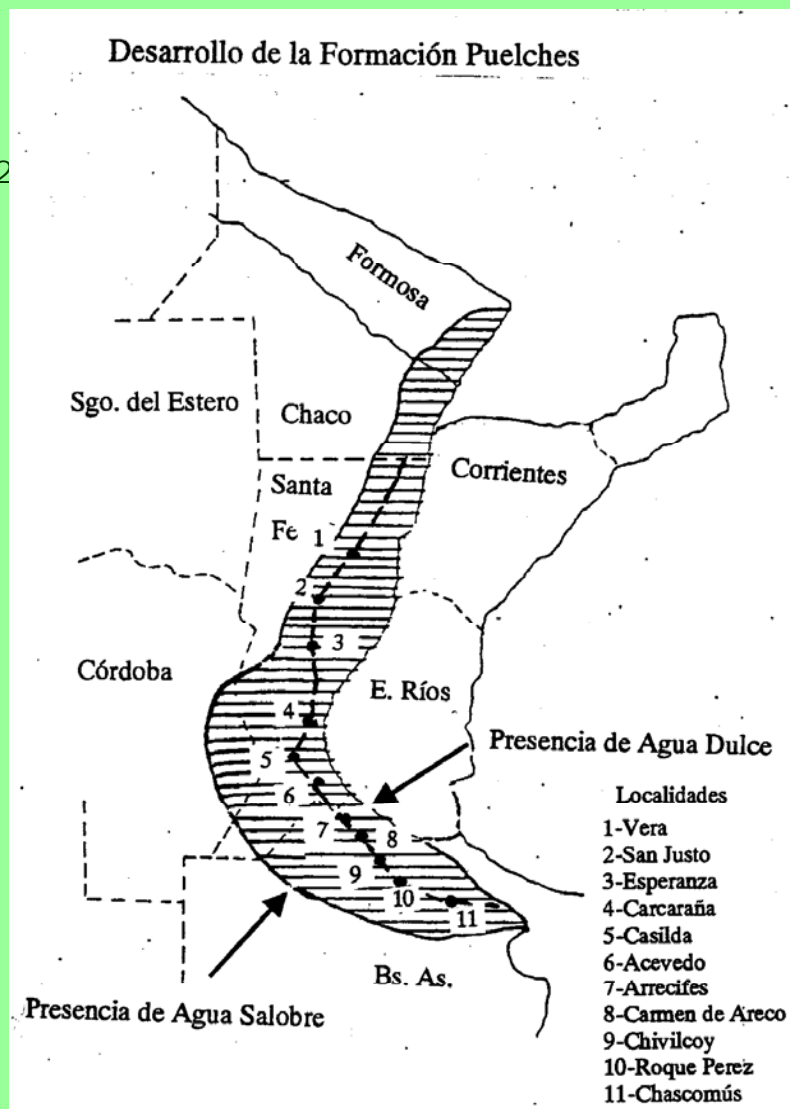
La forma de depositación y de empaque: tiene influencia también sobre la porosidad. Para esferas uniformes los cálculos demuestran que las porosidades varían entre 26 % y 48 % desde los empaques mas apretados hasta los de acomodación mas espaciados, pero como en general el empaque tiende a ser siempre apretado, en general disminuye la importancia del empaque.

La compactación y la diagénesis del sedimento: En el caso de las arenas la compactación es insignificante y la porosidad inicial de la arena (35 a 40 %) se puede reducir a una cifra muy pequeña por disolución y reprecipitación o por relleno con cemento introducido. Una arenisca promedio posee una porosidad de 15 a 20 %, por eluviación del cemento este porcentaje podría elevarse bastante.



## Características generales a considerar en las unidades acuíferas de la F. Puelches

### La Formación Puelches (Döering, 1882)



Se trata de una unidad formacional de considerable extensión regional en el ámbito de las provincias de Chaco, Santa Fe y Córdoba, se desarrolla en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires, desde el este en la costa del Sistema del Plata hasta localidades como Rojas, Junín y Bragado por el oeste, mientras que hacia el sur fue descrita en Saladillo y Gral. Belgrano, yace por debajo de los mencionados Sedimentos Pampeanos y su base se halla en contacto algo erosivo con la Formación Paraná, se señalan como depósitos silicoclásticos de edad pliocena superior - pleistoceno inferior.

La misma no aflora en la región mencionada, toda la información proveniente de esta (litológica, hidrogeológica u otra) es a partir de datos de perforaciones cuya distribución esta condicionadas por las posibilidades en el uso del agua subterránea



## Características generales a considerar en las unidades acuíferas de la F. Puelches

01/2012



%	Granulometría
50.11	Arena Mediana
24.11	Arenas Finas
19.22	Arenas muy Finas
6.66	Arena Gruesa

Contenidos porcentuales granulométricos de las psamitas presentes en muestras de 14 pozos de exploración en el Gran Bs. As.

Afloramiento de la F. Ituzaingó, Localidad Homónima, Corrientes (correlacionable con F. Puelches)

La Formación Puelches está compuesta mayoritariamente por clastos de composición cuarzosa, de origen fluvial tipo anastomosado a gran escala, con predominancia de material arenoso mediano a fino y color amarillento pálido a dorado (Santa Cruz, 1972). Correspondientes a depósitos de corrientes encauzadas amplias con depósitos de barras laterales de gran tamaño y relleno de canal principal o secundario, gran desarrollo y continuidad areal, espesores que pueden superar los 30 metros, con tendencia granodecreciente, comenzando en la base con arenas gruesas con participación de clastos tamaño grava fina y sábulos hasta niveles de arena fina-muy fina en el techo, culminando en algunas oportunidades en depósitos de arcillas residuales.



# Columna geológica y esquema hidrogeológico del Este de la Llanura Pampeana

01/2012

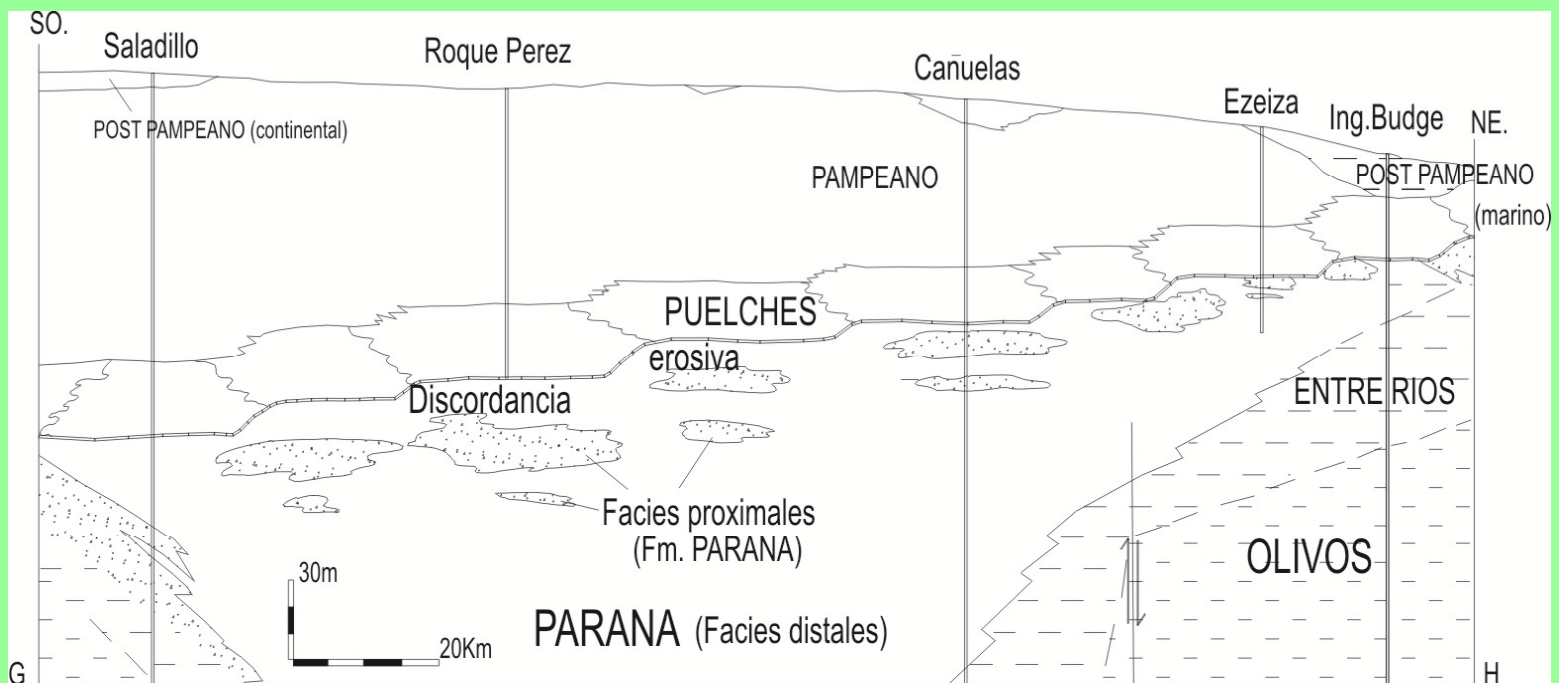
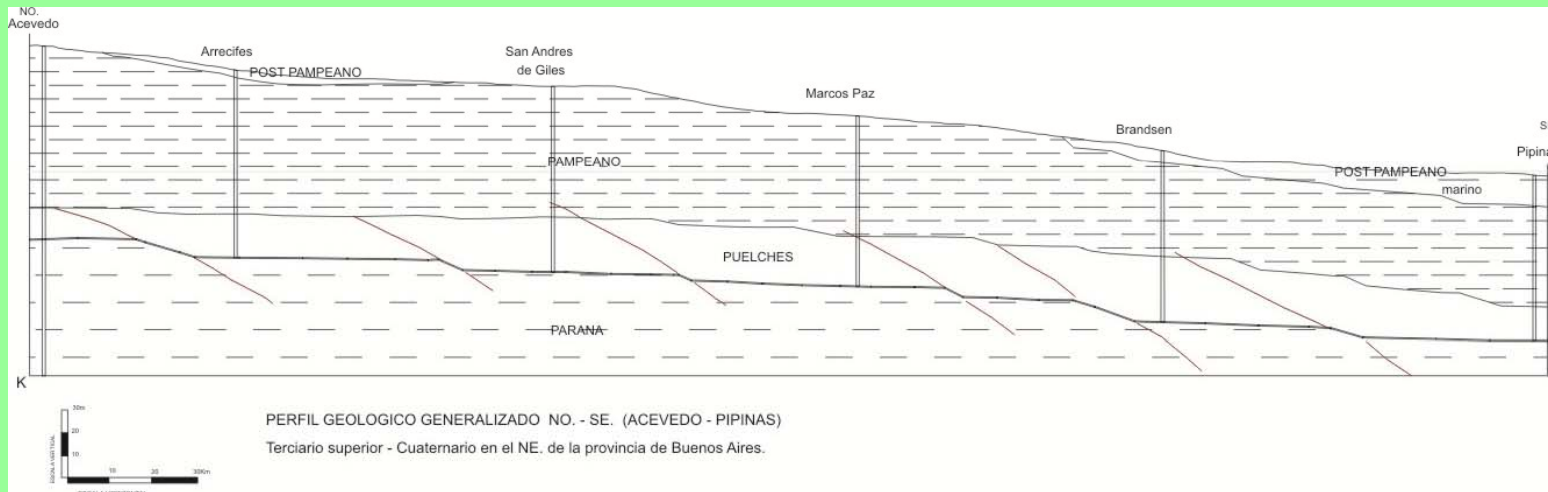
mbbp	Estratigrafía	Tipo	Litología	Hidroestratigrafía	Edad
5	Sed. Postpampeanos	Acuícludo	Limo arenoso-arcilloso loessoide, color verde Grisáceo, Origen: Palustre, Lacustre, Fluvial, Marino	Epipuleches Epiparaneano	Rec.
		Acuífardo			Hol.
		Acuícludo			
35	F. Buenos Aires	Acuífardo	Manto de loess uniforme de grano fino y homogéneo, color pardo rojizo, Origen: Continental, Limos arenosos, rojos, pardos, y verdosos con escasos restos fósiles. Arcilla gris verdosa basal, Origen: continental	Epipuleches Epiparaneano	Holoceno Pleistoceno
	F. Ensenada	Acuífardo			
70	F. Puelches	Acuífardo	Arenas finas y medianas, cuarzosas, micáceas granodecrecientes. Pardo amarillentas. Intercalaciones pelíticas, Origen: Fluvial	Puleches Epiparaneano	Plioceno Pleistoceno
		Acuífero			
160	F. Paraná	Acuícludo	Arcillas gris azuladas y verdosas confinantes. Niveles inferiores arenosos finos y medianos, con fósiles marinos.	Hipopuleches Paraneano	Mioceno
		Acuífero			
450	F. Olivos	Acuícludo	Arcillas y areniscas rojas con estratos yesiformes y carbonato de calcio. Arenas medianas. Origen : continental lacustre.	Hipopuleches Hipoparaneano	Cretácico (Sup)
		Acuífero			
	Basamento	Acuífugo	Rocas Ígneas y/o metamórficas	Basamento Hidrogeol	





## Columna geológica y cortes regionales

01/2012

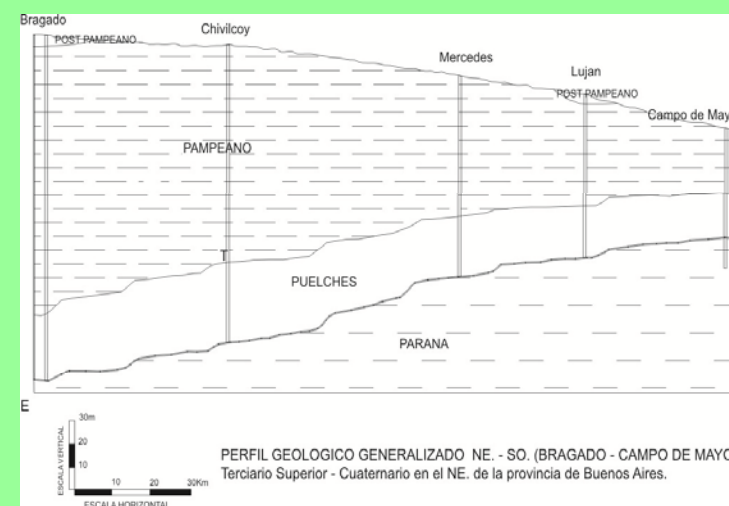
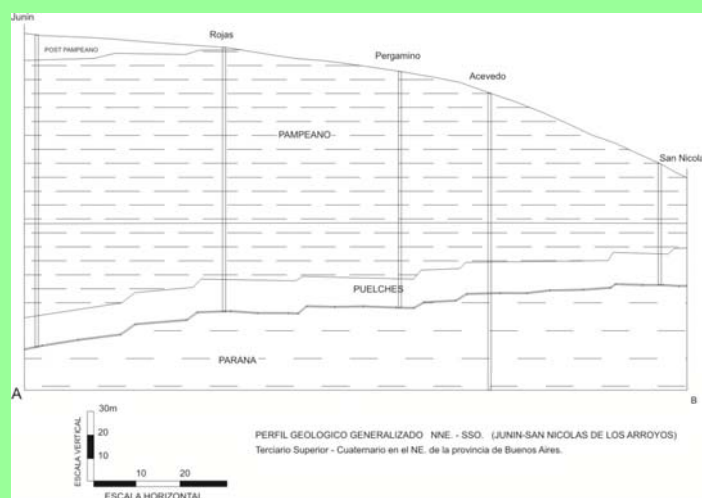
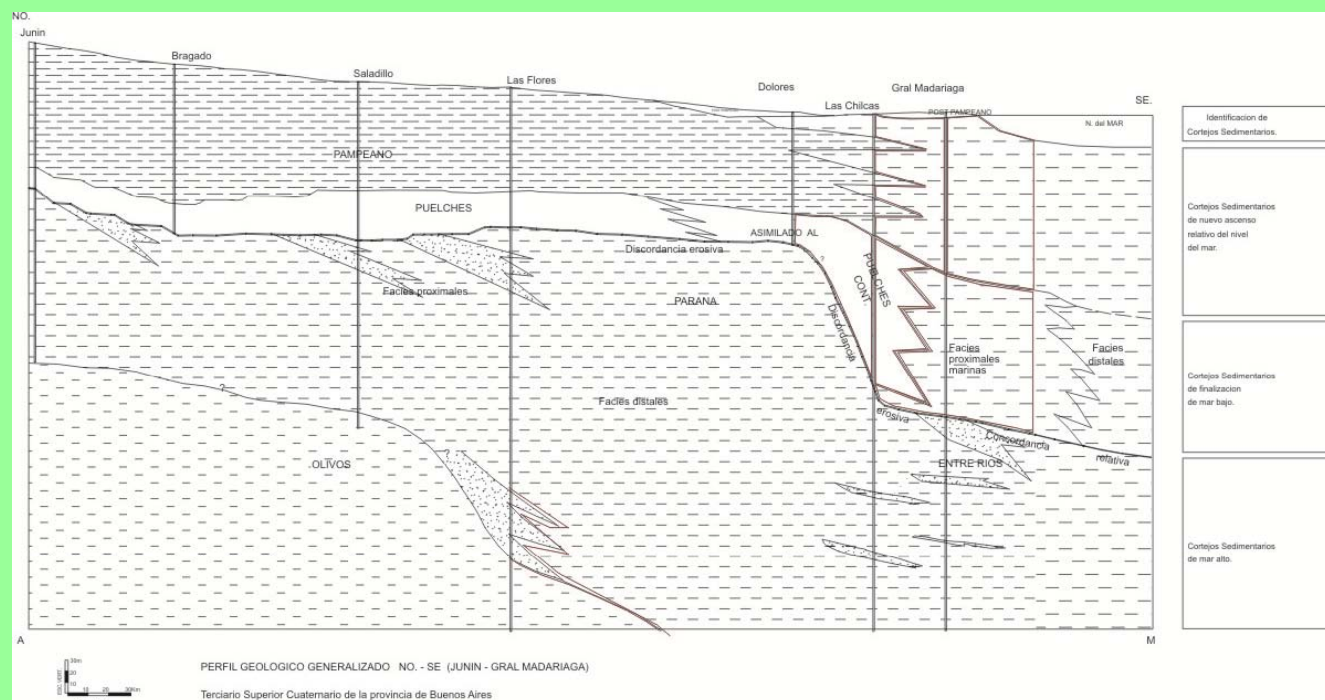






# Columna geológica y cortes regionales

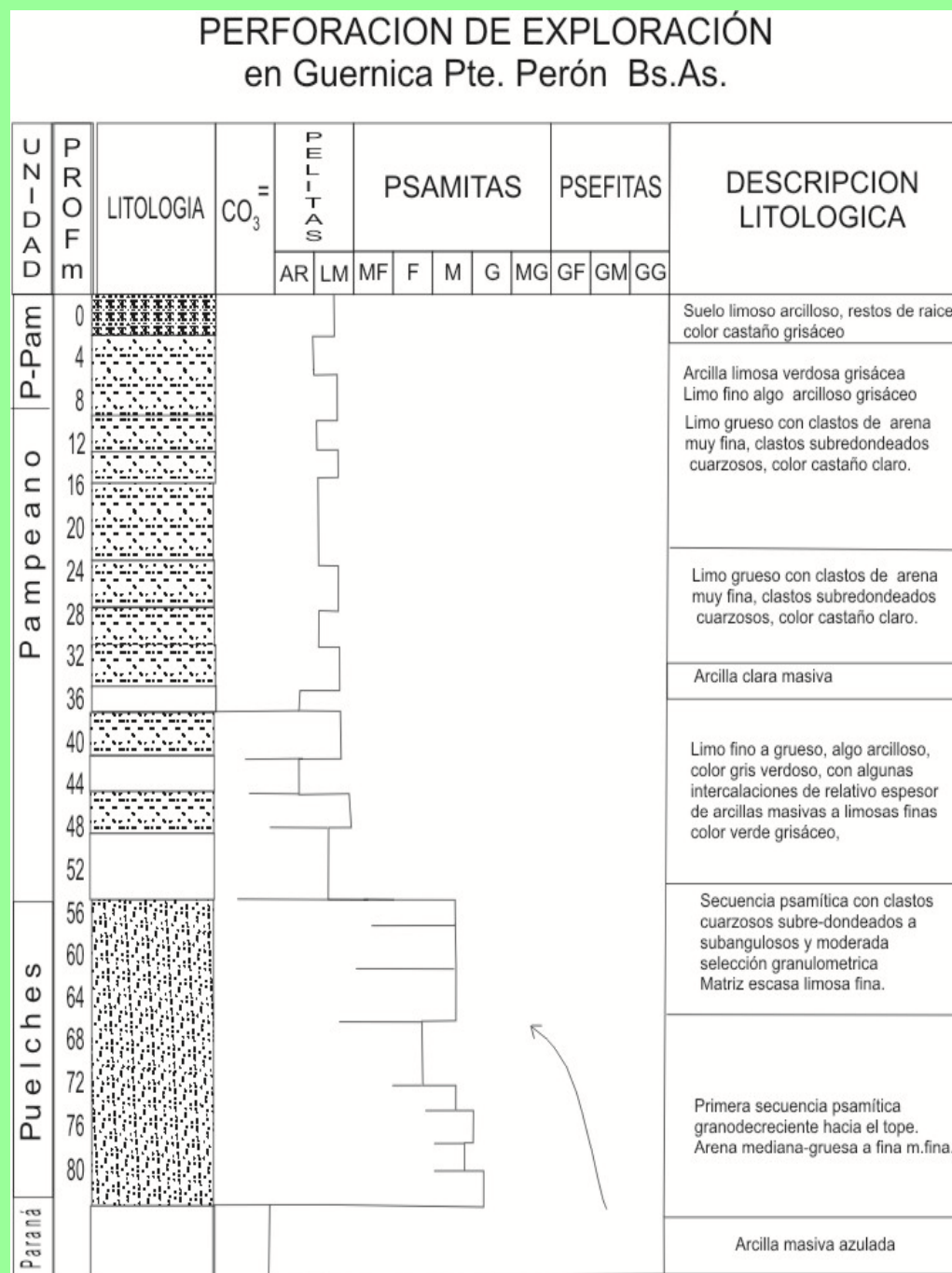
01/2012



# Disertación para Alumnos

01/2012

Columna geológica a partir de recortes de perforación





01/2012

Columna geológica a partir de recortes de perforación

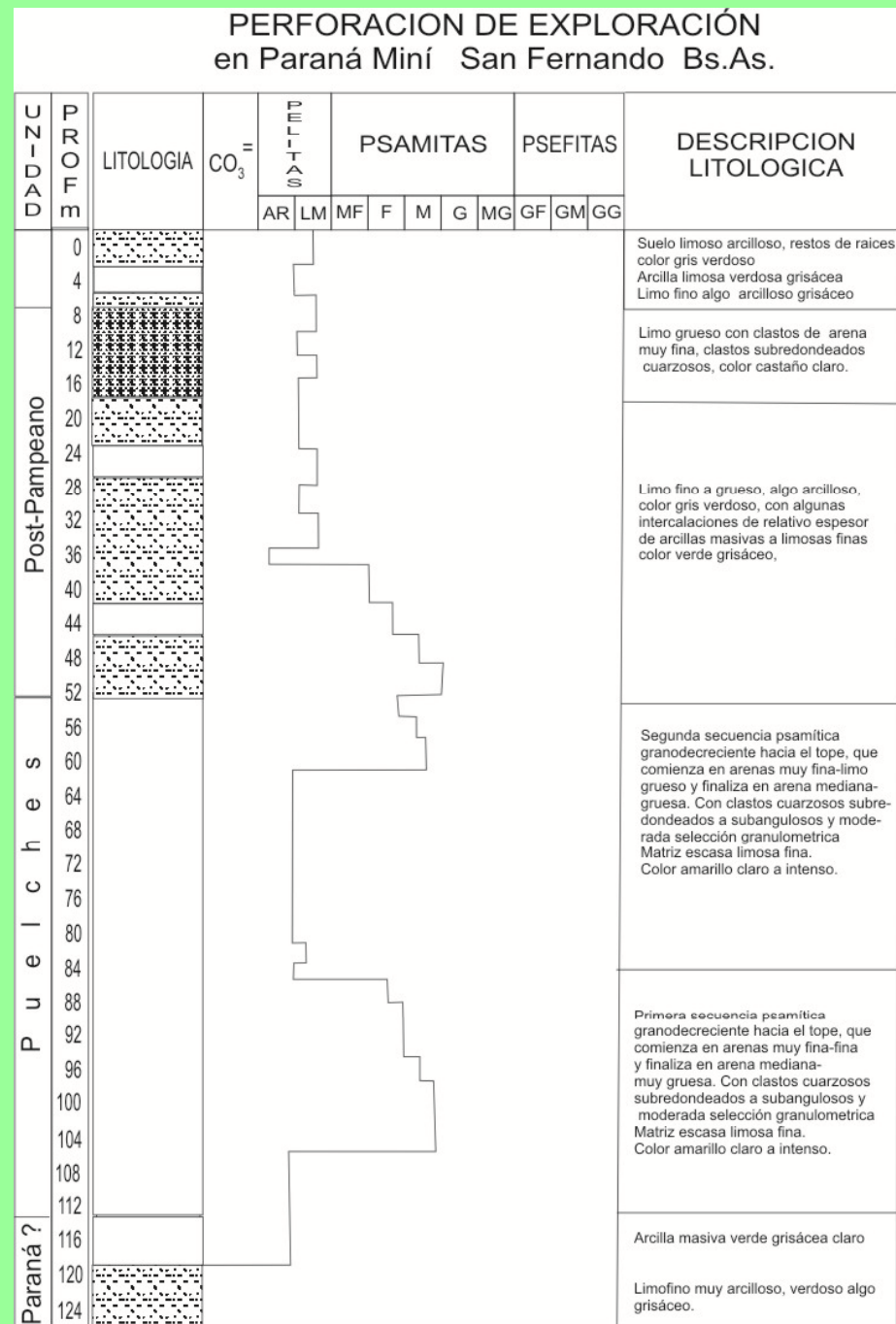
[illegible]





01/2012

Columna  
geológica a partir  
de recortes de  
perforación





## APLICACIÓN DE ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS TIPO A SECCIONES ACUÍFERAS

01/2012



### Objetivo:

Realizar un aporte al mejor conocimiento de los cuerpos sedimentarios acuíferos de una sección hidrogeológica considerada, así como para lograr una más exacta cuantificación de los posibles volúmenes de agua subterránea involucrada, se ha creído conveniente extender la aplicación de esta forma de análisis al estudio de acuíferos, habiéndose identificado oportunamente cuatro Arquitecturas Sedimentarias Tipo separadas en una serie de Grupos, según origen y arreglo externo. (Amato, S. D., 1998).

### Definiéndose las siguientes:

- ✓ Tipo I o Tipo Gr (Gravoso)
- ✓ Tipo II o Tipo Ar (Arenoso)
- ✓ Tipo III o Tipo Alm (Arenoso-Limoso)
- ✓ Tipo IV o Tipo Lar (Limoso-arenoso)

A su vez y sin considerar el Grupo a que puedan pertenecer de acuerdo a su textura predominante, pueden subdividirse según la conformación del depósito o arquitectura externa en los siguientes arreglos

Acuífero U: de Arquitectura Unitaria o *Acuífero Unitario*

Acuífero M: de Arquitectura Múltiple o *Acuífero Múltiple*

Acuífero I: de Arquitectura Intercalada o *Acuífero Intercalado*



## ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS

*Unitario:* Conformado por el depósito producido por un solo ciclo sedimentario aislado, caracterizado por una litología predominante, con uno o varios arreglos o arquitecturas internas. Sus límites superior e inferior con otras secciones hidrogeológicas pueden ser transicionales, netos o erosivos y pueden denotar una tendencia granulométrica definida, se identifican por el cambio litológico que presentan con respecto a las unidades sub y suprayacentes. Lateralmente pueden sufrir cambios faciales en cortas distancias, su espesor difícilmente supere los 10 m. Se los indica luego de la identificación del Tipo de acuífero con la letra mayúscula U separada por un guión.

01/2012

Gr – U (Gravoso - Unitario)  
Ar – U (Arenoso - Unitario)



*Arquitectura Tipo Ar f – U (Arenoso fluvial – Unitario):* se correspondería con depósitos sedimentarios, relacionados a un canal fluvial principal en área de llanura, con dominio del transporte tractivo de granos y alta migración en el tiempo, lo que le otorga espesores importantes, gran desarrollo areal y una tendencia granulométrica poco definida, sin interrupciones mayores en la depositación; generando acuíferos continuos de gran espesor y excelente rendimiento. Pueden superar los 10 metros de espesor





## ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS

01/2012

**Múltiple:** Conformado por varios depósitos sedimentarios superpuestos con características semejantes y pertenecientes a mas de un ciclo sedimentario, producidos por la repetición continua de procesos y eventos en el tiempo. Con uno o varios arreglos o arquitecturas internas por ciclo y con una tendencia granulométrica definida o difusa, que puede repetirse de igual forma para cada depósito superpuesto. Sus límites superior e inferior pueden ser transicionales, netos o erosivos hacia litologías con comportamiento hidrogeológico generalmente distinto. Lateralmente pueden ser variables en espesor ocupando gran extensión especialmente en sentido del flujo que les dio origen. Espesores entre 30 m. y 60 m. son comunes en estos depósitos multicapa. Se los denomina al igual que los anteriores con la denominación del Tipo de acuífero seguido luego de un guión por la letra mayúscula M.

Ar – M (Arenoso – Múltiple)

Lar – M (Limo-arenoso – Múltiple)

**Arquitectura Tipo Ar f – M (Arenoso fluvial – Múltiple):** A menudo perfiles columnares de esta unidad que aparentemente se presentan como un gran ciclo granodecreciente, ante un análisis sedimentológico mas detallado señalan un arreglo externo de hasta cuatro ciclos granodecrecientes superpuestos sin intercalación de pelitas de espesor considerable. Dicha situación ha sido descripta en numerosas localidades de la provincia de Buenos Aires, como Ezeiza, La Plata, Florencio Varela y San Isidro. Cada nuevo ciclo se inicia con un nivel energético superior, cuya base erosiva se genera sobre sedimentos mas finos pertenecientes a la sección superior del ciclo anterior, generándose Arquitecturas de Acuífero Múltiple o de ciclos superpuestos que se inician generalmente con arenas gruesas o medianas y concluyen en arenas finas-muy finas. Si bien el arreglo de cada ciclo, al igual que la secuencia general, es de tendencia granodecreciente hacia el techo, la base general de la formación contiene generalmente los sedimentos más gruesos de toda la columna, en algunos casos el ciclo sedimentario puede culminar con la depositación de sedimentos pelíticos finos que no fueron eliminados por el poder erosivo del ciclo siguiente, lo que daría origen en ese caso a las ya consideradas Arquitecturas Tipo Ar f – I. Por otra parte la superposición de arreglos granodecrecientes con eliminación por erosión de las secciones arenosas finas y pelíticas cuspidales de cada ciclo podría dar lugar a un arreglo final similar a la de una Arquitectura Tipo Ar f – U (de tipo unitaria).



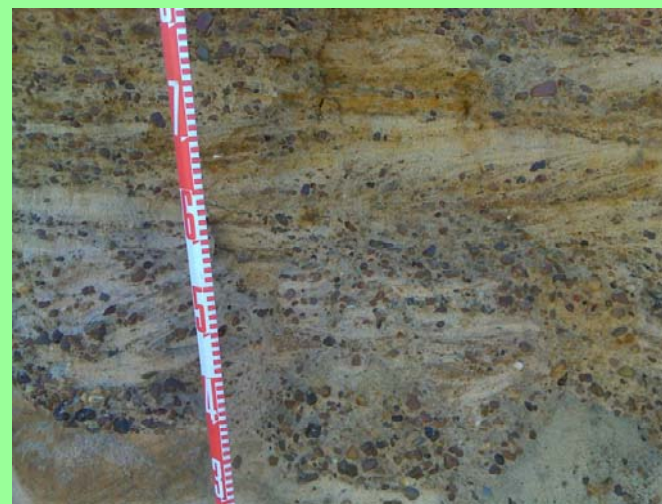
## ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS

01/2012

*Intercalado:* Conformado por varios depósitos sedimentarios aislados con características semejantes y pertenecientes a eventos sedimentarios que poseen cierta ciclicidad, generándose como producto de condiciones ambientales similares que se reinstalan cada cierto periodo de tiempo, dando como resultado la interestratificación de los mismos con depósitos sedimentarios de otro origen o incluidos en un sub-ambiente diferente al que pertenece el acuífero identificado. Sus contactos son netos o erosivos con litologías que generalmente presentan un comportamiento hidrogeológico diferente al del Acuífero Intercalado. En otros casos ambas secciones que se alternan tienen con algunas diferencias, comportamiento de capa acuífera, con lo cual puede hablarse de Acuíferos Intercalados. Los espesores de cada capa si bien no son muy potentes, pueden ser muy variables, aproximadamente entre 3 m. y 10 m. al igual que su alcance areal. Se lo denomina con la sigla del Tipo correspondiente, seguido luego de un guión por la letra mayúscula I.

Gr – I (Gravoso Intercalado)

Alm – I (Areno-limoso Intercalado)



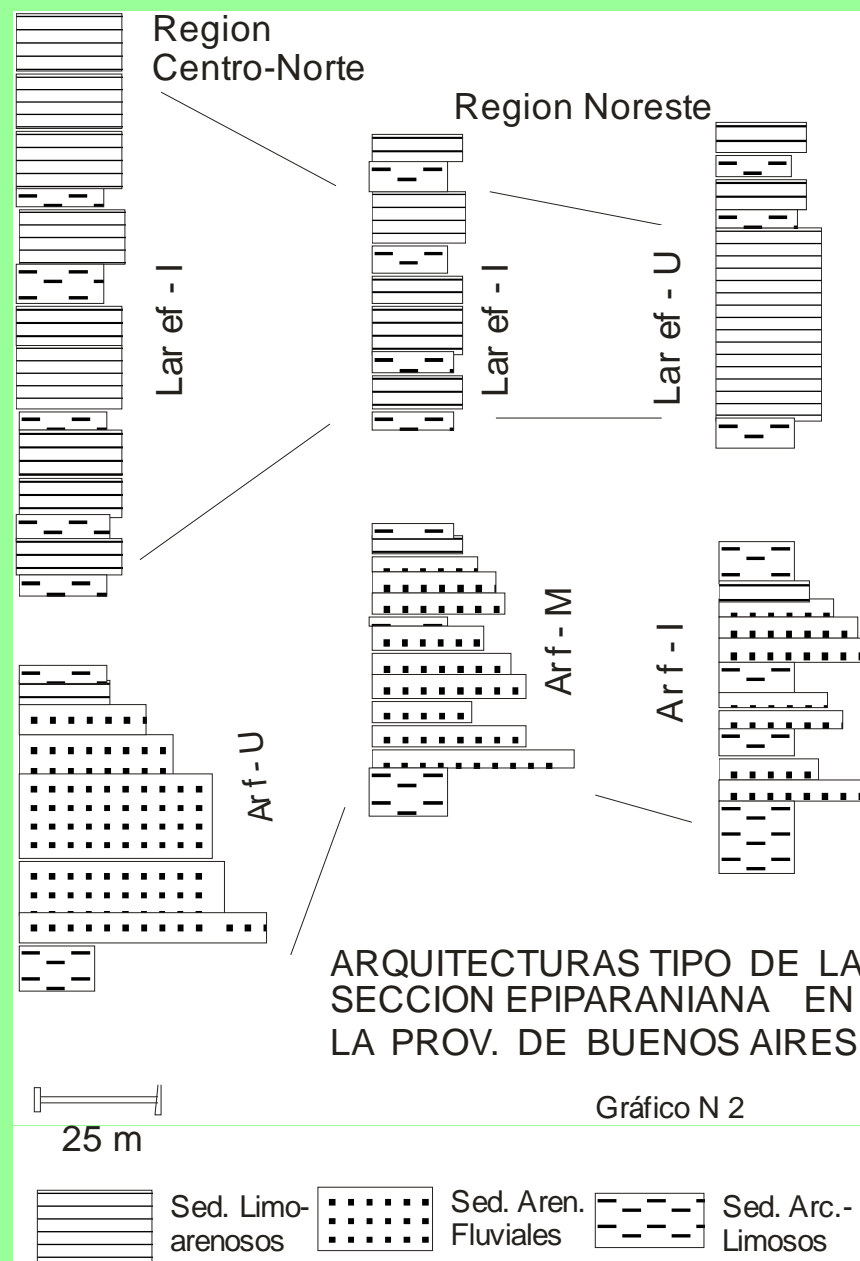
*Arquitectura Tipo Ar f – I (Arenoso fluvial – Intercalado):* se producen debido a la alternancia de depósitos arenosos generados por corrientes tractivas y capas de sedimentos pelíticos generados por procesos de decantación en ambiente de muy baja energía. En general estas capas acuíferas intercaladas presentan espesores inferiores a los 5 metros y su comportamiento desde el punto de vista hidrogeológico es generalmente bueno debido a la comunicación lateral que presentan las secciones arenosas intercaladas.



01/2012

Diferentes  
arquitecturas de la  
Sección  
Hidroestratigráfica

## ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS

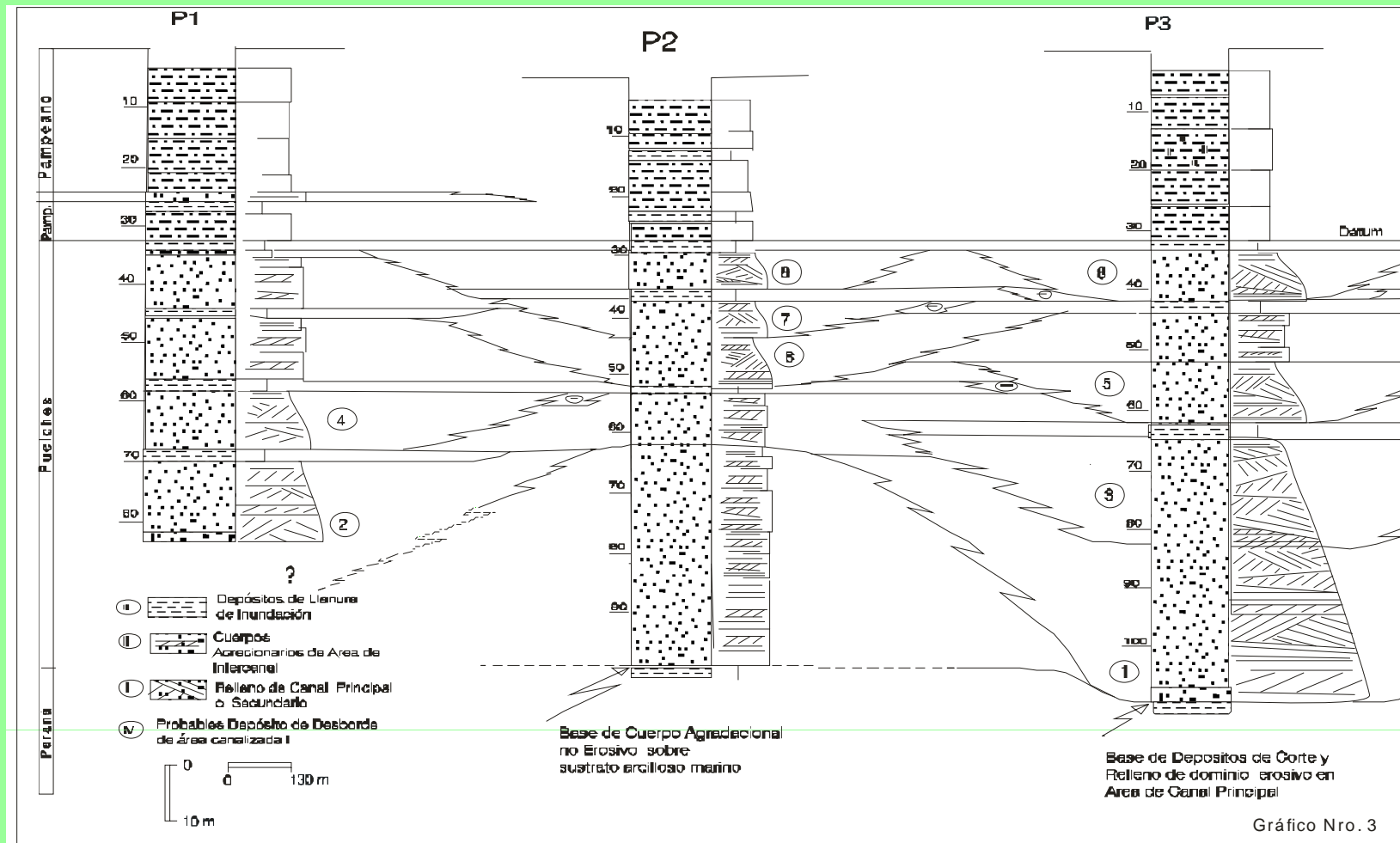






## ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS

01/2012



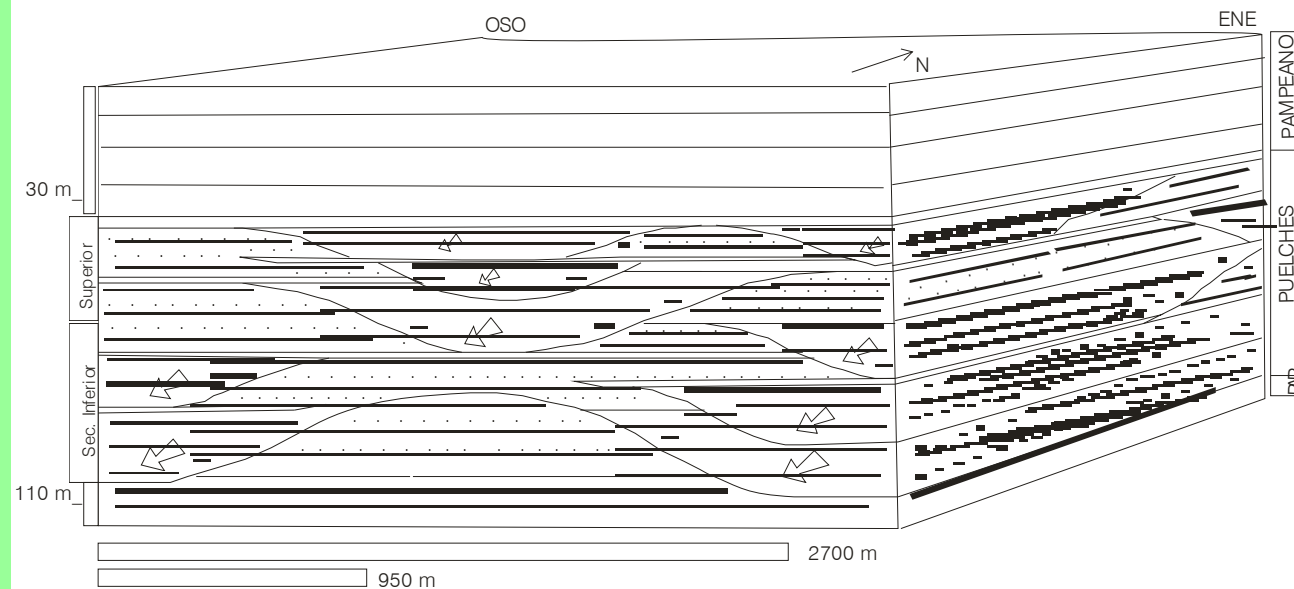
Correlación de depósitos de perfiles litológicos, a partir de datos de perforación








## ARQUITECTURAS SEDIMENTARIAS

01/2012

Modelo de Sedimentación de la Formación Puelches (Plio-Pleistoceno)  
Villa Alsina - Baradero - Provincia de Buenos Aires - Rep. Argentina



### Referencias

-  Sedimentación Limo-loessoide Suprayacente
-  Depósitos de Llanura de Inundación (Secuencias Tipo III)
-  Cuerpos Acrecionarios de Área de Intercanal (Secuencias Tipo II)
-  Relleno de Canal Principal o Secundario (Secuencias Tipo I)
-  Depósitos de ambiente marino infrayacente



01/2012

*GRACIAS A TODOS*