Primera Jornada de Riego en Cultivos Intensivos. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP
13 y 14 de Septiembre 2016

Aguas subterráneas: aprovechamiento de acuíferos para riego

Nilda González
Prof. Titular Hidrología Subterránea
Maestría en Ecohidrología
UNLP

Como todo **recurso no visible**, **las aguas subterráneas** son escasamente conocidas por la sociedad en general.

Esta carencia alcanza incluso a las dirigencias, sean políticas, educacionales, administrativas o corporativas.

También a los **usuarios domésticos y productivos**, provengan de la actividad agropecuaria, industrial, comercial, minera o recreativa.

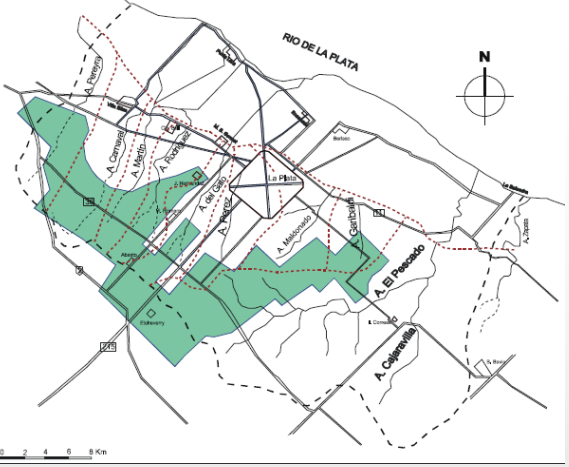
Características particulares de las aguas subterráneas

- No visibles. Sólo afloran como manantiales. Evaluación indirecta
- Contenidas en un medio poroso o fisurado
- Baja velocidad de circulación
- Disponibilidad en el lugar o cerca de donde se produce la demanda
- Mas abundantes que las superficiales. Regularidad composicional y de temperatura
- Menor dependencia de procesos tecnológicos complejos de manejo y tratamiento
- Por su posición : más protegidas de las acciones antrópicas y menos afectadas por la variabilidad pluviométrica

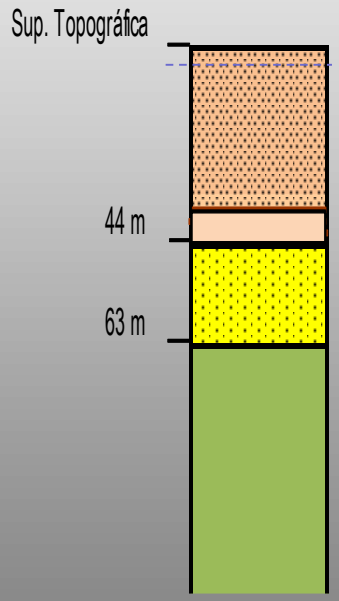
  vulnerables a contaminantes móviles y persistentes y de muy difícil a imposible decontaminación

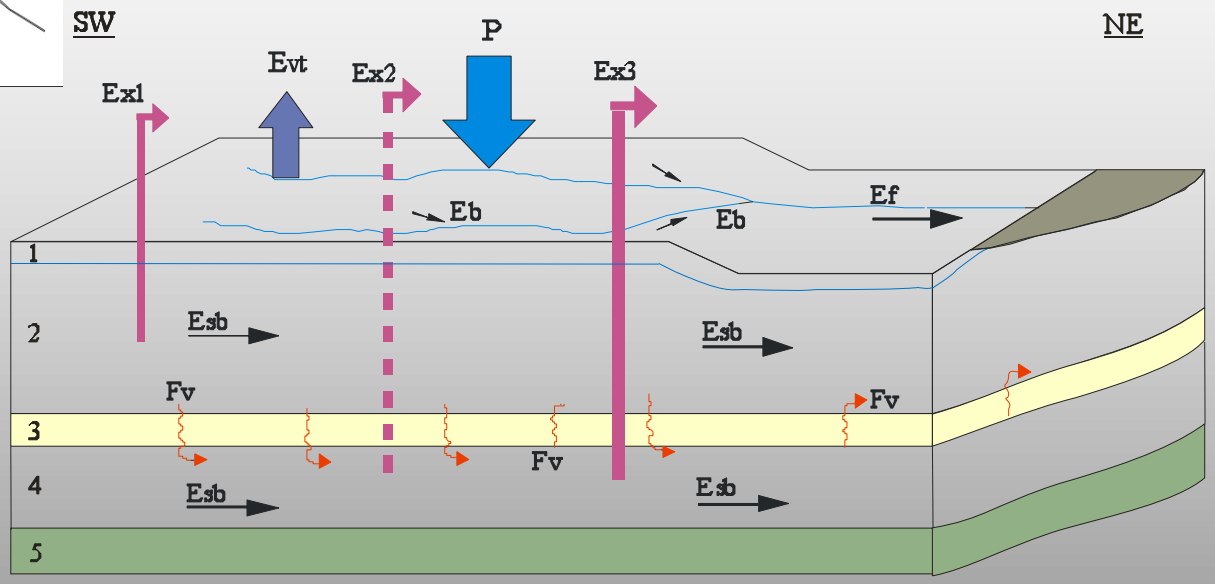
SISTEMA GEOHIDROLÓGICO

Sup.top	*Unidad geológica*	*Edad*	*Litología*	*Comportamiento hidrolitológico*	*Parámetros*	*TSD*
	Pospampeano + Pampeano	Pleistoceno medio-superior Holoceno	Limos, arenas limosas, limos arcillosos, conchillas	Zona No- Saturada **Acuífero (freático)** **Acuífero (semilibre)**	K = 1-10 m/d θ = 0.10	0,3-1,1 g/l
38 m	Pampeano		Limos loessoides, limos finamente arenosos y calcáreos			
44 m	Pampeano (inferior)		Limos arcillosos, arcillas limosas	**Acuitardo**	K' =8.10^{-3} a 5.10^{-4} m/d	
63 m	Fm Arenas Puelches	Plio-pleistoceno	Arenas medianas a finas, ocasionalmente gruesas	**Acuífero (semiconfinado)**	K = 10-50 m/d S = 5.10^{-3}	0,4-1,0 g/l
154 m	Fm Paraná (superior)	Mioceno superior	Arcillas verdes,verdes-azuladas	**Acuícludo**		
297 m	Fm Paraná (inferior)		Arenas medianas a finas	Acuífero (confinado)		
477 m	Fm Olivos (superior)	Oligoceno Mioceno inferior	Arcillas rojizas	**Acuícludo**		
486 m	Fm Olivos (inferior)		Arenas rojizas medianas a gruesas. Gravas basales	Acuífero (confinado)		
	Basamento hidrogeológico	Precámbrico	Granitos y gneisses	**Acuífugo**		



MODELO CONCEPTUAL





CLIMA Subhúmedo-húmedo mesotermal, *Pp 1043mm , T 16º C,* Evtr 800mm, Excesos243mm

GEOFORMAS MAYORES Llanura alta, Llanura costera. *Cordones conchiles*

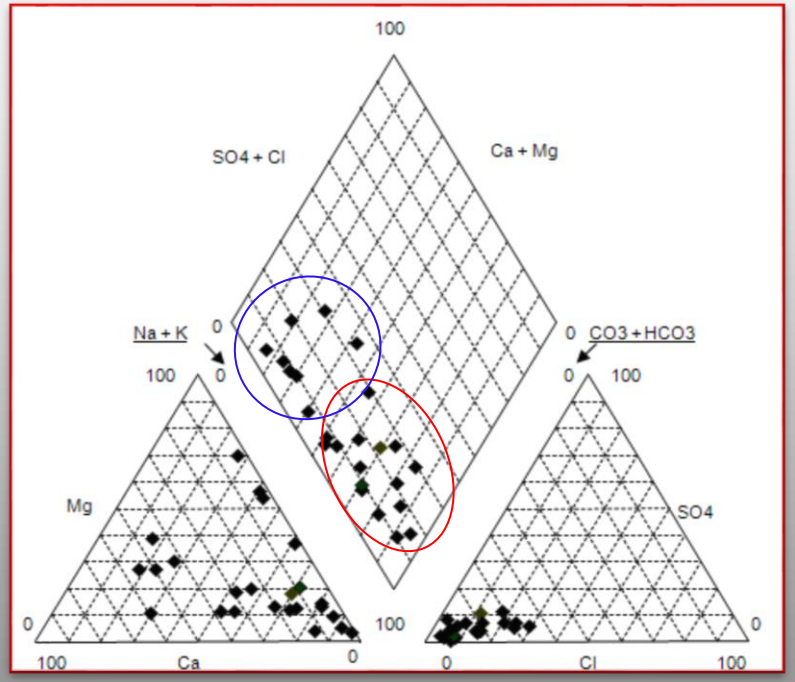
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Arroyos perennes (frecuente desborde) . Q: 0.03 - 0.20 m3/s (5% de la precipitación)

SUELOS *Argiudoles vérticos y acuérticos, Natracuoles, Natracuertes y Rendoles*

Acuífero Pampeano

Espesor: 25- 45m (T= 200 m^2/d , K = 1-10 m/d , pe = 5-10%

Mediana productividad. Q= 10 a 30 m^3/h



Agua dulce, TSD <1000mg/L

Preferentemente bicarbonatadas sódicas.

También bicarbonatadas cálcico-magnésicas

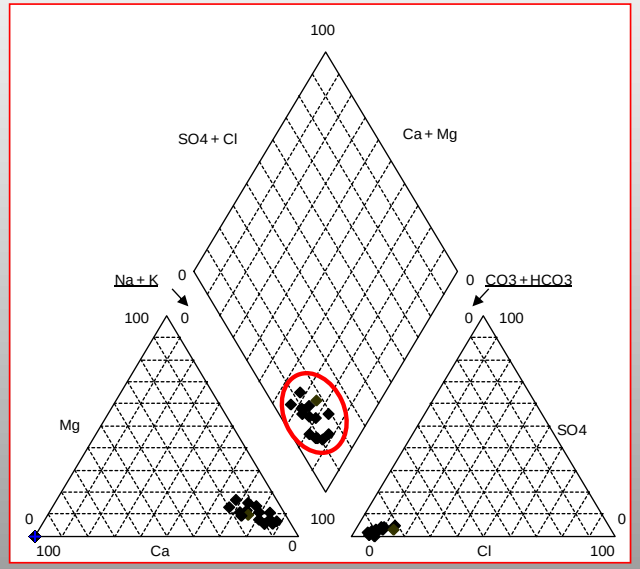
Provisión a :

- Uso doméstico individual (zonas sin Servicio público)
- Riego (perforaciones sin encamisado al Puelche)
- Abrevamiento de ganado

Acuífero Puelche

Techo: 20 a 50m Espesor: 20-30m (T= 500 m^2/d , K = 25 m/d , S = 5.10^{-3})

Alta productividad. Q= 40 a 160 m^3/h



Agua dulce, TSD <1000mg/L

Exclusivamente bicarbonatadas sódicas

Provisión a :

- Servicio público de agua potable (Partido de La Plata)
- Riego
- Industria

PROYECTO DE CAPTACION DE AGUA

La relación **oferta/necesidad** de agua es clave en la materialización del Proyecto, junto con el **diseño** de las obras de captación para su posterior construcción.

Uno de los objetivos del Proyecto es optimizar la economía del recurso, su manejo con respecto a los suelos y cultivos, y preservación sustentable, dando cumplimiento a las normativas emergentes de la Autoridad

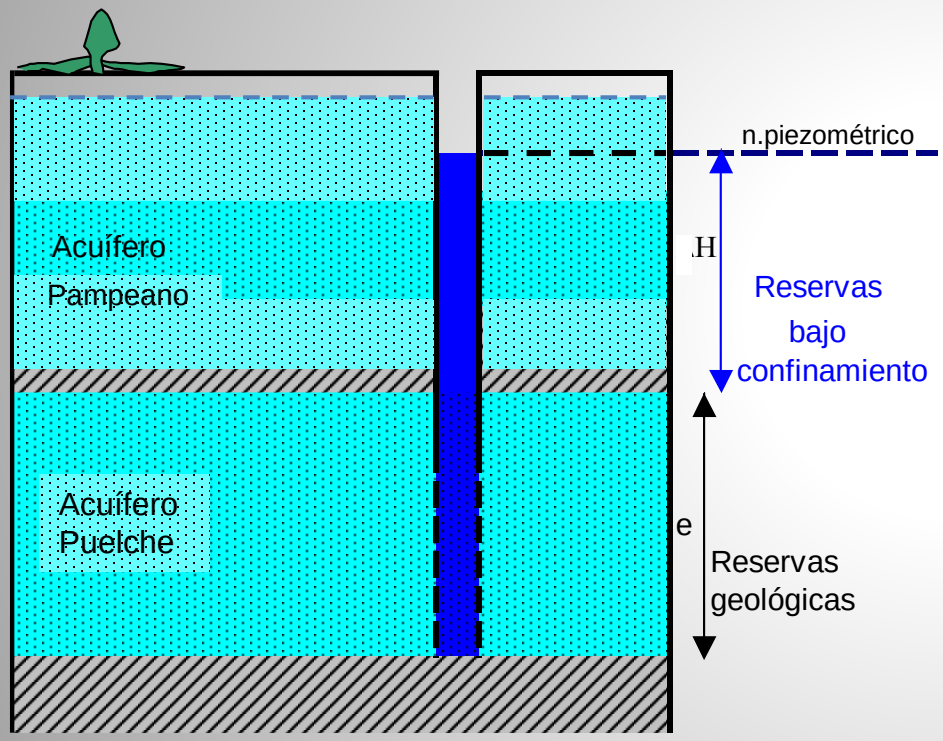
Depende del tipo de explotación pretendida, su magnitud, procedencia y volumen de agua a emplear, destino, entorno jurisdiccional y normativo en el cual se inscribe, además de la lógica dependencia de factores físicos regionales

Deberá basarse en:

- Conocimiento de la **real demanda de agua** según el proyecto de riego, dato provisto por el Ingeniero Agrónomo responsable.
- Conocimiento hidrogeológico de la **oferta** y de la posibilidad de **satisfacer el requerimiento de manera sustentable.**
- Ejecución en el lugar de un **sondeo piloto** de pequeño diámetro (2-4”)
- **Diseño** de la perforación de explotación
- **Evaluación** de caudales disponibles
- Fijación del caudal de explotación sustentable o caudal utilizable sustentable
- Establecimiento del número y ubicación de las obras de aprovechamiento con arreglo a las normativas fijadas por la autoridad competente

Reservas

Acuífero Puelche



Reservas bajo confinamiento RBC = A . S . H

Reservas geológicas RG = A . Θ . E

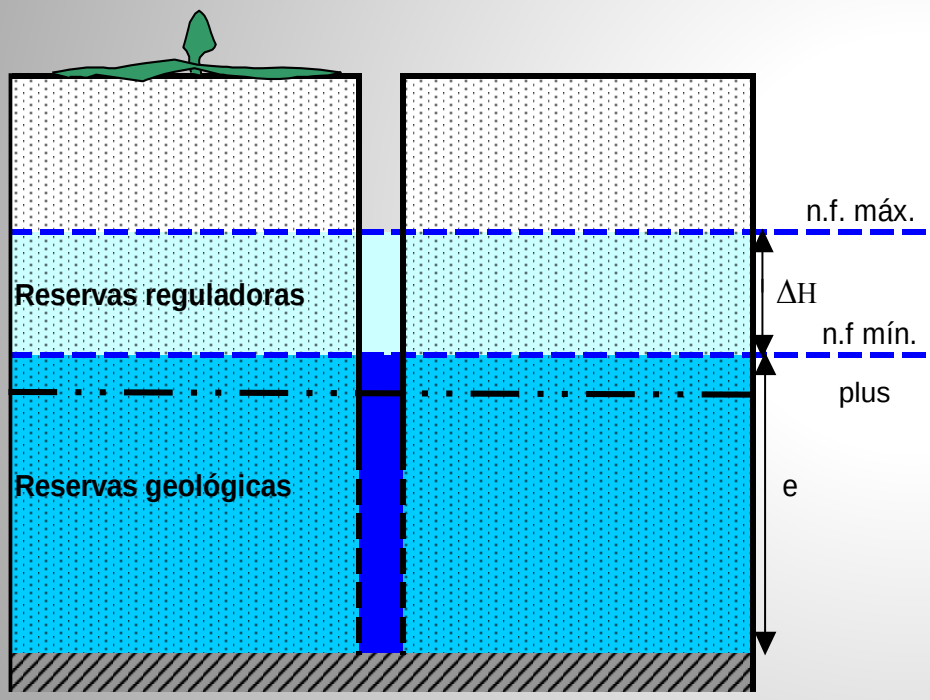
Reservas totales RT = RBG + RG

Reservas de explotación RE = RBC + plus RG

Reservas de Explotación sustentables (criterio conservativo)

Reservas

Acuífero Pampeano



Reservas reguladoras RR = $A \,.\, \theta \,.\, \Delta h$

Reservas geológicas RG = $A \,.\, \theta \,.\, e_m$

Reservas totales RT = RR + RG

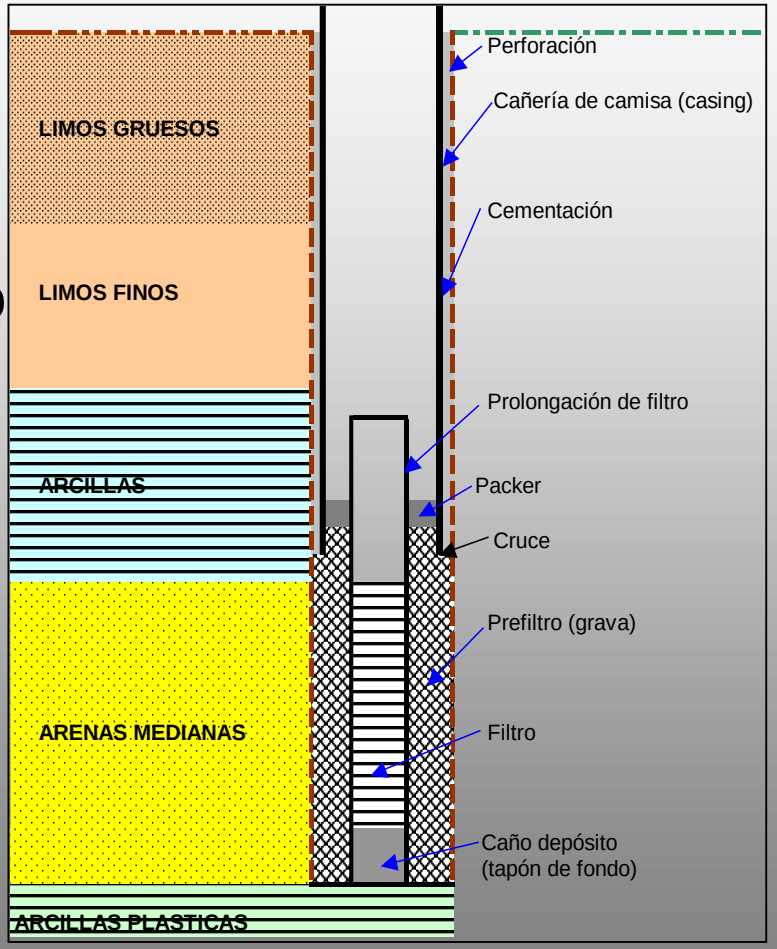
Reservas de explotación RE = RR + plus RG

Reservas de Explotación sustentables (criterio conservativo)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PERFORACIONES HIDROGEOLÓGICAS

Los pasos a seguir en forma secuente son seleccionar:

- Longitud de la perforación
- Longitud de los filtros
- Diámetro de la cañería de entubamiento
- Diámetro de los filtros
- Necesidad o no de construir prefiltro
- Selección tamaño y calidad de la grava
- Selección tamaño de ranura del filtro
- Tipo y calidad de los filtros
- Velocidad óptima de acceso de agua a
- los filtros
- Replanteo del diámetro de filtros. Replanteo del diseño.



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PERFORACIONES HIDROGEOLÓGICAS

El **diseño** es indispensable para una **perforación eficiente**, según reglas del buen arte constructivo.

Es "eficiente" la perforación que extrae mayor caudal, límpido, con menor depresión.

$$\text{Eficiencia} = Qc_r \ / \ Qc_t \ \times 100$$

Caudal característico real $Qc_r = Q / s \ (m^2/d)$

Caudal característico teórico $Qc_t = 4\pi T / W(u) \ (m^2/d)$

$$u = r^2 S/4Tt$$

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PERFORACIONES HIDROGEOLÓGICAS

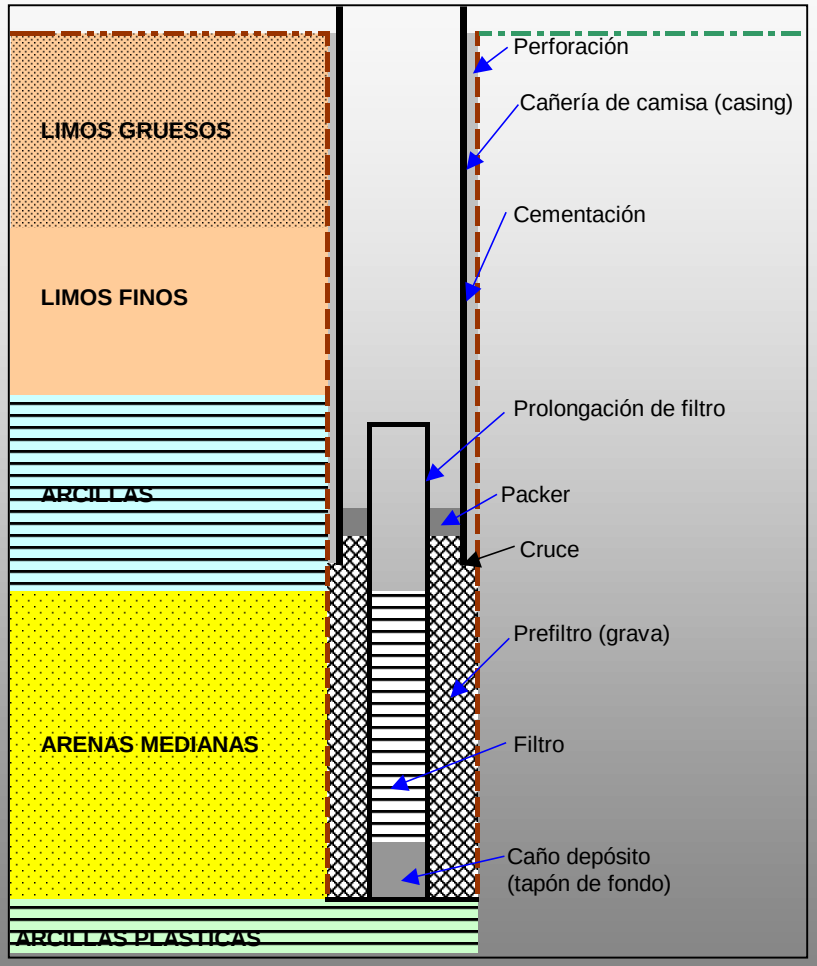
El correcto diseño permite:

Que el costo de la obra resulte una buena inversión.

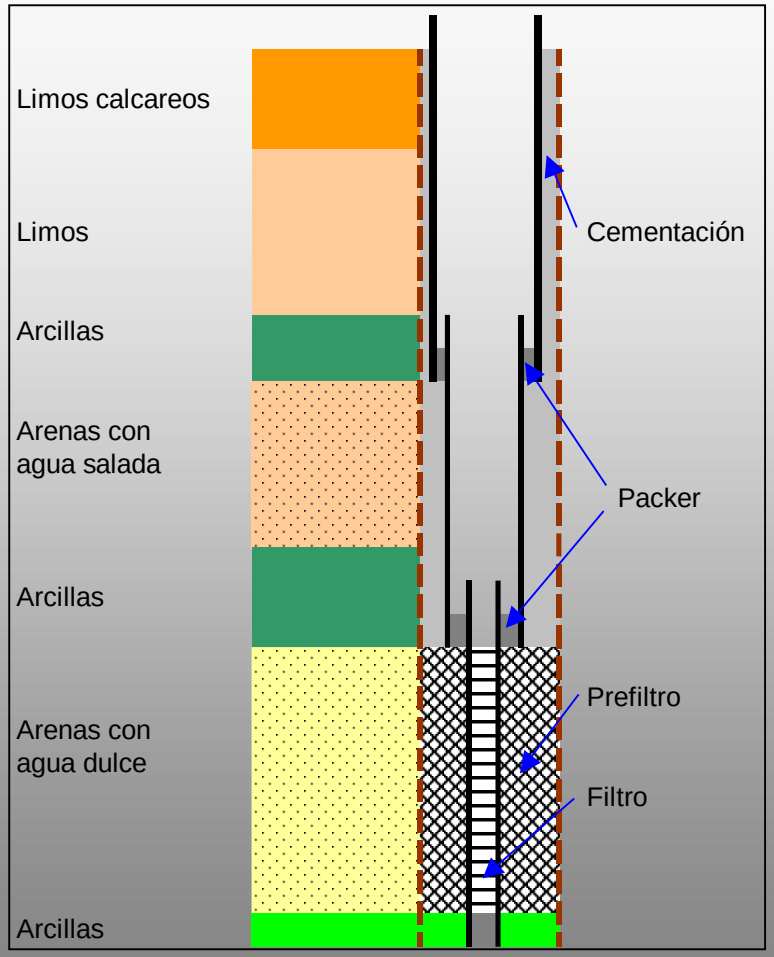
Se economice energía.

Pueda prolongarse al máximo la vida útil del pozo, amortizando su costo.

Tipos de diseño de pozo

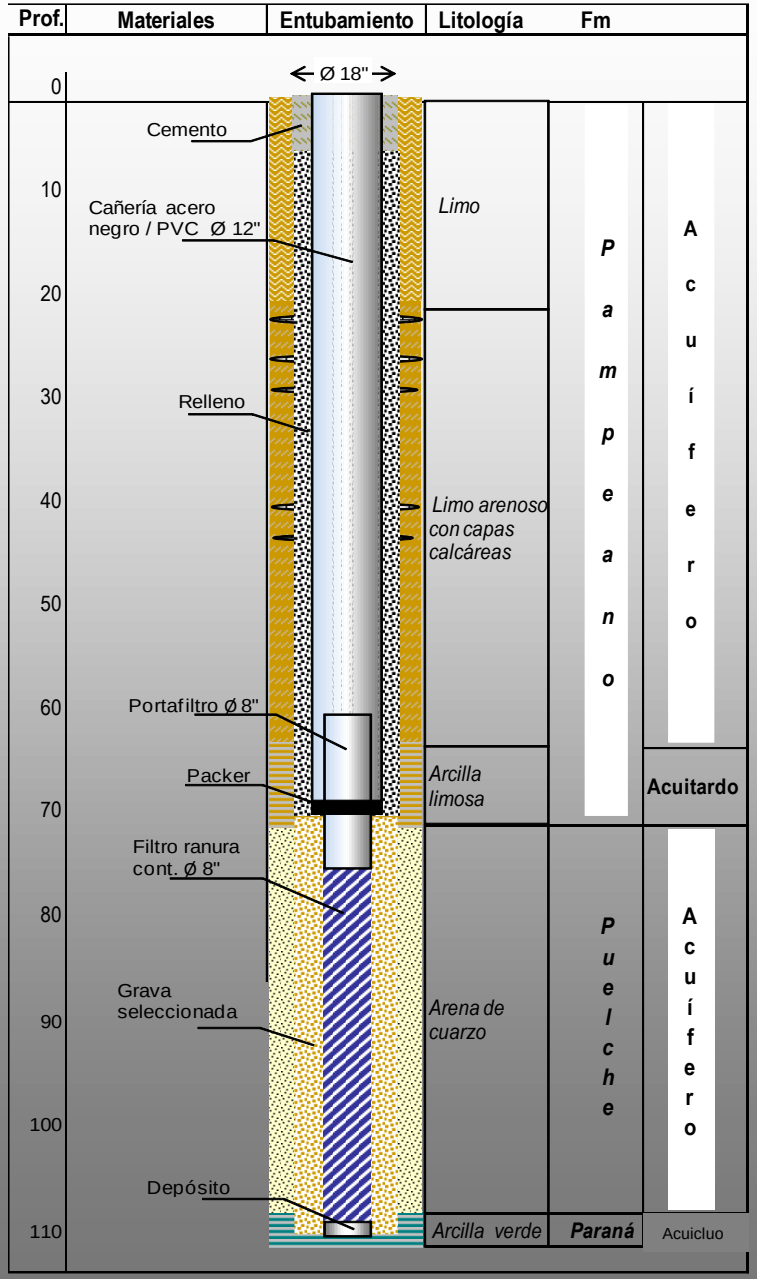


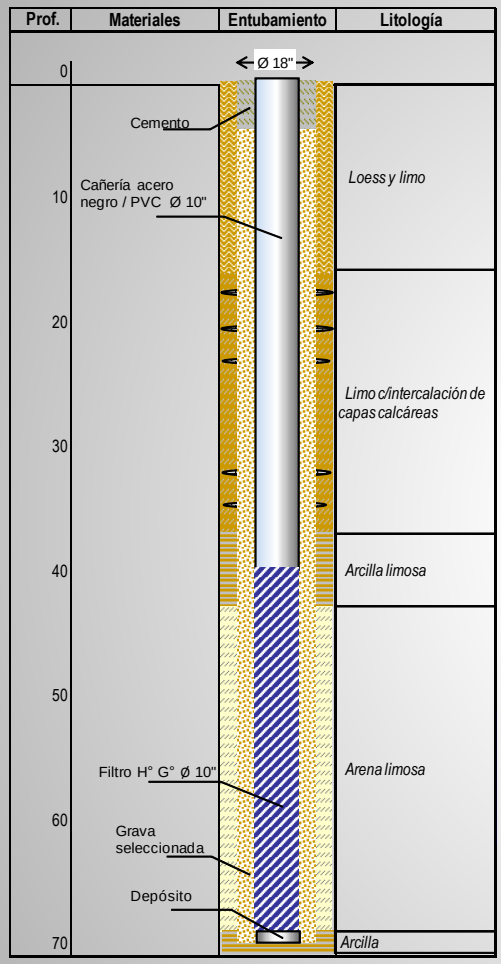
Diseño tipo de pozo de extracción



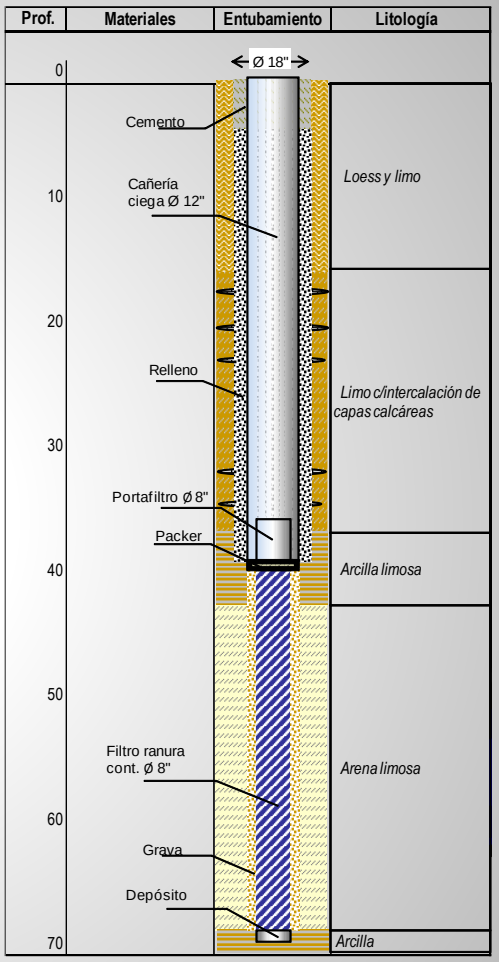
Diseño tipo de pozo de extracción telescópico

Esquema de perforación local al acuífero Puelche





Esquema de perforación local al acuífero Pampeano
bomba electrosumergible y cañería de entubamiento y filtro del mismo diámetro (10")



Esquema de perforación local al acuífero Pampeano
equipo de bombeo con planta motriz en superficie (cañería ciega de 12" y filtro de 8")

Construcción y desarrollo

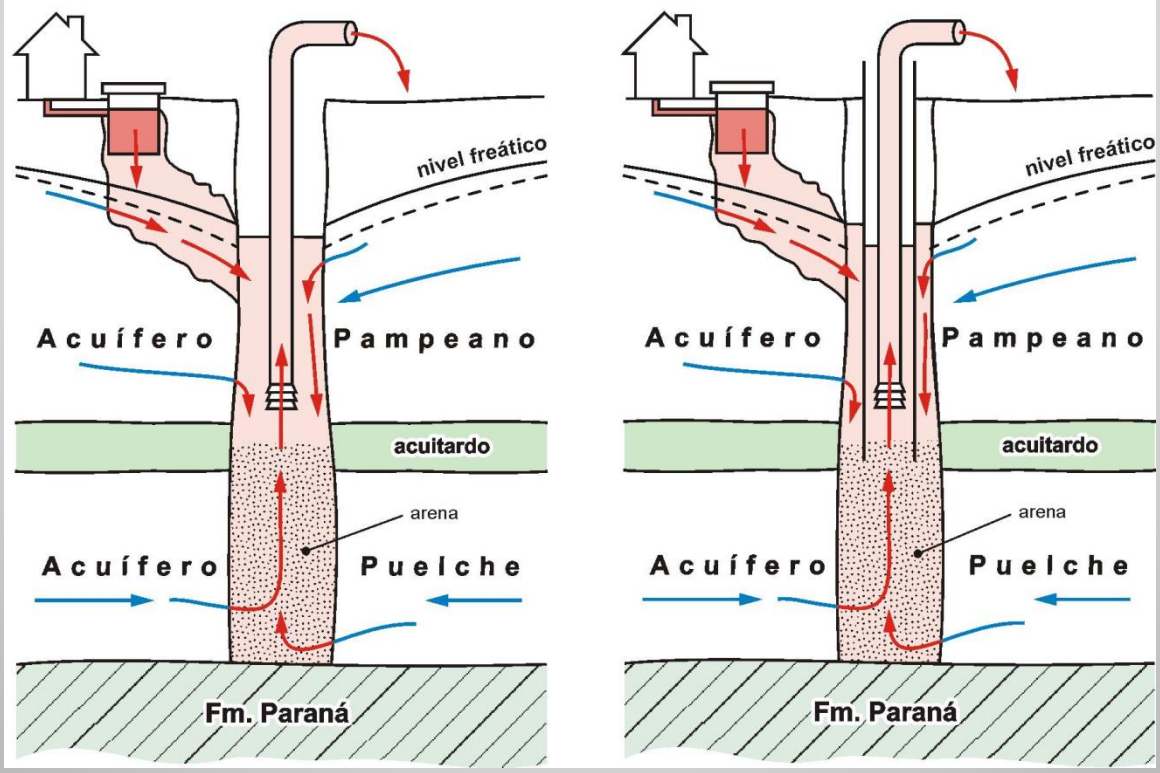
- Una vez construido el pozo se procede a su limpieza, desarrollo y terminación en superficie.

- La **limpieza y desarrollo** es la operación de desalojo de material fino y estabilización del prefiltro, hasta lograr agua clara y depresión mínima en función del tiempo (Eficiencia). Reconoce varias técnicas: circulación y retorno, bombeo a caudal ascendente, pistoneo o hidrojet, prefiriéndose alguna de las dos últimas.

- La **terminación en superficie** a veces descuidada, es importante. La cañería se asegurará con un "collar" de cemento y brocal metálico sobresaliente, protegido por un pequeño cerco de colores vivos para que pueda eludirlo la maquinaria agrícola.

Terminación de pozo en superficie

La colocación del packer y la cementación en el espacio anular son muy importantes para la protección sanitaria y ambiental de la obra y del acuífero, asegurando la buena aislación en el sistema al evitar el acceso de aguas de otra calidad y/o contaminadas, como suele ocurrir en pozos para irrigación, en especial los construidos por arrendatarios.



CONFLICTOS ENTRE USOS

- El uso agrícola del agua representa entre el **65% y 72% del total**, según status socioeconómico del país de que se trate y de la región.
- Los volúmenes dependen del sistema de riego. Se tiende a sistemas más eficientes, con menores requerimientos de agua, pero en términos reales los volúmenes son superados por la expansión de la actividad bajo riego.
- La particularidad respecto a otro tipo de aprovechamiento es que se trata generalmente de un empleo estacional.
- Además de los problemas cuantitativos, muy importantes son lo que hacen a la calidad, por el empleo de agroquímicos (fertilizantes y/o plaguicidas).
- Para la región, al contar solamente con los acuíferos como fuente de provisión de gran parte de las actividades usuarias del agua, se potencia la generación de conflictos entre usos.
- De todas formas, se trata de cuestiones muy complejas por la diversidad de problemas, intereses y actores involucrados.

Enfocando dicha competencia a la luz de la Teoría de los conflictos (Entelman, 2002)

Se rescatan tres de los axiomas básicos de la Teoría:

Todo conflicto es previsible en conocimiento de las causas

Todo conflicto puede solucionarse si es enfrentado a tiempo

Toda carencia potencia los conflictos

El primero se vincula con la falta de conocimiento sobre el agua subterránea y con la necesaria regionalización ordenada de las actividades usuarias.

Está dirigido el segundo axioma a la oportuna toma de decisiones para dimensionar el conflicto, antes de transformarse en crisis. El Estado posee la obligación social e institucional de enfrentarlos.

Las carencias no parecerían importantes dado el clima local, con excesos hídricos > 200 mm/año. Pero esta apariencia cambia cuando se tiene en cuenta el aspecto cualitativo (acceso de compuestos nitrogenados, plaguicidas, HC´s aplicados o procedentes de almacenaje o maquinaria agrícola y otras substancias no deseadas).

Los proyectos de riego y de captación para aplicación agrícola deben anticiparse y tomar ciertas prevenciones como

Distanciar suficientemente las perforaciones proyectadas de las existentes. El distanciamiento óptimo se fija en base a los resultados de los ensayos de bombeo.

Prever futuros requerimientos, para garantizar un Proyecto sustentable.

Asegurar que el diseño de las perforaciones contemple adecuada aislación de los acuíferos.

Verificar que las obras sean construidas según el diseño.

Utilizar sistemas eficientes, evitando maximizar la extracción, para no introducir excesivos descensos de los niveles de agua.

Para evitar o contener conflictos de uso del agua debe partirse de un **nivel educativo formal** hoy ausente, procurando la participación de entidades intermedias, excelente vehículo para la educación informal.

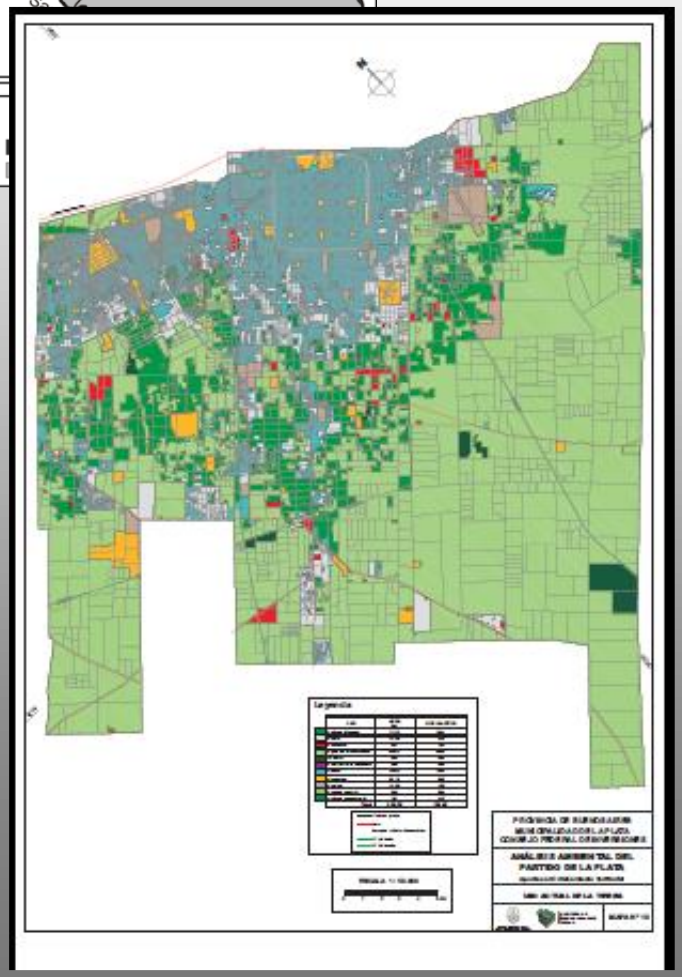
En orden a las prioridades, la actividad doméstica debe ser prevalente respecto al uso agrícola o industrial, además más regulada en las diferentes jurisdicciones.

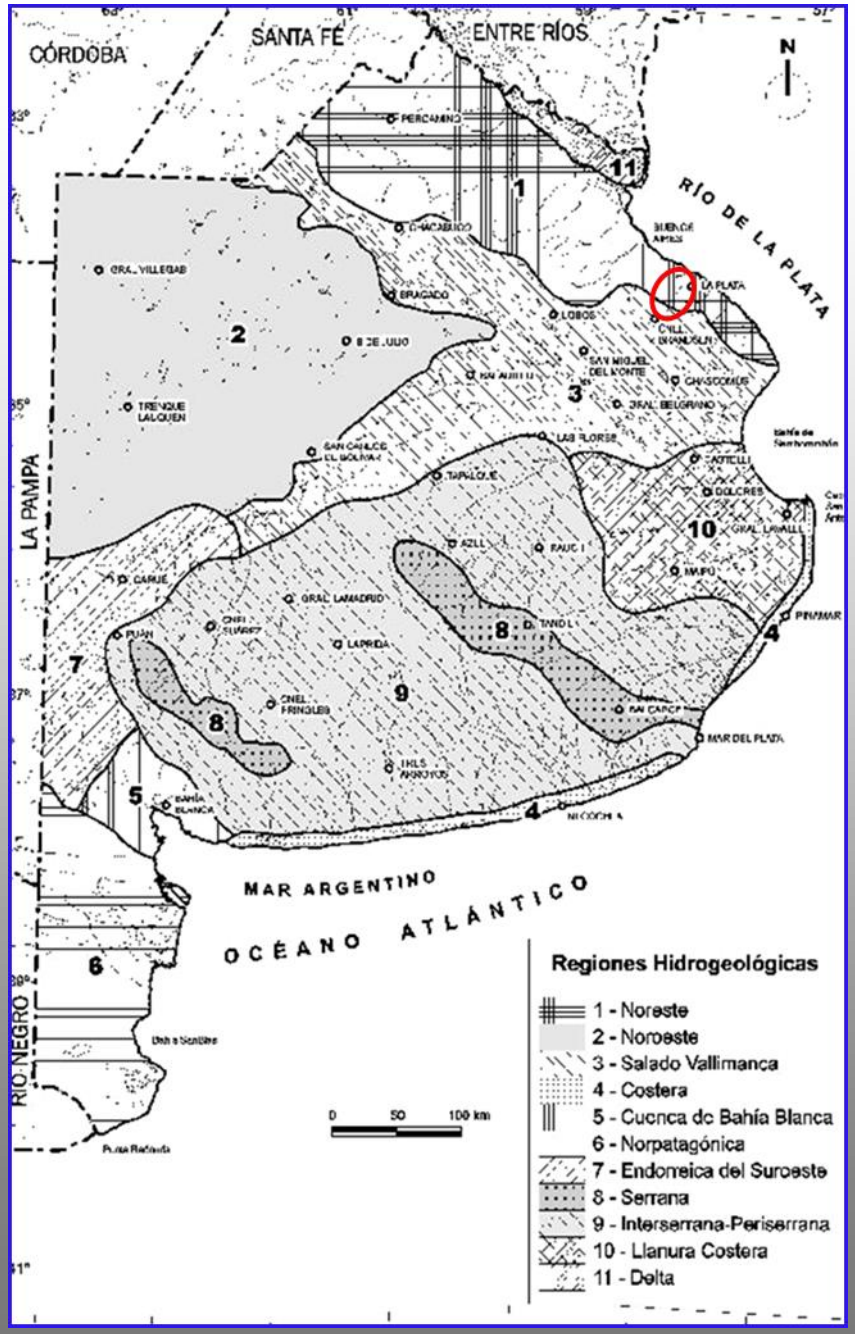
Las áreas o perímetros de protección, instauradas internacionalmente para prevenir deterioros de calidad o efectos depletivos importantes, son una necesidad ya advertida pero no implementada.

Es imperioso contar a nivel orgánico con redes de monitoreo de los sistemas acuíferos, como práctica idónea para el control ambiental cuali-cuantitativo de su evolución. También para la percepción oportuna de los conflictos y contar con información para la intervención legislativa necesaria..

MUCHAS GRACIAS POR LA ATENCIÓN !

58º 15´
57º 20´
ENSENADA
BERISSO
Río de la Plata
35º 0´
LA PLATA
BRANDSEN
MAGDALENA
PUNTA INDIO
35º 35´
0 10
REFERENCIAS
Límite de partido
Casco urbano




CÓRDOBA
SANTA FE
ENTRE RÍOS
N
RÍO DE LA PLATA
LA PAMPA
RÍO NEGRO
MAR ARGENTINO
OCÉANO ATLÁNTICO
0 50 100 km
Regiones Hidrogeológicas
1 - Noreste
2 - Noroeste
3 - Salado Vallimanca
4 - Costera
5 - Cuenca de Bahía Blanca
6 - Norpatagónica
7 - Endorreica del Suroeste
8 - Serrana
9 - Interserrana-Periserrana
10 - Llanura Costera
11 - Delta