

OBRAS SANITARIAS



MGP

Gerencia de Planificación y Administración de Recursos Hídricos

LA CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA PRODUCIDA POR LAS DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS EN LAS PERFORACIONES

por

José Luis CIONCHI e Ignacio REDIN

Gráficos: Sebastián SCHNEIR

Informe RH 1/2004

MAR DEL PLATA, Noviembre de 2004

LA CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA PRODUCIDA POR LAS DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS EN LAS PERFORACIONES

José Luis CIONCHI* e Ignacio REDIN*

- Gerencia de Planificación y Administración de Recursos Hídricos –Obras Sanitarias Mar del Plata SE

1.- INTRODUCCION

1.1.- Presentación de la Problemática

El hombre ha reconocido desde siempre la importancia del agua para la vida, sin embargo, la toma de conciencia acerca de la relación entre el agua y la salud no sucedió hasta hace apenas algo más de una centuria. Desde entonces, mucho es lo que se ha aprendido acerca del papel que juegan los suministros inadecuados y/o contaminados de agua en la transmisión de enfermedades hídricas. Los problemas de salud relacionados con los suministros inadecuados de agua son universales pero, generalmente, de mayor magnitud e importancia en los países subdesarrollados o en desarrollo (**Gibson y Singer, 1990**)

Los citados autores estiman, además que las dos terceras partes de la población sin servicio sanitario comunitario, de los países en desarrollo, obtienen su agua de fuentes contaminadas.

En el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, donde los cursos fluviales son de escasa significación, se cuenta en cambio con fuentes de agua subterránea de muy buena calidad, fácilmente accesibles las que generalmente se las puede obtener a muy bajo costo. En consecuencia, en aquellos sectores, rurales o urbanos que, aún no cuentan con servicio sanitario por redes comunitarias, así como aquellas actividades que requieren riego, la captación y uso de fuentes de agua del subsuelo, mediante perforaciones se encuentran ampliamente desarrolladas.

Por otra parte, como es sabido, las actividades humanas producen gran cantidad de desechos y provocan perturbaciones en el ciclo hidrológico y en la circulación de las aguas y el resultado es con frecuencia una contaminación de las fuentes de agua subterráneas, unas veces de forma depurable pero otras veces prácticamente irreversible (**Custodio y Díaz, 1983**)

En muchas ocasiones, el proceso de contaminación se ve facilitado, sobre todo en el caso de las aguas subterráneas, debido a que por la lenta circulación de las aguas, capacidad de adsorción de los terrenos y el pequeño tamaño de los canalículos, puede tardar mucho en ponerse en evidencia. En consecuencia existe dificultad acerca de la percepción de la contaminación y una ignorancia o complacencia en los profesionales y técnicos en general, e incluso entre administradores de recursos de suelos y agua, sobre los riesgos de la contaminación (**Foster et al., 1987**),

Resulta evidente la gran importancia que tiene proteger las fuentes de aprovisionamientos subterráneos contra la contaminación, cualquiera que sea su origen.

Pero para combatir la contaminación de los acuíferos es conveniente que la población en general y principalmente los técnicos y profesionales vinculados a la construcción y a las explotaciones agropecuarias, en especial las de carácter intensivo, adquieran conocimientos generales sobre las leyes básicas de las aguas subterráneas y sobre la contaminación, los cuales en este momento están, lamentablemente, muy lejos de poseer. Lo mismo cabe decir, en ocasiones de la Administración pública, a sus diferentes niveles, siendo el problema de carácter universal. (**Custodio y Díaz, 1983**). Por otra parte los citados autores agregan además que, desde el punto de vista de la planificación y control, es

preciso conocer bien los posibles caminos de ingreso y difusión de los agentes de contaminación en base a los condicionantes geológicos, hidráulicos, químicos y antrópicos.

Si bien, los posibles orígenes de la contaminación de los acuíferos son muy variados y resulta muy difícil desarrollarlos a todos ellos, aún en una apretada síntesis, en esta oportunidad nos ocuparemos exclusivamente del relacionado con las deficiencias constructivas de los pozos, por entender que es uno de las más difundidos y al que muchas veces se lo omite y/o se lo subestima.

Este tipo de contaminación, a la que como hemos dicho con mucha frecuencia se le otorga muy poca importancia, puede tener graves consecuencias para la calidad del agua, ya que en las perforaciones con deficiencias constructivas, esencialmente la inexistencia de cañería de aislación cementada, se ponen en comunicación a los distintos acuíferos atravesados, promoviendo así la mezcla de aguas subsuperficiales, generalmente de mala calidad con otros niveles más profundos y de mejor calidad, como así también aquellos que por falta de protecciones superficiales permitan la fácil entrada de aguas superficiales. (**Custodio y Díaz, 1983**)

1.2.- Alcances y Objetivos del Presente Informe

En el presente informe se dan a conocer los resultados obtenidos a partir de un estudio comparado de la calidad química de las aguas extraídas por perforaciones con y sin anillo sanitario (cañería de aislación cementada).

A los fines de este trabajo se seleccionaron 25 sectores del Partido de General Pueyrredón, que involucraron un total de 56 perforaciones (26 de las cuales no poseen cañería de aislación), que contaron con sus respectivos análisis hidroquímicos. Para la selección de las perforaciones se dio prioridad a aquellos casos en que las determinaciones químicas correspondieran al mismo pozo (sin y con anillo sanitario), o en su defecto que ambas perforaciones se encontraran en la misma parcela, o al menos en la misma manzana y en muy pocos casos se debió optar por pozos alejados entre 200 y 300 metros.

Se utilizó como indicador de contaminación al contenido de nitratos, por ser uno de los más estables y sencillo de determinar. Se utiliza como límite 45 mg/litro, de acuerdo con lo establecido por el Código Alimentario Argentino.

2.- UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA ESTUDIADA

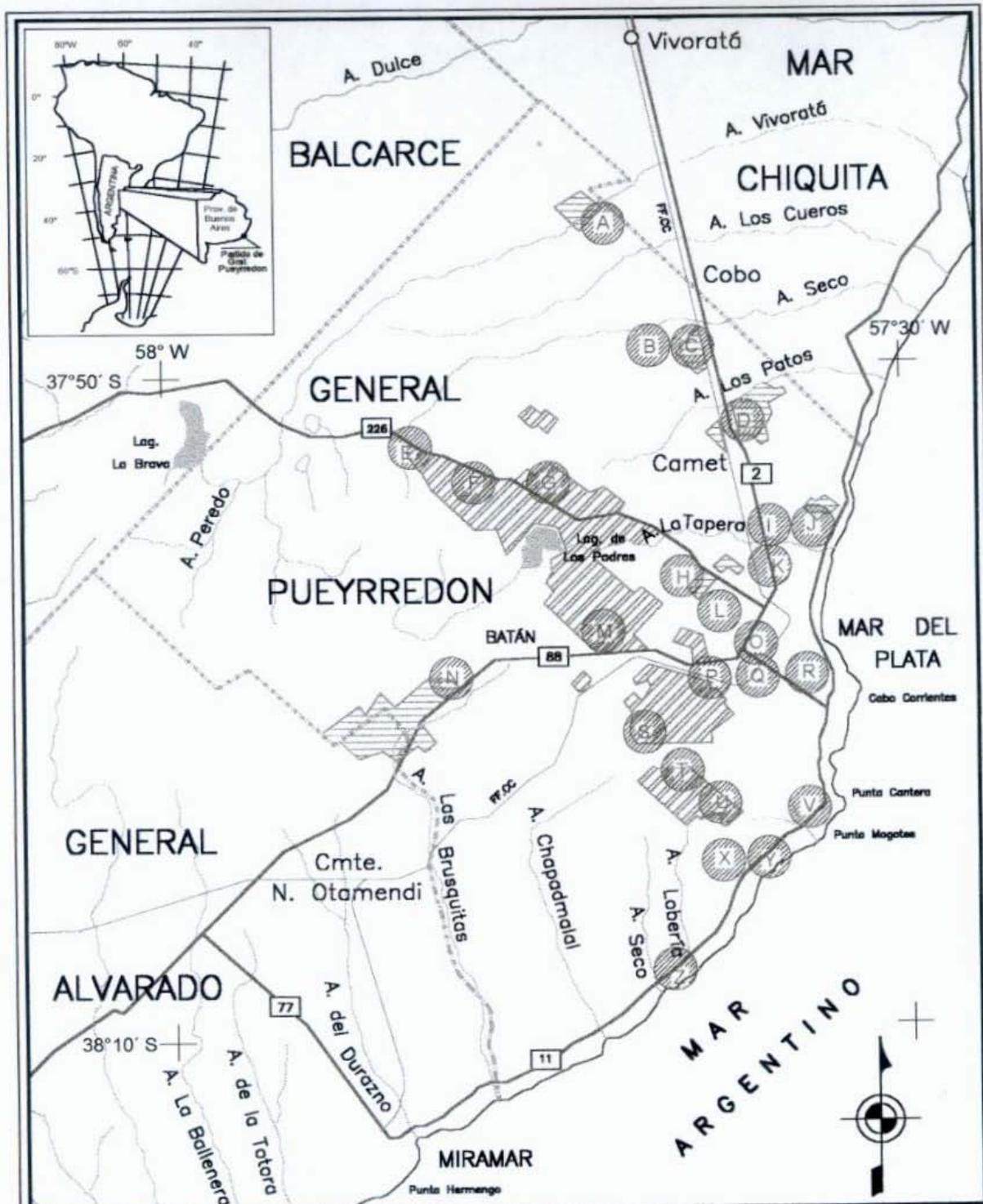
2.1.- Ubicación y Clima

La zona estudiada incluye todo el Partido de General Pueyrredón, el que está ubicado en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires y sus coordenadas son los paralelos 37°41'55" y 38°14'47" sur y los meridianos 58° 02' 48" y 57° 31' 01" oeste (Figura 1),

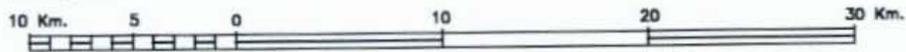
El Distrito, cuya ciudad cabecera es Mar del Plata, tiene una extensión de 1460 km², y una población estable, según el censo 2001 de 564.000 habitantes, con una densidad poblacional de 386.4 habitantes/km² (**M.G.P., 2004**)

Al año 2003 el radio servido con agua corriente superaba el 90 % del ejido urbano (Figura 2), mientras que el de cloacas era de casi el 90 % (Figura 3).

El clima de la región es de tipo "templado-húmedo", según el esquema de Köppen o del tipo "subhúmedo-húmedo, mesotermal, sin deficiencia de agua", de acuerdo con el método de Thornthwaite (en **Burgos y Vidal, 1951**).



Ignacio Redin, cartógrafo



REFERENCIAS:

— Ruta

— Vías de Ferrocarril

Arroyo

----- Límite de Partido



Sector analizado y su denominación

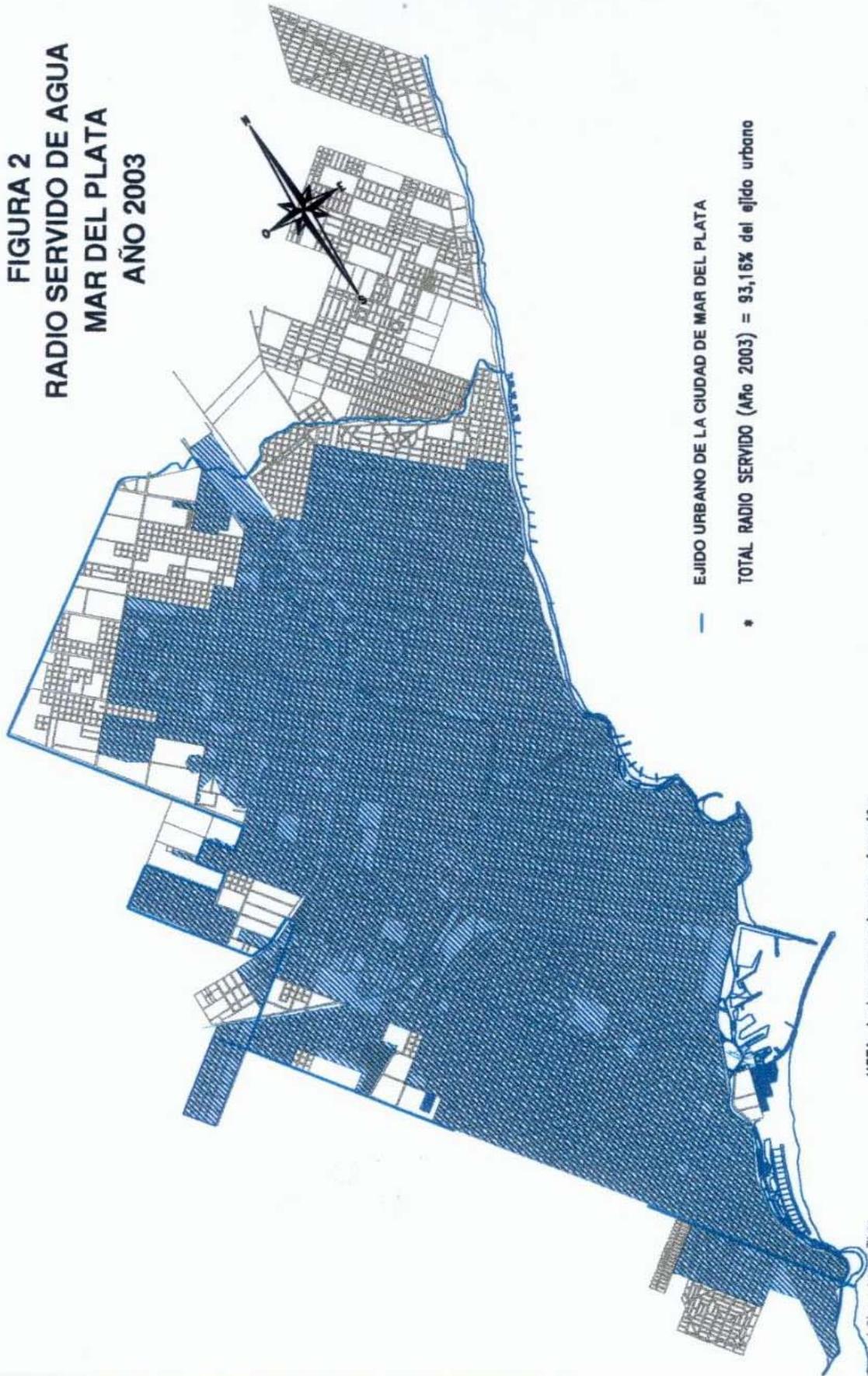


Zona hortícola, a: neta, b: parcial

FIGURA 1 – Mapa de Ubicación



FIGURA 2
RADIO SERVIDO DE AGUA
MAR DEL PLATA
AÑO 2003



- EJIDO URBANO DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA
- TOTAL RADIO SERVIDO (Año 2003) = 93,16% del ejido urbano

NOTA: incluye proyectos en ejecución

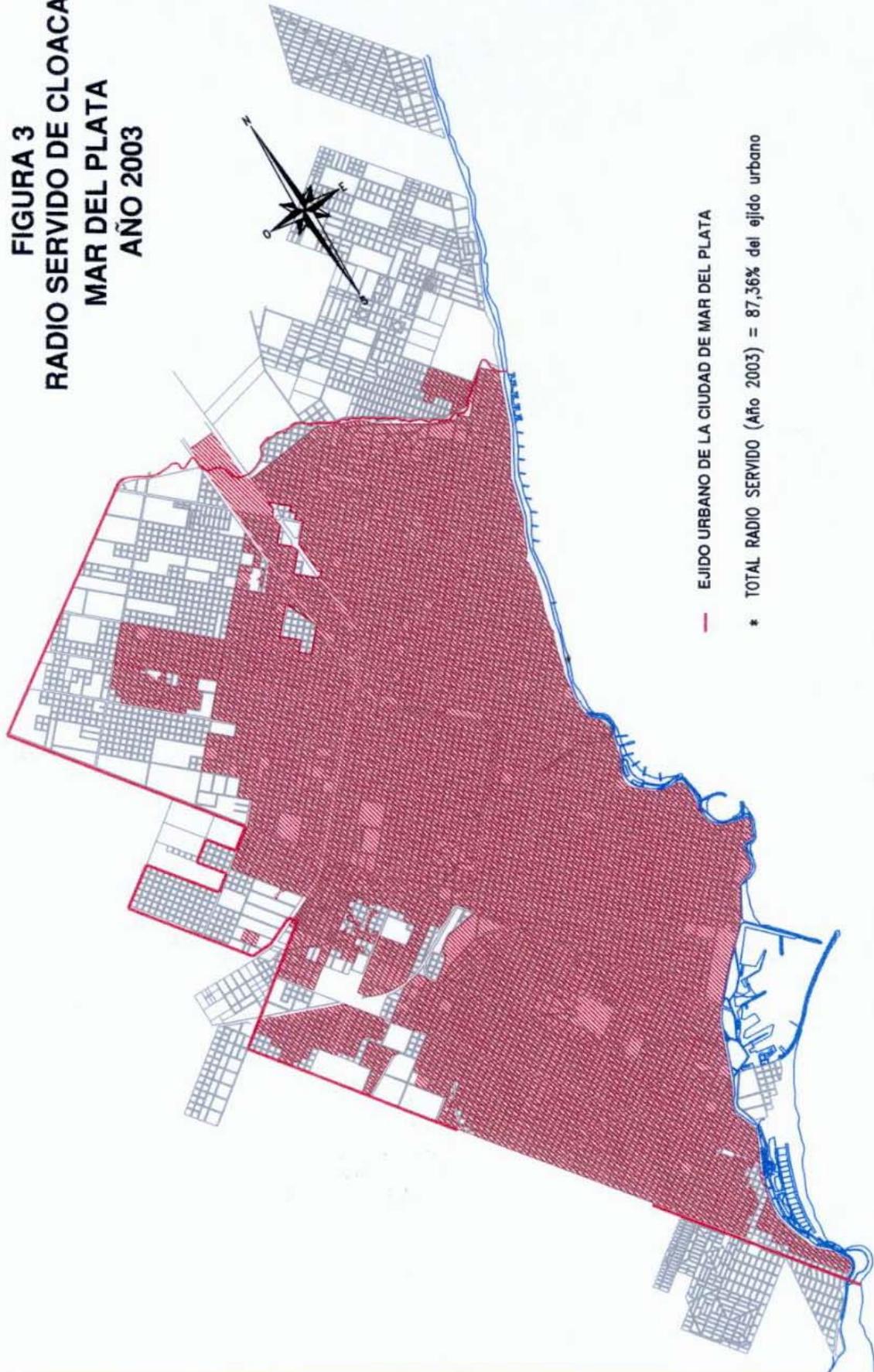
Comisión de Obras: "Aurimica" T. 2000
Arg. 1911-1912



OBRAS SANITARIAS

MGP

**FIGURA 3
RADIO SERVIDO DE CLOACA
MAR DEL PLATA
AÑO 2003**



NOTA: incluye proyectos en ejecución

Comisión de Obras, Asesoría Técnica
Abril de 2004, Arq.

El análisis de los datos pluviométricos de la Estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero del Servicio Meteorológico Nacional ha permitido determinar que el módulo pluviométrico histórico del siglo XX es de 861.3 mm. Mientras que si consideramos el período 1961-2000 la media pluviométrica anual es de 930, 4 mm. Por otra parte el período más lluvioso en el mismo intervalo coincide con el primer trimestre del año (31 % del total anual), mientras que el más seco resulta ser agosto-setiembre (12 % del total anual). El verano y el otoño son, en general las estaciones con más lluvias, y contrariamente el invierno es la más seca.

El análisis comparado de los valores pluviométricos registrados en la estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero permite comprobar que los módulos anuales muestran una clara tendencia a incrementarse. Dicha tendencia, resulta mucho más clara cuando se consideran períodos veinteañales (Figura 4), aunque también se manifiesta, con algunas pequeñas irregularidades en los períodos decenales.

Así por ejemplo, en el caso de la Estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero (S.M.N.), cuyo módulo histórico anual, período 1901-2000 es de 861 mm, presenta para el período 1901-1920, una media de 752 mm, que se incrementa a lo largo del siglo, de acuerdo con la siguiente secuencia: 1921-1940: 777 mm; 1941-1960: 846 mm; 1961-1980: 930 mm y 1981-2000: 931 mm. Idéntico comportamiento, aunque con períodos de registros menos prolongados presentan las Estaciones EEA-INTA (período 1928-2000) y en casi una decena de establecimientos rurales de la región.

En cuanto a las temperaturas, en la Estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero se ha registrado una media anual para el período 1901-2000 de 13.8 °C, mientras que para los últimos 40 años del siglo XX dicho valor fue de 13.9 °C.

Finalmente la resolución de los balances hídricos, de acuerdo a los registros de la Estación Mar del Plata-Mar del Plata Aero, para el período 1961-2000, mediante el método de Thornthwaite (en **Burgos y Vidal, 1951**), ha permitido estimar que el “exceso” de agua, destinado a la recarga de los acuíferos es de 202.1 mm, con una media histórica para todo el siglo XX de 142.7 mm anuales

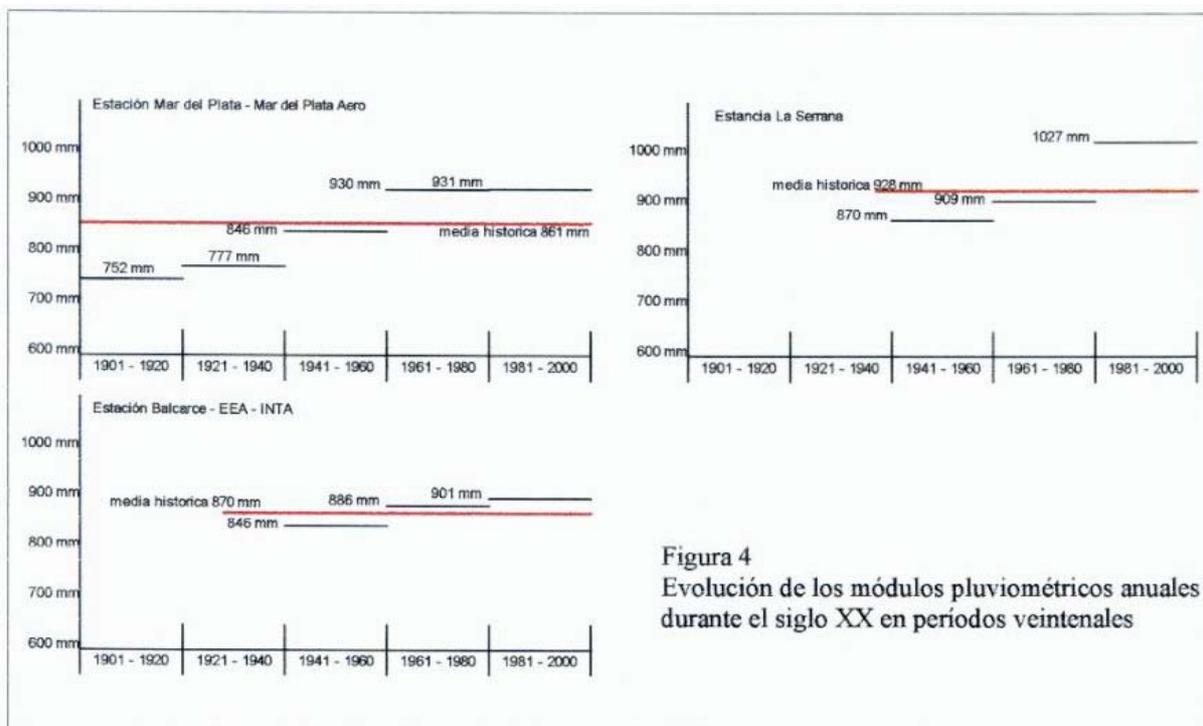


Figura 4
 Evolución de los módulos pluviométricos anuales durante el siglo XX en períodos veinteañales

2.2.- Bosquejo Geológico - Geomorfológico

En el Partido de General Pueyrredón están presentes tres de las provincias geológicas descritas por **Rolleri (1975)** para la provincia de Buenos Aires. La denominada “Llanura Interserrana Bonaerense”, que incluye prácticamente toda la vertiente sur del Distrito; la “Pampa Alta” en el sentido de

Frenguelli (1950), en la que se desarrolla la vertiente norte del Partido de General Pueyrredón y “*Tandilia*”, sistema serrano que, a manera de “columna vertebral” lo atraviesa de NNO a SSE, conformando la divisoria de las aguas y los límites de las dos primeras.

El Partido de General Pueyrredón, al igual que toda la región adyacente se caracteriza por una aparente sencillez estratigráfica. El reducido número de unidades reconocidas hasta el presente permite determinar la presencia de tres grandes unidades estratigráficas: *Basamento cristalino*, de edad precámbrica, los estratos marinos litorales eopaleozoicos de la *Formación Balcarce* (según **Dalla Salda e Iñiguez, 1978**) y el conjunto sedimentario atribuido al *Cenozoico*.

En el extremo sudoriental de las sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires en general, y en el Partido de General Pueyrredón en especial, el *Basamento cristalino* es de dificultoso reconocimiento, debido a que se encuentra cubierto (a más de 450 metros en la zona de Punta Mogotes) y los escasos asomos corresponden a pequeños frentes de canteras en el flanco norte de las serranías. Se le atribuyen características similares al del conjunto serrano en general, aunque con un mayor grado de metamorfismo (**Teruggi et al., 1962; Teruggi y Kilmurray, 1975**).

Las sedimentitas eopaleozoicas de la *Formación Balcarce* (**Dalla Salda e Iñiguez, 1978**), se disponen en una franja que se extiende con dirección NNO-SSE. Afloran en asomos discontinuos conformando los núcleos de las colinas y elevaciones que definen la divisoria regional de aguas del Partido de General Pueyrredón, y constituyen un conjunto sedimentario que suprayace en discordancia erosiva al Basamento cristalino. Se trata de rocas ortocuarcíticas, con más del 98 % de cuarzo, de colores gris claro a blanco, con tonalidades rojizas, estratificadas, con cemento silíceo. Se disponen en estratos que muestran un buzamiento regional hacia el sud-sudoeste, con ángulos de 5° o menores. El espesor más frecuente de los estratos varía entre 0,30 y 1 metro, aunque los hay de mayor potencia. Entre las psamitas suelen aparecer delgadas intercalaciones (desde pocos milímetros hasta 30 cm o más) de pelitas, las que se presentan en niveles variables e identificadas como caolinita e illita-caolinita. (**Teruggi y Kilmurray, 1975**). La potencia de la *Formación Balcarce* varía entre 50 y 150 metros en sectores al límite centro oeste del Partido de General Pueyrredón y alcanza a más de 450 metros en el sector litoral de Punta Mogotes (**Tapia, 1937**).

Todo el conjunto está afectado por los sistemas de fracturas que caracterizan a las sierras Septentrionales y que en general permite definir las como “montañas de bloque”. Las fracturas son de alto grado, frecuentemente subverticales, coincidentes con el Dominio “C”, (**Teruggi et al, 1974**) atravesadas por fallas con orientación NE-SO que ha subdividido a las sierras en bloques aislados. La estructura general de las sierras ha constituido un fuerte control en la evolución y morfología del paisaje (**Teruggi y Kilmurray, 1975**).

Finalmente y cubriendo toda la región se disponen los *Sedimentos atribuidos al Cenozoico*, entre los que predominan limos “loessoides”, en parte arenosos finos a muy finos, de color pardo amarillento, de origen esencialmente eólicos, retrabajados y redepositados en un ambiente áeico, sobre un relieve relativamente bajo y llano, en condiciones climáticas cambiantes, aunque con un cierto predominio de clima seco y frío con intervalos algo más cálidos y húmedos (**Teruggi et al., 1962; Teruggi y Kilmurray, 1975, 1980; Zárate y Fasano, 1984, 1989**).

En la depositación de los sedimentos pampeanos tienen una significativa participación las cenizas volcánicas, las que, a juzgar por la mineralogía de las mismas, el área de aporte se localizaría en el piedemonte andino (**Teruggi, 1957**).

La región del sudeste de la Provincia de Buenos Aires se caracteriza por un relieve relativamente monótono, en el que sobresale un conjunto de sierras, cerros, cerrilladas y lomas de baja altura (en general menos de 250 metros por encima de la llanura circundante), que se dispone en una franja de ancho variable y que a semejanza de columna vertebral atraviesa el Partido de General Pueyrredón con rumbo noroeste-sudeste, constituyendo la divisoria regional de aguas, a partir de la cual se desarrollan dos vertientes a las que se las ha denominado: *norte* y *sur* respectivamente

2.3.- Esquema Hidrogeológico Regional

La región se caracteriza por la presencia de las unidades hidrogeológicas *Basamento Impermeable* y *Complejo Clástico Permeable*, definidas por **Sala (1975)**.

El *Basamento Impermeable* aflora esencialmente en coincidencia con las Sierras Septentrionales, en una franja de ancho variable con orientación ONO-ESE. Está conformado por rocas del Basamento cristalino (que en el ámbito del Partido de General Pueyrredón prácticamente no aflora) y las sedimentitas eopaleozoicas de la *Fm Balcarce* (**Dalla Salda e Iñiguez, 1978**).

Si bien en principio se trata de rocas acuífugas, poseen permeabilidad secundaria asociada a la existencia de un sistema de diaclasas integrado por tres juegos de fracturas de posición subvertical y rumbos NE-SO; NO-SE y E-O, interconectados parcialmente por un cuarto grupo subhorizontal, coincidente con los planos de estratificación (**Mauriño et al., 1981**).

La unidad conforma un medio con una marcada anisotropía, con permeabilidades que localmente son de una gran variabilidad, desde valores significativamente bajos, que permiten considerarlo prácticamente impermeable, hasta valores tan altos que hacen posible reconocer la existencia de “flujo turbulento” en un medio supercapilar. Estas características obligan a que la valoración de la unidad deba realizarse en conjunto mediante la estimación de permeabilidades regionales (**Kruse, 1986**).

Los valores de permeabilidad, determinados por **Mauriño et al. (1981)**, en perforaciones realizadas en la Sierra de La Vigilancia, en un manto de ortocuarcitas de 130 metros de espesor, apoyado sobre el Basamento precámbrico gnésico, dieron resultados variables entre 4×10^{-6} a 1×10^{-2} , los que sin duda son un reflejo del carácter anisotrópico de la unidad.

Los antecedentes que se disponen acerca de las características hidrolíticas de esta unidad, indican que sus posibilidades acuíferas son muy escasas, por lo que no resulta, al menos por el momento, de interés desde el punto de vista productivo.

Con la denominación de *Complejo Clástico Permeable*, **Sala (1975)** define complexivamente a todos los sedimentos que suprayacen al *Basamento Impermeable*, en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. El mismo autor diferencia dentro de la citada unidad las secciones: *Hipoparaniana*, *Paraniana* y *Epiparaniana*, que conformarían un único y complejo sistema multiunitario, desde el punto de vista hidráulico.

En la zona estudiada, la presencia de las secciones *Hipoparaniana* y *Paraniana* no ha sido comprobada adecuadamente y sólo se dispone de referencias indirectas (perfilajes geoelectrónicos) como las obtenidas por **Ruiz Huidobro (1975)** en un pozo en la zona de Batán y en el Aeropuerto de Camet, y que indicarían su existencia a profundidades de más de 110 metros bajo nivel natural de terreno.

Contrariamente a lo que sucede con las dos secciones precedentes, la restante llamada *Epiparaniana*, es ampliamente conocida, disponiéndose de ella un importante cúmulo de información hidrogeológica e hidroquímica y es la que, desde los inicios de la explotación intensiva en 1913 ha cubierto las necesidades de agua de Mar del Plata y toda su región de influencia (**Cionchi, 1991**).

La sección *Epiparaniana*, constituye un complejo sedimentario de origen eólico y fluvioeólico, de composición muy variable aunque predominantemente pelítico, limos loessoides, en parte arcilloso a algo arenoso fino a muy fino, con abundante vidrio volcánico y carbonato de calcio desde pulverulento a capas de tosca distribuida en manchones irregulares y de diferentes grados de compactación. La secuencia, de edad plioleocénica, es conocida complexivamente como “Sedimentos Pampeanos y Postpampeanos” (**Teruggi y Kilmurray, 1975, 1980**).

Sala (1975) define la Sección *Epiparaniana* como un “ambiente acuitado, de baja permeabilidad, dentro del cual se desarrollan lentes de mediana permeabilidad portadora de niveles acuíferos productivos”.

Las características hidrogeológicas de la sección *Epiparaniana* permiten considerarla como un acuífero multiunitario, con una marcada anisotropía vertical, debido a la presencia de términos de diferente permeabilidad relativa.

Sedimentológicamente presenta características superficiales diferenciables según el ambiente morfológico en el que se la estudie. Así por ejemplo, en el ambiente de las Lomadas predominan depósitos de origen eólico, de muy buena permeabilidad, constituidos por arenas medianas a finas con escasos limos, mientras que en las zonas llanas, los sedimentos son más finos, esencialmente limos loessoides, arcillosos y arenas finas con un aumento importante en las zonas bajas de la proporción de arcillas, con lo que la permeabilidad relativa de estos sectores es mucho menor.

Si bien se trata de una unidad con marcadas anisotropías locales, sobre todo en sentido vertical, en su conjunto y especialmente a escala regional se comporta como homogénea. Los niveles superiores, de origen predominantemente eólico, muestran una mayor participación de arenas finas, las que incrementan, proporcionalmente la permeabilidad promedio, y por ende la capacidad de infiltración, facilitando el ingreso a los niveles más profundos.

Los espesores de la sección *Epiparaniana* varían desde unos 70 metros en el sector céntrico de Mar del Plata hasta alrededor de 100 metros en los sectores rurales de la vertiente septentrional. La permeabilidad media se ha estimado en 10-15 m/día. Los valores de transmisibilidad resultan muy variables. Los determinados en los pozos más antiguos del área urbana marplatense varían entre 450 m²/día a 650 m²/día, mientras que en los sectores rurales se han determinado valores de más de 1400 m²/día, sobre todo en los alrededores del Parque Industrial y la ruta provincial 88, en algunas perforaciones a la vera de la Autovía 2 y en el sector Quintas El Casal, en el límite con el Partido de Mar Chiquita. Asimismo, los coeficientes de almacenamiento varían desde 10⁻³ hasta 10⁻². Sólo en un caso, sobre la Av. F. De La Plaza, en el sector sur de la ciudad se registró un valor de 10⁻⁴.

La recarga del sistema acuífero se produce en forma autóctona, en toda la región a expensas de los excedentes de lluvias del ciclo hidrológico de la región.

3.- ELSUELO, EL AGUA SUBTERRÁNEA Y LA CONTAMINACIÓN

3.1.-Distribución vertical del agua en el suelo

Parte del agua que natural (lluvia) o artificialmente (riego) llega a la superficie del terreno, en realidad al suelo, ingresa al mismo por infiltración. El agua infiltrada, al tomar contacto con los distintos materiales solubles del suelo los incorpora a su masa como sólidos disueltos. (Martín Arnaiz, 1983).

El suelo está caracterizado por una sucesión vertical de "capas" u horizontes con propiedades muy diferentes, no sólo en lo que se refiere a su mineralogía, textura y estructura, sino también en lo que a sus características hidrológicas. (Martín Arnaiz, 1983)

En un corte vertical del suelo (figura 5) se pueden diferenciar diferentes capas que desde la superficie son: **Horizonte o Capa "A"**,: normalmente de color más oscuro que el resto, relativamente permeable, con abundante materia orgánica, la que con el tiempo se va "empobreciendo" debido a los procesos de lavado que produce el agua que, a partir de la infiltración escurre por su interior y por lo cual se suele denominar como horizonte "eluvial"; subyacente al anterior se presenta el **Horizonte "B"**: de carácter más arcilloso, como consecuencia de que en él se acumulan los materiales adquiridos y arrastrados (esencialmente en estado coloidal) desde el suprayacente horizonte "A" y que producen una sustancial reducción de la permeabilidad primaria del sedimento original. Por ser el ámbito en el que se

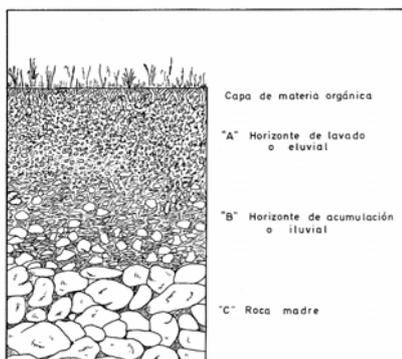


FIGURA 5
 Perfil del suelo. (según Martín Arnaiz - 1983)



FIGURA 6
 Zonas de humedad. (según Martín Arnaiz - 1983)

producen estos procesos este horizonte suele llamarse "iluvial". Finalmente, por debajo del horizonte "B", se encuentra el "C" o "**Roca madre**", que es el material a partir del cual se han generado los dos niveles suprayacentes (Figura 5)

En un determinado momento, el suelo puede contener, a lo largo de su perfil vertical, agua en todas condiciones físicas (vapor, líquida, gravífica, de composición, etc.).

Cuando las condiciones de aportación y extracción no son alteradas durante un determinado tiempo, el agua que se infiltró tiende a alcanzar un cierto equilibrio y se distribuye verticalmente en una serie de zonas con distintos contenidos de humedad, entre las cuales, en primera instancia se pueden diferenciar, de acuerdo con **Martín Arnaiz (1983)**, las siguientes:

a) Zona saturada: es la más profunda de las dos, su límite superior lo constituye el nivel freático, superficie superior que está a la presión atmosférica. En esta zona, el agua llena completamente los poros existentes entre los materiales del suelo (Figura 6), y

b) Zona no saturada, de aireación o vadosa: está situada por encima del nivel freático y se extiende hasta la superficie del terreno (Figura 6). Tiene alguna pequeña porción (parte baja de la zona capilar) saturada de agua permanentemente, y otras en las que ocasionalmente también puede producirse saturación, pero transcurrido un cierto tiempo éstas últimas dejan de estar saturadas al perder agua gravífica. Por esta razón se la conoce con el nombre de zona no saturada. En la zona no saturada, a su vez, el citado autor distingue tres subzonas:

b1) Subzona sometida a evapotranspiración: Compreendida entre la superficie del terreno y los extremos radiculares de la vegetación que descansa sobre él. Puede por tanto tener espesores muy pequeños (entre 8 y 25 cm) cuando no haya vegetación, pues el fenómeno de evaporación afectará el agua de esta zona que asciende por capilaridad hasta la superficie, o alcanzar profundidades del orden de 3 a 4 m.

El agua capilar aislada o suspendida, de esta zona es la que emplean las plantas, para sus funciones de nutrición y transpiración. Las plantas, salvo las freatófitas, precisan, para vivir, que en su zona radicular exista oxígeno libre y por eso esta zona no debe estar permanentemente saturada de agua. Así el agua gravífica o libre, puede calificarse de perjudicial. Cuando este agua abandona la zona radicular, penetrando a otras más profundas, la planta toma del terreno el agua capilar suspendida o aislada. El máximo contenido disponible lo señala la capacidad de campo (es decir el grado de humedad de una muestra que ha perdido el agua gravífica y es la que, después de dos o tres días de una lluvia o riego, queda en el terreno y parte de la cual puede ser aprovechada por las plantas). Existe además un límite inferior en contenido de agua, a partir del cual las raíces no tienen fuerza de succión suficiente para extraerla, es el punto de marchitez (**Martín Arnaiz, 1983**).

Así pues puede considerarse únicamente agua utilizable por las plantas, la diferencia entre los grados de humedad correspondientes a la capacidad de campo y al punto de marchitez permanente. Estos conceptos no obstante deben usarse con mucho cuidado (**Martín Arnaiz, 1983**).

b2) Subzona intermedia: sus características son totalmente similares a la zona anterior y está situada debajo de ella. No está afectada por las raíces de las plantas y por eso su compacidad es mayor. Una vez que ha desaparecido el agua gravífica contiene agua de retención y agua capilar aislada.

b3) Subzona capilar, es la de transición a la zona saturada propiamente dicha y alcanza una altura sobre la superficie freática que depende de las fuerzas capilares que la hacen ascender. Su parte inferior está también saturada. El límite superior con la subzona intermedia puede estar muy definido o ser apenas perceptible, según el tipo de materiales del suelo.

3.2.- Estado de presiones del agua en el suelo

Los conceptos que se incluyen a continuación son al solo efecto de indicar el sentido que se le otorga a los mismos en este informe, y han sido obtenidos de **Martín Arnaiz (1983)**.

La superficie freática se define como el lugar geométrico de puntos de agua que soportan una presión igual a la atmosférica.

Cualquier punto situado por debajo de esta superficie, estará sometido a una presión igual a la atmosférica más el peso de la columna de agua subterránea que descansa sobre él.

Finalmente puntos de agua situados por encima de la superficie freática, están aupados por las fuerzas capilares y por tanto la presión que soportan se verá disminuida por estas.

4.- LA IMPORTANCIA DE LA ZONA NO SATURADA

En nuestra región los acuíferos se recargan a partir de las lluvias que se infiltran desde la superficie hacia los niveles inferiores. El agua, en su trayecto disuelve e incorpora a su masa a las sustancias (contaminantes o no) con las que se pone en contacto, las que se dispersan por todo el sistema mediante desplazamientos verticales y horizontales (escurrimiento) (Figura 7).

Sin embargo en ese proceso la zona no saturada (ver figura 7) constituye la primera y más importante línea de defensa natural contra la polución de las aguas subterráneas, no sólo por su posición estratégica entre la superficie del terreno y el nivel freático, sino también porque por sus características estructurales y funcionales conforman un ambiente en el que son favorecidos los procesos de atenuación y/o eliminación de contaminantes y organismos patógenos. En la zona no saturada, el movimiento del agua es lento y está restringido a los poros más pequeños y por lo tanto con una gran superficie específica de contacto.

Posee además características químicas normalmente aeróbicas y frecuentemente alcalinas, factores todos que en su conjunto le otorgan gran potencial para: a) la intercepción, sorción y eliminación de microorganismos (esencialmente los patógenos), b) la atenuación y/o reducción de la dispersión de los metales pesados y otras sustancias químicas por sorción, oxidación, intercambio iónico y precipitación (carbonatos, sulfuros, hidróxidos, etc.), y c) la biodegradación de la mayoría de los compuestos orgánicos naturales y sintéticos.

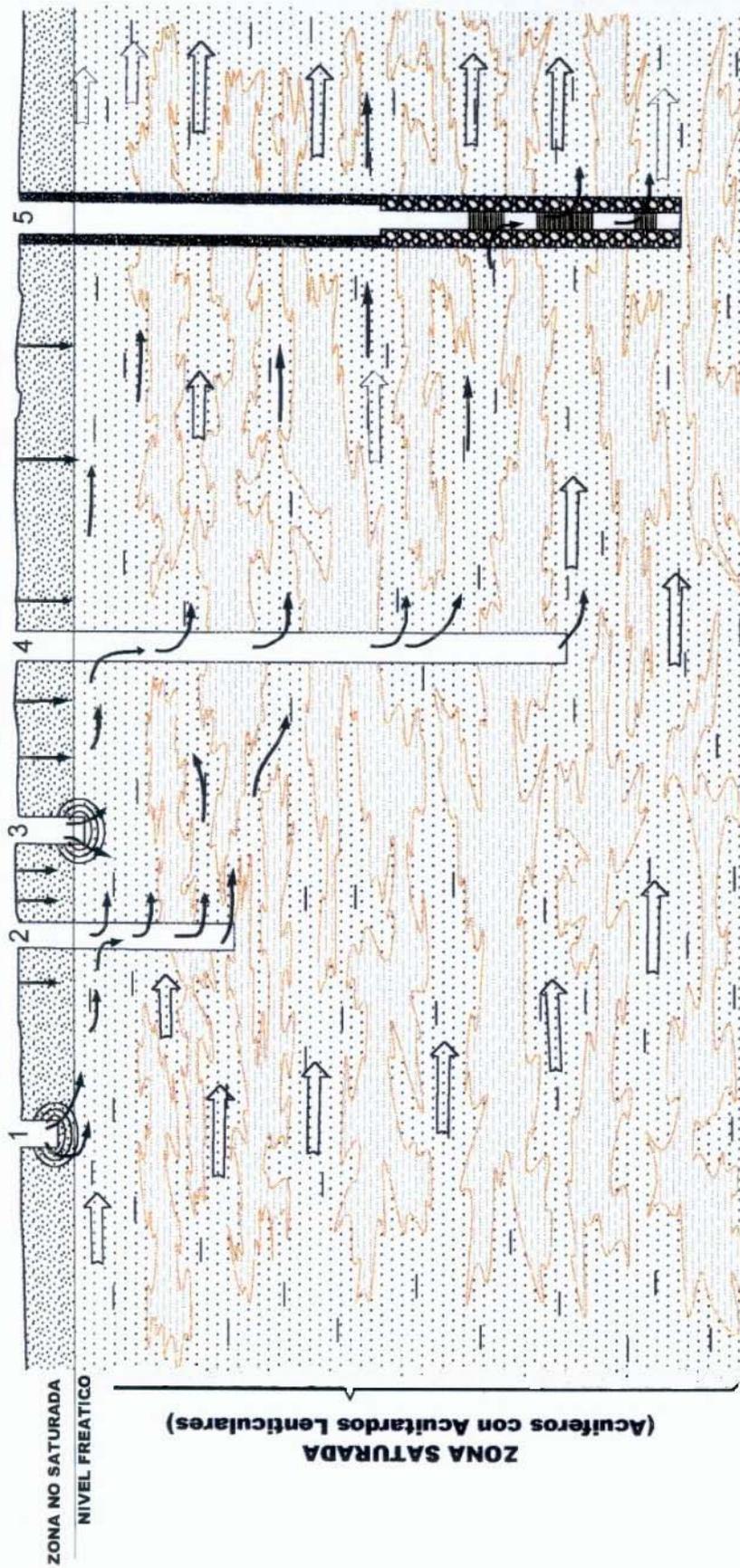
Además la zona no saturada posee una conductibilidad hidráulica vertical significativamente menor a la horizontal, por lo que el agua tenderá a desplazarse preferentemente en esta dirección, con lo cual se produce una importante dilución de los contaminantes y un aumento del tiempo de permanencia del agua y por ende de la eficiencia de los mecanismos depuradores

Cuando el sistema no es alterado mediante, por ejemplo, perforaciones que ponen en comunicación vertical a todos los niveles acuíferos (como puede verse en la figura que se acompaña), el efecto de los contaminantes es naturalmente atenuado o eliminado mediante procesos que se llevan a cabo fundamentalmente en la franja superior o zona no saturada del nivel superior (llamado comúnmente la "napa" o freático).

Sin embargo, cuando las perforaciones para extracción de agua no son construidas con cañería superior cementada, el agua del nivel freático se desplaza rápidamente a través del pozo a los niveles profundos, con lo cual, al reducirse el tiempo de permanencia de los contaminantes en la zona no saturada, el efecto depurador de esta es prácticamente nulo, y en consecuencia todos los polutantes acceden fácil y rápidamente a los acuíferos profundos, los que por ende terminan contaminados.

Este proceso obviamente se agrava en las zonas rurales y semirurales, en donde no existe alcantarillado cloacal y los efluentes domésticos son dispuestos "in situ", en el mismo nivel acuífero freático.

Esquema de Circulación Subterránea y su Relación con los Distintos Tipos de Perforaciones



REFERENCIAS

- 1 > Pozo Negro
- 2 > Pozo de agua somero. (molinos, motobombardores, bombas de mano)
- 3 > Pozo negro profundo.
- 4 > Pozo para riego sin encamisar.
- 5 > Pozo de O.S.E.

↑ Dirección de escurrimiento regional.

→ Movimiento de los contaminantes.

□ ACUITARDOS (Limos Arcillosos - BAJA permeabilidad)

▨ ACUIFEROS (Limos arenosos finos con escasa arcilla - permeabilidad MEDIA)

Gerencia de Planificación y
 Administración de Recursos Hídricos
OBRAS SANITARIAS
 MAR DEL PLATA



FIGURA 7

5.- RESEÑA DE LOS ANTECEDENTES NORMATIVOS MUNICIPALES

Desde su creación, Obras Sanitarias Mar del Plata SE (Ordenanzas 7445/84 y 7446/84) tiene encomendado la tarea de control y preservación de los recursos hídricos subterráneos.

Con anterioridad, la ex Obras Sanitarias de la Nación había intervenido en acciones parciales, procurando evitar la interferencia de los pozos particulares sobre sus propias captaciones, más que con criterios de usos racionales del recurso hídrico.

Sin embargo, es con la municipalización del servicio sanitario, en el año 1984, cuando comienza a generarse una verdadera conciencia de uso racional de las aguas subterráneas, no sólo porque así lo establecían las ordenanzas, sino porque además lo imponía la “responsabilidad de prevenir y controlar entre otros factores la contaminación” y para lo cual se le asignaron a Obras Sanitarias Mar del Plata SE, facultades para el dictado de las reglamentaciones correspondientes (**Améndola et al, 2003**).

En este contexto, desde el año 1984 rigen en el Partido de General Pueyrredón distintas normas que reglamentan las instalaciones sanitarias en general y que desde 1987 (Resolución OSSE 083/87) incluyen algunas exigencias en lo referente al control y seguimiento de las perforaciones particulares con el objetivo final y único de prevenir acciones de contaminación (**Améndola et al, 2003**).

En el año 1991, se sanciona, a propuesta de Obras Sanitarias Mar del Plata SE (**Cionchi, 1991**), la Ordenanza Municipal N° 8423/91 referente al poder de policía en materia de aguas subterráneas y establecen pautas para la preservación de los recursos.

Finalmente en el marco de esa Ordenanza N° 8423/91 OSSE dicta la Resolución OSSE 515/94, en la que se establecen las exigencias técnico-constructivas para la realización de perforaciones particulares, entre las cuales se destaca la exigencia de instalar cañería de aislación y construcción de anillo de cemento, así como diversas prevenciones en boca de pozo para evitar el ingreso de contaminantes desde la superficie, todas ellas en la búsqueda de una mayor eficiencia en la prevención y resguardo de los recursos hídricos subterráneos (**Améndola et al., 2003**)

6.- METODOLOGIA DE TRABAJO (MATERIALES Y METODOS)

Para la realización de este trabajo se revisaron todas las perforaciones de Obras Sanitarias Mar del Plata SE y más de 500 perforaciones pertenecientes a particulares, con y sin cañería de aislación, ubicadas en el Partido de General Pueyrredón, existentes en la base datos disponibles de la Empresa.

La revisión se orientó a la determinación de casos en los que pudieran compararse las características hidroquímicas de pozos con y sin cañería de aislación cementada.

Para ello se seleccionaron 56 casos, (26 de los cuales no poseen cañería de aislación cementada) distribuidos en 25 sectores de 4 km² de superficie cada uno, y cuya ubicación puede observarse en el plano de la figura N° 1.

A su vez los 56 casos determinados fueron reagrupados según el siguiente detalle: 10 casos, corresponden al mismo pozo, es decir es el mismo punto en el que se contó con análisis químicos del agua antes y después de la instalación de la cañería de aislación; 12 casos corresponden a pozos diferentes pero realizados en el mismo predio; en 6 casos las perforaciones se encuentran a una distancia de menos de 100 metros; y los restantes se encuentran dentro del mismo sector y separados entre 200 y 400 metros (tabla 1).

Se utilizó el contenido de nitratos como indicadores de la posible existencia de procesos de contaminación, por ser sustancias ampliamente difundidas en el ambiente, adoptando el límite de 45 mg/litro que establece el Código Alimentario Argentino

Si bien los nitratos tienen un valor propio como contaminantes ambientales, su elevada solubilidad los convierte en excelentes indicadores de posibles contaminaciones con otros agentes químicos y/o biológicos. A esto hay que sumarle que es relativamente sencillo y poco costoso detectarlos tanto en aguas como en suelo (**Varsavsky y Fernandez Dillon, 2004**)

Debido a su elevada solubilidad los nitratos presentes en el ambiente independientemente de su fuente (formaciones geológicas, fertilizantes, aguas servidas, etc.) lixivian fácilmente a las napas de agua. las condiciones redox del suelo y del agua determinan si los nitratos lixiviados son reducidos o quedan como tales (**Varsavsky y Fernandez Dillon, 2004**)

Tienen además una amplia participación en el ciclo biológico del nitrógeno. son sintetizados por microorganismos (siendo ésta la principal fuente de provisión natural de nitratos) y sirven a las plantas superiores como precursores en la síntesis de proteínas, características por las cuales el hombre los utiliza como fertilizantes.

La información disponible sobre los procesos que ocurren durante la lixiviación es insuficiente para calcular con precisión la fracción que llega a las napas en los distintos ambientes. Sin embargo algunos autores estiman que alrededor del 30 % del nitrato utilizado como fertilizante puede lixiviar al agua. (**Varsavsky y Fernandez Dillon, 2004**)

El hombre los utiliza profusamente como fertilizantes pero también son necesarios para la fabricación de numerosos productos. La industria alimenticia los utiliza como aditivos (conservantes) y en sistemas acuáticos son utilizados para controlar olores y procesos de corrosión. (**Varsavsky y Fernández Dillon, 2004**)

7.- ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Se analizaron 56 perforaciones, de 25 sectores distribuidos por el Partido de General Pueyrredón (Figura 1) y las características de las mismas han sido resumidas en la tabla 1.

TABLA 1: Caracterización de perforaciones analizadas, indicando: sector en el que están ubicadas; cañería de aislación (en metros) y contenido de nitratos en mg/litro									
SECTOR *	POZO N°	Cañería aislación mbnt	Nitratos mg/l	Observaciones	SECTOR *	POZO N°	Cañería de aislación Mbnt	Nitratos mg/l	Observaciones
A	1	0	95	Los dos pozos están En el mismo predio	M	1	0	54	Se trata del mismo Sector
	2	50	2			2	45	19	
B	1	0	62	Se trata del mismo Sector	N	1	0	60	Separados unos 200 metros
	2	35	10			2	30	5	
	3	24	13		O	1	0	133	Se trata del mismo Pozo
C	1	0	57	2		34	21		
	2	24	5	P	1	0	72	Se trata del mismo Sector	
	3	30	11		2	33	11		
D	1	0	80	Se trata del mismo Sector	Q	1	0	120	Se trata del mismo Pozo
	2	34	13			2	30	44	
	3	40	11		R	1*	1	122	Distanciamiento entre Pozos 50 metros
E	1	0	86	2		50	37		
	2	36	7	S	1	0	132	Los dos pozos están En el mismo predio	
F	1	0	90		2	27	40		
	G	1	0	48	T	1	0	88	Se trata del mismo Pozo
2		36	13	2		7	38		
H	1	0	52	Separados unos 200 metros	U	1	0	119	A unos 200 m del 1 A unos 300 m del 2
	2	36	29			2	0	87	
I	1	0	95	Pozos 1 y 2 separados 250 metros	V	1	0	52	Se trata del mismo Sector
		33	22			2	9	28	
	3	0	89	Pozos 3 y 4 separados Menos de 100 metros	X	1	20	12	Se trata del mismo Predio
		35	37			2	27	3	
J	1	0	76	Se trata del mismo Pozo	Y	1	0	63	Se trata del mismo Predio
	2	30	44			2	17	20	
K	1	0	159	Se trata del mismo Pozo	Z	1	0	67	Se trata del mismo Sector
	2	39	30			2	24	21	
L	1	0	88	Los dos pozos están En el mismo predio	NOTAS: - mbnt: metros bajo nivel natural del terreno - mg/l: miligramos por litro * Ver ubicaciones en plano Figura 1 ** se consideró sin cañería de aislación				
	2	30	9						

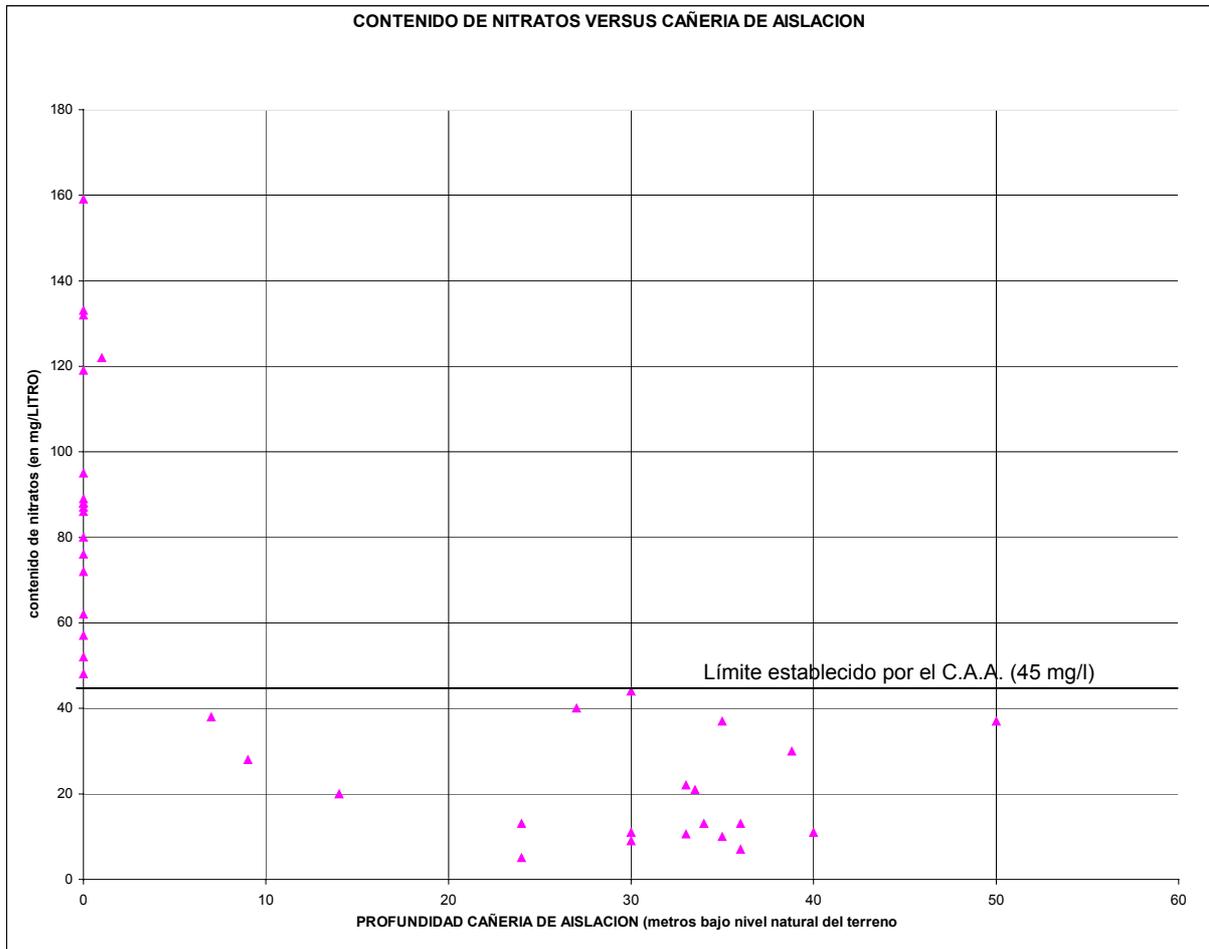


Figura 8: Longitud cañería de aislación versus contenido de nitratos para el conjunto de pozos analizado

La observación de los datos consignados en la Tabla 1, permite comprobar que en todos los sectores analizados, los pozos que no poseen anillo sanitario (cañería de aislación cementada) presentan tenores de nitratos que superan el límite de 45 mg/litro, mientras que por el contrario cuando la perforación posee aislado los niveles superiores del acuífero, el agua es de mejor calidad, con tenores por debajo del citado límite (Figura 8).

En la figura 8 se ha graficado la longitud de la cañería de aislación (en metros) versus el contenido de nitratos (en mg/litro) para el conjunto de los pozos analizados, mientras que en la figura 9 se lo ha realizado discriminando los pozos de cada uno de los sectores estudiados.

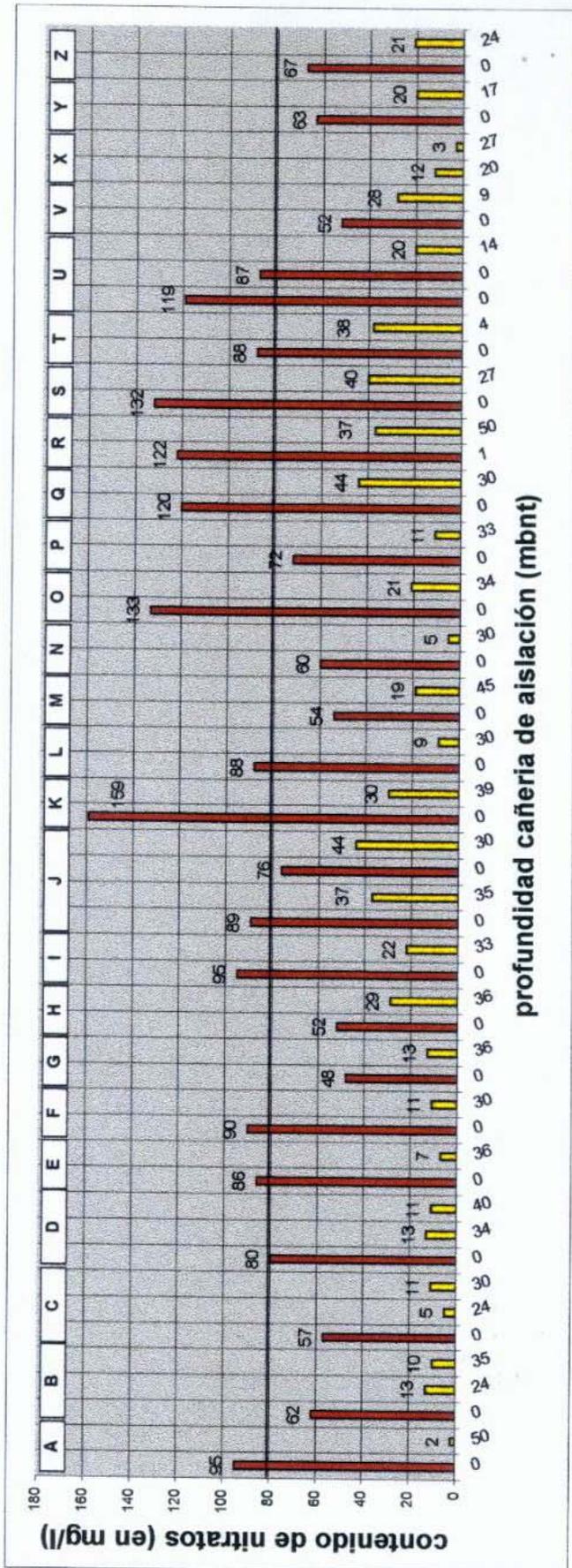
En ambos gráficos se observa claramente que en todos los casos, la existencia de la cañería de aislación cementada constituye un excelente y muy eficiente mecanismo de protección de los recursos hídricos subterráneos.

Por otra parte, en algunos casos (como los sectores T, U y V) la existencia de una cañería de aislación relativamente corta (7, 14 y 9 metros) permite obtener agua con bajo contenido de nitratos (38, 20 y 28 mg/litro respectivamente), en comparación a los valores superiores a 50 y hasta más de 100 mg/litro que presentan los pozos sin anillo sanitario (Figura 9).

Uno de los hechos interesante de destacar se registró en el sector X, en el que debido a un derrumbe del pozo existente, que poseía un anillo sanitario de 20 metros de longitud, se debió construir una nueva perforación, pero en esta oportunidad con 27 metros de cañería de aislación, lo que produjo una reducción de los nitratos de 12 a 3 mg/litro (figura 9).

De formas, si bien el estudio ha sido realizado considerando pozos de abastecimiento de agua de bebida, entendemos que es esencial tener muy en cuenta a todas las perforaciones, sobre todo las utilizadas para la extracción de agua destinadas al riego.

La sólo revisión del esquema de la figura 7 pone claramente en evidencia la relación entre los distintos tipos de pozos y su participación en los procesos polutantes que conducen finalmente a la contaminación de los acuíferos. Los pozos de riego, por sus dimensiones, por el íntimo contacto con agroquímicos, y generalmente por la falta de protecciones de superficie, son los que sin dudas constituyen uno de los más serios peligros de contaminación de los acuíferos.



REFERENCIAS: **A** Sector analizado y su denominación

Contenidos de nitratos y su valor en mg/l de cada pozo

a - Pozo sin cañería de aislación

b - Pozo con cañería de aislación

FIGURA 9 Gráfico: Longitud Cañería de Aislación versus contenido de Nitratos por Sectores de Estudio

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos nos permiten comprobar que la construcción de pozos provistos de cañería de aislación cementada constituye uno de los factores imprescindibles y sumamente eficientes para proteger los recursos hídricos subterráneos y asegurar un suministro de agua de calidad adecuada.

Asimismo y aún a riesgo de ser reiterativos, resulta claro que la cañería de aislación cementada es imprescindible no sólo para los pozos destinados al suministro de agua de bebida, sino que, además, no puede omitirse en la realización de todo tipo de pozo, y muy especialmente en aquellos destinados al riego, a las industrias, etc.

Por otra parte, las conclusiones a las que hemos arribado nos permiten comprobar que todo el esfuerzo invertido por Obras Sanitarias Mar del Plata SE en estos más de 10 años controlando, difundiendo e inspeccionando perforaciones declaradas y realizadas por Perforistas-Poceros matriculados, no ha sido en vano, sino que por el contrario nos da la satisfacción de saber que varios centenares de pozos bien construidos son hoy una fuente de suministro de agua que no sólo posee la calidad adecuada para la bebida, sino que además no contaminan los únicos recursos de agua potable del Partido de General Pueyrredón.

Sin embargo es mucho lo que aún resta por hacer, porque la única herramienta verdaderamente eficiente para la preservación de la calidad del agua subterránea es que todos los pozos sean construidos adecuadamente, con su correspondiente anillo sanitario y esta tarea es de todos, no sólo de Obras Sanitarias Mar del Plata SE, sino y muy especialmente de los técnicos y profesionales de la construcción, de la agronomía, funcionarios públicos y la población en general.

Por ello es que nos pareció que este informe sería incompleto si no lo concluíamos con un anexo en el que brindáramos toda la información acerca de la metodología para construir correctamente una perforación para la extracción de aguas subterráneas.

Los seres humanos somos los únicos responsables de la contaminación del agua subterránea, pero somos los seres humanos los únicos que podemos aportar la solución.

Mar del Plata; noviembre de 2004

José Luis Cionchi

R. Ignacio Redin

BIBLIOGRAFIA

- AMENDOLA, V., L.A. MERIDA & I. REDIN. 2003. La experiencia municipal en la preservación de las aguas subterráneas y mejoramiento de la calidad de vida en zonas carenciadas. **XXXII Congreso IAH y VI ALHSUD**. Mar del Plata, octubre de 2002
- BURGOS, J.J. y A.L. VIDAL. 1951. Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite. **Rev. Meteoros**, N° 1(1): 3-32. Buenos Aires.
- CIONCHI, J.L.. 1991. Estado actual de los recursos hídricos subterráneos en la vertiente septentrional del partido de general Pueyrredón (Bs. Aires) (Informe preliminar). **Obras Sanitarias Mar del Plata SE**, informe técnico inédito. Mar del Plata, 17 págs.
- CIONCHI, J.L.. 1991. Proyecto de creación del Comité de Usuarios del Agua Subterránea del Partido de General Pueyrredón (Provincia de Buenos Aires). **Obras Sanitarias Mar del Plata SE**. Informe inédito. Expdte OSSE 11627-3-91. Fojas 1-31. Mar del Plata.
- CUSTODIO E.. 1983. **Hidrogeoquímica**. En Custodio E. y M.R. Llamas (editores) Hidrología Subterránea, 2ª Edición, Tomo I, Sección 10: 1002 a 1095, Ediciones Omega SA, Barcelona (España)
- CUSTODIO, E. y E. DIAZ. 1983. **Calidad del agua subterránea**. En Custodio, E. Y R. Llamas (editores) HIDROLOGIA SUBTERRANEA. 2º Tomo, Sección 18, págs. 1879-1962. Ediciones Omega SA. Barcelona. España
- DALLA SALDA, L. y M. IÑÍGUEZ. 1978. "La Tinta", Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. **VII Cong. Geol. Arg.**, Actas 1: 539-550. Buenos Aires.
- FOSTER, S., M. VENTURA y R. HIRATA. 1987. Contaminación de las Aguas Subterráneas. **CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente)**, O.M.S.-O.P.S., Lima (Perú), 42 págs.
- FRENGUELLI, J.. 1950. Rasgos generales de la morfología y de la geología de la provincia de Buenos Aires. **M.O.P. (Bs.As.) LEMIT**, Serie II N° 30, La Plata, 72 págs.
- GIBSON, U. y R. SINGER. 1990. **Manual de los Pozos Pequeños**. Edit. LIMUSA S.A., México, 182 págs.
- LOHMAN, S.W.. 1977. **Hidráulica Subterránea**. Editorial Ariel. Barcelona (España), 187 páginas.
- KRUSE, E.. 1986. Aspectos geohidrológicos de la región sudoriental de Tandilia. Cuencas de los Arroyos Vivoratá, Las Brusquitas y El Durazno. **Asoc. Geol. Arg.**, Rev. XLI (3-4): 367-384. Buenos Aires.
- MARTIN ARNAIZ, Manuel. 1983. **Componentes primarios del ciclo hidrológico**. En Custodio E. y M.R. Llamas (editores) Hidrología Subterránea, 2ª Edición, Tomo I, Sección 6: 280 a 350, Ediciones Omega SA, Barcelona (España)
- MASSONE, H., D. MARTINEZ, J.L. CIONCHI y E. BOCANEGRA. 1994. Procesos de contaminación del acuífero de Mar del Plata, Argentina. Diagnóstico y pautas de prevención y control. **II Cong. Latinoamer. De Hidrol. Subterránea**, Actas: kkk: 81- Santiago de Chile.
- MAURIÑO, V., O VARDE y R. SCANAVINO. 1981. Investigaciones geológicas y geotécnicas realizadas para el proyecto de una central hidroeléctrica de acumulación por bombeo. **VIII Cong. Geol. Arg.**, Actas II: 45-66. Buenos Aires.
- M.G.P.. 2004. Mar del Plata en dos hojas 2004. Municipalidad del Partido e General Pueyrredón (**Depto de Información Estratégica Municipal**). Mar del Plata, 4 págs.
- ROLLERI, E.O.. 1975. Provincias geológicas bonaerenses. **VI Cong. Geol. Arg.**, Relatorio: 29-53. Buenos Aires.

RUÍZ HUIDOBRO, O.. 1975. Informe final referente convenio O.S.N.-Facultad de Cs. Exactas y Naturales (U.B.A.). Informe Inédito. Buenos Aires.

SALA, J.M.. 1975. Recursos Hídricos (especial mención de las aguas subterráneas). **VI Cong. Geol. Arg.**. Relatorio: 169-194. Buenos Aires.

TAPIA, A.. 1937. Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas. **Direc. Nac. De Geol. Y Minería**. Boletín Nº 43. Buenos Aires.

TERUGGI, M.E.. 1957. The nature and origin of Argentina loess. **Jour. Of Sed. Petrol.**, Vol. 27 (3): 322-332.

TERUGGI, M.E. y J. KILMURRAY. 1975. Tandilia. En Geología de la Provincia de Buenos Aires. **VI Cong. Geol. Arg.**, Relatorio: 55-77. Buenos Aires

TERUGGI, M.E. y J. KILMURRAY. 1980. Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. **II Simp. Geol. Reg. Arg.**, Tomo II: 919-965. Acad. Nac. de Ciencias. Córdoba.

TERUGGI, M.E., J. KILMURRAY y L. DALLA SALDA. 1974. Los dominios tectónicos de la región de Balcarce. **Asoc. Geol. Arg.**, Rev. XIX (3): 265-276. Buenos Aires.

TERUGGI, M.E., V. MAURIÑO y T. LIMOUSIN. 1962. Geología de la porción oriental de las Sierras de Tandil. **I Jorn. Geol. Arg.**, Actas II:359- Buenos Aires.

VARSAVSKY, A.I. y D. FERNÁNDEZ DILLON. 2004. Nitratos en el medio ambiente. ¿Qué se dice y que se sabe?. **Revista INDUSTRIA Y QUIMICA**, Nº 347: 17-21. Buenos Aires

ZÁRATE, M.A. y J.L. FASANO. 1984. Características de la sedimentación pleistocénica en la zona de Chapadmalal, provincia de Buenos Aires: significado de los paleosuelos y costras calcáreas. **IX Cong. Geol. Arg.**, Actas 4: 57-75. Buenos Aires.

ZÁRATE, M.A. y J.L. FASANO. 1989. The Plio-Pleistocene record of the Central Eastern Pampas, Buenos Aires province, Argentina. The Chapadmalal case study. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology.**, Vol. 72: 27-52. Elsevier Sci. Publishers, Amsterdam.

ANEXO

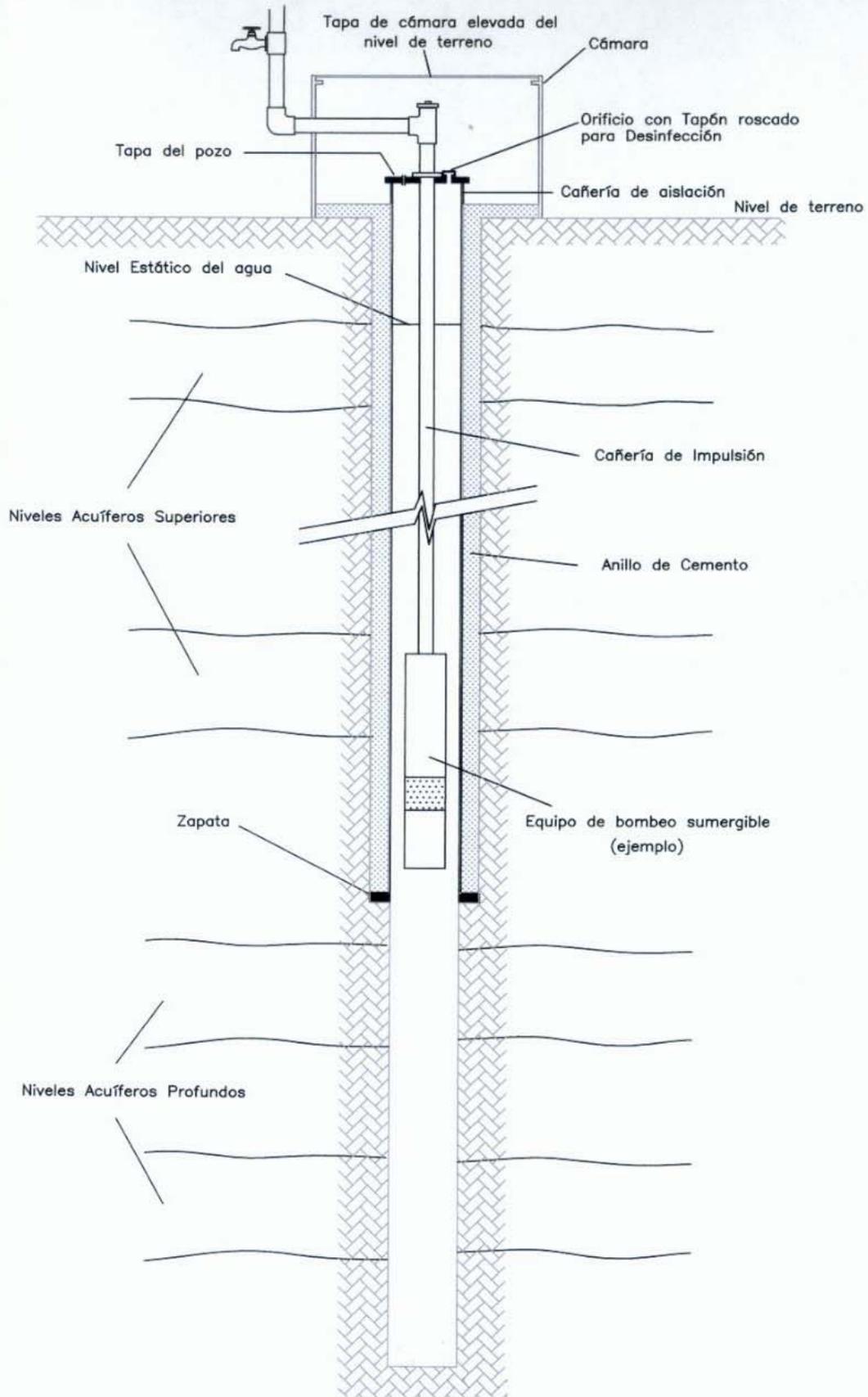
La correcta construcción de un pozo destinado a la explotación de acuíferos requiere la realización de un conjunto de acciones, todas ellas destinadas a la preservación de la calidad del agua subterránea y por ende a un suministro seguro.

Para ello hemos considerado necesario agregar algunas recomendaciones con las medidas más simples pero que, a pesar de ello, resultan muy efectivas a la hora de la preservación de la calidad de los acuíferos.

La información agregada, se detalla a continuación:

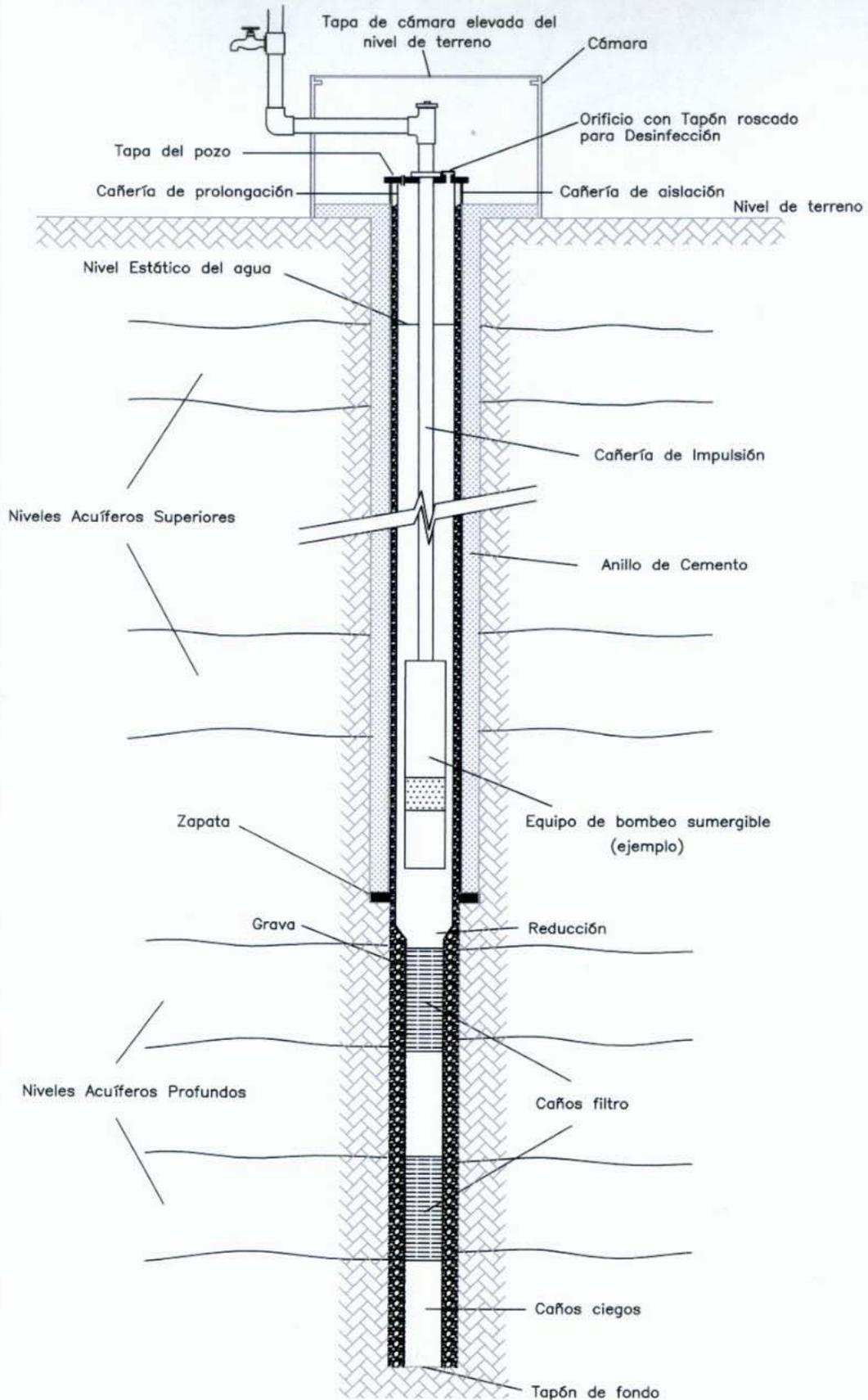
- 1) Corte esquemático de perforación (sin entubamiento de zona productiva)
- 2) Corte esquemático de perforación (con entubamiento de zona productiva)
- 3) Gráfico 1 – Protecciones e instalaciones de superficie: Equipo de bombeo manual
- 4) Gráfico 2 – Protecciones e instalaciones de superficie: Bombeador eléctrico
- 5) Gráfico 3 – Protecciones e instalaciones de superficie: Electrobomba sumergible
- 6) Instructivo de Desinfección de Perforaciones
- 7) Instructivo de Cegado de Perforaciones

Las instalaciones de boca de pozo deben adecuarse al tipo de equipo de bombeo, de acuerdo a lo detallado en los Gráficos N° 1, 2 y 3 .-

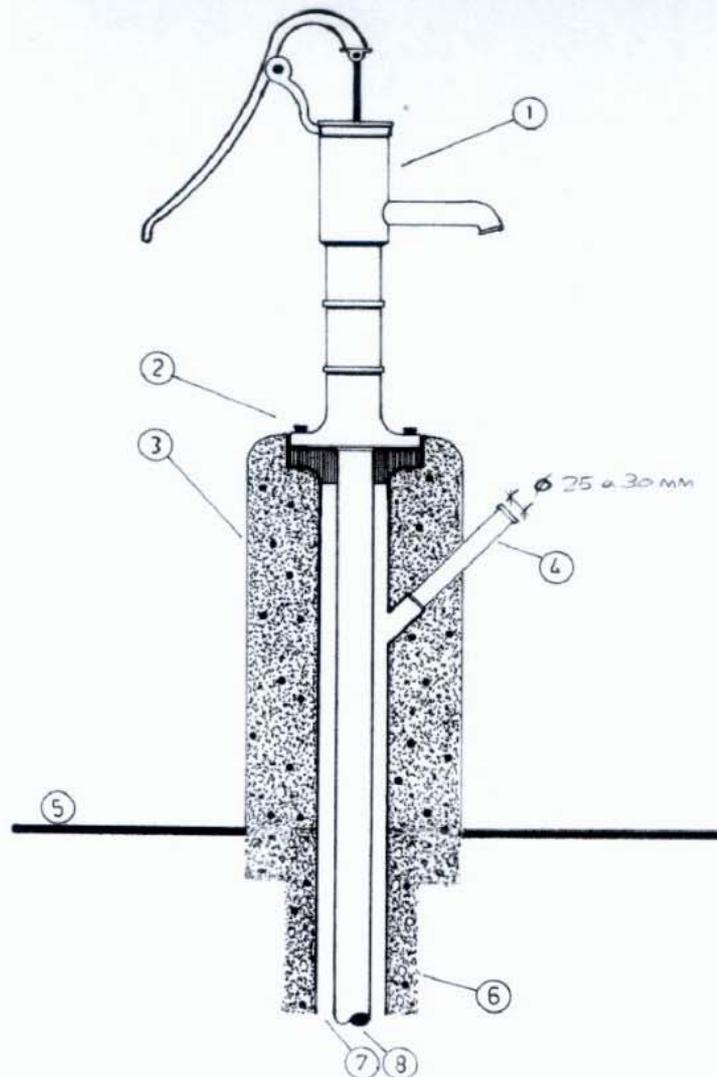


CORTE ESQUEMÁTICO de PERFORACIÓN (sin entubamiento de zona productiva)

Las instalaciones de boca de pozo deben adecuarse al tipo de equipo de bombeo, de acuerdo a lo detallado en los Gráficos N° 1, 2 y 3 .-



CORTE ESQUEMÁTICO de PERFORACIÓN (con entubamiento de zona productiva)

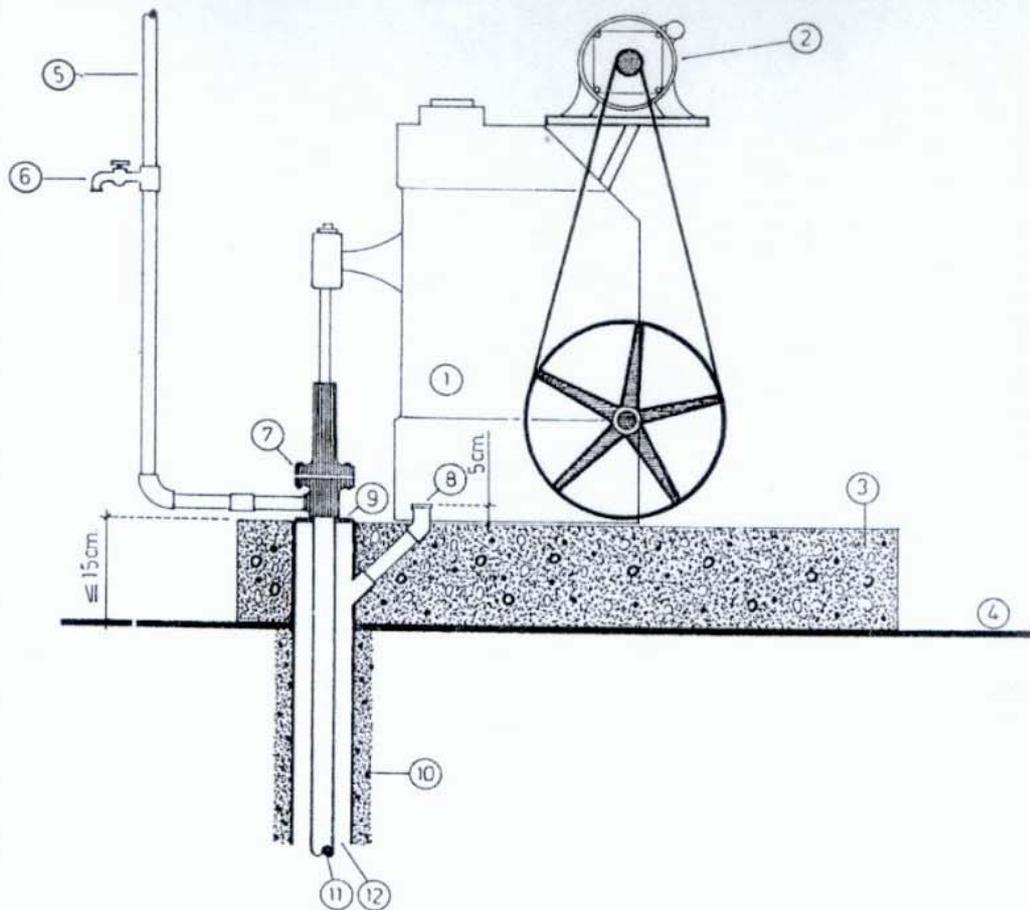


REFERENCIAS:

- 1- Bomba manual para extracción de agua
- 2- Unión sellada bomba manual - cañería de impulsión
- 3- Base de material
- 4- Orificio con tapón para desinfectar y/o medir nivel de agua
- 5- Nivel de terreno
- 6- Cementación de aislación
- 7- Cañería de aislación
- 8- Cañería de impulsión para bombeo

GRÁFICO N° 1

Protecciones e instalaciones de superficie
Equipo de bombeo manual

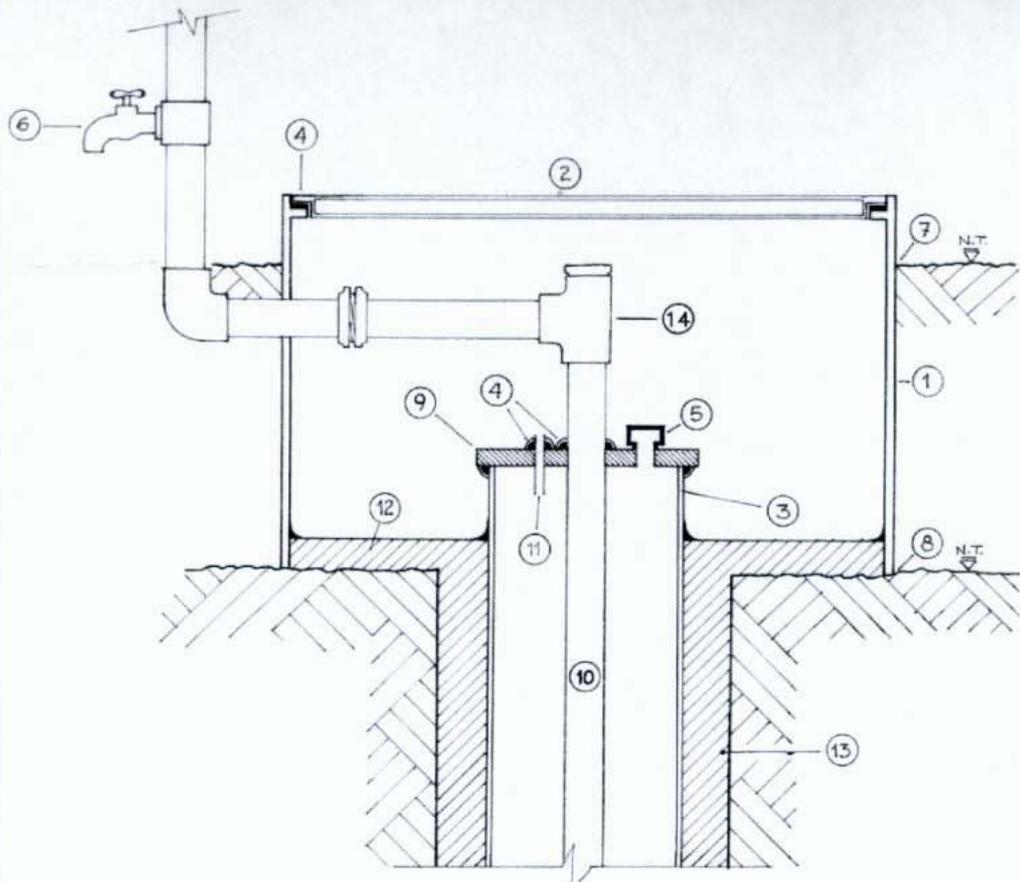


REFERENCIAS:

- 1- Cubierta metálica
- 2- Motor eléctrico
- 3- Escalón de material
- 4- Nivel de terreno
- 5- Subida al tanque de reserva
- 6- Canilla metálica para toma de muestras
- 7- Unión cañería de impulsión - bombeo - salida
- 8- Orificio con tapón para desinfectar y/o medir nivel de agua
- 9- Sellado
- 10- Cementación de aislación
- 11- Cañería de impulsión de bombeo
- 12- Cañería de aislación

GRÁFICO N° 2

Protecciones e instalaciones de superficie
Bombeador eléctrico



REFERENCIAS:

- 1- Cámara o gabinete (medidas mínimas 0.40 x 0.40 m.)
- 2- Tapa de cámara elevada del nivel de terreno (no menos de 0.20 m.)
- 3- Cañería de aislación
- 4- Sellado
- 5- Orificio con tapón para desinfectar y/o medir niveles (diám. mín. 25mm)
- 6- Canilla metálica para toma de muestras
- 7- Nivel de terreno para cámara subterránea
- 8- Nivel de terreno para cámara o gabinete superficial
- 9- Tapa de boca de pozo
- 10- Cañería de impulsión de bombeo
- 11- Orificio pasa cable
- 12- Piso de material alisado
- 13- Cementación de aislación
- 14- Unión en "T" con tapón

GRÁFICO N° 3

Protecciones e instalaciones de superficie
Electrobomba sumergible

INSTRUCTIVO N° 2 - DESINFECCIÓN DE PERFORACIONES

Antes de realizar el proceso de desinfección, deben reunirse indispensablemente las siguientes condiciones:

* **Avisar** a OSSE si se trata de un bombeador eléctrico con probable pérdida de aceite que haya podido ingresar al pozo. **MUY IMPORTANTE.**

* **Asegurarse** de que la **boca del pozo** con sus instalaciones (cámara, plataforma, gabinete, etc.) se encuentre **limpia** y perfectamente **protegida y sellada** con el fin de evitar el ingreso a la perforación de cualquier elemento contaminante (agua u otros líquidos superficiales, pequeños animales o insectos, etc).

* **Construir** un acceso (agujero de 25mm de diámetro), con tapón (para mantener la protección de boca de pozo), que permita ingresar a la perforación para poder desinfectarla.

* **Colocar** inmediatamente a la salida de la boca de pozo (fuera de la cámara de pozo si la hubiera, y antes del sistema de reserva - tanque y/o cisterna -) **una salida con canilla metálica** que servirá para la toma de muestras de agua con el fin de efectuar los controles químico-bacteriológicos.

* **Llenar** el tanque de reserva, si lo hay, para utilizarlo mientras dure el proceso de desinfección, y desconectarlo de la bomba de alimentación.

Habiéndose efectuado los trabajos anteriormente descriptos, se podrá efectuar la desinfección de acuerdo a las siguientes instrucciones:

1°.- Introducir en el agujero preparado en la boca del pozo una manguera de gran flexibilidad cuya longitud supere 2 metros al total de cañería de succión existente en el pozo.

2°.- Hacer ingresar por la manguera no menos de **15 litros de hipoclorito de sodio, de 80 gramos por litro** (se recomienda adquirirlo en una casa de productos químicos industriales).

3°.- Hacer funcionar el equipo de bombeo durante 20 minutos como mínimo, haciendo que el agua extraída ingrese nuevamente al pozo por la manguera descripta en el punto 1°, de tal forma que se asegure la distribución homogénea del desinfectante en toda la perforación (puede utilizarse un recipiente que esté conectado por su parte inferior a la manguera).

4°.- Dejar en reposo **no menos de 72 horas.**

5°.- Bombear hasta que el agua salga sin olor ni gusto a cloro (hacer varias pruebas).

6°.- Avisar a **OSSE** para realizar un examen bacteriológico no antes de transcurridos 8 días de la desinfección. **Las muestras deben ser extraídas por personal de OSSE.**

ATENCIÓN:

Si el resultado del examen es "**NO POTABLE**", repetir toda la operación de desinfección y efectuar un nuevo análisis bacteriológico.

Mientras dure el proceso de desinfección, no deberá utilizarse el pozo. El agua acumulada previamente puede desinfectarse **hirviéndola 10 minutos**, enfriando y aireándola por caída o trasvase.

Debe procederse a la limpieza y desinfección de los elementos de reserva (**tanques – cisternas**), cañerías y otras instalaciones complementarias si las hubiera (**de acuerdo al instructivo que al respecto dispone OSSE**), y solicitar el análisis bacteriológico completo de rutina con el fin de comprobar la potabilidad del agua en todo el sistema de aprovisionamiento.



INSTRUCTIVO N° 4 - CEGADO DE PERFORACIONES.

1°. La perforación a cegar debe estar libre de cualquier elemento perteneciente al equipo de bombeo. Si existiese cañería camisa, y en el caso que la misma no se encuentre cementada en toda su longitud, debe intentarse retirarla o destruirla.

2°. El cegado se efectúa rellenando la perforación con una mezcla seca de material limoarcilloso (tierra greda) con cemento, en una proporción de **una bolsa de cemento (50Kg.) para un volumen de 0.1 m3 (medio tambor de 200lts.) del material mencionado.**

Puede estimarse que para un pozo de 12 o 13 cm. de diámetro y 30 mts. de profundidad se necesita el volumen de dos tambores completos de la mezcla descripta.

3°. El rellenado debe completarse hasta la superficie natural de terreno y debe compactarse agregando agua, y repitiendo la operación las veces que sea necesario.

La operación de cegado deberá **realizarse en presencia del personal técnico de OSSE**, para lo cual debe coordinarse día y hora de realización. Ante cualquier duda dirigirse a:

GERENCIA DE PLANIF. Y ADMIN. DE RECURSOS HÍDRICOS

French 6737, 2° Piso - Tel: 499-2956 / 499-2900 (int. 456)

Lunes a Viernes, de 8:15 a 14:00