

# AREAS DE RESERVA: SOLUCION ALTERNATIVA A LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN AREAS URBANAS

Marcela PEREZ<sup>1</sup>  
Ofelia TUJCHNEIDER<sup>1,2</sup>  
Marta PARIS<sup>1</sup>  
Mónica D'ELÍA<sup>1</sup>

## RESUMEN

El peligro latente de la proliferación de ciertas enfermedades de transmisión hídrica pone de manifiesto la importancia de contar con aguas seguras para consumo humano. En la Argentina, muchos de los asentamientos poblacionales no cuentan con una adecuada cobertura de red de agua potable y red cloacal. Para suplir esta falta, el hombre hace uso obligado de fuentes subterráneas, las que frecuentemente, y debido a sus propias actividades, se van deteriorando.

Como caso de estudio se eligió un barrio de la ciudad de Santa Fe, cuyas características ambientales y socioeconómicas son semejantes a las de otros asentamientos periféricos en distintas partes del país.

Luego de la etapa de diagnóstico –la que se basa fundamentalmente en el estudio de las características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas del medio físico- se presenta una propuesta de solución que tiene como finalidad optimizar los mecanismos necesarios para que los habitantes del sector puedan acceder a una mejor calidad de vida, partiendo de un elemento básico y vital como lo es el agua, con el máximo de aprovechamiento de los recursos propios del lugar de asentamiento. Las estrategias de gestión abarcan cuatro grandes aspectos: educativo, sanitario, de planeamiento y de política ambiental.

El programa “Agua para todos”, puesto en marcha por la Municipalidad de Santa Fe a partir de 1992, presenta algunas coincidencias con esta propuesta

**Palabras claves:** aguas subterráneas, gestión, planificación, áreas urbanas

## ABSTRACT

The threat of certain water-transmitted diseases shows the importance of having safe water for human consumption. In Argentina, lots of communities have no access to safe drinking water and adequate sanitation. This lack leads people to use ground waters, which frequently, and due to their own activities, are being deteriorated.

A neighbourhood of Santa Fe city, in the Argentine Republic, was chosen as a study case. Its environmental and socio-economic features are similar to those of others peripheral settlements, in different parts of the country.

After the diagnosis stage -which it is fundamentally based on the study of the geological, hydrogeological and hydrochemical characteristics of the physical environment- a solution proposal is presented. It has the purpose of optimizing the necessary mechanisms so these inhabitants could urgently achieve a better quality of life, starting from a basic and vital element such as water, and taking the maximum advantage of the own resources of the outskirts. The management strategies involve four main aspects: education, sanitation, planning and environmental policy.

The “Agua para todos” program carried out by the Municipality of Santa Fe, presents some coincidence with this proposal.

**Key words:** ground waters, management, planning, urban areas

<sup>1</sup> Grupo de Investigaciones Geohidrológicas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria – Ruta Nacional 168 - Km 472,4  
Casilla de Correos 217. 3000 - Santa Fe – Argentina. TE/FAX: +54-342- 4575244  
E-mail: maperez@fich1.unl.edu.ar - gig@fich.unl.edu.ar  
Web site: <http://fich.unl.edu.ar/web-gig/index.html>

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

## INTRODUCCION

La ciudad de Santa Fe se encuentra ubicada a los 31° 34' de latitud Sur y a los 60° 04' de longitud Oeste, ocupando parte de los valles

de inundación de los ríos Paraná y Salado. (Figura 1).



**Figura 1:** Ubicación de la ciudad de Santa Fe

El Municipio abarca aproximadamente 3055 km<sup>2</sup>, de los cuales el 88% son terrenos bajos que se encuentran parcialmente protegidos con defensas contra las inundaciones periódicas. Su población es de aproximadamente 350.000 habitantes.

Dentro de las limitaciones impuestas por el sistema fluvial y por los eventos hídricos cada vez más reiterados, los asentamientos poblacionales se realizan hacia el Norte, única orientación en la que se encuentra continuidad física territorial.

Este crecimiento -rápido, en gran medida espontáneo y sin planificación- es, consecuentemente, desordenado y carece de una adecuada infraestructura de servicios.

En tal sentido, aproximadamente el 70 % de la población está provista de agua potable por red domiciliaria y el 50 % cuenta con red cloacas. En muchos sitios de la ciudad es práctica común verter las aguas servidas directamente a la calle o inyectarlas al acuífero a través de perforaciones o reutilizarlas para riego de hortalizas.

Las limitaciones señaladas hacen que el abastecimiento de agua se realice por perforaciones que alimentan canillas públicas o con pozos domiciliarios poco profundos los cuales, en gran proporción, no se encuentran correctamente protegidos.

La marginalidad de un sector importante de la comunidad santafesina, hace que la actividad de subsistencia para adultos y niños sea la

recolección de basura y su posterior manipulación en las áreas donde ellos habitan.

De esta forma se genera una interacción conflictiva entre el hombre y su ambiente. La acumulación de desechos biológicos y no biológicos en superficie afectan la calidad de las aguas pluviales que constituyen la recarga al sistema acuífero. Este factor, conjuntamente con las filtraciones provenientes de letrinas, el vertido de aguas servidas, las excretas de animales domésticos, entre otros, accionan contra este sistema altamente sensible que provee de agua a sus agresores.

Es así que en el año 1990, en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, la Ing. Marcela Perez, bajo la dirección del Lic. Mario Fili, desarrolló su tesis para el Primer Curso de Post-grado en Formación Ambiental 90/91 de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Ambientales (cátedra UNESCO), en el tema "El agua subterránea como condicionante ambiental". Dicha tesis fue defendida y aprobada en agosto de 1991.

Los estudios realizados para la formulación de la propuesta que aquí se presenta y los aportes de otros investigadores, muestran que la totalidad de los asentamientos poblacionales periféricos de la ciudad de Santa Fe poseen fuentes de agua subterránea con un alto grado de contaminación bacteriana, y presencia de microorganismos patógenos. Además, poco se sabe de otros elementos químicos de elevada

toxicidad que se incorporan al agua de consumo. De lo expuesto dan testimonio parcial las diversas patologías de origen hídrico que afectan principalmente a la población infantil, motivando a ingenieros, médicos y bioquímicos a la investigación de las causas.

Sobre la base de estos antecedentes se ha elaborado una serie de propuestas, técnica y económicamente factibles, que podrían limitar el deterioro ambiental preservando de focos contaminantes a las áreas de recarga y extracción del agua subterránea para distribución comunitaria.

Se expone aquí una síntesis de los estudios que condujeron a la formulación de dichas

propuestas, que tuvieron como *objetivo general*: Valorizar la significación del recurso agua subterránea como condicionante ambiental para un equilibrado desarrollo urbano, preservando y racionalizando su uso; y como *objetivo particular*: Abastecer de agua potable a asentamientos poblacionales que cuentan con una infraestructura de servicios deficitario, tratando de revertir la situación, sin dejar de lado el enfoque ambiental y su normativa legal.

**PROPUESTA METODOLOGICA**

Es práctica común abordar un problema planteando las siguientes secuencias (Figura 2):



**Figura 2:** Planteo lineal de solución a un problema

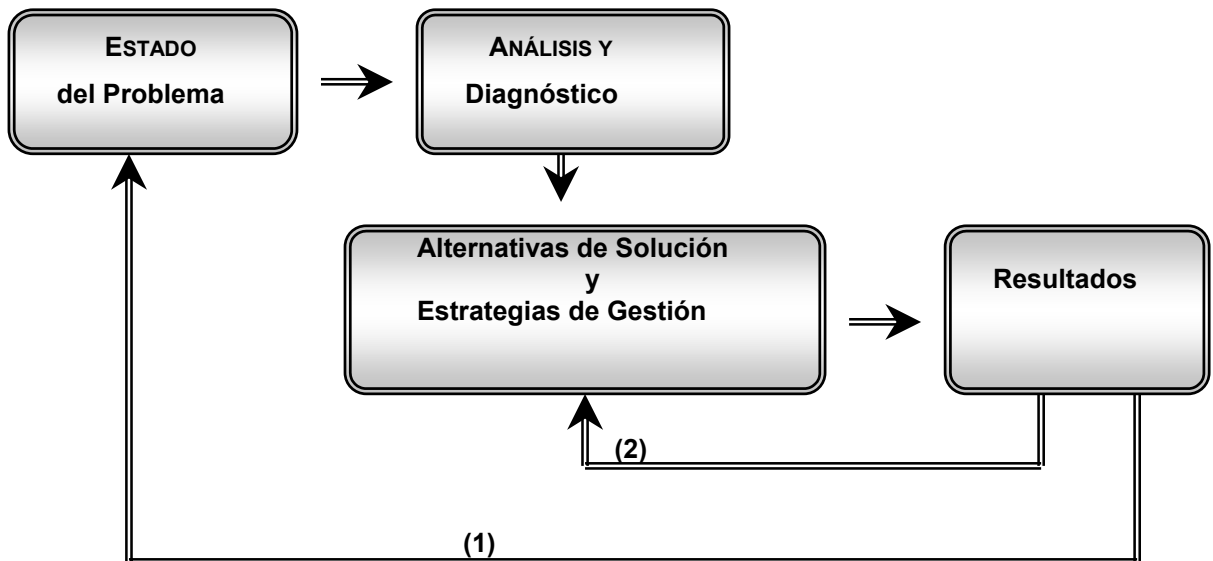
Es decir, ante una determinada situación conflictiva o problema, se realiza el diagnóstico de dicha situación (etapa que muy a menudo se subestima o se soslaya) y se ejecuta una determinada solución técnica, la que se focaliza exclusivamente en paliar los síntomas que originaron el problema y no la causa que lo originó.

Este tipo de análisis lineal no permite alternativas o variantes correctivas durante su desarrollo, ni tampoco obtener una visión global de la situación.

El caso de estudio elegido toma en consideración a un asentamiento poblacional permanente, espontáneo e irregular; en el cual el ambiente físico resulta agredido, y consecuentemente ciertos geoindicadores

responden alertando acerca de los cambios que se producen en el mismo. Por ejemplo, en el caso particular de las aguas subterráneas se evidencia un deterioro en su calidad. De aquí que el diagnóstico comienza a sumar una serie de variables relacionadas entre sí que lo hacen más complejo. Por lo tanto, nace la imperiosa necesidad de abordar este tipo de estudio desde el punto de vista sistémico, teniendo en cuenta no sólo el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas sino también qué es lo que lo está provocando. Para ello se debe tener presente no sólo el medio físico sino también los actores involucrados en él.

Consecuentemente, el esquema que se propone como resultado de este estudio es el siguiente (Figura 3):



**Figura 3:** Planteo sistémico de solución a un problema

En este esquema lo que se plantea como punto de partida es identificar el **estado del problema**. Para ello se define el propósito perseguido (objetivo general) del proyecto a llevar a cabo y los objetivos particulares necesarios para dar respuesta al mismo.

Como segunda etapa: **Análisis y Diagnóstico**, se observa la zona de estudio desde el punto de vista sistémico. Se analizan sus distintos componentes y sus interrelaciones, de modo de poder establecer cómo se comporta y cómo es de desear que se comporte, identificando todos los indicadores de estado, presión y respuesta del sistema. En esta etapa también pueden surgir algunos objetivos particulares a cumplir.

En la tercera etapa, y de modo de poder alcanzar el objetivo general planteado, se proponen las alternativas más adecuadas para solucionar el problema. Estas **alternativas de solución** deben ir acompañadas de sus correspondientes **estrategias de gestión**. Ambas deben plantearse de manera global y ejecutarse en forma conjunta. Las mismas producirán un impacto sobre el ambiente que se evaluará en términos de **resultados**.

Para que estos resultados sean satisfactorios se debe verificar el nuevo estado conseguido para el sistema en estudio, y su compatibilidad con la finalidad perseguida (**Retroalimentación general (1)**).

Para ello las propuestas de solución y estrategias de gestión deben ser integrales y dinámicas, adaptables a los resultados que arroje la aplicación de cada una de ellas, en el tiempo y forma oportunos, y deben servir a su vez de mecanismos de autocontrol (**Retroalimentación parcial (2)**), optimizando así los resultados obtenidos.

### ESTADO DEL PROBLEMA

Para el desarrollo de este estudio se ha tomado como área representativa al barrio Nueva Pompeya, localizado en el sector Norte de la ciudad de Santa Fe (Figura 4), cuyas características ambientales y socio-económicas son semejantes a las de otros asentamientos periféricos de la ciudad, con condicionantes generales extrapolables a otros lugares del país.

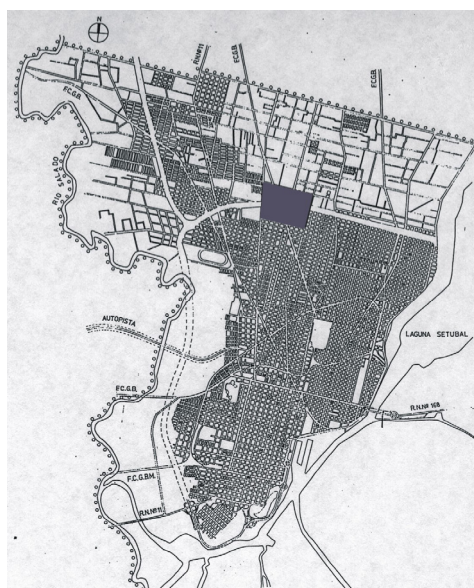


Figura 4: Ubicación del área de estudio

El Barrio Nueva Pompeya está constituido por unas 80 manzanas en las que habitan aproximadamente 4500 personas.

De acuerdo al Reglamento de Zonificación de la ciudad, el carácter del barrio es de "zona destinada a la localización del uso residencial de densidad media, y de actividades compatibles". Las subdivisiones permitidas indican que la superficie mínima de lotes es de 200 m<sup>2</sup>, con una determinada infraestructura de servicios.

A diferencia de ello, se pudo observar que las características generales del barrio se corresponden a las asignables a áreas urbanas periféricas, con una densidad residencial baja, viviendas precarias, donde los servicios públicos (a excepción del alumbrado) son totalmente deficitarios. Cabe destacar que el barrio presenta características disímiles a uno y otro lado de las vías del ferrocarril que lo atraviesa. En la Tabla 1 se sintetizan los distintos aspectos y las

características particulares de la zona de estudio:

Aspectos	Características Particulares	
FISICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Area urbana periférica</li> <li>✓ Densidad residencial baja</li> <li>✓ Viviendas precarias con distribución irregular</li> </ul>	
SANITARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Servicios públicos totalmente deficitarios, carentes de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suministro de agua potable</li> <li>▪ Disposición de excretas</li> <li>▪ Recolección de residuos</li> <li>▪ Atención médica adecuada</li> </ul> </li> </ul>	
SOCIALES Y ECONOMICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Marginalidad</li> <li>✓ Aislamiento</li> <li>✓ Convivencia con animales domésticos</li> <li>✓ Bajos recursos</li> </ul>	
EDUCATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desinformación</li> <li>✓ Ignorancia</li> </ul>	
URBANOS Y DE PLANEAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinados según la vía del FFCC:</li> </ul>	
Al ESTE del ferrocarril Particularidades	Generalidades	Al OESTE del ferrocarril Particularidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Viviendas precarias</li> <li>o Falta de locales sanitarios</li> <li>o Calles de tierra con trazado irregular</li> <li>o No existe delimitación entre lotes</li> <li>o Depósitos de basuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Aguas servidas en cunetas</li> <li>o Carencia de desagües pluvial y cloacas</li> <li>o Espacios exteriores para uso doméstico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Construcción de mampostería</li> <li>o Traza regular de calles, abovedadas y con cunetas</li> <li>o Lotes bien delimitados</li> <li>o Mayor cumplimiento de las reglamentaciones Municipales</li> </ul>

**Tabla 1:** Aspectos generales y características particulares de la zona de estudio

### ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO

Las características hidrogeológicas en el ámbito de la ciudad de Santa Fe son semejantes a las que se presentan en gran parte de la región Litoral, en especial aquellas que se encuentran afectadas por las etapas evolutivas del sistema del Río Paraná.

Tomando como base de referencia a las arcillas verdes de origen marino que conforman el piso de la Formación Paraná (Mioceno), se desarrolla una secuencia de arenas marinas y fluviales de variada granulometría, que alternan con cuerpos lenticulares de limos y arcillas. El conjunto se encuentra saturado por aguas de distinta composición química. En los niveles inferiores el contenido de sales es elevado correspondientes a aguas de tipo sulfatadas y cloruradas sódicas; a profundidades intermedias, bicarbonatadas sódicas y próximas a superficie o en la zona de influencia de los ríos, bicarbonatadas cálcicas.

Las condiciones hidráulicas reflejan un alto grado de heterogeneidad y anisotropía del medio, así como los resultados de la acción

antrópica durante las etapas de crecimiento de la ciudad: grandes cavas posteriormente rellenadas, grandes superficies impermeabilizadas, etc.

El acuífero en explotación, compuesto predominantemente por samitas y pelitas aluviales, presenta diferentes grados de relación con el ciclo exógeno. Con frecuencia semilibre a semiconfinado, conforma un sistema multicapa. Con límites hidráulicos definidos en gran parte del área, los niveles poco profundos son sensibles a las fluctuaciones superficiales.

### Trabajo de Campo:

Las tareas de campo consistieron en la toma de muestras para la realización de análisis químicos y bacteriológicos que permitieron obtener un primer diagnóstico de la calidad de las aguas para consumo. Estas tareas se llevaron a cabo en dos etapas que no pudieron extenderse por la falta de apoyo económico.

Debido a las características de las obras de captación existió cierta dificultad para obtener el registro de los niveles freáticos.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas del área de estudio, las clasificaciones de Schöeller y Piper-Hill indican que son de tipo bicarbonatadas cálcicas magnésicas.

Las determinaciones químicas presentan valores que están dentro de los límites establecidos por la Organización Mundial de la

Salud (OMS) para normas de potabilidad. Las determinaciones bacteriológicas indican un estado de deterioro por presencia de coliformes totales y fecales y de bacterias aerobias mesófilas. A modo indicativo se presentan en la Tabla 2 los resultados más representativos de las muestras analizadas:

Coliformes	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8
U.F.C.	90	3500	1000	60	94	150	650	380
N.M.P.C.T.	130	< 2	23	240	8	< 2	1600	21
N.M.P.C.F.	17		8	< 2	< 2		540	< 2

U.F.C. = Unidades Formadoras de Colonias / ml (Valor tolerable: < 100/ml)

N.M.P.C.T. = Número Más Probable de Coliformes Totales / 100 ml (Valor tolerable: < 2 = ausencia)

N.M.P.C.F. = Número más Probable de Conliformes Fecales / 100 ml (Valor tolerable: < 2 = ausencia)  
Según normas nacionales y provinciales de potabilidad.

**Tabla 2:** Resultados más representativos de las muestras analizadas

### ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN Y ESTRATEGIAS DE GESTION

Las propuestas que a continuación se exponen tienen como finalidad optimizar los mecanismos necesarios para que los habitantes de una comunidad como la del caso de estudio puedan acceder a una mejor calidad de vida partiendo de un elemento básico y vital como lo es el agua, con el máximo de aprovechamiento de los recursos propios del lugar de asentamiento.

Las mismas, y como se mencionara anteriormente, abarcan cuatro grandes aspectos: educativo, sanitario, de planificación y de política ambiental.

#### Aspecto Educativo:

El comportamiento del hombre es producto de su educación, siendo necesario "educar" para lograr cambios, desarrollo y participación.

Bajo ese concepto una de las primeras estrategias que se proponen es la de acercar a los distintos actores sociales involucrados un conjunto de acciones sistemáticas que implique un proceso de enseñanza-aprendizaje con el objeto de valorizar el concepto del uso agua y la preservación de la misma como recurso. Estas acciones se irán perfeccionando y completando con el aporte que surja de la interacción entre la comunidad y los técnicos ante problemas y situaciones concretas (UNESCO, 1991).

El conjunto de acciones debe incluir actividades tales como: talleres, charlas, reuniones informativas, cursos, seminarios y otros similares; distribución de folletos, afiches, difusión a través de las escuelas y de los medios de comunicación. Todas estas acciones deben tener muy en cuenta: el destinatario y sus

códigos, el lenguaje de la comunicación, y la idea filosófica que se pretende transmitir.

#### Aspecto Sanitario:

Debido a la sensibilidad del medio acuífero y a las acciones que el hombre realiza en su entorno se debe tratar de evitar que las aguas que recargan los acuíferos, antes de llegar a ellos, tomen contacto con sustancias nocivas. Algunas de ellas pueden ser fácilmente detectables e incluso corregibles. Pero otras que no lo son, pueden resultar tóxicas para la vida humana.

En consecuencia, las obras de captación y el área que alimenta a las mismas, debe preservarse no sólo de la contaminación superficial, sino de la proveniente del mismo subsuelo (por pozos absorbentes).

Por tal razón, se propone para los asentamientos existentes, y muy especialmente en los futuros, la creación de *áreas de reserva o áreas de preservación para fuente de agua potable*. A estas áreas se las define como "el área superficial y subterránea que rodea un pozo de suministro de agua para abastecimiento público, a la cual se debe proteger de focos potenciales de contaminación". (EPA, 1987)

Para definir la ubicación y dimensiones de las áreas de reserva, así como diseñar adecuadamente las obras de captación requeridas, es imprescindible estudiar, las características hidrogeológicas, geológicas, estratigráficas, hidrodinámicas, etc., del área. Paralelamente se debe efectuar un estudio de las aguas subterráneas en áreas urbanas y suburbanas, fundamentalmente de tipo químico y bacteriológico para determinar el cuadro de situación actual, detectar las zonas con problemas de potabilidad y comenzar con medidas paliativas y/o correctivas inmediatas.

Esto permitirá además, determinar las condiciones de vulnerabilidad del acuífero y localizar posibles focos contaminantes que configuren un riesgo potencial.

Se propone que las áreas de reserva que se utilicen como fuente alternativa de suministro de agua potable dispongan de una (o más) perforaciones que alimenten un tanque elevado de una determinada capacidad, la que será función de la demanda del área a servir. La misma estará parquizada y custodiada por los propios vecinos del lugar. En ella deber existir, además del tanque elevado, la caseta de bombeo y el aparato clorador (de ser necesario). (Figura 4).

Como ejemplo estudiado se sugiere que el área de reserva tenga una dimensión de 40.000 m<sup>2</sup> y el área a servir de 320.000 m<sup>2</sup>. La dotación propuesta (agua para bebida y cocción de alimentos) es de 50 l/hab/día. La cantidad de habitantes por hectárea queda fijada en función del Reglamento de Zonificación existente (Superficie mínima de lote: 200 m<sup>2</sup>).

Es importante destacar que estas obras luego podrían incorporarse a la red de agua potable al realizarse la extensión de la misma, y actuar como estación elevadora mejorando la presión del sistema.

Los entes oficiales respectivos deberán, entonces, establecer y hacer cumplir pautas que reglamenten la ocupación del territorio. En el momento de realizar un loteo se deber garantizar la existencia de una determinada cantidad de superficie libre para funcionar como área de reserva que asegure el suministro.

#### **Aspecto de Planificación:**

La característica topográfica que condicionó el crecimiento de la ciudad hacia el Norte y la falta de control e indiscriminada habilitación de áreas urbanas, originó, entre otros problemas, el déficit de infraestructura y servicios públicos, como así también la carencia de equipamiento comunitario.

Además, este crecimiento desordenado se agudiza como consecuencia de los desajustes económicos, sociales, culturales y políticos que se viven actualmente.

La dotación de los servicios públicos se podrá lograr por medio de la iniciativa de las propias comunidades y bajo la orientación y coordinación de un programa de desarrollo que logre integrar los recursos financieros y la asistencia técnica especializada para hallar una solución al problema.

Las sugerencias aportadas pueden ser tomadas en cuenta para la implementación de un ordenamiento a nivel local, sujeto a la aprobación de la autoridad legal competente,

asegurando la protección de la calidad de las aguas subterráneas.

#### **Política Ambiental:**

Los problemas ambientales son tan antiguos como el hombre. Lo que es nuevo es su dimensión, su escala. A esta dimensión de la problemática ambiental han contribuido muchas causas que se encuentran interrelacionadas, dentro de las cuales se pueden destacar:

- el crecimiento demográfico;
- la mejora en las comunicaciones (que facilita el fenómeno de las migraciones de zonas rurales a centros cada vez más urbanizados);
- los grandes desajustes socio-económicos de los últimos tiempos;
- la ignorancia como factor predominante, que se traduce en la incapacidad del grupo social de satisfacer sus necesidades con los recursos disponibles en un espacio natural dado.

Todo esto ha contribuido al deterioro del ambiente, donde ya no es sólo un problema de contaminación, sino de degradación; causando problemas sanitarios como los ya descriptos, condiciones de vida muy deficientes por la falta de viviendas, infraestructura y servicios, problemas de nutrición, hacinamiento, convivencia con montículos de desperdicios y animales domésticos, etc.; donde la calidad de vida ha desaparecido y la variable ambiental es ignorada por completo.

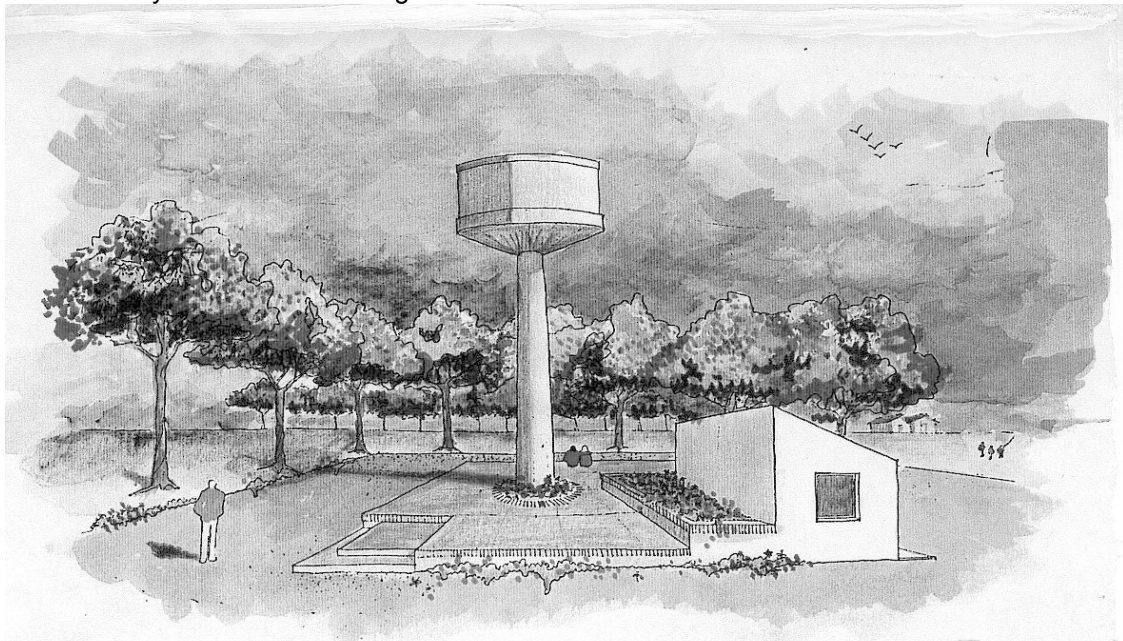
Es por ello que dentro de toda planificación integral no sólo se debe considerar el saneamiento ambiental ("conjunto de actividades dedicadas a acondicionar el ambiente en que vive el hombre para hacerlo salubre, agradable y apropiado") de una situación en particular, sino también la protección general del ambiente.

La conflictiva relación entre el medio natural y social, a pesar de su complejidad, puede estudiarse de manera integral y sistematizada a través de:

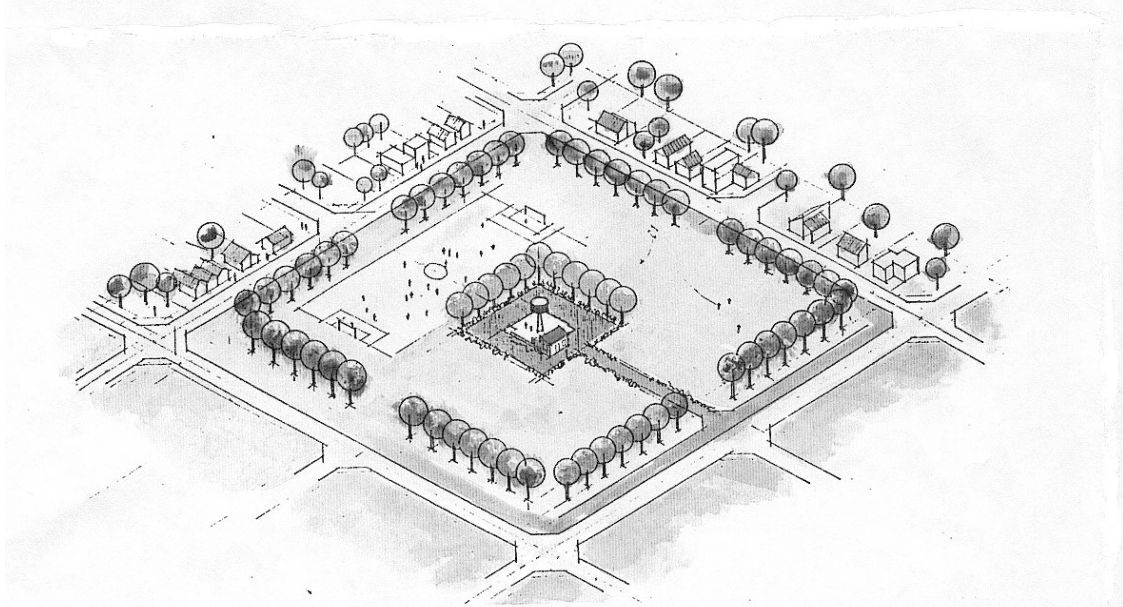
- la percepción global e integrada de la problemática ambiental;
- el enfoque dirigido hacia la solución de los problemas concretos del medio;
- la búsqueda de soluciones eficaces a dichos problemas y financiamiento imprescindible para llevarlas a cabo;
- la interdisciplina (tendiendo a la transdisciplina) en el estudio de los problemas.

Se debe tener presente que el deterioro del ambiente es de carácter acumulativo. Cuanto más se demore su previsión, mayores serán los costos que se tendrán que afrontar para corregir la situación. Es indispensable que esta inquietud tenga

receptividad en aquellos entes que poseen el respecto.  
poder de decisión y de este modo legislar al



**Detalle del tanque elevado y la caseta de bombeo**



**Vista General del AREA DE RESERVA**

EDUARDO ALBERTO D'ODORICO  
ARQUITECTO N.º 10416  
CHACABUCO 1217 - STA. FE

**Figura 4: Areas de reserva**

**RESULTADOS**

Las aguas subterráneas, en condiciones naturales, son una fuente inobjetable de agua potable. Si bien en los últimos años se ha comenzado a reconocer su importancia, en Argentina aún no se cuenta con mecanismos legales e institucionales efectivos que permitan

controlar su explotación y determinar su grado de vulnerabilidad a la acción contaminante.

El conocimiento insuficiente de las características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas del sistema acuífero y la incapacidad de apreciar estas condiciones sin la experiencia y la información básica adecuada puede llevar, y de hecho ha llevado en muchas



situaciones, a un manejo incorrecto y a veces irracional de este valioso recurso.

Como es imposible detener el proceso de urbanización, el mismo debe ser orientado y dirigido en función del potencial físico, social y económico de cada ciudad. Este ordenamiento del territorio y la distribución demográfica en las áreas urbanas deben considerarse dentro de una planificación integral donde a su vez se contemplen los efectos ambientales que las mismas pueden ocasionar.

En función de lo hasta aquí expuesto y de las nuevas tendencias de gestión de acuíferos, las áreas de reserva deben ser consideradas como una solución eficaz en la planificación de los futuros asentamientos. A la vez, en aquellas urbanizaciones donde tanto las características físicas como las del sistema acuífero resulten

adecuadas, deberían implementarse a la brevedad e ir acompañadas de los aspectos educativos, de planeamiento y de política ambiental.

En 1992, la Municipalidad de Santa Fe, desde su Subsecretaría de Asuntos Hídricos, pone en marcha el programa "Agua para todos". El mismo fue un intento por subsanar la situación que en ese momento vivían los habitantes de los asentamientos periféricos en la ciudad. Si bien este programa toma parte de la propuesta sanitaria que aquí se plantea (Figura 5), no la toma en su conjunto ni toma en cuenta las otras alternativas de solución y estrategias de gestión que se presentan. En la actualidad, los asentamientos poblacionales crecieron, existen otros nuevos y los problemas persisten.

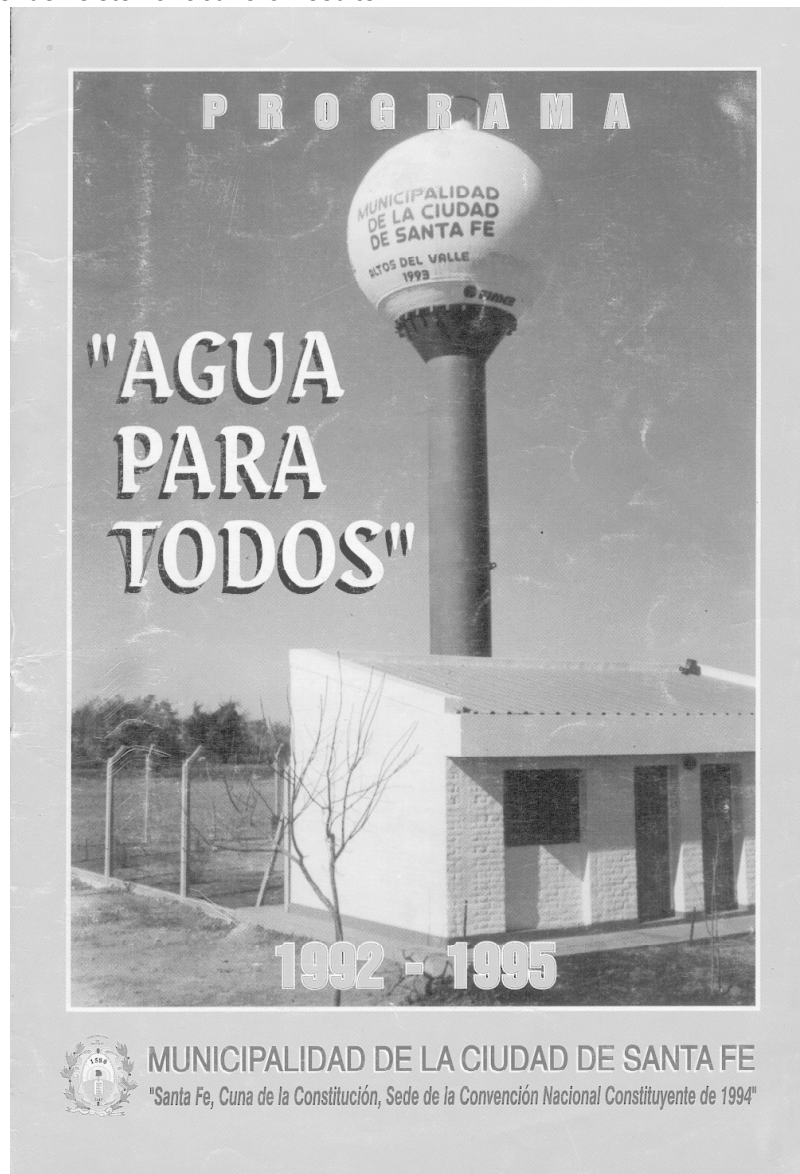


Figura 5: Propuesta sanitaria

### **AGRADECIMIENTOS**

Al Arq. Eduardo D'Odorico por los aportes realizados y el diseño de las áreas de reserva.

### **EN MEMORIA DE**

Lic. Mario Fili, uno de los mas brillantes hidrogeólogos de nuestro país. Hombre de bien. Maestro y mentor del Grupo de Investigaciones Geohidrológicas.

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

- BOLETINES INFORMATIVOS (Nros. 1 a 4) DE LA RED LATINOAMERICANA DE PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. Enero a Agosto de 1990.
- UNESCO. 1991. Agua, Vida y Desarrollo. Manual de uso y conservación del agua en zonas rurales de América Latina y el Caribe. Tomo 1, 2 y 3. UNESCO – ROSTLAC. Proyecto D4-PRM.
- EPA – 1987. Guidelines for the delineation of wellhead protection areas. EPA 440/6-87-010.
- GUIGUER, N. and T. FRANZ – 1990. Development and Applications of a Wellhead Protection Area Delinieation. Computer Program. Preprints of the International Seminar of Pollution, Protection and Control of Ground Water. ABAS - IAWPRC - ABES. Porto Alegre - RS - Brazil. Pág. 40 a 51.
- PEREZ, Marcela. 1991. El agua subterránea como condicionante ambiental. Tesis para el Curso de Postgrado en Formación Ambiental 90-91. Facultad Latinoamericana de Ciencias Ambientales. Cátedra UNESCO. (Inédito).