

ANÁLISIS POR ZONAS HOMOGÉNEAS DEL ASCENSO DE NIVELES FREÁTICOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

Héctor Bianchi, Oscar Coriale y Raúl A. Lopardo

Instituto Nacional del Agua

C.C. 46 (1802) Aeropuerto Ezeiza, Tel./Fax: 4480 0867, rlopardo@ina.gov.ar

RESUMEN

Numerosas localidades del conurbano bonaerense están sufriendo en estos días la elevación progresiva de niveles freáticos, discutiéndose los orígenes del fenómeno, la relevancia individual de sus causas y las responsabilidades emergentes. Como elemento adicional, las aguas que surgen tienen graves problemas de calidad. En breve síntesis, los problemas individualizados por el ascenso incontrolado de las aguas serían los siguientes: inundación de sótanos aún en zonas altas, problemas de fundaciones en diverso tipo de estructuras, afloramiento de agua en zonas bajas con terrenos inundados, revenimiento de pozos ciegos, aguas contaminadas en contacto con la población, destrucción de pavimentos y, en definitiva, un severo deterioro de la calidad de vida.

De acuerdo con algunas explicaciones preliminares, el fenómeno podría estar asociado con un incremento de la pluviometría y factores climáticos. Según otras, es producto de acciones antrópicas como la falta de cloacas en las zonas afectadas, la importación de agua a través de cañerías de agua potable que provienen de fuentes exteriores a la cuenca, la fuerte disminución de provisión de agua a través de pozos domiciliarios, la eliminación de provisión de agua industrial mediante pozos locales y la sistemática retracción de la provisión pública de agua potable de origen subterráneo. El objetivo inicial de un proyecto institucional del INA fue identificar las causas en la variación de niveles de la superficie freática, estimar de modo porcentual la responsabilidad de cada variable, definir áreas sujetas a efectos de subpresión y afloramiento de los niveles freáticos, generar acciones de información y difusión sobre la problemática y proponer acciones de remediación a corto plazo.

Dentro de ese contexto, el presente trabajo pretende explorar las características y eventuales soluciones de este último aspecto de la crisis, haciendo especial hincapié en la necesidad de efectuar un estudio integral del problema en el que se requieren distintas especialidades de la ingeniería. Para ello, se ha tomado como caso piloto el municipio de Lomas de Zamora, uno de los más damnificados. En base a ese estudio piloto, se presenta también la extensión del criterio de análisis por "zonas homogéneas" a toda la región del conurbano.

Palabras clave: impacto ambiental, freática, aguas subterráneas

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos cien años la zona del Gran Buenos Aires de la República Argentina que incluye la Capital Federal y diecinueve distritos ha sufrido un proceso de crecimiento demográfico y de actividades económicas muy intenso, constituyendo uno de los conglomerados urbanos más densos del mundo. La Región Metropolitana concentra, en casi 4.000 kilómetros cuadrados, a la tercera parte de la población del país y aproximadamente la mitad de sus actividades económicas, amén del hecho de incluir en su territorio a la Capital Federal, sede del gobierno nacional.

Sin embargo, ese desarrollo no fue acompañado por las transformaciones de infraestructura necesarias ni la visión ambiental totalizadora para que la ciudad pudiera contener semejante cantidad de población y actividades y que permitieran absorber y capitalizar dichas transformaciones. Esta situación fue conformando una crisis de magnitud considerable que se manifiesta en varios aspectos: social, económico, urbano, político y de calidad ambiental. Uno de sus casos más demandantes de esta situación es el de la gestión total del agua en el Área y su impacto ambiental para un crecimiento urbano sustentable.

Es interesante destacar que en la Región metropolitana de Buenos Aires conviven cuatro formas de gobierno diferentes que ejercen su jurisdicción sobre el territorio y la población lo que hace que un enfoque de protección del ambiente y contribución al desarrollo sustentable resulte sumamente dificultoso. Por esta razón el agua subterránea es de gran importancia, ya que históricamente ha constituido un porcentaje importante del abastecimiento público (Santa Cruz et Al, 1997) y es la única fuente de abastecimiento en las áreas sin cobertura de la red de agua. Dentro de ese contexto, el presente trabajo pretende explorar las características y eventuales soluciones de este último aspecto de la crisis, haciendo especial hincapié en la necesidad de efectuar un estudio integral del problema en el que se requieren distintas especialidades de la ingeniería tomando como caso piloto el municipio de Lomas de Zamora (Figura N° 1), uno de los más damnificados, que incluso declarara el estado de "emergencia hídrica" (Bianchi y Lopardo, 2003).

PROGRAMA METODOLÓGICO GENERAL

Numerosas localidades del conurbano bonaerense están sufriendo en estos días las consecuencias de una desagradable invasión de masas líquidas provenientes de los subsuelos. Se trata de un problema de envergadura, que requiere la urgente y plena atención de las autoridades y de los organismos especializados. El problema proviene en principio de la elevación progresiva de la napa freática, discutiéndose los orígenes del fenómeno, la relevancia individual de sus causas y las responsabilidades emergentes. Como elemento adicional, las aguas que surgen tienen graves problemas de calidad, pues la contaminación puede así también invadir los inmuebles afectados, que se han desvalorizado ya en forma proporcional a la magnitud de esos daños. En breve síntesis, los problemas individualizados por el ascenso incontrolado de las napas serían los siguientes: inundación de sótanos aún en zonas altas, anaerobiosis (pérdida de forestación), problemas de fundaciones en diverso tipo de estructuras, afloramiento de agua en zonas bajas, con terrenos inundados, revenimiento de pozos ciegos, aguas contaminadas en contacto con la población, destrucción de pavimentos y, en definitiva, un severo deterioro de la calidad de vida.

De acuerdo con algunas explicaciones preliminares, el fenómeno podría estar asociado con un incremento de la pluviometría y factores climáticos, según otras, es producto de acciones antrópicas como la falta de cloacas en las zonas afectadas, la importación de agua a través de cañerías de agua potable que provienen de fuentes exteriores a la cuenca, la fuerte disminución de provisión de agua a través de pozos domiciliarios, la eliminación de provisión de agua industrial mediante pozos locales y la sistemática desafección de la provisión pública de agua potable de origen subterránea. El objetivo inicial del programa del INA (Cerioni y Lopardo, 2000) fue identificar las causas en la variación de niveles de la superficie freática, estimar de modo porcentual la responsabilidad de cada variable, definir áreas sujetas a efectos de subpresión y afloramiento de la freática, generar acciones de información y difusión sobre la problemática y proponer acciones de remediación a corto plazo.

Para la evaluación de la situación actual, áreas críticas y acciones de mitigación se han considerado necesarias las diversas actividades que componen el siguiente listado: evaluación de antecedentes, diagnóstico del estado actual de la red de abatimiento de la superficie freática, caracterización hidrológica e hidrometeorológica, actualización de estudios hidrogeológicos, modelación matemática del proceso físico, determinación de la calidad del agua de la napa freática, evaluación hidráulica del drenaje superficial, determinación de tipos y usos del suelo, identificación de zonas de mayor riesgo sanitario y caracterización ambiental.

Para la coordinación institucional para la acción colectiva se señalan las actividades siguientes: relevamiento institucional: organismos públicos de distintos niveles y operadores del sector privado, identificación de capacidades institucionales, identificación de capacidades de financiamiento: fuentes y mecanismos de financiamiento disponibles, desarrollo de una estrategia de acción institucional, descripción de la trama institucional y propuestas de responsabilidades e instancias de coordinación y formulación del plan de acción con componentes específicos, fuentes de financiación e instancias de ejecución.

A efectos de alcanzar los productos específicos y generales, se considera de especial importancia el desarrollo de acciones críticas, entre las que pueden señalarse inicialmente las siguientes: a) recopilación de información relevante para el diagnóstico de situación y su posterior incorporación a un sistema de información geográfica, que permitirá almacenar los datos necesarios para el programa, por ejemplo: datos de precipitación pluvial, evaporación, traza de redes de agua potable y cloacas, usos de suelo, ubicación de pozos de provisión de agua, datos de calidad de agua, información socioeconómica, alturas freáticas y niveles piezométricos. b) desarrollo, adaptación y utilización de las herramientas matemáticas para efectuar el análisis y evaluación de los procesos hidrológicos e hidráulicos que permitan describir el comportamiento hídrico de la región. c) simulación de las características y funcionamiento de aguas superficiales y subterráneas mediante modelación matemática. d) elaboración de mapas de riesgo regionales, que permitan identificar la distribución areal de los problemas detectados, e) análisis de incidencia y costo de diferentes alternativas de manejo del agua a nivel de prefactibilidad, incluyendo control de niveles freáticos, aportes externos de agua, posibilidades de transferencia de escurrimiento subsuperficial a superficial, evacuación de excesos, protección de áreas densamente pobladas, evaluación ambiental de alternativas.

Siguiendo éstos lineamientos generales y a partir de un programa presentado por el INA (Cerioni y Lopardo, 2000), se ha comenzado a desarrollar un estudio integral del fenómeno de elevación de napas en el conurbano bonaerense, tendiendo a alcanzar un adecuado diagnóstico de los diversos procesos involucrados, analizando la influencia de sus causas y definiendo las diversas alternativas de intervención, dentro del marco de las premisas del desarrollo sostenible.

Dentro de ese programa se analizan los efectos derivados de: la alteración del régimen de precipitaciones pluviales en escala prolongada de tiempo, la importación de agua a la región a través de red de agua corriente, las pérdidas de la red de distribución de agua, el alto consumo de agua por habitante, el déficit de evacuación de aguas servidas mediante cloacas, el cese de la provisión de agua potable de origen subterráneo y el cese del bombeo domiciliario e industrial. De los primeros resultados obtenidos surge claramente la necesidad de que este tipo de estudios tengan un enfoque global, a partir de una visión lo más completa posible. Así ha podido apreciarse que no existe una receta única válida para los complejos y variados problemas generales y locales.

En virtud de que se contaba con antecedentes de estudios anteriores y dada que la temática abordada requeriría de la aplicación de metodologías de evaluación novedosas, se resolvió comenzar con un proyecto institucional en el partido de Lomas de Zamora y luego regionalizar los resultados obtenidos ampliando la zona de estudios al Área Metropolitana de Buenos Aires.

EL PARTIDO DE LOMAS DE ZAMORA

Se ha efectuado un estudio particular circunscripto a una región en estado de "emergencia hídrica" en el Partido de Lomas de Zamora, ubicado en la zona sur del Gran Buenos Aires (Figura 1), con una superficie aproximada a los 88 kilómetros cuadrados y una muy elevada densidad de población que pasó de 574.330 en el año 1991 a 627.806 en el presente.

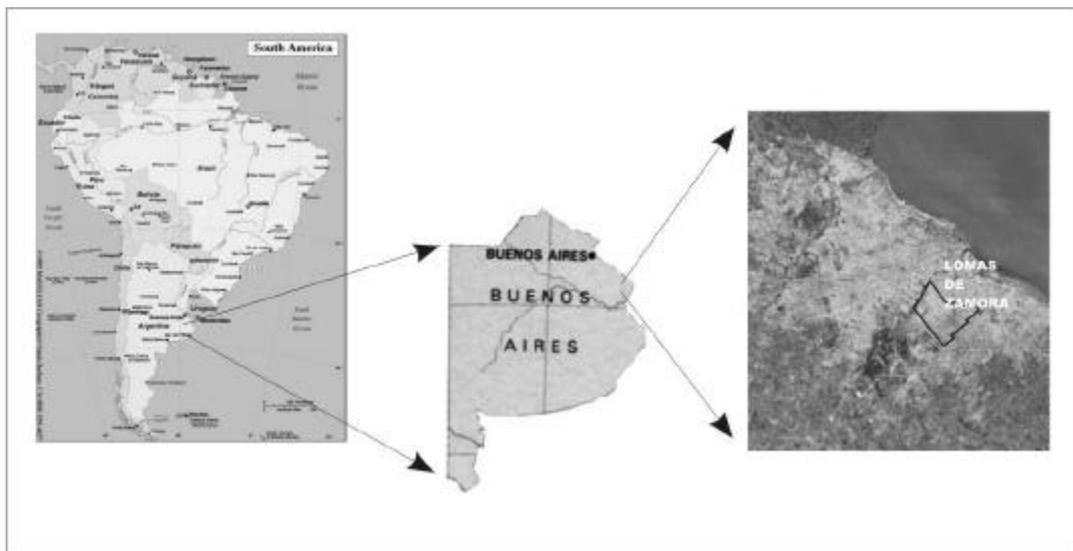


Figura 1

Lomas de Zamora se encuentra ubicado en una región baja de la cuenca del río de la Matanza, lo que presenta características poco eficientes respecto de la red de drenaje natural hacia el sistema Matanza-Riachuelo y le confiere al partido una mayor vulnerabilidad respecto de regiones del conurbano bonaerense situadas en superficies medias y altas. La región se caracteriza por un relieve de llanura con una altura máxima de 25 en el NE. La fuente de agua subterránea es un acuífero complejo denominado "Puelches" (Santa Cruz, 2000), que contiene un acuífero semiconfinado. La sección "Epipuelches", formada por limos con intercalaciones de arena contiene dos acuíferos muy conectados, el inferior de los cuales es el mencionado semiconfinado y el nivel freático.

El elevado crecimiento poblacional se ha producido sin contar con el consecuente incremento de la infraestructura básica de saneamiento, por lo que las causas antrópicas interfieren también negativamente con las de origen natural, como el aumento de las precipitaciones pluviales. En el año 1991 la red de agua potable servía a un 69,9% de la población del partido de Lomas de Zamora, mientras que la red de cloacas atendía sólo el 22,7%. Es muy relevante comentar que en la actualidad la red de agua potable supera el 90%, pero el origen de la misma es superficial, a través de la importación mediante conductos de gran porte proveniente de plantas de tratamiento del río de la Plata. Por otra parte, la red de cloacas ha sido postergada en el plan de trabajos de la concesión, manteniéndose en un servicio que sólo beneficia al 33% de la población del partido. Deben además sumarse como otros factores antrópicos específicos en este partido, la deforestación, la desarticulación del cordón industrial, que de tal modo requiere mucho menor agua de bombeo y el citado cambio de la fuente de abastecimiento de agua potable, que presenta un doble impacto: al dejar de bombear desde el acuífero aumentan las presiones en el mismo y al incorporar agua a la región sin obras anexas de desagües cloacales y pluviales es mayor la incorporación al suelo.

Como se ha comentado, se hallan identificadas conceptualmente las causas de la variación experimentada por algunas de las variables del sistema. El proyecto apunta a su cuantificación, lo que exigirá un análisis individual pormenorizado a fin de integrarlas en un balance y poder determinar la incidencia de cada una de ellas en el comportamiento general del sistema. La diferencia entre los ingresos (precipitación y aportes foráneos) y egresos (escurrimiento de drenaje superficial y evapotranspiración) del sistema es, en términos de balance hídrico, el volumen posible de infiltrar y generar en principio un crecimiento del nivel freático. La magnitud del desequilibrio volumétrico y su traducción en altura de nivel de napa freática dependerá de las características físicas superficiales y subterráneas de la cuenca receptora. Dentro de ese marco conceptual, se ha formulado una metodología específica para elaborar un diagnóstico a muy corto plazo (con información existente) y otro a mediano plazo, a partir de información generada durante el desarrollo del estudio. Esta metodología también se considera válida para proponer respuestas de emergencia, analizar las que actualmente están en marcha y ajustar soluciones a fin de tomar decisiones estructurales y no estructurales que permitan revertir en forma definitiva el problema.

CARACTERIZACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO EN EL MUNICIPIO

Dentro del partido de Lomas de Zamora se identificaron tres zonas (Figura N° 2) de características homogéneas (teniendo en cuenta aspectos topográficos, grado de urbanización e infraestructura existente, tipo de fuente aprovisionamiento de agua antes de la concesión del servicio, etc.).



Figura 2

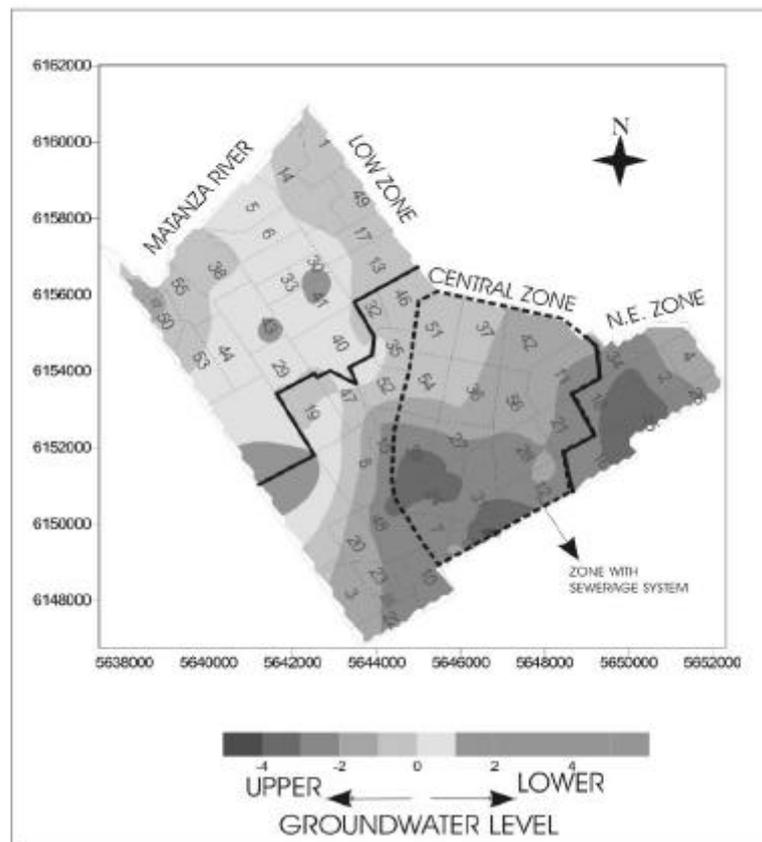


Figura 3

El análisis de la variación del nivel freático entre 1992 y 2000 (Figura N° 3) muestra que durante la última década hubo un progresivo incremento, y que el mismo no fue uniforme en todo el partido. Las zonas Central y NE, a pesar de ser las más altas topográficamente y los mayores índices de impermeabilidad, escurrimiento e infraestructura instalada, presentan los mayores ascensos de nivel freático. Debido a éste problema, a partir del año 2000, se instala una red de bombas para depresión del nivel freático. La zona baja, aledaña al Río Matanza, no presenta cambios remarcables. Dadas las características topográficas del área (muy baja pendiente), los procesos verticales de recargas y descargas del nivel freático prevalecen absolutamente por sobre los horizontales, fundamentalmente en las zonas Central y NE. En base a estas premisas se cuantificaron los distintos procesos que llevaron al ascenso del nivel freático, distinguiendo los naturales de los antrópicos.

Del volumen total de ingresos a la freática, en todo el período considerado (1991–2000), aproximadamente un 50 % tiene origen antrópico. La incidencia de efectos naturales en los ingresos, para las tres zonas resultó aproximadamente un 5% mayor en el período 1991-1995 (126.2 Hm³), que en el período 1996-2000 (120.2 Hm³).

Si bien se ha demostrado que existe una tendencia al aumento de lluvias en la región la mayor impermeabilización del suelo compensa con creces ese aumento (Figura N° 4). Los ingresos de origen antrópico fueron sustancialmente mayores en el período 1996-2000, que en el período 1991-1995. Ese incremento es de aproximadamente un 35 %. El incremento de los ingresos de origen antrópico es más notable en la zona NE (56 %) que en las zonas baja y central (20% y 35 % respectivamente). Esto es debido a que en la zona NE fue en la que más se incrementó el servicio de agua potable (271 %). En las zonas baja y NE, el ingreso por pozo negro surge como el factor antrópico de mayor impacto en la composición de los mismos para ambos períodos. La zona central también presenta un elevado ingreso por éste concepto.

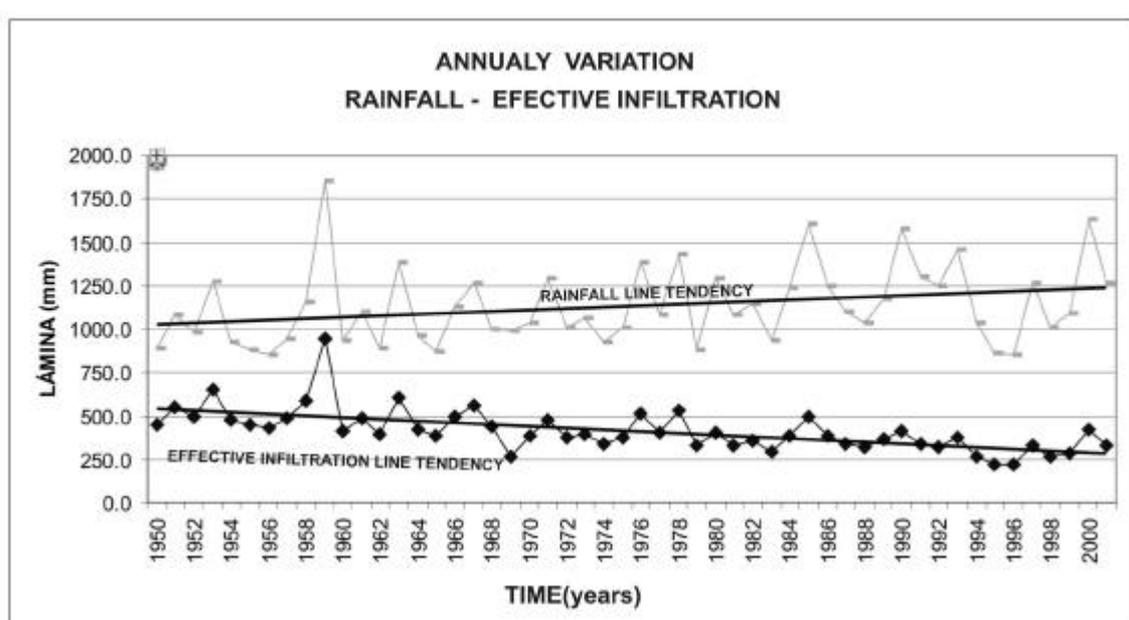


Figura 4

Si bien es posible que el efecto evapotranspirante pueda haber sufrido algún tipo de variación debido al crecimiento poblacional registrado entre el inicio y el final del período, no se

considera relevante para el orden de magnitud de los cálculos que en el presente estudio se efectuaron. Las descargas naturales hacia los cursos de agua, dadas fundamentalmente en la zona baja (receptor río Matanza) y en la zona NE (receptor arroyo Las Perdices), con las respectivas incidencias, tampoco sufrieron modificaciones apreciables en el período, por lo que su incidencia en la variación del nivel freático puede despreciarse.

La mayor elevación del nivel piezométrico en el período 1996-2000 se registró en la zona Central (Figura 5). La misma registró una elevación media en esta zona de 8,8 m, producto de la drástica disminución de la explotación del Acuífero Puelches fundamentalmente como fuente de provisión de agua potable.

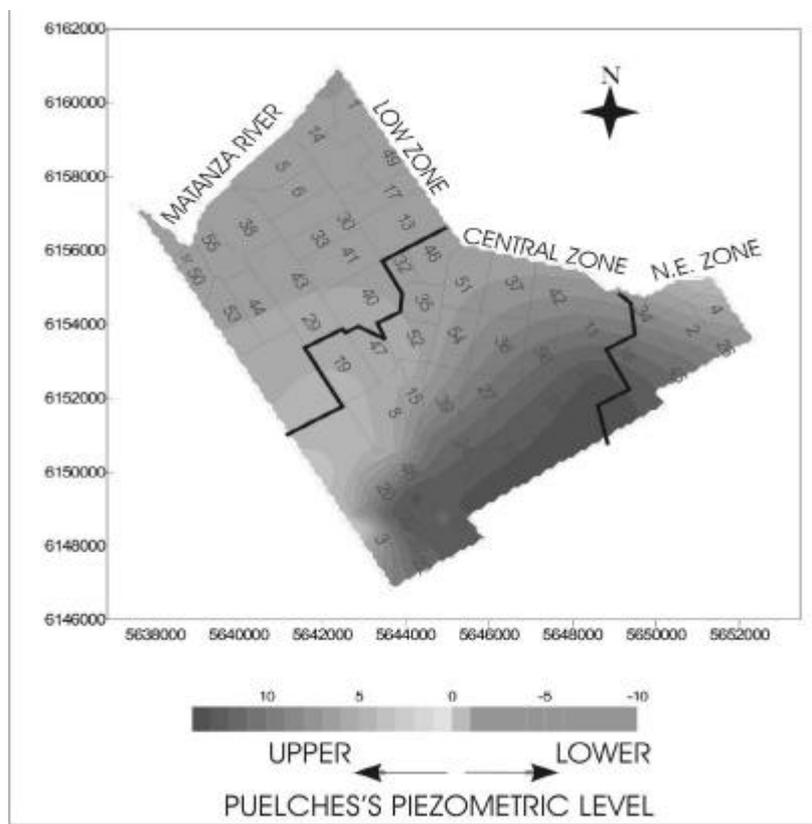


Figura 5

La explotación del acuífero "Puelches" se inicia en 1920. La expansión de su uso para abastecimiento público e industrial provocó una tasa de extracción que superó ampliamente la recarga natural, produciendo conos de depresión que llegaron en 1975 a tener ápices a -35 m y -40 m (Santa Cruz, 2000). La zona de mayor explotación del acuífero coincidió con la de mayor espesor del mismo. El mayor desarrollo de los conos de depresión se produjo hacia el sureste del partido, donde se localizaban los posos de abastecimiento público y en la zona sur, que era el área con mayor desarrollo industrial.

Esta sobreexplotación del acuífero (que generó los conos de depresión) y el deterioro de la calidad (incremento en la concentración de nitratos) fueron las causa para el progresivo abandono de la provisión por agua subterránea para uso doméstico. Cuando se abandona ese servicio de

provisión, se pasa de 114 pozos activos en 1990 a sólo 13 en el año 2001. Además, las industrias redujeron drásticamente sus extracciones, a causa de la recesión económica, por lo que se produce una recuperación de los niveles piezométricos en un orden de 10 metros, cambiando la dimensión y ubicación de los conos.

El servicio de agua potable se produce a través de agua proveniente del río de la Plata, importada a la región a través de acueductos, que modifica el ciclo hidrológico local. Como consecuencia de lo expuesto, en los últimos seis años los niveles piezométricos en la región se han incrementado en valores que van desde 2 m hasta 14 m (Figura N° 5), coincidiendo la zona de mayor ascenso con la de abandono de pozos de provisión. Esto produjo una merma en la velocidad de descarga de la freática al mencionado acuífero, que se estima pasó de un valor de 1.4 mm/día en el primer período a 0.25 mm/día para el año 2001.

Las elevaciones medias del nivel piezométrico en las zonas baja y NE fueron de 6.3 m y 4.3 m respectivamente. Como se aprecia son variaciones importantes pero su incidencia en la conformación del nivel freático es muy baja, ya que las principales vías de descarga de la napa freática en dichas zonas son el río Matanza y el bombeo domiciliario respectivamente.

La disminución o suspensión del bombeo domiciliario afectó fundamentalmente a la zona NE. En esta zona, en el período 1991-1995, el bombeo era de 16.1 Hm³ y posibilitaba descargar más de la totalidad de los ingresos antrópicos (13.9 Hm³) de la zona. En el período 1996-2000 el bombeo se redujo a 7.5 Hm³ y representa únicamente el 34 % de los volúmenes ingresantes en forma antrópica. Esta disminución en la capacidad de descarga de la zona NE fue producto del cambio de fuente de abastecimiento.

En definitiva, las variaciones del nivel freático tuvieron diferentes causas y grado de afectación de acuerdo a su ubicación geográfica. A su vez asociando el comportamiento del nivel freático con dichas ubicaciones, se distinguieron distintos patrones de funcionamiento de acuerdo a características topográficas, grado de urbanización, desactivación de perforaciones (tanto para agua potable como para la industria), importación de agua, desarrollo y antigüedad de las redes de agua potable, cloacales y pluviales.

Estas características dieron lugar a la generación de un concepto nuevo, que permitió ordenar el tratamiento de la problemática, y que se definió como “zonas homogéneas”. Se trata así de la determinación de áreas o zonas en las que los movimientos verticales (recarga o descarga) de la superficie freática se realicen a partir del predominio de un factor específico, ya sea de origen natural o antrópico. Se considera que debido a las bajas pendientes en donde se desarrolla el área metropolitana, los movimientos verticales son preponderantes por sobre los horizontales.

Los datos antecedentes para la determinación de las distintas zonas son los planos georeferenciados de topografía, imágenes satelitales LANDSAT, redes de desagüe pluvial, agua potable y servicio cloacal, ubicación y tipo de perforaciones.

Partiendo del área de estudio y aplicando en forma secuencial los distintos datos en forma de planos e imágenes, se van obteniendo la delimitación de las áreas buscadas, identificadas como ZH. Este proceso está esquematizado en la Figura N° 6.

De esta forma quedarán diferenciadas las siguientes zonas homogéneas:

a) *Con predominio de factores naturales*

ZH1: Áreas con cota menor a 5 m IGM. En estas zonas, estén o no urbanizadas, las variaciones que se observan en los niveles freáticos obedecen a los distintos estados de nivel que presenta el Río de la Plata.

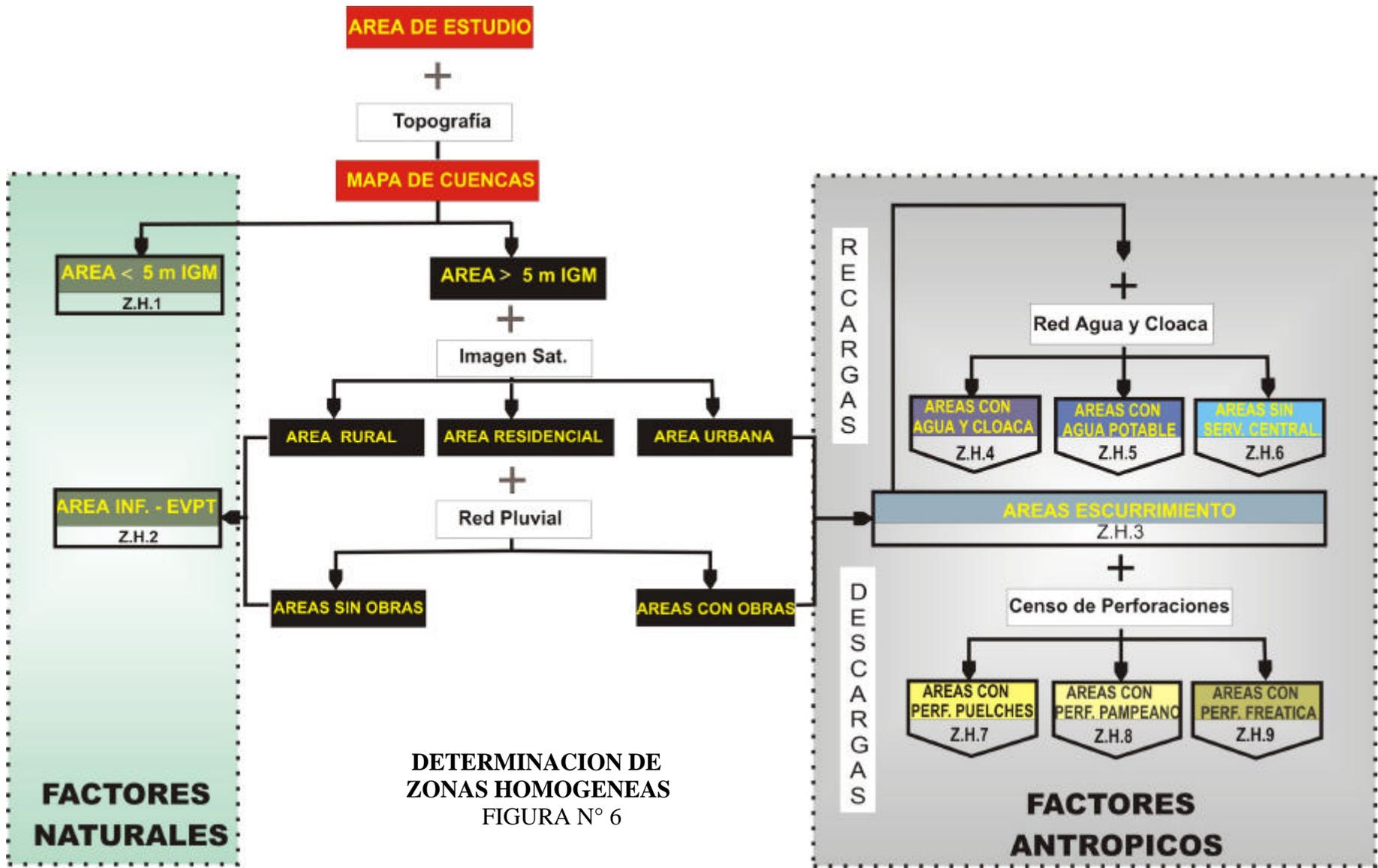
ZH2: Áreas con Predominio Infiltración–Evapotranspiración. En estas zonas, principalmente rurales, el nivel freático tiene un comportamiento típico de las áreas de llanura: sus variaciones son regionales y obedecen principalmente a los cambios operados en el ciclo hidrológico.

b) Con predominio de factores antrópicos

ZH3 : Áreas de Escurrimiento. En estas zonas, principalmente urbanas, el escurrimiento horizontal, a partir de una precipitación, es predominante. Los niveles presentan una gran variabilidad local y puntual dependiendo del grado y tipo de infraestructura de las actividades humanas que en estas zonas se desarrollan.

Recargas

ZH4 Áreas con Servicio de Agua Potable y Cloaca. En estas zonas, coincidentes con la población más antigua y con mayor densidad de ocupación, el principal factor de recarga del nivel freático es el de pérdidas en las conducciones.



DETERMINACION DE ZONAS HOMOGENEAS
FIGURA N° 6

ZH5: Áreas con Servicio de Agua Potable. En estas zonas el principal factor de recarga a la freática es el pozo negro. Las pérdidas en las conducciones son significativas pero menores que en la zona ZH4 porque en general se trata de conducciones más nuevas.

ZH6 Áreas sin Servicios Centralizados. En estas zonas, generalmente muy populosas pero con urbanización precaria, los principales factores de recarga a la freática son el pozo negro y las zanjas sin revestir. Estas últimas tienen un muy bajo rendimiento hidráulico y el agua tanto de lluvia como de lavado permanece mucho tiempo en ellas.

Descargas

Este proceso, dentro de las áreas urbanizadas, está asociado a la activación o desactivación de perforaciones a los distintos acuíferos. Por éste motivo la delimitación de las mismas se hace a partir del Censo de Perforaciones.

ZH7 Áreas con perforaciones al Puelches

ZH8 Áreas con perforaciones al Pampeano (abastecimiento domiciliario)

ZH9 Áreas con perforaciones a la freática (depresoras)

Aplicando éstos criterios en el partido de Lomas de Zamora se distinguieron tres zonas homogéneas:

- ZH5 – ZH8 Zona NE: la elevación de nivel freático se produjo a partir de la disminución o eliminación de los bombeos domiciliarios al acuífero Pampeano y el incremento de los ingresos a partir de la ampliación del servicio de agua potable.
- ZH5 - ZH7 - Zona Central: En la zona central dos aspectos contribuyeron a la elevación del nivel freático en esta zona: a) el aumento de las recargas antrópicas, a partir del año 1995, coincidente con la ampliación del servicio de agua potable, derivadas fundamentalmente de los ingresos por pozos negros (en las zonas no servidas por cloacas) y de las pérdidas en conducciones en toda la zona y b) la fuerte disminución en la capacidad de descarga del sistema, a partir del año 1995, producto de la drástica reducción de las perforaciones al acuífero Puelche por cambio de fuente de aprovisionamiento del servicio de agua público
- ZH1 - Zona Baja: En ésta baja, no obstante haber sufrido un importante incremento en las recargas antrópicas, a partir de la ampliación del servicio de agua potable no se ha observado un incremento de nivel freático en el período considerado. Ello se debe a que esta zona está fuertemente condicionada por causas naturales vinculadas a los niveles que adquiere el río Matanza

EL AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

Dado que el fenómeno del ascenso del nivel freático se produjo en amplios sectores del Área Metropolitana, se está desarrollando un estudio integral que permitirá determinar a nivel general y en sectores específicos representativos, la incidencia relativa de los diversos factores naturales y antrópicos y la elaboración de propuestas de mitigación al problema del crecimiento del nivel freático en las zonas correspondientes.

Para efectuar los trabajos correspondientes se organizaron equipos interdisciplinarios provenientes de distintos centros del INA (Programa de Aguas subterráneas de Ezeiza, Centro Regional Litoral, Dirección de Servicios Hidrológicos, Centro Regional Andino y Centro de Tecnología y Uso del Agua). Se contó además con la cooperación de la Dirección de Prevención contra la Contaminación de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable a efectos de integrar la estimación de los bombeos industriales, con datos inéditos de todas las industrias declaradas de la región. Estos equipos se concentraron en las tres actividades básicas en que se desarrolla el presente estudio: Hidrogeología, Evaluación de Infraestructura y Banco de Datos.

Dado que se tomó como unidad de estudio a la cuenca hidrológica, la superficie total sobre la que se trabajó es de aproximadamente 6.000 Km², divididas en catorce cuencas hídricas siendo las más relevantes las del río Reconquista y la del río de La Matanza.

Los productos obtenidos en la primera etapa fueron:

Confección de la Información

- Base de datos relacional completa con la información disponible
- Sistema de información geográfica relacionado con las bases de datos presentadas

Confección de la Cartografía Temática

- Mapa geológico y geomorfológico de la región de estudio y referenciamiento de la misma a la cartografía de base
- Mapa de usos del suelo en relación urbanización y áreas verdes (evaluación indirecta de la infiltración)
- Mapa de distribución del agua y cloacas correlacionado con datos hidrogeológicos.
- Mapa de ubicación de Industrias que explotan agua del Acuífero Puelches.
- Mapas preliminares de capacidad de evacuación de pluviales troncales.
- Determinación de los límites de cuenca y áreas bajas potencialmente inundables
- Mapas geológicos iniciales estratigráficos de la región
- Mapas hidrogeológicos, niveles piezométricos actuales, isocurvas hidroquímicas, otros (en función de la información disponible y que sea complementaria)
- Mapas ambientales
- Mapas de áreas homogéneas
- Escala de presentación prevista 1: 100000

Obras de perforaciones y ensayos

- Construcción de 1000 metros lineales de frentímetros
- Construcción de 900 metros lineales de Piezómetros y pozos de observación
- Construcción de 240 metros lineales de Pozos de bombeo y ensayos
- Determinación de los parámetros del acuífero y radio de conos

Interpretación de la información

- Actualización e interpretación de la información hidrogeológica a nivel de cuenca hidrográfica.
- Definición de factores y patrones especiales compatibles con las causales más importantes de ascenso de niveles freáticos.
- Selección de módulos representativos de zonas homogéneas

CONCLUSIONES

A partir de los productos obtenidos se cuenta, básicamente, con una información homogeneizada y geo-referenciada de: la situación actual del medio físico (geología, grado y tipo de ocupación del suelo, infraestructura existente, parámetros hidráulicos de las distintas formaciones, calidad de agua) del uso y evolución del recurso subterráneo, y de la situación actual del nivel freático. Se ha efectuado y concluido el estudio hidrometeorológico que permite estimar la influencia de un factor natural (incremento de la pluviosidad en la región) que ha sido reiteradamente discutido.

También se calculó la capacidad de los desagües troncales de cada una de las cuencas del área. Este trabajo es de fundamental importancia no tanto en la presente etapa de diagnóstico sino en el planteo de las medidas de mitigación, ya que dicha red será la encargada de conducir los excedentes que se bombeen (ya sea del acuífero pampeano o puelches) con el objeto de deprimir el nivel freático.

Del mismo modo se cuenta con una red de medición instalada y la definición geo-referenciada de seis zonas homogéneas que permitirán la determinación del predominio en la conformación del nivel freático de un factor específico, ya sea de origen natural o antrópico. En la Figura N° 7 (mapa de zonas homogéneas y población) se muestra dicha división asociada a la población que se inserta en cada zona.

En la Figura N° 8 se muestran las áreas afectadas por la disminución de los bombeos al Puelches (cese de bombeo para abastecimiento y disminución del bombeo industrial) y el consecuente ascenso de los niveles piezométricos en el período 1993 – 2002.

Actualmente se ha comenzado a trabajar en una segunda etapa en la que se ha incorporado directamente la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación a cargo de las obras de perforaciones de estudio.

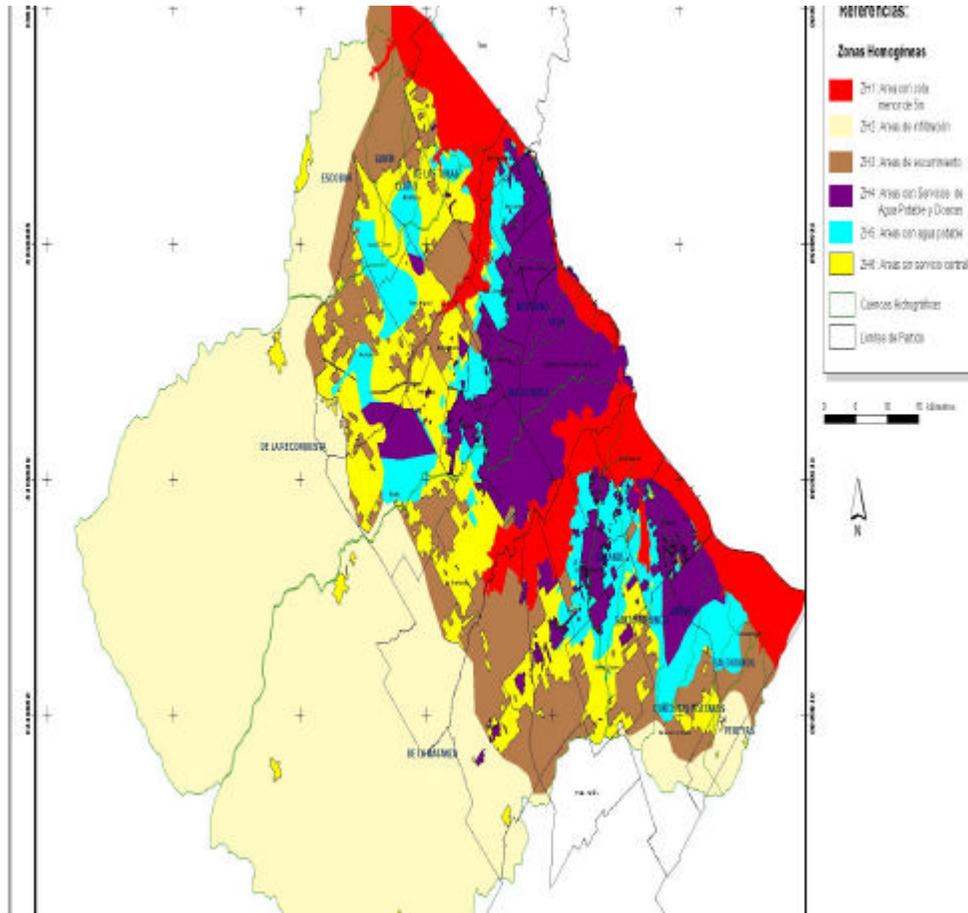
Los trabajos previstos se circunscriben a estudios en tres “áreas piloto” en los Partidos de Lomas de Zamora, Tres de Febrero y San Isidro. Ellos se refieren a aspectos tales como:

- a) el relevamiento detallado del medio físico de las infraestructuras existentes (determinación de cotas a nivel de cada bocacalle), intervención de equipos técnicos con incumbencia en hidrogeología, topografía y geofísica. La escala de trabajo será 1:20.000 y cuando se requieran detalles particulares la misma podrá ser de 1:5.000;
- b) la implementación de redes de monitoreo y ejecución de obras, con perforaciones a los acuíferos freático (1300 m) y Pampeano o Puelches (1200 m);

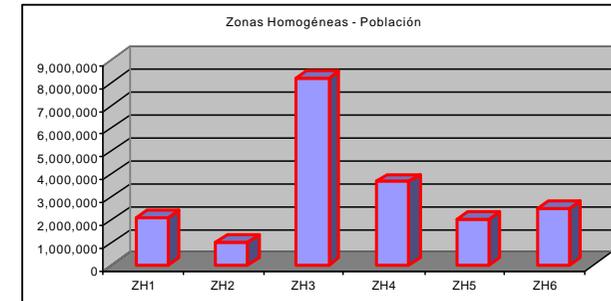
- c) estudios tendientes para definir las variables de implementación en modelos de campo de bombeo para el abatimiento del nivel freático;
- d) censo de pozos;
- e) censos hidrogeológicos;
- f) determinación de las características hidráulicas de los distintos acuíferos;
- g) determinación de la infiltración y medición sistemática de precipitación y niveles freáticos;
- h) estudios de pérdidas en conducciones;
- i) estudio de interferencias;
- j) balances volumétricos para determinar y cuantificar las principales entradas y salidas, naturales y antrópicas del acuífero libre
- k) evaluación de medidas alternativas de mitigación.

En una posterior etapa, una vez analizadas las causas que imponen la conformación actual del nivel freático, ensayadas y verificadas las distintas medidas de mitigación posibles, se podrán proponer medidas estructurales y no estructurales en cada área piloto analizada.

MAPA DE ZONAS HOMOGENEAS POBLACIONES



ZONA	POBLACION
ZH1	2,063,856
ZH2	990,220
ZH3	8,225,797
ZH4	3,678,600
ZH5	2,031,293
ZH6	2,515,904



- REFERENCIAS:**
- ZH 1 : Areas Bajas
 - ZH 2 : Areas Rurales
 - ZH 3 : Areas Escurrimiento
 - Areas Residenciales
 - ZH 4 : Areas con A.P. y C.
 - ZH 5 : Areas con A.P.
 - ZH 6 : Areas Sin Serv.

Figura N° 7

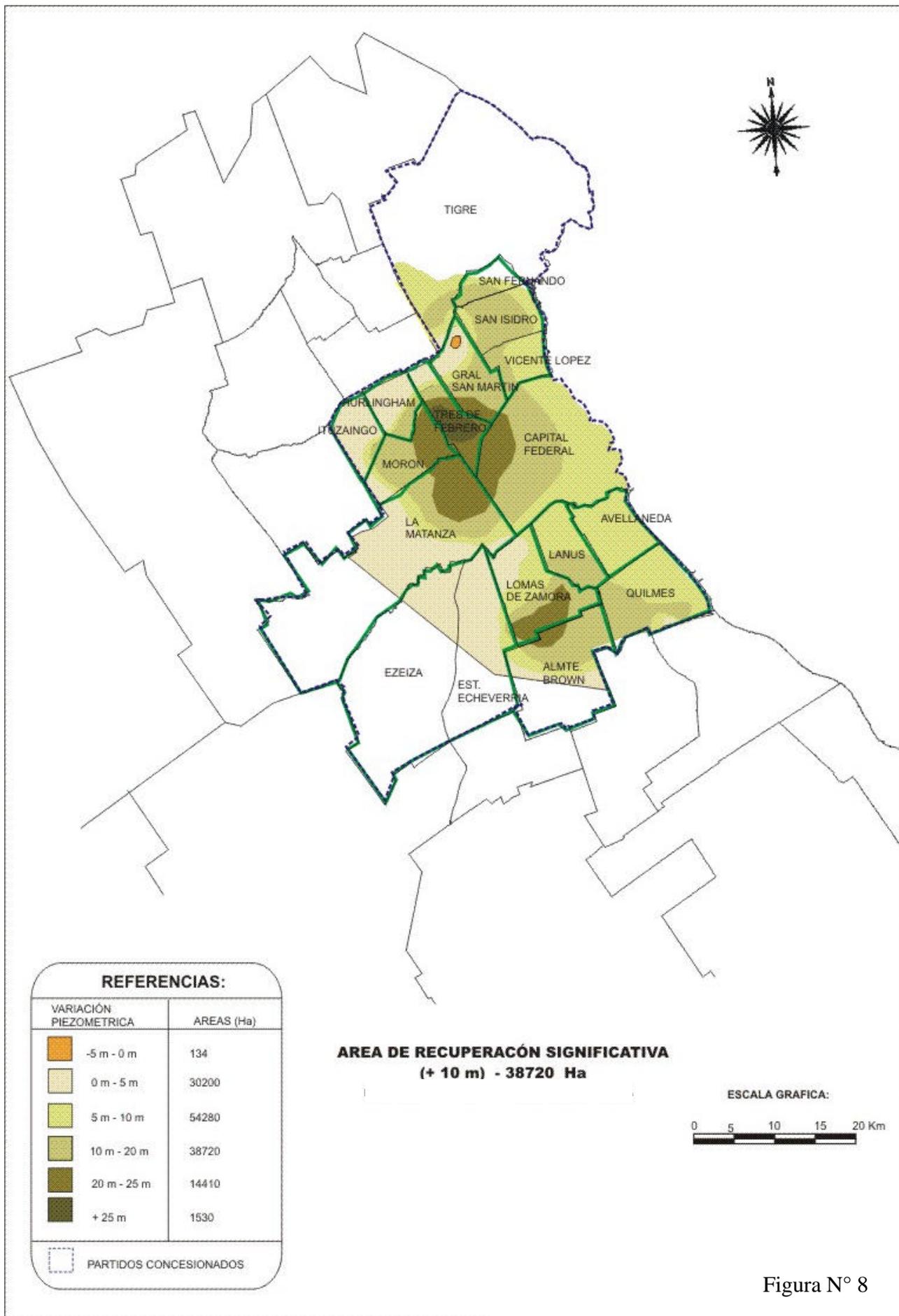


Figura N° 8

Las medidas estructurales se harán a nivel de factibilidad y contendrán aspectos tales como trazas y ubicación aproximada de las distintas obras propuestas, forma de conducción y destino final de los excedentes.

A la finalización de esta etapa se dispondrá de índices que cuantificarán los procesos más importantes que intervienen en la definición de la morfología de la superficie freática y las propuestas de mitigación para cada área piloto. Estos elementos permitirán evaluar la posibilidad de extender arealmente las medidas correctivas, hasta cubrir la totalidad del Área Metropolitana. De tal forma que se podrá generar un plan de acción, que incluya medidas estructurales (anteproyecto técnico-económico de obras de drenaje y desagües que permitan evacuar los excedentes generados por el ascenso del nivel freático en las áreas problemas) y no estructurales, que minimicen los efectos de la fluctuación de los niveles freáticos. Asimismo se podrá implementar un modelo numérico que simule las condiciones de funcionamiento del acuífero libre y que fundamente, a partir de la conformación de distintos escenarios con sus correspondientes medidas de mitigación, podrá ser de utilidad para la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bianchi, H. y Lopardo, R.A.** (2003): "*Diagnosis and Mitigation of Groundwater Level Rise in a Highly Populated Urban System*", XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Grecia, Vol. B, ISBN 960 243 594 1, pág. 629-636.
- Cerioni, A.L. y Lopardo, R.A.** (2001): "*Una propuesta de estudio integral de la elevación de napas en el conurbano bonaerense*", IV Diálogo Interamericano de Gerenciamiento de Aguas, Foz do Iguacu, Brasil, CD paper N° 154.
- Santa Cruz, J.N. et Al.** (1997): "*Explotación y deterioro del acuífero Puelches en el área metropolitana de la República Argentina*", Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS.N° 31, Buenos Aires.
- Santa Cruz, J.N.** (2000): "*Desequilibrium of the groundwater in Argentina*", 31st. International Geological Congress. Rio de Janeiro, Brasil. (Special Symposia).