



LAS INUNDACIONES Y ASCENSO DE LOS NIVELES FREÁTICOS EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Santiago B. Giai

Universidad Nacional de La Pampa y Dirección de Aguas de La Pampa
E mail: sgiai@cpenet.com.ar

(99 - 117) Santiago B. GIAI

Abstract

FLOODS AND WATER TABLE RISE IN THE PROVINCE OF LA PAMPA

Since the decade of 1980, water tables (WT) began to rise in the western and part of the central region of the Province of La Pampa. These rises started to generate problems, in general, since the 90's. The most serious nuisances in the geographical environment of the province are focused on the decline in the quality of life in urban centres affected by the phenomenon, the difficulty or hindrance to circulation on earthen tracks - and in the most extreme cases on paved roads -, and on the degree to which the main productive activity - agriculture-and-cattle-rearing - was affected.

The causes giving origin to this problem are basically three. On the one hand the increase in precipitation, that was progressive between the years 1970 and 1980. Due to its being a flat area, without a network of surface discharge, this increase in precipitation was reflected on another correlative increase in actual evapotranspiration, and the remanent was incorporated to the subsoil in the form of a recharge of the phreatic aquifer, at a rate higher than that of the historical median.

In the second place, and in this case restricted to some urban areas, the above process was synergistically boosted by the importation of water for its home distribution through potable water supply.

Finally, in the north-eastern end of the province of La Pampa, the contributions of the Quinto River, that historically drained into the marshland of La Amarga lagoon to the south of Córdoba province, were added to the above two causes.

The development of this process can be schematized in three stages. In the first one, the only perceptible effect was the rise of the WT, perceived only by those directly related with this type of issues (professionals, drillers, millers). Only in its final stage, when the process affected urban areas, it captured the attention of the population in general.

(99 - 117) Santiago B. GIAI

During a second stage, one of greater seriousness, the lowlands were flooded, these former basins temporarily flooding in normal situations becoming permanent bodies of water, and depressed areas that had never had it, now storing surface water.

Finally, interconnection among flooded areas took place, in many cases surface drainage intervening, there insinuating itself a previously inexistent drainage network.

Key Words: Flat lands / Floods / Water table rise / La Pampa

Resumen

A partir de la década de 1980, comenzaron a elevarse los niveles freáticos (NF) en el sector oriental y parte del central de la provincia de La Pampa. Estos ascensos comenzaron a generar problemas, en general, a partir de los años 90. Los inconvenientes más serios en el ámbito geográfico de la provincia, se centran en el deterioro de la calidad de vida en los centros urbanos afectados por el fenómeno, la dificultad o impedimento para transitar por caminos de tierra, y en casos extremos por rutas pavimentadas, y en la afectación de la actividad productiva principal: la agrícola ganadera.

Las causas generadoras de esta problemática son básicamente tres. Por un lado el aumento de las precipitaciones, aumento que fue progresivo entre los años 1970 y 1980. Por tratarse de un área llana, sin una red de escurrimiento superficial, el aumento de las precipitaciones se tradujo en uno correlativo de la evapotranspiración real, y la incorporación al subsuelo como recarga del acuífero freático de los remanentes, en una tasa superior a la media histórica.

En segundo término, y en este caso restringido a algunas áreas urbanas, potenció sinérgicamente al proceso anterior la importación de agua para su distribución domiciliar mediante redes de agua potable.

Finalmente, en el extremo noreste de la provincia de La Pampa, los aportes del río Quinto, que históricamente finalizaba en los bañados de la laguna La Amarga en el sur de la provincia de Córdoba, se sumaron a los dos anteriores.

El desarrollo del proceso puede esquematizarse en tres etapas. En la primera, el único efecto perceptible fue el ascenso del NF, percibido sólo por aquellos relacionados directamente con el tema (profesionales, perforadores, molineros). Sólo en su etapa final, cuando afectó áreas urbanas, fue captado por la población en general.

En una segunda etapa, de mayor gravedad, se produjo el anegamiento de áreas bajas, transformándose en cuerpos de agua permanentes, cuencos que en situaciones normales se anegaban en forma temporaria, y almacenando agua en superficie áreas deprimidas que nunca la habían tenido.

Finalmente, se produjo la interconexión entre áreas anegadas, en muchos casos

(99 - 117) Santiago B. GIAI

mediando escurrimiento superficial, insinuándose una red de drenaje que con anterioridad no existía.

En el trabajo se describe el proceso en tres zonas diferentes: El Meauco, Gral. Pico y Realicó, que ilustran acerca de la modalidad y magnitud del fenómeno. Asimismo se indican las obras de control que hubieron de implementar las autoridades del área para morigerar los impactos negativos que el proceso produjo.

Palabras claves: Áreas llanas / Inundaciones / Elevación niveles freáticos /
La Pampa

INTRODUCCIÓN

En la provincia de La Pampa en la última década se han producido, al igual que en otros sectores de la llanura Chaco - Pampeana, notorios ascensos del nivel freático (NF), a la vez que se han inundado áreas bajas. Ambos fenómenos fueron de mayor amplitud en el sector oriental, y disminuyen en intensidad hacia el oeste, de manera que puede considerarse que a partir del meridiano de 66°, y hacia el poniente, no fueron significativos, con excepción del valle de los ríos Atuel - Salado.

Estos ascensos del NF y anegamiento de áreas normalmente secas, trajeron aparejados una serie de inconvenientes que vale la pena mencionar. Los principales son tres:

1. Deterioro de la calidad de vida de habitantes de los centros poblados.

Esta degradación se manifiesta en varios hechos.

En primer lugar, la mayor parte de los centros urbanos de la provincia de La Pampa carece de desagües cloacales, y las aguas servidas domésticas se evacúan mediante pozos negros absorbentes. El ascenso del NF limita, y en muchos casos anula, la capacidad de absorción de los mismos, con lo cual se ven dificultadas las tareas cotidianas de higiene y eliminación de las excretas de los hogares. Asimismo, fueron frecuentes los casos en los que los vertidos a los pozos absorbentes derramaron su contenido a las calles, con la consecuente generación de olores desagradables y riesgo de contagio de enfermedades.

En segundo término, el ascenso del NF puede que alcance la fundación de edificios y viviendas, fundaciones que fueron dimensionadas para otras condiciones del subsuelo, produciendo asentamientos diferenciales y deterioro general de la construcción, que llegó en casos extremos, a su inutilización total.

2. Transitabilidad de rutas pavimentadas y caminos de tierra.

La transitabilidad se vio afectada, en muchos casos interrumpida, debido a

que se acumula agua sobre el pavimento, y en el caso de los caminos secundarios sin pavimentar, por la formación de pantanos. A este efecto principal, debe agregarse que en muchos tramos de las vías de comunicación, las banquetas quedan inutilizadas, lo cual aumentó el riesgo de accidentes.

3. Disminución de la producción.

El ámbito geográfico en que se produjeron los fenómenos que se analizarán seguidamente, tiene una producción agropecuaria, que se vio afectada de varias maneras.

En el caso de la agricultura, por la disminución de la superficie cultivable, tanto por los anegamientos en sí, como por la imposibilidad de efectuar las labores necesarias debido a que el suelo, con el NF cercano a la superficie, no soporta el paso de la maquinaria. Asimismo, muy relacionado con la agricultura, debe mencionarse que el cono de los silos para acopio de cereales (parte subterránea de la construcción), fue afectado por filtraciones del acuífero freático ascendido, provocando la pérdida de grandes volúmenes del acopio, así como la disminución de la capacidad de almacenamiento.

Por su parte la ganadería fue afectada por la escasez de forraje.

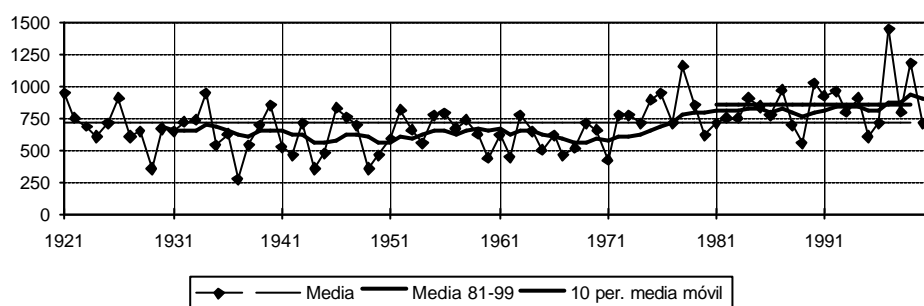
Finalmente, ambas actividades productivas tuvieron dificultades, y en casos extremos se vieron imposibilitadas, para trasladar la producción desde los establecimientos de campo hasta los centros de comercialización.

LAS CAUSAS

Sin dudas, la causa desencadenante del proceso, fue el aumento de las precipitaciones. Esta relación causal queda en evidencia por la coetaneidad del ascenso del NF con el aumento de las mismas. En la figura 1 se grafican las precipitaciones anuales medidas en Realicó entre 1921 y 2001, que sirve de ejemplo para ilustrarlo. La media para todo el período alcanza a 707.3 mm, pero puede

verse mediante el análisis de medias móviles para períodos de 10 años, que en la década de 1970 y hasta principios de la de los ochenta, hubo un aumento de las mismas, de manera que la media para el lapso 1981/99 alcanza a 859.0 mm, superior en más de 150 mm a la media histórica.

FIGURA 1. Precipitación anual Realicó. Período 1921 - 2001



En cuanto a la recarga directa del acuífero freático que estas precipitaciones producen, se han realizado numerosas estimaciones, con metodologías diferentes. En un trabajo anterior (Giai y Hernández, 1999), se pasa revista a muchas de ellas. Asimismo se complementan con estimaciones propias, y se concluye que la recarga directa en ambiente arenoso responde bien a la ecuación

$$R = (P - 282) \times K$$

en la que R = recarga en mm/año; P = precipitación en mm/año, y K = coeficiente que varía entre 0,18 y 0,22

Aceptando esta ecuación puede verse que la recarga directa del acuífero freático pasó de un valor medio de 85 mm/año, a otro de 115 mm/año. Este aumento de la recarga trajo como consecuencias, obviamente, el ascenso del NF, y, cuando el mismo estuvo cerca de la superficie o directamente en ella, que la recarga fuera rechazada por carencia de espacio físico para recibirla (Giai y Hernández, op. cit.).

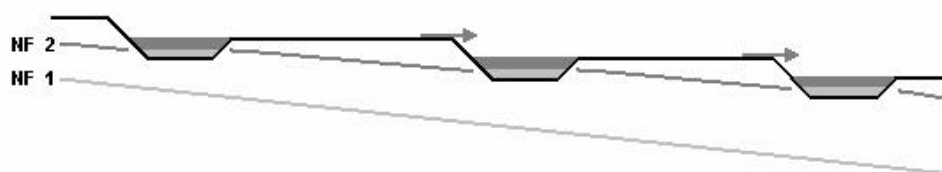
El ascenso del NF se vio potenciado en algunas plantas urbanas, debido a la importación de agua desde zonas más o menos alejadas de las mismas. En la provincia de La Pampa, todos los servicios de agua potable se abastecen a partir de agua del subsuelo, y en varios casos debe recurrirse a su extracción desde áreas alejadas para obtener agua de buena calidad. Como por lo general no existe una red colectora de líquidos cloacales, un mínimo del 70 % del volumen distribuido se incorpora al acuífero freático subyacente a las localidades en las que, si bien la recarga natural es reducida o nula como consecuencia de la impermeabilización de las calles por el pavimento, techos de viviendas, etc., esta circunstancia genera una recarga artificial o inducida, superior a la que se da en el entorno de las plantas urbanas en condiciones naturales.

A manera de ejemplo, puede presentarse el caso de Realicó. La población consume entre 700 m³/día (en invierno) y 1000 m³/día (en verano), de agua extraída unos 10 Km al sur del área poblada. El 70 % de esta masa, que se incorpora al acuífero freático como recarga, representa, teniendo en cuenta la superficie poblada, una recarga del orden de los 240 mm/año, prácticamente el triple de la recarga media natural regional (Giai, 2001).

DESARROLLO DEL PROCESO

El aumento de las precipitaciones que se acaba de describir, junto a la importación de agua en varios centros urbanos y los escurrimientos del río Quinto en el extremo noreste, produjeron el ascenso del NF e inundaciones. El desarrollo del proceso puede desglosarse en tres etapas, como se esquematiza en la figura 2.

FIGURA 2. Desarrollo del proceso. Comienza con la elevación del NF; continúa con enlagueamientos y culmina con la interconexión de los mismos.



En la primera, se manifestó en el ascenso sostenido del NF, ascenso que sólo fue apreciado por quienes estaban relacionados de manera directa con el agua subterránea (perforadores, molineros, profesionales).

En una segunda, de mayor gravedad, se produjo el anegamiento de áreas bajas, transformándose en lagunas permanentes, las que con anterioridad contenían agua de manera temporaria, y almacenando agua en superficie bajos topográficos que nunca la habían tenido. Contemporáneamente, los centros urbanos que importan agua, comenzaron a sufrir los inconvenientes enumerados en la introducción.

Finalmente se produjo la interconexión de las áreas anegadas, conformándose o insinuándose una red de drenaje que con anterioridad no existía. Sobre este aspecto cabe reflexionar sobre algunas particularidades de la hidrología de las grandes llanuras.

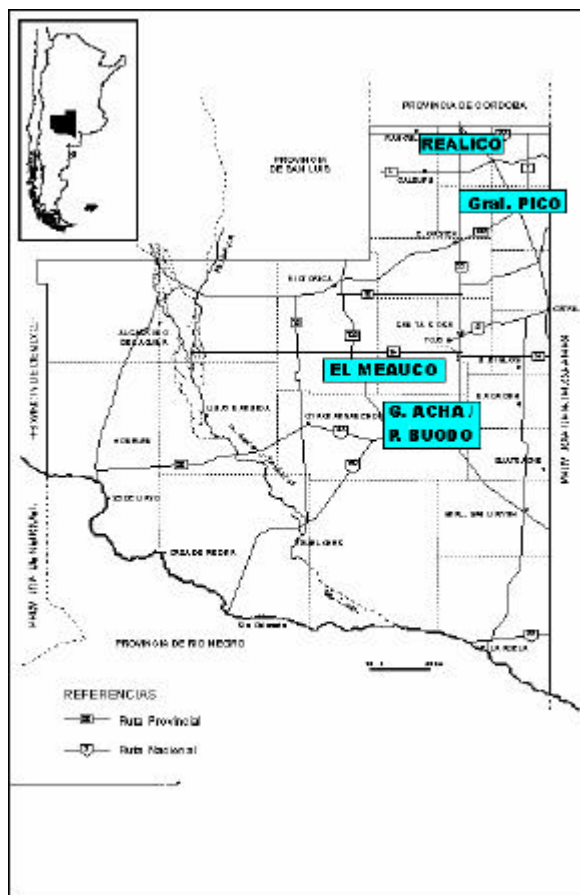
Es sabido que en las mismas, en condiciones de humedad, existe una red de drenaje, mal definida pero red de drenaje al fin. Cuando la disponibilidad de agua es de menor magnitud, no existe tal red de drenaje y en cambio aparecen cuerpos de agua superficial, desde los que se evacua por evaporación la masa líquida que no es extraída por escurrimiento superficial. Finalmente, en condiciones de menor disponibilidad de agua, aún, la que no se almacena en el suelo, tiene como destino, la recarga del acuífero freático.

El desarrollo del proceso en el sector oriental de la provincia de La Pampa, permite pensar que se pasó desde un estado caracterizado como el último de los descriptos, a ser del tipo de los primeros, es decir, desde una situación en la que la totalidad del agua que no era retenida por el suelo se transformaba en recarga, a otra en la que se insinúa una red de drenaje.

AREAS DE ANÁLISIS DEL FENÓMENO

En la provincia de La Pampa, las autoridades del área de los recursos hídricos, monitorean el NF en unos 90 puntos de control, ubicados en el centro del territorio y en su tercio noreste. La frecuencia de medición es aproximadamente mensual, y los registros han comenzado en algunos casos hace más de 20 años, y en los más recientes, desde unos 10 años atrás.

FIGURA 3. Áreas de análisis del NF.



De ese volumen de información se ha seleccionado para este análisis la freaticimetría de Gral. Pico (parte de ella), El Meauco y Realicó.

Las razones de esta selección son básicamente dos. Por un lado, porque se trata de áreas alejadas de baterías de perforaciones de explotación que extraen volúmenes importantes de agua desde el subsuelo, y por lo tanto ilustran sobre el desarrollo y magnitud del proceso en condiciones naturales. De no haber efectuado la selección con este criterio, deberían incluirse en el análisis, como mínimo, los volúmenes extraídos y la porosidad efectiva del acuífero, información que por el momento no está disponible. En segundo término, porque su distribución se considera representativa del fenómeno en condiciones naturales (Gral. Pico y El Meauco), y en ambiente urbano con las particularidades que el mismo tiene en la provincia de La Pampa (Realicó).

Para la interpretación adecuada de la freaticimetría, es necesario tener en cuenta la composición del subsuelo, en especial del tramo involucrado en el ascenso del NF.

Todas las áreas tienen en común la presencia en superficie de un manto de arenas finas, de origen eólico, cuyo espesor es variable. Los mínimos son inferiores al metro, y el máximo perforado, en la zona de El Meauco, alcanza a 32 m. Puede considerarse que la situación más común es que tenga un espesor de entre 2 y 3 m. Este material está edafizado en su parte superior. Los tipos de suelo van desde Ustipsament típico a Haplustol, estos últimos ubicados con preferencia en el noreste, mientras que los primeros se encuentran en el centro del territorio provincial, aunque también están presentes en otras zonas que han sufrido erosión eólica en décadas recientes. La presencia de un tipo de suelo u otro es de importancia para el proceso de recarga, ya que la misma es superior en concordancia con los Ustipsament, con escaso desarrollo del perfil edáfico, por lo general no utilizados con fines agrícolas, y sobre los que crece una vegetación espontánea de tipo pastizal.

Le sigue hacia abajo de las arenas descriptas, una formación limo arenosa

fina de color castaño, con nódulos calcáreos, que suele estar separada de la anterior por un estrato de tosca. En contadas ocasiones esta formación intercala en su desarrollo vertical, sedimentos arcillosos. En el área de El Meauco este conjunto sedimentario ha sido descrito formalmente como Formación Cerro Azul, de edad miocena superior. En las demás zonas estudiadas se las conoce informalmente como "Pampeano", y si bien es muy probable que sea correlacionable con la anterior, no se ha probado su posición cronoestratigráfica.

Por debajo de los limos arenosos descriptos, en Gral. Pico se encuentran arcillas gris verdosas, equivalentes al "Mioceno Verde". En Realicó, puede deducirse que ocurre algo semejante en base a correlaciones regionales (De Elorriaga y Tullio, 1998), aunque las perforaciones en la zona no superan los 60 m de profundidad. Finalmente en la zona de El Meauco, subyace a la formación Cerro Azul el basamento cristalino.

LOS ASCENSOS DEL NIVEL FREÁTICO

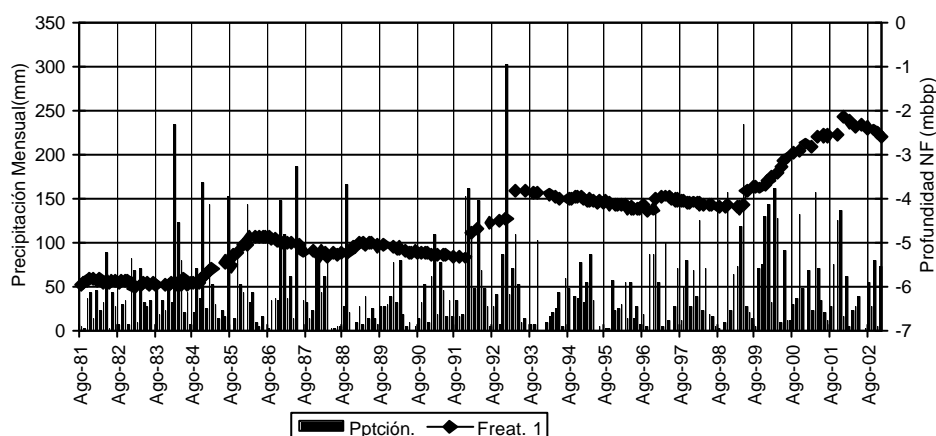
En la figura 4 se presenta el hidrograma correspondiente a uno de los cinco freatómetros de el área de El Meauco, cuyo registro comienza en agosto de 1981, y continúa (se ha tomado hasta el año 2002), junto con las precipitaciones mensuales de la localidad de Chacharramendi, ubicada cerca del área en que se encuentran los puntos de control. El monitoreo no ha sido regular, no obstante lo cual puede verse:

1. se identifican 3 períodos de ascenso del NF:
 - 1.1. entre oct de 1984 y ene de 1986
 - 1.2. entre ene de 1992 y jun 1993
 - 1.3. entre mar de 1999 y jul 2002
2. a partir de este último, se inicia una tendencia al descenso, que continúa.
3. en un análisis más exhaustivo de los mismos (Giai, 1998), se concluye:
 - 3.1. los NF fluctuaron entre - 3,31 y - 5,81 m.

3.2. con recargas comprendidas entre 42 y 23 mm/año, los NF se mantuvieron fluctuando en torno a un valor medio. Ascendieron y se mantuvieron elevados con recargas superiores a 126 mm/año, y buscaron su posición de equilibrio desde otra elevada con recargas de 73 y 28 mm/año.

Es necesario aclarar una aparente contradicción. En efecto, en el último punto se señala que con recargas de entre 42 y 23 mm/año los NF se mantuvieron mientras que con las mismas entre 73 y 28 mm/año, descendieron. No existe tal contradicción, por cuanto las series freatimétricas son autoregresivas de orden 1, es decir, lo que ocurra en un momento t , depende prioritariamente de qué ha ocurrido en el momento $t - 1$. Ello explica que un mismo valor de recarga pueda producir ascenso, descenso o estabilización del NF.

FIGURA 4. EL Meauco - Precipitaciones y Variación del NF



En la figura 5 se hace lo propio con uno de los freáticos ubicados en el acuífero Pico - Dorila, y las precipitaciones mensuales medidas en Gral. Pico. El punto de control se ubica a varios kilómetros de la batería de perforaciones que abastece a Gral. Pico, de manera que la influencia de la misma no es notable para eventos específicos, tal vez si lo sea en cuanto a la tendencia. En este gráfico, puede notarse:

1. Hay correlación con los períodos de ascenso verificados para El Meauro.
2. A diferencia de aquellos, en los que entre un período de ascenso y el siguiente se estabiliza el NF, en este caso el mismo desciende hasta alcanzar aproximadamente el nivel anterior al ascenso. Se interpreta, como primera aproximación, que ello es consecuencia del bombeo efectuado en el acuífero.
3. El análisis del conjunto de freáticos sobre este acuífero (en total son 23), (Giai, op. cit.), concluye:
 - 3.1. la serie responde a un modelo autoregresivo de orden 1, con dos parámetros: γ , de decaimiento, que tiene el mismo valor para todo el acuífero y varía estacionalmente indicando que se produce evaporación directa desde la capa freática, y α , de ascenso, que varía con la ubicación del freático, indicando que el valor de la recarga es local.
 - 3.2. con recargas entre 97 y 146 mm/año, los NF se mantuvieron. Con recargas superiores a 132 mm/año, se elevaron y con recargas menores a 92 mm/año, descendieron buscando su posición de equilibrio dinámico.

Finalmente en la figura 6, puede verse el comportamiento del NF en el área urbana de Realicó entre ago/98 y oct/00, junto con las precipitaciones diarias ocurridas allí en ese lapso. Es evidente en este caso:

1. La declinación de los NF a partir de nov/99 como consecuencia de la intervención instrumentada para deprimirlo.

2. El ascenso del NF aquí, comenzó antes del inicio del tercer período medido en las otras dos localidades. Se interpreta que ello se debió a la importación (Giai, 2001).

FIGURA 5. Gral. Pico. Precipitación mensual y NF, freatómetro I.3.

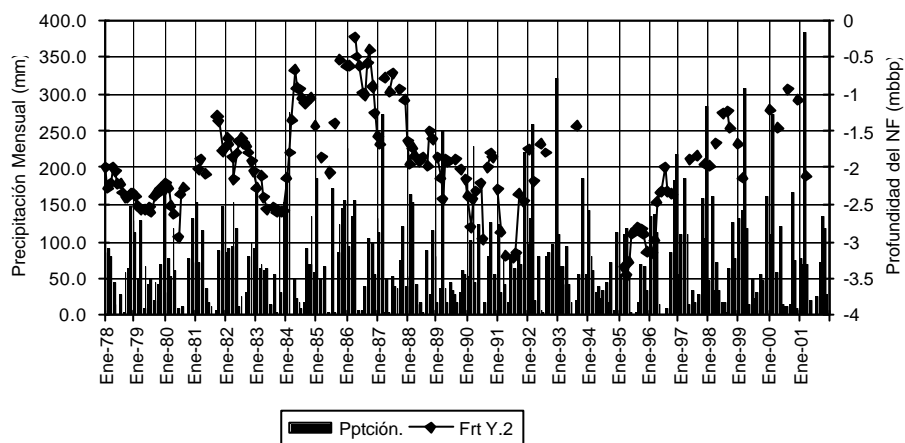
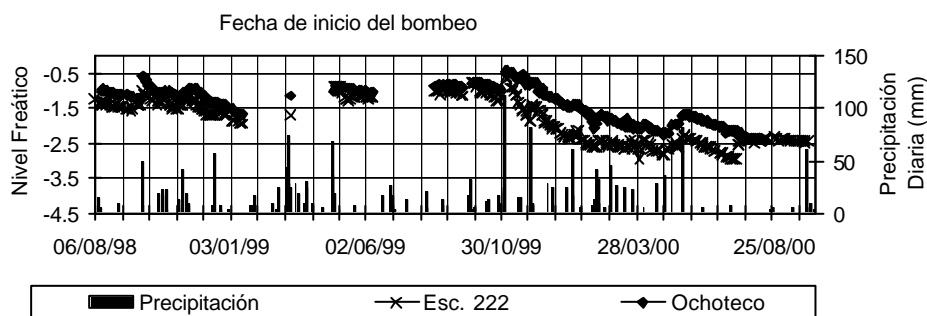


FIGURA 6. Realicó. Precipitación diaria y variación del NF en 2 puntos de control.



ACCIONES DE CONTROL

Las autoridades competentes hubieron de instrumentar acciones de control para revertir o al menos minimizar los problemas causados por los fenómenos que se describen. Las mismas fueron, en orden de implementación, el control del NF en áreas urbanas, la recuperación de caminos y la propuesta integral de manejo de la masa líquida.

La primera de las mencionadas consistió en construir perforaciones en áreas urbanas, para exportar agua desde ellas hacia zonas de descarga alejadas del centro poblado. El inconveniente que se encontró en muchas oportunidades, fue que los puntos de bombeo no podían ubicarse en los centros de gravedad del problema, sino en donde la accesibilidad de los equipos perforadores y la infraestructura disponible (energía eléctrica y facilidades para evacuar los volúmenes bombeados) eran las adecuadas.

En cuanto a la recuperación de rutas y caminos, básicamente consistió en elevar las cotas de las rasantes de los tramos comprometidos por el NF cercano a la superficie o directamente sobre ella.

Finalmente, por medio de un exhaustivo y amplio análisis de los procesos aquí descritos en forma sumaria, se propuso construir un conjunto de canales en el noreste de la provincia que condujeran los excedentes líquidos a zonas de sacrificio (Danish Hydraulic Institute, 2000). Recordando los principios generales de la hidrología de grandes llanuras, esta propuesta puede entenderse como la implementación antrópica de lo que la naturaleza haría por sí misma de persistir estas condiciones climáticas: desarrollar una red de drenaje.

BIBLIOGRAFÍA

- DANISH HYDRAULIC INSTITUTE, 2000. Diagnóstico de inundaciones en la región noreste de la provincia de La Pampa, Argentina – Informe Final. Inédito. Dirección de Aguas de La Pampa.
- DE ELORRIAGA, E. y TULLIO, J.O., 1998. Estructuras del subsuelo y su influencia en la morfología en el norte de la provincia de La Pampa. X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de geología Económica. Actas III: 499-506. Buenos Aires.
- GIAI, S.B., 1998. Informe final proyecto de investigación Variación freaticométrica de acuíferos bajo cubierta arenosa en ambiente semiárido. UNLPam, 99 p. Inédito.
- 2001. Control del nivel freático en Realicó provincia de La Pampa – República Argentina). IV Diálogo Interamericano de Gerenciamiento de Aguas. Foz do Iguacu, Brasil.
- GIAI, S.B. y M.A. HERNÁNDEZ, 1999. Aproximación de la curva recarga - precipitación en zonas medanosas. II Congreso Argentino de Hidrogeología, Serie Correlación Geológica 13, 353:360, Tucumán.