

EVOLUCIÓN CUANTITATIVA DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TENERIFE

ISABEL FARRUJIA DE LA ROSA, JUAN JOSÉ BRAOJOS RUIZ,
JOSÉ D. FERNÁNDEZ BETHENCOURT
Consejo Insular de Aguas de Tenerife

RESUMEN

Desde hace unos ochenta años las salidas (captación de aguas subterráneas y flujo subterráneo al mar) del sistema acuífero de Tenerife superan a las entradas (recarga natural y retorno de riegos), lo que ha motivado un progresivo retroceso de la superficie freática, como síntoma de una situación de sobreexplotación física. El descenso del nivel freático tiene en la actualidad escasas repercusiones medioambientales, pero condiciona la sostenibilidad del sistema y la satisfacción futura de las demandas.

El descenso del nivel freático se ha inferido a partir de la localización y evolución de los alumbramientos en las numerosas obras de captación (galerías y pozos). El procedimiento empleado ha permitido obtener isopiezas en toda isla, pero no un análisis preciso de la evolución del nivel a corto y medio plazo.

En las últimas décadas se ha hecho un esfuerzo por establecer una red de control piezométrico, apoyada en nuevos sondeos profundos de investigación y en obras de captación ya existentes de características singulares. Las medidas realizadas muestran que a corto y medio plazo los recursos de origen subterráneo continuarán descendiendo.

1. INTRODUCCIÓN

El modelo conceptual del flujo en Tenerife es sencillo. El sistema recibe agua por infiltración de lluvia y retorno de riegos; mientras, la pierde por salida subterránea al mar y extracción por pozos y galerías. El déficit, si lo hay, se cubre con la captura de agua de reservas y el consiguiente descenso de niveles (Tabla 1).

Tabla 1. Balance Hídrico Subterráneo

		Año 1930		Año 1997		Año 2010 (*)	
		hm ³ /año	% s Entradas Totales	hm ³ /año	% s Entradas Totales	hm ³ /año	% s Entradas Totales
ENTRADAS	Infiltración	421	93	359	87	295	88
	Retorno de riegos	31	7	53	13	40	12
SALIDAS	Extracciones	57	13	210	51	177	53
	Flujo al mar	396	88	320	78	275	82
VARIACIÓN de las RESERVAS		- 6	- 1	- 115	-29	- 114	- 35
ENTRADAS TOTALES		452	100	412	100	335	100

(*) Prognosis estimada a partir de una hipótesis de extracción determinada (1)

El esquema de funcionamiento hidrodinámico es más complejo y está condicionado fundamentalmente por la naturaleza y configuración del subsuelo. En términos generales se considera que el flujo subterráneo se produce en un sistema acuífero libre en el que, al menos en teoría, todas las zonas están conectadas entre sí; aunque en la práctica, la lejanía, la configuración local del subsuelo y las bajas permeabilidades hacen que muchas zonas sean independientes.

Antes de que comenzara la captación de aguas subterráneas, el acuífero estaba en equilibrio, y la posición del nivel freático variaba en función de la recarga y de la magnitud de las salidas al mar. Aunque la captación de aguas subterráneas se inició a mediados del siglo XVIII, se considera que la situación de equilibrio se mantuvo significativamente estable hasta 1925 (2).

La posición del nivel freático a lo largo del tiempo se ha inferido a partir de los datos aportados por las obras de captación, básicamente de las galerías (tanto las secas como las que tienen agua). Si el agua mana en un determinado punto de su traza (generalmente el frente) el nivel freático estará como mínimo a la cota del alumbramiento, porque se necesita cierta carga hidráulica para drenar el caudal extraído; tanto mayor cuanto menor sea la permeabilidad del terreno. Si la galería está seca, el nivel freático estará por debajo de la cota de la traza. Con la metodología expuesta, con motivo de la redacción del Plan Hidrológico Insular, se reconstruyó la posición estimada de la superficie freática en tres momentos: 1925 (original), 1985 y 1997 (Figura nº 1). Comparando las familias de isopiezas, a gran escala se ha podido conocer la evolución del nivel freático (3); constatándose que, entre 1925 y 1997, se produjo un retroceso medio en planta de unos 2.500 m y, en determinadas zonas de la isla, de más de 500 m en alzado.

Sin embargo, la inexistencia de una red de observación piezométrica al uso, que proporcione lecturas sistemáticas y fiables de la posición del nivel freático, ha impedido estimar su evolución a corto y medio plazo, así como el efecto de la recarga en las variaciones de nivel. La principal razón de esta carencia es su elevado coste, motivado por la acusada orografía y la gran profundidad a que se encuentra el nivel freático respecto de la superficie del terreno.

Consciente de esta carencia, la Administración Hidráulica planteó en 1989 la necesidad de ejecutar sondeos de investigación, en especial en las áreas menos estudiadas (inexistencia de galerías y pozos) y de tratar de mejorar la información obtenida a través de las obras de captación. Como consecuencia del planteamiento expuesto, se ejecutaron dos sondeos profundos en Las Cañadas del Teide y se intensificaron las labores de control en los pozos emboquillados a cotas más altas.

2. CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS

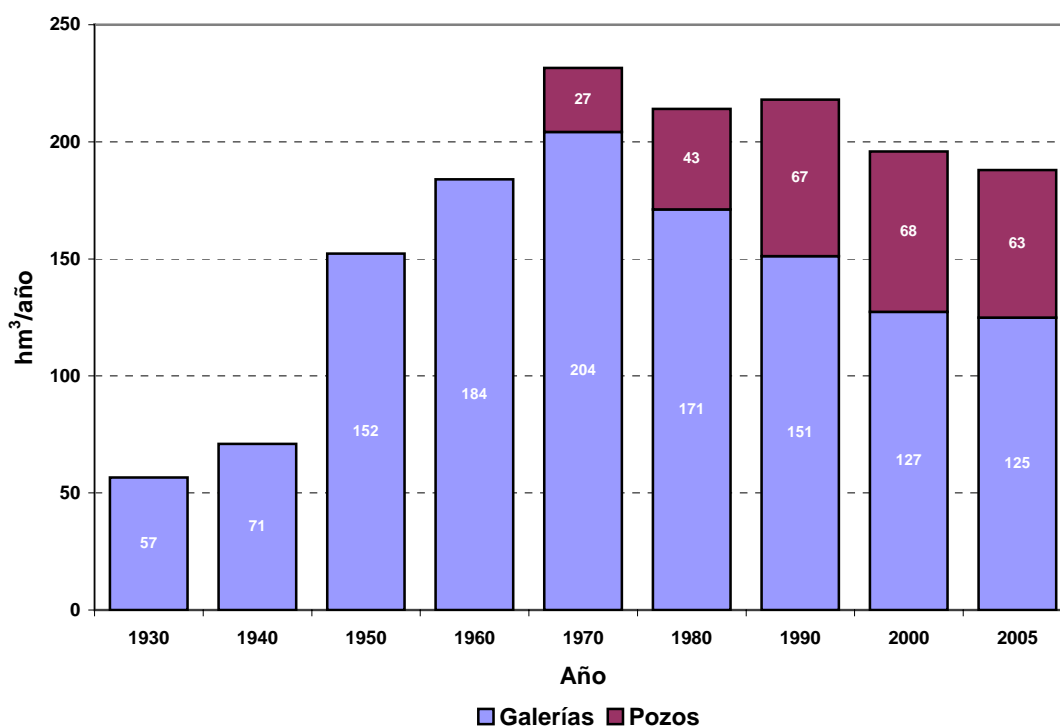
El uso del agua subterránea en la isla comenzó con el aprovechamiento de las surgencias naturales o manantiales y con la explotación de los pozos ordinarios. En 1850, el caudal aportado por unos 600 manantiales era del orden de 675 L/s. A mediados del s.XIX comenzaron a perforarse las primeras galerías, en los puntos en que más clara era la evidencia de la presencia de agua subterránea; es decir, en las áreas en que existían manantiales. A partir de ese momento se intensifican las labores de perforación, aumentando de manera considerable el número de galerías, si bien su distribución en el territorio no es uniforme. Las primeras perforaciones se localizaron preferentemente en torno a la dorsal NE, tanto por su cara norte como por la sur y, desde aquí, se extendieron al resto de la isla; primero por su vertiente norte y posteriormente por la sur (2).

A mediados de los años 60 ya se habían abierto más del 90 % de las galerías existentes en la actualidad, alcanzándose a finales de esa década la máxima productividad con 7.000 L/s.

A partir de ese máximo, y aunque prosiguieron las labores de perforación, se inició un descenso paulatino pero ininterrumpido de la producción total por ese medio (Gráfico 1). Este descenso no fue sincrónico en toda la isla, ni tampoco se ha verificado con la misma intensidad de unas zonas a otras.

La extracción a través de pozos ha sido más reciente y su evolución sensiblemente distinta a la de las galerías. Sus aportaciones comenzaron a ser significativas a principios de los años setenta y aumentaron hasta alcanzar su máximo a finales de la década de los noventa (70 hm³ en 1999); desde entonces han mantenido una tendencia ligeramente descendente (63 hm³ en 2005), no apreciándose notables variaciones territoriales.

Gráfico 1. Evolución histórica de los recursos subterráneos



A diferencia de las galerías, que básicamente drenaron reservas, la mayoría de los pozos, emboquillados en el acuífero costero, interceptan la descarga natural hacia el mar y sólo consumen recursos. Sin embargo, y a pesar de que muchos pozos superan los 400 m de profundidad, están relativamente próximos a la línea de costa y en lavas permeables. Estas circunstancias físicas, unido a que por la creciente demanda se intensifican los regímenes de bombeo, llevan a que se favorezca la intrusión de agua de mar; lo que está motivando una progresiva pérdida en la calidad de las aguas alumbradas.

En Tenerife, con una superficie de 2.034 km², hay una densidad media de una obra de captación por cada 1,4 km² (Figura 1).

3. AREAS DE ESTUDIO PREFERENTE

Para evaluar la evolución del nivel freático con una razonable fiabilidad se ha centrado su estudio en determinadas zonas del territorio. Las áreas seleccionadas son:

- Las Cañadas del Teide.
- Extremo norte de la Dorsal NE.

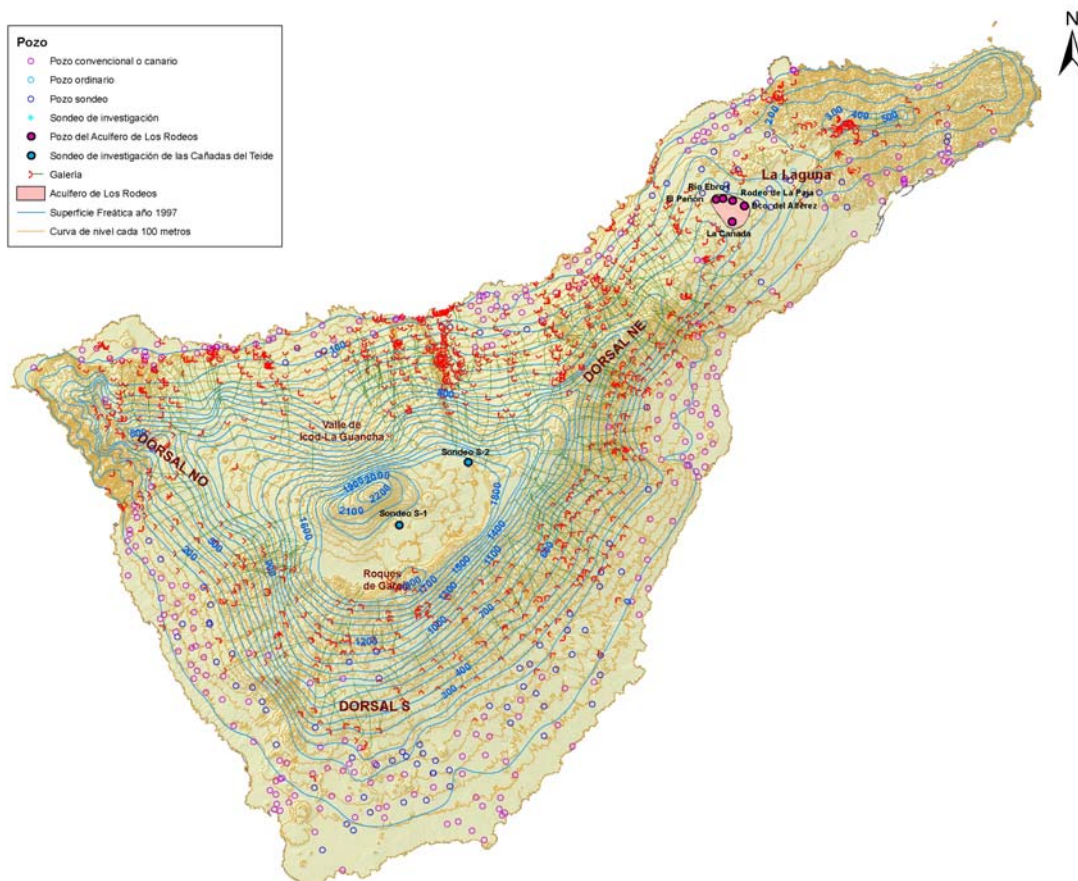


Figura 1. Plano de situación de las obras de captación y las isopiezas

Dadas las particularidades de las obras de captación existentes (profundidad, régimen de propiedad, antigüedad, uso preferente, localización, inexistencia de suministro energético, etc), no resulta fácil la instalación de sistemas de toma de datos en continuo.

3.1 Las Cañadas del Teide. Con una altitud superior a los 2.000 m, se conforma como una gran depresión semielíptica, que ocupa la posición central de la isla, y en cuyo centro se levanta el complejo volcánico Teide-Pico Viejo. En su interior se localiza el principal reservorio de agua de la isla, desarrollado en coladas basálticas olivino-piroxénicas asignadas a la secuencia de relleno post-deslizamiento. La potencia de la zona saturada varía en función de la morfología del zócalo impermeable (potencia estimada, de unos 300 m en el extremo noreste) (4). Esta porción del acuífero es drenada por algunas galerías que acceden al interior de la depresión desde la periferia (por el NE y SW. Figura 1). Las aguas alumbradas, de tipo bicarbonatado sódico y moderada mineralización (C.E de 1.500 – 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), están afectadas por la actividad volcánica residual. El gradiente hidráulico en el interior de la depresión es del 0,7 %, incrementándose de forma notable hacia el valle de salida (13 %).

En la mitad oriental de la depresión, delimitada por los Roques de García, se perforaron dos sondeos profundos, nombrados como S-1 y S-2, de 505 y 404 m de profundidad respectivamente (4); ambas perforaciones conectaron con la zona saturada en su tramo final. En el sondeo S-1 comenzó a medirse el nivel freático con sonda manual en 1994 y desde enero del 2000 está operativa una estación de adquisición de datos en continuo (EAD), en la que, entre otros parámetros, se registra la variación en la posición del nivel freático (5). En el sondeo S-2 las

medidas de nivel se realizan con sonda manual de tipo eléctrico, disponiéndose de datos discontinuos para el período 1996 – 2006.

En el presente trabajo nos centraremos en el análisis de los datos obtenidos en ambos sondeos en el período de enero de 2000 a mayo de 2006, donde la continuidad del registro de nivel en el sondeo S-1 permite un análisis más detallado. Durante este período, en el sondeo S-2 se ha medido el nivel con una periodicidad media de una lectura cada dos meses.

3.2 Extremo norte de la Dorsal NE. En las estribaciones de la Dorsal NE, a una altitud media de unos 700 m, se desarrolla un acuífero complejo asociado a dos ambientes geohidrológicos diferentes. La brecha originada como consecuencia de un presumible deslizamiento divide el acuífero en dos niveles con distintas características hidráulicas e hidroquímicas. Por debajo de la brecha, el acuífero se desarrolla en materiales basálticos antiguos y su funcionamiento geohidrológico está condicionado por la presencia del eje estructural. Por encima de la brecha, el acuífero se desarrolla en emisiones basálticas más recientes que poseen una mayor permeabilidad primaria y una mayor capacidad de almacenamiento. Esta porción superior del acuífero, conocida localmente como acuífero de Los Rodeos, se alimenta de los aportes subterráneos procedentes de los sectores adyacentes (principalmente los localizados al NO) y de la recarga local, y drena a través del flujo subterráneo hacia otros sectores (principalmente hacia el NE y E) y por pozos profundos de tipo sondeo (Tabla 2). Las aguas alumbradas, de tipo bicarbonatado sódico y escasamente mineralizadas (C.E < 300 μ /cm), se destinan en su totalidad al abastecimiento de las poblaciones de El Rosario y La Laguna, localizadas a una altitud comprendida entre los 850 y los 500 m s.n.m.m.

Salvo en el pozo El Peñón (sin explotar desde 2003 por problemas constructivos), en los demás pozos las variaciones en los volúmenes de extracción anual obedecen sobre todo a fluctuaciones en la demanda y no a cambios en las condiciones de funcionamiento geohidrológico de la captación. A modo de ejemplo cabe señalar que el caudal medio continuo del pozo Rodeo de La Paja ha variado entre 60 y 90 L/s en función de los requerimientos del mercado. En el Tabla 3 se muestran los volúmenes anuales aprovechados por los cinco pozos.

Tabla 2. Pozos que drenan el acuífero de Los Rodeos

Nombre	Cota Brocal	Profun.	Inicio de la extracción	Nivel Dinámico		Descenso anual promedio	Extracción año inicial	Extracción 2005
	(m)			(m)	Año			
RODEO DE LA PAJA	674	430	1986	feb-06	323,58	3,23	1,9	2,7
RIO EBRO I	671	444	1991	feb-06	315,21	4,06	1,4	1,4
BCO. DEL ALFEREZ	665	430	1992	abr-06	295,55	5,99	2,1	1,8
EL PEÑON	673	454	1993	jul-03	325,87	3,72	1,8	0
LA CAÑADA	795	552	1999	feb-06	315,83	3,52	0,4	0,7

Tabla 3. Volumen (hm³/año) aprovechado por los cinco pozos

Año	1986/1990	1991	1992	1993	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
hm ³	1,93	4,33	6,40	8,05	7,21	6,97	7,23	6,80	6,28	6,48	6,29	6,64	6,66

En todos los casos el nivel indicado se corresponde con el nivel dinámico, realizándose las medidas a través de un tubo piezométrico instalado junto con la tubería de impulsión, por donde se baja una sonda manual de tipo eléctrico. Salvo para el pozo Rodeo de la Paja, en los restantes

la primera medida considerada corresponde a 1993. Desde enero de 1993 a mayo de 2000 se midió mensualmente; a partir de enero de 2001 se mide dos veces al año (febrero y septiembre).

4. DATOS OBTENIDOS

4.1 Las Cañadas del Teide. El comportamiento observado en ambos sondeos es diferente (Gráfico 2). En el sondeo S-2 se mantiene a lo largo de todo el período de observación un descenso lineal continuado con un valor absoluto de 15,56 m (0,20 m/mes de promedio).

En el sondeo S-1 (datos registrados en la EAD) se observa que durante los años 2000 y 2001 se produjo un descenso lineal continuado, con una ligera aceleración de los descensos en el segundo año respecto del primero (5,4 y 5,7 cm/mes, respectivamente, de descenso promedio). En el 2002 se mantuvo la tendencia descendente, aunque se aprecian tres tramos con diferente pendiente (3,7 cm/mes de descenso promedio). En febrero de 2003 se invirtió la tendencia y el nivel comenzó a subir; en julio el ascenso neto alcanzó 1,08 m. A partir de agosto del 2003 el nivel recuperó la tendencia descendente, con alguna contención intermedia; situación que se mantuvo hasta abril de 2005 (descenso neto 0,90 m). Desde entonces el nivel volvió a recuperarse y, tras un breve período de “badén”, continúa ascendiendo, sobrepasando en mayo de 2006 la cota inicial (enero 2000); con un ascenso neto en el último período de 1,80 m.

4.2 Extremo norte de la Dorsal NE. Los cinco pozos muestran un comportamiento similar (Gráfico 3). En el período 1986-1993, el descenso promedio en base a las medidas realizadas en el pozo Rodeo de la Paja, fue de 2,4 m/año. Para el período 1993-2005 el descenso promedio conjunto fue de 4,04 m/año.

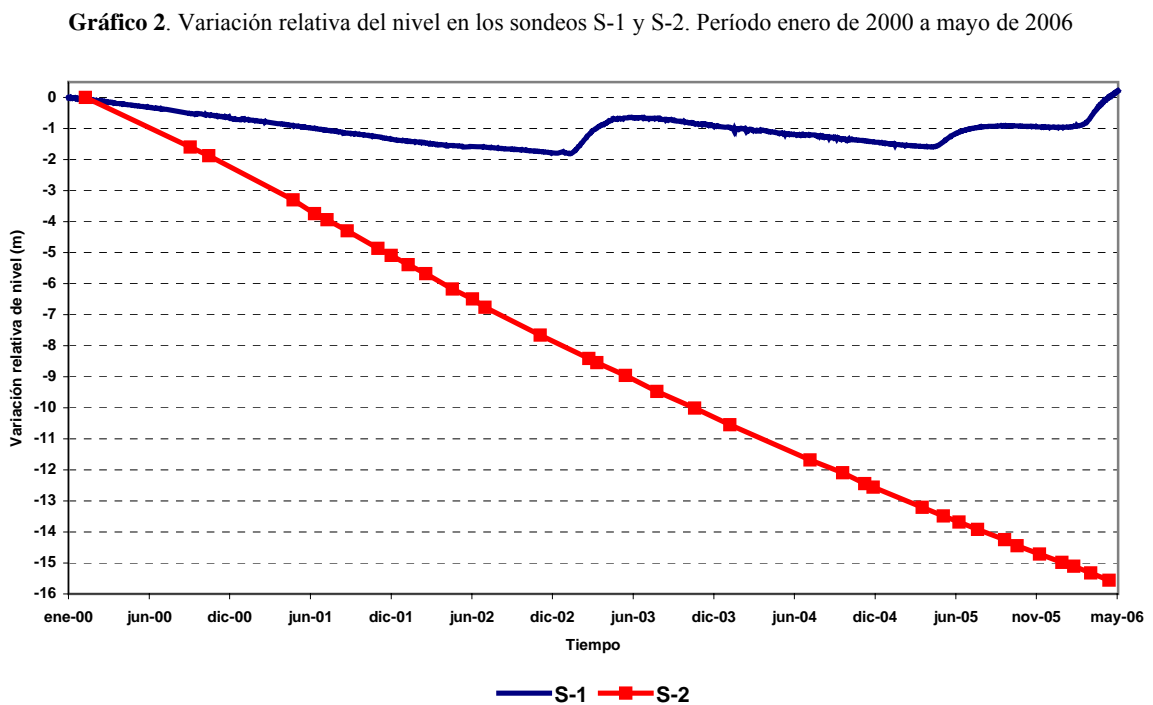
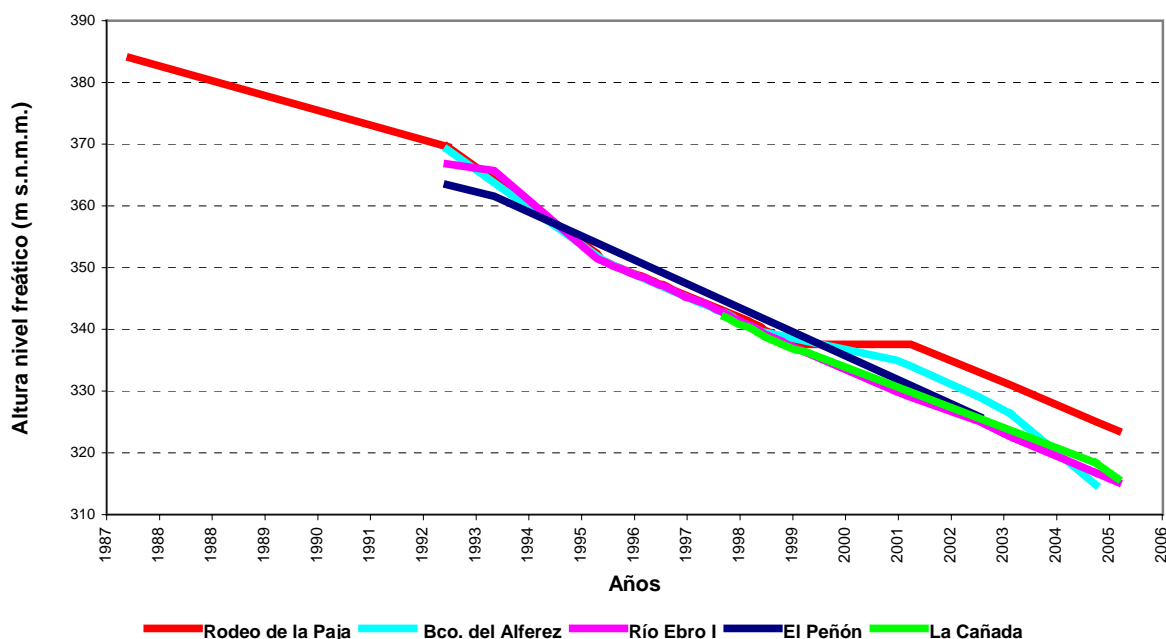


Gráfico 3. Variación del nivel dinámico en los pozos que drenan el acuífero de Los Rodeos



5. OTROS DATOS CONSIDERADOS

Para una interpretación más correcta de la evolución del nivel freático observada en el sondeo S-1, se debe disponer de otra información complementaria básica: la recarga y las salidas, tanto como flujo subterráneo como a través de las obras de captación.

5.1 Recarga. La estimación de la recarga se ha obtenido a partir de un modelo distribuido de hidrología de superficie (MHS) para la isla de Tenerife, desarrollado por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, que trabaja en base a una malla ortogonal de celdas de 1 km² y permite obtener, con distintos niveles de agregación temporal y espacial, el balance hídrico de superficie. El modelo usa como información de base las series de registros de lluvia y temperatura para un período de 60 años (años hidrológicos 1944/45-2003/04). La Tabla 4 muestra el balance para la depresión de Las Cañadas del Teide en el período indicado y para el período 1984/85-2003/04.

Tabla 4. Balance hídrico de superficie de Las Cañadas del Teide. Período 1944/45-2003/04 y 1984/85-2003/04

Variable	Período 1944/45-2003/04		Período 1984/85-2003/04	
	mm	% s/PR+FE	mm	% s/PR+FE
Precipitación	489	99	355	99
Precipitación + fluente (PR +FE)	496	100	360	100
Evapotranspiración (ETR)	162	33	135	37
Escorentía	0	0	0	0
Recarga (IF)	334	67,3	225	63

Comparando ambos balances se observa como en el segundo período (20 años) la pluviometría se ha reducido un 28 % y la recarga un 33%, respecto del primero (60 años).

Para poder correlacionar la evolución del nivel con la recarga, en el período de registro de la EAD, se ha tomado como área de recarga influyente las cuatro celdas de la malla de 1 km x 1 km

que bordean el emplazamiento del sondeo. En el Grafico nº 4 se muestra la distribución mensual de la pluviometría y la recarga para el período octubre de 1999 a abril de 2006. En la Tabla 5 se muestra el balance de esas cuatro celdas para el período 1999/00-2005/06 (sólo se ha considerado hasta abril del 2006).

Tabla 5. Balance hídrico de superficie del área de recarga influyente al sondeo S-1 (4 celdas de 1 km²)

Variable	Período 1999/22-2005/06	
	mm	% s/PR+FE
Precipitación	433	100
Precipitación + fluyente (PR +FE)	434	100
Evapotranspiración (ETR)	194	45
Escorrentía	1	0
Recarga (IF)	240	55

En este balance local se han tomado en consideración los datos de capacidad de retención máxima del suelo medidos en Las Cañadas del Teide, lo que ajusta aún más los términos del balance. Si se compara el balance de los 20 años con el de los últimos 7 años hidrológicos, se aprecia que este último período ha sido muy lluvioso. Más concretamente, en el año hidrológico 2004/05 casi se duplicó el valor medio de la recarga (Gráfico 4).

5.2 Salidas. Se asume que durante el período considerado el flujo de salida hacia los sectores limítrofes ha permanecido constante, al entender que los cambios de nivel observados no habrán modificado significativamente los gradientes del entorno.

Respecto al caudal aprovechado por las obras de captación que drenan la mitad oriental de Las Cañadas del Teide (galerías que acceden por la porción NE: Bco. de Vergara, El Almagre y El Cabezón) su cuantía está estabilizado en 12 hm³/año desde 1998.

6. DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

6.1 Las Cañadas de Teide. La evolución del nivel freático en el sondeo S-1 está directamente relacionada con la incidencia de la recarga de lluvia en la zona. Del análisis conjunto de ambas familias de datos, recarga y nivel, se deduce que la efectividad de la recarga en la evolución del nivel depende del estado de semisaturación de la zona de tránsito y de la distribución e intensidad de las lluvias.

Tras un período muy seco (años 2000 y 2001), la primera recarga importante (noviembre y diciembre de 2001 y enero de 2002, 295 L/m²), se diluyó a lo largo de la zona de tránsito (\approx 445 m de potencia), y sólo fue capaz de desacelerar el ritmo del descenso de nivel. Cuando se produjo la intensa recarga de diciembre de 2002 (287 L/m²), la respuesta sobre el nivel freático fue directa: al cabo de dos meses el nivel comenzó a ascender, situación que se mantuvo por espacio de tres meses. Durante el 2003 y 2004, años de escasa recarga, el nivel volvió a recuperar la tendencia descendente de los primeros años. La recarga generada en los primeros meses del 2005 (febrero y marzo, 336 L/m²) fue la responsable de la subida observada, nuevamente con dos meses de retardo, en abril del mismo año. La recarga continuada del período octubre del 2005 hasta feb-2006 (402 L/m²) ha sido la responsable de las variaciones de nivel observadas a partir de enero de 2006 (Gráfico 4).

Entre diciembre de 2002 y abril del 2006 se produjo, según los datos obtenidos del MHS, una recarga total de 1.200 mm. En ese mismo intervalo el nivel freático en el sondeo S-1 ha experimentado un “*ascenso equivalente*” de 4,24 m, considerando el ascenso neto observado más lo que debería haber descendido en ese período (en el supuesto de que no hubiese habido recarga) por efecto de las salidas. Además, a partir de abril continúa la tendencia ascendente, estimándose que pueda llegara a alcanzar un *ascenso equivalente* máximo (en el supuesto de que no hubieran nuevas lluvias antes de finales del verano de 2006) de unos 5,0 m. En principio, ello supondría que el coeficiente de almacenamiento del acuífero estaría en torno a un 24 %. Ahora bien, parte del agua infiltrada durante esos más de tres años podría haber quedado retenida en la zona de tránsito, sin afectar por tanto al nivel freático y consecuentemente el coeficiente de almacenamiento resultante sería menor.

Si realizamos un razonamiento similar con las lluvias de de diciembre de 2002, las cuales encontraron una zona de tránsito previamente humedecida (menor ritmo de descenso), se obtiene un coeficiente de almacenamiento de 19,1 % (1,5 m de ascenso global y 287 mm de recarga). Esta estimación del coeficiente de almacenamiento coincide con otras apreciaciones previas, obtenidas por otras procedimientos.

En el sondeo S-2 la recarga asociada a años de intensa pluviometría no provocó variaciones en la tendencia descendente del nivel, o cuando menos, éstas no se percibieron con el procedimiento de medida empleado. Este sondeo está a 1,2 km de distancia en planta del alumbramiento más próximo y de la zona de descarga hacia el Valle de Icod-La Guancha.

6.2 Extremo norte de la Dorsal NE. La evolución del nivel freático en los pozos del acuífero de Los Rodeos ha mantenido a lo largo de todo el período de observación, más de trece años, una tendencia descendente. Aunque no se ha correlacionado la evolución del nivel con la recarga, es evidente que - al igual que sucede en el sondeo S-2 - las entradas no son capaces de compensar las salidas, y la tendencia general del nivel es a bajar.

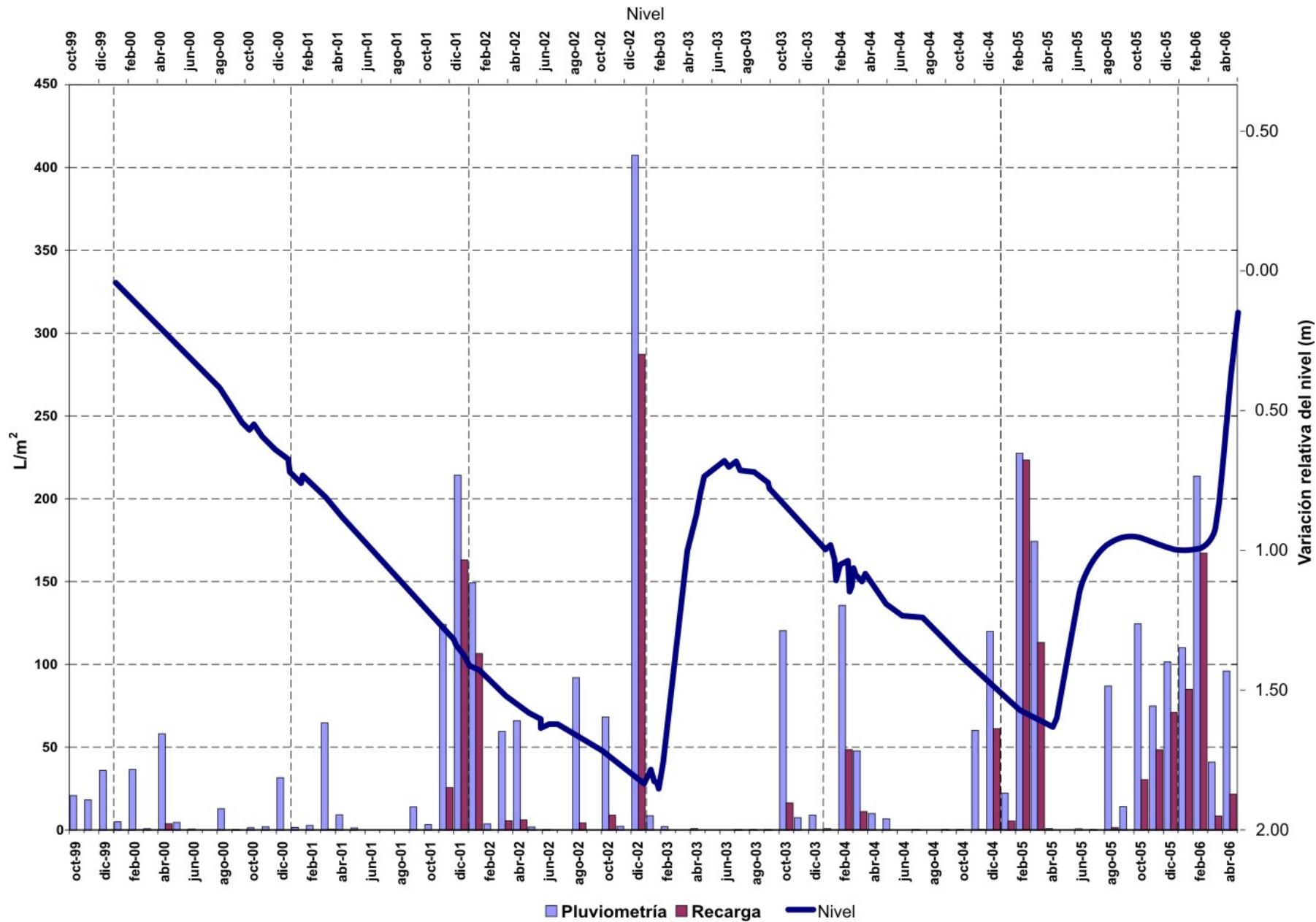


Gráfico 4. Distribución de la pluviometría y la recarga en relación con la evolución del nivel en el sondeo S-1 (datos registrados en la EAD)

7. CONCLUSIONES

De lo observado en la mitad oriental de Las Cañadas, entre enero de 2000 y mayo del 2006, y de lo observado en el extremo norte de la dorsal NE, desde 1986 hasta febrero de 2006, cabe destacar que:

- Sólo en el sondeo S-1, localizado en la porción central de Las Cañadas a más de 5 km de distancia del alumbramiento más próximo, y coincidiendo con años de recarga excepcional, el nivel freático ha sido capaz de invertir su tendencia descendente y recuperarse. Se aprecia una buena correlación entre la evolución del nivel y los períodos de recarga efectiva. En el mismo intervalo temporal, el nivel del sondeo S-2 ha mantenido siempre una tendencia descendente, con una caída anual promedio de 2,4 m.
- En el acuífero de Los Rodeos, desde que comenzó a medirse el nivel en 1986, se ha mantenido una tendencia descendente, con una caída promedio anual de 2,4 m. Desde 1993 en adelante, y coincidiendo con un progresivo incremento en el número de pozos en explotación y por tanto en la cuantía del aprovechamiento conjunto, el descenso anual promedio se incrementó hasta 4,04 m/año.
- Dadas las características constructivas de los pozos perforados en el acuífero de Los Rodeos, y más concretamente la potencia de la zona saturada cortada por las captaciones, se estima que de mantenerse el actual ritmo de descensos, los pozos se quedarían en seco en el plazo máximo de 10 a 15 años. Esta situación podría acelerarse aún más ya que el coeficiente de almacenamiento de los niveles más bajos del acuífero será presumiblemente menor (procesos de compactación y alteración).
- Ante la situación expuesta deberían plantearse soluciones alternativas tendentes a garantizar, a medio plazo, el suministro de los núcleos poblacionales de El Rosario y La Laguna.
- Dada la complejidad de nuestro sistema acuífero insular, los descensos de nivel cuantificados sólo son válidos para las zonas estudiadas, acuífero de Las Cañadas y acuífero de Los Rodeos; no siendo extrapolables a otras zonas de la isla donde la configuración geoestructural es diferente.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Consejo Insular de Aguas de Tenerife (2002). Revisión y actualización del modelo de simulación del flujo subterráneo en la isla de Tenerife. Surge, S.A. 190
- (2) Braojos, J.J. (1992) , Análisis estadístico de la evolución histórica de los alumbramientos de agua mediante galerías en la isla de Tenerife. Documentación de base del Plan Hidrológico Insular de Tenerife. Memoria. 23
- (3) Braojos, J.J. (1989). Bases para el planeamiento hidrogeológico insular. Zonificación Hidrogeológica: Evolución de la superficie freática. 135
- (4) Farrujia, I., Braojos, J.J., y Fernández, J. (2001), Ejecución de dos sondeos profundos en Las Cañadas del Teide, VII Simposio de Hidrogeología de la Asociación Española de Hidrogeólogos. Murcia. Vol XXIII, 661 – 672
- (5) Farrujia, I; Velasco, J; Fernández, J.; Martín, M.C. (2004), Evolución del nivel freático en la mitad oriental del acuífero de Las Cañadas del Teide. Cuantificación de parámetros hidrogeológicos. VIII Simposio de Hidrogeología de la Asociación Española de Hidrogeólogos. Zaragoza. Vol XXVII, 131 – 142