

INFLUENCIA DE LA INSTALACIÓN DE DESALADORAS DE AGUA DE POZO EN EL ACUÍFERO DE LA ALDEA (GRAN CANARIA)

M.C. Cabrera¹; A. Antón¹ y J. Muñoz¹

¹ Dto. de Física. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

RESUMEN.- Con una superficie de unos 9 km², el Valle de La Aldea está dedicado al cultivo extensivo de tomate bajo invernadero para la exportación, alimentándose normalmente con aguas superficiales procedentes de tres grandes presas situadas agua arriba. Sin embargo, la existencia de una profunda sequía desde hace unos años ha obligado a la utilización de aguas subterráneas con una salinidad alta para el riego y el abastecimiento de la población. Desde principios de 1999 hasta la actualidad se han instalado 9 plantas desaladoras alimentadas por un total de 31 pozos. La consecuencia directa ha sido un descenso generalizado de niveles piezométricos en los pozos que las alimentan, así como de sus caudales de explotación, por agotamiento del acuífero aluvial. La evolución de la química del agua permite observar un acusado aumento en la salinidad del agua subterránea (con conductividades de hasta 18000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), aunque el análisis detallado de los diferentes parámetros apunta a la existencia de diversos mecanismos de salinización: explotación progresiva de aguas más profundas procedentes de los Basaltos subyacentes al aluvial; aportes laterales de aguas salobres supuestamente ligadas a depósitos hidrotermales y existencia de retornos de riego.

Palabras clave: *Salinización del agua subterránea, desaladora, descenso de niveles, La Aldea, Gran Canaria*

INTRODUCCIÓN

El área de estudio se encuentra en el extremo más occidental de la isla de Gran Canaria, en el municipio de S. Nicolás de Tolentino, conocido tradicionalmente como "La Aldea" (Fig. 1). El casco del Municipio se encuentra en la parte final del Barranco del mismo nombre, que presenta pendientes que oscilan entre el 1% y el 10% y está encajado entre grandes desniveles formados por la intensa actividad erosiva que se ha desarrollado en la isla que ha llevado a la formación de profundos barrancos. En general, las costas son altas y escarpadas, ofreciendo abrigo únicamente la Playa de La Aldea, que está abierta hacia el oeste.

La precipitación media anual en la zona oscila entre los 257 mm en la estación pluviométrica más alta (situada a 345 m sobre el nivel del mar) y 130 mm en la zona costera, con la lluvia concentrada entre octubre y abril. Las temperaturas oscilan entre los 16.5°C en invierno y 20.4°C en verano. La pluviometría en la zona viene ligada a la existencia de temporales del S-SO, durante los cuales es usual que el barranco descargue caudales al mar. Sin embargo, en años donde no se dan las condiciones climatológicas idóneas, se pueden producir sequías que pueden prolongarse durante 3 ó 4 años, ya recogidas en las crónicas de la zona desde el siglo XVI.

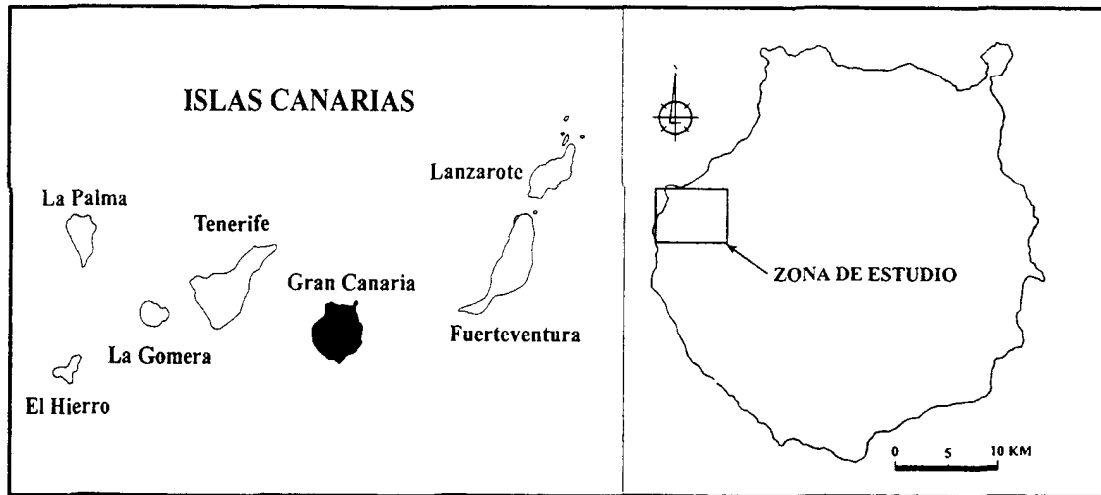


Figura 1: Mapa de situación de la zona de estudio

El valle de La Aldea está dedicado a la agricultura intensiva para la exportación, con una superficie agrícola cultivada de 799.2 Has y un consumo agrícola de 3. 711 hm³. El cultivo fundamental es el tomate, cuya comercialización se realiza por medio de Cooperativas o de Empresas agrícolas de cierta entidad. En menor medida, se cultivan pepinos y otros frutales tropicales. El suministro de agua está cubierto principalmente por medio de aguas superficiales, mediante la existencia de tres presas aguas arriba en el Barranco del mismo nombre. Sin embargo, la vulnerabilidad del sistema en épocas de sequía es grande y es en estos momentos cuando las aguas subterráneas adquieren mayor protagonismo.

Como precedentes de estudios dedicados a la hidrogeología de las islas cabe destacar los proyectos Canarias SPA-15 (1974) y MAC-21 (1980). Durante ambos proyectos se visitaron varios pozos de la zona de estudio, destacándose en el SPA-15 el alto contenido en fluoruros en la zona. Sin embargo, no fue hasta 1992 cuando se llevó a cabo un inventario exhaustivo de todas las captaciones de la zona (Plan Hidrológico de Gran Canaria, 1993). Este inventario sirvió de base para el informe hidrogeológico de la zona que se elaboró dentro del proyecto "Development of analytical and sampling methods for priority pesticides and relevant transformation products in aquifers" (Muñoz, Cabrera et al, 1996), dedicado al estudio de la contaminación por plaguicidas de las aguas subterráneas. Aparte de confirmarse la existencia de contaminación de origen agrícola en la zona, en este estudio salió a la luz la existencia de aguas extremadamente salobres (con contenidos en cloruros que superan los 7000 mg/l) al N del acuífero. El origen de estas aguas dio lugar al desarrollo de un nuevo Proyecto de Investigación, financiado por el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria titulado "Estudio de los Procesos de salinización del agua subterránea en el acuífero de La Aldea (Gran Canaria)" en el que se pudo concluir que existía una contaminación de origen geológico de las aguas subterráneas debido a la presencia de unos depósitos hidrotermales ricos en ClNa, denominados *azulejos* en la terminología local. En la actualidad está en marcha un Proyecto CICYT más amplio titulado "Estudio hidrogeológico del acuífero de La Aldea", cuyos resultados están recogidos en parte en el presente artículo.

La zona ha sufrido una importante sequía desde hace 3 años, que ha llevado a la agricultura a una situación límite. El problema se ha paliado en parte mediante la utilización de aguas subterráneas y la instalación de 9 desaladoras de agua salobre. En Octubre de 2000 se ha instalado también una desaladora de agua de mar que suministra

un total de 2800 m³/día, caudal destinado al abastecimiento a la población y a la agricultura.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA ACUÍFERO

El modelo de flujo de la isla se puede esquematizar como un cuerpo único de agua estratificado y heterogéneo en el que la recarga tiene lugar en las cumbres y la circulación hacia la costa, con salidas intermedias en manantiales (hoy secos y substituidos por las extracciones de los pozos) y al mar, y descarga artificial por pozos. El flujo se canaliza preferentemente por los materiales más permeables próximos a la superficie (SPA-15, 1974) (Custodio et al, 1989).

El Barranco de La Aldea está excavado en basaltos pertenecientes a la Fm. Basaltos Antiguos (14.5-14.1 Ma), que se caracteriza por ser una sucesión de coladas y piroclastos de caída de naturaleza basáltica. En la parte superior del mismo, afloran materiales de la Fm. Traquítico-riolítica (tobas, ignimbritas y lavas), en contacto tectónico con los Basaltos. Al NE de la zona (Las Tabladas) aflora una estructura compleja de materiales sedimentarios pertenecientes a la Formación Detrítica de Las Palmas, y volcánicos del Grupo Roque Nublo y Fm. Basaltos Modernos. El lecho del Barranco presenta una capa de conglomerados aluviales, con un espesor medio de 15-20 m.

Todos los pozos situados en la parte central del acuífero explotan agua de los conglomerados aluviales, aunque algunos atraviesan también los basaltos situados debajo, sacando agua conjuntamente de ambos materiales. En el Barranco de Tocodomán, los pozos explotan exclusivamente los Basaltos Antiguos. El flujo se produce desde el Este al Oeste, siguiendo el Barranco, de manera que en los bordes del acuífero, los materiales basálticos ceden agua a los conglomerados. En la zona central del acuífero, se trataría de un medio de doble permeabilidad, en el que la Fm. Basaltos Antiguos funciona como un acuitardo frente a los conglomerados, que constituyen el acuífero principal (Muñoz et al, 1996), mientras que en el Barranco de Tocodomán, el agua procede exclusivamente de los materiales basálticos.

Según se desprende de los datos de niveles y caudales medidos en un pozo costero, la transmisividad estimada de los Basaltos Antiguos oscila entre los 115 y los 140 m²/día, muy superiores de los 5-20 m²/día citados en el SPA-15. Sin embargo, la cartografía de campo realizada permite caracterizar unos materiales con una porosidad primaria bastante reducida por la precipitación de carbonatos y/o zeolitas y una porosidad secundaria casi inexistente.

Con una profundidad de 15-20 m en la parte costera, el aluvial tiene una transmisividad que oscila entre los 1000 y los 3500 m²/día en la zona costera, también superiores a los citados en el SPA-15. Sin embargo, hay que hacer notar que estos datos se refieren exclusivamente a la zona costera, pudiendo variar los parámetros notablemente en otras zonas del acuífero.

El agua subterránea en la zona se explota por unos 375 pozos de gran diámetro (3-4 m), excavados a mano en el primer tercio del siglo XX. Las profundidades oscilan entre los 10 y los 100 m, con una media de unos 30 m. Los caudales de bombeo oscilan entre 1 y 20 l/s, aunque los pozos funcionan de manera intermitente, de manera que los caudales medios diarios no llegaban en ningún momento a los 10 l/s en 1999, estando en la actualidad por debajo de los 2 l/s.

HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO

Hidroggeoquímicamente, el acuífero se caracteriza por un flujo de agua de buena calidad por el aluvial que sufre una progresiva mezcla con aguas salinas a lo largo de su recorrido hacia el mar. El origen de esta salinidad se atribuye a la existencia de tres fuentes de salinidad con orígenes distintos (Cabrera et al, 2000):

- Aguas procedentes de Las Tabladas (al NE), con una contaminación de origen geológico por lavado de unos depósitos hidrotermales llamados *azulejos* (cloruradas sódicas, con conductividades eléctricas que pueden llegar a los 20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Aguas situadas en el centro del acuífero, con una salinidad alta debida a la presencia de retornos de riego (con altos contenidos en nitratos).
- Aguas con largos tiempos de residencia en Basaltos antiguos (situadas en el Barranco del Salobre, al SE del acuífero principal), cloruradas magnésicas.

Durante épocas de sequía y al disminuir el flujo de agua dulce procedente de aguas arriba, de recarga más o menos rápida, se reduce la dilución de las aguas salinas arriba indicadas, lo cual conlleva un aumento en la salinidad del agua explotada que puede inutilizarla para abastecimiento y para riego.

INSTALACIÓN DE DESALADORAS

A partir del mes de enero de 1999, y dada la sequía que sufría la zona desde hace unos 3 años (y que continúa en el momento de escribir esta comunicación), se comenzaron a instalar desaladoras de agua de pozo, como respuesta a la salinización del acuífero que se estaba produciendo. Entre esta fecha y julio del mismo año se instalaron en la zona un total de 9 desaladoras de ósmosis inversa, alimentadas con agua de pozos, cuyas salmueras se canalizan por una tubería que vierte directamente al mar. El coste de instalación ha sido asumido por empresas y cooperativas agrícolas fundamentalmente, aunque el Ayuntamiento cubre gran parte del suministro del Municipio con una desaladora de agua de pozo alimentada por varios pozos.

El sistema de alimentación de las desaladoras es complejo y se lleva a cabo por medio del agua de 39 pozos, de los cuales algunos han estado suministrando a una misma desaladora desde que se puso en marcha hasta la actualidad y otros han dado agua a las mismas solamente durante un periodo de tiempo determinado. Asimismo, hay desaladoras que están siendo alimentadas por solamente un pozo y otras que reciben agua hasta de 17 pozos. La situación espacial de los pozos que suministran a las desaladoras se muestra en la figura 2.

El funcionamiento normal de los pozos consiste en que solamente parte del caudal extraído va a parar a las desaladoras, mientras que una pequeña parte suele utilizarse directamente para riego, mezclándose con aguas de otros pozos. Asimismo, en cada desaladora suele existir un estanque de almacenamiento al que suele ir a parar agua de diferentes pozos, en diferentes proporciones según los precios del agua. Se consigue así un "preparado hídrico" que es el que realmente suministra a la desaladora.

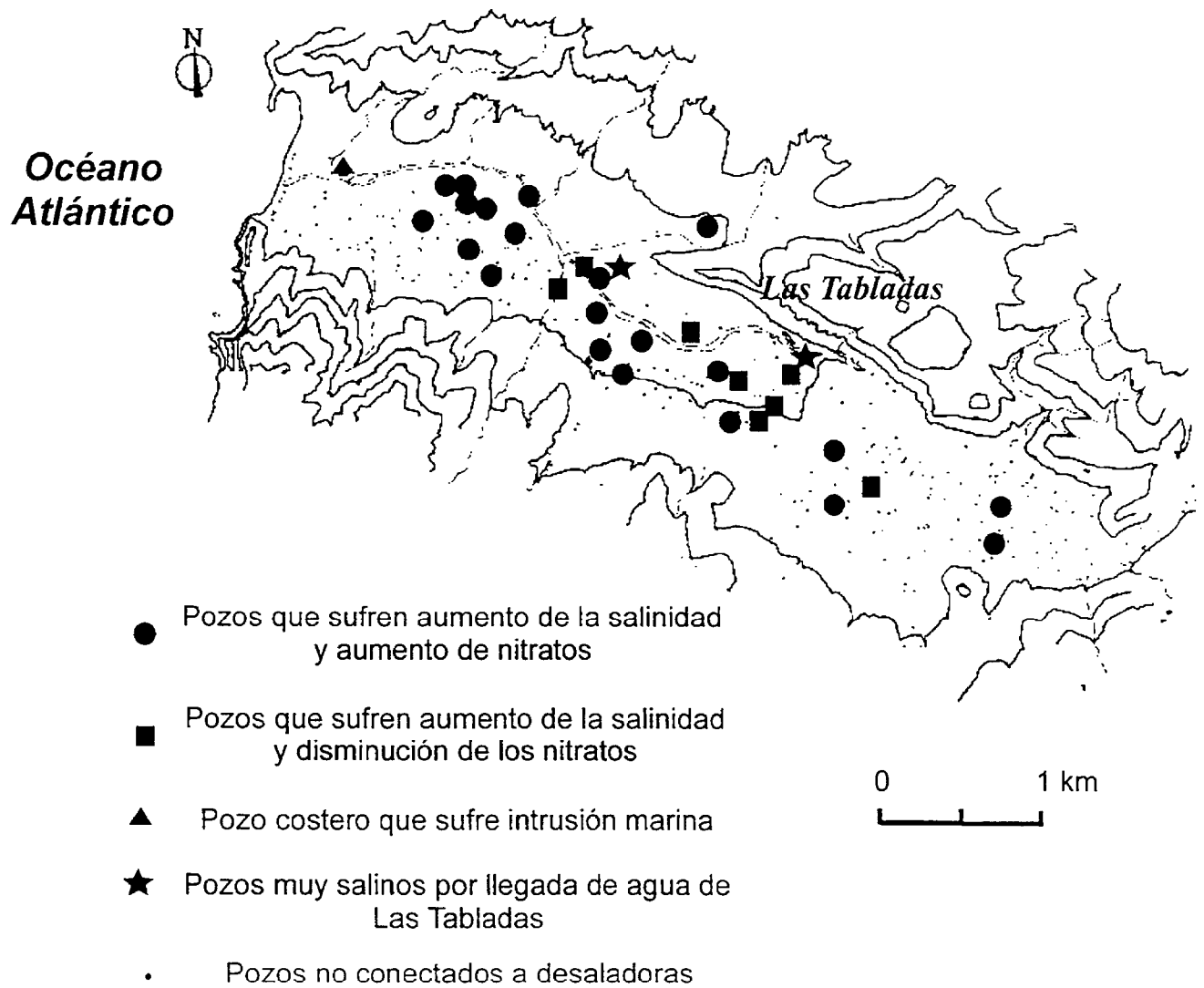


Figura 2: Situación espacial de los pozos de la zona de estudio e identificación del pozo que sufre intrusión marina y de los pozos que evidencian una disminución de nitratos al aumentar la explotación.

EFFECTO DEL USO DE DESALADORAS EN EL ACUÍFERO

Al observarse la instalación de las desaladoras de agua de pozo en el acuífero de La Aldea, y dentro de un Proyecto de investigación sobre la hidrogeología de la zona que está en desarrollo, se decidió instalar una red de control de los pozos que suministran o han suministrado agua a las mismas. Esta red ha estado en funcionamiento durante los años 1999 y 2000, visitándose cada 3 meses aproximadamente. En cada visita se han tomado datos de piezometría, explotación y química del agua por lo que se dispone de una batería de datos bastante amplia que permite analizar la evolución del acuífero en este plazo de tiempo.

Efecto en la piezometría

Los niveles piezométricos han sufrido un descenso generalizado en el acuífero desde 1998 a 2000 que se puede oscilar entre 4 m y 20 m dependiendo de las zonas. Este descenso es particularmente notable en aquellos pozos que suministran a las desaladoras, que presentan un descenso medio de 16 m, pudiendo llegar a los 25-30 m en aquellos situados en la parte central del acuífero. En septiembre de 2000 se ha observado que los pozos que se explotan para desalación mantienen los niveles en su fondo, sin que se observe apenas recuperación de los mismos al cesar la extracción.

Paralelamente, las extracciones de los pozos que suministran a las desaladoras sufrieron un aumento a comienzos de 1999, justamente al comenzar a suministrar agua a las mismas. Esta extracción pudo aumentar en algunos pozos hasta los 10 l/s de caudal medio diario, con una media de 3.24 l/s que ha disminuido hasta los 1.07 l/s medio diario. En 4 de estos pozos se puede hablar de agotamiento, con caudales nulos o inaprovechables y en total 10 pozos han dejado de suministrar a las desaladoras por lo exiguo de sus caudales.

Efecto en la salinidad del agua

La salinidad del agua procedente de los 39 pozos suministradores ha sufrido un aumento importante en el último año. De manera grosera, se observa una evolución en las conductividades químicas medias medidas entre los 4700 y los 7300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sin embargo, este aumento no sigue las mismas pautas en todos los pozos, pudiendo observarse las siguientes familias de pozos:

1. Pozo costero que sufre un aumento de 1000 a 33000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (Fig. 2)
2. Pozos que sufren un aumento moderado de salinidad (entre 4000 y 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad), ligado a un aumento importante de nitratos (que pueden alcanzar los 600 mg/l).
3. Pozos que sufren un aumento moderado de salinidad (entre los 3000 y los 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad), unido a una disminución en los nitratos (que bajan de los 300 a los 100 mg/l de media). (Fig. 2)
4. Pozos que sufren un aumento importante en la salinidad del agua (entre los 8000 y los 16000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad), sin que los nitratos sufran cambios importantes. Estos pozos se sitúan en los márgenes de Las Tabladas.

Estas familias pueden ser relacionadas con los diferentes mecanismos salinizadores identificados en el acuífero. El pozo perteneciente a la familia 1 queda claramente ligado a un proceso de intrusión marina. La familia 2 agrupa a pozos que pasan a explotar una parte importante de agua de retornos de riego al aumentar su extracción. Estos pozos están situados en la parte central del acuífero, justamente

donde los contenidos de nitratos son mayores. La salinidad del agua de la familia 3 debe corresponderse con un aumento de la proporción de agua profunda procedente de los basaltos antiguos, o de agua que discurre por la parte más inferior del aluvial, a la que le llegan menos retornos de riego. Sin embargo, la falta de análisis completos de agua en el momento de redactar la presente comunicación no permite identificar en aumento en el magnesio que debería evidenciarse. Los pozos de la familia 4 están claramente ligados a la pluma de contaminación geológica que se observa en los alrededores de Las Tabladas.

CONCLUSIONES

A la luz de lo expuesto anteriormente, se puede concluir que el acuífero de La Aldea está sufriendo un agotamiento desde 1999 a la actualidad, evidenciado por el descenso de los niveles piezométricos en los pozos y en los caudales medios diarios extraídos. Dicho agotamiento ha ido unido a un aumento de la salinidad del agua explotada en el acuífero, por lo que se han instalado 9 desaladoras de agua de pozo en la zona desde enero de 1999.

El análisis de los datos químicos de los pozos que suministran agua a las desaladoras ha permitido la identificación de una aceleración en la salinización del agua explotada. Dicha salinización responde a varios comportamientos diferentes ligados a los diversos orígenes de la salinidad ya identificados en el acuífero: intrusión marina, retornos de riego, agua más profunda procedente de los Basaltos Antiguos y agua contaminada por depósitos hidrotermales (*azulejos*).

En cualquier caso, parece claro que en épocas de sequía se produce un aumento de salinidad porque disminuye la dilución de las aguas salinas que llegan constantemente al acuífero y que la instalación de desaladoras de agua de pozo lo que hace es disminuir la limitación natural de la extracción que es la mala calidad del agua.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado mediante un Convenio de colaboración entre el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, la Fundación Universitaria de Las Palmas y la Universidad de Las Palmas de G.C. y por el Proyecto CICYT con fondos FEDER 1FD97-0525.

REFERENCIAS

Cabrera, M.C.; Delgado Mangas, F.; Muñoz Sanz, J.; Pérez Torrado, F.J. y La Moneda, E. (2000): "Caracterización de las familias hidrogeológicas en el acuífero de La Aldea (Gran Canaria)". *Geotemas*, 1(2), pp. 47-50.

Custodio, E.; Jimenez, J.; Nuñez, J.A.; Puga, L. y Braojos, J.J. (1989): Hydrogeology of the Canary Islands (Spain). *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, vol. XIV. Asoc. Esp. Hidr. Subt. ITGE. Madrid. pp. 205-227.

MAC-21 (1980): Proyecto de Planificación y Explotación de los Recursos de agua en el Archipiélago Canario. *Com. Interminist. Coord. Est. Mat. Aguas Canarias*.

Muñoz, R.; Cabrera, M.C.; Hernández, F. y Socorro, A.R. (1996): "Development of Analytical and Sampling Methods for Priority Pesticides and Relevant Transformation

Products in Aquifers". *Final Project Report. EU Contract EV5V-CT93-0322-Group 4.*
87 pp. + Appendix

Plan Hidrológico de Gran Canaria (PHGC)(1992): Inventario de puntos de agua, sin publicar.

SPA-15 (1975): Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). *Minist. Obras Públ, Dir. Gral. Obr. Hidr. UNESCO..* Las Palmas de Gran Canaria, Madrid. 3 vol.+ mapas.