

Barón Périz, A.  
Fayas Janer, J.A.  
González Casanovas, C.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE UN MANANTIAL CARSTICO INTERMITENTE:  
LAS UFANAS DE GABELLI (MALLORCA). POSIBILIDADES DE REGULACION

I CONGRESO ESPAÑOL DE GEOLOGIA

Abril 1984

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE UN MANANTIAL CARSTICO INTERMITENTE: LAS —  
UFANAS DE GABELLI (MALLORCA). POSIBILIDADES DE REGULACION.

BARON PERIZ, A.  
FAYAS JANER, J.A.  
GONZALEZ CASASNOVAS, C.

Jefatura de Obras Hidráulicas  
Dirección Provincial del —  
M.O.P.U. en Baleares

RESUMEN

La condición insular y olimática de Mallorca, así como el incremento constante de la demanda ha llevado a una explotación exhaustiva de los recursos hidráulicos. La Sierra Norte es una zona donde por su compleja estructura y difícil topografía todavía quedan algunos recursos sin regular.

Las aguas surgentes a través de las Ufanas de Gabellí constituyen buena parte de los mencionados recursos potencialmente regulables.

En esta comunicación se expone un resumen de los trabajos de — cartografía, sondeos, piezometría, pluviometría, aforos, hidroquímica y ensayos de bombeo efectuados desde 1.974.

Estos estudios parecen confirmar la hipótesis de una circulación cárstica poco profunda, con corta permanencia del agua en el acuífero.

El sistema de regulación propuesto en consecuencia, se basa en una batería de pozos poco profundos aguas arriba de las fuentes, con bombeo continuado, que permitan mantener deprimido el nivel piezométrico. De esta manera el acuífero podría absorber buena parte de las puntas de crecida evitando la surgencia o disminuyendo su importancia.

Introducción

Las Ufanas de Gabellí se encuentran situadas en el NE de la Sierra de Tramuntana de la Isla de Mallorca, en el contacto fallado entre las calizas liásicas y las margocalizas del jurásico superior-cretácico (ver figura 1). Se trata de unas surgencias intermitentes dispersas en una longitud de aproximadamente un Km.

La cuenca de alimentación es de unos 40 Km<sup>2</sup>. aunque dada la complejidad estructural de la zona es difícil de precisar con exactitud.

Los caudales son muy variables en función de la pluviometría y de la piezometría inicial, llegándose a alcanzar máximas de 70 m<sup>3</sup>/seg. en 1974. El volumen medio anual es de 10-12 Hm<sup>3</sup>., parte de los cuales recargan por infiltración los acuíferos del Llano de La Puebla y el — resto vierte al mar a través de la Albufera de Alcudia.

La importancia de estos caudales, conocidos desde antiguo, aconsejó iniciar los estudios para intentar la regulación subterránea de — los mismos, ya que por cuestiones topográficas no era factible su regu-

lación superficial.

Estos estudios se han concretado hasta la fecha en una cartografía geológica, una campaña de sondeos de investigación, control de pluviometría, aforos químicos y mecánicos, hidroquímica y ensayos de bombeo en dos pozos experimentales. El período del estudio comienza en 1974 y se partió de dos hipótesis de trabajo: alimentación y descarga rápida a través de un karst superficial ó alimentación a través de un acuífero profundo y descarga a través de la falla.

En el presente trabajo se expone un resumen de los resultados de los trabajos realizados en este período y se plantean los trabajos futuros y una propuesta de sistema de explotación cuya viabilidad dependerá de los resultados de los mismos.

### Geología

La serie litoestratigráfica de la unidad de las Ufanas es, de muro a techo, la siguiente:

Keuper.- Arcillas y margas de colores abigarrados, margas con yesos, — carniolas dolomías arenosas carniolares y brechas dolomíticas con cemento margoso. Todo el conjunto esta muy tectonizado y laminado por lo que su potencia real no puede calcularse con exactitud. En sondeo se han encontrado desde niveles de pocos metros intercalados en las dolomías y — en el lías medio (olistones) hasta tramos de 400 m. El tramo puede considerarse como impermeable.

Infralías.- Dolomías rosadas, coquerosas de grano fino a grueso, bre— chas dolomíticas y micritas dolomitizadas. Toda la formación se presenta masiva y carstificada con fisuras rellenas de arcillas de decalcificación. El conjunto está muy tectonizado pero por su constitución litológica y por la presencia de niveles de margas verdosas que se inyectan a causa de la tectonización puede considerarse como poco permeable. La potencia puede estimarse en unos 100 m.

Lías Inferior.- Dolomías y micritas masivas, grises. Conjunto muy fracturado y bastante carstificado en especial las micritas. La potencia oscila entre los 100 y 150 m. y representa un nivel de buena permeabili— dad.

Lías medio.- Dolomías, calizas dolomíticas, micritas beig, calizas ooliticas, calizas amarillentas o rojizas con granos de cuarzos y con crinoides aparece en general bien estratificado y constituye un excelente nivel gufa. Por lo general buzan de 30-45° pero pueden aparecer subverticales. La potencia de este lías medio oscila entre 10 y 40 m. Esta bien carstificado.

Jurásico superior-Cretácico inferior.- Constituido por calizas margosas y margas grises, calcisiltitas beig con abundantes radiolarios y filamentos y falsas brechas rojas (facies titónico). Todo el conjunto tiene aspecto nodular, con sílex, fisuras rellenas de calcita, muy replegado y laminado en los niveles mas margosos. Presenta buzamientos entre 25 y 50° pudiendo llegar a subverticales. La potencia real es difícil de conocer dada su tectonización y plasticidad. En los sondeos se han atravesado más de 300 m. El conjunto es impermeable.

El resto de la serie de toda la zona de estudio está suficientemente descrita en la bibliografía.

La disposición estructural de estos materiales es de gran complejidad. Se corresponde con una subunidad de la 2ª escama de Fallot que— dando independizada por el Keuper que, dada su plasticidad actúa como — nivel de despegue y de inyección.

En el área concreta de las Ufanas (ver fig. 1) presenta una disposición que, de Sur a Norte, está constituida por un anticlinal complejo, volcado y fallado, un sinclinal de núcleo cretácico (S1) y un anticlinal fallado y laminado, con Keuper inyectado localmente, que aisla parcialmente lo anterior del sinclinal volcado cuyo flanco N representa el frente de cabalgamiento.

El borde sur de la unidad está afectado por una falla normal con hundimiento del labio S que pone en contacto el cretácico S1 con el Lías. Es a lo largo de este accidente tectónico, en su cota más baja, donde se producen las surgencias.

### Régimen de las Fuentes

Se trata de un grupo de fuentes intermitentes intimamente relacionadas con la pluviometría total y con la intensidad de la misma (fig. 2) y que brotan entre 3 y 7 veces al año. El caudal medio máximo de cada crecida es de 20-30 m<sup>3</sup>/seg. y el volumen medio anual es de 10-12 Hm<sup>3</sup>.

Con objeto de poder calcular los caudales y volúmenes surgentes, se realizó una curva de tarado y con ella y el registro del limnógrafo instalado en la estación de aforos, se valoraron los hidrogramas correspondientes.

Los hidrogramas de crecida se caracterizan por una fuerte subida, en pocas horas, un máximo y un descenso, de pendiente algo menos acusada (fig. 4). Generalmente las lluvias son irregulares y, dado que la respuesta de las fuentes es muy rápida, se produce un hidrograma complejo con varios máximos. Una vez finalizadas las lluvias, es decir, ya en régimen no influenciado, tiene lugar el agotamiento que suele durar de 3 a 4 días como media.

La curva de agotamiento (fig. 3) presenta unos valores de  $\alpha$  comprendidos entre 1 y 2, lo cual indica un medio de elevada permeabilidad por fisuras y conductos.

En los últimos tres años y como consecuencia de la ausencia de precipitaciones, no se ha producido descarga por estas fuentes.

### Piezometría

En base a la cartografía geológica dentro de la campaña general de sondeos de la Unidad, y con la finalidad de completar el estudio sobre las posibilidades de regulación subterránea de las Ufanas, se efectuaron en sus proximidades los sondeos UF-2, UF-3, UF-4 e IRYDA I (labio N de la falla) y los sondeos UF-5 y UF-9 (labio S.). Los sondeos UF-3 y UF-4 tienen instalados dos piezómetros cada uno, alto y bajo (UF-3a, 3b y UF-4a, 4b), que miden respectivamente los niveles superior e inferior que se encuentran separados por unas brechas margosas (ver corte geológico fig. 1).

En líneas generales puede decirse que las variaciones de los niveles en los distintos piezómetros son muy similares, en función de las lluvias, durante los años de observación.

En la fig. 2 puede verse la piezometría correspondiente al año hidrológico 1976-77 en los piezómetros UF-5, UF-3a, IRYDA I y UF-2, que se han escogido porque reflejan el funcionamiento piezométrico de la zona.

La cantidad de lluvia capaz de influenciar los niveles varía según la época del año. Después de un período largo de sequía dicho valor puede llegar a ser tres veces mayor que en época húmeda.

Después de una lluvia suficientemente intensa, el tiempo de respuesta de los niveles (y de las fuentes en su caso) suele ser de ocho a diez horas.

Los primeros en reaccionar son los piezómetros UF-3a, UF-4a, IRY DA I, UF-5 y UF-9, es decir, los correspondientes al acuífero superior del borde N de la falla y los del borde S. Unas horas más tarde comienzan a subir los niveles en los piezómetros UF-2, UF-3b y UF-4b, ranurados en el acuífero inferior del labio N.

Durante el agotamiento de las fuentes se produce el mismo efecto retardado. Cuando los niveles del acuífero inferior todavía no han alcanzado su máximo, los del superior ya han iniciado el descenso.

Los sondeos UF-5 y UF-9, situados a cota más baja que las fuentes, manan por la boca al mismo tiempo que dichas fuentes. Si la pluviometría es considerable pueden hacerlo también el UF-3a y el UF-4a. Los niveles en los piezómetros UF-2, UF-3b y UF-4b nunca alcanzan la cota de salida de las Ufanas.

Las oscilaciones máximas del nivel piezométrico son de 50 a 60 m. y su estabilización en época seca está comprendida entre las cotas + 23 y + 30 m.

#### Hidroquímica y temperatura

Dadas las dos hipótesis de partida se pensó en un estudio hidroquímico para aclarar el sistema de alimentación de las fuentes.

A partir de Octubre de 1976 y hasta 1980 se han tomado muestras de agua de lluvia, en media mensual, de las fuentes y de los piezómetros UF-2, UF-3 (a y b), UF-4 (a y b), UF-5 y UF-9 con objeto de estudiar las características químicas.

El agua de lluvia tiene una mineralización muy baja, pero con concentraciones iónicas muy variables que van desde 7 a 170 p.p.m. para el ión  $\text{Cl}^-$  de 30 a 110 p.p.m. para  $\text{CO}_3\text{H}^-$  en el período estudiado.

Inicialmente se había basado el estudio hidroquímico en el ión  $\text{Cl}^-$ , pero investigaciones posteriores, tanto de campo como de laboratorio, pusieron en evidencia que el contenido en ión  $\text{Cl}^-$  del agua, se homogeniza con rapidez al infiltrarse, enmascarando, en las zonas cársticas con relieve considerable y gran espesor no saturado, las diferencias de concentración, que podrían apreciarse claramente en las fuentes, según se tratase de agua de lluvia o agua con cierto tiempo de permanencia en el acuífero.

En consecuencia, el ión  $\text{Cl}^-$  no puede considerarse representativo del tiempo de permanencia del agua en un acuífero cárstico, pero si la mineralización total o los contenidos en carbonatos o iones calcio-magnesio.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se estudió con más detalle el contenido de iones, en especial  $\text{CO}_3\text{H}^-$ ,  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  y  $\text{Cl}^-$ , así como la temperatura del agua en fuentes y sondeos, durante la crecida de Enero de 1980.

El análisis de la fig. 5, comparando la evolución de los iones con el hidrograma, permite observar que las concentraciones son máximas al comienzo de la crecida, descendiendo progresivamente hasta el inicio del agotamiento, en régimen no influenciado. A partir de este momento se inicia un aumento de concentración que no llega a alcanzar las ini-

ciales.

Esta evolución de concentraciones parece indicar un aporte inicial preferente de agua del acuífero, una participación del agua de lluvia en rápido incremento que, prácticamente, sustituye al aporte inicial, y un período final de mezcla de ambas aguas.

Por lo que respecta a la calidad de agua en los piezómetros se pueden diferenciar dos grupos. El UF-2, UF-3b y UF-4b que, por las características de construcción y de muestreo, no son muy representativos, pero que parecen indicar una circulación muy débil (fig. 4). El UF-3a, UF-4a, UF-5 y UF-9 (surgentes) presentan una evolución totalmente comparable a la de las fuentes (fig. 5), con concentraciones algo más altas a medida que se distancian de ellas.

La temperatura en las fuentes y en el UF-3a varía entre 16° y 16,2° C. En los piezómetros UF-9 y UF-5 varía entre 16,6 y 16,9° C. Estas temperaturas son notablemente inferiores a la del agua del acuífero, conocida por bombeos realizados en períodos de niveles bajos, en ausencia de lluvias, y que es de 18,2° C.

#### Ensayos de bombeo

Se bombeó un pozo experimental (V-9) construido junto al piezómetro UF-9 (fig. 6). Se inició el bombeo con un Q de 40 l/seg. produciéndose un inicio de estabilización tras un descenso de 35 m. y 16 h. de bombeo. Aumentando el caudal a 65 l/seg. se produce un brusco descenso de 55 m. más. Reduciendo el caudal a 55 l/seg. se estabiliza con un descenso total de 70 m. Con el comienzo de las lluvias, y manteniendo el caudal a 55 l/seg., los niveles comienzan a subir lenta y progresivamente.

El piezómetro UF-9, situado a 2 m. del pozo, presenta una evolución totalmente paralela. El resto de los piezómetros, situados entre 140 m. (UF-5) y 220 m. (UF-2), presentan descensos que están comprendidos entre 3 y 5 m.

La evolución de los descensos en los piezómetros puede agruparse en dos modelos. Las curvas del UF-5, UF-3a y UF-4a presentan una evolución similar, reflejando, con un ligero retraso, los cambios de caudal y la incidencia de la lluvia. Las curvas del UF-3b, UF-4b y UF-2 son asimismo comparables, no respondiendo en el período medido, al efecto de la lluvia, pero sí a las variaciones de caudal, salvo el UF-2.

La recuperación se produce en 2 h. en el pozo y en los piezómetros UF-9, UF-5 y UF-3a, mientras que en los sondeos UF-2, UF-3b, UF-4a y UF-4b apenas se produce recuperación al cabo de 8 h. del fin del bombeo.

#### Conclusiones

De todo lo anteriormente expuesto se puede deducir lo siguiente:

- Las Ufanas de Gabellí responden en un tiempo de ocho a diez horas a las precipitaciones caídas sobre la unidad.
- La alimentación se produce a través de un karst poco profundo, de rápida circulación y en el que las aguas permanecen poco tiempo.
- Aunque el volumen más importante de la crecida procede del modelo de alimentación anterior, hay un aporte no despreciable de agua que estaba en el acuífero con anterioridad a la crecida.

- En función de estas características, la forma de intentar regular - subterráneamente estas fuentes, es provocar la mayor depresión posible en la piezometría. Es decir, incrementar la zona no saturada en el labio N de la falla, con el fin de que al producirse la infiltración haya suficiente volumen vacío para recibirla e impedir, o al menos disminuir, la salida de agua por las fuentes.

Para ello lo más aconsejable es construir una batería de cuatro o cinco pozos con una profundidad de 100 m. en el labio N de la falla, combinada con el pozo V-9 en el labio S. Se establecería un régimen de bombeo continuo, en niveles bajos, de aproximadamente 100 l/seg. (con 20 l/seg. en cada pozo). Durante los periodos de niveles altos estos valores se podrían triplicar. Con este sistema se podrían regular, en un año medio, entre 5 y 6 Hm<sup>3</sup>.

#### Bibliografía

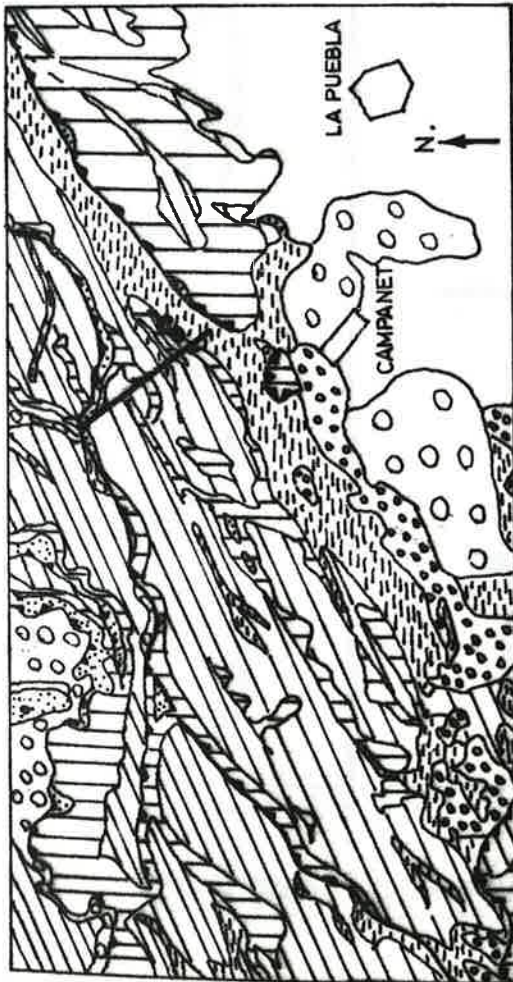
Fuster, J. (1973). ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS TOTALES DE BALEARES. Comité de Coordinación. Madrid.

Barón, A., González, C. y Pascual, D. (1978). INFORME SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES EN LA ZONA UFANAS (SIERRA NORTE). Jefatura de Obras Hidráulicas. M.O.P.U. Palma de Mallorca.



**DIRECCIÓ GENERAL  
DE RECURSOS HÍDRICS**

SERVEI D'ESTUDIS I PLANIFICACIÓ



- CUATERNARIO.
- MIOCENO.
- OLIGOGENO.
- ▨ CRETACICO.
- ▧ LIAS.
- ▩ INFRALIAS.
- ▤ KEUPER.

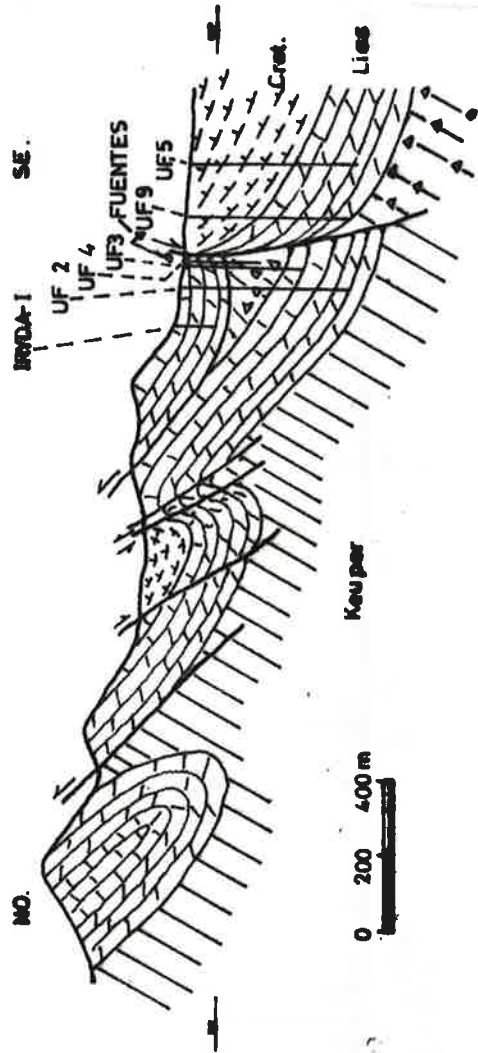


FIGURA 1



- UF-5
- ..... UF-3a
- IRYDA 1
- - - UF-2
- ∩ UF-5 Surgente

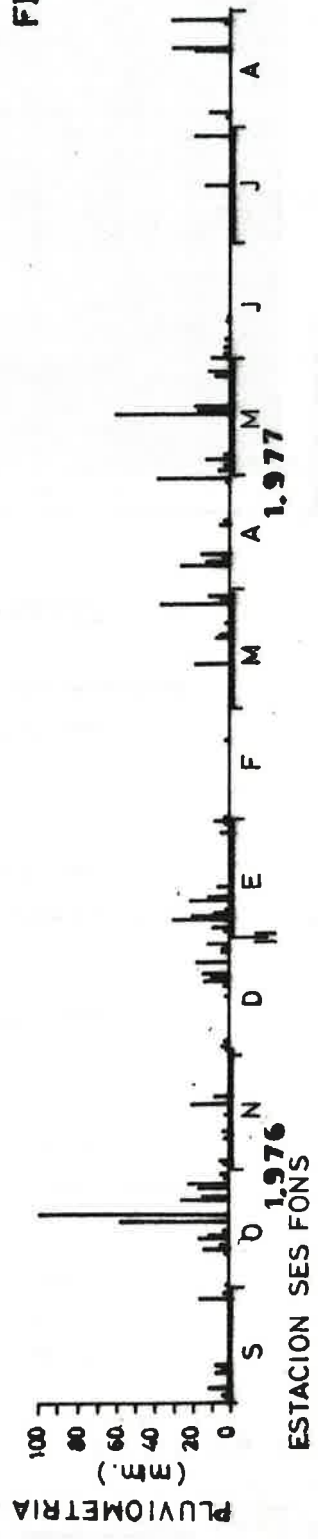
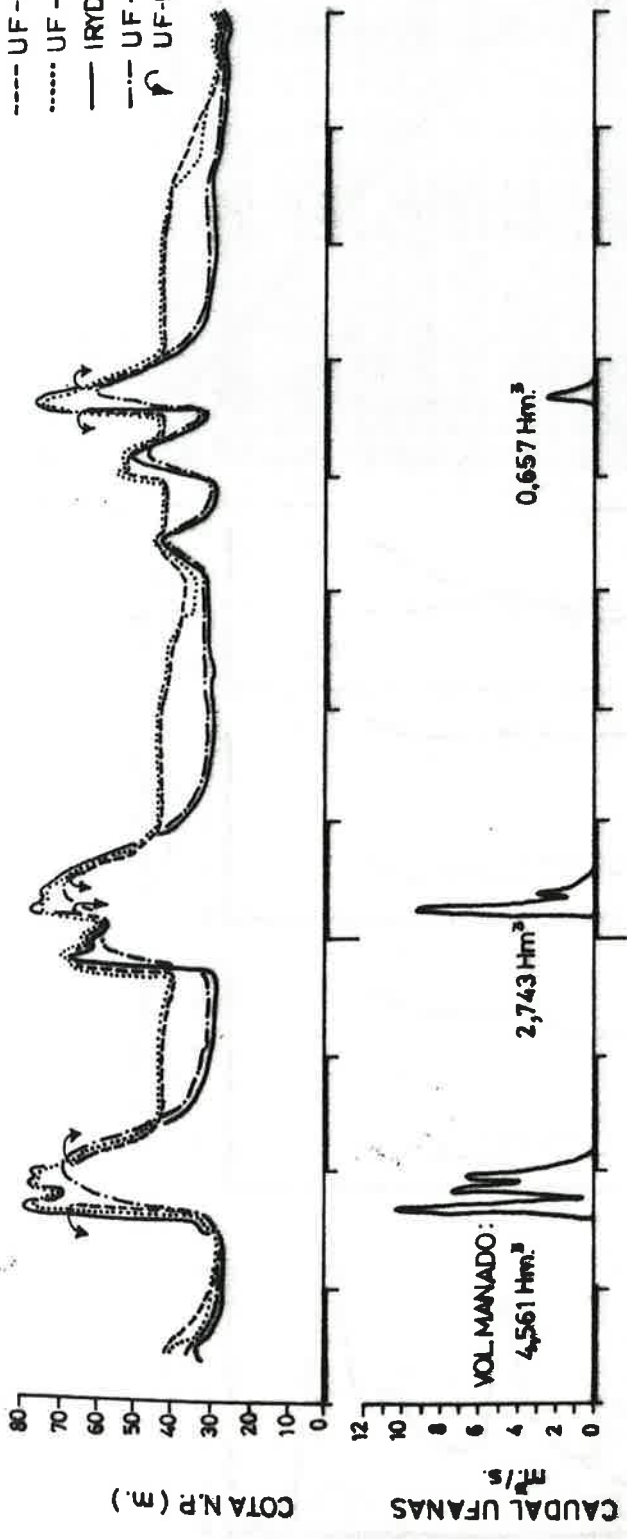


FIGURA 2

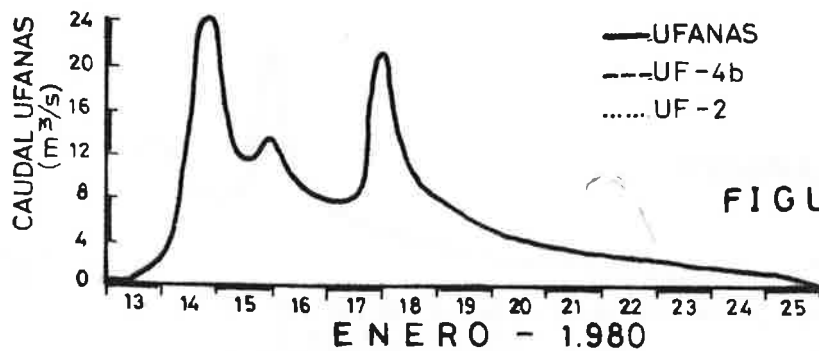
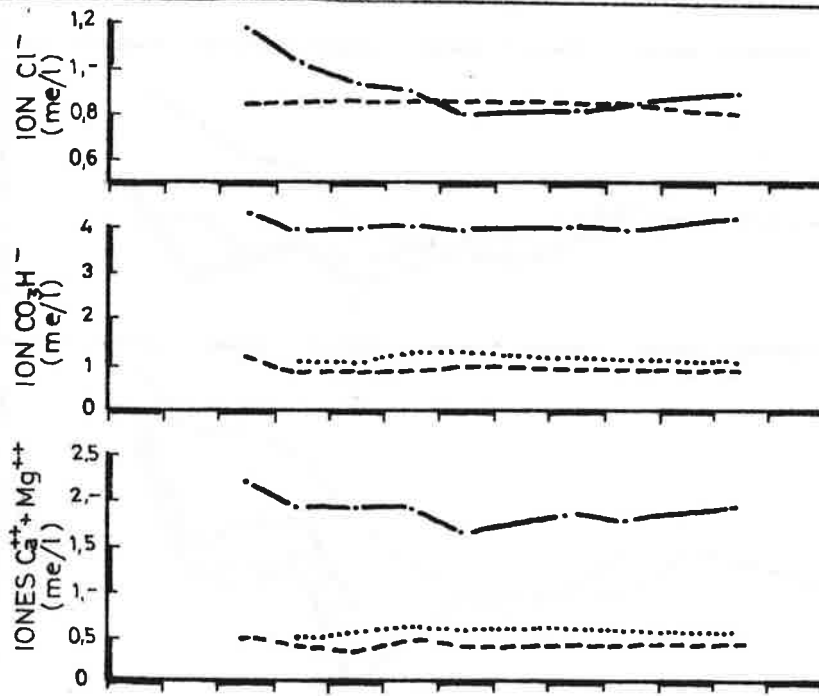
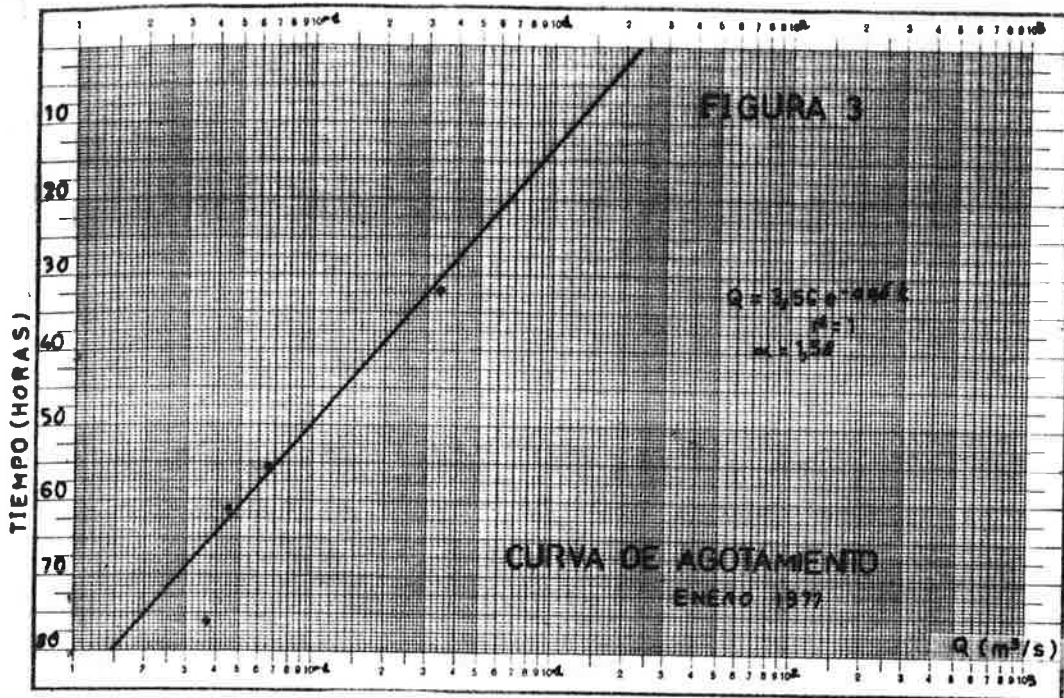


FIGURA 4

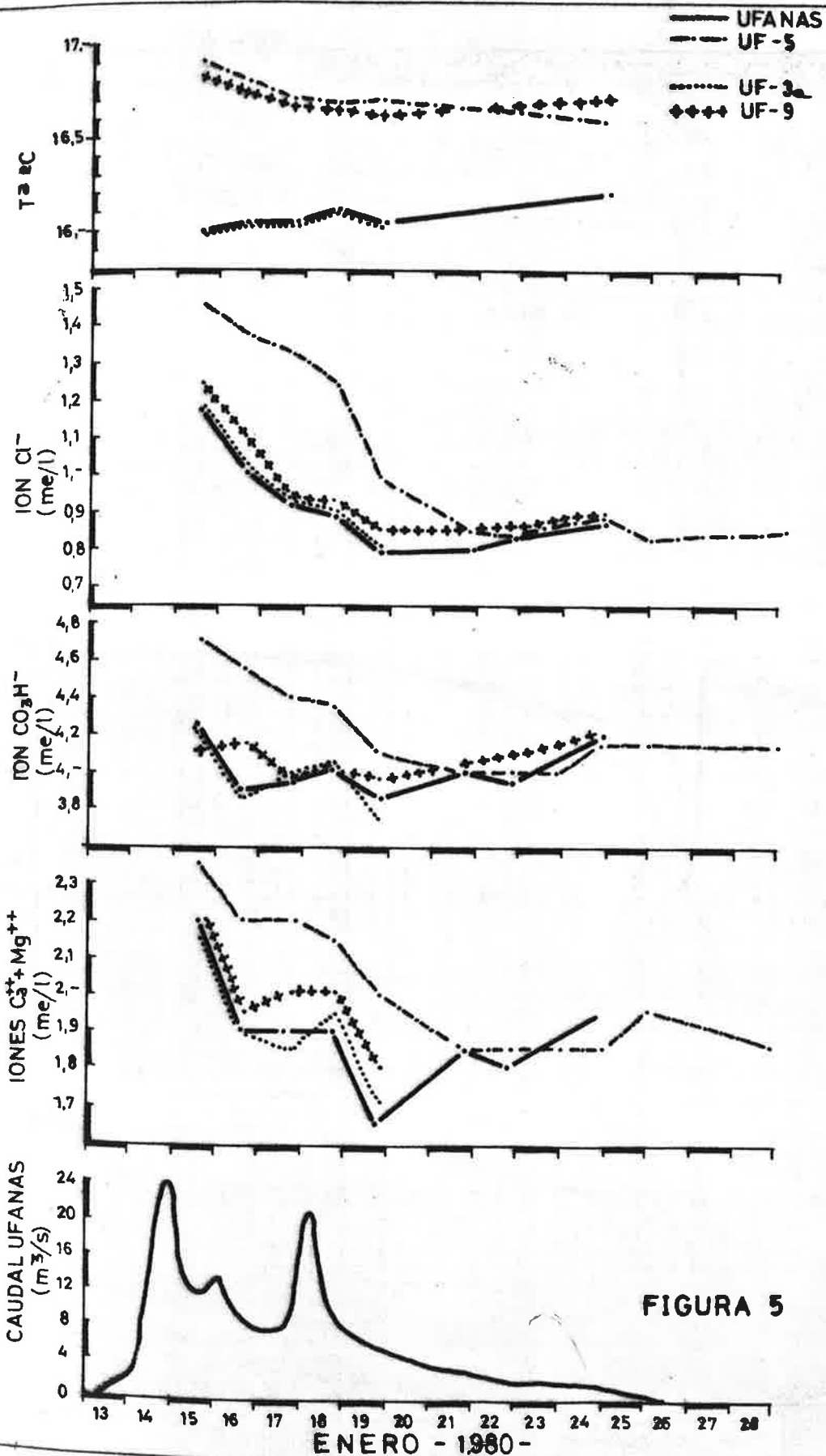


FIGURA 5

