

7033

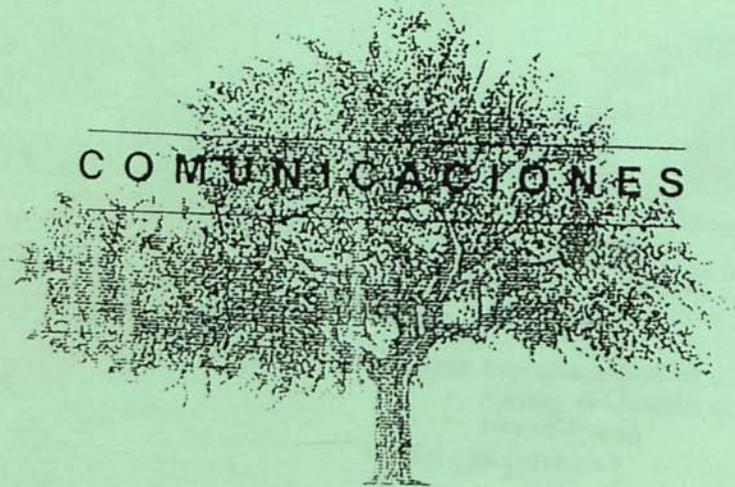
1.<sup>a</sup>

# REUNION SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN ANDALUCIA

CONTAMINACION INDUSTRIAL Y URBANA EN LA COMARCA DEL  
MARMOL (TRAMO MEDIO DEL RIO ALMANZORA). CAPACIDAD DE  
AUTODEPURACION BIOLOGICA.

*Martín Vallejo, M.; García-Rosell, L.; Gurrea, M.M.;  
Jiménez Martínez, M.A.; Romero López, C.*

I.A.G.M.-Facultad de Ciencias.- Proyecto LUCDEME



COMUNICACIONES

FACULTAD DE CIENCIAS - JARDIN BOTANICO  
CORDOBA 1990

Donación  
J. Rosell

R- 7033

**CONTAMINACION INDUSTRIAL Y URBANA EN LA COMARCA DEL MARMOL (TRAMO MEDIO DEL RIO ALMANZORA). CAPACIDAD DE AUTODEPURACION BIOLÓGICA.**

Martín Vallejo, M.; García-Rosell, L.; Gurreea, M.M.; Jiménez Martínez, M.A.; Romero López, C.

**I.A.G.M.-Facultad de Ciencias.- Proyecto LUCDEME**



**Imprime:** Imprenta Provincial de Córdoba  
Avenida del Mediterráneo, s/n.  
14011-Córdoba

**I.S.B.N.:** 84-87034-66-7

**Depósito Legal:** CO-1.114-91

CONTAMINACION INDUSTRIAL Y URBANA EN LA COMARCA DEL MARMOL  
(TRAMO MEDIO DEL RIO ALMANZORA, ALMERIA). CAPACIDAD DE AUTODEPU-  
RACION BIOLÓGICA.

MARTIN VALLEJO, M.; GARCIA-ROSSELL, L.; GURREA, M.M.; JIMENEZ  
MARTINEZ, M.A.; ROMERO LOPEZ, C.  
Dpto. Geodinámica.- IAGM.- FACULTAD DE CIENCIAS - GRANADA

RESUMEN.- En el tramo medio del Río Almanzora, (la denominada Comarca del Mármol) se ha muestreado en el periodo Febrero Mayo 90, entre Purchena y Albox.

Hay una fuerte contaminación química y bacteriológica, siendo los focos de la misma: aguas fecales sin depurar, actividad industrial y sedimentos salíferos.

Se observan variaciones significativas según la hora del muestreo y según la fecha del mismo, tanto en los parámetros químicos como bacteriológicos. El análisis de estas oscilaciones muestra, entre otras cosas, un cierto poder de autodepuración biológica del río.

ABSTRACT.- An exhaustive sampling of the water of the Almanzora river, Purchena and Albox shows a strong chemical and bacteriological contamination controlled by three factors: the villages, the marble industries and the saliferous sediment of the basin.

There are some oscillations in the contents of pollutants, according to the date and to the moment of the sampling. The differences in the bacteriological contents in interpreted as a autodepuration of the stream.

## I.- INTRODUCCION

En la Cuenca media del río Almanzora se registra una fuerte actividad industrial en relación con la extracción de mármol de las diferentes canteras de la zona.

Esta circunstancia produce una contaminación en el río, motivada en parte por el hecho de que las industrias no han utilizado ningún sistema de depuración o decantación para eliminar el polvo generado por las diferentes actividades industriales, si bien en los últimos meses se han acondicionado algunas bolsas de decantación en el propio aluvial del río.

A todo esto hay que añadir el hecho de que tampoco las diferentes núcleos de población depuran las aguas procedentes de usos urbanos; motivos ambos por los cuales el río va cargado de diferentes sustancias contaminantes de diversas características tanto orgánicas como inorgánicas.

El tipo de "contaminación" industrial más significativo es un tanto singular, pues corresponde a los lodos calcáreos de las numerosas instalaciones que trabajan el mármol procedentes de las canteras de Macael.

El tramo estudiado está limitado por los pueblos de Purchena-Albox ambos en las márgenes del Río Almanzora, en su tramo medio-alto (fig. 1 y 2).

El muestreo se ha realizado entre los meses de Febrero y de Mayo de 1990, en un año hidrológicamente anormal debido a la alta pluviosidad, como consecuencia de la cual el estiaje se ha visto muy paliado respecto a lo que es habitual en esta corriente de agua, prototipo de un área árida o subárida.

II.- METODOLOGIA.- Con objeto de definir el tipo y la gravedad de la contaminación, se optó por el método de obtener muestras compuestas en cinco estaciones (fig. 2) que son representativas de la calidad del agua en este tramo para ello se hacen cuatro tomas de muestras a lo largo del día en cada punto (al amanecer la primera y a medianoche la última). Las estaciones para dichos muestreos se definieron en función de los siguientes factores:

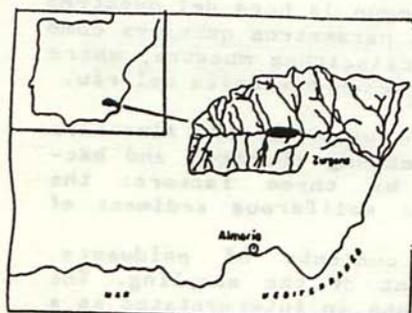


Fig 1.- Situación de la zona

- situación respecto a los núcleos urbanos.

- id. respecto a las industrias del mármol.

- accesibilidad y características de la corriente.

- id. respecto a la red de drenaje procedente de las diversas subcuencas.

Para dar una idea del tipo de población, el número de habitantes de los núcleos situados en esa zona son (al 1-Enero-1989) los siguientes:

- Purchena	1857 habitantes
- Olula del Río	5.212 "
- Cantoria	3.406 "
- Albox	10.231 "

En cuanto al factor citado en último lugar, su importancia estriba en que una buena parte de la superficie de la cuenca está ocupada por sedimentos triásicos y miocenos con elevado contenido en sulfatos y cloruros, así como por calizas y dolomías lo cual condiciona una notable salinidad de las corrientes superficiales (fig. 3).

Los parámetros a determinar están en función de la contaminación que se encuentra en la zona, que es tanto de origen inorgánico (procedente de las industrias situadas en la zona) como orgánica (procedente de los núcleos de población asentados en la misma) y son los siguientes:

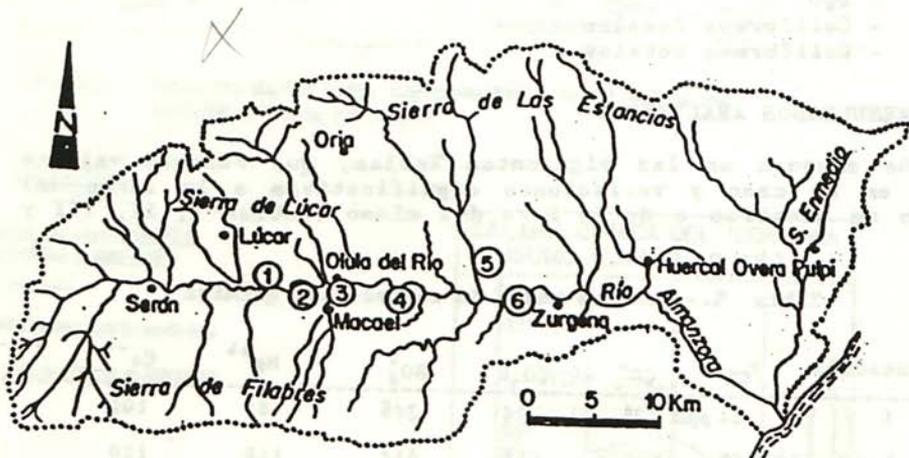


Fig. 2 Situación de las estaciones de muestreo ○ en el tramo medio del Río Almonzora

1	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10
3	10	10	10	10	10
4	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10

A) - Determinaciones "in situ"

- Temperatura
- Conductividad
- pH

B) - Determinaciones en el laboratorio

- Cloruros
- Carbonatos
- Bicarbonatos
- Calcio
- Magnesio
- Sulfatos
- DBO<sub>5</sub>
- DQO<sub>5</sub>
- Coliformes fecales
- Coliformes totales

III.- RESULTADOS ANALITICOS

Se exponen en las siguientes Tablas, que recogen valores medios en un caso y variaciones significativas a lo largo del periodo de muestreo o de la hora del mismo (tablas I, II, III y IV).

Tabla I.- Valores medio de composición química

Estación	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>
1	31 ppm	3	94	348	81	109
2	59	3	115	614	110	120
3	38	1'5	98	343	73	100
4	14	3	109	348	71	96
5	139	3	161	293	133	176

Tabla II.- Valores de . D.B.O.

Estación	Bo		B <sub>5</sub>		DBO <sub>5</sub> (Bo-B <sub>5</sub> )		
1	28	13	18	4	10	9	mg/l Nota:
2	28	7	19	4	9	3	"
3	31	9	21	4	10	5	"
4	28	6	19	3	9	3	"
5	31	11	17	2	14	9	"

Los valores consi-  
nados en primer lu-  
gar corresponden  
al muestreo reali-  
zado el 30-III-90,  
y los otros al 16-  
V-90.

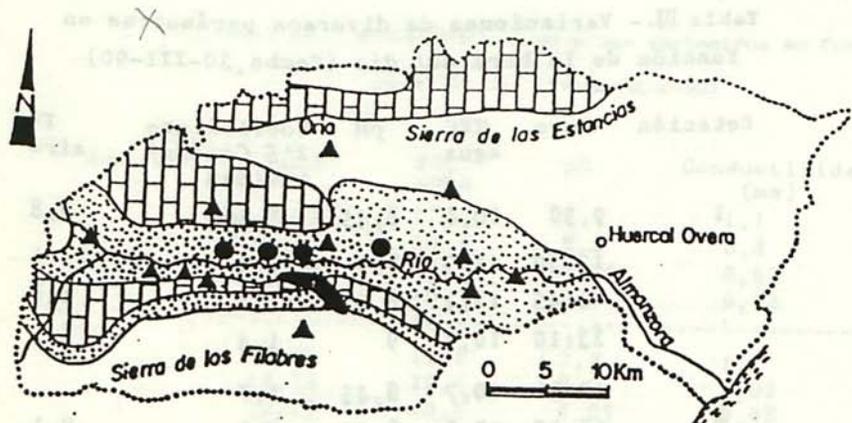


Fig. 3.9.- Situación de los focos contaminantes y de los sedimentos solíferos triásicos y miocenos

**LEYENDA**

- Focos de contaminación industrial (mármol)
- ▲ Id. urbana
- ▤ Sedimentos carbonatados
- ▨ Id. con sulfatos y cloruros

**LEYENDA**

- Estación Nº 1
- - - " " 2
- · · " " 3
- " " 4
- - - " " 5

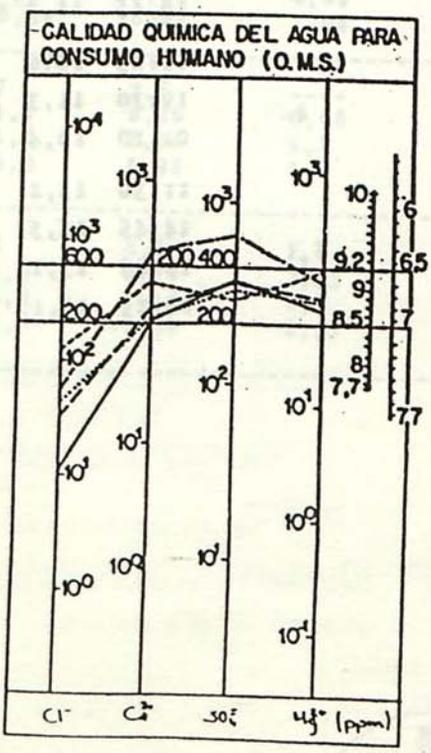


Fig. 4 Calidad química del agua

Tabla III.- Variaciones de diversos parámetros en función de la hora del día (fecha.30-III-90)

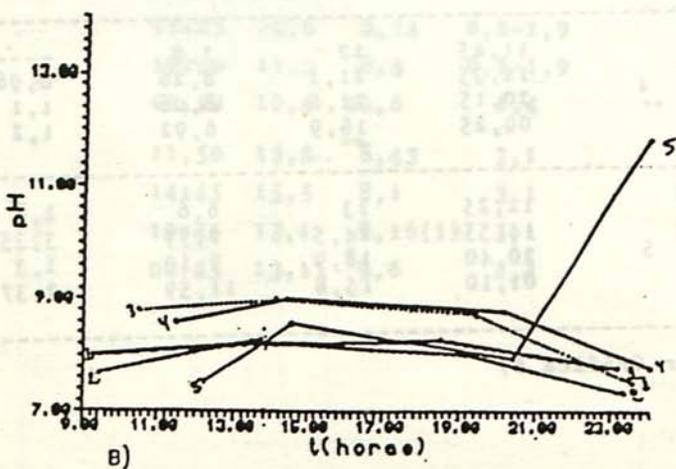
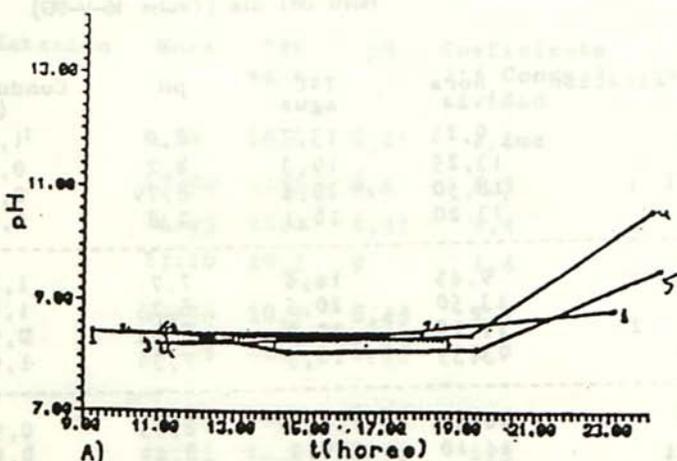
Estación	Hora	T <sup>o</sup> C agua	pH	Coefficiente 2'5 Conduc <sup>i</sup> tividad	T <sup>o</sup> C aire
1	9,30	10,6	8,45	1,4ms	8,8
	13:50	11'3	8,4	1,3	11,1
	4:45	11,4	8,41	1,4	8,8
	23:10	10,7	9	1,4	8,3
2	10:30	10,7	8,45	1,7	
	18:05	12,8	8,33	2,2	9,1
3	11:00	10,7	8,25	1,4	8,6
	14:15	11,6	8,35	1,3	12;1:
	18,45	11,4	8,33	1,5	9,2
	11:25	10,6	8,24	0,2-1,9	9,5
4..	19:30	11,3	8,4	0,2-1,9	----
	01,10	10,4	10,6	1,4	8,5
	11,50	13,2	8,43	3,1	11,7
5	14:45	15,5	8,1	3,1	12
	19:45	13,1	8,16(1)	3,1	10,1
	00:25	13,1	9,6	2,4	8,9

Tabla IV.- Variaciones de diversos parámetros en función de la  
Hora del día (fecha 16-V-90)

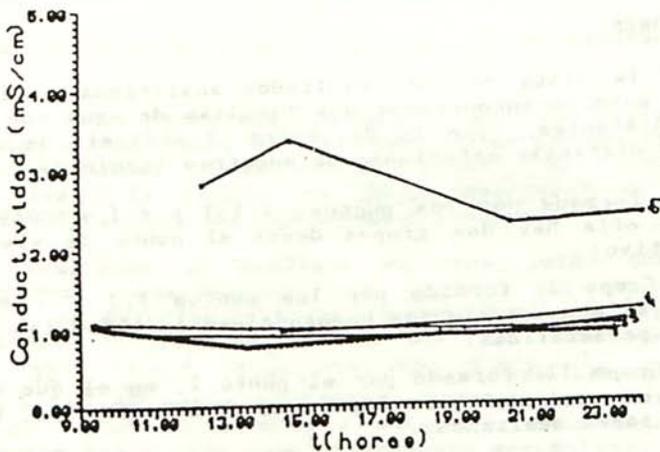
Estación	Hora	T°C agua	pH	Conductividad (ms)	T°C aire
1	9,25	13,7	8,0	1,1	18,7
	13,25	19,3	8,2	0,8	25,5
	18,50	20,4	8,29	0,92	24,3
	23,20	16,1	7,8	0,92	15,3
2	9,45	14,8	7,7	1,1	19
	13,50	20,5	8,25	1,02	24,4
	19,15	20,9	8,05	0,98	24,3
	23,35	16,5	7,36	1,00	15,1
3	10,50	15,6	8,05	0,97	23,5
	14,10	20,2	8,29	0,92	20
	19,45	21,3	7,97	0,89	24
	23,55	16,3	6,64	1,04	13,8
4	11,45	17	7,8	---	26,5
	14,35	21,1	8,26	0,98	27,3
	20,15	21,6	8,06	1,1	21,4
	00,25	16,9	6,92	1,2	14,7
5	12,25	23	6,6	2,8	26
	14,55	24,5	7,79	3,35	26,5
	20,40	18,9	7,10	2,3	23,7
	01,10	15,8	11,59	2,37	13,6

(Ver Gráfica 6)

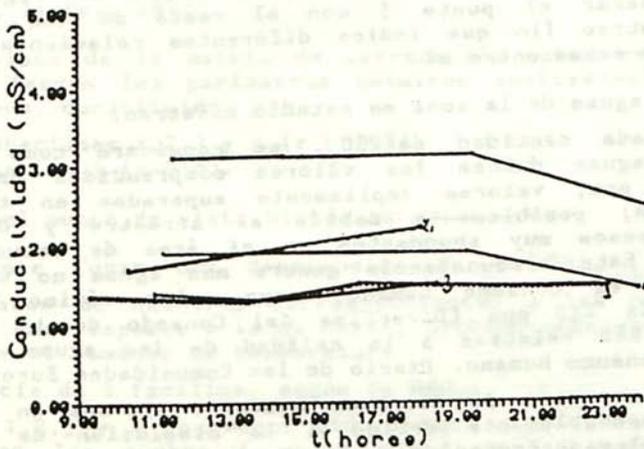




EVOLUCION DEL pH A LO LARGO DEL DIA EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO A) 30 - III - 90 B) 16 - V - 90



A)



B)

EVOLUCION DE LA CONDUCTIVIDAD A LO LARGO DEL DIA EN LOS  
 DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO A) 16 - V - 90 B) 30 - III - 90

## CONCLUSIONES

IV.1.- A la vista de los resultados analíticos desde el punto de vista químico encontramos dos familias de agua con relaciones iónicas distantes, como lo demuestra el análisis de correlación entre las distintas estaciones de muestreo (tabla nº ).

A.- La formada por los puntos, 1,2,3 y 4 ( r 0'98). Dentro de ella hay dos grupos desde el punto de vista cuantitativo:

- Grupo I: formado por los puntos 1,3 y 4 en los que existe una elevada homogeneidad en todas las relaciones paramétricas.
- Grupo II: formado por el punto 2, en el que se observa un aumento de las concentraciones de todos los iones analizados.

B.- La formada por el punto 5 (r=0'8). En la que aún existiendo similares concentraciones de iones, hay un evidente desplazamiento de la secta de regresión al comparar el punto 5 con el resto de los puntos de muestreo (lo que indica diferentes relaciones iónicas) y de estos entre sí.

IV.2.- Las aguas de la zona en estudio muestran:

- 1.- Elevada cantidad de  $SO_4$ , se considera como normales en aguas dulces los valores comprendidos entre 2 y 150 ppm, valores ampliamente superados en todos los casos; posiblemente debido al arrastre y disolución de yesos muy abundantes en el área de estudio (Fig. 3). Esta circunstancia genera más aguas no tolerables para el consumo humano, cuyo valor máximo permitido es de 250 ppm (Directiva del Consejo de 15 de Julio de 1980 relativa a la calidad de las aguas destinada al consumo humano. Diario de las Comunidades Europeas).
- 2.- Concentración de Cloruros bastante elevada en el punto 5, probablemente debido a la disolución de terrenos con elevado contenido en Cloruros.
- 3.- Elevadas concentraciones de  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ , lo que confiere a las aguas una dureza importante, siendo la misma la que se expone en el cuadro:

Estación Dureza(\*)

1	612ppm
2	720 "
3	559 "
4	535 "
5	994 "

(\*) según la formula:

$$D \text{ ppm } CO_3Ca = \frac{C \text{ ppm}}{20} + \frac{Mg \text{ ppm}}{12} - 50$$

Valores superiores a 200 ppm ya se consideran aguas muy duras.

En este punto conviene destacar que los valores de  $Mg^{2+}$  son netamente superiores a las 50ppm, valor máximo permitido para el consumo humano (Directiva del Consejo de 15 de Julio de 1980 relativa a la calidad de aguas destinadas al consumo humano. Diario Oficial de las Comunidades Europeas).

Se ha realizado un análisis de correlación entre los iones estudiados, observándose que existe una correlación positiva entre la mayoría de ellos, siendo bastante significativa ( $r = 0'05$ ), pudiendo destacar una gran interdependencia ( $r = 0'99$ ) entre  $Cl^{-}$ ,  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ , así como entre  $Cl^{-}$  y  $HCO_3^{-}$  ( $r = 0'88$ ) y  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  ( $r = 0'94$ ), lo cual hace constatar las relaciones iónicas de estos elementos encontrándose desplazado el par  $CO_3^{2-} \rightleftharpoons HCO_3^{-}$  hacia  $HCO_3^{-}$ ; sobretodo como Bicarbonato cálcico (en menor proporción como  $^{3}$ Bicarbonato magnésico).

Los sulfatos, por el contrario, no guardan mucha correlación con el resto de los iones, siendo esta significativa entre  $SO_4^{2-}$  y  $Ca^{2+}$  ( $r = 0'18$ ).

A la vista de la matriz de correlación entre estaciones de muestreo (según los parámetros químicos analizados) pueden formar 2 grupos, constituidos por:

- 1.- Las estaciones 1, 2, 3 y 4 ( $r > 0'98$ ).
- 2.- La estación 5 ( $r = 0'18$ ).

IV.3.- Desde el punto de vista biológico se observa:

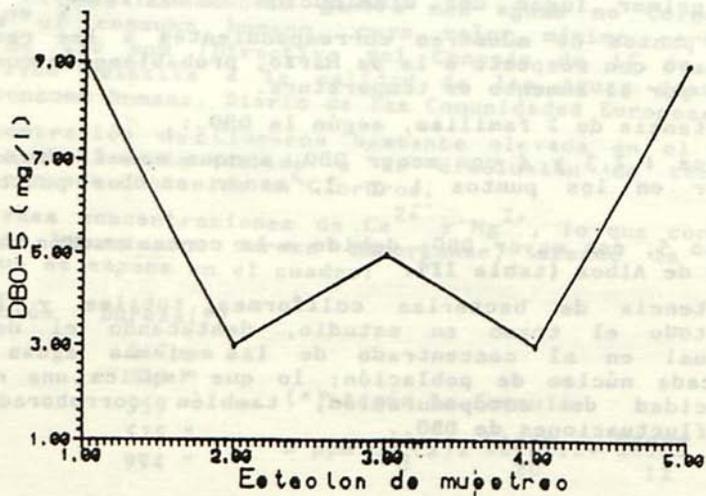
- En primer lugar una disminución de la  $DBO_5$  en todos los puntos de muestreo correspondientes a las recogidas en Mayo con respecto a la de Marzo, probablemente condicionada por el aumento de temperatura.
- Existencia de 2 familias, según la  $DBO_5$ :
- Puntos 1, 2, 3 y 4 con menor  $DBO_5$  aunque con fluctuaciones, mayor en los puntos 1 y 3, menor en los puntos 2 y 4.
- Punto 5, con mayor  $DBO_5$  debido a la contaminación orgánica procedente de Albox (tabla II).
- Existencia de bacterias coliformes totales y fecales en todo el tramo en estudio, destacando el descenso gradual en el concentrado de las mismas aguas abajo de cada núcleo de población; lo que implica una notable capacidad de autopeduración, también corroborado por las fluctuaciones de  $DBO_5$ .

correlacion entre estaciones de muestreo

	1	2	3	4	5
1	1.00000				
2	.98997	1.00000			
3	.99873	.99213	1.00000		
4	.99587	.98412	.99608	1.00000	
5	.89138	.85586	.87604	.87467	1.00000

correlación entre los distintos parámetros determinados

	cloruros	carbonat	bicarbon	sulfatos	magnesio	calcio
cloruros	1.00000					
carbonat	.20756	1.00000				
bicarbon	.93129	.36242	1.00000			
sulfatos	-.14840	.20211	-.18423	1.00000		
magnesio	.93600	.42657	.88429	.16656	1.00000	
calcio	.98631	.34713	.94227	-.18170	.93926	1.00000



VARIACIONES DE LA DBO A LO LARGO DE LAS  
DISTINTAS ESTACIONES DE MUESTREO.

## BIBLIOGRAFIA

- O.M.S. (1964).- Normas Internacionales para el agua potable.
- RODIER, J. (1978).- Análisis de las aguas. Ed. Omega. Barcelona.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1976).- Hidrología subterránea. Ed. Omega. Barcelona.
- BRITTON, L.J. y GREESON, P.E. (1987).- Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological samples. Techniques of Water. Resources Investigations of the United States Geological Survey.
- C.E.E.(1980).- Directiva del Consejo de 15 Julio de 1980 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.