

Barón Periz, Alfredo  
Fayas Janer, José Antonio  
Gonzalez Casasnovas, Concepción

ANALISIS HISTORICO DE LA SALINIZACION EN LAS CAPTACIONES  
DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIENTO E.M.A.Y.A EN PONT D'INCA  
(ISLA DE MALLORCA)

TIAC'88

Almuñecar, Junio 1988.

**ANALISIS HISTORICO DE LA SALINIZACION EN LAS CAPTACIONES  
DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIENTO DE E.M.A.Y.A. EN PONT D'INCA**

**(ISLA DE MALLORCA**

BARON PERIZ, Alfredo  
FAYAS JANER, José Antonio  
GONZALEZ CASASNOVAS, Concepción

Servicio Hidráulico de Baleares  
Consellería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio.

**Resumen:**

Las captaciones que la Empresa Municipal de Aguas y Alcantarillado (E.M.A.Y.A.) tiene en PONT D'INCA constituyen una pieza clave en el abastecimiento de la Ciudad de Palma.

En esta comunicación se analiza la "historia del conocimiento" de estas captaciones y su proceso de explotación y salinización, así como los mecanismos de la misma.

**Introducción:**

El conjunto de captaciones que la Empresa Municipal de Aguas y Alcantarillado (E.M.A.Y.A.) tiene en Pont d'Inca ha constituido desde 1.945 una pieza clave en el abastecimiento de la ciudad de Palma de Mallorca.

Es por ello que dentro del contexto de los estudios hidrogeológicos regionales siempre se ha prestado una atención especial al estudio de estas captaciones (fig. 1).

Las distintas fases de su construcción y la complejidad de las mismas, así como el deficiente conocimiento inicial de la geología e hidrogeología de la zona ha dificultado el trabajo notablemente.

En la presente comunicación se resumen los conocimientos sobre estas captaciones en los aspectos geológicos y constructivos, así como en su proceso de explotación y salinización.

En una primera fase, que comprende desde 1.962 a 1.968 (G. Yague 1.968), se establecen los primeros datos sobre la estructura geológica, todavía insuficientes; se detecta un proceso de salinización en las captaciones, sin definir claramente sus mecanismos.

En los trabajos realizados entre 1.968 y 1.972 (fundamentalmente Fuster 1.970 y Llamas 1.972) se aclara la estructura geológica, se define el proceso de salinización y se adoptan medidas para la mejora de la calidad del agua extraída.

Desde 1.972 a la actualidad se ha afinado en el conocimiento geológico, en el proceso general de intrusión en el Llano de Palma y las distintas alternativas que dicha intrusión así como la explotación ha tenido en las captaciones citadas (ver bibliografía restante).

## Geología:

El primer factor a tener en cuenta para conocer el funcionamiento hidrológico de una cuenca es su soporte geológico, en los aspectos litoestratigráfico y geométrico.

El camino recorrido desde el "mar de molasas blancas vindoboniar-ses" de Colom hasta la serie estratigráfica conocida actualmente ha sido largo.

En 1.968, García Yague diferencia por primera vez diversas formaciones dentro de las "molasas blancas" aunque las relaciones espaciales entre las mismas y su sedimentología quedan todavía oscuras.

Fuster en 1.970 y llamas en 1.972 definen prácticamente la geometría que se conoce en la actualidad.

La datación de estas formaciones, su definición sedimentológica y la mejora del conocimiento de su geometría se producen entre 1.976 y 1.983 (Barón 1.974-76 (Pomar 1.983 y Plan hidrológico Nacional 1.983). Una bibliografía completa sobre el tema puede encontrarse en el segundo de los autores citados.

Los materiales que constituyen los acuíferos del Llano de Palma pertenecen al Mioceno, Plioceno y Cuaternario. La serie litoestratigráfica, síntesis de los estudios realizados en toda la isla es, de techo a muro, la siguiente (fig. 2):

- Cuaternario (Q) - Limos rojos, gravas, conglomerados, limos negros de "albufera" y dunas.
- Plioceno (Pl).
  - Pl2 - Calcarenitas de Sant Jordi: Dunas, lumaquelas y calcarenitas amarillas.
  - Pl1 - Calcisiltitas de Son Mir: Calcisiltitas grises con microfauna abundante y macrofauna característica como *Dentalium Ammusium*, etc. (Margas grises con *Ammusium*).
- Mioceno (M)
  - Messiniense (M5)
    - M52 - Complejo carbonatado superior (Calizas de Santanyí): Constituido, en el Llano de Palma, por calizas colíticas, calizas grises recristalizadas, coquerosas y estromatolíticas (Calizas de Pont d'Inca) y arrecifes de gusanos.
    - M51 - Margas de Porto Pí: Complejo calcomargoso, ocreamarillento, con cerítidos, pectínidos y ostreídos fundamentalmente.
  - Messiniense - Tortoniense Superior (M4-5).
    - M2 4-5 - Complejo arrecifal. Comprende las facies internas o de lagoon, calizomargosas y con fauna restringida (M2L 4-5), el arrecife propiamente dicho con Porites y Astreidos, coqueroso y carstificado (M2A 4-5) y las facies de talud, calcareníticas, más o menos groseras y con fragmentos de corales, rodofíceas y Halimedas (M2T 4-5).
    - M1 4-5 - Calizas de Plataforma: Calcarenitas de grano grueso a fino, amarillentas o blancas con bancos de rodolitos.
  - Tortoniense (M4) - Calcisiltitas con Heterosteginas, grises, algo arenosas, que pasan a más detríticas en los umbrales (calcarenitas amarillentas) y con macrofauna escasa y niveles con ostrácodos. (Margas con Heterosteginas).

La recarga del acuífero superficial se produce por infiltración directa del agua de lluvia y de los torrentes y por flujo lateral procedente de la zona libre del acuífero profundo en la porción central del Llano, donde la separación margosa entre ambos está por debajo del nivel piezométrico (ver fig. 2). La descarga se produce directamente al mar a lo largo de la costa de la Bahía de Palma.

La recarga del acuífero profundo se produce por infiltración de lluvia y torrentes en sus zonas libres y por flujo lateral procedente de otras unidades, en especial la de S'Estremera. Su descarga se efectúa hacia el mar con un flujo que sigue la disposición geológica (en forma de arco), en los bordes E y W.

Ambos acuíferos descargan también a través de importantes bombeos tanto para abastecimiento como para regadío.

Las transmisividades de los materiales cuaternarios presentan valores que oscilan entre 10 y 50 m<sup>2</sup>/día, salvo en algunos niveles de piedemonte en la zona del borde de S'Estremera (próximos a 1.000 m<sup>2</sup>/día) y en dunas consolidadas de la costa sur o el Llano de Sant Jordi que alcanzan valores de hasta 10.000 m<sup>2</sup>/día.

### Captaciones de Pont d'Inca

Inicialmente la ciudad de Palma de Mallorca se abastecía con los caudales suministrados por la Font de la Vila (expropiada por el Ayuntamiento en 1.913). Cuando estos caudales se hicieron insuficientes, especialmente en estiaje, se adquirió, en 1.945, un pozo en Pont d'Inca con un caudal diario aforado de entre 1.000 y 1.200 m<sup>3</sup>. Se trataba de un pozo abierto de 35 m. de profundidad y con un sondeo en el fondo que alcanzaba casi los 100 m.

Al aumentar las necesidades se procedió en sucesivas fases a la construcción de nuevas captaciones (fig. 1). El proceso fué el siguiente:

- 1.947. Se construyen seis pozos abiertos de 35-38 m. con sondeos de 100 mm. de diámetro en el fondo, hasta una profundidad total de 80-90 m.
- 1.956. Siete nuevos sondeos paralelos a la línea férrea y unidos por una galería a los pozos nº 1 y 2. Tienen un diámetro de 80 mm. y alcanzaron una profundidad de 160-170 m.
- Entre 1.962 y 1.964 se perforan diez nuevos sondeos de 300, 270 y 240 mm. de diámetro con una profundidad de 160-170 m. Enlazados entre sí y con los ya realizados en la etapa anterior por una galería que se construyó anteriormente. Dicha galería tiene una cota de -3 m. con pendiente hacia los pozos nº 1 y nº 9. Simultáneamente y comunicados con la galería se perforaron pozos abiertos (se aprovecharon tres de los realizados en 1.947). La tubería de los sondeos alcanza el nivel de la galería y estaba ranurada en las zonas presumiblemente acuíferas.
- En 1.970 el instituto Nacional de Colonización a propuesta del SGOP y dentro de los trabajos del Comité Interministerial para el Estudio Regional de los Recursos Hidráulicos Totales de la Isla de Mallorca realizó dos sondeos de 80 m. (sondeos A y B).

Además de estas obras de captación se han realizado diversos sondeos de investigación:

- En 1.964 el Servicio Geológico de Obras Públicas perfora un sondeo de reconocimiento (S-19) de 230 m. de profundidad.

- 1.968. El Instituto Geológico y Minero perfora un sondeo de 166 m. y uno de 194 m. (con tricono) y posteriormente uno de 254 m. con testigo (Minas 1, 2 y 3).

- 1.982. El mismo Organismo perfora tres sondeos de investigación (I.G.M.E. 1, 2 y 3) y un pozo de producción.

### Extracciones

No se dispone de datos de las extracciones desde 1.945, fecha en que se compró el primer pozo con un aforo de 1.000-1.200 m<sup>3</sup>/día hasta 1.952.

La evolución de las extracciones desde esta fecha hasta 1.986 figura en el siguiente cuadro:

<u>AÑO</u>	<u>Extracción (en Hm.3)</u>						
1.952	1,9	1.960	2,4	1.970	14,7	1.980	12,-
53	3,-	61	4,2	71	11,6	81	12,8
54	1,9	62	5,6	72	10,-	82	13,5
55	2,2	63	5,5	73	12,6	83	13,2
56	2,3	64	8,-	74	9,6	84	10,9
57	2,4	65	11,3	75	12,1	85	7,9
58	2,6	66	13,-	76	16,7	86	6,-
59	1,2	67	16,4	77	14,8		
		68	17,-	78	10,1		
		69	12,-	79	11,7		

### Calidad química

El primer informe del S.G.O.P. sobre el Llano de Palma (G. Yague 1.968) pone en evidencia un progresivo incremento del contenido en ión Cl- del agua servida por las captaciones de Pont d'Inca. Este incremento se produce durante el año 1.967 y especialmente en el 1.968. En año y medio se pasa de un contenido de 150 mgr/l a 700 mgr/l.

Aunque ya en 1.964 el S.19 había permitido obtener la columna litológica completa en Pont d'Inca, un deficiente conocimiento geológico del área llevaba a una interpretación hidrogeológica errónea, considerando los acuíferos superior y medio conectados, con lo cual, aunque el proceso de incremento de la salinidad se atribuía a intrusión marina, no pudo explicarse con exactitud el mecanismo, dada la disparidad de contenidos salinos de las distintas muestras tomadas en el complejo conjunto de captaciones. Tampoco los sondeos del IGME de 1.968 y 69, realizados con el objetivo de alcanzar un acuífero más profundo de buena calidad, mejoraron la interpretación.

Tras un profundo estudio de las captaciones y sondeos de Pont d'Inca, dentro del contexto del estudio general del Llano de Palma se llega (Fuster 1.970) a las siguientes conclusiones:

- Las captaciones de Pont d'Inca explotan dos acuíferos con diferentes características, tanto de carga hidráulica como de calidad. Solamente los pozos 4, 5 y 6 (del año 1.947) explotan el acuífero superior.
- El acuífero inferior y medio tienen mayor carga hidráulica que el superior.

- La calidad del agua del acuífero superior es potable mientras la de los inferiores no.
- Al tener el acuífero calizo medio mayor carga hidráulica y altos contenidos en Cl- contamina a través de los sondeos de los años 57 y 62-64 el acuífero superior.

Para confirmar estas conclusiones el S.G.O.P. en 1.970 realizó, a unos 1.500 m. de las captaciones de Pont d'Inca, el S-34 que alcanzó los 273 m.

En este sondeo se fueron aislando los distintos acuíferos y analizando la calidad del agua de cada uno de ellos.

En las fig. 3 y 4 se reflejan gráficamente las características del agua de cada acuífero. Los resultados confirmaron las conclusiones obtenidas anteriormente.

Como consecuencia de estos resultados, en Mayo de 1.971 el Grupo de Trabajo del Comité de Coordinación acordó el sellado del acuífero inferior de las instalaciones de Pont d'Inca para explotar únicamente el superior, de buena calidad. Previamente y también como consecuencia de los anteriores trabajos el I.N.C perforó en el acuífero superior de Pont d'Inca dos pozos experimentales.

Como resultado de todo ello se consiguió obtener un agua de abastecimiento con contenidos en ión cloruro del orden de 200 mgr/l, que se mantuvo hasta 1.976.

A partir de esta fecha comenzó un progresivo deterioro del agua de los pozos antiguos y también de los A y B.

Varios factores coinciden para producir estos efectos:

- Incremento de las extracciones en Pont d'Inca en el 76 y 77 que alcanzan casi los valores máximos de 1.968.
- Cese del flujo proveniente de la unidad de S'Extremera, debido a su explotación.
- Incremento global de las extracciones en la unidad hidrogeológica del Llano de Palma.
- Menor tasa de infiltración en los años 81, 82 y 83.
- Proceso de salinización del llano de Palma (Barón 1.984 en especial en los años 1.981, 82 y 83).
- Deterioro del aislamiento del acuífero inferior en las captaciones de Pont d'Inca.

En 1.978 el Servicio Hidráulico de Baleares realizó una campaña de registro de salinidad en las captaciones de Pont d'Inca y piezómetros del entorno. Los resultados se reflejan en la fig. 5. En ella puede verse perfectamente dibujado un domo de intrusión que puede, en parte ser debido a deterioro del aislamiento y contaminación procedente del acuífero inferior.

El IGME, para investigar este tema, realizó (1.982-83) en el recinto de Pont d'Inca tres sondeos de reconocimiento, uno en cada acuífero (IGME 1,2 y 3) en los que instaló piezómetros y un pozo de producción en el acuífero medio (calizas de Pont d'Inca M 52). El objeto de este último era bombear para deprimir el nivel de dicho acuífero y evitar que recargara al superior. Los resultados obtenidos se reflejan en Roso 1.987.

En la figura 6 se ha representado la evolución de los niveles en el S-19 y de los cloruros en el sondeo B y el pozo nº 10 que representan la mejor y la peor calidad del agua de las captaciones de Pont d'Inca. Este gráfico, que comprende desde 1.977 hasta 1.987 refleja el estado actual de la cuestión tratada.

Se observa una perfecta relación entre niveles y calidad y una recuperación de ambos en los últimos años debido tanto a la mejora de la pluviometría como al importante descenso de las extracciones.

## Bibliografía:

García Yague, A. (1.968). ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL LLANO DE PALMA. Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.

Fuster, J. (1.970). NOTA TECNICA SOBRE LAS CAPTACIONES DE PONT D'INCA. Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.

LLAMAS MADURGA, M.R. (1.971). INFORME SOBRE LOS SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y PIEZOMETROS 34 y 36. Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.

Cabrera, E. (1.972). NOTA TECNICA SOBRE LOS REGISTROS DE SALINIDAD REALIZADOS EN EL LLANO DE PALMA. Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.

Llamas Madurga, M.R. (1.972). INFORME HIDROGEOLOGICO DEL LLANO DE PALMA. Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.

Fuster, J. (1.973). ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS TOTALES DE BALEARES. Comité de Coordinación. Madrid.

BARON, A., GONZALEZ, C. (1.978) ESTUDIO DE LA SALINIDAD EN LA ZONA DE PONT D'INCA.

BARON, A. EL MIOCENO SUPERIOR, POSTOROGENICO DE LA ISLA DE MALLORCA. Premio Ciudad de Palma. Edición de 1.974-76

Barón, A. EL MIOCENO SUPERIOR, POSTOROGENICO DE LA ISLA DE MALLORCA. Premio Ciudad de Palma. Edición de 1.974-76.

Barón, A., González, C., y Pascual, D. (1.962 a 1.983). ANUARIOS DE ISOPIEZAS E ISOCOLORS DEL LLANO DE PALMA. Jefatura de Obras Hidráulicas. Palma de Mallorca.

(1.983) PLAN HIDROLOGICO NACIONAL. ISLAS BALEARES. Jefatura de Obras Hidráulicas de Baleares - I.N.T.E.C.S.A. Madrid - Palma de Mallorca.

Pomar, L. Obrador, A. Fornos, J y Rodriguez-Perea, A., editores. EL TERCARIO DE LAS BALEARES (MALLORCA-MENORCA). GUIA DE LAS EXCURSIONES, X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca 1.983.

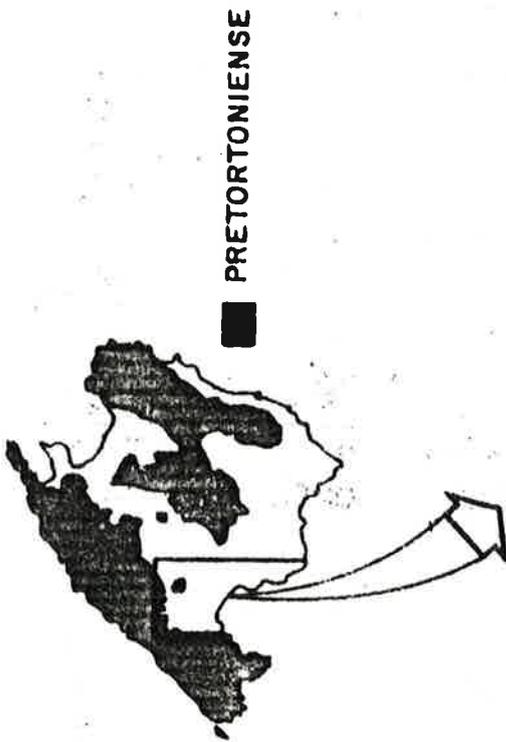
Barón, A; Fayas Janer, J. A; González Casasnovas, C. (1.984) PROCESO DE SALINIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL LLANO DE PALMA. I CONGRESO ESPAÑOL DE GEOLOGIA. Segovia.

Pomar, L. Obrador, A. Fornos, J. y Rodriguez-Perea, A., editores. EL TERCARIO DE LAS BALEARES (Mallorca-Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca 1.983.

Barón, A; Fayas Janer, J.A.; González Casasnovas, C. (1.984) PROCESO DE SALINIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL LLANO DE PALMA. I CONGRESO ESPAÑOL DE GEOLOGIA.

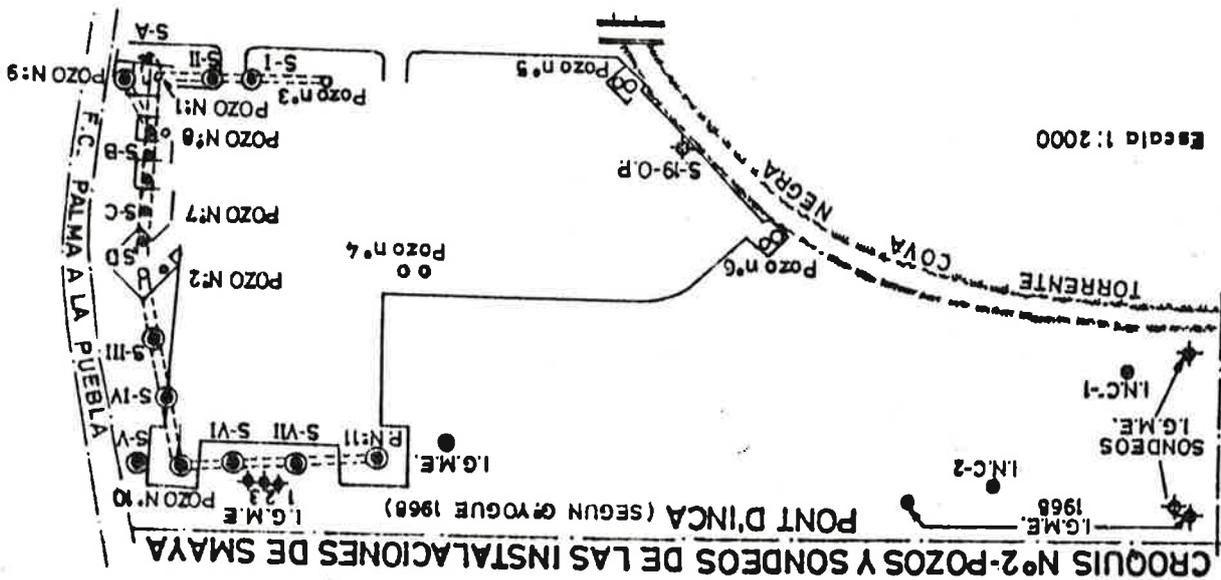
Barón, A. (Tesis doctoral en curso). ESTUDIO DEL MIO-PLIOCENO DE LA ISLA DE MALLORCA. VALOR ACUIFERO Y CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS. Palma de Mallorca.

Roso Sánchez, A., Mazariego de la Serna, Bautista Rodrigo, F. Rodríguez Gavela, W., Suárez García, J. (1.987) ESTUDIO DE LA SALINIZACION EN LAS CAPTACIONES DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIENTO DE EMAYA EN PONT D'INCA. ISLA DE MALLORCA. Realización de obras y control de explotación.



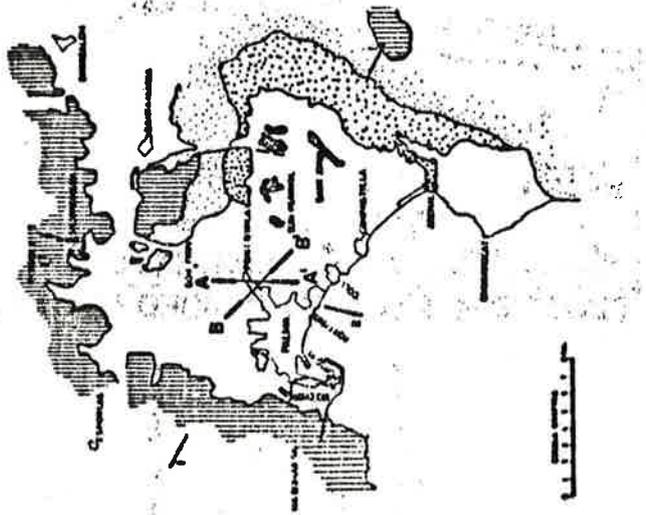
■ PRETORTONIENSE

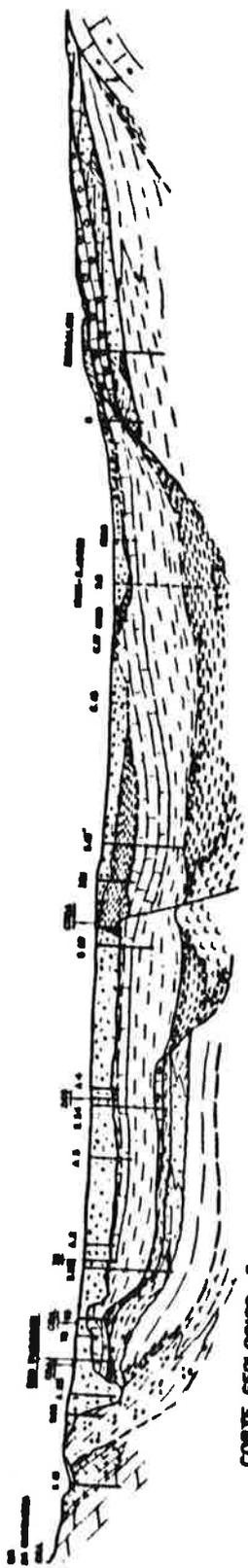
FIGURA Nº 1



LEYENDA

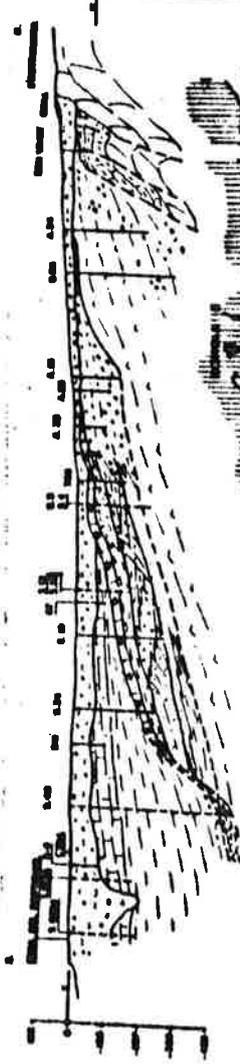
- Sondeos 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> Etapa ( $\beta \approx 300$  m.m.)  
Liberados años 1962 y 1964.
- Sondeos 1<sup>o</sup> Etapa (agosto) 1974.
- ⊙ Sondeos 2<sup>o</sup> Etapa ( $\beta \approx 80$  m.m.) (Obrador)  
año 1956
- ⊕ Pozos I.G.M.E. año 1968
- ⊖ Pozos L.N.C. año 1970
- ⊗ Sondeos I.G.M.E. año 1968
- ⊙ Sondeo profundo. Piezometra O.P. año 1964.  
en el que se ha efectuado el sellado.
- Galería
- Pozo I.G.M.E. 1982
- ⊙ Sondeo I.G.M.E. 1982



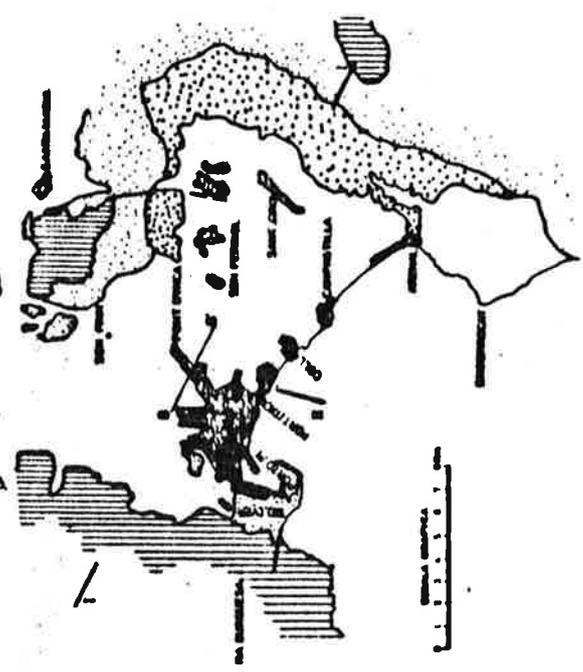


CORTE GEOLÓGICO I

CUATERNARIO		LIMOS DE PALSA 6
PLIOCENO		CALCINITAS DE BARY JORDA (PL <sub>2</sub> )
MESOMIZOCENO		CALCINITAS DE SOS OSS (BARRAS CON ABBUSIUM) (PL <sub>1</sub> )
MESOMIZOCENO - TORTONENSE SUPERIOR		- COMPLEXO CARBONATADO SUPERIOR (M <sub>2</sub> )
MESOMIZOCENO - TORTONENSE INFERIOR		BARRAS DE PIEDRA (M <sub>1</sub> )
TORTONENSE		LAGOS M <sub>1</sub> - COMPLEXO ARGILLOSO TALPO M <sub>1</sub>
CRETACIO-LIMOS		OLIVAS DE PLATAPOMA (M <sub>0</sub> )
CRETACIO-LIMOS - LAMBERTINE		CALCINITAS CON INTERSTRUCIAS (M <sub>0</sub> )
		CALIZAS DE SAN VERA (M <sub>0</sub> )
		BARRAS DE PIEDRA (M <sub>0</sub> )
		LIMOS DE BARALOT
		CALIZAS DE BARDA (M <sub>0</sub> )
		OROSERIC
		COMPLEXO BARONAL



CORTE GEOLÓGICO II



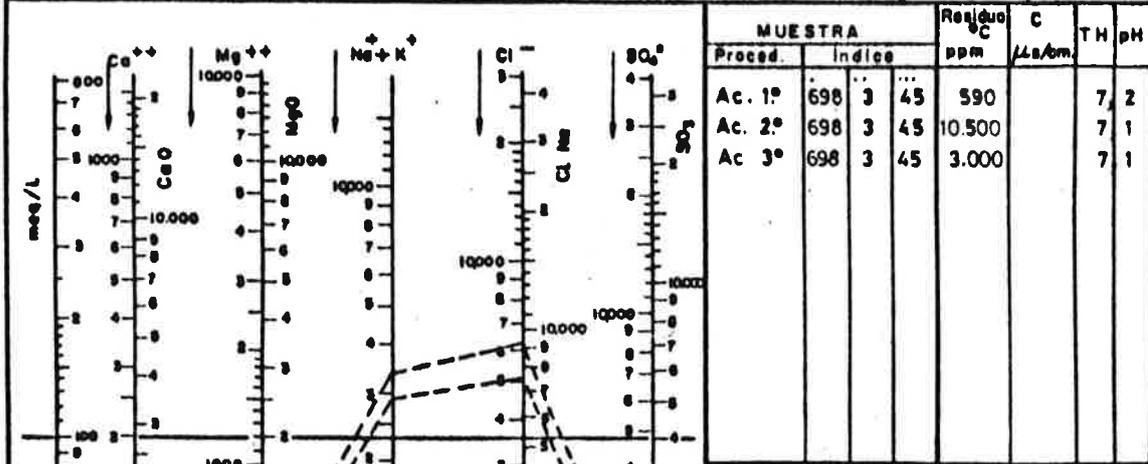
- LEYENDA**
- PRE-TORTONENSE
  - CUATERNARIO (Q)
  - PLIOCENO (PL)
  - MESOMIZOCENO-TORTONENSE (M<sub>0</sub>, M<sub>1</sub>)
  - TRAZA CORTE GEOLÓGICO
  - PERFIL SALINADAS

FIGURA Nº 2

S. G. O. P. Sección: **HIDROGEOLOGIA**

Diagrama ESTUDIO: **LLANO DE PALMA**  
 SCHOLLER-BERKALOFF ACUIFERO: **1°, 2° y 3°**

ANALISIS	REVISION
Ac. 1°	
Ac. 2°	FECHA
Ac. 3°	



Observaciones: \_\_\_\_\_

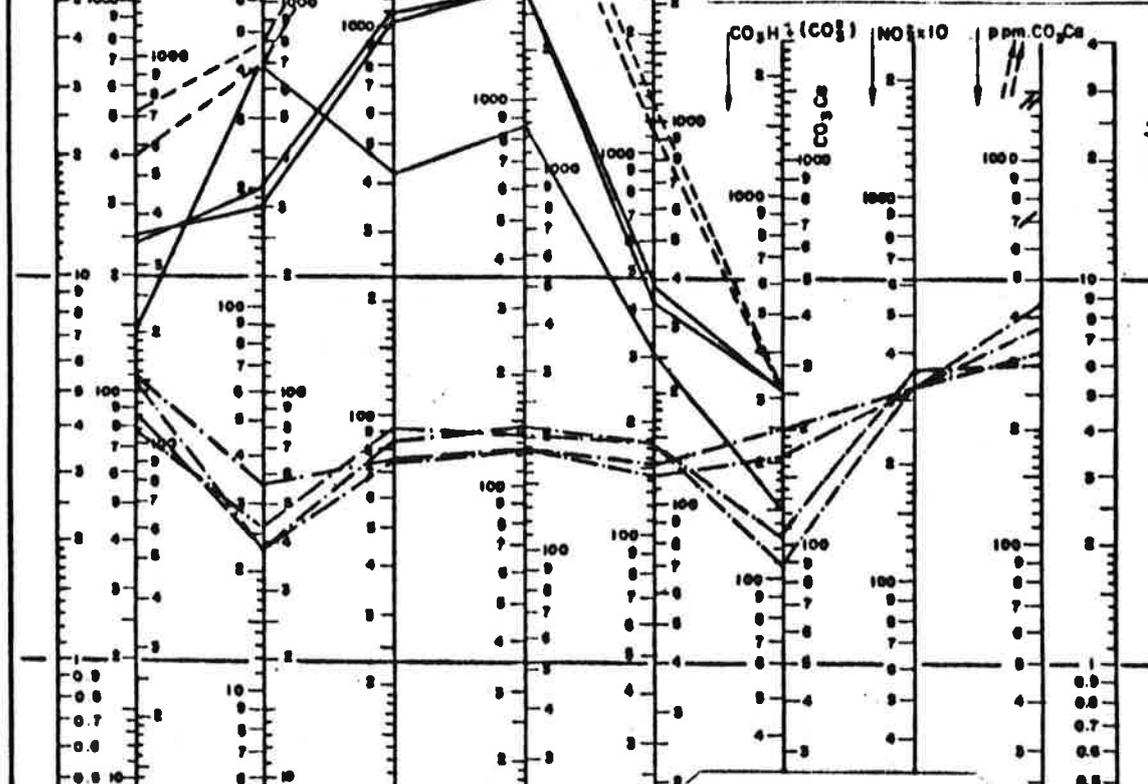
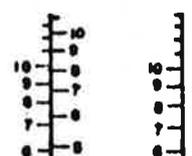


FIGURA Nº 3



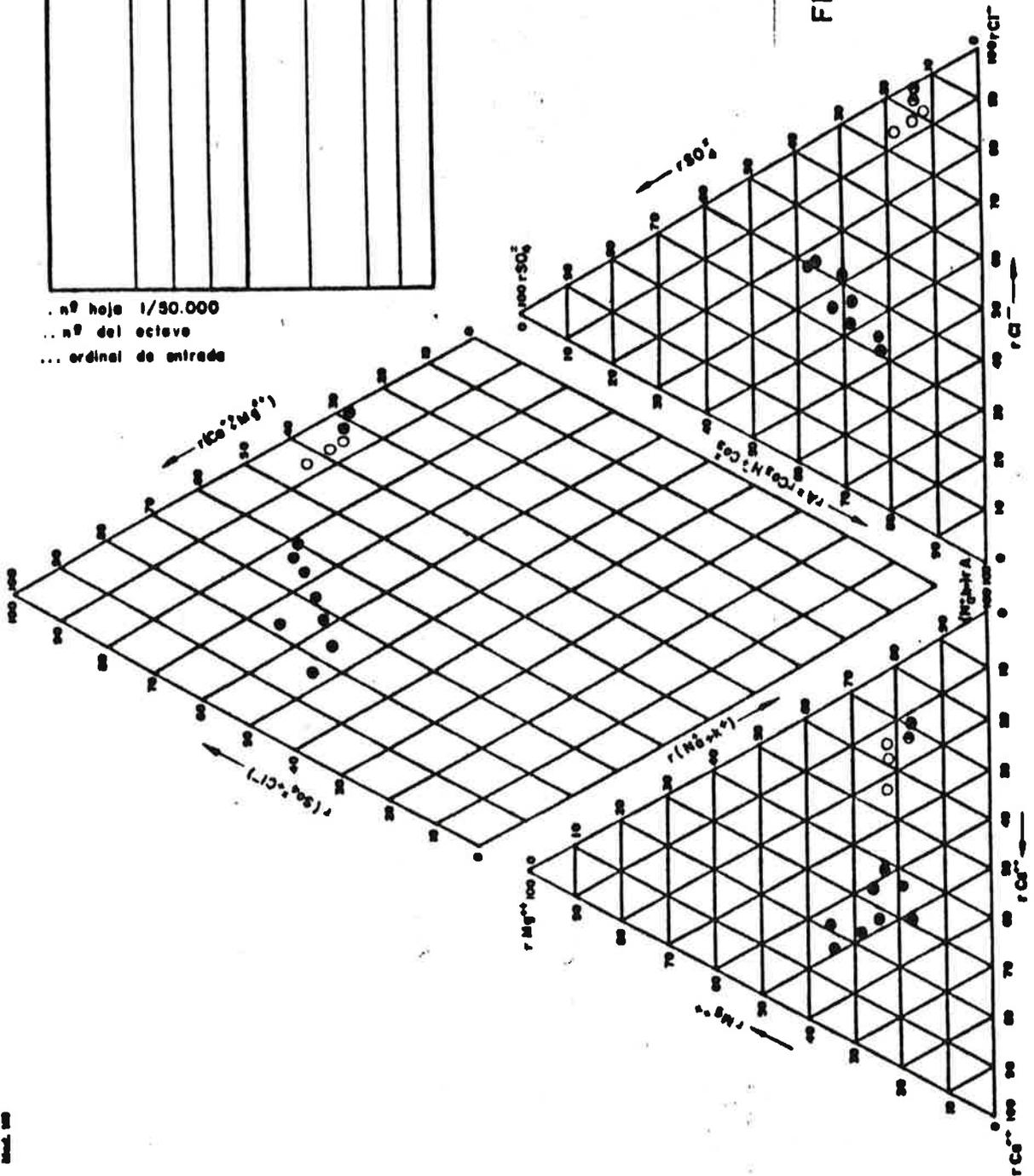
orden de entrada  
 ..pp del estere  
 ..es hoja 1/50.000

S. G. O. R		Secció: HIDROGEOLOGIA		ANALISIS	REVISIÓ
Diagrama		ESTUDIO: LLANO DE PALMA		Ac. 1° 0	
PIPER - MILL - LANGELIER		ACUIFERO: 1°, 2° y 3°		Ac. 2° 0	FECHA
				Ac. 3° 0	

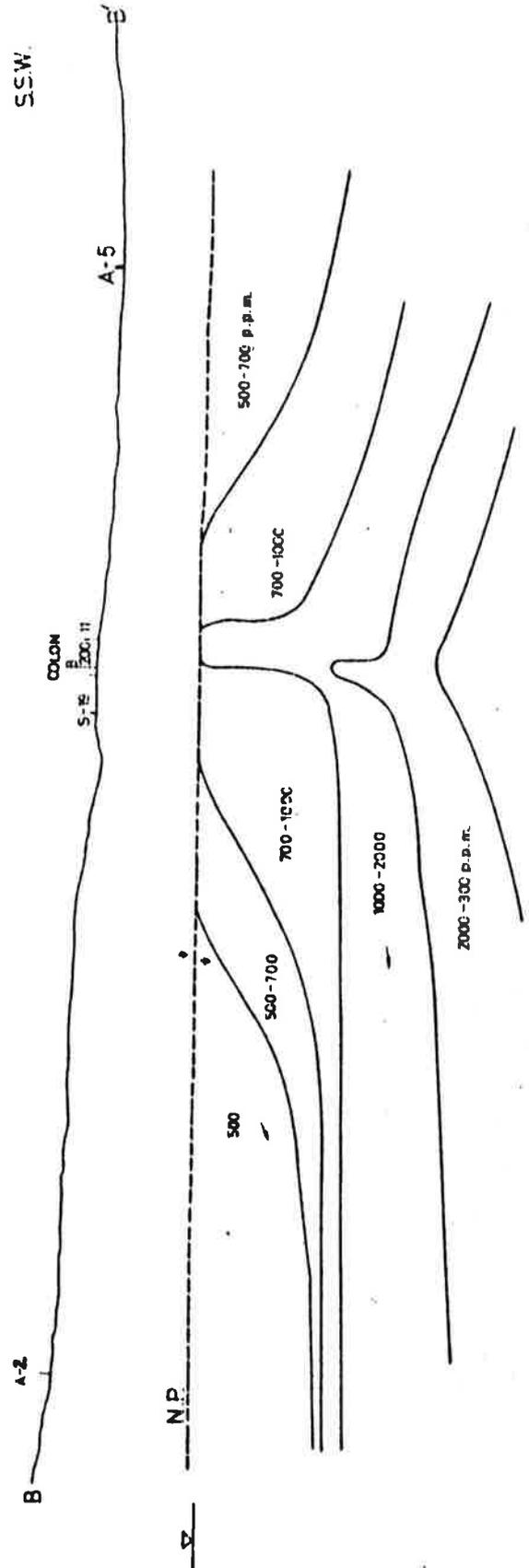
MUESTRA				Residuo °C ppm	C µA/cm	TM	pH
Preced.	Indice						
1 0	698	3	45	590			7,2
2 0	698	3	45	10500			7,1
3 0	698	3	45	3000			7,1

.. nº hoja 1/50.000  
.. nº del octavo  
... ordinal de entrada

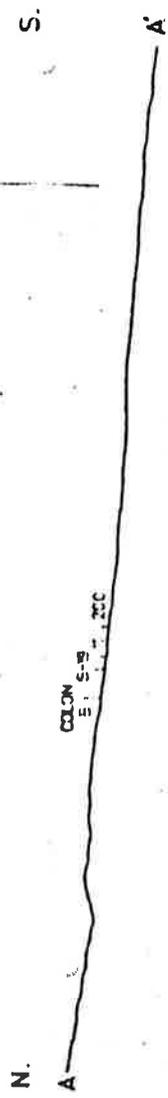
FIGURA Nº 4



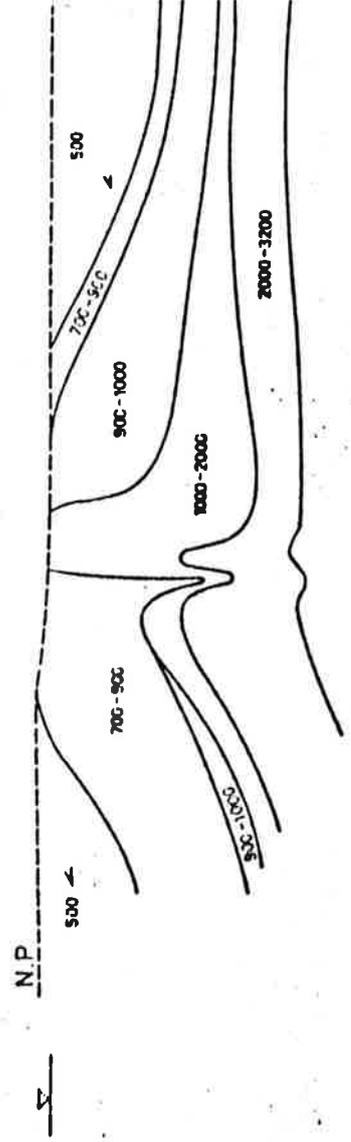
N.E.S.



Salinidad expresada en p.p.m. de ión Cl



DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD EN LAS INMEDIACIONES DEL PONT D'INCA.



ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000 VERTICAL 1:1000

FIGURA Nº 5

