

Plan de Acción Regional.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO ACTUALIZADO DEL SISTEMA

ACUIFERO 26 "MIOCENO DE BASE"

TRAMO NIEBLA - POSADAS

TOMO I

Madrid, Enero 1.983

EZ1039-N111

35665

I N D I C E

Pág.

0. INTRODUCCION	1
1. MARCO GEOGRAFICO	4
1.1. SITUACION GEOGRAFICA	4
1.2. MARCO SOCIOECONOMICO	6
2. GEOLOGIA	8
2.1. INTRODUCCION. OBJETIVOS	8
2.2. SITUACION GEOLOGICA	9
2.3. GEOMORFOLOGIA	11
2.4. ESTRATIGRAFIA	12
2.4.1. Paleozoico	12
2.4.2. Triásico	14
2.4.3. Mioceno Superior	15
2.4.3.1. Mioceno transgresivo de base	16
2.4.3.2. Margas azules Tortonenses	23
2.4.4. Plio-Cuaternario	24
2.4.5. Cuaternario	24
2.5. TECTONICA	26
2.6. DISPOSICION ESTRUCTURAL	28
2.7. ESTUDIOS GEOFISICOS	39
3. CLIMATOLOGIA	41
3.1. GENERALIDADES	41
3.2. PLUVIOMETRIA	45
3.2.1. Estaciones pluviométricas utilizadas	45
3.2.2. Distribución mensual de la precipitación ..	46
3.2.3. Módulos pluviométricos anuales	53
3.2.4. Distribución pluviométrica según Goodrich ..	54

3.3.	TEMPERATURAS.....	61
3.4.	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL.....	73
3.5.	EVAPOTRANSPIRACION REAL Y LLUVIA UTIL.....	79
3.5.1.	Evapotranspiración real.....	79
3.5.2.	Cálculo de la evapotranspiración real según Coutagne.....	80
3.5.3.	Cálculo de la evapotranspiración real según Turc.....	80
3.5.4.	Cálculo de la evapotranspiración real según el balance de agua de Thornthwaite..	83
3.5.5.	Valores de la evapotranspiración real....	84
3.5.6.	Valores de lluvia útil.....	89
4.	HIDROLOGIA.....	91
4.1.	HIDROGRAFIA.....	91
4.2.	APORTACIONES.....	96
4.3.	AFOROS DIRECTOS REALIZADOS POR EL PROYECTO.....	103
4.4.	VALIDEZ DE LAS FORMULAS DE COUTAGNE, TURC Y THORNTHWAITE PARA EL CALCULO DE LAS ES- CORRENTIAS SUPERFICIALES.....	107
4.5.	BALANCE Y RECURSOS HIDRAULICOS.....	113
4.6.	EMBALSES. REGULACION.....	124
5.	HIDROGEOLOGIA.....	128
5.1.	GENERALIDADES.....	128
5.2.	INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS.....	131
5.3.	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MATERIALES.....	135
5.3.1.	Paleozoico.....	135
5.3.2.	Mioceno superior.....	135

5.3.2.1.	Margas azules Tortonenses.....	135
5.3.2.2.	Mioceno transgresivo de base...	136
5.4.	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL ACUIFERO.....	159
5.5.	CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL ACUIFERO.....	165
5.5.1.	Profundidad hasta el agua.....	165
5.5.2.	Movimiento del agua subterránea.....	167
5.5.3.	Variación piezométrica.....	175
5.5.4.	Transmisividades y almacenamientos.....	178
5.6.	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA.....	180
5.6.1.	Datos existentes.....	180
5.6.2.	Características químicas del agua.....	181
5.6.2.1.	Facies químicas del agua.....	181
5.6.2.2.	Contenido de residuo seco.....	182
5.6.2.3.	Contenido de cloruros.....	184
5.6.2.4.	Contenido de bicarbonatos.....	185
5.6.2.5.	Contenido de sulfatos.....	185
5.6.3.	Calidad del agua utilizada en abastecimientos urbanos.....	186
5.6.4.	Estudio de la calidad del agua en zonas de alta salinidad.....	186
5.6.4.1.	Antecedentes.....	186
5.6.4.2.	Litologías de los mate- riales acuíferos.....	188
5.6.4.3.	Origen de las sustancias disueltas en el agua.....	193
5.6.4.4.	Causas e hipótesis que provocan la alta salinidad en el acuífero.....	194

5.7.	USOS DEL AGUA SUBTERRANEA.....	200
5.7.1.	Generalidades.....	200
5.7.2.	Origen de los datos.....	200
5.7.2.1.	Inventario de puntos acuíferos existentes 1.966-1.982 (I.G.M.E.).....	201
5.7.2.2.	Censo de la población según el Instituto Nacional de Estadística.....	202
5.7.2.3.	Encuesta directa en los Ayuntamientos.....	204
5.7.3.	Análisis de los resultados.....	206
5.7.4.	Resultados obtenidos.....	212
5.8.	FUNCIONAMIENTO. BALANCES Y RECURSOS.....	214
5.8.1.	Funcionamiento.....	214
5.8.2.	Balances.....	219
5.8.3.	Recursos.....	231
6.	ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE LA RECARGA ARTIFICIAL	234
6.1.	OBJETIVOS.....	234
6.2.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	236
6.2.1.	Principios básicos de la recarga artificial.....	236
6.2.2.	Condiciones geológicas.....	238
6.2.3.	Condiciones hidrológicas.....	238
6.2.4.	Condiciones hidrogeológicas.....	239
6.2.5.	Condiciones económicas.....	239
6.2.6.	Dispositivos de recarga.....	240
6.2.7.	Condiciones hidrodinámicas.....	242

6.2.7.1.	Infiltración.....	242
6.2.7.2.	Colmatación en la Infiltración.....	243
6.2.7.3.	Calidad del agua de alimentación.....	244
6.2.7.4.	Inyección.....	245
6.2.7.5.	Colmatación en la Inyección.....	246
6.3.	ESTADO ACTUAL DEL ACUIFERO.....	248
6.4.	VIABILIDAD DE LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUIFERO EN LA ZONA NIEBLA-GERENA....	252
6.4.1.	Condicionantes geológicos.....	252
6.4.2.	Condicionantes hidrológicos.....	253
6.4.3.	Condicionantes hidrogeológicos...	256
6.5.	POSIBLES METODOS Y SITUACION DE LAS INSTALACIONES DE RECARGA EN EL AREA DE ESTUDIO.....	259
6.5.1.	Recarga en superficie.....	259
6.5.2.	Recarga en profundidad	261
6.6.	FASES DEL ESTUDIO DE RECARGA ARTIFICIAL..	263
6.6.1.	Primera fase.....	263
6.6.2.	Segunda fase.....	266
6.6.3.	Tercera fase.....	267
6.6.4.	Cuarta fase.....	267
6.7.	ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES DE RECARGA EN EL RESTO DEL ACUIFERO.....	268
6.7.1.	Región de Aznalcollar.....	268
6.7.2.	Zona Gerena-Cantillana.....	269
6.7.3.	Región de Posadas.....	270

Pág.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	271
7.1. CONCLUSIONES.....	271
7.2. RECOMENDACIONES.....	283

INDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1	Plano Geológico
PLANO Nº 2	Isobatas del techo del zócalo Paleozoico
PLANO Nº 3	Clasificación climática
PLANO Nº 4	Situación de Estaciones termopluviométricas y pluviométricas.
PLANO Nº 5	Plano de Isoyetas Medias
PLANO Nº 6	Plano de Isotermas Medias
PLANO Nº 7	Plano de Isoescorrentía según Coutagne
PLANO Nº 8	Plano de Isoescorrentía según Turc
PLANO Nº 9	Situación de cuencas y subcuencas
PLANO Nº 10	Plano Hidrogeológico
PLANO Nº 11	Inventario de puntos acuíferos (Octubre- 82)
PLANO Nº 12	Plano de Isopiezas (Octubre- 82)
PLANO Nº 13	Plano de Isodescensos y tipos de regadios
PLANO Nº 14	Diagramas de Stiff
PLANO Nº 15	Plano de Isocloloruros
PLANO Nº 16	Demandas y usos del agua
PLANO Nº 17	Infraestructura para la Recarga Artificial en la región de La Palma del Condado.

INDICE DE FIGURAS

- Figura nº 1 Esquema de Situación del Sistema Acuífero 26.
- Figura nº 2 Esquema estructural de la cuenca del Guadalquivir.
- Figura nº 3 Esquema de las facies litológicas.
- Figura nº 4 Corte hidrogeológico de la hoja 943.
- Figura nº 5 Corte hidrogeológico de la hoja 942.
- Figura nº 6 Corte hidrogeológico de la hoja 963
- Figura nº 7 Cortes hidrogeológicos de la hoja 962.
- Figura nº 8 Corte hidrogeológico de la hoja 962.
- Figura nº 9 Cortes hidrogeológicos de la hoja 983
- Figura nº 10 Distribución mensual de la precipitación (en mm).
- Figura nº 11 Distribución mensual de la precipitación (en mm).
- Figura nº 12 Distribución mensual de la precipitación (% de Pm).
- Figura nº 13 Distribución mensual de la precipitación (% de Pm).
- Figura nº 14 Temperaturas medias mensuales y Evapotranspiraciones potenciales.
- Figura nº 15 Temperaturas medias mensuales y Evapotranspiraciones potenciales.
- Figura nº 16 Funcionamiento hidrológico del Río Guadalquivir.
- Figura nº 17 Distribución mensual de la Evapotranspiración real.
- Figura nº 18 Distribución mensual de la lluvia útil.
- Figura nº 19 Esquema de situación de embalses.
- Figura nº 20 Columna litológica del sondeo 1 Bis (Villanueva de las Minas).
- Figura nº 21 Columna litológica del sondeo nº 2 (Villanueva de las Minas).
- Figura nº 22 Esquema de funcionamiento del Sistema Acuífero 26.

ANEJOS

- ANEJO 1 Datos de precipitaciones mensuales en las Estaciones pluviométricas utilizadas.
- ANEJO 2 Cálculos de la Evapotranspiración real según Thornthwaite.
- ANEJO 3 Estadillos resumen del inventario realizado en Octubre 1.982.
- ANEJO 4 Listados de los valores obtenidos en los análisis químicos.
- ANEJO 5 Representaciones gráficas de la calidad química del agua.
- ANEJO 6 Estadillos resumen de las extracciones de agua del acuífero.

INTRODUCCION

0. INTRODUCCION

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) - tiene encomendado entre sus fines y funciones la investigación y evaluación de los recursos de agua subterránea de todo el país, con el objeto final de poder desarrollar una adecuada gestión cuantitativa y cualitativa de las mismas.

En este sentido y dentro del Programa Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.) se ha llevado a cabo la investigación hidrogeológica de los principales Sistemas Acuíferos. Una vez realizada, se ha visto la necesidad en algunos de ellos de realizar un estudio actualizado de los datos hidrogeológicos anteriormente recogidos, debido a la creciente explotación de los acuíferos en los que es necesario realizar un análisis de su situación actual y tomar medidas para incrementar sus recursos y evitar su sobreexplotación. Uno de éstos es el Sistema Acuífero nº 26 "Mioceno de Base", de gran interés para la explotación "in situ" de la zona que se extiende desde Niebla, en la provincia de Huelva hasta Posadas en la provincia de Córdoba, y las posibilidades futuras de este acuífero con vistas a la integración de estos datos en la planificación y gestión de las aguas subterráneas en la cuenca baja del Guadalquivir.

El estudio se ha enmarcado dentro del Plan de Acción Regional, cuyo objetivo es la realización de estudios especiales a nivel regional, no encuadrados en los programas clásicos del I. G. M. E. Su realización se considera imprescindible en el momento actual, para su integración dentro de la Planificación Hidrogeológica en la Cuenca Baja del ---

Guadalquivir. Dicho estudio se ha encomendado a la Empresa ESTUDIOS Y PROYECTOS TECNICOS INDUSTRIALES, S.A. (E.P.T.I., S.A.), empresa consultora del I.G.M.E. en las cuencas del Guadalquivir, Júcar y Ebro.

El objetivo fundamental del Proyecto es actualizar y completar los datos hidrogeológicos del Sistema Acuífero -- Miocene de Base en el tramo comprendido entre Niebla (Huelva) y Posadas (Córdoba), con especial atención a la situación actual de su explotación y a las posibilidades de incrementarla en el futuro mediante recarga artificial del acuífero.

El estudio se ha realizado a escala 1:50.000 con el fin de conocer el funcionamiento general del Sistema, sus extracciones y uso del agua, para establecer las posibilidades de su mayor o menor utilización.

La cartografía se ha basado en mapas geológicos ya publicados (Hojas Geológicas del I.G.M.E., Proyecto Magna, - escala 1:50.000), presentando el trabajo como una síntesis a escala 1:200.000 e incorporando los datos de sondeos recientes y estudios geofísicos realizados.

Los datos de pluviometrías y temperaturas han sido recogidos del Servicio Meteorológico Nacional, y los forométricos del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Los datos de inventario utilizados corresponden a los recogidos por el Proyecto del Guadalquivir desde el año -- 1.966, y completados con la realización de un nuevo inventa

rio que responde a las directrices de los trabajos convencionales del I.G.M.E. a escala 1:50.000.

Para el establecimiento de los usos actuales del agua, consumos, regadíos y abastecimientos, etc, se han consultado varias fuentes, entre las que destacan: Confederación y Comisaría del Guadalquivir y Guadiana, I.R.Y.D.A., Diputación, etc, incluyendo en numerosos casos las encuestas directas a los Ayuntamientos y propios usuarios.

C A P I T U L O 1

MARCO GEOGRAFICO

1. MARCO GEOGRAFICO

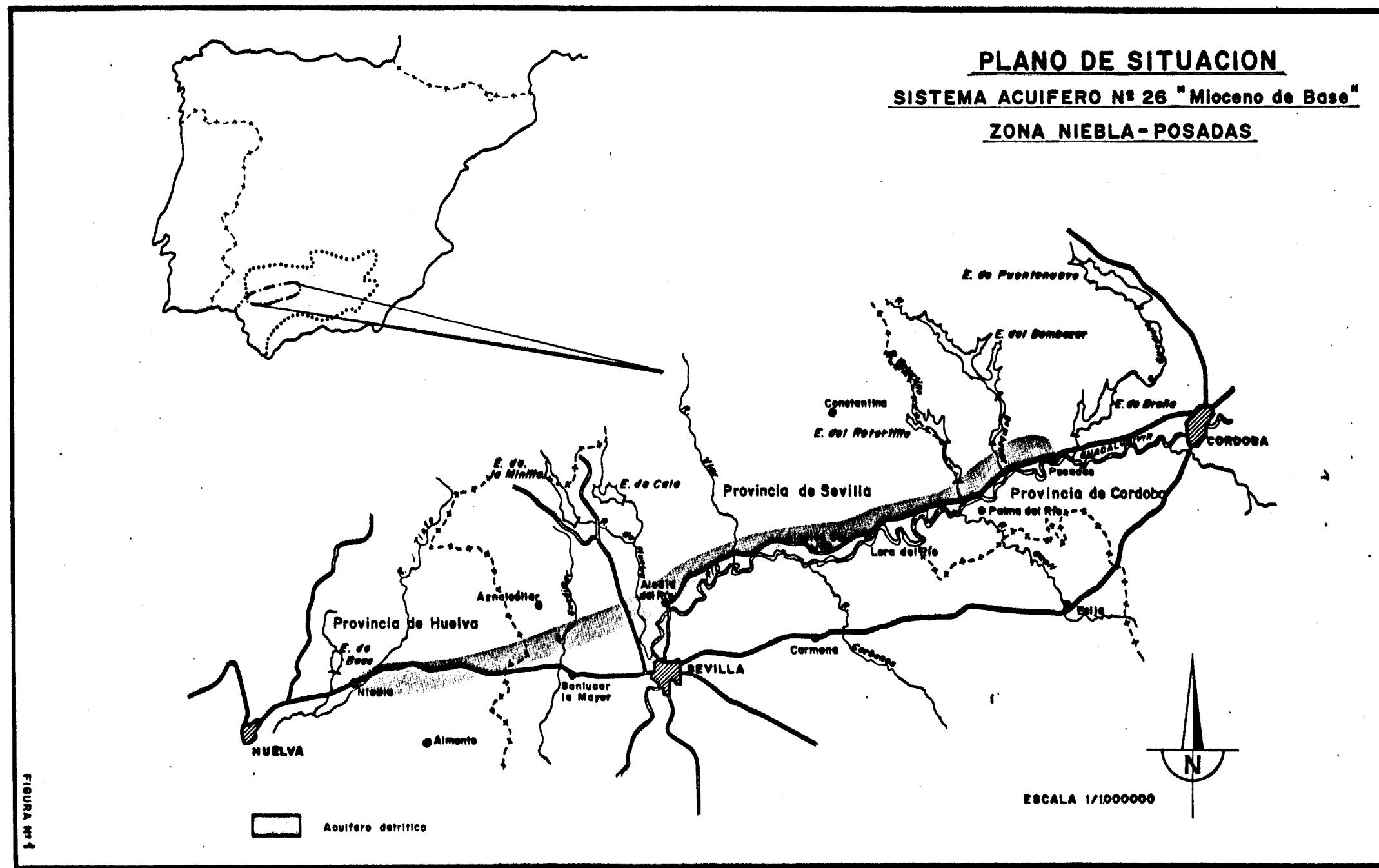
1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La región que abarca el Estudio del Sistema Acuífero-26 "Mioceno de base", está situada en el contacto del borde más meridional de la Meseta (Sierra Morena) con el borde-septentrional de la Depresión del Guadalquivir, y se extiende desde Niebla (Huelva) hasta Posadas (Córdoba), ocupando parte de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba (Figura nº 1).

Se pueden distinguir dos regiones bien diferenciadas; al Norte de la zona de estudio, se sitúan las montañas de Sierra Morena de relieve no muy abrupto, con altitudes que oscilan entre los 200 y 900 metros y que se hunden progresivamente bajo los depósitos de la Depresión del Guadalquivir; y al Sur se sitúa parte de la Depresión del Guadalquivir -- caracterizada por grandes llanuras con altitudes que varían entre 100 y 10 m.s.n.m. recorridas por el río Guadalquivir y afluentes de ambas márgenes.

Los cursos fluviales que nacen cerca de la divisoria de las cuencas Guadalquivir-Guadiana, cruzan perpendicularmente las estructuras en dirección predominante N-S, siguiendo las líneas de máxima pendiente y cortando transversalmente las formaciones geológicas que dan lugar al Sistema acuífero en cuestión.

PLANO DE SITUACION
SISTEMA ACUIFERO N° 26 "Miocene de Base"
ZONA NIEBLA - POSADAS



1.2. MARCO SOCIOECONOMICO

La región estudiada comprende mayoritariamente la provincia de Sevilla y en menor grado las de Huelva y Córdoba. Destaca que la evolución de la población en toda la zona es ininterrumpidamente regresiva a partir de 1.930.

Las poblaciones más importantes se sitúan en el borde Sur del contacto de Sierra Morena con la Depresión del Guadalquivir, cerca del río Guadalquivir. Las poblaciones de más de 10.000 habitantes son: Palma del Río (17.359); La Algaba (11.537); Lora del Río (18.070). En el Cuadro nº 1 se indican las principales poblaciones de la zona con su numero de habitantes referidos a Marzo de 1.981.

La economía de la región es fundamentalmente agrícola y ganadera. Predominan los cultivos de secano (Cereales)- y algunos de regadíos asociados a los riegos del bajo Guadalquivir (algodón, maíz, forrajeras) y otros regadíos que utilizan agua subterránea del acuífero (forrajeras, algodón).

CUADRO N° 1

<u>MUNICIPIO</u>	<u>POBLACION DE DERECHO</u>
------------------	-----------------------------

(AÑO 1.981)

HORNACHUELOS.....	5.019
PALMA DEL RIO.....	17.359
POSADAS.....	6.490
ESCACENA DEL CAMPO.....	2.150
MANZANILLA.....	2.533
NIEBLA.....	3.922
PALMA DEL CONDADO.....	9.009
PATERNA DEL CAMPO.....	3.711
VILLALBA DEL ALCOR.....	3.797
VILLARRASA.....	2.310
ALCALA DEL RIO.....	8.965
ALCOLEA DEL RIO.....	3.253
LA ALGABA.....	11.537
AZNALCOLLAR.....	5.179
BRENES.....	8.922
BURGUILLOS.....	2.800
CANTILLANA.....	8.513
CASTILLEJA DEL CAMPO.....	619
GERENA.....	4.835
GUILLENA.....	7.070
LORA DEL RIO.....	18.070
PEÑAFLOR.....	4.032
LA PUEBLA DE LOS INFANTES.....	4.012
LA RINCONADA.....	18.274
SANLUCAR LA MAYOR.....	7.758
SANTIPONCE.....	5.822
TOCINA.....	7.312
VILLANUEVA DEL RIO Y MINAS.....	5.953
VILLAVERDE DEL RIO.....	5.847

C A P I T U L O 2

GEOLOGIA

2. GEOLOGIA

2.1. INTRODUCCION. OBJETIVOS.

El estudio geológico del Sistema Acuífero 26 "MIOCENO DE BASE" (Zona Niebla - Posadas), ha sido realizado con los siguientes objetivos:

- Definir los conjuntos litológicos existentes, con el fin de conocer sus características hidrogeológicas y comportamiento como posibles acuíferos.
- Determinar la estratigrafía y potencia de dichos conjuntos, señalando sus afloramientos.
- Estudiar e indicar los accidentes tectónicos de la zona, para determinar las estructuras de las unidades acuíferas.

Para conseguir dichos objetivos se han efectuado los siguientes trabajos:

- Recopilación y análisis de estudios locales existentes.
- Interpretación geológica de fotografía aérea.
- Cartografía de campo a escala 1:50.000.
- Recopilación y análisis de diversos estudios geofísicos realizados en la zona de estudio.

- Elaboración del Plano Geológico a Escala 1:200.000
(Plano nº 1) obtenido como síntesis de los estudios 1:50.000 realizados.

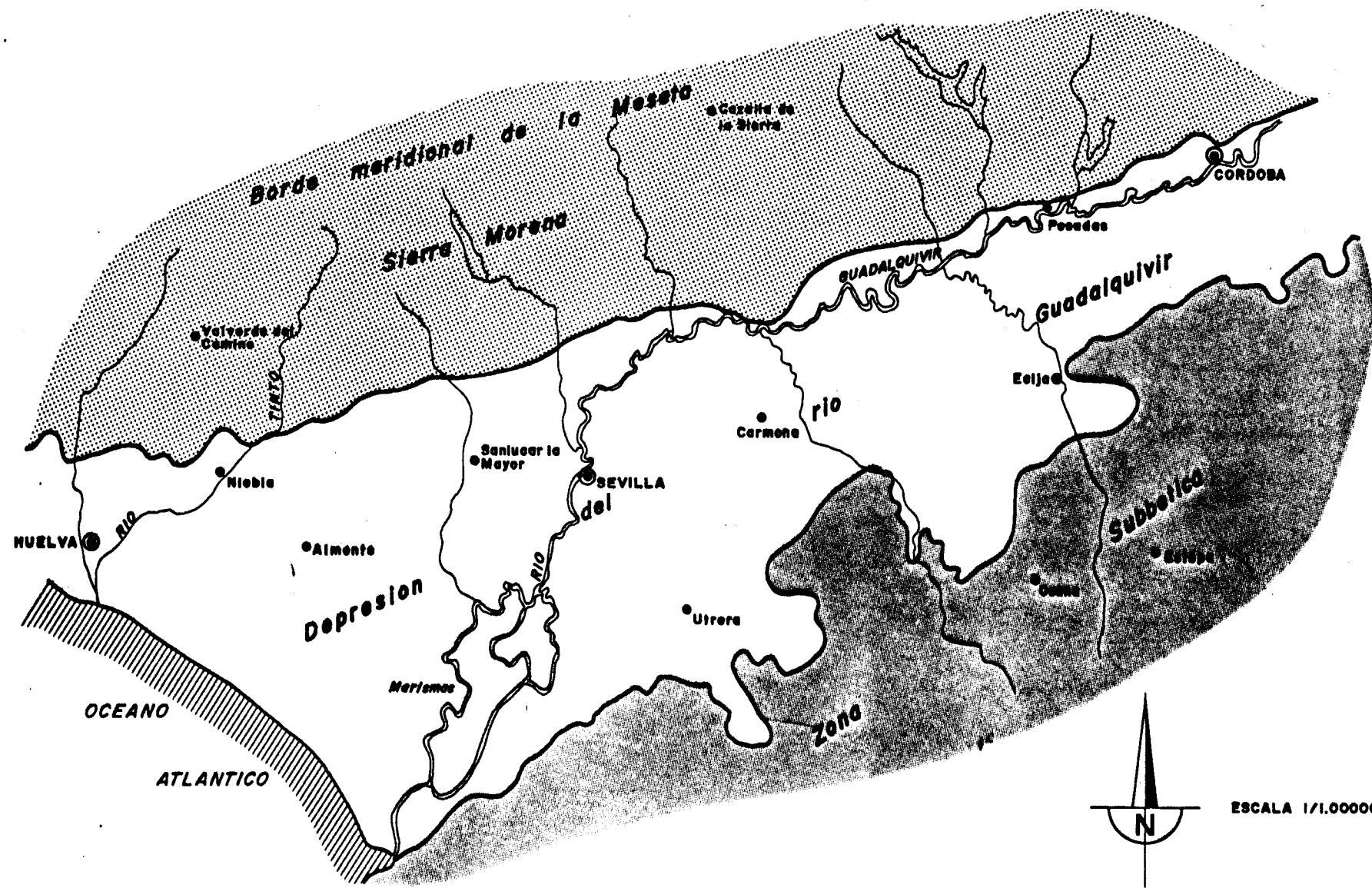
2.2. SITUACION GEOLOGICA.

El Sistema Acuífero 26 "MIOCENO DE BASE", se localiza en el contacto de dos de las tres unidades estructurales - que constituyen la Cuenca del Guadalquivir: la Meseta y la Depresión del Guadalquivir (Figura 2).

Dicho Sistema Acuífero está constituido por materiales que pertenecen a los primeros términos de la serie --- transgresiva Miocena depositada en discordancia sobre materiales de edad anterior, dando lugar a una banda de afloramientos que se extiende de forma mas o menos homogénea - desde Ayamonte (Huelva) hasta Villacarrillo (Albacete).

La zona que ocupa este estudio se extiende desde Niebla (Huelva) hasta Posadas (Córdoba), teniendo como límite Norte los materiales de carácter impermeable que constituyen la Meseta y por límite Sur los materiales margosos impermeables que constituyen la mayor parte de la serie marina Miocena que rellena parte de la Depresión del Guadalquivir.

ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA CUENCA DEL RIO GUADALQUIVIR



FLORA № 2

2.3. GEOMORFOLOGIA.

Cabe destacar en la zona estudiada dos unidades bien diferenciadas: la Meseta y el borde septentrional de la Depresión del Guadalquivir.

- La Meseta está representada por Sierra Morena y constituye la parte Norte del estudio. Se trata de un conjunto montañoso peneplanizado, que se hunde progresivamente bajo los depósitos de la Depresión del Guadalquivir.

Las altitudes en el contacto de ambas unidades oscilan entre los 100 y 300 metros, aumentando progresivamente hasta los 900 metros según nos alejamos de dicho contacto en dirección Norte.

- El borde septentrional de la Depresión del Guadalquivir está constituido por sedimentos no consolidados fundamentalmente Neogenos y Cuaternarios, donde se instala el actual cauce del río Guadalquivir. Dichos materiales dan lugar a una gran llanura con altitudes decrecientes de 100 a 20 metros conforme nos alejamos del contacto de las dos unidades en dirección Sur hasta el actual cauce del Río Guadalquivir.

2.4. ESTRATIGRAFIA.

En este apartado se trata de diferenciar los distintos conjuntos litológicos que presentan idéntica o semejante permeabilidad, definiendo fundamentalmente los conjuntos permeables e impermeables, analizando las características litológicas de dichos conjuntos, siendo dicho análisis más detallado en aquellos que presentan mayores permeabilidades y que ofrecen características adecuadas para constituir niveles acuíferos. Los conjuntos litológicos que son de naturaleza impermeable, han sido agrupados sin tener en cuenta sus secuencias estratigráficas.

Los conjuntos litológicos diferenciados y representados en el Plano Geológico realizado (Plano nº 1) presentan la siguiente litología.

2.4.1. Paleozoico. (Pal).

Constituyen los afloramientos de la zona Norte del estudio y definen la unidad estructural de la Meseta.

La característica fundamental de los materiales englobados en este conjunto es su baja o nula permeabilidad, razón por la cual se le considera como el zócalo impermeable de los acuíferos del Mioceno de base situados generalmente sobre ellos.

Estratigráficamente, dicho conjunto se inicia con la serie Precambria de más de 6.000 metros de potencia compues-

ta de materiales metamórficos, fundamentalmente pizarras.

A continuación se sitúa la serie de transición del Pre-cambrico al Cambriico de potencia superior a los 2.000 metros, constituida por coladas volcánicas, (esquistos, grauwackas, areniscas y rocas piroclásticas).

El Cambriico está representado por una serie detrítica - de 300- 500 metros de potencia, formada por una alternancia - de cuarcitas y esquistos; por una serie carbonatada con po tencias variables de 200 a 1.000 metros, y por una tercera - serie detrítica de unos 1.000 metros análoga a la anterior.

El Ordovícico-Silúrico está representado por cuarcitas y pizarras con espesores máximos de 500 metros.

El Devónico está representado por conglomerados de transición, calizas, complejos volcánicos, pizarras y grauwackas.

El Carbonífero está representado por un flysh de pizarras y grauwackas, ciclotemas detríticos-pizarrosos con carbón, que descansan sobre conglomerados de espesor variable - y que hacia el techo pasan a calizas.

El Pérmico está representado por unos conglomerados rojizos típicos, que afloran en la región del Río Viar y de Villanueva del Río y Minas, los cuales ponen fin a la serie estratigráfica del conjunto definido.

Es característico y frecuente, la presencia de rocas -

intrusivas generalmente en los ejes de los pliegues, así -- como lechos de volcánicas interestratificados con el conjunto de sedimentos.

2.4.2. Triásico.

Los materiales triásicos que afloran en la zona de estudio se localizan muy localmente y corresponden a dos de las tres facies típicas Triásicas.

(T_b) Facies Buntsandstein. Aflora al Oeste de Hornachuelos y están constituidos por una facies detrítica-grosera de conglomerados, con niveles de areniscas intercalados que alcanzan una potencia máxima de 60 m., situándose discordantes sobre los sedimentos detríticos del Cámbrico basal y sobre una banda de rocas volcánicas de la misma edad.

(T_m) Facies Muschelkalk. Aflora en una cantera situada a 1'5 km al Sur de Niebla, y está constituida -- por calizas dolomíticas y dolomías de tonalidades rojizas y grisáceas y de potencia reducida.

2.4.3. Mioceno Superior.

Los materiales depositados en este período, son los que ocupan una mayor extensión entre los cartografiados en la zona de estudio. Se sitúan discordantes y transgresivos sobre materiales anteriores (fundamentalmente Paleozoicos), constituyendo una serie marina que tiene en la parte inferior unas formaciones detríticas (Mioceno transgresivo de base) y en la superior una formación margosa (Margas azules Tortonienses). El tránsito de la inferior a la superior no es brusco, realizándose de forma gradual, por lo que el contacto entre ellos, a veces es estimativo..

Sobre dichas formaciones, se sitúa otra de carácter eminentemente detrítica que representa la regresión de la cuenca.

La edad de éstos materiales es Tortoniense siendo en ocasiones los niveles margosos superiores de edad Andalucien se.

2.4.3.1. Mioceno transgresivo de base (M_b).

Siguiendo el contacto con el Paleozoico, se sitúa una formación de potencia variable constituida por conglomerados de base y elementos rodados procedentes del zócalo, arenas, areniscas y calizas. En general, los materiales están poco elaborados con transporte muy corto, lo que indica que estos materiales son de facies costera.

Esta formación se sitúa discordante sobre materiales paleozoicos, hundiéndose hacia el Sur bajo el resto de las series sedimentarias que rellenan la depresión del Guadalquivir.

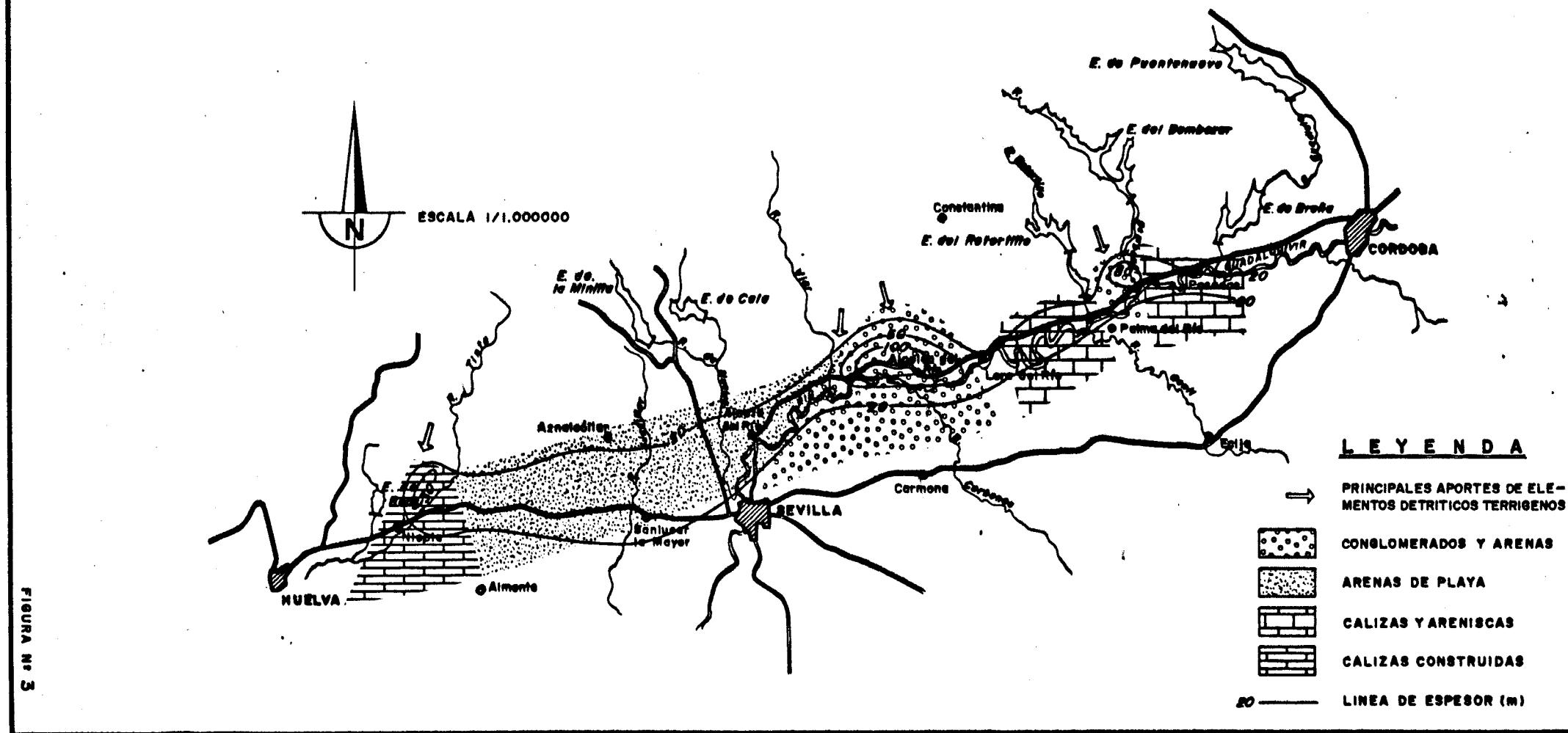
Corresponde esta formación a una banda de afloramientos más o menos continua, con una anchura media de 2 Kms, que se extiende desde Ayamonte hasta Villacarrillo, y que desciende hacia el Sur con una pendiente media del 2 al 3 por ciento sin plegamiento notable. En algunas zonas, el espesor es mínimo y constituye una delgada costra que alternativamente seconde o deja al descubierto los materiales paleozoicos.

Se ha estudiado la serie estratigráfica de esta formación entre las localidades de Niebla (Huelva) y Posadas -- (Córdoba). Los frecuentes cambios laterales de facies -- (Figura N° 3) dan lugar a las siguientes secuencias estratigráficas:

- a) Al Oeste de Posadas, en el flanco Sur de la Sierra Zuela, los materiales que componen esta formación son de muro a techo:

PLANO ESQUEMATICO DE FACIES LITOLOGICAS

MIOCENO DE BASE (NIEBLA-POSADAS)



- Conglomerados.
- Calizas detriticas con Ostreidos.
- Arenas y areniscas que progresivamente se hacen margosas hasta pasar al tramo superior de margas azules.

La potencia de la serie en dicho afloramiento oscila entre los 30-40 metros, presentando un buzamiento de 5 a 8° Sur, mientras que los sondeos en esta zona atraviesan dicha formación alcanzando potencias que oscilan entre los 15 y 33 metros.

b) En las proximidades del Embalse de derivación del Río Bembezar (Hornachuelos) la secuencia estratigráfica es la siguiente de muro a techo:

1-2 m. Conglomerados de matriz calcárea con cantos procedentes del zócalo donde se apoyan.

15-20 m. Calizas intrabiomicritas y calizas detriticas.

20-25 m. Calizas detriticas y margosas.

20-25 m. Calizas margosas con Ostreidos de tonalidades blanca-amarillenta.

El espesor de la serie en esta zona, es muy variable, ya que queda condicionado por la morfología del Paleozoico infrayacente, pudiendo variar desde 20 a 70 m.

La serie estratigráfica descrita, conserva su naturaleza carbonática en el borde Hornachuelos-Peñaflor-Lora del Río, aunque disminuye considerablemente su espesor entre Peñaflor y Lora del Río, no alcanzando potencias superiores a los 30 metros.

Cabe destacar los depósitos de tipo fluvio-marino al Suroeste de Hornachuelos (Arroyo de Guadalora) constituidos fundamentalmente por diversas secuencias de conglomerados y arenas, que son atravesados y explotados por diversos sondeos. La potencia de dichos depósitos es de 80 m.

c) En la región de Villanueva de las Minas y Cantillana, se distinguen tres facies distintas que se suceden en dirección Norte a Sur.

- En primer lugar y situados en contacto con los materiales Pérmico-Carboníferos se encuentra la facies denominada "Formación Roja", constituida por conglomerados rojizos con elementos detriticos gruesos bien clasificados y depositados en medio-marino, localizándose dichos afloramientos entre el Río Viar y la Rivera del Huesna.

La presencia de esta formación viene ligada a la existencia del Pérmico que aflora en esta zona y su sedimentación es en ocasiones deltaica con distintas secuencias de deposición (zonas del arroyo del Parroso y del río Viar). La potencia de estos sedimentos varía entre 3 y 12 metros.

- La segunda facies se sitúa encima de la anterior separadas por un contacto de erosión y en las zonas donde no aparece la primera, directamente sobre materiales paleozoicos.

Está constituida por la presencia de un conjunto de arenas fosilíferas con bancos de areniscas calcáreas interestratificadas, depositadas en medio marino. Dicho conjunto alcanza un espesor variable entre 30 y 80 metros (Cantillana -- y Villanueva de las Minas).

- La tercera facies, únicamente aparece en las proximidades del arroyo de Galapagar y es semejante a la anterior, con la diferencia de la presencia de niveles arcillosos dentro del conjunto de arenas-marinas.

En general, la serie Miocena de Base en esta región alcanza su mayor potencia en Villanueva de las Minas (90-100 m) y disminuye hacia el Oeste hasta los 30-40 metros en las proximidades de Cantillana.

Sondeos realizados en las proximidades de Villanueva de las Minas han atravesado 100-105 m de dicha formación.

- d) En la zona de Gerena la formación del Mioceno de base

recubre el granito que constituye el zócalo en esta región.

La serie estratigráfica de esta formación está -- compuesta por:

5-10 m. de conglomerados y calizas detríticas fosilíferas.

15-20 m. de arenas fosilíferas con abundantes niveles intercalados de areniscas calcáreas.

Los niveles detríticos de base, conforme la serie se hunde en dirección Sur (4º - 6º de Buzamiento), igual que en el resto de la zona, dichos niveles desaparecen, reduciéndose el espesor de la serie y haciéndose mas margosa. Este cambio de facies es característico de esta formación, aunque en esta región se hace mas -- acusado. Los sondeos realizados en esta región atravesan únicamente de 10 a 20 metros de la formación, caracterizándose por la presencia fundamentalmente de arenas fosilíferas y areniscas.

e) En la zona de Paterna del Campo la formación Mioceña se apoya sobre el zócalo constituido por pizarras, y la serie estratigráfica está compuesta por:

5-7 m. de conglomerados, areniscas calcáreas y calizas bioclásticas fosilíferas.

15-20 m. de arenas fosilíferas con niveles de areniscas calcáreas intercaladas.

La serie presenta un buzamiento de 4-6° Sur, hundiéndose progresivamente bajo los materiales margosos - de edad superior.

En la margen izquierda del río Corumbel se observa el contacto de dicha formación con el Paleozoico, -- observándose que los primeros términos de la serie se sitúan sobre pizarras paleozoicas formando una cornisa. Conforme la serie se hunde en dirección Sur, los materiales detríticos groseros van desapareciendo, pasando gradualmente a depósitos más finos, y reduciendo su espesor.

El cambio de facies lateral en esta zona, pasa de ser más arenoso en el Noreste a ser más carbonático - hacia el Suroeste.

Los sondeos que atraviesan esta formación la encuentran a distinta profundidad, con espesores que varián entre los 25-30 m en la región de Aznalcollar y - los 6-10 m en la región próxima a Niebla.

f) En la zona de Niebla, la formación Miocena se apoya en discordancia sobre materiales paleozoicos y a veces triásicos.

Se distinguen dos tipos de formaciones: al Norte de Niebla, la base está constituida por un conjunto de arenas y gravas con un banco de areniscas a techo,- alcanzando dicho conjunto una potencia de 10-12. m; encima de este conjunto se sitúa un paquete de calizas -

estratificadas de color blanco, que en determinados lugares alcanzan 16-18 metros.

Dicha formación se encuentra separada de otra situada al Sur de Niebla, mediante una falla que sigue el río Tinto.

Esta segunda formación se caracteriza porque los terrenos detriticos de la primera reducen su espesor y las formaciones calizas biogénicas se sitúan sobre las anteriores alcanzando una potencia de 10-15 m.

La disposición de estos depósitos, se debe a la instalación de unos depósitos deltaicos al Norte de Niebla que alcanzan la zona sur, y posteriormente unos depósitos marinos arrecifales caracterizados por la presencia de algas que dan lugar a los niveles de calizas biogénicas definidas.

2.4.3.2. Margas azules Tortonienses (M_t).

Constituyen el principal relleno de la Depresión del Guadalquivir, siendo sus afloramientos extensos e importantes.

Se sitúan concordantes sobre los materiales detriticos transgresivos de base, formando todo el conjunto una serie monocinal, siendo el paso de una a otra formación gradual. Es característico que los primeros términos de esta formación sean margosos-arenosos, lo cual se identifica con los últimos términos de la formación de base, razón por la cual el contacto de ellos a veces es estimativo.

Dicha formación , está constituida fundamentalmente por margas azules(amarillas en su superficie debido a la meteorización) compactas y a veces, plásticas que pasan de forma progresiva a margas arenosas hacia el techo y muro, presentando-- en ocasiones pequeñas interestratificaciones de arenas conchíferas o de areniscas. En ocasiones se presenta abundancia de yeso (Alcalá del Río).

La potencia de dicha formación va aumentando progresivamente hacia el Sur de forma homogénea, llegando a alcanzar -- los 1.000 metros en la zona de las Marismas del Guadalquivir. La edad de estos materiales es Tortoniana Superior-Andalu--ciense Inferior.

2.4.4. Plio-Cuaternario.

Se trata de una extensa raña que se sitúa fundamentalmente al Sur del Río Guadalquivir discordante sobre las margas azules Tortonianas.

Está constituida por cantos de cuarcita bien rodada, - arcillas rojas, arenas de cuarzo y limos margosos.

La potencia de esta formación es muy variable ya que - corresponde al relleno de una inmensa llanura aluvial, y en la que el carácter fundamental es su morfología, debida al - arrasamiento y relleno de una topografía anterior.

2.4.5. Cuaternario.

Las formaciones agrupadas en el Cuaternario ----

son las terrazas fluviales del Guadalquivir y afluentes importantes, así como los aluviones actuales y los grandes meandros abandonados en la actualidad.

- Las terrazas en general, están constituidas por materiales procedentes de la reelaboración de sedimentos mas antiguos (del Mioceno, de la raña Plio-Cuaternaria, y de cantos del Paleozoico).

Se llegan a diferenciar como máximo 4 niveles de terrazas en el Guadalquivir. Debido a que el -- objetivo de este estudio se limita a la formación - Miocena de base, no se entra en la separación y características de los niveles de terrazas existentes en la Depresión del Guadalquivir.

- Los aluviones recientes y meandros abandonados, es-tán constituidos por conglomerados poligénicos con predominio de cuarcitas, abundando gravas y arenas en los meandros.

2.5. TECTONICA.

Dentro de los límites de este estudio, se pueden apreciar dos estilos tectónicos diferentes separados por la linea estructural que marca el contacto entre el zócalo Paleozoico de la Meseta y los terrenos Miocenos situados al Sur y que constituyen la Depresión del Guadalquivir (Figura Nº 3).

En la parte Septentrional, los terrenos anteriores al Carbonífero han sufrido los movimientos de la orogenia hercínica que dieron lugar a pliegues de dirección WN-SE a WNW-ESE. El plegamiento principal sucedió entre el Westfaliense y el Estefaniense y afectó a todas las formaciones englobadas como Paleozoico, siendo muy intenso, de forma que pudo borrar discordancias primitivas que en la actualidad no se observan.

Posteriormente, se originaron grandes fallas en dirección que en ocasiones son inversas y fracturas con rumbo NNE-SSW y NNW-SSE. Alcanzan gran importancia las fallas que contactan la formación sedimentaria con la ígnea, siendo factible el hecho de que en muchos casos hayan constituido una zona de debilidad a través de la cual intruyó el granito.

La orientación hercínica de las rocas intrusivas hace suponer que la mecánica de encajamiento se hizo a favor de unas fracturas preeexistentes.

La linea estructural que determina el contacto del Zócalo Paleozoico con los terrenos Miocenos está definida como un hundimiento progresivo hacia el Sur del zócalo paleozoico,

por medio de flexuras o bien por una red de fallas paralelas - con desniveles variables (50 a 300 metros) que en ocasiones dan lugar a un sistema "horst" y "graben" (Palma del Río).

El Sistema de roturas está orientado según la dirección Bética WSW-ENE y es el resultado de una tectónica del zócalo- originada por los movimientos Béticos de edad Miocena. La dirección general del accidente tectónico no es rectilíneo ni -- homogéneo, presentándose con un salto brusco en la región de - Palma del Río, coincidiendo con el cauce del río Guadalquivir, prolongándose por la zona Sur de Villanueva de las Minas, Cantillana, Sur de Gerena donde adopta una dirección aproximada -- Este-Oeste, con un salto elevado en la formación Miocena de base. La falla continúa por el Sur de Aznalcollar, la ribera del Corumbel y enlaza con la falla del Tinto hasta la localidad de Niebla.

A este accidente tectónico se superponen otros de dirección general Norte-Sur, que realizan en ocasiones una división en compartimentos de la serie Miocena estudiada. Es de destacar la falla del Guadiamar de dirección NNE-SSW instalada en - el río del mismo nombre, situada entre Aznalcollar y Gerena, - así como la falla del Viar, que coincide con el río del mismo- nombre.

Existen además algunas fracturas de relativa importancia que afectan a la serie Miocena, de dirección análoga a la anterior (Norte-Sur), las cuales no originan los efectos citados anteriormente. Dichas fracturas se sitúan en Cantillana, Villa- nueva de las Minas, Lora del Río, Palma del Río, Hornachuelos, al Este de Posadas...

2.6. DISPOSICION ESTRUCTURAL.

Las dos grandes unidades estructurales que configuran la zona de estudio son el borde meridional de la Meseta y parte de la Depresión del Guadalquivir.

El borde meridional de la Meseta está formado por batolitos graníticos y materiales paleozoicos plegados durante la orogenia Hercínica, cuyo contacto con la depresión del Guadalquivir está definido por el accidente tectónico que permite el hundimiento gradual de sus materiales bajo los sedimentos de la Depresión.

El borde Septentrional de la Depresión del Guadalquivir está compuesto fundamentalmente por materiales Neogenos y Cuaternarios que rellenan dicha Depresión. Unicamente nos interesa la disposición de los materiales Miocenos Transgresivos de base, así como los materiales margosos Tortonenses situados encima de ellos que juegan un papel fundamental desde el punto de vista hidrogeológico.

Ambos conjuntos constituyen una serie monocinal que se apoya discordante sobre terrenos de edad anterior, hundiéndose progresivamente hacia el centro de la Depresión bajo el resto de las series sedimentarias Terciarias y Cuaternarias con una pendiente variable y moderada.

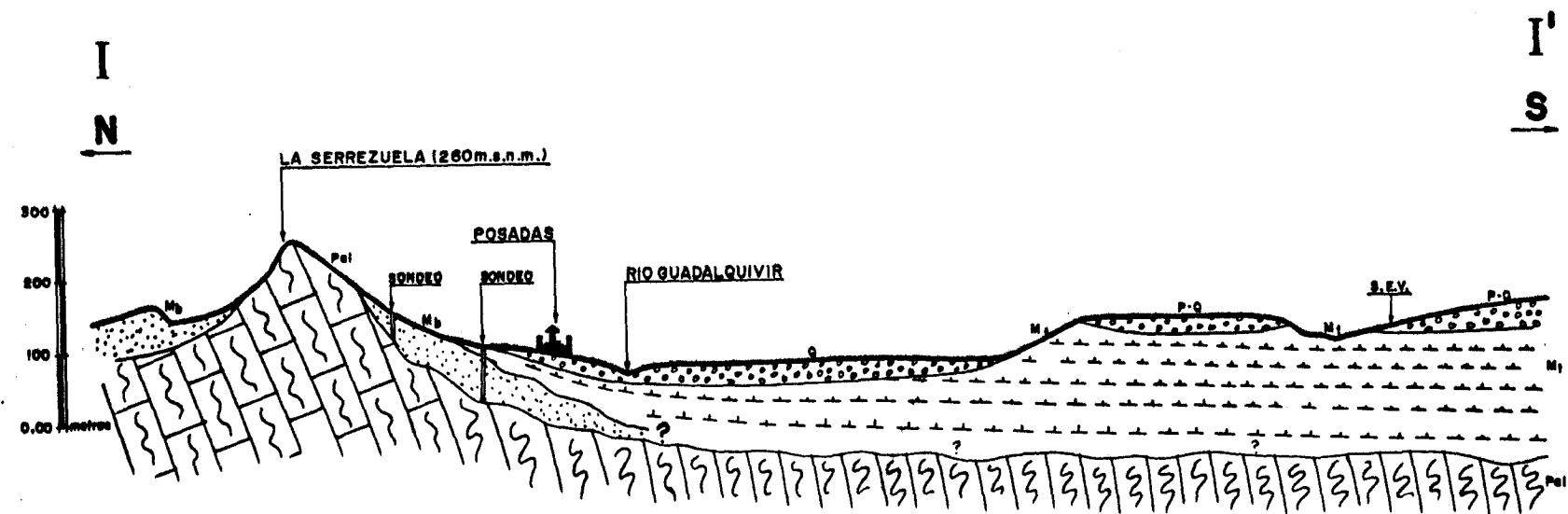
Para conocer de forma mas exacta la disposición estructural del zócalo Paleozoico y la serie Miocena superpuesta a él se han realizado una serie de cortes transversales a dichas formaciones, basándonos en datos geológicos de campo,

columnas litológicas de numerosos sondeos perforados en estos materiales y diversos estudios geoeléctricos realizados a lo largo de la zona de estudio.

Los cortes realizados se presentan en las figuras nº 4 a 9, y de su análisis se deduce lo siguiente:

- El zócalo Paleozoico se hunde progresivamente hacia el Sur por medio de flexuras y generalmente por medio de un sistema de fallas paralelas anteriormente descrito.
- En la región de Posadas, el zócalo Paleozoico se hunde con una pendiente del 2 al 3 por ciento, produciéndose una fractura con hundimiento a unos 10 Km del afloramiento en dirección Sur, con un salto aproximado de 350 metros. La profundidad del zócalo en el Río Guadalquivir es de aproximadamente 100 metros.
(Figura 4).
- En Palma del Río se origina un levantamiento del zócalo y la potencia del relleno Terciario disminuye. La linea de fractura se sitúa paralela a la anterior, pero desplazada hacia el Norte, coincidiendo con el cauce del Río Guadalquivir. Al Oeste de Palma del Río (Figura 5) el zócalo tiene una flexura y a continuación la falla anteriormente citada. El hundimiento progresivo del zócalo se realiza con una pendiente del 4 al 6 por ciento.
- En Villanueva de las Minas, el zócalo Paleozoico ---

CORTE HIDROGEOLOGICO DE LA HOJA 943 "POSADAS"



ESCALA HORIZONTAL : 1/50.000
ESCALA VERTICAL : 1/10.000

CORTE HIDROGEOLOGICO DE LA HOJA 942 "PALMA DEL RIO"

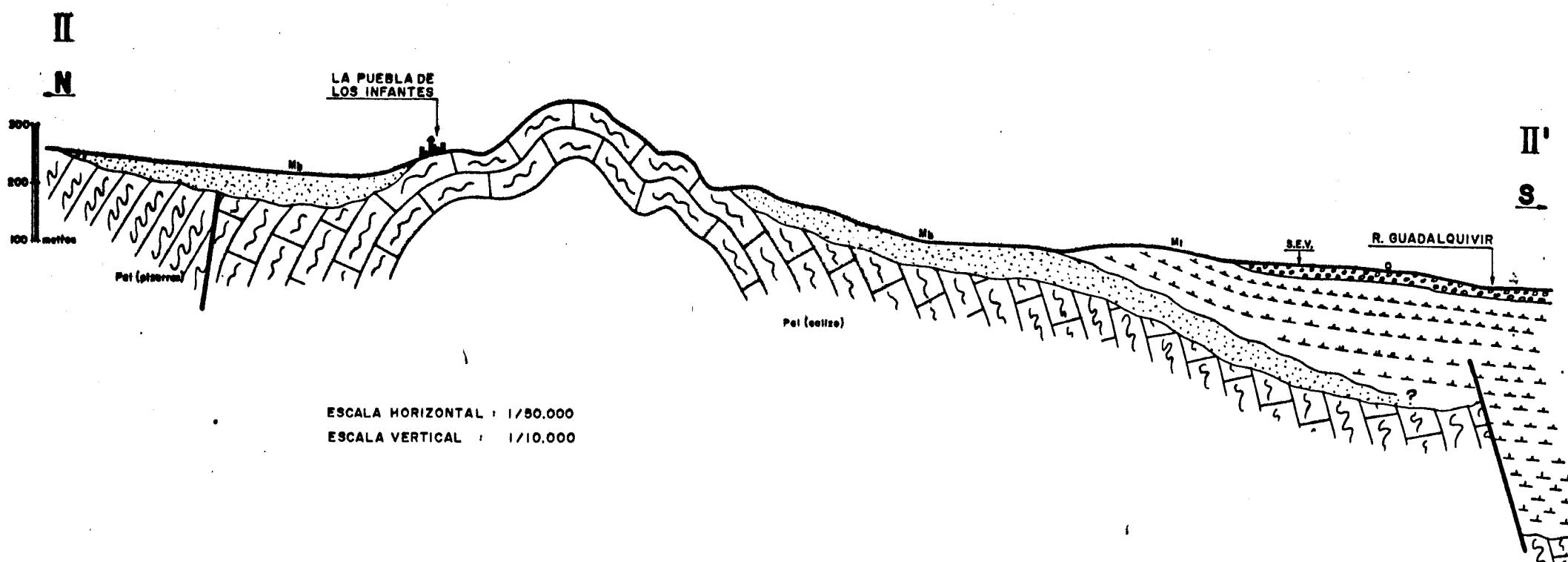


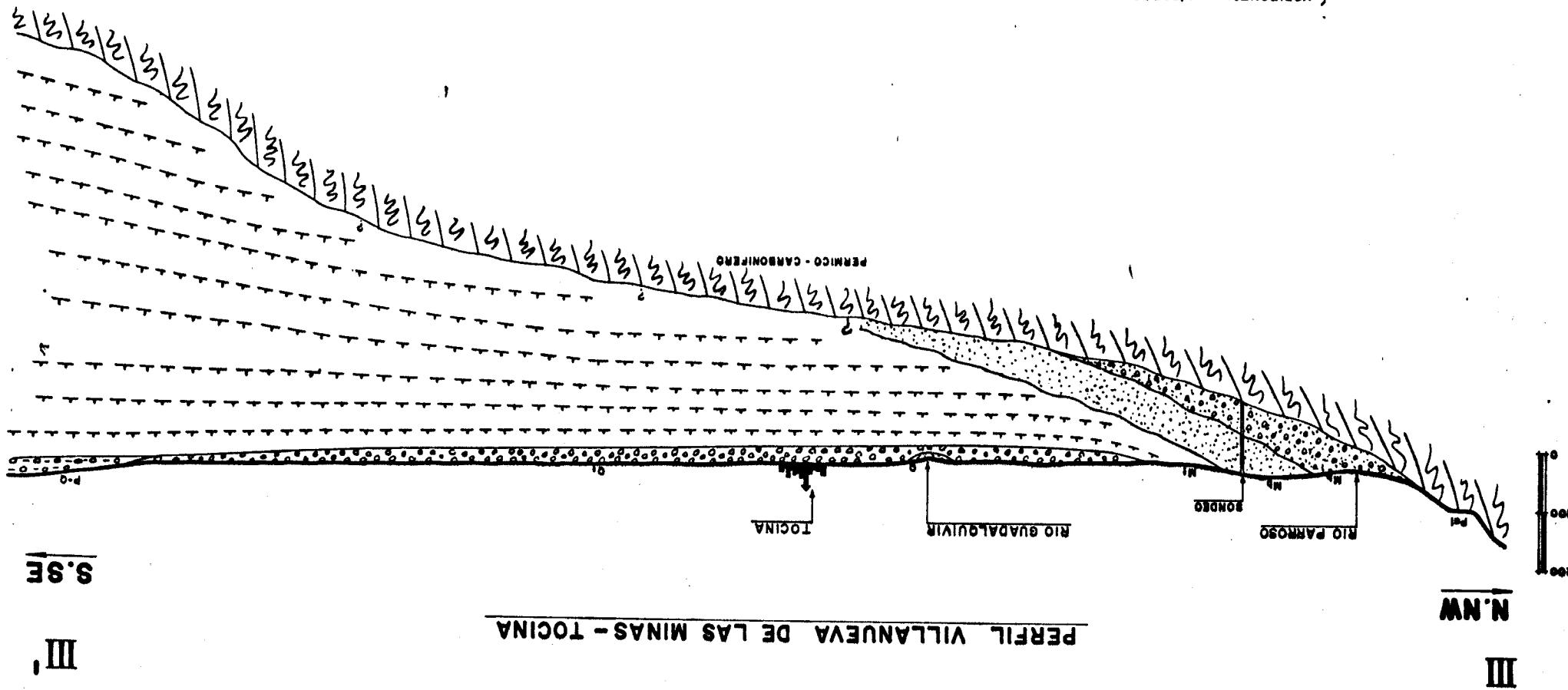
FIGURA N° 5

(Pérmico-Carbonífero) se hunde progresivamente con pendiente de 3 al 5 por ciento, alcanzando en Tocina una profundidad de 250 metros, y originándose un hundimiento por falla a 3-4 Km de Tocina en dirección -- Sur (Figura 6).

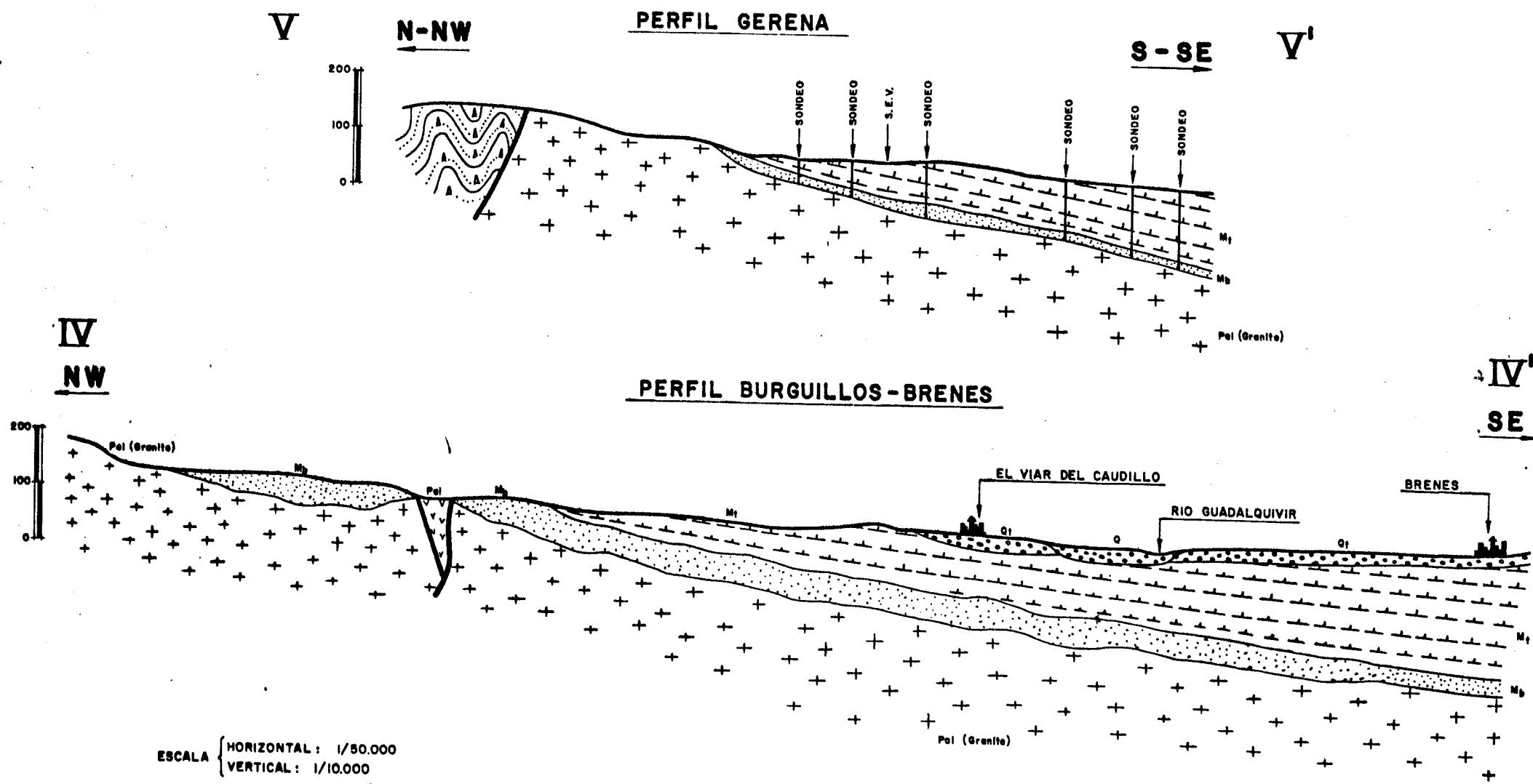
- En la zona de Burguillos-Brenes, el zócalo se hunde progresivamente con una pendiente del 2 al 3 por ciento, no estando afectada por la linea de flexura que se sitúa hacia el Sur a la altura de Santiponce-La Algabe. En Brenes el zócalo se sitúa a 250 metros de profundidad y en el Viar del Caudillo a 170 metros -- (Figura 7). En el cauce del río Viar se observa la falla del Viar de dirección aproximada N-S que origina una compartimentación de la serie Miocena.
- Al Este de Gerena (Figura 7) el hundimiento del zócalo presenta pendientes del 4 al 6 por ciento y la linea de flexura se sitúa a la altura de La Algaba-Paterna del Campo, aumentando rápidamente la profundidad del zócalo siendo en Salteras y en Sanlúcar La Mayor superior a los 800 metros. En Gerena, el hundimiento del zócalo se origina por medio de fallas con saltos- de aproximadamente 50 metros.
- En la región de Paterna del Campo-Palma del Condado, - el zócalo se hunde progresivamente con una pendiente- del 2 al 3 por ciento (Figura nº 9) y presentando-- una flexura de hundimiento a la altura de Paterna del Campo-Palma del Condado.

CORTE HIDROGEOLOGICO DE LA HOJA 963 "LORA DEL RIO"

PERFIL VILLANUEVA DE LAS MINAS - TOCINA



CORTES HIDROGEOLOGICOS DE LA HOJA 962 "ALCALA DEL RIO"

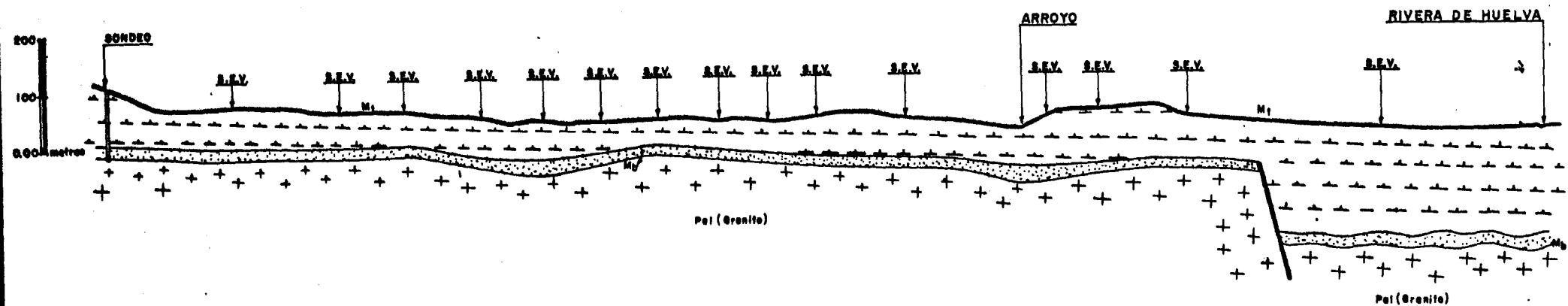


CORTE HIDROGEOLOGICO DE LA HOJA 962 "ALCALA DEL RIO"

VI
W

VI'
E

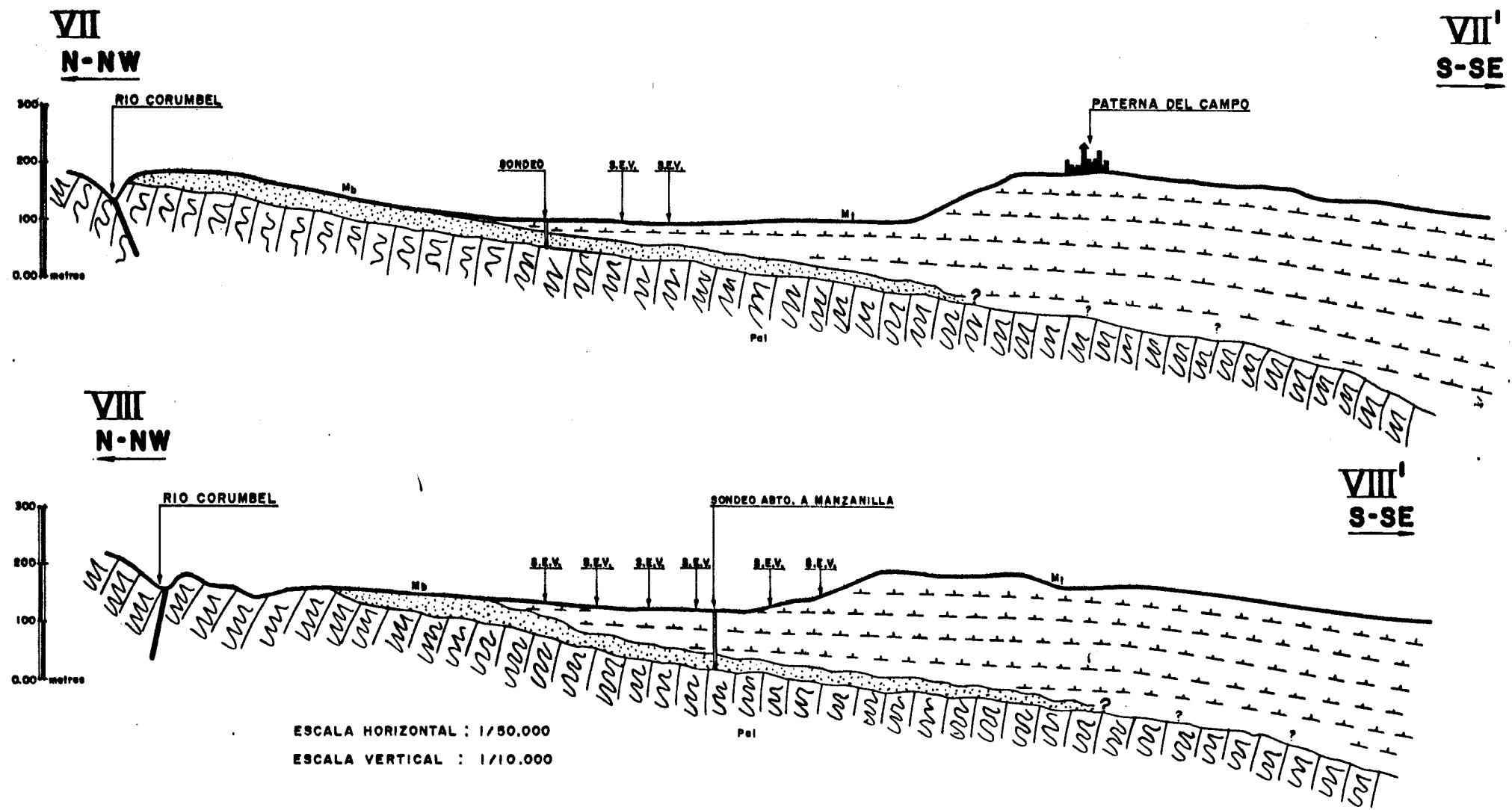
PERFIL GERENA-GUILLENA



ESCALA HORIZONTAL : 1/80.000

ESCALA VERTICAL : 1/10.000

CORTES HIDROGEOLOGICOS DE LA HOJA 983 "SANLUCAR LA MAYOR"



- En la región de Niebla, el zócalo Paleozoico se hunde suavemente, con pendiente del 1-2 por ciento, acentuándose el hundimiento por medio de la flexura anteriormente citada que se prolonga por Villarasa y Sur de Niebla.

En función de las características estructurales definidas anteriormente (en base a reconocimientos geológicos de superficie y estudios geofísicos realizados) y englobando zonas de semejantes o idénticas facies, se han definido dentro del conjunto litológico "Mioceno de Base" una serie de zonas que no tienen conexión entre ellas y que permiten el mejor estudio de dicho acuífero. Dichas zonas son:

* Niebla-Gerena. Está definida entre la falla del Tinto y la falla del Guadiamar.

* Gerena-Cantillana. Definida entre la falla del Guadiamar y la falla del Viar.

* Cantillana-Lora del Río. Definida entre la falla del Viar y el levantamiento del Paleozoico en los alrededores de Lora del Río.

* Lora del Río-Hornachuelos. Definido entre el límite anterior y el río Bembezar.

* Hornachuelos-Posadas. Definida entre el río Bembezar y el río Guadiato.

En el capítulo correspondiente a Hidrogeología, se indican con más detalle las características de dichas zonas, así como su geometría; se analizarán sus posibles semejanzas respecto a calidad química del agua, características de la capa freática; etc; para establecer en cada una de ellas su balance hidrogeológico correspondiente.

2.7. ESTUDIOS GEOFISICOS

Para completar el reconocimiento geológico de superficie y detectar el hundimiento en profundidad de los niveles detriticos del Mioceno a partir de sus afloramientos, se han recopilado una serie de estudios geofísicos realizados en la zona de estudio. Dichos estudios han sido realizados con objetivos diferentes y en épocas distintas, por lo que la heterogeneidad de los mismos es grande. La principal información obtenida de ellos, es la profundidad del zócalo Paleozoico, determinada por un cambio de resistividad en los numerosos sondeos eléctricos realizados. Dicha información ha sido fundamental para la elaboración de los cortes geológicos presentados, así como para la determinación de las isobatas del techo del Paleozoico, que coinciden con las del muro de los niveles detriticos Miocenos que constituyen el acuífero de la zona y que se presentan en el plano nº 2. Dicho plano se ha realizado además, con los datos obtenidos de la realización de nuevos sondeos que en sus últimos metros cortan el sustrato Paleozoico.

Sobre el sustrato Paleozoico, se sitúa un paquete de materiales detriticos del Mioceno de base, y debido a que estos materiales poseen una resistividad intermedia entre la obtenida para las margas azules (situadas estratigráficamente por encima de ellos) y la resistividad de las pizarras paleozoicas, no es posible establecer criterios para determinar el espesor de dichos materiales.

El único criterio para determinar el espesor de dicha formación son los reconocimientos geológicos de sus afloramientos y fundamentalmente el análisis de las columnas litológicas

obtenidas de los numerosos sondeos mecánicos realizados.

En el Plano nº 2 se indica la situación de los distintos perfiles geofísicos realizados que constituyen el resumen de los siguientes estudios geofísicos:

- Estudio Geofísico del borde Norte de la Depresión - del Guadalquivir.
- Estudio Geoeléctrico para el abastecimiento a Niebla.
- Estudio Geoeléctrico para el abastecimiento a Manzalilla-Villalba del Alcor-Villarrasa.
- Estudio Geoeléctrico para el abastecimiento de Valverde del Camino.
- Estudio Geoeléctrico en la zona de Gerena-Guillena.
- Estudio Geoeléctrico para el abastecimiento de Cantillana.

C A P I T U L O 3

CLIMATOLOGIA

3. CLIMATOLOGIA

3.1. GENERALIDADES.

En este capítulo se pretende dar una visión de la situación climática del área que comprende este estudio, indicando además los valores medios de precipitaciones, temperaturas, evapotranspiraciones y lluvia útil, para posteriormente comparar dicho valor con el de las aportaciones de los ríos y poder establecer un balance hídrico de la zona.

La zona objeto del Estudio Climatológico se extiende por la ribera derecha del río Guadalquivir entre Córdoba y Sanlúcar-la Mayor, así como por la cuenca del río Tinto. Ha sido conveniente ampliar dicha zona hasta el límite de las cuencas Guadalquivir-Guardiana, lugar donde tienen el nacimiento los ríos que la atraviesan y donde las precipitaciones son de tal importancia que condicionan la escorrentía superficial.

En el Plano nº 3 se representan, a partir de la información de 30 estaciones termopluviométricas, las condiciones climáticas de la zona de estudio, deducidas a partir de los valores del índice de aridez de De Martonne.

Indice de Aridez de De Martonne.

$$I = \frac{P}{T + 10} \quad (P \text{ en mm/año y } T \text{ en } ^\circ\text{C})$$

IClasificación

- 0 - 5 - Desierto
- 5 - 10 - Estepa desértica con posibilidad de cultivos de regadío.
- 10- 20 - Zona de transición, con escorrentías temporales.
- 20- 30 - Escorrentías con posibilidad de cultivos sin riego.
- 30- 40 - Escorrentía fuerte y continua que permite la existencia de bosques.
- > 40 - Exceso de escorrentía.

EstacionesValores de I

Córdoba	24'2
Hornachuelos	25'4
Posadas	23'3
Peñarroya-Pueblonuevo	18'7
Carmona	21'4
Lora del Río	19'2
Villanueva del Río	19'0
Sevilla "Tablada"	19'9
Ecija	18'6
Pantano del Pintado	23'1
Almadén de la Plata	32'5
Las Contiendas	
(Escacena del Campo)	35'3
Baldíos de Niebla	29'8
Aracena	44'5
Zufre	32'0

<u>ESTACIONES</u>	<u>VALORES DE I</u>
Huelva	16'6
Almonte	23'5
El Villar	27'5
La Palma del Condado	20'1
Valverde	27'0
Las Navas de la Concepción	33'0
Almonaster	36'9
El Guijo	29'8
Alcalá de Guadaira	19'3
Berlanga	22'1
Cabeza La Vaca	35'5
Emb. Puente Nuevo	34'3
La Puebla del Río	22'5
Villamanrique de la Condesa	22'0
Emb. Guadamejato	26'7

A partir de estos datos y teniendo en cuenta la clasificación climática de Thornthwaite se diferencian en general 4 zonas climáticas:

- Zona Semi-árida. Coincide con la zona de escorrentías temporales ($I = 10 - 20$). Corresponde a la ribera del Guadalquivir entre Palma del Río y Sevilla y a la zona mas Nororiental del Estudio (alrededores de Peñarroya-Pueblonuevo).
- Zona Semi-Húmeda. Coincide con la zona de escorrentías y con posibilidades de cultivo sin riego ($I = 20 - 30$). Corresponde a las regiones de Córdoba -- Hornachuelos; Niebla-Sanlúcar La Mayor; zona sii-

tuada en Sierra Morena próxima al contacto con la -- Depresión del Guadalquivir y que en general se sitúa por encima de la cota 200 (Gerena-Hornachuelos); y zona de cabecera de los ríos Bembezaz y Viar (Llerena-Cazalla de la Sierra-Azuaga).

- Zona Húmeda. Coincide con las zonas de fuerte escorrentía que permite la existencia de bosques ($I = -30 - 40$). Corresponde a las regiones de Sierra Morena comprendidas entre Villaviciosa de Córdoba-Almadén de la Plata y regiones donde tienen su nacimiento los ríos Rivera de Cala, Rivera de Huelva, Guadiamar, Tinto y Odiel. En dichas regiones se producen las máximas pluviometrías.
- Zona Super-Húmeda. Coincide con zonas donde se producen excesos de escorrentía ($I > 40$). Corresponde a la Sierra de Aracena, zona en la que se producen las máximas precipitaciones.

El estudio climatológico en la región definida anteriormente, se ha elaborado partiendo de datos de precipitaciones y temperaturas procedentes del SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (Sevilla y Badajoz); ANUARIOS DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS y complementando los datos de temperaturas a partir de la publicación "AGROCLIMATOLOGIA DE ESPAÑA" de F. Elías Castillo y L. Ruiz Beltrán. Dicha información se refiere a datos medios mensuales correspondientes a diversos períodos, por lo que se ha realizado una selección de estaciones de manera que se disponga como mínimo de una serie de datos de 20 años de registro.

3.2. PLUVIOMETRIA

3.2.1. Estaciones Pluviométricas utilizadas.

Para el estudio pluviométrico de la zona anteriormente definida, se han utilizado los datos de 67 estaciones pluviométricas pertenecientes a la red climatológica del Servicio Meteorológico Nacional y que abarcan el período 1.954-55 a 1.973-74, e indicadas en el Plano nº 4.

Los datos pluviométricos mensuales de cada una de las estaciones, han sido contrastados por dobles masas y la reconstrucción de las series incompletas se ha realizado por correlación.

En el anejo correspondiente (nº 1) se recogen los valores mensuales de la precipitación en cada estación, valores medios mensuales y módulos anuales. Asimismo se indica el módulo pluviométrico medio, módulo pluviométrico del año medio-húmedo (cuando $P_i \geq 1'15 P_m$) y el módulo pluviométrico del año medio seco (cuando $P_i \leq 0'85 P_m$), siendo P_i la pluviometría anual y P_m la pluviometría media anual.

Así mismo, en el anejo se indican: la tabulación utilizada para el contraste por dobles masas, el coeficiente de correlación con indicación de la estación base utilizada para la reconstrucción o modificación de las series en cada caso y la aportación por lluvia anual acumulada en las estaciones pluviométricas.

Algunos valores de los índices de correlación, de las-

pluviometrías halladas, indican que los datos obtenidos por correlación solo han de ser tomados como orientativos.

3.2.2. Distribución mensual de la precipitación.

Para analizar la forma en que la precipitación se reparte a lo largo del año, se ha obtenido el valor medio de la precipitación registrada en cada mes expresada en mm, en cada una de las estaciones consideradas. (Anejo nº 1).

Se han considerado 12 estaciones representativas de la zona estudiada y en ellas se ha representado gráficamente dicha distribución expresada en mm de lluvia (Figuras 10 y - 11). Los valores correspondientes a la distribución mensual de la pluviometría se indican en los Cuadros Nº 2 y 3.

En general, la distribución pluviométrica en toda la zona es bastante homogénea, originándose máximos de lluvia en Noviembre y Enero, y mínimos en Julio y Agosto. Los máximos de lluvia son pronunciados en las zonas de Sierra Morena, lo que indica fuertes lluvias concentradas durante determinados meses, mientras que en la ribera del Guadalquivir son más homogéneos y se distribuyen durante 3 a 5 meses.

Los máximos de lluvia originados en el mes de Enero constituyen el 13-16% del total de la lluvia anual, mientras que los mínimos de Julio y Agosto no llegan al 1% del total de la lluvia anual (Figuras números 12 y 13).

Las elevadas lluvias, en general se producen durante los meses de Noviembre a Marzo y constituyen conjuntamente el 60-65% del total de lluvia anual.

DISTRIBUCION MENSUAL DE LA PRECIPITACION (mm.)

MIOCENO DE BASE (CUENCA DEL GUADALQUIVIR)

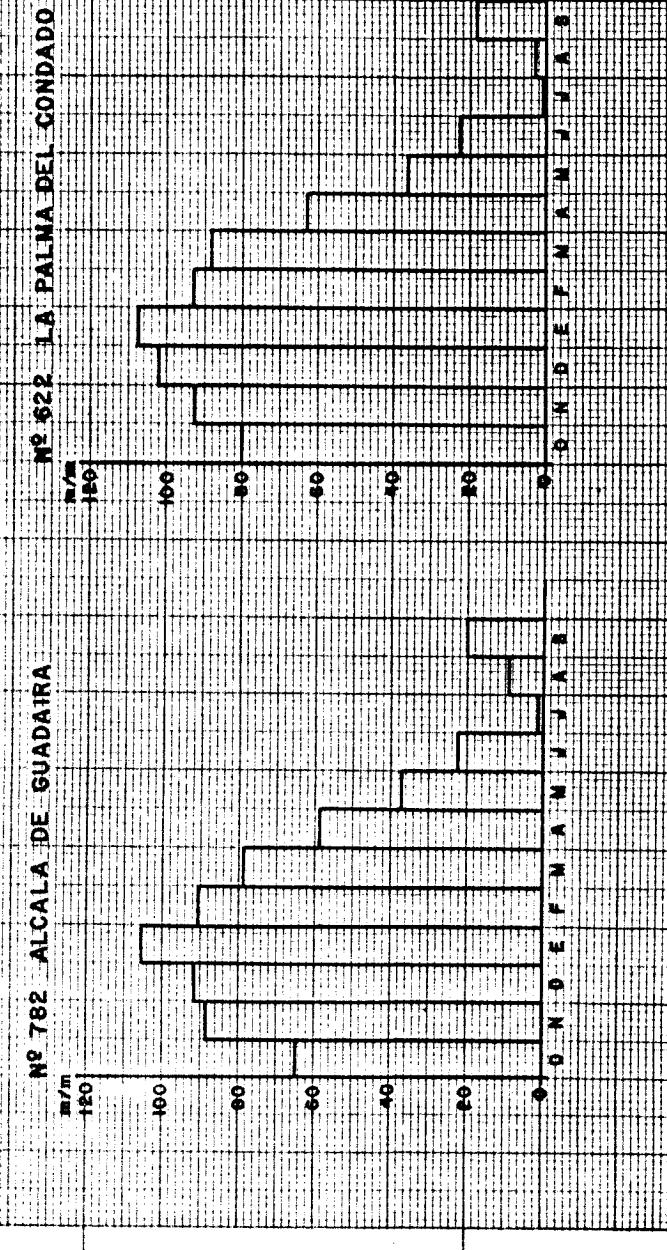
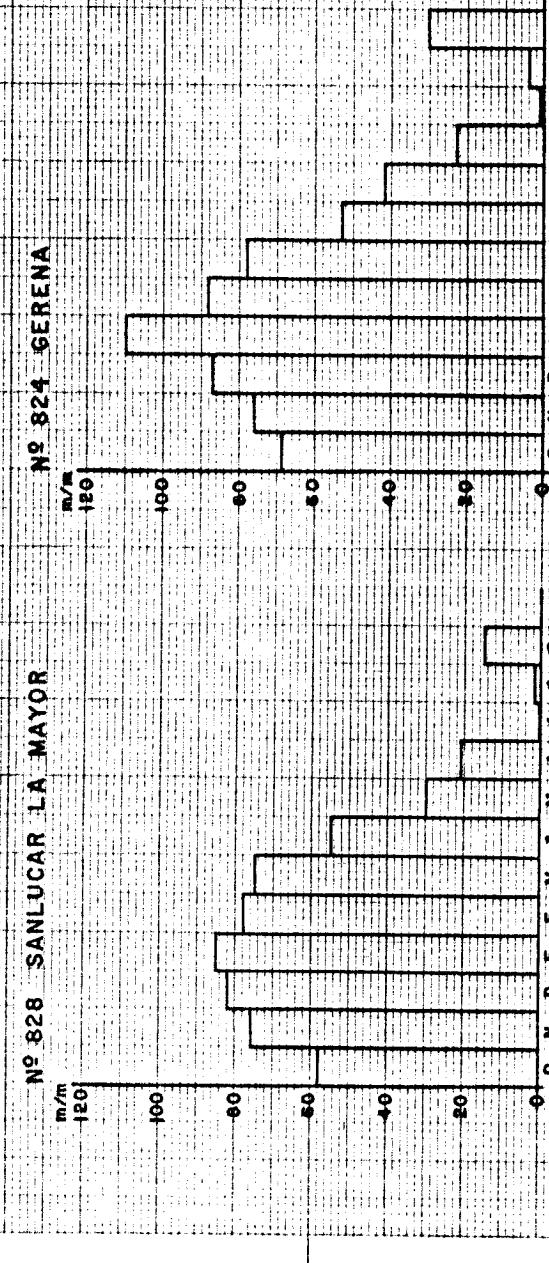
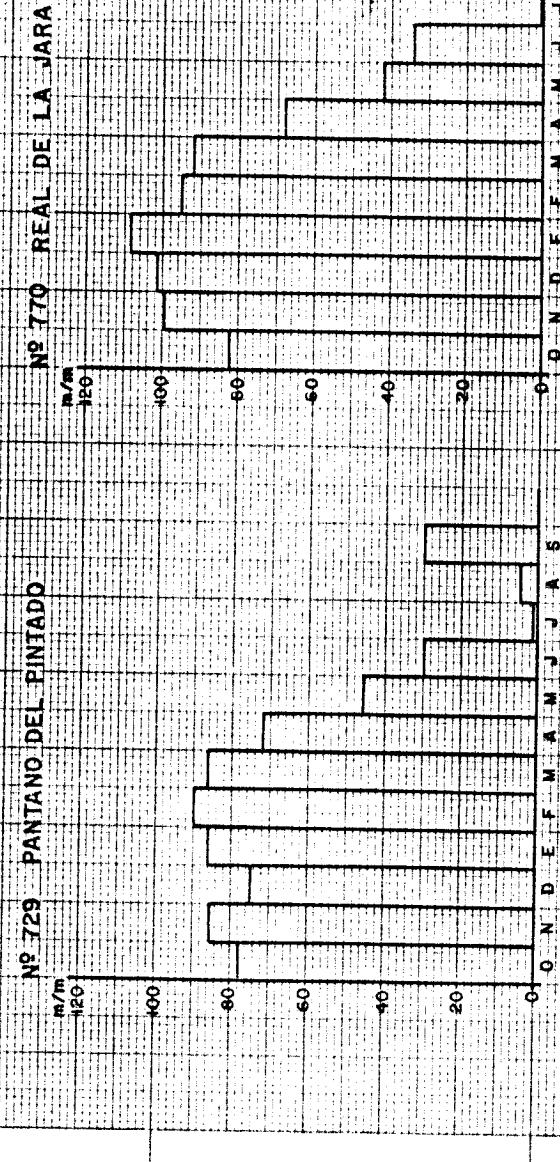


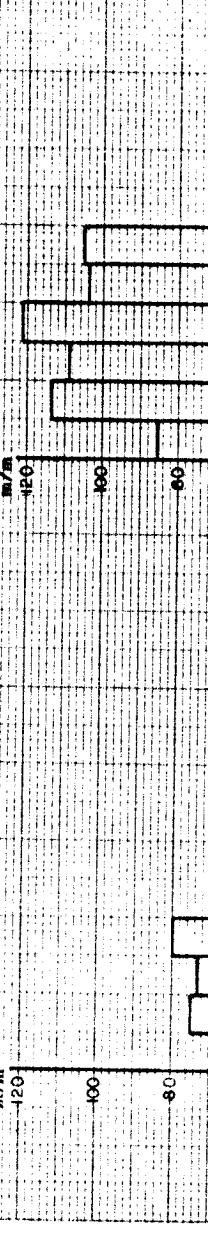
FIGURA N° 10

DISTRIBUCION MENSUAL DE LA PRECIPITACION (mm.)

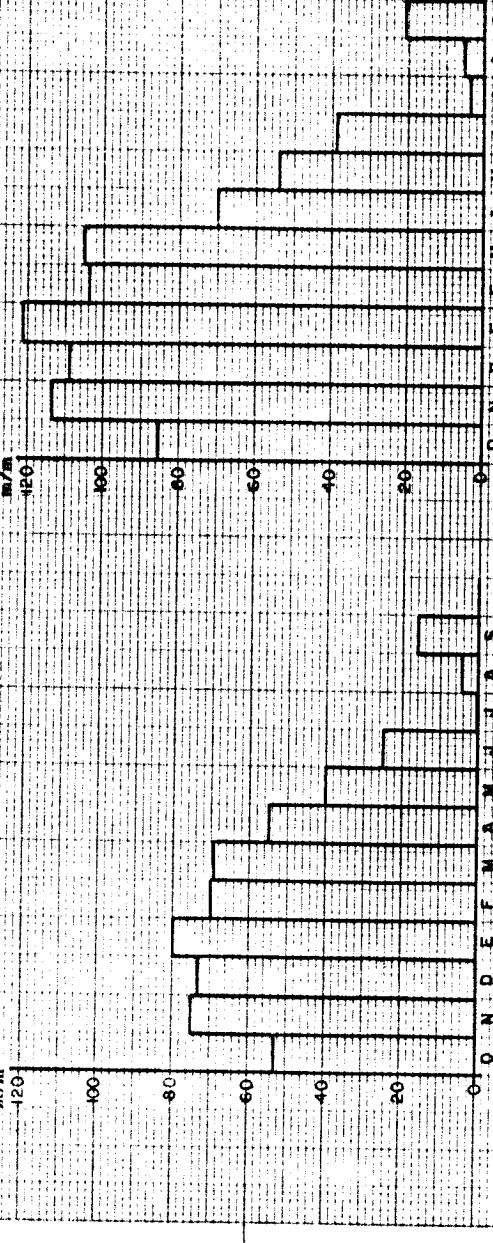
MIOCENO DE BASE (CUENCA DEL GUADALQUIVIR)



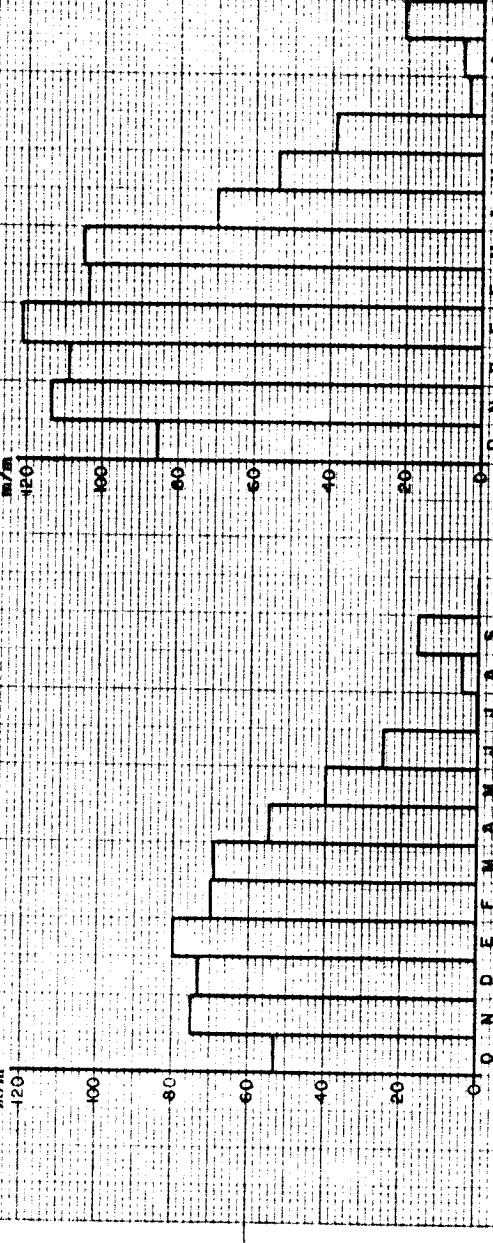
Nº 770 REAL DE LA JARA



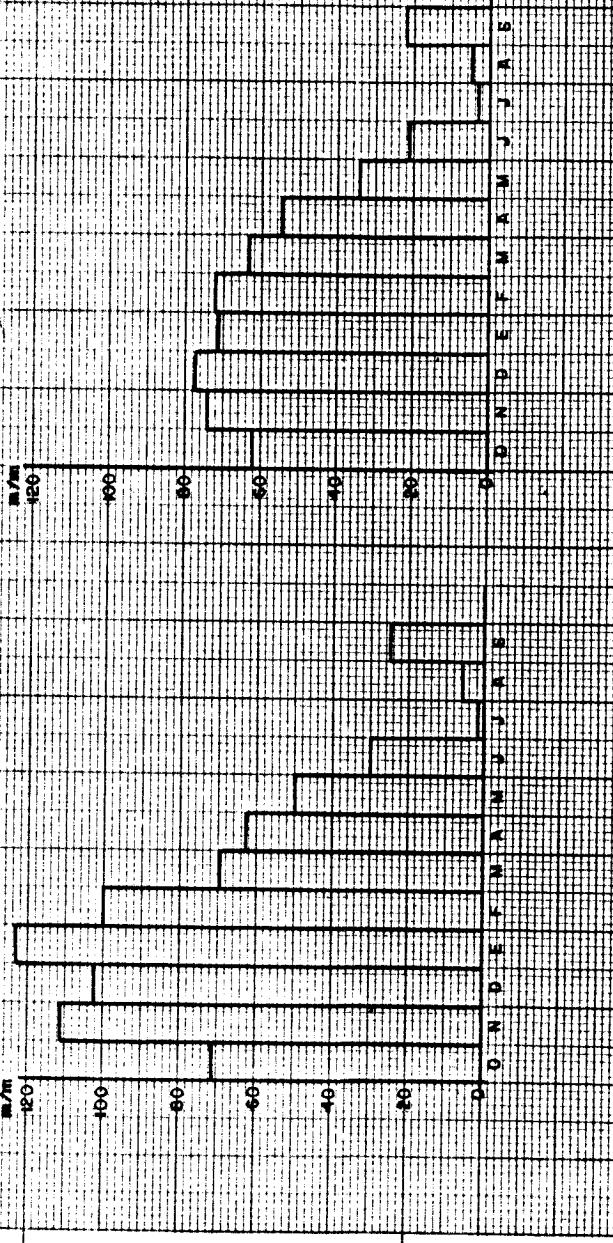
Nº 704 CAZALLA DE LA SIERRA



Nº 662 CARMONA



Nº 646 PALMA DEL RIO

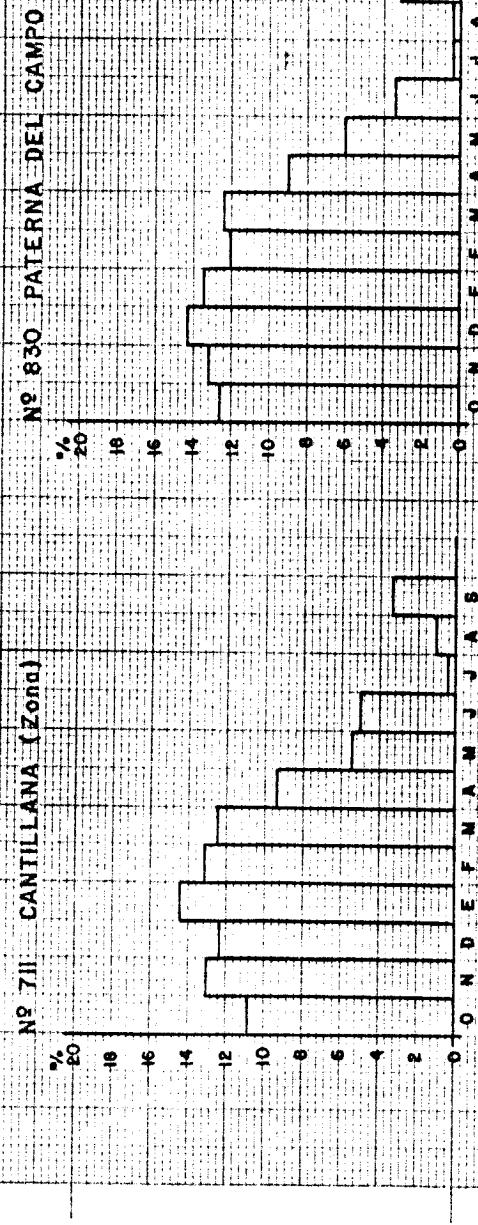


Nº 654 LA PUEBLA DE LOS INFANTES

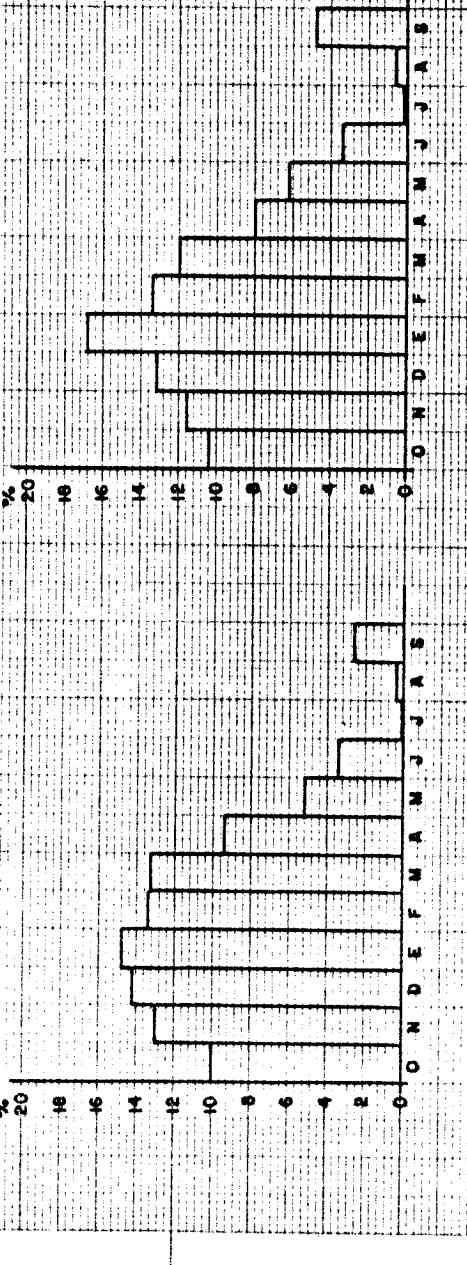
FIGURA VIII

DISTRIBUCION MENSUAL DE LA PRECIPITACION (% Pm)

MIOCENO DE BASE (CUENCA DEL GUADALQUIVIR)



Nº 828 SANLUCAR LA MAYOR



Nº 732 ALCALA DE GUADARRAMA

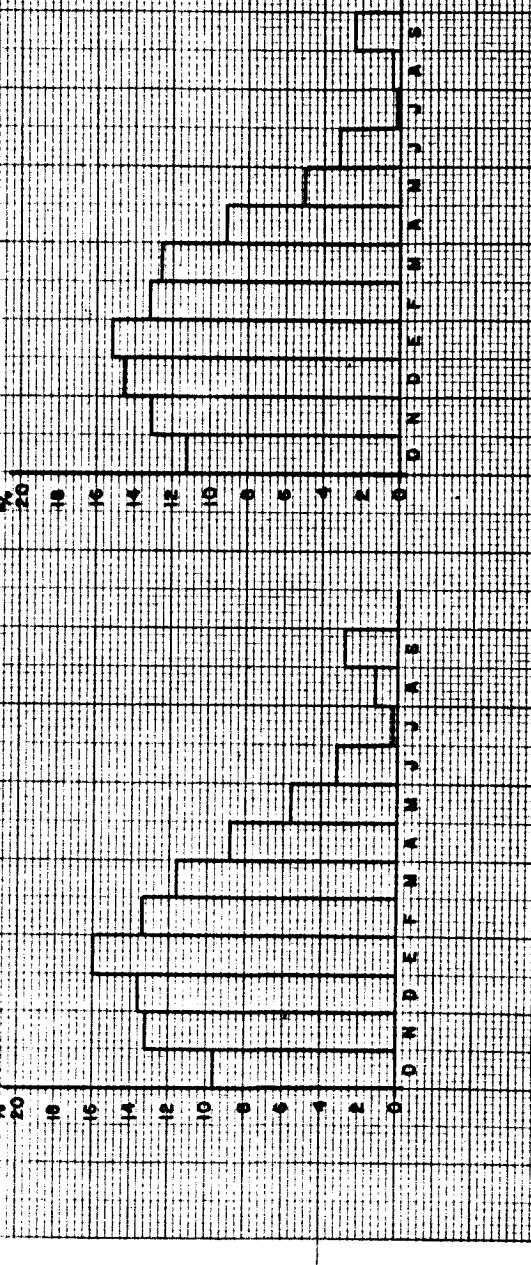


FIGURA Nº 12

DISTRIBUCION MENSUAL DE LA PRECIPITACION (% Pm)

MIOCENO DE BASE (CUENCA DEL GUADALQUIVIR)

Nº 729 PANTANO DEL PINTADO



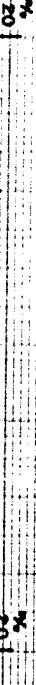
Nº 770 REAL DE LA JARA



Nº 662 CARMONA



Nº 704 CAZALLA DE LA SIERRA



Nº 654 LA PUEBLA DE LOS INFANTES



Nº 646 PALMA DEL RIO



3.2.3. Módulos Pluviométricos anuales.

En base a los módulos pluviométricos anuales obtenidos y utilizando una base topográfica a escala 1:200.000 con curvas de nivel de 100 en 100 metros, se han trazado las líneas isoyetas o curvas de igual precipitación anual (Plano Nº 5)

Las precipitaciones medias en la ribera del Guadalquivir oscilan entre los 550 y 600 mm, disminuyendo a medida que se avanza en dirección Sur hacia el centro de la Depresión del Guadalquivir. Los períodos de años húmedos alcanzan una pluviometría media de 700-800 mm, mientras que los secos tienen una pluviometría de 350-400 mm.

En la zona ocupada por los afloramientos del acuífero Mioceno de Base (linea de contacto de Sierra Morena y Depresión del Guadalquivir) los valores de las precipitaciones medias oscilan entre 600 y 650 mm, aumentando dichos valores en las zonas de Hornachuelos (700-750 mm) y en la zona de La Palma del Condado-Niebla (650-700 mm). Los períodos de años húmedos alcanzan una pluviometría media en dicha zona de 850-900 mm, siendo los máximos en Hornachuelos (1.050 mm) y en La Palma del Condado-Niebla (900-1.000 mm). Los períodos de años secos, tienen una pluviometría de 400-500 mm.

En la zona de Sierra Morena las precipitaciones aumentan progresivamente en función de mayores altitudes variando entre 700 y 900 mm, con máximos superiores a 900 mm en la Sierra del Predoso (cabecera de las cuencas de Retortillo y Hueznar) y de 1.100 mm en la Sierra de Aracena (cabecera de las cuencas de la rivera de Huelva y Odiel).

Los períodos de años húmedos alcanzan una pluviometría media de 1.000-1.300 mm con máximos superiores a 1.300 mm en la Sierra de Aracena. Los períodos de años secos tienen una pluviometría media de 500-650 mm.

En el límite de las cuencas Guadalquivir-Guadiana, las precipitaciones medias son inferiores a las registradas en Sierra Morena, oscilando entre los 600 mm de Peñarroya-Pueblonuevo y los 775 mm en Monesterio.

3.2.4. Distribución Pluviométrica según Goodrich.

El comportamiento estadístico de los módulos pluviométricos se ha establecido utilizando la función de distribución de probabilidad de Goodrich, que en regiones de características climatológicas similares dá resultados aceptables y que está definida por la fórmula:

$$F(x) = 1 - e^{a(x-x_1)^{1/\eta}}$$

donde a , x , η , son parámetros.

El ajuste se ha realizado por un proceso de cálculo aproximado basado en el método de los momentos, realizándose el análisis a los módulos pluviométricos anuales de una serie de estaciones representativas distribuidas en la zona de estudio.

Los resultados de dicho análisis se recogen en los Cuadros 4, 5 y 6.

AJUSTE DE GOODRICH

Estacion	711	782	828	824	830	622
N	20	20	20	20	20	20
X̄	643'4	664'2	576'7	661'1	550'3	706'8
h	0'387	0'605	0'390	0'205	0'424	0'39
a	106'10 ⁻⁷	5'310 ⁻⁵	104'10 ⁻⁷	213'10 ⁻¹⁵	882'10 ⁻⁷	5'73'10 ⁻⁸
X _I	199'8	319'6	108'3	271'4	223'9	115'9

$$F(x) = 1 - e^{-a(x-x_0)/h}$$

N=

X̄=

P=

X̂=

P	X̂					
0,01	284'1	343'5	196'1	124'9	276'4	226'9
0,10	409'1	418'6	327'8	370'2	366'1	393'4
0,15	447'3	448'2	369'2	429'8	394'7	444'5
0,20	479'6	475'4	402'4	476'9	419'3	487'7
0,25	508'6	501'3	433'1	516'9	441'6	526'5
0,30	535'3	526'6	460'5	552'4	462'3	562'4
0,35	560'8	551'6	488'5	584'9	482'2	596'5
0,40	585'4	576'8	514'6	615'3	501'5	629'5
0,45	609'6	602'5	540'3	644'4	520'7	662'0
0,50	633'7	628'9	565'9	672'6	539'9	694'4
0,55	658'2	656'6	591'9	700'4	559'4	727'3
0,60	683'2	685'8	618'6	728'2	579'6	760'9
0,65	709'4	717'3	646'4	756'4	600'7	796'1
0,70	737'1	751'6	675'9	785'7	623'3	833'4
0,75	767'2	790'1	708'0	816'7	647'9	874'0
0,80	801'0	834'6	744'0	850'5	675'6	919'4
0,85	840'5	888'4	786'1	889'0	708'2	972'6
0,90	890'4	959'2	839'3	936'0	749'6	1030'9
0,99	1102'8	1292'3	1066'2	1120'4	929'2	1326'7

AÑO MUY SECO

AÑO SECO

AÑO MEDIO

AÑO HUMEDO

AÑO MUY HUMEDO

AJUSTE DE GOODRICH

Estacion	729	770	662	704	654	646
N	20	20	20	20	20	20
\bar{x}	676'8	752'8	556'1	828'8	7550'0	560'0
h	0'365	0'42	0'576	0'50	0'63	0'545
a	435'10 ⁻⁸	276'10 ⁻⁷	364'10 ⁻⁵	263'10 ⁻⁶	523'10 ⁻⁵	213'10 ⁻⁵
X _I	244'18	249'45	235'5	283'04	308'7	248'67

$$F(x) = 1 - e^{-a(x-x_i)^{1/h}}$$

N=

 \bar{x} =

P=

 \hat{x} =

P	\hat{x}					
0,01	334'9	331'7	260'9	344'8	336'1	277'3
0,10	458'1	470'1	334'1	483'2	429'3	351'7
0,15	491'7	514'2	363'0	531'6	467'2	379'1
0,20	525'4	551'9	387'4	574'3	502'2	403'7
0,25	552'8	585'9	411'4	613'8	535'8	426'8
0,30	578'0	617'7	434'5	651'3	568'7	448'9
0,35	601'8	648'1	457'4	687'7	601'6	470'6
0,40	624'7	677'7	480'3	723'7	634'8	492'2
0,45	647'2	706'9	503'5	759'8	668'8	514'0
0,50	669'6	736'3	527'4	796'4	703'9	536'3
0,55	692'1	766'1	552'1	834'0	740'8	559'4
0,60	715'2	796'8	578'3	873'2	779'9	583'5
0,65	739'2	829'0	606'2	914'8	822'1	609'3
0,70	764'5	863'4	636'7	959'6	868'4	637'3
0,75	792'0	900'8	670'6	1009'0	920'4	668'3
0,80	822'7	924'9	709'7	1065'3	980'7	703'9
0,85	858'5	992'5	756'8	1132'3	1054'1	746'6
0,90	903'5	1055'5	818'3	1218'7	1150'8	802'0
0,99	1093'3	1327'9	1104'3	1606'2	1611'9	1056'0

AÑO MUY SECO

AÑO SECO

AÑO MEDIO

AÑO HUMEDO

AÑO MUY HUMEDO

AJUSTE DE GOODRICH

CUADRO N° 6

57.

Estación	831	740	776	647	743	709
N	20	20	20	20	20	20
\bar{x}	678	573	545	545	578	637
h	0'58	0'515	0'54	0'375	0'35	0'423
a	2'69 ⁵ 10 ⁸ 8'65 ⁶ 10 ¹ 1'47 ⁵ 10 ¹ 1'24 ⁷ 10 ¹ 1'88 ⁸ 10 ⁴ 7'10 ⁷					
x_i	279'0	213'8	184	199	126'8	216

$$e(x) = 1 - e^{-a(x-x_0)/h}$$

N=

\bar{x} =

P=

\hat{x} =

P	\hat{x}					
0,01	310	252	218	268	228	284
0,10	400	340	304	366	357	399
0,15	435	373	336	396	395	436
0,20	467	401	365	421	426	468
0,25	496	427	391	443	454	496
0,30	525	452	417	463	479	523
0,35	553	476	442	483	504	549
0,40	582	500	467	501	527	574
0,45	611	524	492	520	549	598
0,50	641	549	517	538	572	623
0,55	672	574	544	556	594	648
0,60	704	601	572	575	617	674
0,65	739	629	602	595	641	701
0,70	777	659	634	616	667	730
0,75	820	693	669	638	694	762
0,80	869	731	710	664	724	797
0,85	928	777	759	693	760	839
0,90	1.005	836	822	730	804	892
0,99	1.364	1.103	1.112	888	990	1.122

AÑO MUY SECO

AÑO SECO

AÑO MEDIO

AÑO HUMEDO

AÑO MUY HUMEDO

Dado que gran parte de los datos que se recogen en este informe han sido obtenidos en el período 1.978-1.982, es interesante contrastar la pluviometría de este período con la del período de registro utilizado en los diferentes estudios climatológicos, que abarca un período amplio de 20 años de registro.

Los módulos pluviométricos anuales para el período 1.978-1.982, así como su clasificación según la distribución de Goodrich se indican en los Cuadros números 7 y 8.

Se observa que en general, el año 1.978-79 es un año húmedo en las estaciones pluviométricas situadas en Sierra Morena y año de pluviometrías medias en las estaciones situadas en las proximidades del contacto de Sierra Morena con la Depresión del Guadalquivir.

El año 1.979-80 en general es seco con características de muy seco en determinadas regiones y con probabilidad del 70% de ser superadas dichas precipitaciones.

El año 1.980-81 en general ha sido muy seco en todas las regiones y con probabilidad del 85-90% de ser superadas las precipitaciones en todas las regiones.

El año 1.981-82 en general ha sido seco, con zonas de muy seco, y con probabilidad del 65 - 80% de ser superadas las precipitaciones en todas las regiones.

ESTACION	AÑO		
	1.981-82		
Plueba de los Infantes Nº 654	498 (Seco)		
Palma del Río Nº 646	350 (Muy Seco)		
Cantillana Nº 711	392 (Muy Seco)		
Sanlúcar La Mayor Nº 828	448 (Seco)		
Alcalá de Guadaira Nº 782	488 (Seco)		
Carmona Nº 662	324 (Muy Seco)		
Cazalla de la Sierra Nº 704	542 (Muy Seco)		
Gerena "Guadiamar" Nº 284	431 (Muy Seco)		
Paterna del Campo Nº 830	530 (Medio)		
Escacena "Hytasa" Nº 831	557 (Seco)		
Brenes Nº 740	443 (Seco)		
Guillena Nº 776	345 (Seco)		
Peñaflor Nº 647	394 (Muy Seco)		
Alcalá del Río Nº 743	396 (Seco)		
Villanueva de las Minas Nº 709	405 (Muy Seco)		

3.3. TEMPERATURAS

En el estudio de la distribución de la temperatura se han utilizado datos de 16 estaciones termométricas, situadas en la zona de estudio y en sus alrededores.

Los valores de las temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales y anuales para las estaciones utilizadas en el estudio están indicadas en los cuadros 9 al 16.

La distribución mensual de las temperaturas medias se indica gráficamente en las Figuras 14 y 15. Dicha distribución indica un mínimo en invierno (Diciembre, Enero), con valores que en general varían entre los 8 y 10° C, disminuyendo hasta los 6 - 7° C en zonas de mayor altitud que corresponden a Almadén de la Plata y Aracena (Sierra Morena). Los máximos se originan en verano (Junio), con valores que varián entre 27 - 30° C en la zona próxima a la ribera del Guadalquivir, disminuyendo a 24 - 25° C conforme la altitud aumenta (Sierra Morena).

Las temperaturas medias de las máximas tienen una distribución mensual análoga a las medias, con máximos en Julio de 34 - 38° C y con máximos absolutos de 42° C en Julio, en las inmediaciones de la ribera del Guadalquivir.

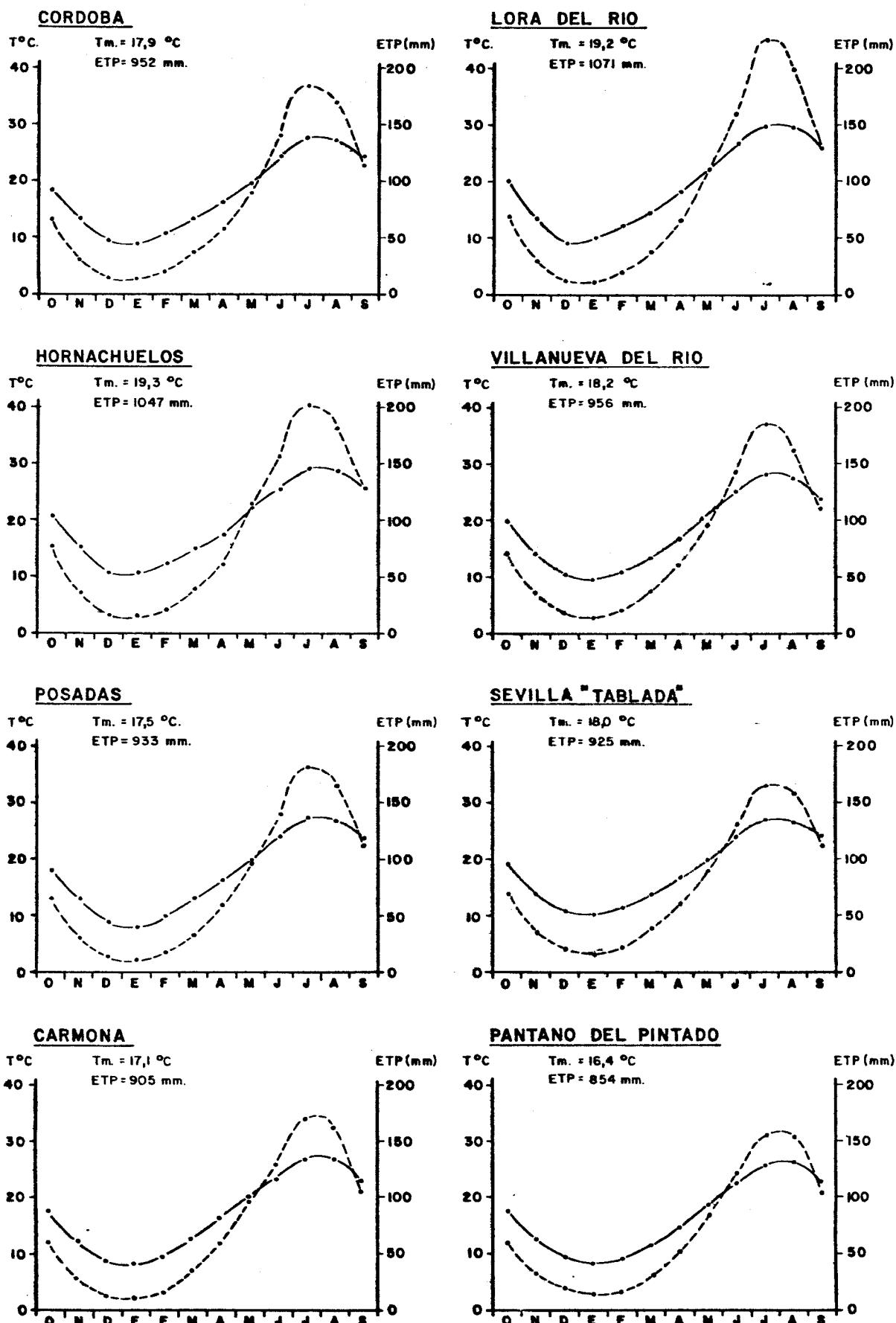
Las temperaturas medias de las mínimas presentan mínimos en Diciembre - Enero de 1-5° C, siendo más acentuadas en zonas de mayor altitud (Sierra Morena). Los mínimos absolutos se producen en Diciembre - Enero y son del orden de (-1° C) en la ribera del Guadalquivir y de (-5° C) en Sierra Morena.

En general, se puede observar que las temperaturas aumentan progresivamente en sentido al curso de los ríos. El núcleo de calor (temperaturas máximas) aparece en el centro de la -- Depresión del Guadalquivir, el cual a su vez dispone de menor cantidad de precipitaciones que alivien las temperaturas.

En base a los datos de temperaturas medias anuales en las estaciones termométricas utilizadas, se ha realizado el plano de Isotermas (Plano nº 6), que indican la distribución espacial de la temperatura media en el área de estudio. En él se observa que las máximas se alcanzan en las zonas próximas al río Guadalquivir, así como en la región de la Palma del Condado (18-20 °C), disminuyendo progresivamente conforme se sube de altitud en dirección Norte hacia Sierra Morena, donde los mínimos son de 14-15 °C.

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y EVAPOTRANSPIRACIONES POTENCIALES (THORNTHWAITE)

MIOCENO DE BASE (CUENCA DEL GUADALQUIVIR)

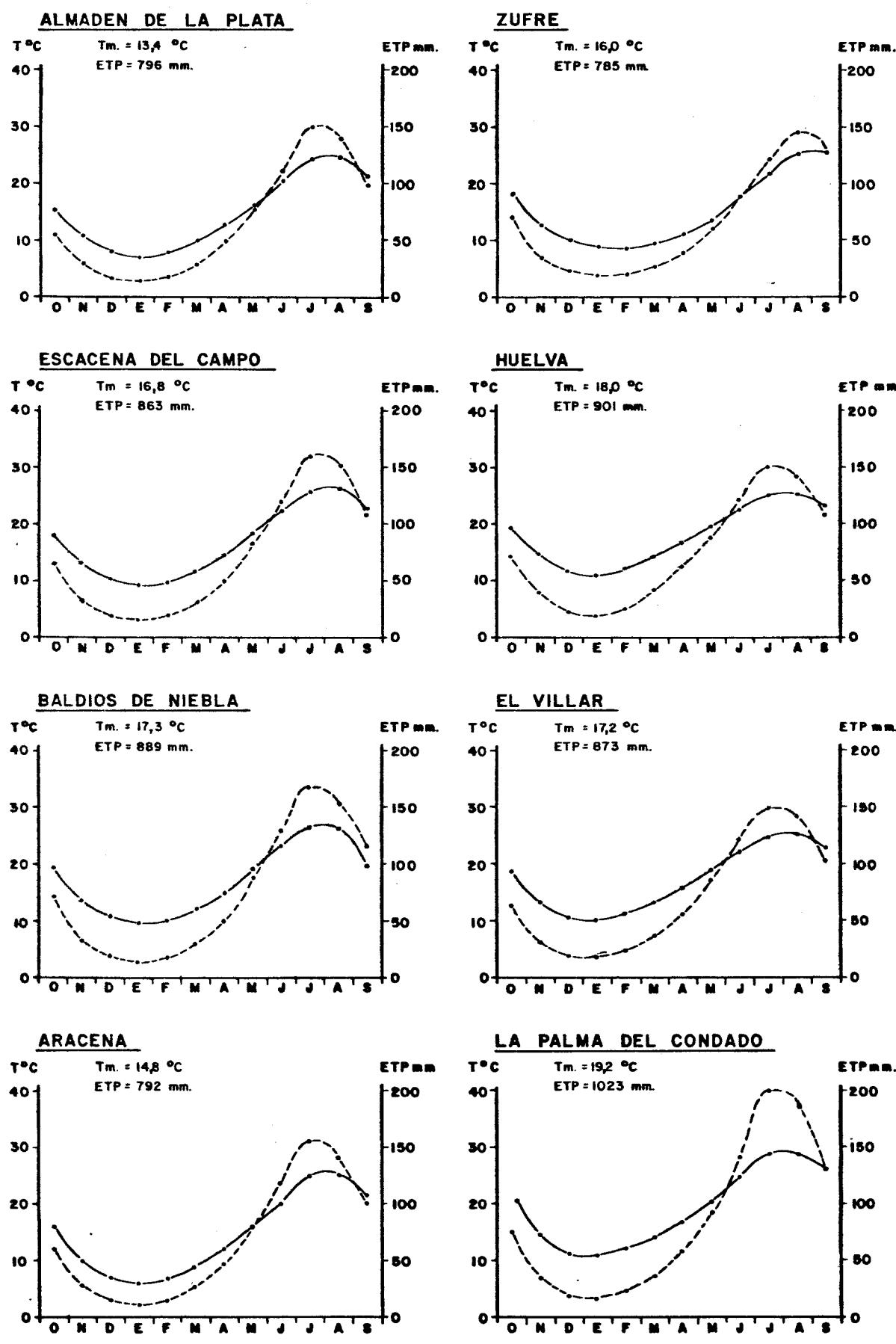


Tm. ——
ETP -----

FIGURA N° 14

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y EVAPOTRANSPIRACIONES POTENCIALES (THORNTHWAITE)

MIOCENO DE BASE (CUENCA DEL GUADALQUIVIR)



Tm. ——
ETP -----

FIGURA N° 15

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> CORDOBA.	Octubre	24'4	18'6	12'9
	Noviembre	18'6	13'6	8'5
	Diciembre	14'1	9'6	5'1
	Enero	13'7	9'1	4'5
	Febrero	15'2	10'7	5'2
	Marzo	19'0	13'5	7'9
	Abrial	22'7	16'3	9'9
	Mayo	26'0	19'4	12'7
	Junio	32'0	24'4	16'7
	Julio	36'0	27'9	19'5
	Agosto	35'5	27'6	19'0
	Septiembre	31'2	24'3	17'3
	<u>MEDIA</u>	24'1	17'9	11'6

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> HORNACHUELOS	Octubre	28'2	20'6	13'0
	Noviembre	22'3	15'2	8'1
	Diciembre	17'1	10'7	4'3
	Enero	17'2	10'7	4'1
	Febrero	19'3	12'1	5'0
	Marzo	22'4	15'1	7'8
	Abrial	25'6	17'2	8'9
	Mayo	31'1	22'3	13'5
	Junio	35'1	25'3	15'6
	Julio	38'1	28'9	19'2
	Agosto	37'9	28'4	19'0
	Septiembre	34'7	25'4	16'1
	<u>MEDIA</u>	27'4	19'3	11'2

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> POSADAS	Octubre	24'1	18'3	12'6
	Noviembre	17'8	13'0	8'3
	Diciembre	13'3	9'0	4'7
	Enero	12'7	8'1	3'5
	Febrero	15'1	9'9	4'6
	Marzo	18'6	13'2	7'9
	Abril	22'5	16'2	9'9
	Mayo	15'7	19'4	13'2
	Junio	31'6	24'1	16'7
	Julio	35'8	27'6	19'5
	Agosto	35'2	27'1	19'1
	Septiembre	30'9	23'1	16'6
	<u>MEDIA</u>	23'6	17'5	12'4

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> CARMONA	Octubre	22'2	17'8	13'3
	Noviembre	16'0	12'4	8'9
	Diciembre	12'3	8'9	5'5
	Enero	12'4	8'7	5'0
	Febrero	13'3	9'4	5'6
	Marzo	16'1	12'4	8'7
	Abril	21'3	16'3	11'3
	Mayo	25'5	19'9	14'3
	Junio	29'3	23'5	17'7
	Julio	33'1	26'6	20'1
	Agosto	33'2	27'0	20'9
	Septiembre	27'8	22'8	17'8
	<u>MEDIA</u>	21'9	17'1	12'4

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	25'4	20'0	14'7
	Noviembre	16'8	14'2	11'6
	Diciembre	13'0	9'1	5'2
	Enero	14'0	10'0	6'1
	Febrero	16'1	12'0	7'9
	Marzo	18'9	14'2	9'6
	Abril	22'1	18'0	13'8
	Mayo	26'3	21'9	17'5
	Junio	30'5	25'6	20'8
	Julio	35'4	30'3	25'2
	Agosto	35'6	29'5	23'4
	Septiembre	30'9	25'7	20'6
	<u>MEDIA</u>	23'8	19'2	14'7

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	26'7	19'6	12'5
	Noviembre	20'7	14'6	8'6
	Diciembre	16'1	10'2	4'3
	Enero	15'9	9'6	3'4
	Febrero	17'6	11'2	4'7
	Marzo	20'5	13'6	6'6
	Abril	23'8	16'6	9'3
	Mayo	27'5	20'2	12'8
	Junio	32'1	24'2	16'4
	Julio	36'8	27'8	18'8
	Agosto	36'4	26'9	17'4
	Septiembre	31'9	23'8	15'7
	<u>MEDIA</u>	25'5	18'2	10'9

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> <u>TABLADA</u>	Octubre	25'7	19'2	12'8
	Noviembre	19'9	14'5	9'1
	Diciembre	16'1	11'0	5'9
	Enero	15'5	10'3	5'0
	Febrero	17'5	11'6	5'7
	Marzo	19'9	14'1	8'2
	Abrial	22'9	16'4	9'9
	Mayo	26'0	19'1	12'1
	Junio	31'2	23'4	15'6
	Julio	35'3	26'3	17'3
	Agosto	35'0	26'4	17'7
	Septiembre	31'4	23'7	16'0
<u>MEDIA</u>		24'7	18'0	11'3

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> <u>PTNº PINTADO</u>	Octubre	22'4	17'2	12'0
	Noviembre	17'8	13'0	8'1
	Diciembre	14'0	9'3	4'6
	Enero	13'4	8'2	3'0
	Febrero	13'7	9'0	4'3
	Marzo	17'0	11'9	6'8
	Abrial	19'8	14'3	8'9
	Mayo	24'4	18'0	11'7
	Junio	29'3	22'2	15'2
	Julio	33'0	25'3	17'6
	Agosto	33'9	26'0	18'2
	Septiembre	29'1	22'2	15'4
<u>MEDIA</u>		22'3	16'4	10'5

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	23'0	15'4	8'2
	Noviembre	17'1	11'1	4'6
	Diciembre	14'4	8'4	2'1
	Enero	13'5	7'6	1'7
	Febrero	14'4	8'5	2'2
	Marzo	16'0	10'1	4'3
ALMADEN	Abril	19'4	13'2	5'9
DE LA PLATA.	Mayo	24'3	16'5	8'5
	Junio	29'5	20'5	11'9
	Julio	34'2	24'5	14'0
	Agosto	34'5	24'7	14'6
	Septiembre	29'5	21'0	12'4
	<u>MEDIA</u>	22'5	15'1	7'5

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	23'6	17'9	12'2
	Noviembre	18'0	12'8	7'6
	Diciembre	14'9	10'0	5'2
	Enero	15'0	9'6	4'2
	Febrero	15'4	9'9	4'4
	Marzo	17'9	12'1	6'3
ESCACENA	Abril	20'0	14'0	8'1
DEL CAMPO.	Mayo	25'4	18'6	11'8
	Junio	29'1	21'8	14'4
	Julio	33'9	25'7	17'4
	Agosto	34'3	26'0	17'6
	Septiembre	29'9	22'7	15'5
	<u>MEDIA</u>	23'1	16'8	10'4

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	21'5	16'1	10'7
	Noviembre	14'1	10'0	5'9
	Diciembre	11'1	7'1	3'2
	Enero	10'4	6'8	3'1
	Febrero	11'3	7'1	3'0
ARACENA	Marzo	14'0	9'5	5'0
	Abril	17'9	12'2	6'5
	Mayo	23'2	16'6	9'9
	Junio	27'7	20'3	12'9
	Julio	33'6	25'0	16'3
	Agosto	33'1	24'9	16'7
	Septiembre	28'8	21'6	14'3
	<u>MEDIA</u>	20'6	14'8	9'0

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	24'2	19'0	13'8
	Noviembre	18'0	13'6	9'3
	Diciembre	15'2	10'8	6'5
	Enero	14'0	9'8	5'7
	Febrero	14'4	10'0	5'6
	Marzo	16'7	12'1	7'5
BALDIOS	Abril	20'2	14'6	9'1
DE NIEBLA.	Mayo	25'6	19'0	12'5
	Junio	29'3	22'0	14'7
	Julio	34'7	26'4	18'1
	Agosto	33'1	25'8	18'4
	Septiembre	30'2	23'6	17'0
	<u>MEDIA</u>	23'0	17'3	11'6

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	23'1	18'0	13'0
	Noviembre	16'1	12'3	8'6
	Diciembre	13'9	10'0	6'5
	Enero	13'1	9'5	5'9
	Febrero	13'3	9'6	5'8
	Marzo	15'1	11'1	7'2
	Abril	18'6	13'8	8'9
	Mayo	24'1	18'0	12'0
	Junio	28'0	21'3	14'7
	Julio	33'6	25'3	17'1
<u>ZUFRE</u>	Agosto	33'4	25'6	17'8
	Septiembre	29'8	22'9	15'9
	<u>MEDIA</u>	21'8	16'0	11'1

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u>	Octubre	25'1	19'4	13'6
	Noviembre	20'5	15'2	10'0
	Diciembre	16'9	11'9	6'8
	Enero	16'4	11'1	5'9
	Febrero	17'8	12'3	6'7
	Marzo	19'9	14'4	8'9
	Abril	22'6	16'7	10'8
	Mayo	24'8	18'9	13'0
	Junio	28'5	22'4	16'2
	Julio	31'7	25'0	18'2
<u>HUELVA</u>	Agosto	31'8	25'2	18'5
	Septiembre	29'4	23'2	17'0
	<u>MEDIA</u>	23'8	18'0	12'3

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> EL VILLAR	Octubre	24'3	18'5	12'7
	Noviembre	18'2	13'3	8'5
	Diciembre	15'5	10'7	5'9
	Enero	15'4	10'7	6'0
	Febrero	16'3	11'6	6'8
	Marzo	18'6	13'5	8'4
	Abril	21'4	15'5	9'6
	Mayo	26'3	19'0	11'8
	Junio	29'8	22'0	14'1
	Julio	33'5	24'7	15'8
	Agosto	34'0	25'0	16'1
	Septiembre	30'0	22'5	14'8
<u>MEDIA</u>		23'6	17'2	10'8

TEMPERATURAS (EN °C)

	<u>MES</u>	<u>MAXIMAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>MINIMAS</u>
<u>ESTACION:</u> LA PALMA DEL CONDADO.	Octubre	26'6	20'3	13'4
	Noviembre	21'5	15'1	8'6
	Diciembre	16'7	11'3	5'8
	Enero	16'4	11'3	6'2
	Febrero	18'2	12'6	7'1
	Marzo	21'1	14'3	7'6
	Abril	23'7	16'8	10'2
	Mayo	27'4	20'3	13'1
	Junio	32'2	24'4	16'4
	Julio	37'4	28'9	19'7
	Agosto	37'8	28'7	19'5
	Septiembre	33'8	25'9	17'6
<u>MEDIA</u>		26'1	19'2	12'1

3.4. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

A partir de las temperaturas medias mensuales (Epígrafe 3.3) se ha calculado la evapotranspiración potencial a nivel mensual utilizando el método de THORNTHWAITE para un total de 16 estaciones, con periodos de registro diferentes, distribuidas en el área de estudio y zonas limítrofes.

Los resultados de los cálculos efectuados se indican - en los Cuadros 17 al 20.

La distribución mensual de este parámetro es similar a la distribución de las temperaturas, y se indican en los gráficos de las figuras Nº 14 y 15. Los valores máximos se alcanzan en las zonas de Lora del Río-Hornachuelos (1.071 y 1.047 mm respectivamente), así como en la Palma del Condado (1.023 mm). En la ribera del Guadalquivir, entre Córdoba y Sevilla, los valores son similares y oscilan entre 950 mm en Córdoba y 925 mm en Sevilla. En la zona de Sanlúcar La Mayor a Niebla los valores son algo inferiores (a excepción de La Palma del Condado), alcanzando los 860-890 mm. En zonas de mayor altitud (Sierra Morena) los valores de la evapotranspiración disminuyen progresivamente, pasando de los 956 de Villanueva del Río a los 873 y 854 mm en El Villar y Pantano del Pintado y a los 785, 792 y 796 mm en Zufre, Arcena y Almadén de la Plata respectivamente.

En general, el 50% del valor de la evapotranspiración corresponde a los meses de Junio, Julio y Agosto.

Con el objeto de estimar el error que se introduce en-

el cálculo de la evapotranspiración potencial, se ha realizado dicho cálculo en tres estaciones representativas de la zona, considerando temperaturas medias mensuales inferiores a -1º C a las registradas.

El resultado indica una evapotranspiración potencial anual de 58 mm más baja en la estación de Posadas, 54 mm más baja en Sevilla y 39 mm más baja en Aracena, lo que supone un error por grado de temperatura del 6% en las dos primeras y un 5% en la tercera.

ESTACION: CORDOBA (Periodo 1.931-70)

Latitud: 37° 51'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	18' 6	13' 6	9' 6	9' 1	10' 7	13' 5	16' 3	19' 4	24' 4	27' 9	27' 6	24' 3	17' 9
ETP	65' 6	31' 5	16' 0	14' 7	19' 9	38' 1	58' 3	91' 1	1142' 5	185' 7	170' 3	118' 6	952' 4

ESTACION: HORNACHUELOS (Periodo 1.931-69)

Latitud: 37° 50'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	20' 6	15' 2	10' 7	10' 7	12' 1	15' 1	17' 2	22' 3	25' 3	28' 9	28' 4	25' 4	19' 3
ETP	75' 9	34' 9	16' 4	16' 8	21' 7	42' 2	59' 3	1151	151' 6	2026	1828	1282	1047' 5

ESTACION: POSADAS (Periodo 1.931-69)

Latitud: 37° 50'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	18' 3	13' 0	9' 0	8' 1	9' 9	13' 2	16' 2	19' 4	24' 1	27' 6	27' 1	23' 7	17' 5
ETP	64' 9	30' 1	15' 0	12' 6	18' 1	37' 9	59' 3	92' 7	139' 9	182' 9	165' 6	1137	9327

ESTACION: CARMONA (Periodo 1.942-66)

Latitud: 37° 28'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	17' 8	12' 4	8' 9	8' 7	9' 4	12' 4	16' 3	19' 9	23' 5	26' 6	27' 0	22' 8	17' 1
ETP	63' 4	28' 9	15' 4	15' 3	17' 2	35' 0	61' 3	97' 7	1331	1694	1629	1055	9053

ESTACION: LORA DEL RIO (Periodo 1. 962-70)

Latitud: 37° 40'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	20'0	14'2	9'1	10'0	12'0	14'2	18'0	21'9	25'6	30'3	29'5	25'7	19'2
ETP	71'6	30'1	11'6	14'5	21'1	37'0	65'3	110'7	155'4	224'1	198'1	131'5	107'07

ESTACION: VILLANUEVA DEL RIO (Periodo 1. 950-70)

Latitud: 37° 38'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	19'6	14'6	10'2	9'6	11'2	13'6	16'6	20'2	24'2	27'8	26'9	23'8	18'2
ETP	72'6	35'7	17'4	16'1	21'2	37'9	59'6	96'9	138'8	184'8	162'2	112'5	955'9

ESTACION: SEVILLA "Tablada" (Periodo 1. 931-70)

Latitud: 37° 22'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	19'2	14'5	11'0	10'3	11'6	14'1	16'4	19'1	23'4	26'3	26'4	23'7	18'0
ETP	70'7	36'3	20'9	19'1	23'4	41'7	59'3	88'0	130'6	165'9	156'4	112'1	924'5

ESTACION: PANTANO DEL PINTADO (Periodo 1. 949-69)

Latitud: 37° 55'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	17'2	13'0	9'3	8'2	9'0	11'9	14'3	18'0	22'2	25'3	26'0	22'2	16'4
ETP	61'7	33'4	18'6	15'4	17'8	35'2	51'5	85'4	123'3	155'4	152'5	103'4	853'8

ESTACION: ALMADEN DE LA PLATA (Periodo 1..959-81...)

Latitud: 37° 47'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	15'4	11'1	8'0	7'6	8'5	10'1	13'2	16'5	20'5	24'5	24'7	21'0	13'4
ETP	55'3	29'0	17'2	16'2	19'1	30'7	49'8	79'0	111'8	149'0	141'2	97'4	795'8

ESTACION: ESCACENA DEL CAMPO (... Periodo 1..948-69...)

Latitud: 37° 24'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	17'9	12'8	10'0	9'6	9'9	12'1	14'0	18'6	21'8	25'7	26'0	22'7	16'8
ETP	65'7	32'0	20'3	18'2	20'2	35'1	48'4	88'4	117'6	159'5	152'3	105'7	863'5

ESTACION: BALDIOS DE NIEBLA (Periodo 1952-70)

Latitud: 37° 32'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	19'0	13'6	10'8	9'8	10'0	12'1	14'6	19'0	22'0	26'4	25'8	23'6	17'3
ETP	70'7	32'8	22'0	18'7	19'4	33'6	50'3	90'7	119'2	167'1	150'0	113'5	889'1

ESTACION: ARACENA (... Periodo 1..931-69...)

Latitud: 37° 54'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	16'1	10'0	7'1	6'8	7'1	9'5	12'2	16'6	20'3	25'0	24'9	21'6	14'8
ETP	59'9	25'1	14'6	14'0	14'8	28'5	44'7	80'5	110'7	154'0	143'3	102'2	792'5

ESTACION: ZUFRE (Periodo 1.953-69)

Latitud: 37° 50'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	18'0	12'3	10'2	9'5	9'6	9'6	11'1	13'8	18'0	21'3	25'3	25'6	16'0
ETP	70'0	33'5	24'6	22'5	22'6	27'7	37'2	58'8	90'4	119'1	146'5	132'7	785'5

ESTACION: HUELVA (Periodo 1.931-70)

Latitud: 37° 16'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	19'4	15'2	11'9	11'1	12'3	14'4	16'7	18'9	22'4	25'0	25'2	23'2	18'0
ETP	72'5	40'1	24'7	22'4	26'6	43'9	61'9	86'8	120'6	150'7	143'2	107'9	901'4

ESTACION: EL VILLAR (Período 1.955-69)

Latitud: 37° 42'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	18'5	13'3	10'7	10'7	11'6	13'5	15'5	19'0	22'0	24'7	25'0	22'5	17'2
ETP	67'7	32'8	21'9	22'4	25'6	41'3	56'5	91'1	119'5	148'3	141'8	104'3	873'2

ESTACION: LA PALMA DEL CONDADO (Período 1.969-80)

Latitud: 37° 23'

	OTC.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Año
T°	20'3	15'1	11'3	11'3	12'6	14'3	16'8	20'3	24'4	28'9	28'7	25'9	19'2
ETP	74'9	35'4	18'9	19'5	24'0	38'3	57'2	94'3	139'6	202'0	186'4	132'4	1022'8

3.5. EVAPOTRANSPIRACION REAL Y LLUVIA UTIL

Se denomina lluvia útil o escorrentía total, la parte de la precipitación que no se evapotranspira y escurre por la superficie del terreno o se infiltra en él.

Analíticamente su expresión es:

$$LLu = P - ETR \quad (1)$$

$$LLu = E + I \quad (2)$$

LLu = Lluvia útil

P = Precipitación

ETR = Evapotranspiración real

E = Escorrentía superficial

I = Infiltración

La ecuación (1) representa el planteamiento hidrometeorológico del problema y puede resolverse con datos de precipitaciones y temperaturas correspondientes a las estaciones meteorológicas ya mencionadas.

3.5.1. Evapotranspiración real

El cálculo de la evapotranspiración real ha sido estimado por las fórmulas empíricas de COUTAGNE y TURC y mediante un balance de agua en el suelo según el método de THORNTHWAITE.

3.5.2. Cálculo de la evapotranspiración real según Coutagne.

La evapotranspiración real según la fórmula empírica de Coutagne viene dada por las siguientes fórmulas:

$$* \text{ETR} = P - \lambda P^2$$

$$\text{válida únicamente para } \frac{1}{8\lambda} \leq P \leq \frac{1}{2\lambda}$$

$$\text{dónde } \lambda = \frac{1}{0'8 + 0'14T}$$

$$* \text{ETR} = P \text{ si } P < \frac{1}{8\lambda}$$

$$* \text{ETR} = 0'20 + 0'035T \text{ si } P > \frac{1}{2\lambda}$$

donde: ETR = Evapotranspiración real en mm

P = Precipitación media anual en mm

T = Temperatura media anual en °C

Los resultados obtenidos utilizando un Programa de cálculo de evapotranspiración real según Coutagne se indican en el Cuadro nº 21 donde además, se expresa el excedente de lluvia de Coutagne, así como el coeficiente de escorrentía correspondiente a cada estación utilizada.

3.5.3. Cálculo de la evapotranspiración real según TURC.

La evapotranspiración real según la fórmula empírica de Turc viene dada por la fórmula:

Evapotranspiración real y lluvia útil según "COUTAGNE"

ESTACION	P(mm.)	T(°C)	ETR (mm.)	Llu.(mm.)	CE
<u>CORDOBA</u> (Período 1.931- 70)	674	17'9	536	138	0'20
<u>HORNACHUELOS</u> (Período 1.931- 69)	745	19'3	586	159	0'21
<u>POSADAS</u> (Período 1.931- 69)	640	17'5	514	126	0'20
<u>CARMONA</u> (Período 1.942- 66)	580	17'1	475	105	0'18
<u>LORA DEL RIO</u> (Período 1.962- 70)	560	19'2	470	90	0'16
<u>VILLANUEVA DEL RIO</u> (Período 1.950- 70)	536	18'2	450	86	0'16
<u>SEVILLA "TABLADA"</u> (Período 1.931- 70)	557	18'0	463	94	0'17
<u>PANTANO DEL PINTADO</u> (Período 1.949- 69)	610	16'4	490	120	1'20
<u>ALMADEN DE LA PLATA</u> (Período 1.959- 81)	815	15'1	587	228	0'28
<u>ESCACENA DEL CAMPO</u> (Período 1.948- 69)	947	16'8	662	285	0'30
<u>BALDIOS DE NIEBLA</u> (Período 1.952- 70)	814	17'3	608	206	0'25
<u>ARACENA</u> (Período 1.931- 69)	1.104	14'8	680	424	0'38
<u>ZUFRE</u> (Período 1.953- 69)	831	16'0	604	227	0'27
<u>HUELVA</u> (Período 1.931- 70)	465	18'0	400	65	0'14
<u>EL VILLAR</u> (Período 1.955- 69)	749	17'2	574	175	0'23
<u>LA PALMA DEL CONDADO</u> (Período 1.969- 80)	588	19'2	489	99	0'17

Evapotranspiración real y lluvia útil según "TURC"

ESTACION	P(mm.)	T(°C)	ETR (mm.)	Llu.(mm.)	CE
<u>CORDOBA</u> (Período 1.931-70)	674	17'9	586	88	0'13
<u>HORNACHUELOS</u> (Período 1.931-69)	745	19'3	647	98	0'13
<u>POSADAS</u> (Período 1.931-70)	640	17'5	560	80	0'13
<u>CARMONA</u> (Período 1.942-66)	580	17'1	518	62	0'11
<u>LORA DEL RIO</u> (Período 1.962-70)	560	19'2	523	37	0'07
<u>VILLANUEVA DEL RIO</u> (Período 1.950-70)	536	18'2	498	38	0'07
<u>SEVILLA, "TABLADA"</u> (Período 1.931-70)	557	18'0	511	46	0'08
<u>PANTANO DEL PINTADO</u> (Período 1.949-69)	610	16'4	529	81	0'13
<u>ALMADEN DE LA PLATA</u> (Período 1.959-81)	815	15'1	604	211	0'26
<u>ESCACENA DEL CAMPO</u> (Período 1.948-69)	947	16'8	691	256	0'27
<u>BALDIOS DE NIEBLA</u> (Período 1.952-70)	814	17'3	649	165	0'20
<u>ARACENA</u> (Período 1.931-69)	1.104	14'8	677	427	0'39
<u>ZUFRE</u> (Período 1.953-69)	831	16'0	629	202	0'24
<u>HUELVA</u> (Período 1.931-70)	465	18'0	443	22	0'05
<u>EL VILLAR</u> (Período 1.955-69)	749	17'2	616	133	0'18
<u>LA PALMA DEL CONDADO</u> (Período 1.969-80)	588	19'2	544	44	0'08

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0'9 + \frac{P}{L^2}}}$$

$$\text{Siendo } L = 300 + 25T + 0'05T^3$$

donde: P = Precipitación media anual en mm
 T = Temperatura media anual en °C
 ETR = Evapotranspiración real en mm.

Los resultados obtenidos al utilizar un programa de cálculo se indican en el Cuadro nº 22, donde se expresan los excedentes de lluvia según Turc, así como el coeficiente de escorrentía correspondiente a cada estación utilizada.

3.5.4. Cálculo de la evapotranspiración real según el balance de agua de THORNTHWAITE.

Para la aplicación de este método, se han utilizado los datos de evapotranspiración potencial obtenidos anteriormente (Epígrafe 3-4).

En el anexo 2, se recogen los cálculos de la evapotranspiración real mes a mes y considerando reservas de agua en el suelo de 0, 30, 60, 100, 150, y 200 mm, obteniéndose como resultado de estos balances el excedente de lluvia de Thornthwaite que equivale teóricamente a la lluvia útil, así como el coeficiente de escorrentía correspondiente a cada estación utilizada.

3.5.5. Valores de la evapotranspiración real.

En los Cuadros 23, 24 y 25 se resumen los totales de precipitación, evapotranspiración potencial, evapotranspiración--real, lluvia útil y coeficiente de escorrentía obtenidos según los distintos procedimientos empleados.

Se observa que las fórmulas de Coutagne y Turc dan valores relativamente próximos entre sí, siendo los de Turc ligeramente superiores.

- En la zona Córdoba-Posadas-Hornachuelos, próxima a la ribera del Guadalquivir, los valores de la evapotranspiración son, según Coutagne, de 500-600 mm que suponen el 80% de la precipitación; según Turc, se alcanzan los 500-650 mm, que supone el 87% de la precipitación. Dichos valores están próximos a los obtenidos / por Thornthwaite para una reserva de agua en el suelo/ de 200 mm.
- En la zona Lora del Río-Villanueva del Río-Sevilla, --próxima a la ribera del Guadalquivir, los valores de / la evapotranspiración real son, según Coutagne, de 450-470 mm, que supone el 85% de la precipitación. Dichos valores están próximos a los obtenidos por Thornthwaite para una reserva de agua en el suelo de 60-100 mm.
- En la zona de Palma del Condado-Huelva, los valores de la evapotranspiración real, según Coutagne, son de 400-500 mm, que supone el 70-85% de la precipitación; según Turc, se alcanzan los 450-550 mm, que supone el /

80-95% de la precipitación. Dichos valores están obtenidos / por Thornthwaite para una reserva de agua en el suelo de 60 - 100 mm.

- En la zona Norte del área de estudio, ocupado por las estribaciones meridionales de Sierra Morena, las precipitaciones son más elevadas (600-1.100 mm) y los valores de la evapotranspiración real según Coutagne son de 500-700 mm, que supone el 80% - 62% de la precipitación; según Turc, se alcanzan valores de 550-700, muy semejantes a los anteriores. Dichos valores están próximos a los obtenidos por Thornthwaite para una/ reserva de agua en el suelo de 200 mm, lo cual no es válido / según las características de los materiales existentes en dicha zona.

CUADRO N° 23

ESTACION		CORDOBA	HORNACHUELOS	POSADAS	CARMONA	LORA DEL RIO	VILLANUEVA DEL RIO	SEVILLA TABLADA
PRECIPITACION (P)		674	745	640	580	560	536	557
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)		952	1.047	933	905	1.070	956	924
ETR. COUTAGNE		ETR LLu C.E. 0'20	536 138 0'21	586 159	514 126	475 105 0'18	470 90 0'16	450 86 0'16
ETR. TURC		ETR LLu C.E. 0'13	586 88 0'13	647 98	560 80	518 62	523 37 0'07	498 38 0'07
EVAPOTRANSPIRACION REAL THORNTHWAITE	R= 60	ETR LLu C.E. 0'42	393 280 0'42	424 321 0'43	394 245 0'38	372 195 0'34	365 195 0'17	356 180 0'34
		ETR LLu C.E. 0'36	433 240 0'36	464 281 0'38	434 205 0'32	412 168 0'29	405 155 0'28	396 140 0'26
		ETR LLu C.E. 0'28	485 189 0'28	514 231 0'31	484 156 0'24	462 118 0'20	455 105 0'19	446 90 0'17
		ETR LLu C.E. 0'21	535 139 0'21	564 181 0'24	534 106 0'17	513 67 0'12	505 55 0'10	496 40 0'07
								533 24 0'04

CUADRO N° 24

ESTACION		PANTANO DEL PINTADO	ALMADEN DE LA PLATA	ESCACENA DEL CAMPO	BALDIOS DE NIEBLA	ARACENA	ZUFRE	HUELVA
PRECIPITACION (P)		610	815	947	814	1.104	831	465
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)		854	796	863	889	792	785	901
ETR. COUNTAGNE		ETR LLu C.E.	490 120 0'20	587 228 0'28	662 285 0'30	608 206 0'25	680 424 0'38	604 227 0'27
ETR. TURC		ETR LLu C.E.	529 81 0'13	604 211 0'26	691 256 0'27	649 165 0'20	677 427 0'39	629 202 0'24
EVAPOTRANSPIRACION REAL THORNTHWAITE	R=60	ETR LLu C.E.	379 231 0'38	395 420 0'52	408 537 0'57	377 437 0'54	430 672 0'61	410 420 0'51
		ETR LLu C.E.	419 191 0'31	435 380 0'47	448 497 0'52	416 398 0'43	470 632 0'57	450 380 0'46
		ETR LLu C.E.	469 141 0'23	485 330 0'40	493 454 0'48	466 348 0'43	530 574 0'52	500 331 0'40
	R=200	ETR LLu C.E.	519 91 0'15	535 280 0'34	534 404 0'43	516 298 0'37	580 524 0'47	550 281 0'34
								465 0 0'00

CUADRO N° 25

ESTACION		EL VILLAR	LA PALMA DEL CONDADO					
PRECIPITACION (P)		749	694					
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)		873	1.023					
ETR. COUNTAGNE		ETR LLu C.E.	574 175 0'23	489 99 0'17				
ETR. TURC		ETR LLu C.E.	616 133 0'18	544 44 0'07				
EVAPOTRANSPIRACION REAL THORNTHWAITE	R= 60	ETR LLu C.E.	418 328 0'39	407 287 0'41				
		ETR LLu C.E.	458 289 0'39	447 247 0'36				
		ETR LLu C.E.	505 244 0'33	497 197 0'28				
		ETR LLu C.E.	555 194 0'26	547 147 0'21				

3.5.6. Valores de lluvia útil.

En los Cuadros 23, 24, 25 anteriormente citados, se indican los valores de la lluvia útil y coeficiente de escorrentía obtenidos según los distintos procedimientos empleados.

- En la zona de Córdoba-Posadas-Hornachuelos, el valor de la lluvia útil oscila entre 125-200 mm según Coutagne con coeficientes de escorrentía de 0'20; y según Turc, valores algo inferiores 80-100 mm con coeficientes de escorrentía de 0'13.
- En la zona Lora del Río-Villanueva del Río-Sevilla, -- el valor de la lluvia útil oscila entre 90-100 mm según Coutagne, con coeficientes de escorrentía de 0'16; y según Turc valores de 30-50 mm y con coeficientes de escorrentía de 0'07.
- En la zona Palma del Condado-Huelva, el valor de la lluvia útil según Coutagne oscila entre 65-100 mm, - con coeficientes de escorrentía de 0'15y según Turc varían entre 20-40 mm con coeficientes de escorrentía de 0'06.
- En la zona Norte (Sierra Morena) el valor de la lluvia útil según Coutagne oscila entre 150-400 mm con coeficientes de escorrentía del 0'20 al 0'38; según Turc dichos valores son algo inferiores, oscilando entre 80 y 400 mm, con coeficientes de escorrentía de 0'15 a 0'40.

En los Planos números 7 y 8 se indica la distribución espacial de los valores de la lluvia útil según Turc y Coutagne, las cuales se pueden considerar como válidas para la zona estudiada, debido a la mayor exactitud de estos métodos.

Cabe destacar que las cifras indicadas, se refieren a observaciones puntuales, obtenidas con métodos muy teóricos, - por lo que su utilización estará sometida a los posibles errores, consecuencia de la metodología empleada.

Las cifras obtenidas se utilizarán para realizar un balance hídrico en cada subcuenca, teniendo en cuenta además, - los materiales que la componen, que determinan el tipo de reserva de agua en el suelo al emplear el balance de Thornthwaite.

C A P I T U L O 4

HIDROLOGIA

4. HIDROLOGIA

4.1. HIDROGRAFIA

El estudio hidrológico abarca una superficie de 9.500 - Km^2 y pertenece en su mayor parte a la Cuenca del Guadalquivir y su área más Occidental, a la Cuenca del río Tinto. En el / plano nº 9 se indica la distribución de las subcuenas.

CUENCA DEL GUADALQUIVIR

El área situada dentro de la Cuenca del Guadalquivir,-- se extiende desde Córdoba hasta Sevilla, ocupando únicamente la correspondiente a la margen derecha. Para el mejor estudio de los recursos hídricos, se ha dividido esta zona en una serie de subcuenas que corresponden a los principales afluentes del Guadalquivir situados en su margen derecha.

El río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla marca el límite Sur del área de estudio, discurriendo entre materiales terciarios con una pendiente del orden del 0'1%.

El límite Norte lo define la línea divisoria de las cuencas del Guadalquivir-Guadiana, cerca de la cual se sitúan los nacimientos de los diferentes afluentes del Guadalquivir.

Las distintas subcuenas consideradas (plano nº 9) son:

A. Subcuenca del Bembezar.

Ocupa una superficie de 1.937 Km^2 situados casi en su totalidad sobre materiales paleozoicos. El río Bembe-

zar nace en los alrededores de Azuaga a cota de 600 --- m.s.n.m. y se une al Guadalquivir cerca de Moratalla a cota de 60 m.s.n.m. En la estación de aforos 177 de reciente instalación se medirán en el futuro sus aportaciones, así como en la estación 149 situada en cabecera y pendiente de acondicionar. Los caudales son regulados por el Embalse de Bembezaz y el Embalse de derivación del mismo.

B. Subcuenca del Retortillo.

Ocupa una superficie de 382 Km² situados casi en su totalidad sobre materiales paleozoicos. El río Retortillo y afluentes nacen en la Sierra de Lorito a cota -- aproximada de 600 m.s.n.m. No tienen instaladas estaciones de aforo que midan sus aportaciones, siendo éstas reguladas en el Embalse de Retortillo y el Embalse de derivación del mismo.

C. Subcuenca del Guadalbarcar.

Ocupa una superficie de 285 Km² situados en su totalidad sobre materiales paleozoicos. El río Guadalbarcar tiene su nacimiento en las inmediaciones de Constantina a cota de 550 m.s.n.m. y se une al río Guadalquivir por su margen derecha al Este de Lora del Río a cota de 40 m.s.n.m. No existen estaciones de aforo que midan sus aportaciones y está previsto la construcción de un Embalse en el futuro que las regule (E de Guadalbarcar).

D. Subcuenca del Hueznar.

Ocupa una superficie de 760 Km² (incluida la correspondiente al arroyo de Galapagar) y como las anteriores, está ocupada en su mayor parte por materiales paleozoicos. El río y afluentes tienen su nacimiento en las inmediaciones de Alanis a cota aproximada de 700 m.s.n.m. y se une al Guadalquivir en las proximidades de Tocina a cota de 20 m.s.n.m. Recientemente se han instalado estaciones de aforo en el propio río Hueznar, y sus afluentes Parroso y Galapagar. Sus aportaciones están previstas de ser reguladas en el Embalse de Hueznar.

E. Subcuenca del Viar.

Ocupa una superficie de 1.800 Km², de la que su mayor parte está ocupada por materiales paleozoicos. El río Viar y sus afluentes tienen su nacimiento en las Sierras de San Miguel y San Bernardo a cota de 900 m.s.n.m. y se une al Guadalquivir en Villaverde del Río a cota de 20 m.s.n.m. Sus aportaciones son medidas en la estación de aforos 130 de reciente instalación y están reguladas por el Embalse del Pintado, estando prevista la construcción de un nuevo embalse aguas abajo (Embalse de Melones).

F. Subcuenca de la Rivera de Huelva.

Ocupa una superficie de 2.020 Km², teniendo su nacimiento en las Sierras de Aracena y de Jabata a cota aproximada de 800 m.s.n.m. y uniéndose al Guadalquivir -

por su margen derecha en La Algaba a cota de 10 m.s.n.m. aproximadamente. Sus aportaciones son medidas en las estaciones de aforo 77 (Presa de La Minilla), 78 (Presa de Cala) y en la estación 53 (Embalse del Gergal). Se regulan sus aportaciones en los Embalses ya mencionados y en el de Aracena situado en cabecera, estando previstos la construcción de los embalses de Cataveral y el de Cala Superior.

G. Subcuenca del Guadiamar.

Ocupa una superficie total de 1.280 Km^2 , y después de recoger las escorrentías de los materiales paleozoicos atraviesa parte del relleno terciario de la Depresión del Guadalquivir. El río y sus afluentes tienen su nacimiento en la Sierra Vicaria, a cota de 400 m.- aproximadamente. En Aznalcazar tiene instalada recientemente una estación de aforos (nº 76) con cota de 21 m.s.n.m., siendo la cuenca en ese punto de 980 Km^2 de superficie. En la actualidad no tiene reguladas sus aportaciones, estando en proyecto la construcción de dos embalses (Embalse del Agrio y El Cuervo).

H. Subcuenca del Tinto.

Ocupa una superficie desde cabecera hasta unos Kms - aguas abajo de Niebla, de 1.040 Km^2 , de la que su totalidad está ocupada por materiales paleozoicos. Tiene su nacimiento en la zona de Nerva-Riotinto, a cota de 500 m.s.n.m. aproximadamente. En Gadea tiene instalada

una estación de aforos que mide sus aportaciones. El río Corumbel es un afluente del río Tinto por su margen izquierda, con una superficie de 197 Km². Está previsto la construcción de un Embalse cerca de su unión al río Tinto que regule sus aportaciones.

4.2. APORTACIONES

La zona que ocupa el estudio, dispone de 6 estaciones de aforo, algunas de las cuales tienen registros de datos suficientes para el estudio de las aportaciones, pero un gran número de ellas son de reciente instalación y disponen únicamente de series de registro muy cortas.

En el Cuadro 26 se relacionan las estaciones de aforo, -- citándose su lugar de ubicación, aportación máxima y mínima -- con indicación del año, así como la aportación media del periodo 1.943-44 al 1.973-74.

Las estaciones de aforo situadas en el río Guadalquivir, nos van a dar el incremento de aportación procedentes de determinadas subcuencas por diferencia de aportaciones medidas, ya que esas subcuencas no disponen de estaciones de aforo que midan directamente su aportación (se tienen en cuenta las aportaciones al río Guadalquivir por su margen izquierda).

Según esta indicación la aportación en E-72 menos la aportación en E-6 se puede estimar aproximadamente igual a la aportación conjunta de las subcuencas del Guadalbarcar, Hueznar y Viar (teniendo en cuenta la aportación de los afluentes de la margen izquierda), (Fig. nº 16). Dicha aportación sería:

$$E(72) \ 5.235 \text{ hm}^3/\text{año} - E(6) \ 4.581 \text{ hm}^3/\text{año} = 654 \text{ hm}^3/\text{año}$$

$$\underline{654 \text{ hm}^3/\text{año}} = \text{Aportación aproximada de las subcuencas C, D y E} = \underline{\underline{527 \text{ hm}^3/\text{año}}} + \text{Aportación afluentes margen izquierda.}$$

ESTACION DE AFORO		Nº	APORTACION	APORTACION	AÑO	APORTACION	AÑO	OBSERVACIONES
RIO	LUGAR		MEDIA Hm ³ /año	MAXIMA Hm ³ /año		MINIMA Hm ³ /año		
Guadalquivir	Peñaflor	6	4.581	12.674	40- 41	882	49- 50	
Guadalquivir	Cantillana	8	5.750	10.268	27- 28	1.801	12- 13	
Genil	Puente Genil	147	919	2.123	62- 63	214	66- 67	
Rib. Huelva	El Gergal	53	241	867	62- 63	34	44- 45	
Guadalquivir	Córdoba - (Casillas)	70	2.506	6.339	59- 60	717	49- 50	No existe 62- 63
Guadalquivir	Posadas	71	1.980	3.295	51- 52	747	49- 50	Hasta 58- 59
Guadalquivir	Alcalá Río	72	5.235	19.890	35- 36	883	49- 50	
Guadiamar	Pte de Az- nalcazar.	76						Solo 70- 71
Rib. Huelva	Central Cala	77	142	576	62- 63	42	66- 67	
Cala	Presa Cala	78	113	297	62- 63	1	44- 45	
Guadalquivir	Almodovar del Río	113						Sólo 2 años
Genil	El Judío	121						Sólo 70- 71
Madre Fuentes	Palma del Río	123						Sólo 2 años
Corbones	Carmona	125						Sólo 3 años
Tinto	Gadea		77'6	243	68- 69	24'3	73- 74	1.966- 67 al 1.975- 76

FUNCIONAMIENTO HIDROLOGICO DEL RIO GUADALQUIVIR Y AFLUENTES

PERIODO 1943-44 / 1973-74

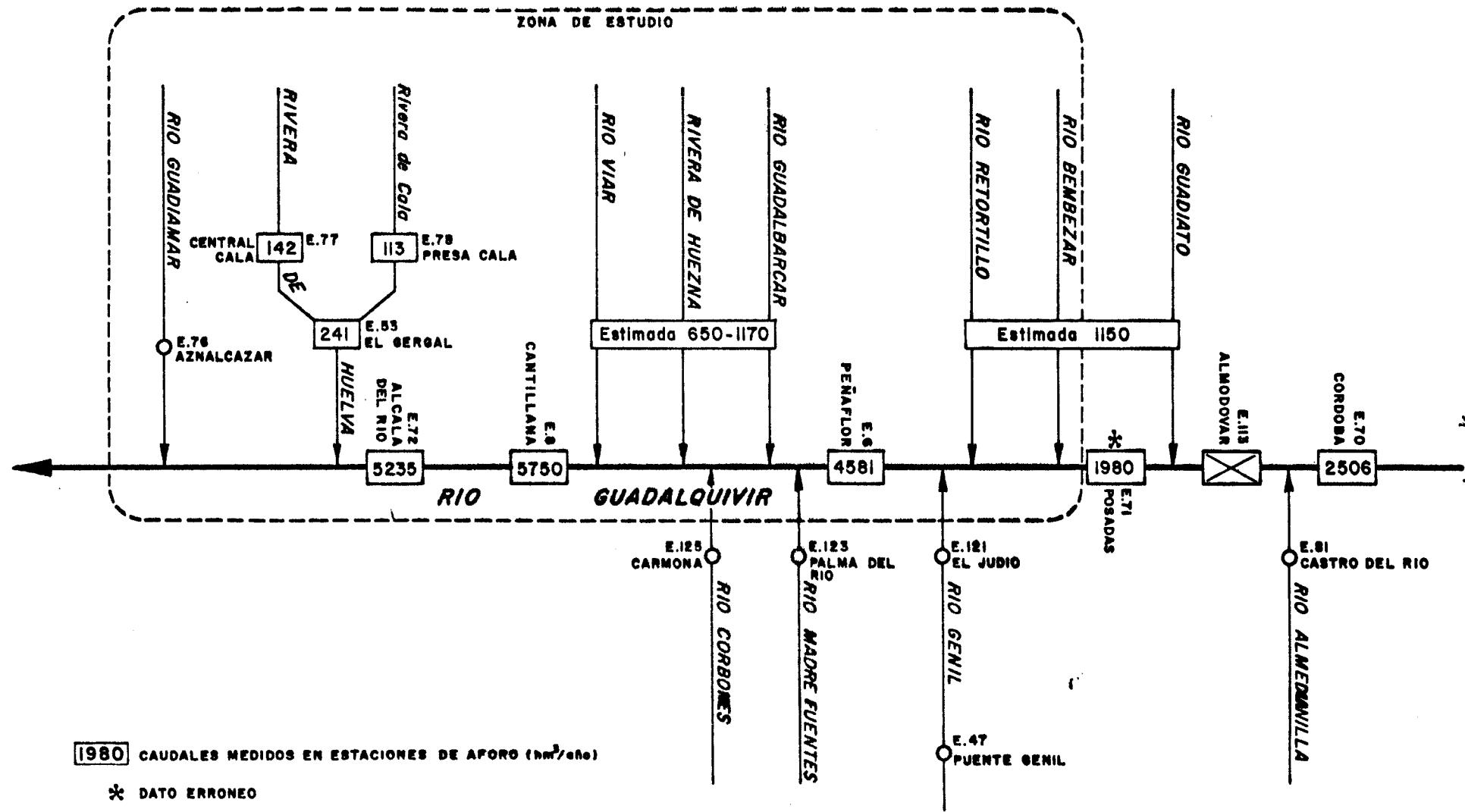


FIGURA N°16

El estudio de las aportaciones mes a mes en las estaciones de aforo indicadas anteriormente, se recoge en los Cuadros 27 al 29 donde se determina la aportación media anual y su distribución mensual en $hm^3/año$; el caudal expresado en m^3/sg , - la altura de lámina de agua en mm que corresponde a la superficie de cuenca que abarca la estación de aforos considerada; y el coeficiente de variación mensual respecto a la aportación media anual.

ESTACION DE AFOROS RIO GUADALQUIVIR EN PEÑAFLOR
Superficie..... 41.089 Km²

RIO GUADALQUIVIR EN PEÑAFLOR

Nº 6

Periodo 1.930-1.967

X 1.38 W
Y 37.4200
Z 40.0

CUADRO Nº 27

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	191.0	322.0	527.0	809.0	892.0	863.0	505.0	338.0	171.0	106.0	102.0	120.0	4946.0
Q (m ³ /seg)	73.5	123.8	202.7	311.2	343.1	331.9	194.2	130.0	65.8	40.8	39.2	46.2	156.8
L (mm)	4.6	7.8	12.8	19.7	21.7	21.0	12.3	8.2	4.2	2.6	2.5	2.9	120.4
CV	0.04	0.07	0.11	0.16	0.18	0.17	0.10	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02	

ESTACION DE AFOROS RIO GUADALQUIVIR EN CANTILLANA Nº 8
Superficie..... 44.871 Km²

Periodo 1.913-1.971

X 2.09 W
Y 37.3500
Z 12.0

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	74.9	90.2	133.0	274.0	144.0	166.0	445.0	749.0	413.0	117.0	131.0	139.0	2876.0
Q (m ³ /seg)	28.8	34.7	51.2	105.4	55.4	63.8	171.2	288.1	158.8	45.0	50.4	53.5	91.2
L (mm)	1.7	2.0	3.0	6.1	3.2	3.7	9.9	16.7	9.2	16.7	9.2	2.6	2.9
CV	0.03	0.03	0.05	0.10	0.05	0.06	0.15	0.26	0.14	0.04	0.05	0.05	

ESTACION DE AFOROS PUENTE GENIL
Superficie..... 4.210 Km²

Periodo 1.913-1.971

Nº 47

X 0.26 W
Y 37.0000
Z 460.0

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	51.0	64.0	97.0	112.0	105.0	121.0	85.0	71.0	56.0	42.0	39.0	38.0	881.0
Q (m ³ /seg)	19.6	24.6	37.3	43.1	40.4	46.5	32.7	27.3	21.5	16.2	15.0	14.6	27.9
L (mm)	8.3	10.4	15.7	18.2	17.0	19.6	13.8	11.5	9.1	6.8	6.3	6.2	143.0
CV	0.06	0.07	0.11	0.13	0.12	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	

ESTACION DE AFOROS EL GERGAL
Superficie 6.162 Km²

..... Periodo 1.945-1.971

Nº 53

X 2.22 W
Y 37.3600
Z 45.0

CUADRO Nº 28

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	10.6	22.1	31.6	47.8	54.7	64.7	31.8	29.8	11.3	9.5	8.6	8.8	331.3
Q (m ³ /seg)	4.1	8.5	12.2	18.4	21.0	24.9	12.2	11.5	4.3	3.7	3.3	3.4	10.5
L (mm)	6.1	12.7	18.2	27.5	31.5	37.3	18.3	17.2	6.5	5.5	5.0	5.1	190.8
CV	0.03	0.07	0.10	0.14	0.17	0.20	0.10	0.09	0.03	0.03	0.03	0.03	

ESTACION DE AFOROS CORDOBA "CASILLAS"
Superficie 25.450 Km²

..... Periodo 1.914-1.971

Nº 70

X 1.07 W
Y 37.5100
Z 0.0

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	120.0	1666.0	292.0	340.0	383.0	347.0	267.0	150.0	120.0	85.0	76.0	76.0	2430.0
Q (m ³ /seg)	46.2	63.8	112.3	130.8	147.3	133.5	102.7	60.8	46.2	32.7	29.2	29.2	77.1
L (mm)	4.7	6.5	11.5	13.4	15.0	13.6	10.5	6.2	4.7	3.3	3.0	3.0	95.5
CV	0.05	0.07	0.12	0.14	0.16	0.14	0.11	0.07	0.05	0.03	0.03	0.03	

ESTACION DE AFOROS ALCALA DEL RIO
Superficie 47.000 Km²

..... Periodo 1.932-1.971

Nº 72

X 2.17 W
Y 37.3100
Z 10.0

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	195.0	370.0	582.0	1012.0	1048.0	1164.0	664.0	358.0	154.0	91.0	82.0	104.0	5824.0
Q (m ³ /seg)	75.0	142.3	223.8	389.2	403.1	447.1	255.4	137.7	59.2	35.0	31.5	40.0	184.7
L (mm)	4.1	7.9	12.4	21.5	22.3	24.8	14.1	7.6	3.3	1.9	1.7	2.2	123.9
CV	0.03	0.06	0.10	0.17	0.18	0.20	0.11	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	

ESTACION DE AFOROS CENTRAL DE CALA N° 77 X 2.30 W Y 37.4000 Z 76.0 CUADRO N° 29

Superficie 1.010 Km² Periodo 1.943-1.971.

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	7.8	11.4	24.5	54.3	40.2	36.1	11.7	8.3	4.5	4.4	5.0	3.3	211.5
Q (m ³ /seg)	3.0	4.4	9.4	20.9	15.5	13.9	4.5	3.2	1.7	1.7	1.9	1.3	6.7
L (mm)	7.7	11.3	24.3	53.8	39.8	35.7	11.6	8.2	4.5	4.4	5.0	3.3	209.4
CV	0.04	0.05	0.12	0.26	0.19	0.17	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	

ESTACION DE AFOROS PRESA CALA N° 78 X 2.25 W Y 37.4300 Z 230.0

Superficie 535 Km² Periodo 1.945-1.971.

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)	5.5	7.5	11.4	17.5	16.8	21.5	9.8	6.6	3.9	4.2	3.5	3.7	112.3
Q (m ³ /seg)	2.1	3.0	4.4	6.7	6.5	8.3	3.8	2.5	1.5	1.6	1.3	1.4	3.6
L (mm)	10.3	14.8	21.3	32.7	31.4	40.2	18.3	12.3	7.3	7.9	6.5	6.9	209.9
CV	0.05	0.07	0.10	0.16	0.15	0.19	0.09	0.06	0.03	0.04	0.03	0.03	

ESTACION DE AFOROS N° X Y Z

Superficie Periodo

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
A (mm)													
Q (m ³ /seg)													
L (mm)													
CV													

4.3. AFOROS DIRECTOS REALIZADOS POR EL PROYECTO

Con el objetivo de conocer las aportaciones a los ríos, - en puntos donde no se tienen registros históricos, debido a la escasez de estaciones de aforo instaladas, ó a la existencia - de 1 ó 2 años de registros en las estaciones de aforo instaladas recientemente, se han realizado dos medidas de caudal durante los meses de Noviembre y Diciembre en los puntos que se indican en los Cuadros números 30 y 31.

La realización de dichas campañas de aforos tienen como segundo objetivo, el de conocer de alguna forma las relaciones de los ríos con los afloramientos de los materiales que constituyen el acuífero "Mioceno de Base, los cuales son atravesados en dirección Norte-Sur por los diferentes ríos de la margen derecha del Guadalquivir. (Dicha relación se analizará en un apartado posterior correspondiente al capítulo de Hidrogeología).

Los resultados de los aforos realizados ponen de manifiesto el régimen torrencial de dichos ríos con caudales variables desde 0 l/s en épocas de nula pluviometría (Verano), -- hasta caudales elevados cuando se producen precipitaciones abundantes, siendo las respuestas de los caudales frente a las precipitaciones, inmediatas.

Debido a la naturaleza impermeable de los materiales que constituyen las cuencas de los diferentes ríos, las aportaciones medidas se consideran en su totalidad escorrentías superficiales.

Las aportaciones medidas en las Campañas de aforos realizadas corresponden a las porciones de Cuencas que no son reguladas por embalses, debido a la no existencia de embalses - en determinadas cuencas o bien, a que la situación de dichos-embalses se localiza en cabecera.

RESULTADOS DE LOS AFOROS DIRECTOS REALIZADOS POR EL PROYECTO

CUADRO N° 30

PUNTO DE AFORO	SEPTIEMBRE - 1982 Q=L1/sg	NOVIEMBRE - 1982 Q=L1/sg	DICIEMBRE - 1982 Q=L1/sg
RIO BEMBEZAR (Pie de Presa E. de derivación).	(Q de escape de Presa)	Q de escape de Presa Q = 70 (flotador)	Q de escape de presa Q = 35
RIO BEMBEZAR (Aguas abajo Mioceno Base).		Inaforable (agua embalsada).	Q = 122'7 (minimolinete)
RIO RETORTILLO (Pie de Presa, Embalse de derivación).	(Q de escape de Presa)	Q = 0	Q = 0
RIO RETORTILLO (Aguas abajo de la carretera de Peñaflor a Palma del Río).	Q = 50	Q = 65'2 (minimolinete)	Q = 31'6 (minimolinete)
RIO GUADALBARCAR (Aguas abajo de la carretera de Lora del Río a Puebla de los Infantes).	Q = 25	Inaforable por condiciones del cauce.	Q = 383'5 (minimolinete)
ARROYO DE CHARRE	Q = 0	Q = 5'6 (minimolinete)	Q = 0
ARROYO DE GALAPAGAR	Q = 0	Q = 97'3 (minimolinete)	Q = 0
RIVERA DE HUEZNAR (Estación de aforos situada a 100 m del cruce con la ctra de Cantillana a Villanueva del Rio y Minas	Q = 100-200	Inaforable por condiciones del cauce	Inaforable por condiciones del cauce.

RESULTADOS DE LOS AFOROS DIRECTOS REALIZADOS POR EL PROYECTO

CUADRO N° 31

PUNTO DE AFORO	SEPTIEMBRE - 1982 Q=L1/sq	NOVIEMBRE - 1.982 Q=L1/sq	DICIEMBRE - 1.982 Q=L1/sq
RIO VIAR (En el cruce con la carretera de Cantillana a Villaverde del Río).	Q = 50	Inaforable por condiciones del cauce	Q = 343'9 (minimolinete)
ARROYO DE SIETE ARROYOS	Q = 0	Q = 4'3 (minimolinete)	Q = 0
RIVERA DE HUELVA (Aguas abajo del cruce con la carretera de Guillena-a Burguillos).		Q = 27'1 (minimolinete)	Q = 0
RIVERA DE HUELVA (Pie de Presa del Embalse de El Gergal).		Q = 0	Q = 0
RIO GUADIAMAR (Estación de aforos debajo de la carretera de Gerena de Aznalcollar).	Q = 0	Q = 486'5 (minimolinete)	Q = 440'9
RIO CORUMBEL (en su unión al río Tinto, carretera de Palma del Condado a El Berrocal).	Q = 0	Q = 37'9 (minimolinete)	Q = 0
RIO TINTO (cruce de la carretera de La Palma del Condado a Valverde del Camino).	Q = 50-100	Inaforable por condiciones del cauce.	Q = 349'1
RIO TINTO (aguas abajo de Niebla).		Inaforable por condiciones del cauce.	Q = 304'3

**4.4. VALIDEZ DE LAS FORMULAS DE COUTAGNE, TURC Y THORNTHWAITE
PARA EL CALCULO DE LAS ESCORRENTIAS SUPERFICIALES**

Con el objeto de verificar la validez de las fórmulas empíricas de Coutagne y Turc para el cálculo de las escorrentías superficiales en el área de estudio, se ha contrastado el resultado de dichos valores anuales con los valores medidos en una estación de aforos para un período de registro histórico. El análisis se ha realizado en la Cuenca de la Riera de Huelva, donde se tiene instalada una estación de aforos con registros durante el período 1.944-45 al 1.970-71.

Las características de la estación de aforos son:

Superficie de Cuenca: 1.736 Km^2

Período de registros: 1.944-45 al 1.970-71

Aportación (hm^3) en la estación de aforos nº 53:

Oct	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sep.	TOTAL
10'6	22'1	31'6	47'8	54'7	64'7	31'8	29'8	11'3	9'5	8'6	8'8	331'3

Escorrentía (mm) en la estación de aforos nº 53:

Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sep.	TOTAL
6'1	12'7	18'2	27'5	31'5	37'3	18'3	17'2	6'5	5'5	5'0	5'1	191

La estación de aforos, abarca una superficie de 1.736 Km^2 y sus características son:

P = 786 mm. Precipitación media anual deducida del plano de isoyetas.

T^o = 15'8 °C Temperatura media anual deducida del plano de isotermas.

Para dichos valores, la ETR según Turc y Coutagne es de:

Turc = 607 mm

Coutagne = 581 mm

Los valores de la lluvia útil = Escorrentía superficial, son de:

Turc = 179

Coutagne = 205 mm

Se observa que dichos valores son del mismo orden que - los obtenidos en la estación de aforos por medidas directas - (191 mm).

La Cuenca analizada tiene análogas características que - el resto de cuencas consideradas, por lo que en todas ellas es válida la utilización de las fórmulas de Turc y Coutagne para la determinación de la escorrentía superficial.

El balance de agua de Thornthwaite en el área de estudio (materiales impermeables de Sierra Morena) no dà unos resultados aceptables en el cálculo de la escorrentía superficial, - por lo que no es aconsejable su utilización.

La distribución mensual de la evapotranspiración real, se puede determinar por un proceso recurrente, a partir de la distribución mensual de las aportaciones en la estación de aforos considerada.

Los datos de partida son:

Precipitaciones: deducidas de las registradas en las estaciones pluviométricas de Real de la Jara y Gerena, representativas de la Cuenca analizada.

Aportaciones: deducidas de las registradas en la estación de aforos considerada para un período de registros histórico.

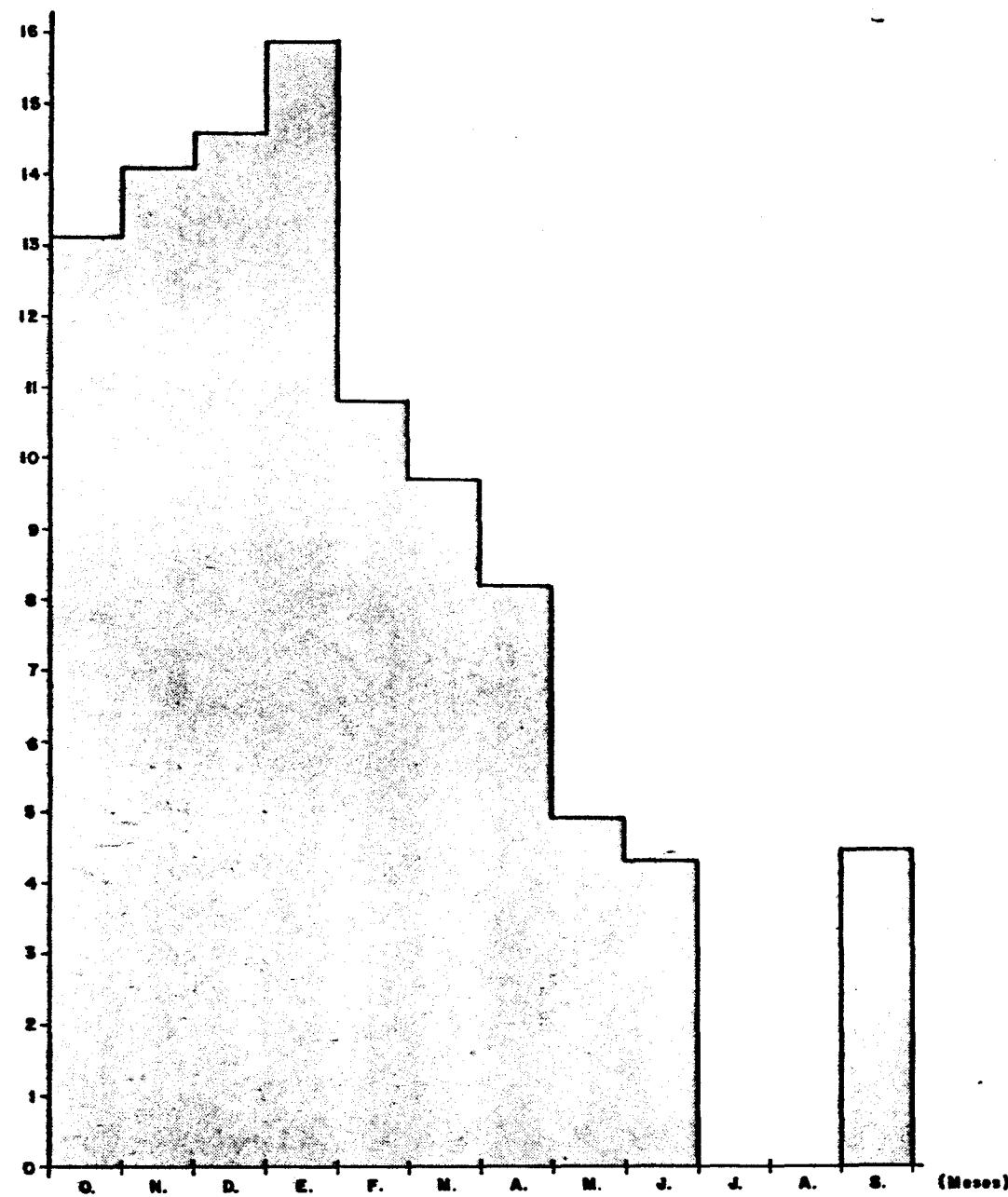
	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sep.	TOTAL
P	84'1	96'7	104'9	121'8	101'8	94'0	66'8	46'4	31'8	1'2	4'7	31'8	786
Llu	6'1	12'7	18'2	27'5	37'5	37'3	18'3	17'2	6'5	5'5	5'0	5'1	191
ETR	78'0	84'0	86'7	94'3	64'3	57'4	48'5	29'2	25'5	-4'3	-0'5	26'7	594'4
%ETR	13'1	14'1	14'6	15'9	10'8	9'7	8'2	4'9	4'3	0	0	4'5	100
%Llu (Pm)	3'2	6'6	9'5	14'4	19'6	19'5	9'6	9'0	3'4	2'9	2'6	2'7	100
	7'3	13'1	17'3	22'6	36'8	39'7	27'4	37'1	20'4	0	0	16'0	19'8

Con estos resultados se obtiene la evapotranspiración real en la Cuenca considerada, su distribución mensual respecto a la precipitación caída y la distribución mensual de la -

lluvia útil o escorrentía, que puede ser aplicada al resto de las cuencas debido a la homogeneidad de todas ellas (Figuras- números 17 y 18.

DISTRIBUCION MENSUAL DE LA ETR. SEGUN DATOS
MEDIDOS EN LA ESTACION DE AFOROS Nº 53. -
(Rivera de Huelva).

% (ETR total)



DISTRIBUCION MENSUAL DE LA LLUVIA UTIL RESPECTO A LA PRECIPITACION. SEGUN DATOS MEDIDOS EN LA ESTACION DE AFOROS N° 53 (Rivera de Huelva).

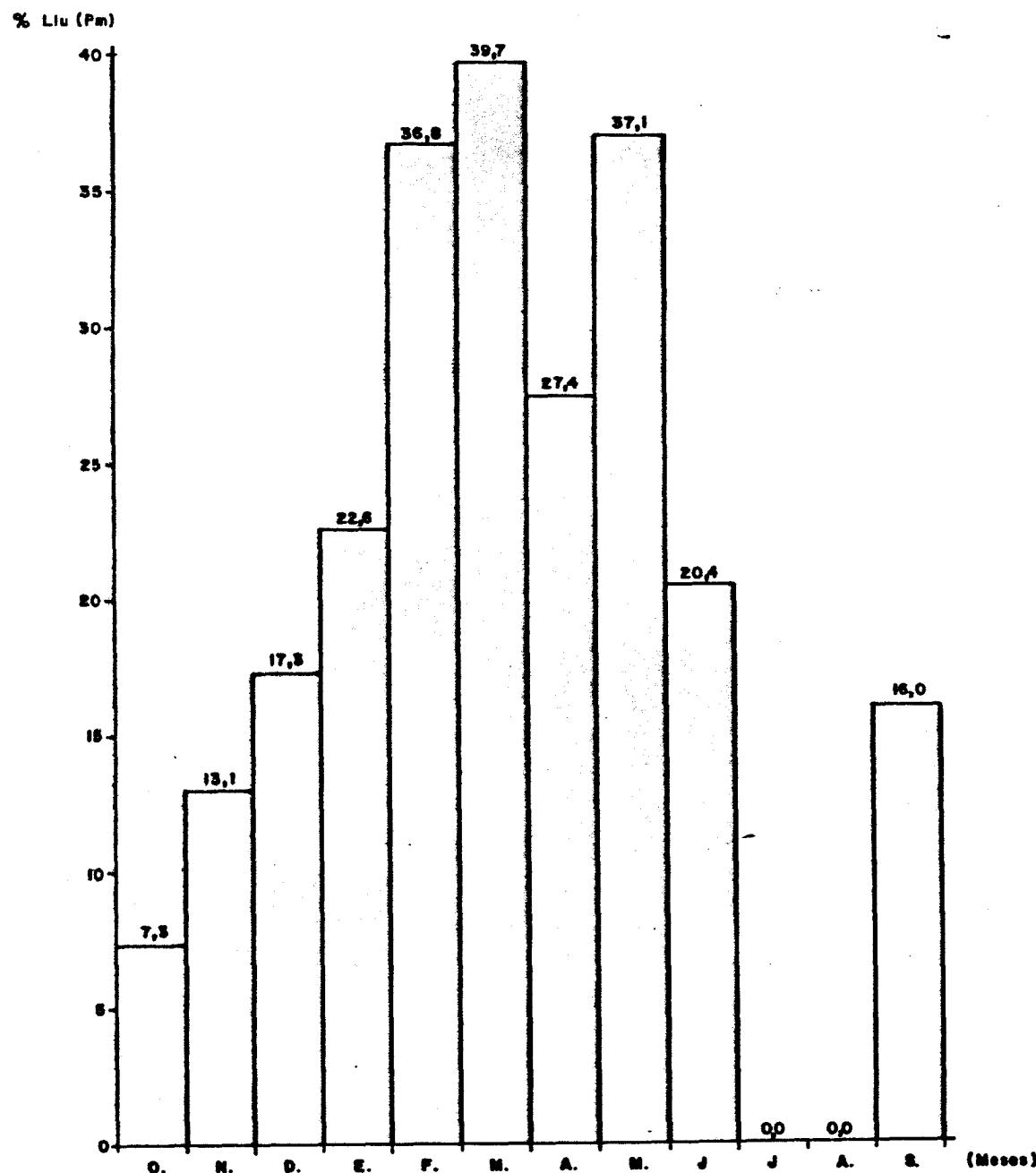


FIGURA N° 18

4.5. BALANCE Y RECURSOS HIDRAULICOS

En epígrafes anteriores se indicó el balance hidráulico establecido para las diferentes estaciones climáticas. Dicho balance se calculó con distintos valores posibles de reservas del suelo, en función de los diversos materiales que componen las cuencas. Se puede comparar este balance medio mensual -- con el resultado obtenido anualmente para la escorrentía calculada globalmente según Coutagne y Turc, lo cual permite elegir la reserva de suelo más adecuada.

En los planos 7 y 8, se indican las curvas de iso-escorrentía media anual para las distintas estaciones meteorológicas empleadas. Para distintas reservas del suelo, se aprecia que a medida que dichas reservas aumentan, la evapotranspiración real aumenta, y como consecuencia, disminuye la escorrentía, observándose dicho fenómeno, fundamentalmente, en Sierra Morena.

Para la zona ocupada por las subcuencas consideradas -- (9.500 Km^2), se tienen los siguientes valores de escorrentía:

$$\text{Lluvia útil según Coutagne} = 1.915 \text{ hm}^3/\text{año}$$

$$\text{Lluvia útil según Turc} = 1.726 \text{ hm}^3/\text{año}$$

siendo la precipitación en ellas de $7.194 \text{ hm}^3/\text{año}$.

A continuación se expresa el balance hídrico para cada subcuenca definida, realizando el análisis de las aportaciones, obtenidas en algunos casos por medidas directas en esta-

ciones de aforo y en otras, donde no existen estaciones, a través del balance obtenido de las estaciones climáticas.

SUBCUENCA A

Corresponde en su totalidad a la Cuenca del río Bembezar y ocupa una superficie de 1.937 Km². La pluviometría media anual es de 1.391 hm³ (718 mm), originándose las mayores precipitaciones en Noviembre-Enero, y siendo mínimas en Julio-Agosto.

La lluvia útil es de 321 hm³/año, según Turc, y de 340 hm³/año, según Coutagne.

Existe una estación de aforos al final de cuenca, de reciente instalación, por lo cual no se tienen registros históricos de la aportación de la Cuenca medidos en ella. Por otro lado el carácter impermeable de los materiales que constituyen la cuenca hace pensar que prácticamente la totalidad de la lluvia útil se debe considerar como aportación superficial (321-340 hm³/año), que representa el 23-24% de la precipitación.

La aportación subterránea, únicamente se reduce a pequeñas descargas del acuífero Mioceno de base al cauce del río Bembezar a la altura de Hornachuelos, a través de pequeños manantiales que en épocas de fuertes lluvias descargan un caudal difícil de cuantificar, pero insignificante respecto a la aportación total de la cuenca, y que en épocas de verano llegan a secarse ó bien descargan un mínimo caudal.

Los recursos superficiales están regulados por el Embalse de Bembezaz, cuya capacidad es de 347 hm^3 y comprende una cuenca de 1.715 Km^2 , con una aportación media anual estimada de $285-320 \text{ hm}^3$, siendo la aportación media de entrada al Embalse para el período 1.961-62 a 1.973-74 de 304 hm^3 , que prácticamente coincide con la estimada.

SUBCUENCA A	
$P = 1.391 \text{ hm}^3/\text{año}$	
<u>LLu</u>	<u>ETR</u>
Turc 321	1.070
Coutagne 340	1.051
Aportación - $321-340 \text{ hm}^3/\text{año}$	
(Estimada)	

SUBCUENCA B

Corresponde en su totalidad a la cuenca del río Retortillo y ocupa una superficie de 382 Kms.

La pluviometría media anual es de 305 hm^3 (799 mm), produciéndose las mayores precipitaciones en Noviembre-Enero y siendo mínimas en Julio y Agosto.

La lluvia útil es de $78 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Turc y de $85 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Coutagne, que representan el 26 y 28 % de las precipitaciones, respectivamente.

No existen estaciones de aforo en la cuenca que midan las aportaciones, por lo que su cuantificación se estima igual

a la lluvia útil 78 a 85 hm³, ya que se puede considerar prácticamente nula la aportación subterránea de dicha cuenca, debido a la naturaleza impermeable de los materiales que la componen (Paleozoico). Unicamente se originan pequeñas descargas en épocas de fuertes lluvias del acuífero Mioceno de base alcance del río Retortillo, entre Peñaflor y el Embalse de derivación.

Los recursos superficiales están regulados por el Embalse de Retortillo, cuya capacidad es de 73 hm³ y comprende una cuenca de 366 Km², con una aportación media anual estimada de 75 a 82 hm³/año, y siendo la aportación media de entrada al Embalse de 35 hm³/año para el período 1.970-71 al 1.973-74. Se observa que la aportación de entrada al embalse es bastante inferior a la estimada, debido a que el período de registro es muy pequeño en comparación con el utilizado para el cálculo de la aportación estimada

SUBCUENCA B	
$P = 305 \text{ hm}^3/\text{año}$	
<u>LLu</u>	<u>ETR</u>
Turc 78	227
Coutagne 85	220
Aportación - 78-85 hm ³ /año (Estimada)	

SUBCUENCA C

Corresponde en su totalidad a la cuenca del río Guadalebarcar y ocupa una superficie de 285 Km².

La pluviometría media anual es de 225 hm^3 (791 mm),-- originándose las mayores precipitaciones en Noviembre-Enero - y siendo mínimas en Julio-Agosto.

La lluvia útil es de $43 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Turc, y de $50 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Coutagne, que representa el 19 y 22% de la precipitación.

No existen estaciones de aforo en la cuenca que midan las aportaciones, por lo que su cuantificación se estima como la lluvia útil en la cuenca: 43 a $50 \text{ hm}^3/\text{año}$, ya que se puede considerar prácticamente nula la aportación subterránea de dicha cuenca, debido a la naturaleza impermeable de los materiales que la componen.

Los recursos superficiales no están regulados en la actualidad, estando prevista la construcción de un Embalse de 101 hm^3 de capacidad.

SUBCUENCA C	
$P = 225 \text{ hm}^3/\text{año}$	
<u>LLU</u>	<u>ETR</u>
Turc 43	182
Coutagne 50	175
Aportación - 43 - 50 $\text{hm}^3/\text{año}$ (Estimada)	

SUBCUENCA D

Corresponde a las cuencas de la Rivera del Hueznar y --

del arroyo de Galapagar, que en conjunto, ocupan una superficie de 760 Km².

La pluviometría media anual es de 628 hm³ (826 mm), - originándose las máximas en Noviembre-Enero, y las mínimas en Julio-Agosto.

La lluvia útil es de 121 hm³/año según Turc y de 152 hm³/año, según Coutagne, que representa el 19 y 24 % de la precipitación.

Recientemente se han instalado estaciones de aforo en la Rivera de Hueznar, cerca de su unión al Guadalquivir, así como en los arroyos de Galapagar y del Parroso, por lo cual no se tienen registros históricos de la aportación, la cual se estima en función de la lluvia útil de la cuenca, ya que, debido a la naturaleza impermeable de los materiales que la constituyen, se considera prácticamente nula la aportación subterránea. -- Con esta hipótesis, la aportación se estima en 121 a 152 hm³/año.

Los recursos superficiales no están regulados en la actualidad, estando previsto la construcción del Embalse del-Hueznar de 131 hm³ de capacidad que regulará aproximadamente el 60% de la aportación.

SUBCUENCA D			
$P = 628 \text{ hm}^3/\text{año}$			
<u>LLu</u>			<u>ETR</u>
Turc	121		507
Coutagne	152		476
Aportación - $121 - 152 \text{ hm}^3/\text{año}$ (Estimada)			

SUBCUENCA E

Corresponde a la cuenca del Río Viar y ocupa una superficie de 1.800 Km^2 .

La pluviometría media anual es de 1.354 hm^3 (753 mm) originándose las máximas precipitaciones en Noviembre-Enero, y las mínimas en Julio-Agosto.

La lluvia útil es de $297 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Turc y de $325 \text{ hm}^3/\text{año}$, según Coutagne, que representa el 22 y 24 % de la precipitación.

Recientemente se ha instalado la estación de aforos nº - 130, por lo que no se tienen medidas históricas de la aportación, por lo cual ésta se estima en base a datos de la lluvia útil suponiendo como en los casos anteriores que la aportación subterránea es nula. Con estas hipótesis la aportación se estima en $297-325 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Los recursos superficiales están regulados por el Embalse del Pintado de 202 hm^3 de capacidad, que comprende una cuen-

ca de 1.134 Km^2 , con una aportación media anual estimada de 170 hm^3 , siendo la aportación media de entrada al Embalse para el periodo 1.951-55 al 1.973-74 de 160 hm^3 , que prácticamente coincide con la estimada.

<u>SUBCUENCA E</u>	
$P = 1.354 \text{ hm}^3/\text{año}$	
<u>LLu</u>	<u>ETR</u>
Turc 297	1.057
Coutagne 325	1.029
Aportación 297 - 325 $\text{hm}^3/\text{año}$ (Estimada)	

SUBCUENCA F

Corresponde en su totalidad a la cuenca del río Rivera-del Huelva y ocupa una superficie de 2.020 Km^2 .

La pluviometría media anual es de 1.588 hm^3 (786 mm), originándose las mayores precipitaciones en Noviembre-Enero y siendo mínimas en Julio y Agosto.

La lluvia útil es de $473 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Turc, y de $505 - \text{hm}^3/\text{año}$ según Coutagne, que representa el 30 y 32 % de la precipitación, respectivamente.

La estación de aforos nº 53 abarca el 86 % de la superficie de la cuenca y la aportación medida para el periodo --- 1.944-45 al 1.970-71 es de $331 \text{ hm}^3/\text{año}$, algo inferior al deter-

minado por métodos empíricos, aunque hay que considerar las regulaciones existentes aguas arriba ($400-430 \text{ hm}^3/\text{año}$).

Los recursos superficiales están regulados por tres embalses, con capacidad de embalse de 231 hm^3 .

SUBCUENCA F	
$P = 1.588 \text{ hm}^3/\text{año}$	
<u>LLu</u>	<u>ETR</u>
Turc 473	1.115
Coutagne 505	1.083
Aportación medida en E-53	
$331 \text{ hm}^3/\text{año}$	
Aportación estimada en -- toda la cuenca	
$473-505 \text{ hm}^3/\text{año}$	

SUBCUENCA G.

Corresponde en su totalidad a la cuenca del río Guadiamar y ocupa una superficie de 1.280 Km^2 .

La pluviometría media anual es de 921 hm^3 (720 mm), originándose las mayores precipitaciones en Noviembre y Enero y las mínimas en Julio-Agosto.

La lluvia útil es de $198 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Turc y de 224 --

hm^3 /año según Coutagne, que representan el 21 y 24 % de la -- precipitación, respectivamente.

Recientemente se han instalado estaciones de aforo en la cuenca, por lo que no se tienen registros históricos que determinen la aportación, por lo que su cuantificación se realiza a partir de la lluvia útil, teniendo en cuenta que la aportación subterránea es prácticamente nula debido a la naturaleza impermeable de los materiales que la componen. La aportación media anual de la cuenca se estima en 198-224 hm^3 . Los recursos superficiales no están en la actualidad regulados, estando previsto la construcción de dos Embalses con capacidad conjunta de 100 hm^3 .

SUBCUENCA G	
$P = 921 \text{ hm}^3/\text{año}$	
<u>LLu</u>	<u>ETR</u>
Turc 198	723
Coutagne 224	697
Aportación - 198 a 224 $\text{hm}^3/\text{año}$ (Estimada)	

SUBCUENCA H.

Corresponde a parte de la cuenca del río Tinto, extendiéndose desde su nacimiento hasta Niebla y ocupando una superficie de 1.040 Km^2 .

La pluviometría media anual es de 782 hm^3 (752 mm), -

producéndose las mayores precipitaciones en Noviembre-Enero- y las mínimas en Julio y Agosto.

La lluvia útil es de $195 \text{ hm}^3/\text{año}$ según Turc, y de $234 - \text{hm}^3/\text{año}$ según Coutagne, que representan el 25 y 30 % de la precipitación, respectivamente.

La estación de aforos nº 308 del río Tinto en Gadea, comprende una cuenca de 756 Km^2 y para el período 1.966-67 al --- 1.975-76 ha medido una aportación media anual de $77'6 \text{ hm}^3/\text{año}$, bastante inferior a la aportación teórica estimada por fórmulas empíricas. Dicho error está en función del pequeño período de registros en la estación (10 años) frente al período utilizado para el cálculo de la aportación estimada.

Está prevista la regulación de parte de las aportaciones de dicha cuenca con la realización de los Embalses del Corumbel y de Valverde, con capacidad conjunta de 30 hm^3 .

SUBCUENCA H		
$P = 782 \text{ hm}^3/\text{año}$		
LLu		ETR
Turc	195	587
Coutagne	234	548
Aportación		
(Estimada) $195-234 \text{ hm}^3/\text{año}$		

4.6. EMBALSES. REGULACION.

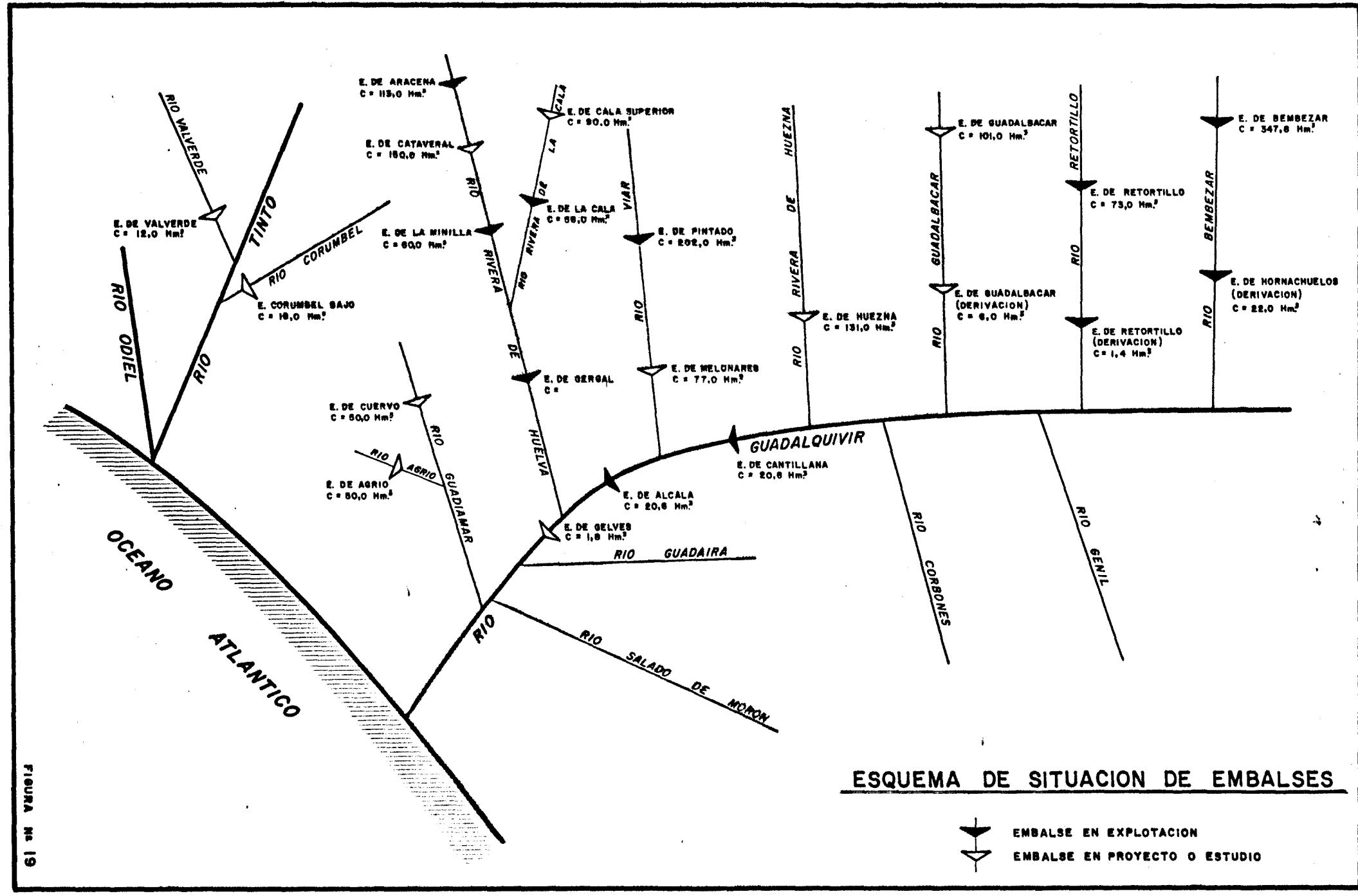
La situación actual de los embalses existentes en la zona de estudio queda indicada en el Cuadro nº 32 y expresada gráficamente en la Fig. nº 19.

CUADRO Nº 32GRADO DE REGULACION ACTUAL

CUENCA	EMBALSE	CAPACIDAD EMB (Hm ³)	APORTAC.	APORTACION REGULADA (Hm ³ /año)	
				Demanda Uniforme G = 95%	Demanda Variable G = 90%
Bembézar	Bembézar	347	237	126	153
Retortillo	Retortillo	73	62	25	28
Viar	Pintado	202	156	86	102
Huelva	Aracena	115	95	51	57
	Minilla	60	204	33	44
	Cala(2)	56	105	19	19
	SUBTOTAL	231	309	103	120

(Datos obtenidos del Plan Hidrológico Nacional)

En el Cuadro nº 33 se expresan los indicadores de regulación en la situación actual, establecidos según subcuencas.



CUADRO N° 33

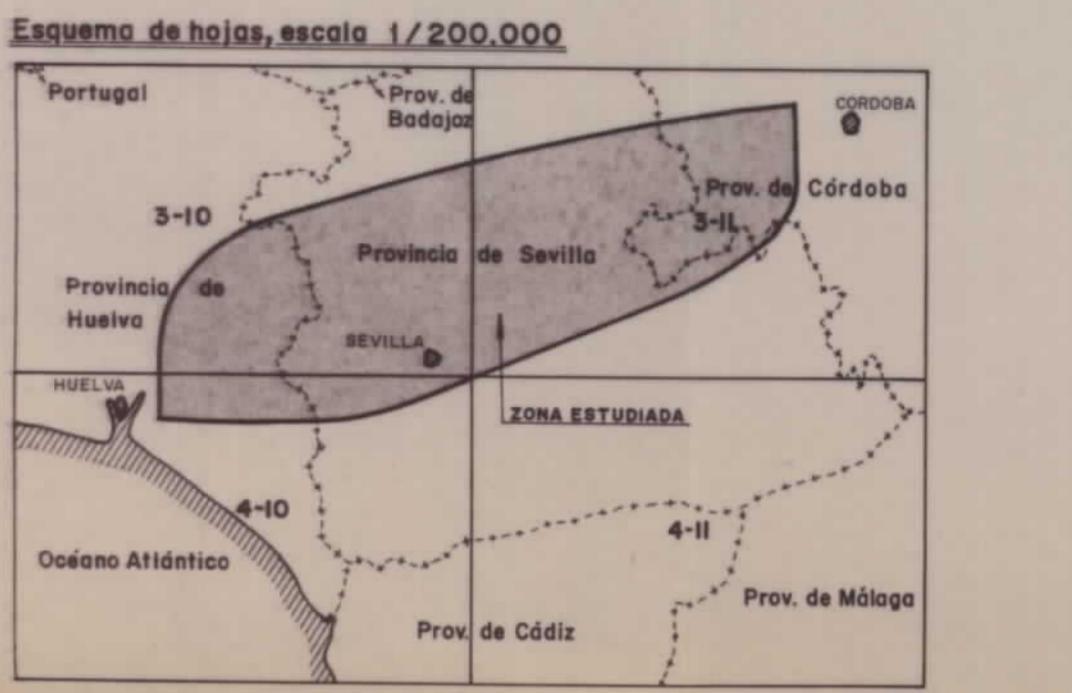
CUENCA	APORTAC. M. TOTAL (hm ³ /año)	CAPACIDAD EMBALSE (hm ³)	% CAPACIDAD DE EMBALSE	APORTACION REGULADA (hm ³ /año)	% REGULACION
Bembezar	285	347	1'22	153	0'54
Retortillo	75	73	0'97	28	0'37
Viar	170	202	1'19	102	0'60
Huelva	331	231	0'70	103	0'31
TOTALES	861	853	0'99	386	0'45

- Se puede observar que, en general, la capacidad de regulación de los Embalses situados en el área estudiada, es variable y que, en términos generales, es del 45% sobre la capacidad disponible.
- Destaca la capacidad de regulación de la cuenca del Viar -- (60%) y la mínima capacidad de regulación de la cuenca de - la Rivera de Huelva (31%), frente a las importantes aportaciones.
- Existen cuencas que en la actualidad no tienen regulación, (Guadalbarcar, Rivera del Hueznar, Guadiamar y Tinto), por - lo que los proyectos para construcción de nuevos embalses van encaminados a crear regulaciones en dichas cuencas y aumentar las en aquellas donde la capacidad de regulación es muy baja.

Los posibles Embalses futuros previstos en el Plan Gua-

dalquivir (2^a fase) se indican en el Cuadro nº 34 y Fig. nº 19.

RIO	DENOMINACION	CAPACIDAD	REGULACION
Guadalbarcar	Guadalbarcar	101	37
Hueznar	Hueznar	131	60
Viar	Melonares	77	60
Rivera Huelva	Cataveral	150	75
Rivera Cala	Cala Superior	90	76
Guadiamar	Agrio	50	35
Agrio	Cuervo	50	20
Corumbel	Corumbel bajo	18	50- 60



Esquema de hojas, escala 1/200.000



YENDA

<u>LITOLOGIA</u>	<u>PERMEABILIDAD</u>
Aluviones recientes.	Alta.
Terrosos.	Alta.
Conglomerados, arenas y limos.	Media - Alta.
Margas azules. Margas y arenas o techo.	Muy baja - Nula.
Mioceno de base: Conglomerados, brechas calcareas, calizas, areniscas y arenas fosilíferas.	Medio-Alta.
Calizas y dolomías.	Medio.
Areniscas y conglomerados.	Baja
Conglomerados, pizarras, areniscas, calizas, cuarcitas, grauwackas, basaltos, micases, granito etc.	Baja-Nula.
NCIA	
TAL	
ENTO	
O EN CONSTRUCCION	

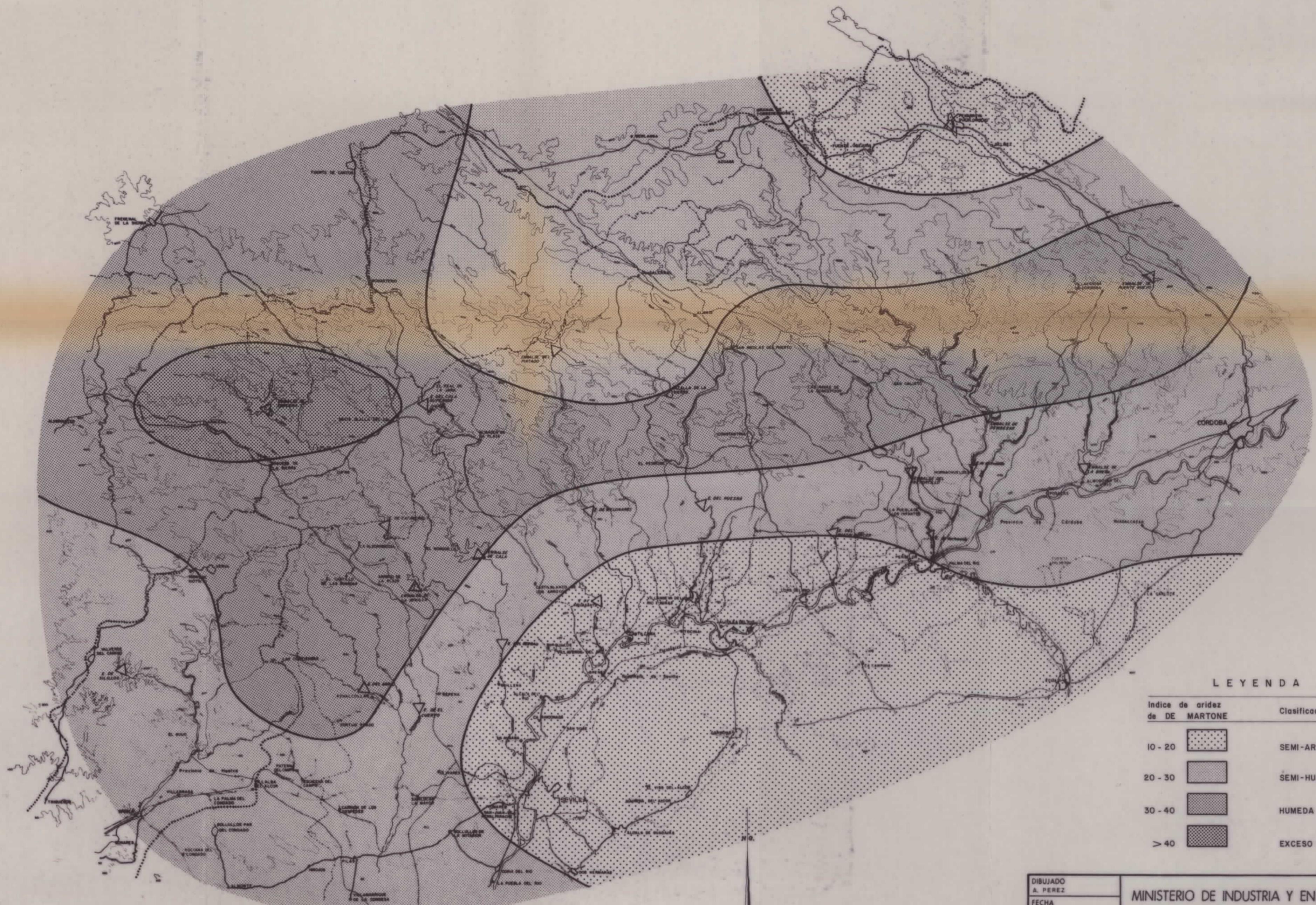
ESTERIO DE INDU
TUTO GEOLOGICO Y

UDIO HIDROGEOLOGICO ACTUALIZADO DEL CLAVE
SISTEMA ACUIFERO N° 26 EZIO3
"ZONA NIEBLA - POSADAS" 1.982 N III

PLANO DECLINACION

PLANO GEOLOGICO





ESCALA GRÁFICA
5 10 20 Km

DIBUJADO A. PÉREZ
FECHA DICIEMBRE DE 1982
COMPROBADO M. MARTÍN MACHUCA
AUTOR J. CRUZ CASCALES
ESCALA 1/400.000
CONSULTOR EPTISA

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO ACTUALIZADO DEL
SISTEMA ACUÍFERO N° 26
"ZONA Niebla - Posadas" 1982

CLAVE
EZ 1039
N III

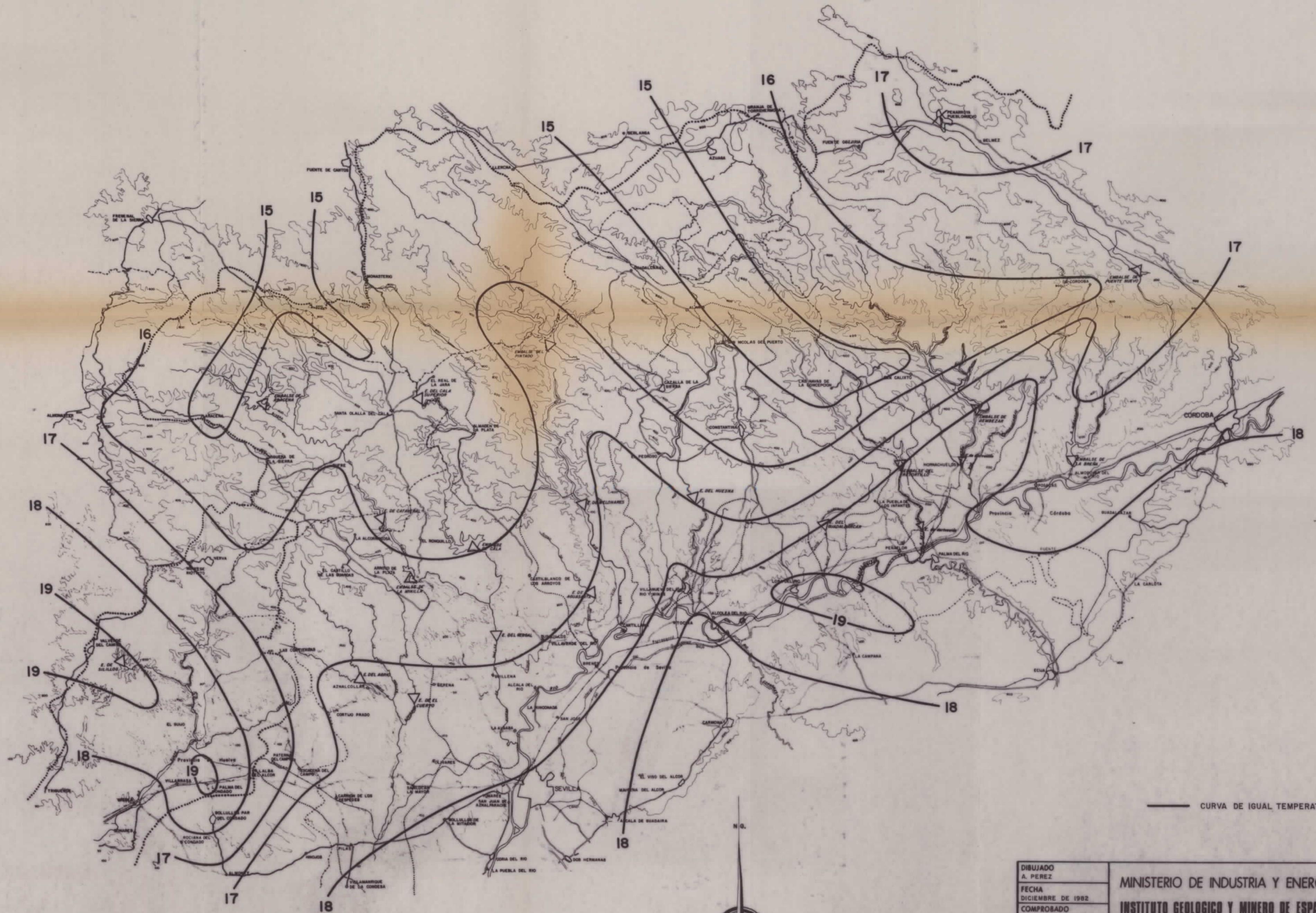
PLANO DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

3



CURVA DE IGUAL PRECIPITACION (mm.)

DIBUJADO J. C. PAHESA	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA DICIEMBRE DE 1.982.		
COMPROBADO M. MARTIN MACHUCA		
AUTOR J. CRUZ CASCALES	ESTUDIO HIDROGEOLOGICO ACTUALIZADO DEL SISTEMA ACUIFERO Nº 26 "ZONA NIEBLA - POSADAS" 1.982	CLAVE EZIO39 N 111
ESCALA 1/400.000		PLANO N° 5
CONSULTOR  EPTISA	PLANO DE ISOYETAS PERIODO 1.954-55 / 1.973-74	



DIBUJADO
A. PÉREZ
FECHA
DICIEMBRE DE 1982
COMPROBADO
M. MARTÍN MACHUCA

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO ACTUALIZADO DEL
SISTEMA ACUÍFERO N° 26
"ZONA NIEBLA - POSADAS" 1982



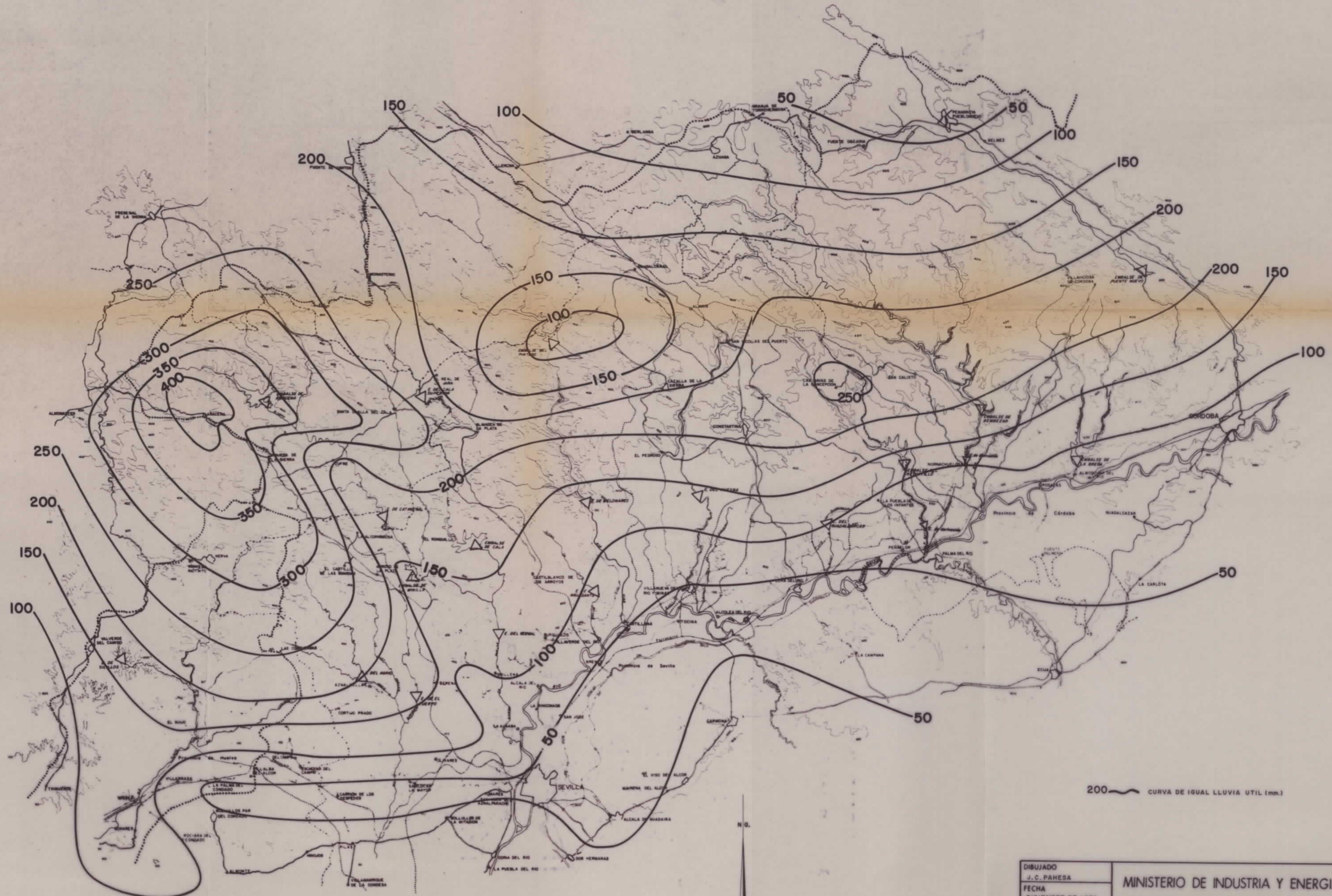
CLAVE
EZ1039
N III

PLANO N°
6

PLANO DE ISOTERMAS

ESCALA GRAFICA
0 10 20 km

AUTOR P. CARAVANTES Y
J. CRUZ CASCALES
ESCALA
1:400 000
CONSULTOR
 EPTISA



DIBUJADO
J.C. PAHESA
FECHA
DICIEMBRE DE 1982
COMPROBADO
M. MARTIN MACHUCA
AUTOR
J. CRUZ GASCALES
ESCALA
1/400.000
CONSULTOR
 EPTISA

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO ACTUALIZADO DEL
SISTEMA ACUÍFERO N° 26
"ZONA Niebla - Posadas" 1982

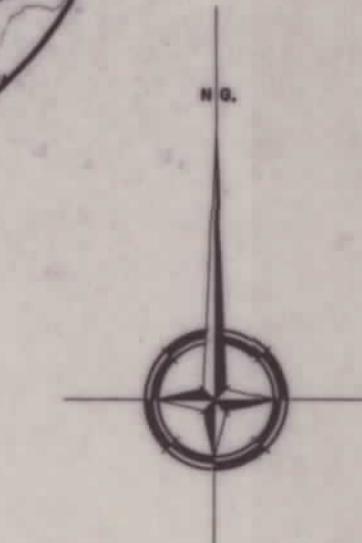
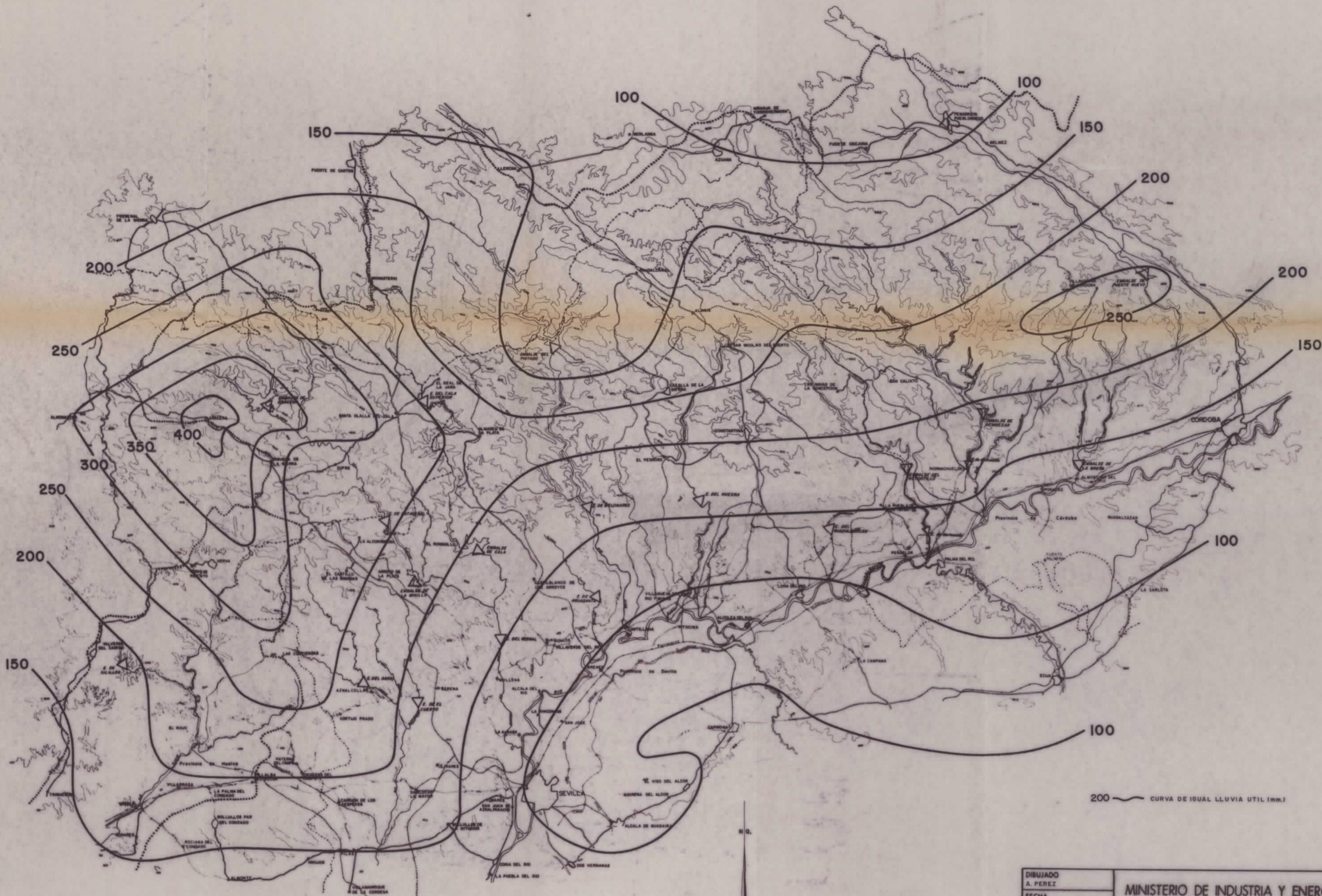
CLAVE
EZ1039
N111

PLANO DE ISOESCORRENTE TURC

PLANO N°
7



ESCALA GRAFICA
0 10 20 Km



ESCALA GRAFICA
0 10 20 Km.

DIBUJADO
A. PÉREZ
FECHA
DICIEMBRE DE 1982
COMPROBADO
M. MARTÍN MACHUCA
AUTOR
J. CRUZ CASCALES
ESCALA
1/400.000
CONSULTOR
EPTISA

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO ACTUALIZADO DEL
SISTEMA ACUÍFERO N° 26
"ZONA Niebla - Posadas" 1982

CLAVE
EZ1039
N III

PLANO DE ISOESCORRENTE COUTAGNE
LLUVIA UTIL (mm.)

PLANO N°
8



	Superficie Km ²	Precipitacion hm ³ /año	Aportacion estimada hm ³ /año
A	1937	1391	321 - 340
B	382	305	78 - 85
C	285	225	43 - 50
D	760	628	121 - 152
E	1800	1354	297 - 325
F	2020	1588	473 - 505
G	1280	921	198 - 224
H	1040 (Parcial)	782	195 - 234

LEYENDA

- LIMITE DE CUENCA
 - LIMITE DE SUBCUENCA
 -  EMBALSE EN FUNCIONAMIENTO
 -  EMBALSE EN PROYECTO
O EN CONSTRUCCION

ESCALA GRAFICA



**MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**



**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO ACTUALIZADO DEL
SISTEMA ACUIFERO N° 26
"ZONA NIEBLA-POSADAS" 1982**

**CLAVE
EZ1039
N III**

SITUACION DE CUENCAS Y SUBCUENCAS HIDROGRAFICAS

PLANO N°
9