

Las formaciones cuaternarias del delta del Llobregat

M^a Ángeles Marqués Roca

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

LAS FORMACIONES CUATERNARIAS DEL DELTA
DEL LLOBREGAT

Memoria realizada bajo la dirección del Catedrático Dr. D. Luis Solé Sabarís presentada por

M^a Angeles Marqués Roca

para aspirar al grado de Doctor en Ciencias Naturales (Sección Geológicas).

Vº Bº

El Director de la Tesis

Luis Solé Sabarís

Catedrático de Geografía Física
de la Universidad de Barcelona.
Director del Instituto "Jaime
Almera" del Consejo Superior de
Investigaciones Científicas.

Facultad de Ciencias, Universidad de Barcelona

Barcelona, 1974

Capítulo 5

FACTORES QUE INFLUYEN EN
LA EVOLUCION DEL DELTA

Evidentemente los factores que influyen y regulan de un modo más notable la evolución de un delta son principalmente : a) el clima; b) las características de la red fluvial; c) el régimen fluvial y d) las características de la cuenca de deposición.

El clima tiene una múltiple incidencia sobre la evolución deltaica puesto que condiciona el régimen fluvial, la vegetación, los procesos de alteración y el régimen de vientos. En realidad todos los factores que determinan el clima están íntimamente relacionados entre sí, pero dada la importancia específica de alguno de ellos, como por ejemplo las precipitaciones, los desglosaremos independientemente de un modo más extenso abarcando a toda la cuenca del Llobregat y otros en cambio, como el régimen de los vientos, lo centraremos especialmente en la zona del delta.

En cuanto al régimen fluvial su importancia estriba fundamentalmente en su acción sobre los procesos de erosión, transporte, y sedimentación que a su vez están ligados con la morfología de la cuenca. Por ello daremos en primer lugar algunas características de la cuenca tales como pendiente, sinuosidad, superficie, etc. y luego una serie de datos sobre el régimen.

El más complejo de los factores es el que hemos denominado características de la cuenca de deposición. En realidad se trata de un subconjunto de factores, a saber: a) procesos costeros (olas, corrientes y mareas) ; b) morfología de la plataforma y c) comportamiento de la cuenca con relación al nivel del mar (estabilidad, etc.).

a) CLIMA

El delta del Llobregat está situado en una región de clima mediterráneo litoral (SOLE, 19), constituyendo el propio Llobregat una zona de tránsito entre la parte N y S de la fachada costera, la primera con uno o dos meses secos (enero y julio) y la segunda con varios (enero-febrero y junio-julio) (ALBENTOSA, 1973).

Temperaturas

En cuanto a las temperaturas reproducimos el cuadro elaborado por CATALAN LAFUENTE et al. (1971) en el que se recogen las temperaturas mensuales del intervalo 1955 - 1964 de la estación del Prat de Llobregat (tab. 2), así como la curva de variación de las medias mensuales referidas al mismo período (fig 27).

Se puede observar la existencia de un mínimo térmico que corresponde al mes de enero, mínima de las medias mensuales (8,9° C) y un máximo que coincide con agosto ,máxima de las medias mensuales (21,7 ° C. En conjunto el delta se sitúa dentro de isoterma medias anuales de 16 y 17 ° C.

Precipitaciones

Seguidamente trataremos de las precipitaciones que afectan directamente al régimen fluvial, el cual a su vez es uno de los factores que influyen sobre la sedimentación deltaica. Por ello in-

	1955-56					1956-57					1957-58					1958-59					1959-60				
	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA
Octubre	14,9	13	7,5	16	16,0	16,0	2	3,0	20	15,7	23,5	17	0,2	24	16,7	23,0	12	0,2	24	16,9	22,0	19	7,5	30	16
Noviembre	20,0	6	3,3	25	12,4	21,0	7	3,0	20	16,0	20,0	5	4,5	30	12,8	20,5	3	4,0	13	13,1	20,0	22	4,5	15	1
Diciembre	20,0	25	2,0	11	11,2	15,0	V.	0,0	V.	8,4	15,0	5	1,5	18	0,1	16,0	Va.	5,0	27	11,2	20,0	26	3,9	20	1
Enero	17,4	25	1,7	1	9,7	19,0	7	-1,0	16	6,0	18,5	6	0,0	22	8,6	20,0	23	0,5	13	8,7	17,6	20	-2,8	17	1
Febrero	17,0	29	7,0	11	4,5	20,5	Va.	3,0	18	12,2	12,0	25	0,7	20	9,7	19,5	19	2,9	16	10,3	23,0	25	2,0	3	1
Marzo	22,0	1	3,8	11	11,6	19,5	30	4,0	4	12,6	23,5	13	1,9	12	11,7	21,0	31	4,8	15	12,9	20,4	2	6,0	22	1
Abril	22,5	30	6,8	10	13,7	23,0	19	5,0	10	13,2	22,2	23	3,9	13	12,4	24,8	18	7,0	11	14,8	24,0	10	4,9	2	1
Mayo	27,0	9	9,0	1	17,6	24,0	20	9,0	1	15,9	-	-	-	-	24,0	V.	6,5	4	17,0	29,8	28	7,5	1	1	
Junio	30,6	27	15,0	V.	19,2	29,0	30	11,0	11	19,6	25,2	3	13,5	14	20,0	29,0	25	13,0	1	20,0	36,0	21	15,0	V	2
Julio	32,0	19	15,0	4	23,2	32,0	9	19,0	20	22,0	31,5	31	15,0	23	21,5	31,0	25	13,0	8	20,0	-	-	-	-	-
Agosto	31,5	27	16,2	6	23,5	32,5	9	16,0	30	22,9	30,5	1	17,0	23	23,9	29,6	10	16,6	12	23,0	31,5	28	15,5	1	2
Septiembre	31,0	14	11,5	3	21,8	27,5	12	15,0	29	21,5	28,0	3	16,0	30	22,8	31,0	17	14,0	8	20,7	28,2	15	13,0	V	2

	1960-61					1961-62					1962-63					1963-64										
	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	°C MAX	DIA	°C MIN	DIA	°C MEDIA	
Octubre	26,2	2	6,5	17	16,0	27,0	8	7,5	21	17,9	27,5	4	7,8	30	18,3	26,0	1	9,2	3	17,3	16,8					
Noviembre	24,0	1	4,0	30	13,0	21,0	4	4,0	14	12,8	20,5	1	2,4	21	12,5	23,0	12	5,2	22	14,0	12,3					
Diciembre	17,5	5	0,3	23	8,3	21,7	13	0,0	20	11,15	19,5	16	-6,0	27	7,9	18,0	Va	-3,7	15	9,4	9,1					
Enero	18,5	31	0,3	16	8,9	21,5	13	-0,5	31	10,9	18,2	5	-1,1	29	8,2	16,0	3	0,0	30	7,8	8,9					
Febrero	23,0	6	3,5	21	12,1	18,0	22	-1,2	3	9,2	15,0	18	-1,8	3	7,7	21,8	27	0,0	V	10,1	9,6					
Marzo	17,0	31	0,6	16	8,5	26,0	29	1,0	15	11,6	25,0	16	3,8	25	12,4	24,8	22	-1,9	9	11,3	11,7					
Abril	24,7	24	6,6	1	16,0	25,0	23	6,5	15	13,7	23,0	11	2,8	1	13,0	21,9	21	6,0	3	13,4	13,8					
Mayo	31,5	16	7,0	1	17,6	27,5	4	8,0	14	16,3	30,0	29	8,2	17	15,8	27,0	18	11,0	12	19,2	15,2					
Junio	31,0	21	12,4	4	20,9	29,0	25	11,0	3	19,7	31,0	21	10,5	6	19,8	32,5	28	12,2	1	26,0	23,4					
Julio	32,2	12	15,0	2	23,4	31,0	36	13,5	2	22,0	34,8	13	16,2	15	24,1	35,0	10	15,3	11	24,5	21,7					
Agosto	30,5	28	16,3	22	22,9	32,5	29	16,8	10	24,2	34,0	3	13,0	30	22,3	34,9	3	14,9	24	22,0	23,2					
Septiembre	31,0	15	15,0	3	22,4	32,5	2	12,5	20	22,0	28,0	24	11,0	7	20,6	28,8	10	15,0	11	22,8	21,7					

Tabla. 2.- Temperaturas mensuales del período 1955 - 1964 en la estación del Prat de Llobregat. Según CATALAN LAFUENTE (et alt. 1971).

Temp °C

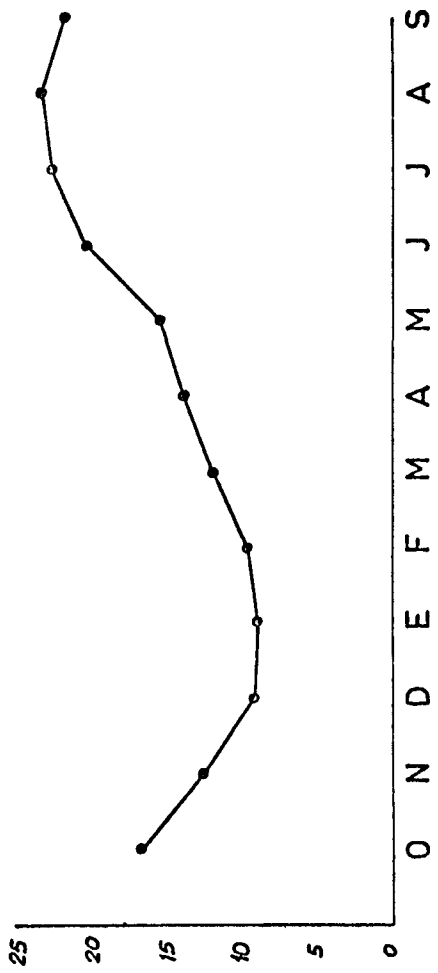


Fig. 27.- Variación de las temperaturas medias mensuales del período 1955 - 1964 en la estación del Prat de Llobregat.

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DEL PERIODO 1955-1964
(Estación Prat de Llobregat)

tentaremos dar una visión de conjunto de la cuenca del Llobregat mediante los mapas de las precipitaciones medias mensuales del período 1955 - 1964 (fig 28-3), indicando además los datos específicos (tab. 3) de la estación del Prat de Llobregat (CATALAN LAFUENTE et alt., 1971).

A través de estos datos se puede observar la existencia de dos meses con mínimos pluviométricos, uno invernal y otro de verano que corresponden respectivamente a los meses de enero y julio; también se pueden observar los bajos valores obtenidos para el mes de febrero. En cuanto a los máximos son bastante difíciles de establecer puesto que la cuenca del Llobregat pertenece a varias zonas climáticas cuyas características en cuanto a la distribución de máximos pluviométricos difieren bastante. Por ello en la zona de la cabecera, situada en el Prepirineo, se establece durante los meses de mayo y junio, y en cambio en el curso inferior y en el propio delta corresponde a los de septiembre-octubre.

La irregularidad interanual es de 2,05 y la intermensual de 3,05, según CATALAN LAFUENTE et alt. (1971), calculadas sobre los valores medios.

Otro dato interesante es la cantidad máxima de agua caída en 24 horas, que evidentemente influye sobre el régimen fluvial y las cargas sólidas transportadas. Durante el período 1955 - 1964 resulta que los aguaceros más frecuentes tienen valores que van de

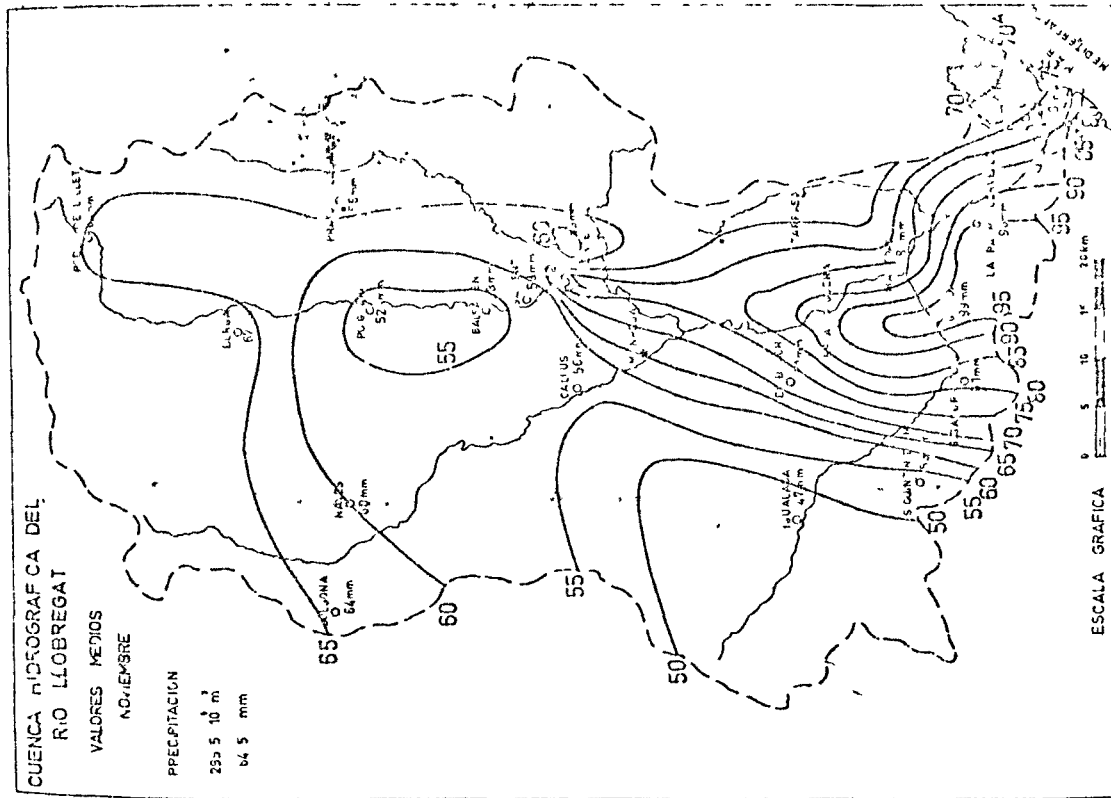


Figura. 29

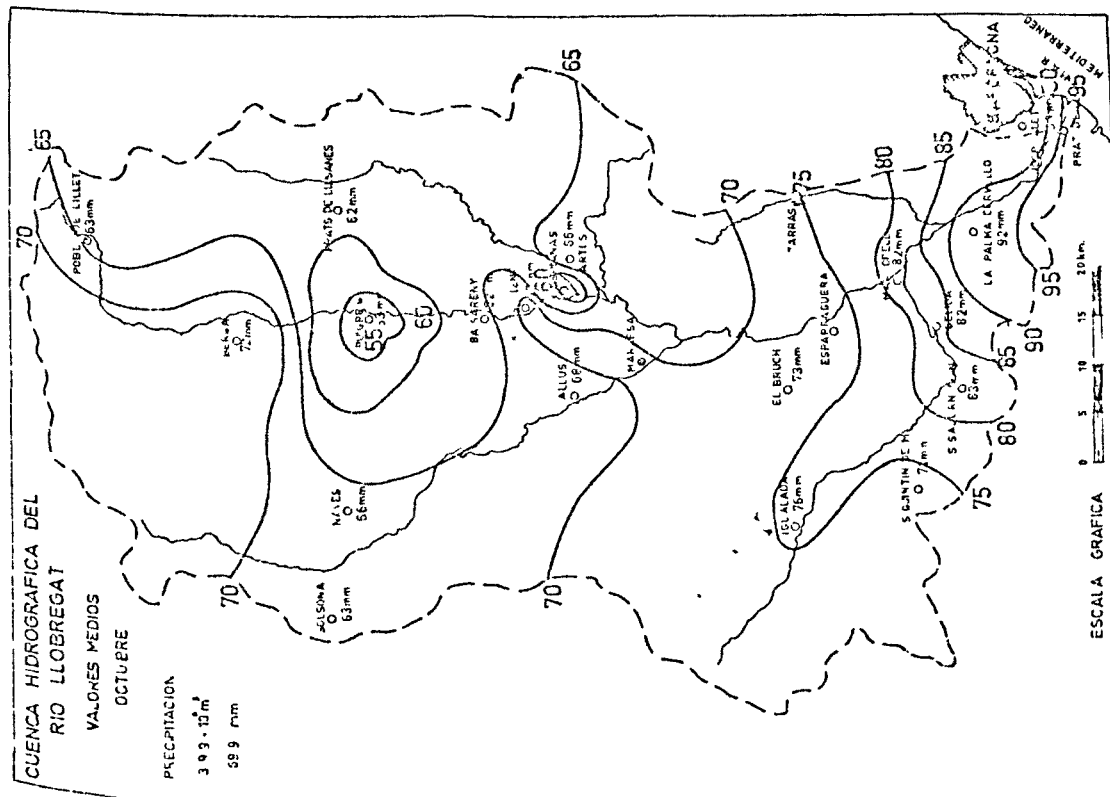


Figura. 28

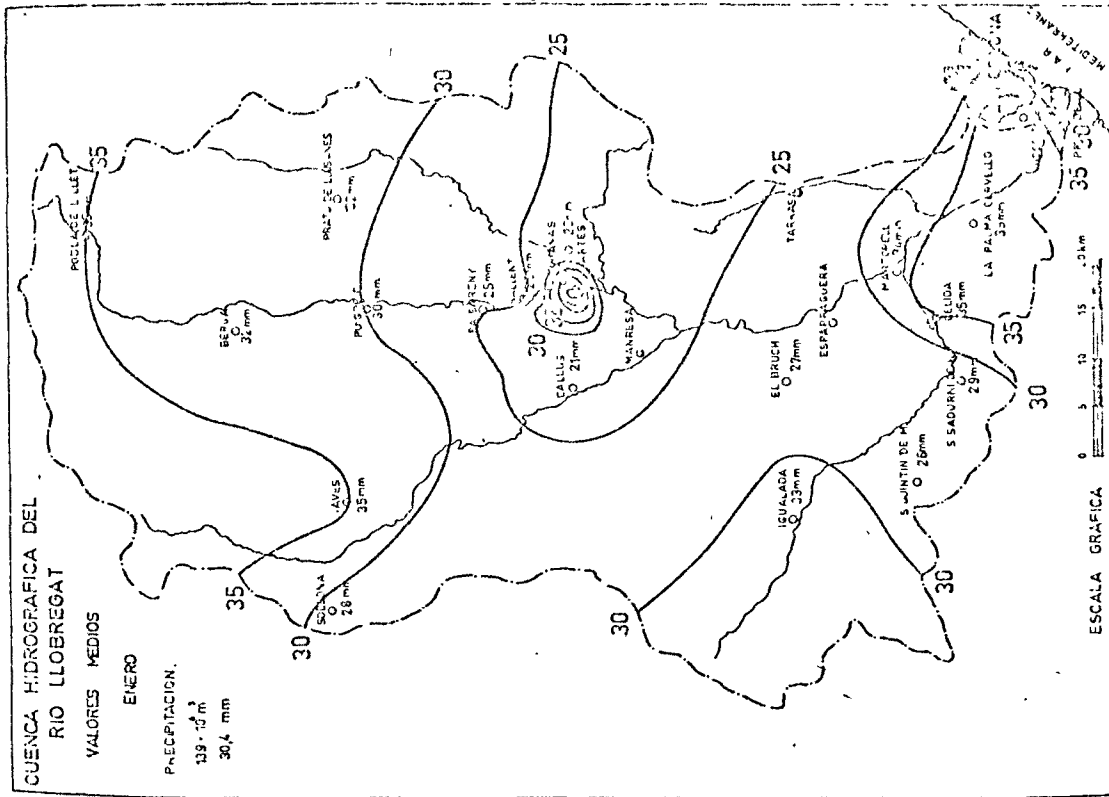


Figura. 31

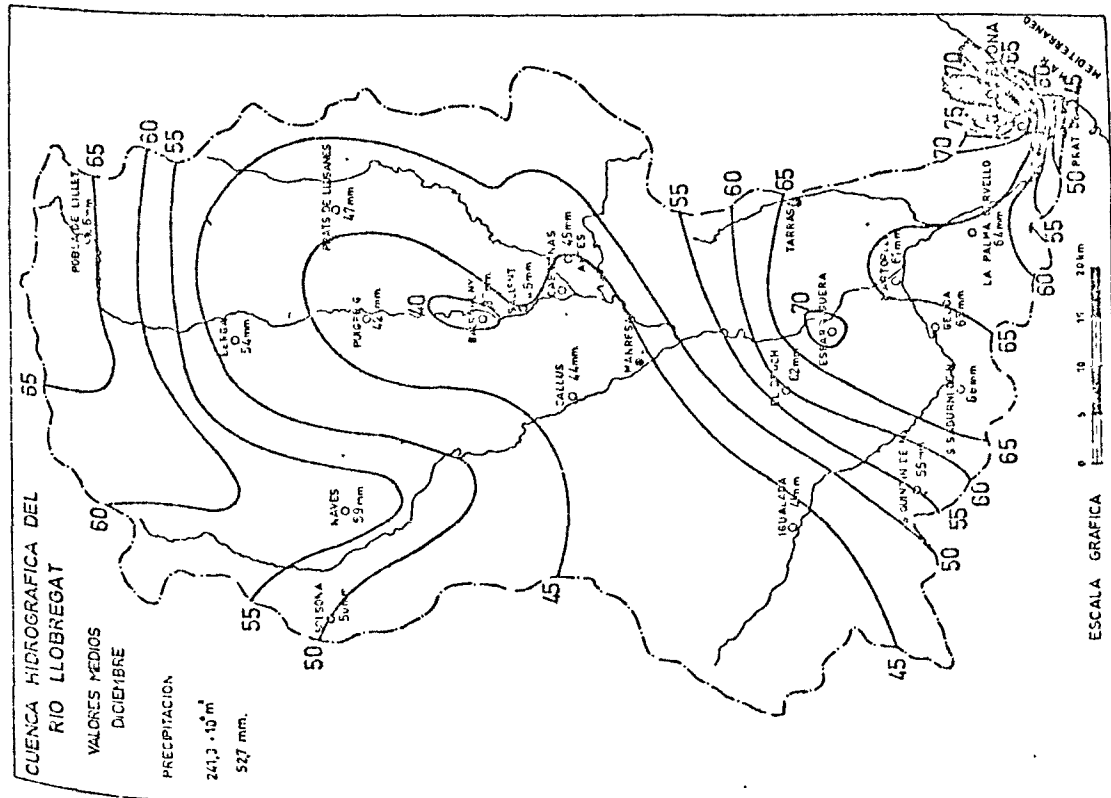


Figura. 30

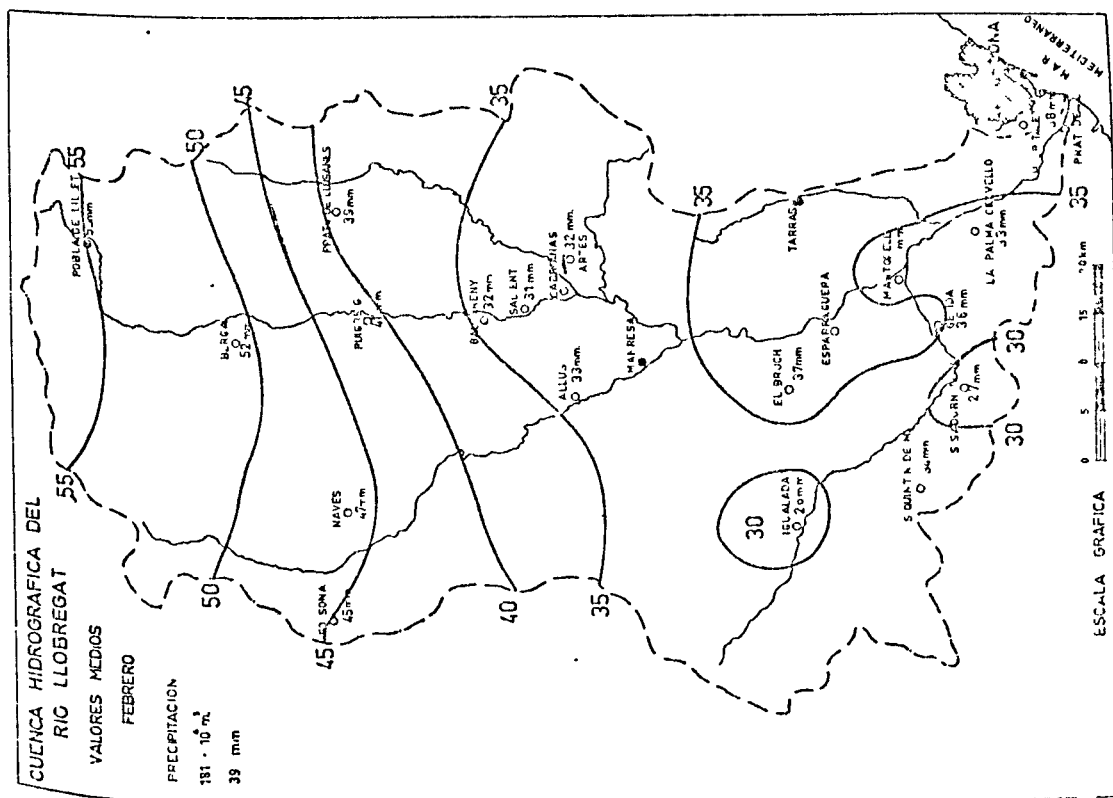


Figura. 32

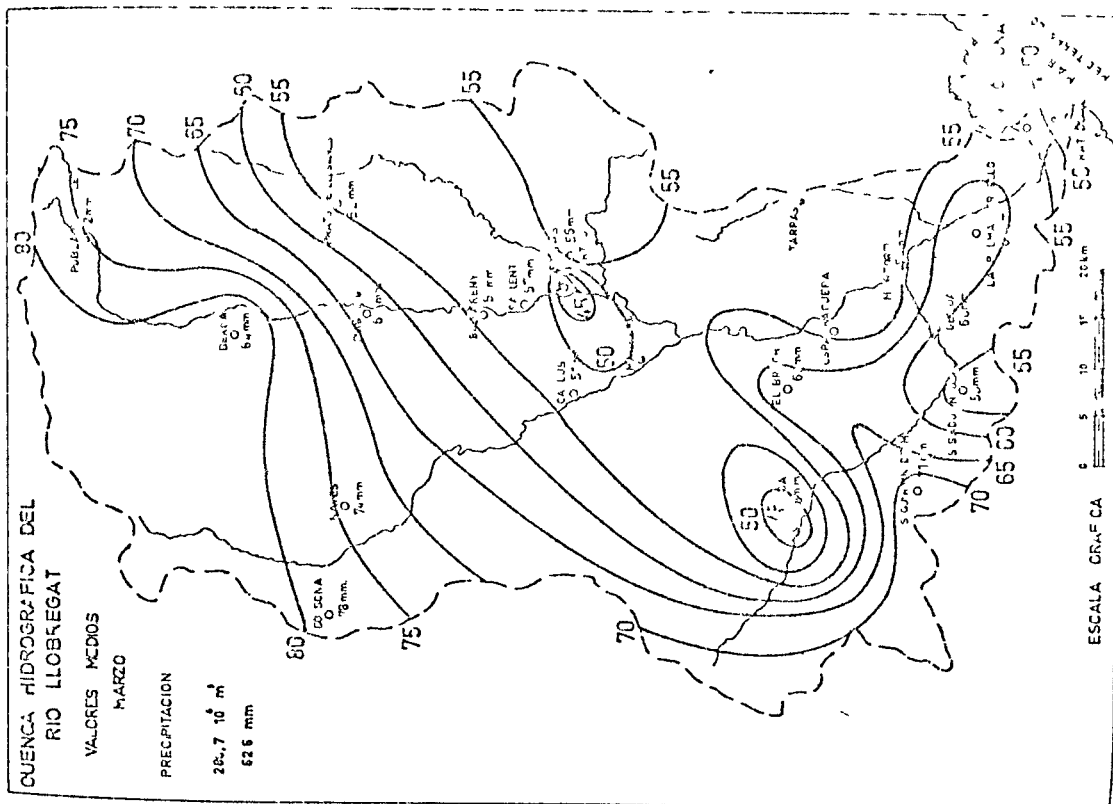


Figura. 33

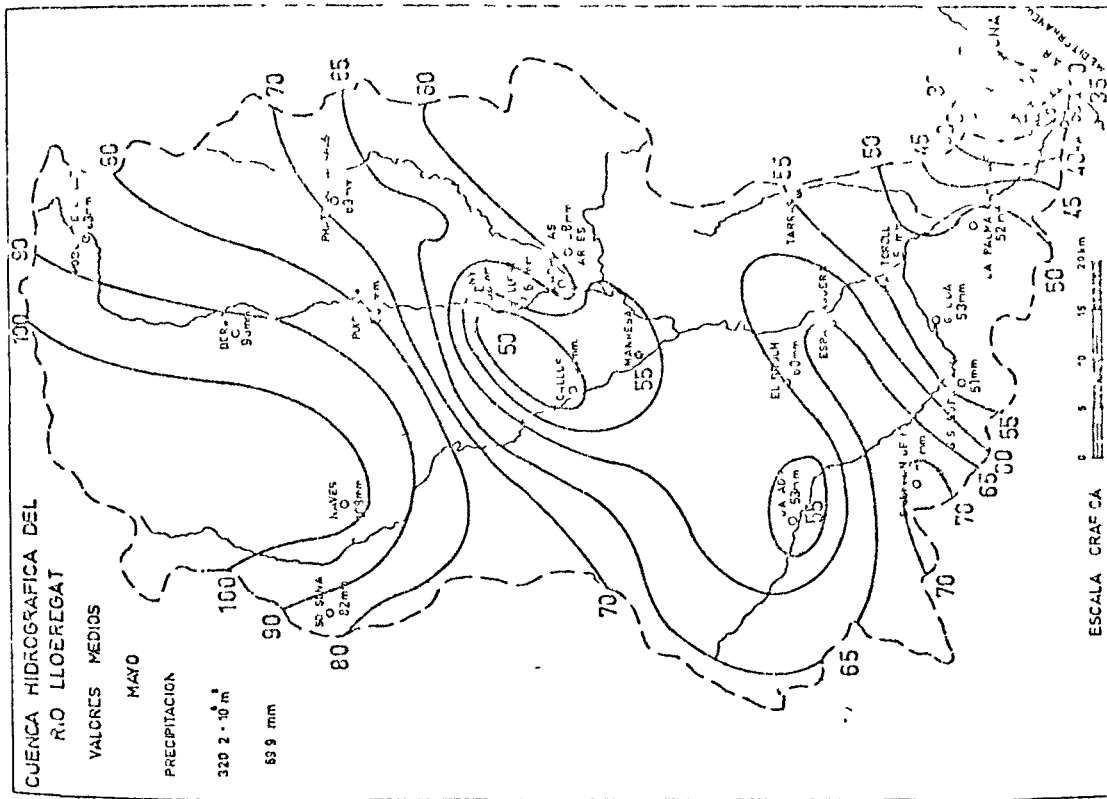


Figura. 35

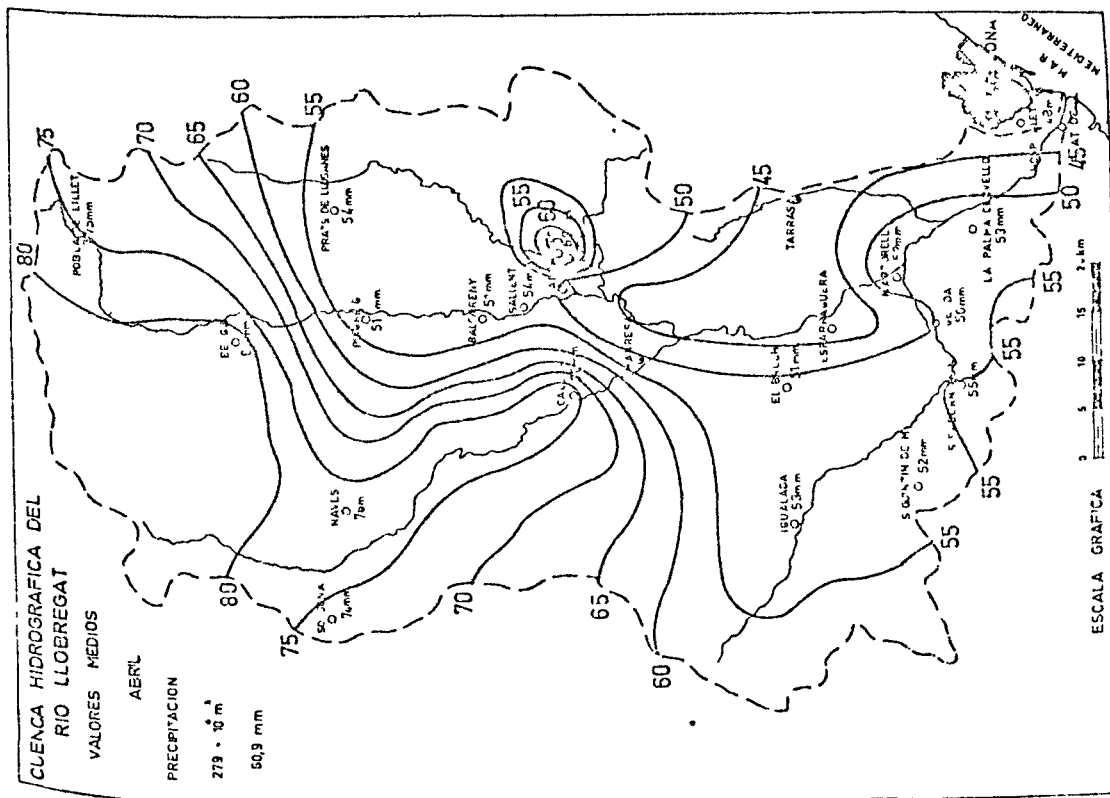


Figura. 34

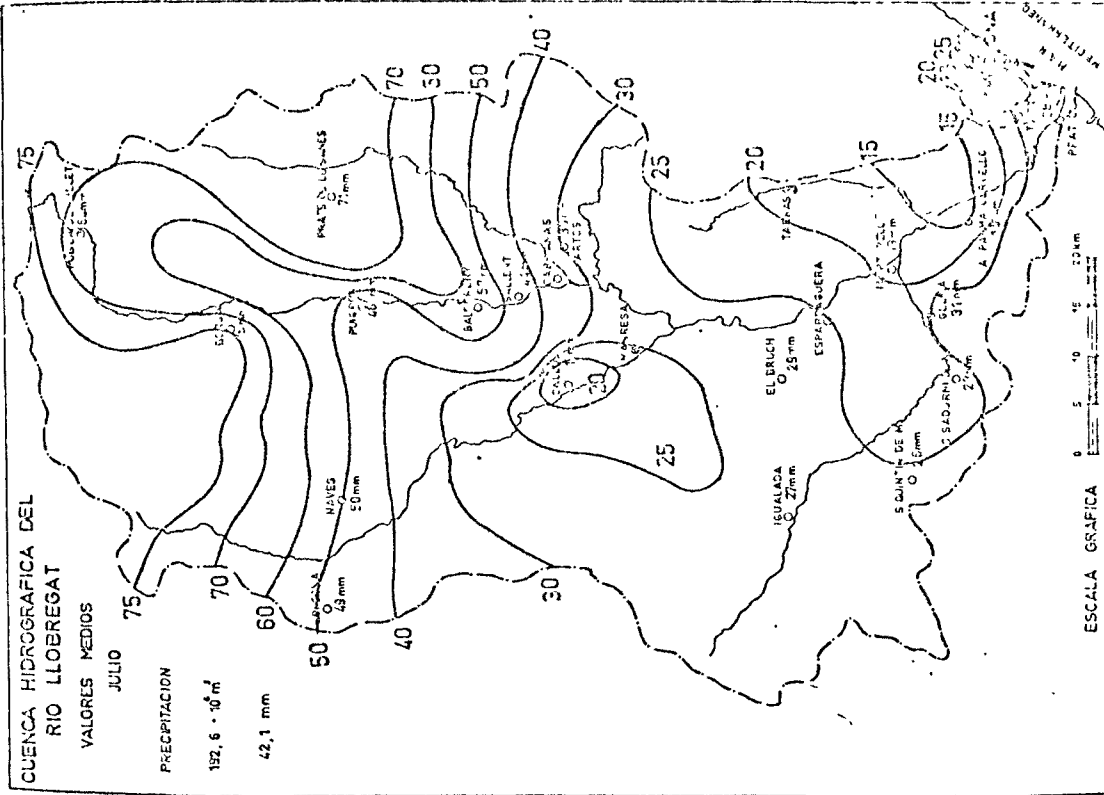


Figura. 37

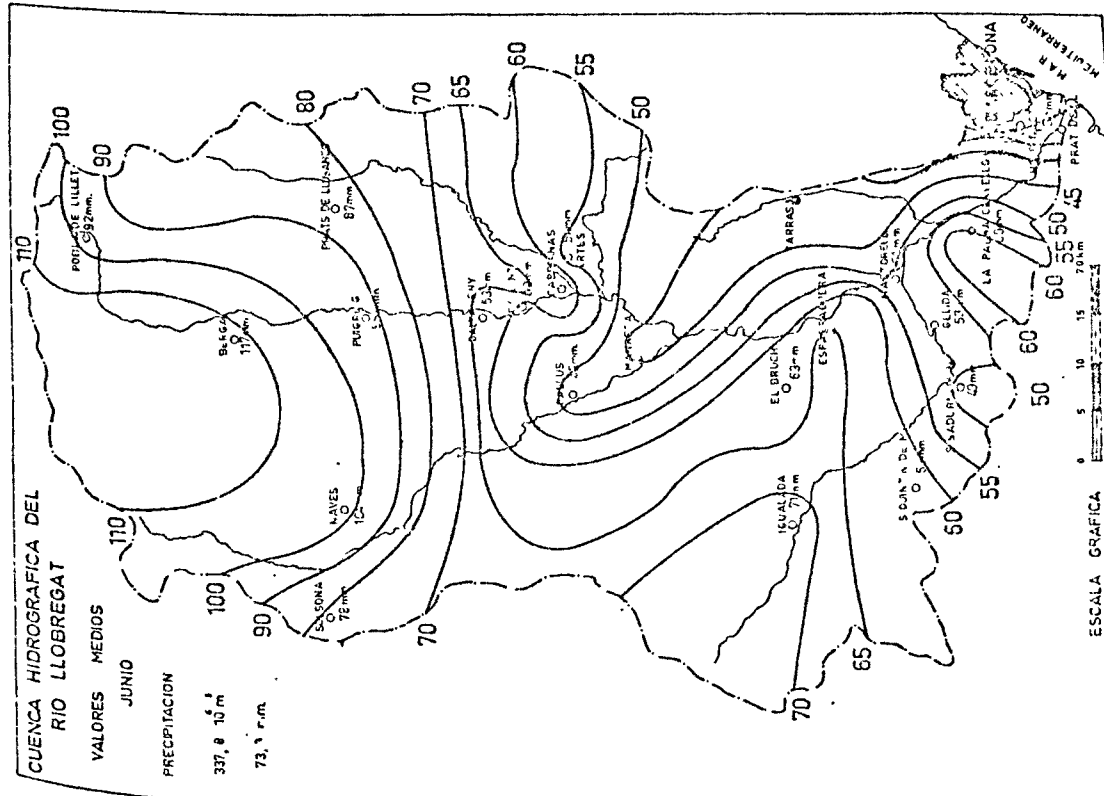


Figura. 36

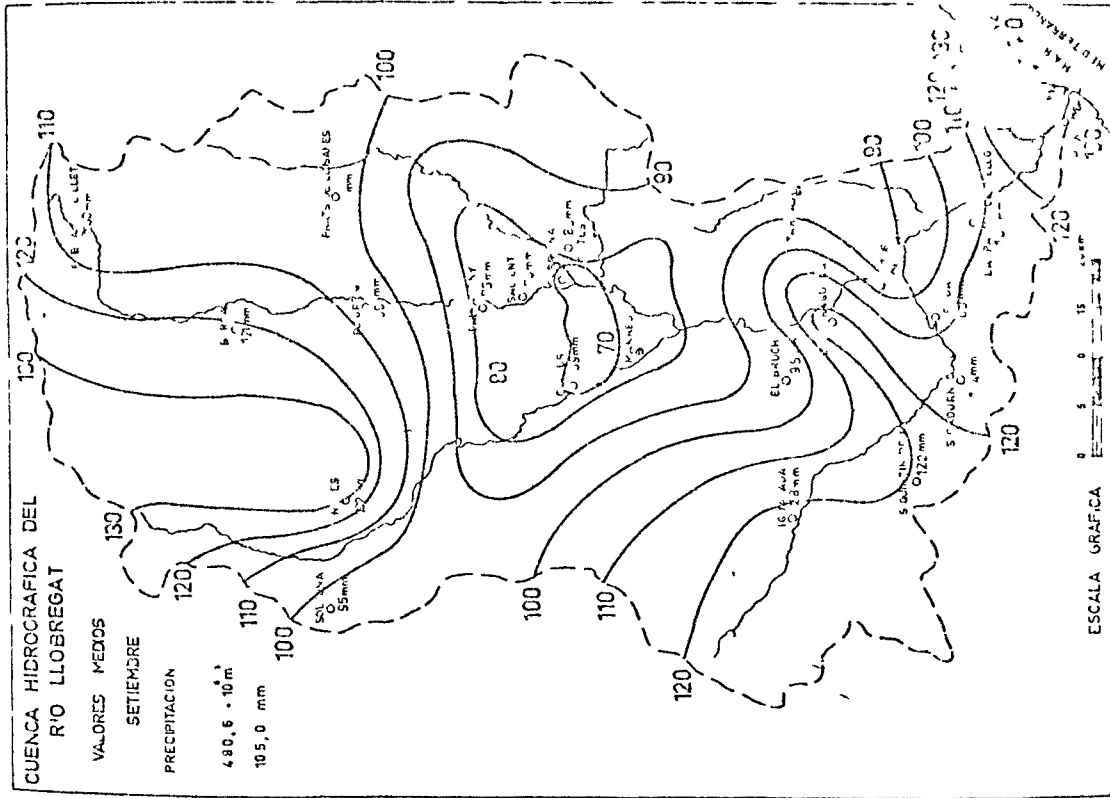


Figura. 39

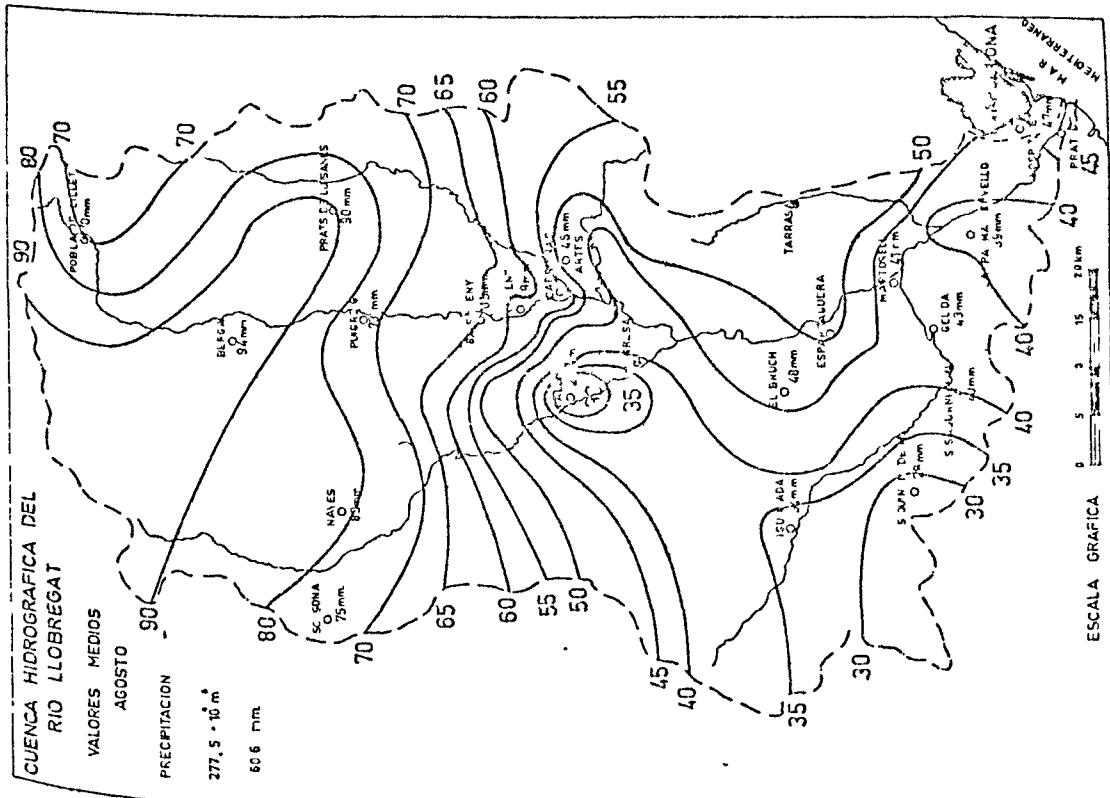


Figura. 38

EL PRAT DE LLÒBREGAT

DATOS PLUVIOMÈTRICOS

Mes	1955-56		1956-57		1957-58		1958-59		1959-60		1960-61		1961-62		1962-63		1963-64		Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua	
	Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua	Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua	Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua	Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua	Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua	Máx. Niv. de nieve	Máx. Niv. de hielo	Máx. Niv. de agua				
Octubre	214	470	21131	350	221052	442	20430	225	8531	310	281055	355	13216	11022	1029	635	131155	100	259110	9401	1792	
Noviembre	170	162	1511250	29	781	432	1554	230	9300	290	3090	30	50211011	30	13	2115	680	44	250	30723	69	1.33
Diciembre	256	170	1100	132	31472	325	1702	370	22176	80	23553	505	828	4017	508	300	22714	357	10412	30458	08%	
Enero	190	72	57	40	22351	305	2010	1010	11212	85	10517	305	22475	360	15711	260	13033	33	2200	1285	052	
Febrero	112	60	2355	195	1721	271	479	145	8390	122	1800	00	1130	110	24531	35	0550	255	15341	403705	0.7	
Marzo	626	270	2900	00	229	110	251036	305	9634	206	20432		627	200	516	08	12052	157	9382	10105	051	
Abril	562	176	10100	791	26317	144	1148	23	1467	348	30239	70	11512	2124	50	307	6124	165	39910	1320	07.2	
Mayo	160	372	23075	124	30772	320	1380	206	59100	70	20337	110	22581	555	14191	110	2424	124	539528	3521	07.2	
Junio	380	1011	522	750	1022	565	2125	210	107	300	1337	22	5161	271	1	523	123	1136	5327	5037	0.7	
Julio	44	28	22190	93	16330	255	1115	640	3075		245	127	73	1252	255	1203	03	0192	00176	0.7		
Agosto	471		654	290	5163	140	50471		220	165	51810	100	27	10259	45	151	300	00111				
Septiembre	250	105	25	240	2030	340	1700	20	537	137	4214	620	2132	150	50	12	54	124	54	172	30020	0.7
TOTAL ANUAL	27150	69070	18180	8924	5517	5957	6593	11722	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072
MEDIA MENSUAL	4012	5150	4015	6912	4599	4964	5195	5709	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227	4227

Tabla. 3.- Según CATALAN LAFUENTE et alt. (1971)

10 a 20 mm pero en alguna estación como la del Prat de Llobregat tienen una frecuencia prácticamente igual los de 10-20, 20-30 y 30-40 mm (basado en los datos de CATALAN op. cit.). En cuanto a los aguaceros máximos (superiores a 100 mm) suelen coincidir con los meses de máximas precipitaciones pero en general tienen una distribución bastante irregular. Por último, a partir del mapa de precipitaciones máximas anuales en 24 horas (ALBENTOSA, 1973), se pueden distinguir varias zonas de máximas, una de las cuales corresponde prácticamente con la del delta del Llobregat. (fig. 40 y 41).

Vientos

Otro elemento que define el medio físico del delta del Llobregat son los vientos, que actúan directamente sobre la superficie deltaica modificándola o bien indirectamente a través de su influencia sobre temporales, lluvias, etc.

Parte de los datos referentes a los vientos los hemos obtenido fundamentalmente de la tesis doctoral de A. TOMAS QUEVEDO (1958-59). En primer lugar distingue dos tipos de viento que denomina "vents dins", que van de mar a tierra y "vents fora" que soplan de tierra a mar. En el sector costero comprendido entre el delta del Ebro y Sant Feliu de Guixols los vientos correspondientes a la primera denominación son los de "migjorn", "xaloc" y "llevant", y a la segunda el "ponent" y el "mestral", por último señala la existencia de dos vientos de circulación paralela a la costa y de sentido contrario que son el "llebeig" y el "gargal". Además repro-

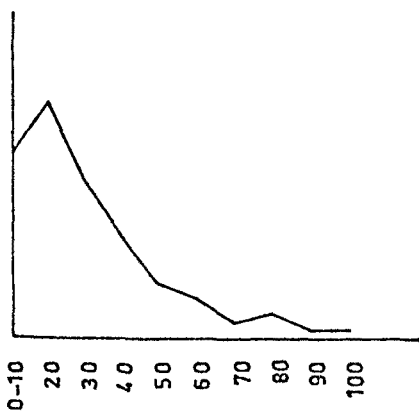
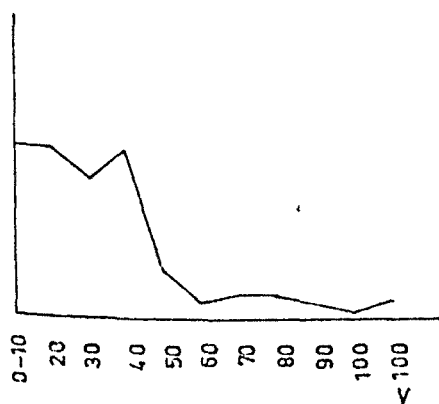
MARTORELLHOSPITALET DE LLOBREGATPRAT DE LLOBREGAT

Fig. 40

MAXIMA DE AGUA CAIDA
EN 24 HORAS.

AGUACERO MAS FRECUENTE.

Según CATALAN LAFUENTE et alt. (1971)

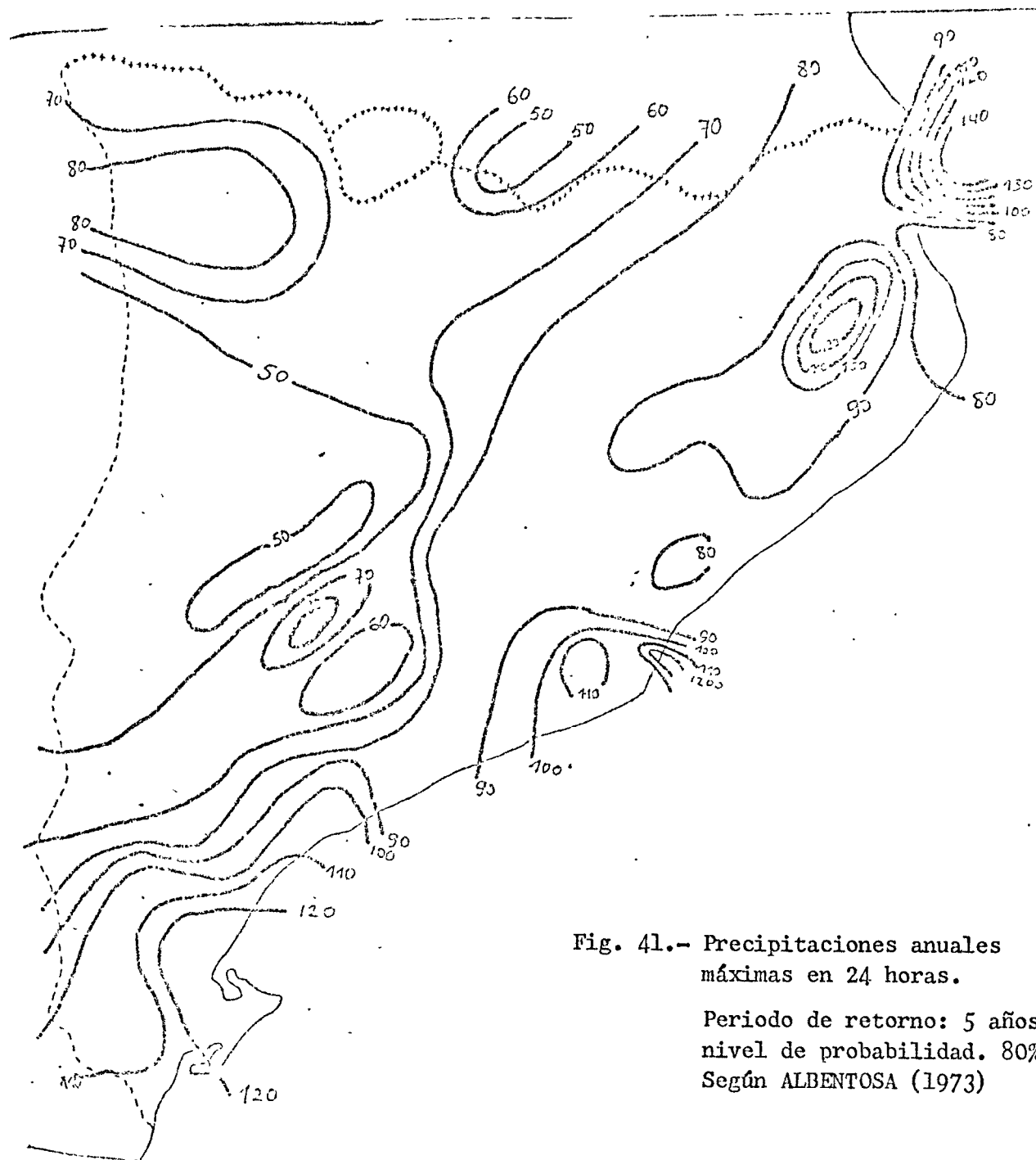


Fig. 41.- Precipitaciones anuales
máximas en 24 horas.

Periodo de retorno: 5 años
nivel de probabilidad. 80%
Según ALBENTOSA (1973)

duce la figura de una rosa de los vientos (fig 42) correspondiente a Caldas d'Estrach (Caldetas), realizada por ESTALELLA, (1922). En esta figura hay una superposición del perfil de la costa sobre la rosa de los vientos, y además se incluyen dos vientos de sector más amplio que denomina "garbi" y "llevant", dando a este último un sentido distinto en dos de los círculos. TOMAS QUEVEDO, después de su estudio sobre el "llevant" considera que debe rectificarse. Los motivos que le inducen a ello son que el "xaloc" es un viento más cálido y que sopla del sector comprendido entre el E y el ESE y que por tanto debe excluirse este viento del sector correspondiente al "llevant". Lo mismo ocurre con el "gargal" que proviene del NE. Por ello define el "llevant" como un viento que sopla del sector NE al E con predominancia del ENE (frecuencia superior al 62 %).

Más adelante señala que los vientos dominantes en esta zona de la costa catalana son los de poniente. Tal afirmación se basa esencialmente en unos gráficos de frecuencias de vientos durante las 24 horas del día, realizado por ALVAREZ - CASTRILLON (1922) con datos del observatorio Fabra (fig 43-46). En ellos hemos podido observar que las mayores frecuencias corresponden en invierno al sector que va del OSO al NNO soplando todo el día; en primavera las isolíneas se agrupan en dos zonas, una que corresponde al tercer cuadrante y mitad del cuarto y otra mucho más delimitada que se centra en el ENE. En verano la situación es bastante semejante a la de primavera en cuanto a los rumbos, pero las frecuencias aumentan notablemente para la dirección SSO que sopla de 7 a 21 horas,

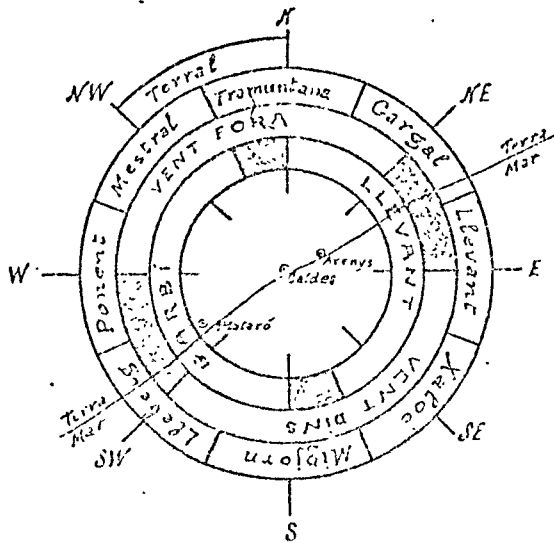


Fig. 42.- Rosa de los vientos según ESTALELLA (1922)

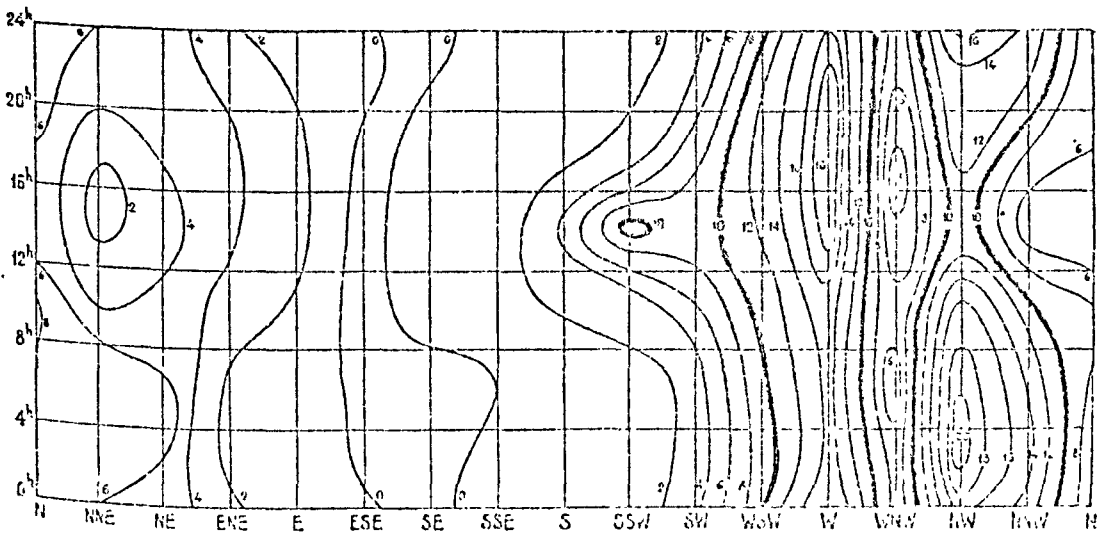


Fig. 43.- Frecuencia de los vientos durante las 24 horas del día.
INVIERNO, Período 1914 - 1919. Según ALVAREZ - CASTRILLON (1922)

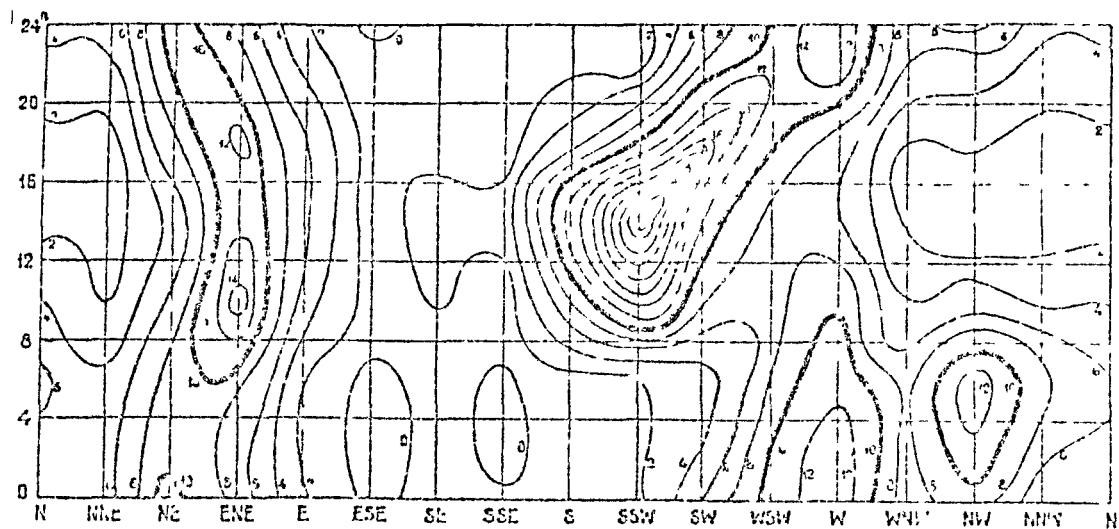


Fig. 44.- Frecuencia de los vientos durante las 24 horas del día.
PRIMAVERA. Período 1914 ç 1919. Según ALVAREZ - CASTRILLON (1922)

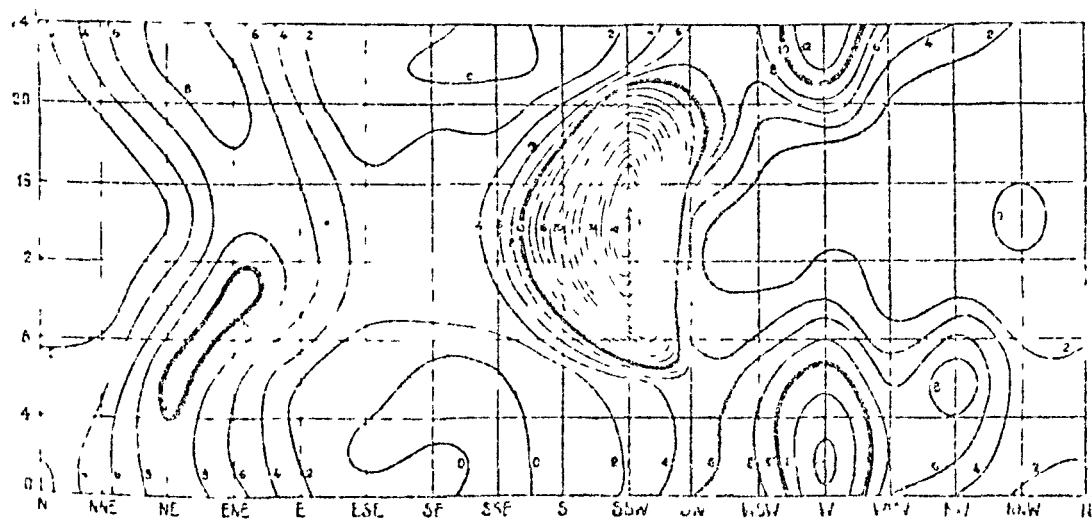


Fig. 45.- Frecuencia de los vientos durante las 24 horas del día.
VERANO. Período 1914 - 1919. Según ALVAREZ - CASTRILLON (1922)

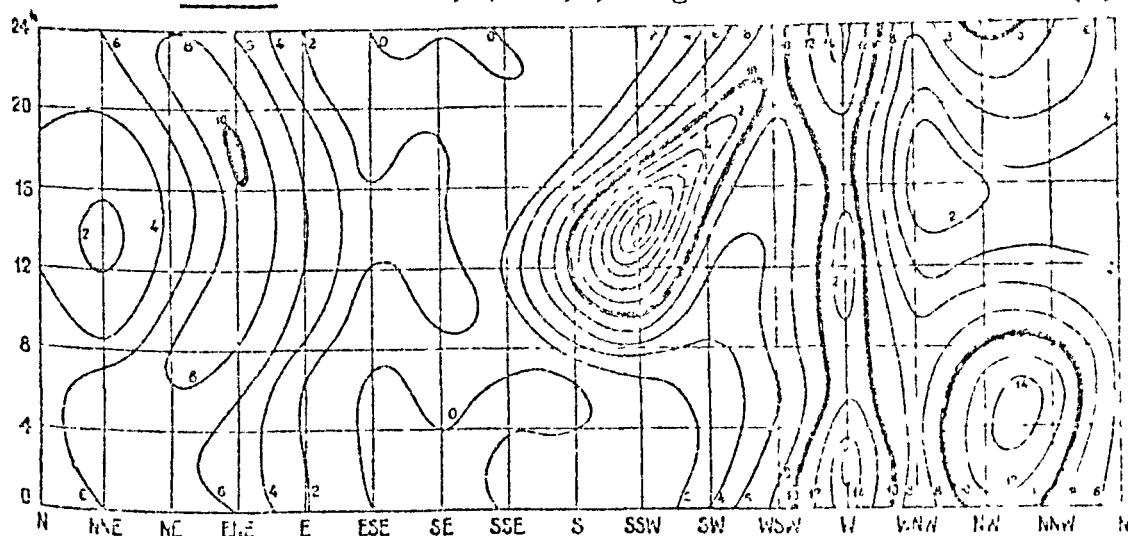


Fig. 46.- Frecuencia de los vientos durante las 24 horas del día
OTOÑO. Período 1914-1919. Según ALVAREZ - CASTRILLON (1922)

la componente 0, menos frecuente, sopla el resto de las 24 horas. Por último durante el otoño prácticamente desaparece el núcleo de la zona ENE y la del tercer y cuarto cuadrante se diversifica en tres que corresponden a un núcleo que se centra en el SSO, a otro que corresponde al NO-NNO y el último a un viento del 0 que sopla durante todo el día.

Según TOMAS QUEVEDO, una vez estudiados los vientos dominantes y vista la escasa frecuencia con que soplan ciertos vientos, sobre todo los del primer y segundo cuadrante, podría creerse que su acción es despreciable. Esta hipótesis es errónea puesto que especialmente el "llevant" es un viento de extrema importancia por su fuerza y por los fenómenos que desencadena. Se trata como hemos visto de un viento fundamentalmente del ENE que sopla de forma racheada, con ráfagas de velocidad superior a los 100 km/h, como los que, según ALBENTOSA (1973), se produjeron en los temporales de 1962 (126 km/h) y 1971 (110 km/h), aproximándose en algún caso a los 200 km/h. En general son vientos que proceden de ENE (pero que pueden hacerlo desde el E al NE). Son fríos y muy húmedos y pueden llegar a saturarse fácilmente mediante pequeños trastornos, por lo cual las masas de aire que transporta son potencialmente inestables. Por ello la convergencia de vientos de levante con ciertos fenómenos, tales como la existencia de una gota fría, desencadena fuertes temporales como los de 1920, 1948, 1962 y 1971 entre otros, que provocaron abundantes aguaceros los cuales a su vez causaron serias inundaciones en las cuencas del Llobregat y Besós. Debe tenerse en cuen-

ta, que el temporal de levante o "Llevantada" a veces , además de los fuertes vientos y de las anormales precipitaciones (por ejemplo el temporal de febrero de 1948 rebasó en un 667 % la precipitación normal de este mes), va acompañado de temporales de mar que en muchos casos, como afirma TOMAS QUEVEDO, obstaculiza la desembocadura al mar de ríos y cloacas y facilita las inundaciones.

Tenemos que hacer constar que los datos utilizados por ALVAREZ ! CASTRILLON (1922), proceden del observatorio Fabra, el cual está situado a una cota de 415 m sobre el nivel del mar y con posible interferencia de la Sierra de Collcerola (523 m). En el estudio de VIDAL y POTAU (1944) sobre la circulación en altura se incluyen los vientos desde 200 m hacia cotas superiores, lo que nos induce a pensar la posibilidad de variaciones con respecto a los vientos superficiales, tales como los registrados en el aeropuerto del Prat, zona más alejada de los relieves de la cordillera Litoral.

En líneas generales, en el aeropuerto del Prat se distinguen dos tipos de vientos según su regularidad; los primeros se clasifican como periódicos y los segundos como no periódicos (Informe del Servicio Metereológico del aeropuerto de Barcelona).

Los vientos periódicos son los más frecuentes y regulares de la zona. Existen fundamentalmente dos, las brisas de mar, que soplan en una dirección aproximada de 230° y las brisas de tierra que lo hacen sobre los 340°. Las primeras, como es lógico, lo hacen

en dirección de mar a tierra y durante el día, las segundas de tierra a mar desde el atardecer hasta media mañana del día siguiente, variando las horas de su inicio y terminación según la época del año (tab.4).

Los vientos no periódicos, con una frecuencia mucho menor, están originados ya sea por el paso de las borrascas o por los sistemas frontales; en general su influencia se centra fundamentalmente durante la primavera y el otoño. En general se sobreponen a las brisas y pueden alcanzar velocidades del orden de los 65 nudos (a lo sumo 1 o 2 veces al año), aunque los más frecuentes tengan una velocidad comprendida entre 1 y 2 nudos y raras veces (de 6 a 8 por año) alcancen valores de 40 nudos.

En la tabla 5 vienen indicadas las frecuencias en porcentajes de las direcciones del viento según su velocidad (expresada en nudos) en el aeropuerto del Prat en un período comprendido entre 1946-1952 (6 años). El viento más frecuente procede del SO, con una velocidad comprendida entre los 11 y 16 nudos (frecuencia del 10,4 %). En cuanto a las frecuencias de los vientos de mayor velocidad, superiores a 22 nudos, existen dos máximos, aunque poco representativos, de 0,3 % y 0,4 % que corresponden respectivamente al ENE y al SO.

Para tener una idea de la distribución de los vientos superiores a los 22 nudos, se ha utilizado la distribución de las rachas máximas mensuales durante los diez últimos años (1963-1973), que vienen tabuladas en la tabla 6 , y están siempre referidas

	Brisas de tierra dirección 340°	Brisas de Mar dirección 230°
INVIerno	Empieza a las 19,00 h Termina a las 11,00 h del día siguiente V = 2 a 18 nudos	Empieza a las 11,00 h Termina a las 19,00 h V = 2 a 20 nudos
PRIMAVERA	Empieza a las 20,00 h Termina a las 10,00 h del día siguiente V = 2 a 15 nudos	Empieza a las 10,00 h Termina a las 20,00 h V = 2 a 25 nudos
VERANO	Empieza a las 21,00 h Termina a las 9,00 h del día siguiente V = 2 a 10 nudos	Empieza a las 9,00 h Termina a las 21,00 h V = 2 a 30 nudos
OTOÑO	Empieza a las 20,00 h Termina a las 10,00 h del día siguiente V = 2 a 12 nudos	Empieza a las 10,00 h Termina a las 20,00 h V = 2 a 20 nudos

Tabla 4.-Horarios mas frecuentes de las brisas en el Aereopuerto del Prat del Llobregat.

Velocidad Dirección	De 1 a 11 nudos	De 11 a 16 nudos	De 16 a 22 nudos	Superior a 22 nud
N (360)	4.0	0.5	0.0	0.0
NNE (022)	1.1	0.4	0.2	0.0
NE (045)	2.0	1.0	0.3	0.2
ENE (067)	3.7	2.1	0.5	0.3
E (090)	4.0	1.3	0.1	0.1
ESE (112)	4.1	0.7	0.1	0.0
SE (135)	5.9	0.7	0.0	0.0
SSE (157)	2.6	0.4	0.1	0.0
S (180)	5.7	1.4	0.1	0.0
SSO (202)	7.9	4.9	0.3	0.1
SO (225)	8.9	10.4	1.9	0.4
OSO (247)	2.2	1.8	0.6	0.1
O (270)	1.2	0.5	0.1	0.1
ONO (292)	0.9	0.4	0.2	0.0
NO (315)	2.6	0.5	0.1	0.1
NNO (337)	6.9	0.5	0.1	0.1
Calmas	2.6			

Tabla 5.- Frecuencias en % de las direcciones del viento según su velocidad en el Aeropuerto del Prat del Llobregat en el período 1946-1952.

Año Mes	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
	Enero	090/34	330/27	300/46	315/48	315/41	300/31	360/39	270/33	270/43	315/35
Febrero	315/39	315/39	045/36	300/53	300/47	240/19	315/29	360/29	315/53	315/48	315/40
Marzo	300/42	300/40	270/51	225/33	060/35	045/23	315/32	315/54	225/39	270/41	045/39
Abril	300/26	225/30	315/34	240/47	090/37	225/19	045/41	270/39	090/27	090/46	270/32
Mayo	315/31	315/32	240/36	315/37	225/37	270/39	270/33	270/35	090/29	090/31	270/28
Junio	090/28	300/44	225/35	210/32	225/39	315/35	270/29	225/35	225/29	225/25	090/31
Julio	090/30	135/31	240/35	270/39	225/39	225/37	225/25	210/35	315/37	090/25	225/29
Agosto	090/32	270/33	300/36	090/43	150/39	045/29	045/29	180/31	315/37	225/23	090/25
Septiembre	090/41	045/31	180/39	135/30	060/19	270/19	225/23	225/23	090/31	045/31	360/27
Octubre	210/29	270/65	045/41	270/37	270/21	225/17	045/25	060/53	045/39	090/29	090/29
Noviembre	225/46	045/32	313/41	210/41	060/19	045/21	180/29	315/39	360/31	090/31	315/27
Diciembre	090/29	030/28	300/58	300/45	030/19	225/19	313/39	045/41	360/34	045/24	180/35

Tabla 6.- Vientos superiores a 22 nudos, rachas máximas registradas en el Aeropuerto del Prat del Llobregat cada mes, en el período 1963-1973.

al aeropuerto del Prat.

Proyectados estos datos (fig 47), podemos ver que los vientos del segundo cuadrante carecen de importancia tanto por su frecuencia como por su intensidad, y que las mayores intensidades se dan en el cuarto cuadrante (65 nudos a 270º, 58 nudos a 300º, etc.).

La distribución de estas rachas, según las estaciones del año (fig 43-46), coincide en líneas generales con los esquemas de ALVAREZ - CASTRILLON, pero presentando ligeras variaciones en la dirección, fundamentalmente en el cuarto cuadrante. Estas divergencias las atribuimos a la interferencia de la cordillera Litoral en el observatorio Fabra y a la existencia del valle del Llobregat, de dirección NO, en frente del cual se sitúa el aeropuerto. Por ejemplo, en invierno y primavera los máximos en el aeropuerto se sitúan en los sectores que van del NO al ONO y del NO al SO respectivamente, mientras que en el observatorio Fabra en invierno dominan los del OSO a NNO y en primavera los del SSO al SO, o sea con mayor influencia del S.

b) CARACTERISTICAS DE LA RED FLUVIAL

La cuenca del Llobregat tiene una extensión de 4948,4 km² y el río tiene una longitud de 156,5 km. Los afluentes más importantes son el Cardoner (1373,2 km²), el Noya (929,4 km²) y las rieras de Rubí (122 km²), de Marlés (173 km²) y Gabarresa (449,6 km²), (se-

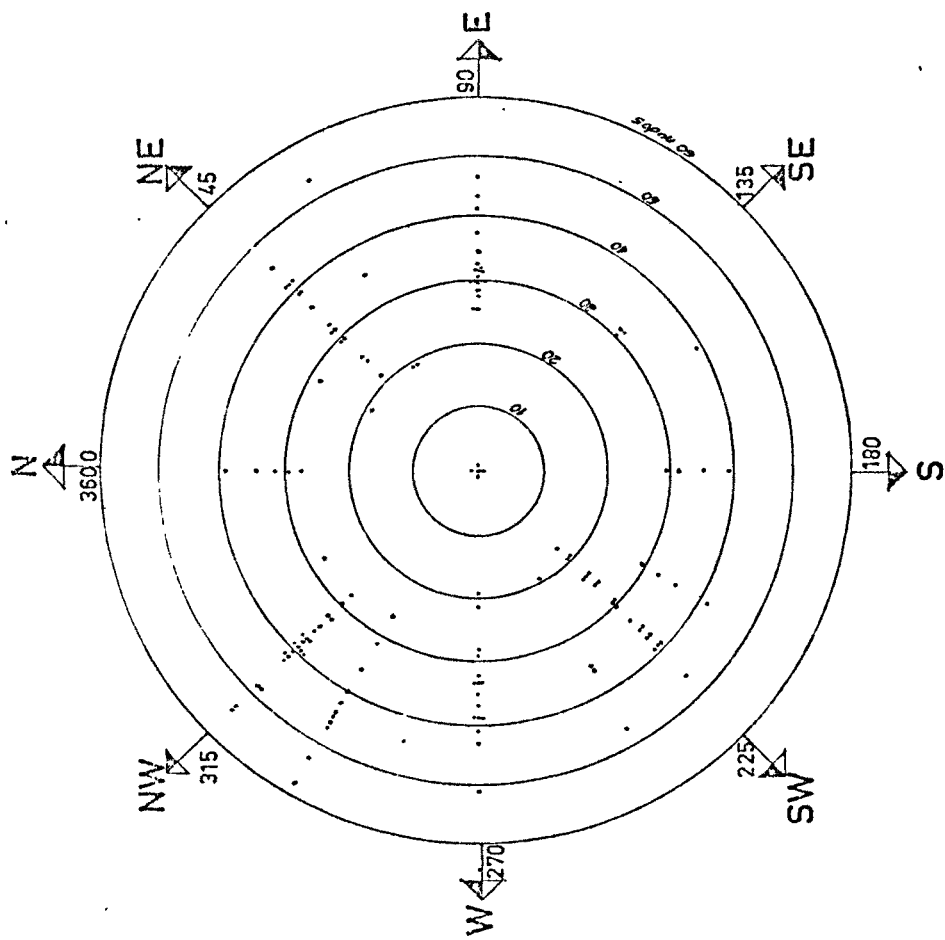
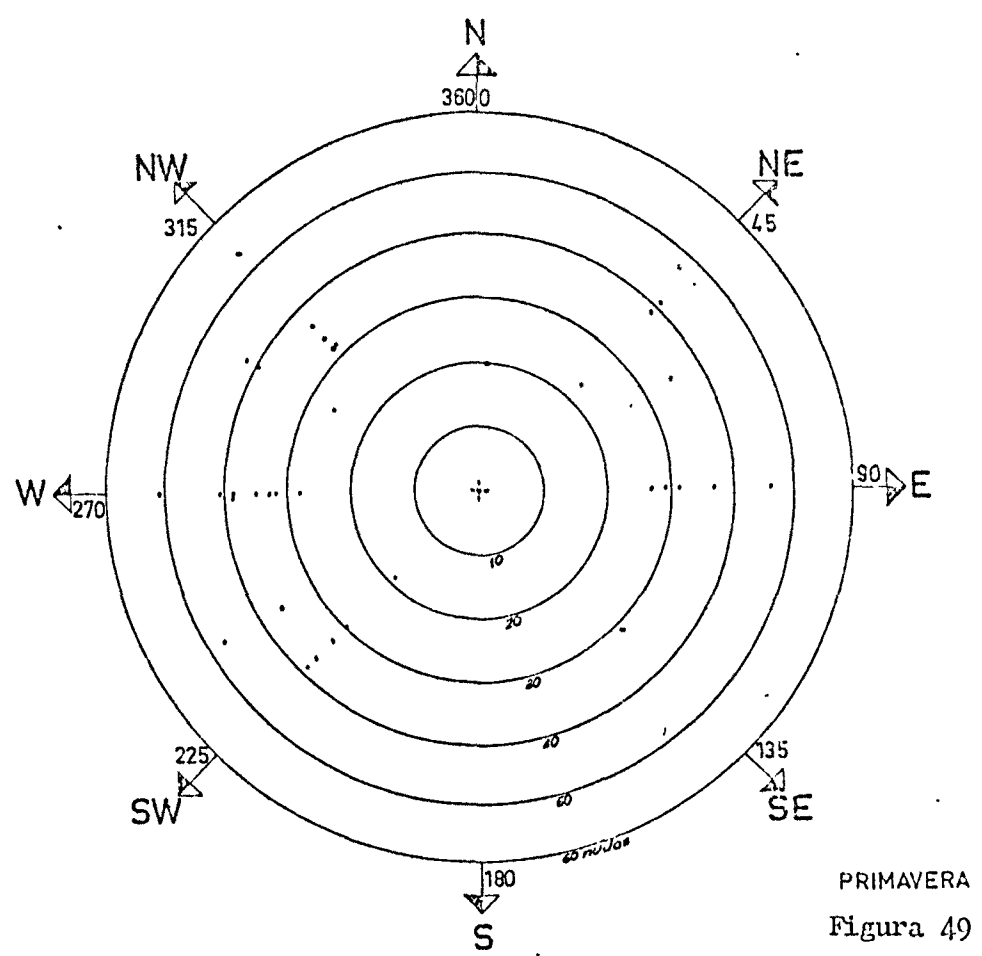
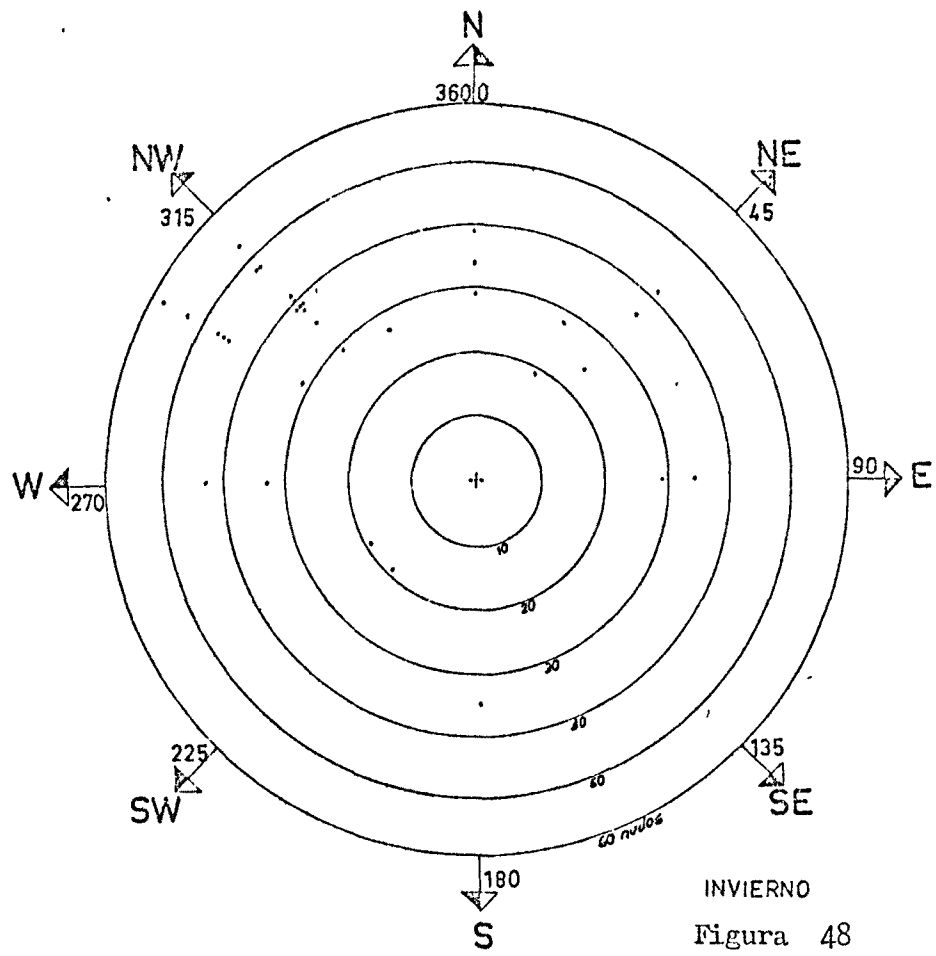
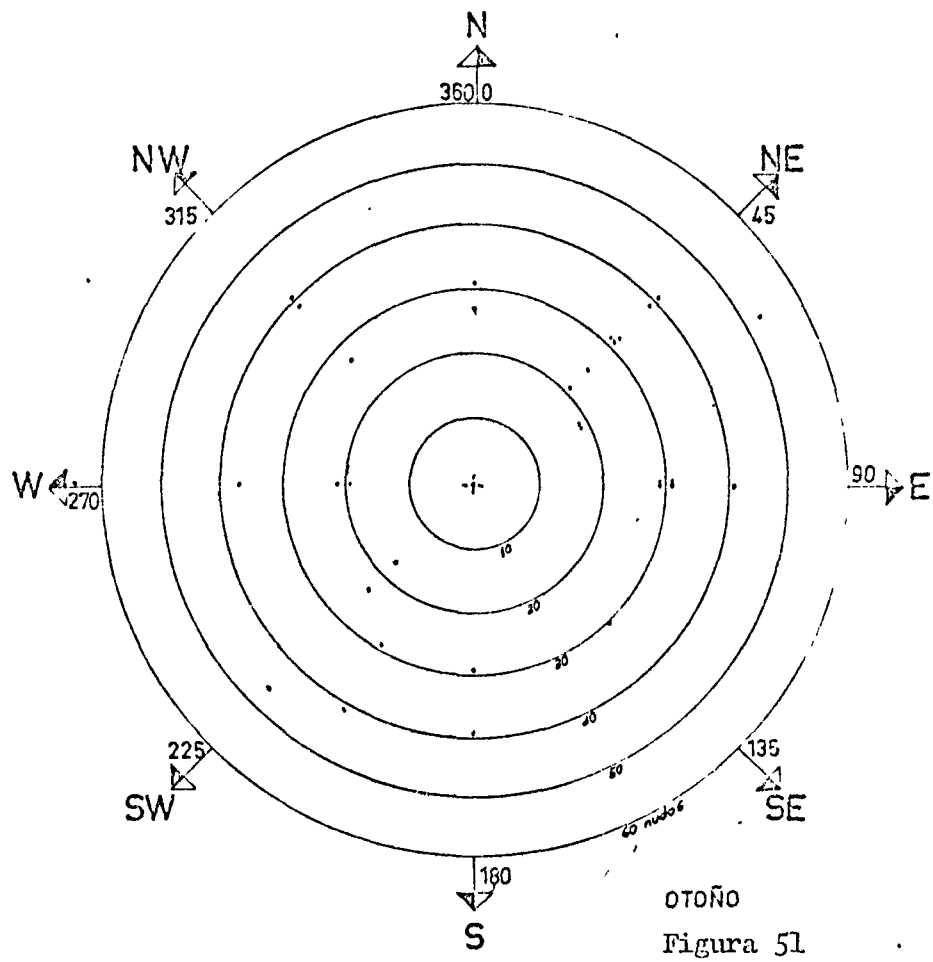
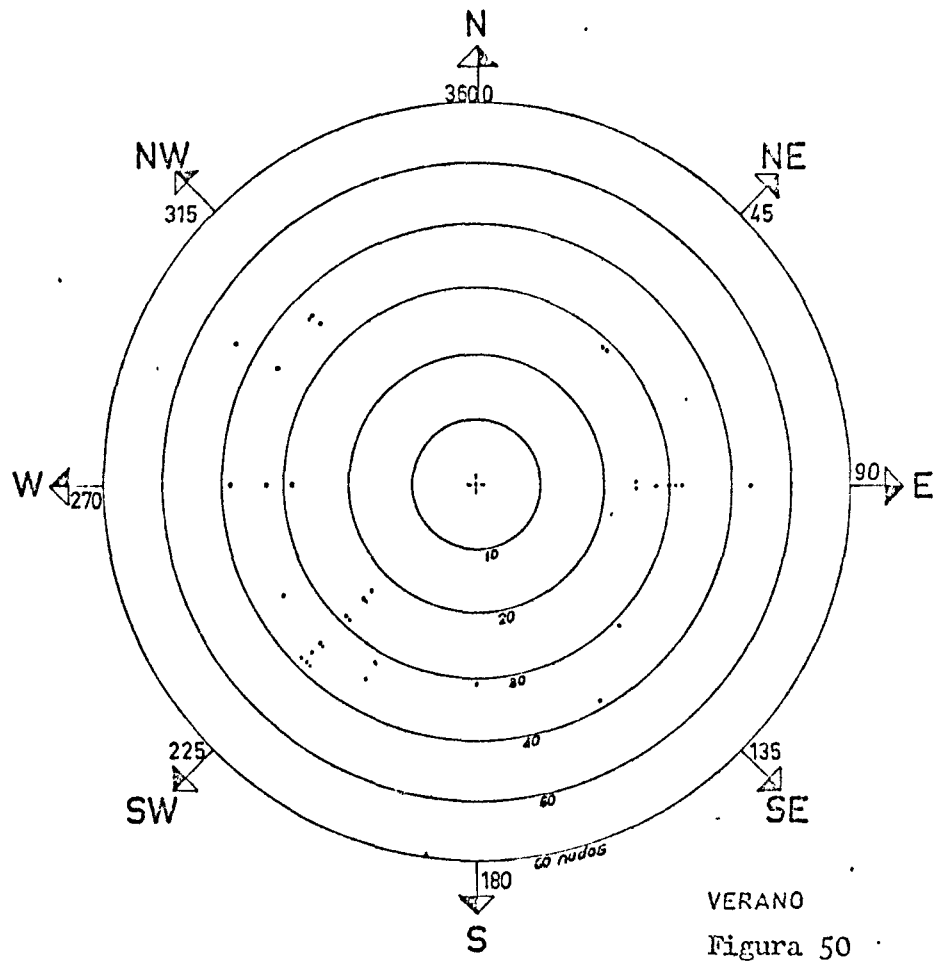


Fig. 47.- Distribución y velocidad de las rachas máximas mensuales durante el período 1963 - 1973. En el aeropuerto del Prat de Llobregat.





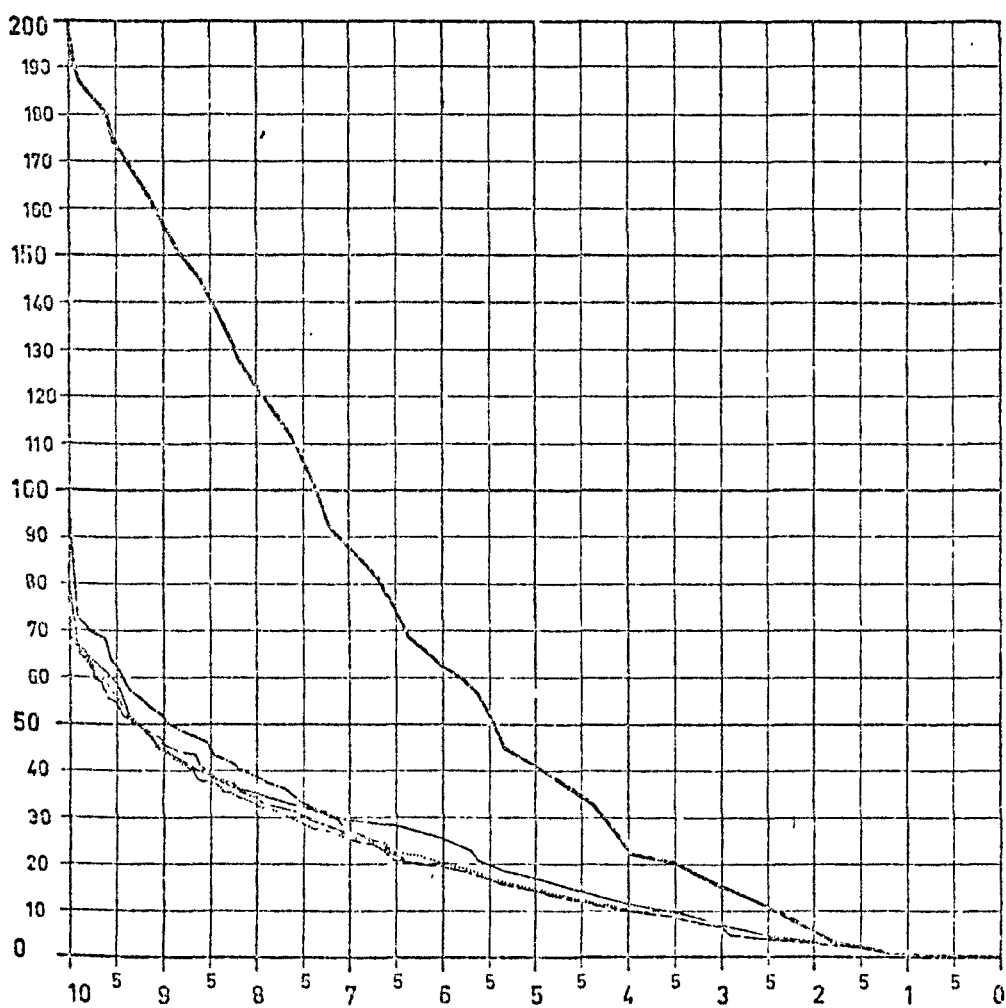
gún datos del Centro de Estudios Hidrográficos del Ministerio de Obras Públicas).

Un dato interesante que nos da idea del trayecto recorrido por los ríos es el coeficiente de sinuosidad, que es la relación existente entre la longitud total del río y la distancia en línea recta entre el nacimiento y la desembocadura. Los valores próximos a 1 corresponderán a trayectos poco sinuosos (el 1 indicaría un trayecto rectilíneo) y al contrario. CATALAN LAFUENTE et alt. (1971) calculan este valor para el Llobregat y sus principales afluentes (Tab. 7). Evidentemente los valores son bastante bajos especialmente en el caso de la riera de Rubí (1,20).

Este dato junto con la pendiente es muy interesante porque permite reconocer el carácter de la circulación del río, como por ejemplo el grado de torrencialidad. Así pues, las pendientes medias son: Llobregat 0,81 %; Cardoner 1,11 % ; Noya 0,82 % y Rubí 2,27 % (op. cit. sup.). Por último, el perfil longitudinal del Llobregat se acerca mucho al de equilibrio (SOLE, 1968), mientras que el de algunos de sus afluentes, entre los que destaca la riera de Rubí, está muy alejado del mismo. En la figura 52 reproducimos los perfiles longitudinales calculados por CATALAN LAFUENTE et alt. (op. cit.) según el método Javanovic, el cual, aplicando unos coeficientes de conversión, permite comparar en una misma gráfica cursos de distintas longitudes. Los ejes de coordenadas corresponden a los valores de x e y (x abscisas, y ordenadas). En este gráfico

Rfo	L	L'	L/L'
Llobregat	156'5	107'8	1'45
Marlés	46'8	35'6	1'31
Gabarresa	60'0	41'0	1'46
Cardoner	87'0	60'0	1'45
Noya	65'5	46'5	1'40
Rubí	31'0	25'7	1'20

Tabla. 7.- Sinuosidad según CATALAN LAFUENTE et alt. (1971)



PERFILES LONGITUDINALES
DEL RIO LLOBREGAT Y CUATRO
AFLUENTES

(Método de Jovanovic)

LEYENDA

- LLOBREGAT
- RUBÍ
- NOYA
- CARDONER
- MARLÉS

Fig. 52 .- Según CATALAN LAFUENTE et alt (1971)

quedan de manifiesto las diferencias notables entre los perfiles de la riera de Rubí y el resto de los representados. Este factor evidentemente influirá sobre la velocidad del agua, y por tanto en las condiciones de erosión, transporte y sedimentación, que también están condicionadas por el régimen fluvial.

c) REGIMEN FLUVIAL

El caso del Llobregat es un ejemplo de los ríos del sistema mediterráneo catalán con caudales poco abundantes, marcados estiajes, fuertes crecidas y elevada irregularidad. Las únicas modificaciones con respecto al tipo mediterráneo catalán estricto se deben a la situación prepirenaica de la cabecera.

En la tabla. 8 damos los caudales mensuales y las aportaciones totales anuales del período 1912 - 1971 referidos a la estación de aforos de Martorell. Hemos elegido esta estación porque es la más inferior de toda la cuenca y por tanto la que integra el mayor número de aportes, quedando tan solo excluidos los de la riera de Rubí por desembocar más al sur. Existe otra estación de aforo cerca de Sant Joan Despi pero los datos no son públicos.

Las aportaciones anuales tal como se puede ver en la figura (Aportaciones totales anuales del período 1912 - 1971 ...) oscilan, en un período de casi 60 años, entre $1347,5 \text{ hm}^3$ (correspondiente a 1959 - 60) y $270,0 \text{ hm}^3$ (correspondiente a 1957 - 58);

	OCTBRE	NOVBRE	DICBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPRE	AP. ANUAL
1912 - 13	81.40	56.50	53.30	52.20	47.20	74.20	111.20	124.30	86.80	75.30	68.00	72.80	903.20
1913 - 14	88.90	77.80	65.90	56.50	44.30	45.00	57.50	89.70	102.10	81.40	74.20	60.70	844.00
1914 - 15	38.80	41.70	45.00	46.10	41.60	54.40	78.00	166.30	159.90	80.60	54.40	46.70	853.50
1915 - 16	51.40	52.60	64.80	48.20	93.00	79.20	69.00	123.50	113.30	113.00	97.20	97.50	1002.70
1916 - 17	65.60	84.00	94.50	57.80	91.00	109.30	83.70	129.40	122.60	71.80	72.30	65.30	1047.30
1917 - 18	41.80	20.70	135.20	91.30	109.30	90.00	130.90	105.50	110.70	98.80	64.50	63.80	1062.50
1918 - 19	72.30	75.70	83.00	97.00	95.60	64.00	82.90	82.20	95.10	64.80	45.50	50.20	908.30
1919 - 20	230.30	116.90	107.10	90.80	88.10	104.70	80.00	77.70	63.80	96.90	94.50	97.40	1248.20
1920 - 21	47.10	77.80	66.70	52.00	45.00	53.00	52.40	162.80	81.40	43.10	58.90	46.10	786.30
1921 - 22	13.40	18.10	30.30	14.70	24.90	46.00	35.50	36.70	60.10	29.40	24.10	25.40	358.60
1922 - 23	95.90	78.00	66.40	31.90	25.40	24.40	40.40	90.30	56.00	41.00	33.20	47.20	630.10
1923 - 24	37.00	40.90	52.60	31.10	28.30	27.00	55.20	30.50	52.60	24.60	28.70	24.40	432.90
1924 - 25	37.00	42.00	39.60	19.00	30.00	39.10	38.40	39.10	45.40	37.00	24.60	20.20	411.43
1925 - 26	19.30	34.50	34.80	29.70	37.30	28.90	28.50	58.70	33.20	77.70	27.00	50.50	460.10
1926 - 27	39.60	99.80	46.30	25.40	19.80	28.40	25.70	64.30	37.80	23.60	20.40	25.10	456.20

Tabla 8.- Caudales mensuales y aportaciones totales anuales, en la estación de aforo de Martorell.

1927 - 28	21.20	43.00	54.40	40.70	27.30	81.10	73.90	72.30	54.20	30.30	16.60	25.80	530.80
1928 - 29	16.60	46.90	15.30	24.10	20.80	23.60	22.30	35.60	53.70	34.60	26.80	60.50	380.80
1929 - 30	52.80	35.80	26.50	85.70	87.80	153.20	67.40	61.60	114.80	64.50	47.70	45.40	843.20
1930 - 31	64.50	44.10	74.50	20.60	15.00	78.70	79.00	57.80	29.30	15.30	13.70	21.00	513.50
1931 - 32	33.50	35.50	18.20	13.70	12.80	33.20	57.00	66.20	84.20	97.20	30.00	34.50	516.00
1932 - 33	23.80	17.60	209.40	41.00	40.10	76.30	65.80	56.20	51.30	46.90	15.80	33.40	677.60
1933 - 34	54.90	96.20	77.90	85.40	56.10	50.10	150.90	172.70	74.70	33.20	34.60	39.10	925.80
1934 - 35	36.70	129.30	63.70	47.10	32.20	141.10	74.90	202.70	98.00	52.20	36.60	55.70	972.20
1935 - 36	32.40	30.30	52.20	56.50	71.40	126.40	127.30	190.10	169.80	50.10	43.90	86.80	1037.20
1936 - 37	39.10	86.80	77.70	49.00	59.80	68.80	61.20	82.20	55.50	41.00	33.50	114.80	769.40
1937 - 38	201.40	104.20	46.60	32.70	21.50	22.20	18.70	57.60	30.80	17.90	46.90	97.70	698.20
1938 - 39	63.20	37.30	114.60	48.50	61.40	58.70	98.20	81.70	71.50	32.40	50.60	58.10	776.20
1939 - 40	67.80	69.50	75.80	102.60	49.90	47.10	39.40	125.90	160.20	58.90	24.60	40.20	861.90
1940 - 41	243.20	62.00	35.10	200.30	106.20	93.70	55.20	67.50	52.10	35.40	52.50	45.90	1049.10
1941 - 42	39.60	43.60	47.10	25.20	19.40	29.70	203.50	140.60	33.90	26.20	25.10	59.90	693.80

Tabla 8.- (cont.)

1942 - 43	79.80	58.60	40.20	28.40	24.40	90.00	52.60	66.40	56.00	85.40	29.70	31.10	642.60
1943 - 44	71.20	87.90	128.80	47.50	121.30	143.90	65.00	53.80	50.80	24.10	36.40	39.10	869.80
1944 - 45	21.70	21.50	26.20	33.20	54.90	35.60	28.80	19.30	14.00	16.10	14.20	16.90	302.40
1945 - 46	12.10	16.60	35.40	39.60	29.30	27.90	92.50	192.00	103.70	47.70	31.60	32.10	660.50
1946 - 47	30.00	30.10	19.30	16.90	32.40	93.20	38.60	39.60	22.30	40.70	35.10	24.60	422.80
1947 - 48	32.70	19.40	22.50	27.10	28.30	40.70	56.00	80.90	45.90	29.20	24.40	33.70	440.80
1948 - 49	20.60	16.90	21.40	18.80	15.20	21.70	21.30	78.50	61.20	24.60	28.90	50.50	379.60
1949 - 50	35.10	20.70	23.00	20.90	16.90	18.50	26.70	68.00	46.90	16.60	82.50	38.10	413.90
1950 - 51	22.50	17.40	19.60	21.20	49.60	103.40	55.70	97.20	71.00	56.80	66.70	50.50	631.60
1951 - 52	113.80	97.40	54.60	36.90	25.80	32.10	59.40	101.00	36.00	63.50	54.60	35.80	710.90
1952 - 53	46.60	29.00	22.00	20.10	16.00	17.10	21.00	24.60	48.70	57.00	31.30	44.60	378.00
1953 - 54	109.30	36.00	77.90	39.60	34.80	92.70	73.60	178.40	112.50	40.70	23.60	23.90	843.00
1954 - 55	18.20	22.30	14.70	54.10	57.10	40.20	43.00	38.80	79.80	61.60	119.40	60.70	609.90
1955 - 56	35.60	31.60	37.50	30.00	20.60	110.00	136.30	95.30	63.80	41.80	23.80	41.20	667.50
1956 - 57	24.80	28.30	20.60	18.20	14.00	12.60	24.60	59.00	89.70	36.20	32.10	28.30	388.40

Tabla 8.- (cont.)

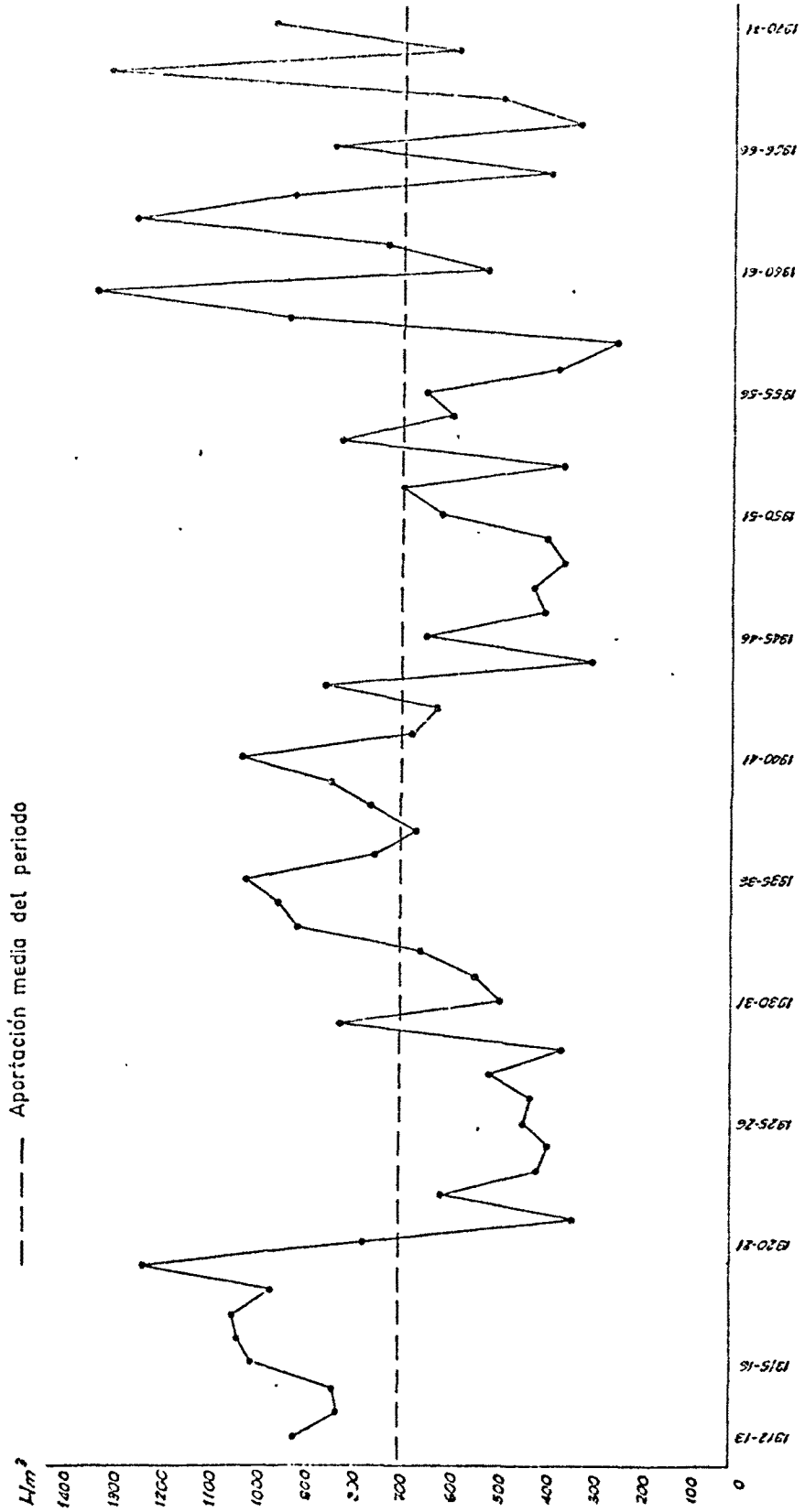
1957 - 58	40.20	22.30	24.90	23.30	29.50	26.50	30.30	19.00	15.60	14.20	11.80	12.40	270.00
1958 - 59	10.20	13.20	105.30	26.50	120.20	233.50	102.40	82.00	55.20	31.90	38.60	130.40	949.40
1959 - 60	197.00	85.00	154.80	97.80	134.10	196.80	121.80	56.00	83.80	108.50	56.20	55.70	1347.50
1960 - 61	118.10	73.90	84.40	55.70	33.10	27.30	24.90	23.00	37.80	24.30	15.50	24.50	542.50
1961 - 62	34.60	66.60	52.80	61.30	37.30	110.30	124.40	75.30	76.20	40.70	21.70	45.40	746.60
1962 - 63	65.60	296.00	54.10	186.90	106.00	71.50	110.20	49.50	88.10	45.00	86.20	106.00	1265.10
1963 - 64	66.13	76.33	100.92	50.41	85.19	78.50	108.60	125.90	66.88	49.90	68.12	26.88	904.00
1964 - 65	20.97	58.16	31.83	23.38	16.76	63.32	32.78	24.45	22.73	17.05	23.40	76.75	412.00
1965 - 66	222.78	161.88	71.89	42.96	92.40	68.27	37.22	48.40	41.14	25.32	24.91	18.86	856.09
1966 - 67	34.15	49.19	21.23	19.97	21.27	56.99	29.91	49.78	18.66	16.03	15.24	20.38	352.80
1967 - 68	15.87	86.27	37.43	17.26	15.53	46.20	53.85	57.76	103.04	21.08	29.92	20.88	505.09
1968 - 69	17.81	46.33	78.33	40.78	34.72	258.07	393.81	160.56	91.52	80.62	40.60	75.57	1318.72
1969 - 70	79.35	62.93	46.06	110.02	42.75	34.83	31.40	119.77	27.07	19.11	14.76	13.48	601.53
1970 - 71	55.32	17.87	33.19	32.77	28.28	50.37	159.31	271.16	124.72	39.13	18.42	146.59	977.13
Medias	61.06	58.45	58.27	48.45	47.51	70.35	73.05	86.39	69.65	46.78	40.43	47.30	713.20

Tabla 8.- (cont.)

Tabla 9.- Relación de caudales diarios y punta en m³/seg

AÑO	Diario	Punta	Fecha
71 - 72	-	753.00	8-12-1971
70 - 71	578.22	3.080.00	20-9 -1971
69 - 70	179.87	219.42	8-5 -1970
68 - 69	617.00	747.00	5-3 -1969
67 - 68	132.00	161.00	21-11-1967
66 - 67	128.00	159.00	10-3 -1967
65 - 66	278.00	580.00	16-10-1965
64 - 65	297.00	763.00	26- 9-1965
63 - 64	321.00	490.00	25- 5-1964
62 - 63	626.00	996.00	8-7-11-1962
61 - 62	462.00	1.550.00	26-9- 1962
60 - 61	107.00	305.00	17-12-1960
59 - 60	352.00	572.00	Marzo
58 - 59	299.65	750.00	Septiembre
57 - 58	45.57	79.00	Octubre
56 - 57	112.02	450.00	Agosto
55 - 56	200,62	505,00	Marzo
54 - 55	367,24	505,00	12-Agosto
53 - 54	322.00	545,00	17-Mayo
52 - 53	161.00	865.00	30-Junio
51 - 52	268.00	535.00	4- Octubre
50 - 51	146.00	400.00	14- Marzo
49 - 50	165.00	340.00	17- Agosto
48 - 49	199.00	450.00	30- Septiembre
47 - 48	68.00	-	4- Septiembre
46 - 47	165.00	260.00	5- Marzo
45 - 46	138.00	-	23- Mayo

Fig. 53. — APORTACIONES TOTALES ANUALES DEL PERIODO 1912-1971 (Estación de aforo de Martorell)



valor que nos da una idea de la irregularidad del Llobregat en este punto cuyo valor es de 4,99, distinto de los hallados por MASACHS (1948) en las estaciones de Guardiola y Sant Vicenç de Castellet que son 3,63 y 7,2 respectivamente. La distribución con respecto al curso de estos valores parece contradecir la idea de Masachs, según la cual los que él llama "cursos complejos de segundo grado (entre los que cita al Llobregat) con alimentación nival o pluvionival en su cabecera, y que a lo largo del curso reciben alimentación fluvial exclusivamente y ésta en régimen poco regular, presentan el hecho de que la irregularidad va aumentando a lo largo del curso". Esta divergencia se puede atribuir al desfase existente entre los máximos pluviométricos de la cabecera y el curso inferior, y también a que aguas abajo de la estación de Sant Vicenç de Castellet recibe los aportes del río Noya cuya cuenca tiene una superficie de 929,4 km² que representa un 18,7 % de la total del Llobregat y que no está sujeta a las influencias nivales.

En el mismo gráfico se ha trazado una línea que corresponde a la aportación media anual, que nos separa los períodos de aportes reducidos, como por ejemplo los correspondientes a los años hidrológicos 1921 - 29 con una media de 457,6 hm³, y 1944 - 50 con valores semejantes de 436,6 hm³, pero que puede extenderse hasta 1957 - 58 con lo cual los aportes son de 508,5 hm³. Los períodos de mayor aportación corresponden a los intervalos 1912 - 20 con una media de 983,7 hm³, al de 1933 - 41 con valores algo inferiores de 755,3 hm³ y por último al período 1958 - 71 que presenta unas os-

cilaciones muy acusadas pero con saldo bastante superior a la media, 829,1 hm³.

La distribución media mensual del período 1912 - 1971 representada en la figura 54 refleja la evolución a lo largo del año. Esta evolución se caracteriza por la existencia de un mínimo invernal que comprende enero y febrero con aportes del orden de los 47 hm³, y corresponde a la época de máxima acumulación nival en la parte superior de la cuenca. Luego, a partir de febrero, se observa un incremento que culmina en el mes de mayo (85 hm³), que está influenciado por el deshielo y por ser la época de máximas precipitaciones en la cabecera. La época estival se caracteriza por un descenso progresivo y muy marcado, siendo el mes de agosto el de menor aportación media mensual con 40 hm³, lo cual está ligado al hecho de que el mes de julio sea el mes de menor precipitación en toda la cuenca. Por último cabe señalar la formación de una masa que abarcaría octubre - noviembre - diciembre con valores próximos a los 60 hm³.

Uno de los fenómenos más importantes a tener en cuenta, por su repercusión directa sobre la construcción del delta, son los caudales punta que siempre corresponden a temporales de lluvia muy localizados, como los tristemente célebres del septiembre de 1962 y 1971, por citar los más recientes. Estos temporales, que como decíamos están muy localizados en el espacio y en el tiempo, repercuten sobre el Llobregat con unos aumentos de caudal de poca duración pero muy cuantiosos. Los registros de los caudales punta en la esta-

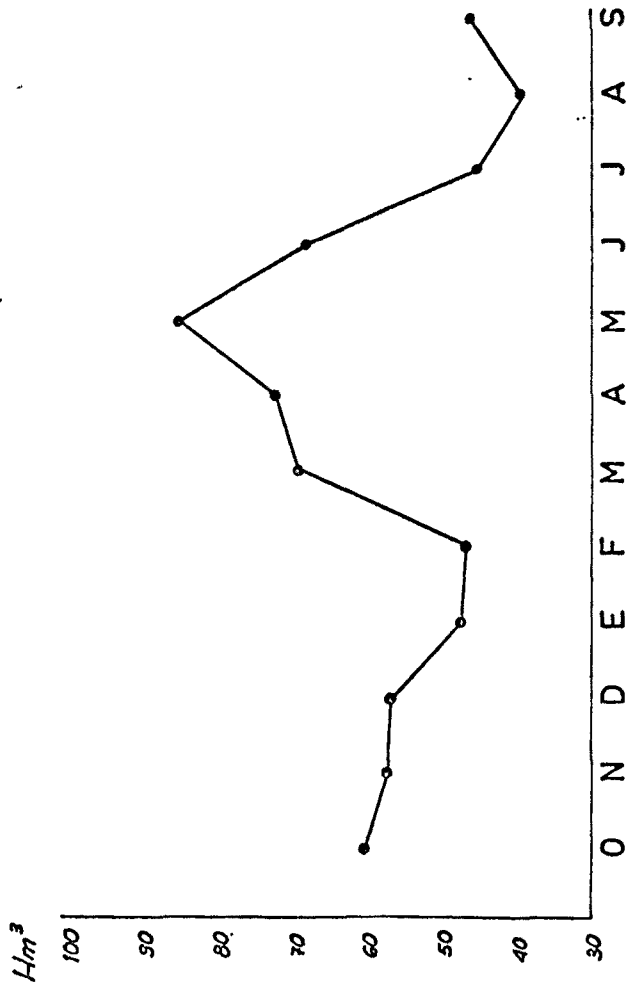


Fig. 54
MEDIA DE LAS APORTACIONES TOTALES MENSUALES DURANTE EL PERIODO 1912 - 1971
(Estación de Martorell)

ción de Martorell son un claro ejemplo de la enorme irregularidad del régimen. Como muestra citaremos el del 20 de septiembre de 1971 en que pasaron por la estación de aforo de Martorell $3.080 \text{ m}^3/\text{seg}$ durante un período de unas 8 horas. Para los años 1940 - 1972 vease la tabla 9 .

d) CARACTERISTICAS DE LA CUENCA DE DEPOSICION

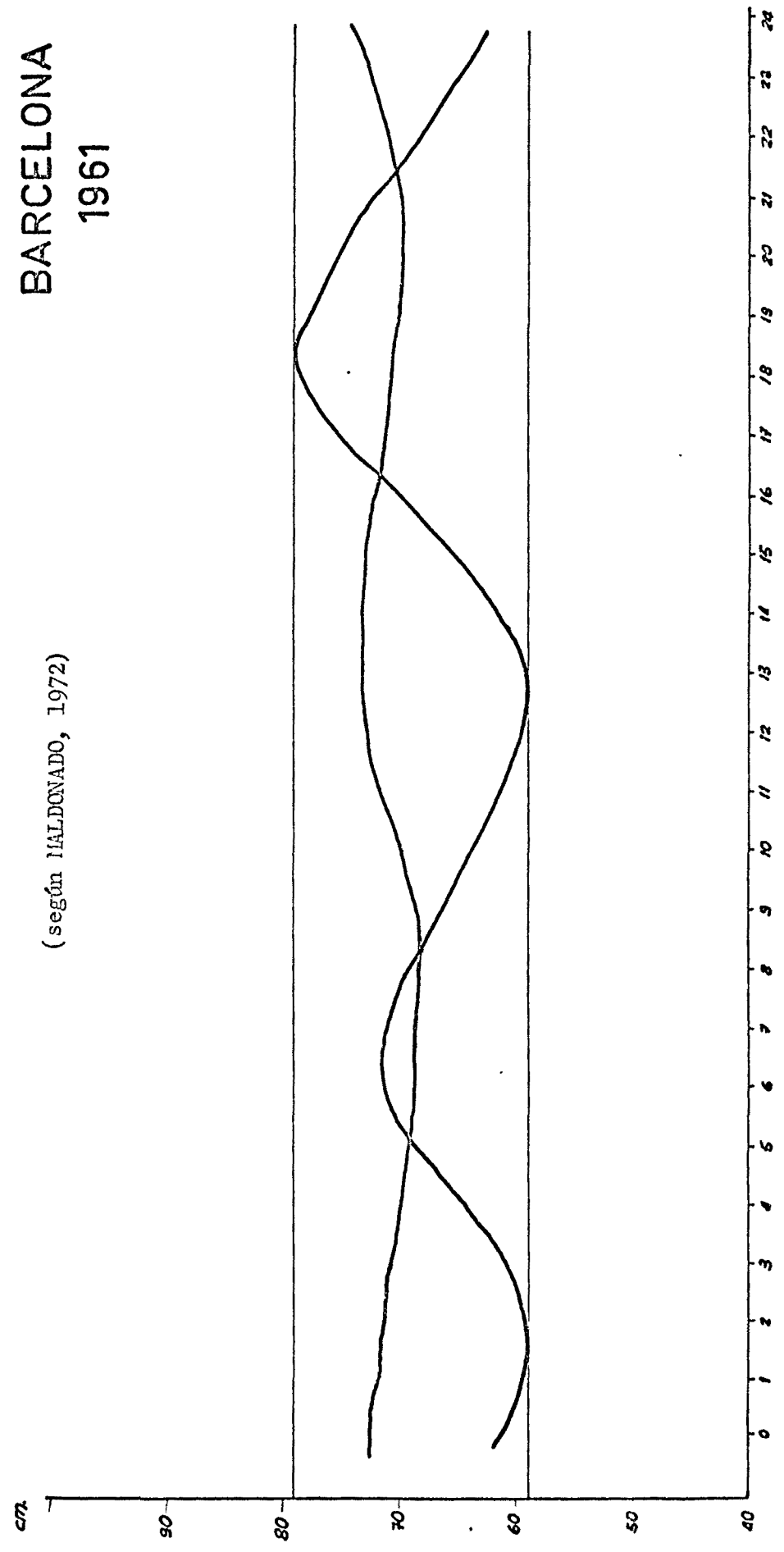
Procesos costeros

Lo que denominamos procesos costeros son los tres principales tipos de movimientos del mar, que afectan de un modo notable a los sedimentos que llegan a él a través de la desembocadura. No es necesario insistir sobre la enorme diferencia que puede haber entre un río que desemboque en una cuenca con corrientes o sin ellas o con mareas. Estos procesos afectan además al mismo delta una vez formado; por ejemplo, la fase que SCRUTON denomina destructiva evolucionará de muy distinta forma según la fuerza de los agentes que actúan sobre el delta. Aunque la importancia de estos procesos sobre la estabilidad, avance o retroceso de una costa es evidente, en realidad no existen estudios muy completos sobre ellos. En cuanto a las olas y mareas, atendiendo al régimen normal del Mediterráneo, evidentemente son en general poco importantes. En la figura 55 se observan oscilaciones del nivel del mar, correspondientes a los niveles máximos y mínimos de la marea del equinocio de otoño de 1961, medidos en el mareógrafo del puerto de Barcelona. La mayor diferen-

Fig.55 Maximo y Minimo marea Equinocial (Septiembre)

(según MALDONADO, 1972)

BARCELONA
1961



cia de nivel correspondiente a los máximos no alcanza los 20 cm y la de los mínimos es prácticamente despreciable (unos 5 cm). Aunque esta figura representa un dato muy puntual en el espacio y en el tiempo, es una muestra indicativa de que la acción de las mareas es muy poco notable.

Los movimientos del mar que tienen una acción más importante sobre los sedimentos de la costa catalana son los de naturaleza no periódica. En el sector de Barcelona y delta del Llobregat son concretamente los que se asocian a los vientos de "llevant" y los que se conocen localmente con el nombre de "seixes" (FONTSERE, 1934). Los primeros, a los que ya nos hemos referido con anterioridad, son capaces de provocar fuertes inestabilidades en el mar (temporales, situaciones de mar gruesa, muy gruesa, etc.) que pueden llegar a tener un elevado poder destructivo. Las noticias que tenemos de los temporales de febrero de 1920 y 1948 son bastante indicativas de su importancia (TOMAS QUEVEDO, 1958 - 59). El primero abrió un boquete de 250 m de largo en la escollera de Levante del puerto de Barcelona y el de 1948 produjo en la misma obra un nuevo boquete de 50 m; una barca de 200 toneladas y 2 m de calado fue alzada por una ola y arrojada sobre el muelle. Aunque estos datos son anecdóticos y se refieren concretamente a la zona del puerto de Barcelona, nos da idea de hasta qué punto pueden actuar sobre las desprotegidas playas del delta.

En cuanto a las "seixes" u ondas secas son movimientos

ondulatorios no periódicos del mar, independientes de las mareas y las olas, y cuyo efecto se superpone al de ellas. En general la oscilación máxima de los valores medios es del orden de los 0,5 m, pero en algunos casos, afortunadamente poco frecuentes, pueden llegar a tener considerables desniveles (3 m en Tarragona 1972). En la figura 56 (MALDONADO 1972, modificada) reproducimos las oscilaciones ocasionadas por las ondas secas en el mareógrafo del puerto de Barcelona, cuyo valor máximo no alcanza los 50 cm.

En lo que se refiere a las corrientes no existen estudios precisos no exhaustivos de la costa barcelonesa, puesto que los realizados por SUAU y VIVES (1958) corresponden a un sector más meridional. En general se acepta la existencia de una corriente superficial dominante dirigida hacia el SO conocida gracias a los trabajos de SMYTH (1854), NIELSEN (1912), ROMANOVSKY (1955) y BOUGIS (1958) y que al parecer pueden sufrir inversiones especialmente durante el verano. El efecto de esta corriente se ha hecho patente en el transporte de sedimentos arenosos a lo largo del litoral, tal como se desprende de los trabajos de GIRESSE, SAINZ AMOR y FONT ALTADA y a los recientes de RIBA y MALDONADO.

Morfología de la margen continental

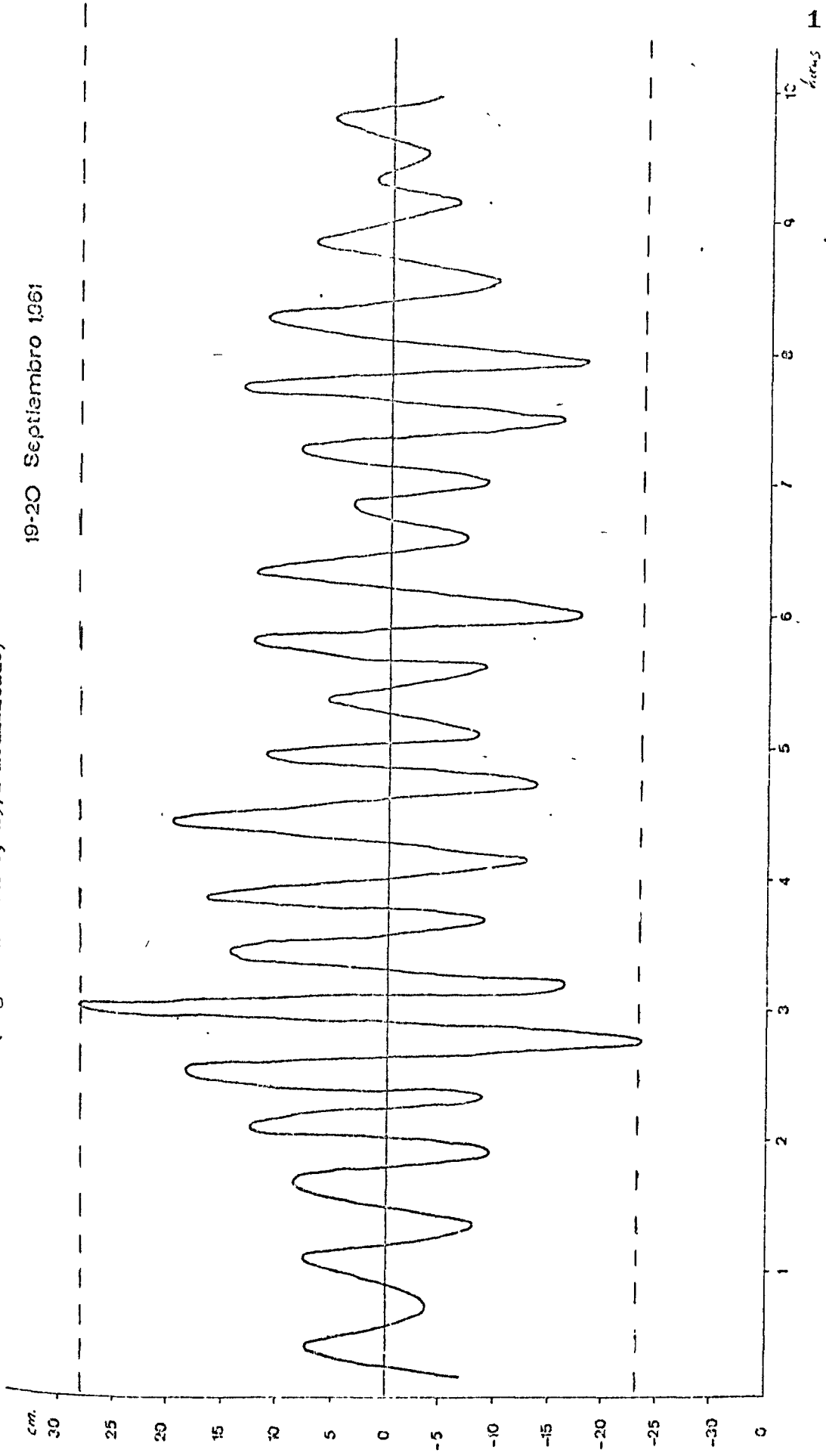
Los estudios más modernos de que disponemos sobre la margen continental del sector que engloba el delta del Llobregat, son el de LEENHARDT et al. (1969) y el de MAUFFRET y SANCHO (1970).

En el primero se describen algunas de las características

Fig. 56 Ondas Secas registradas en el mareografo de Barcelona

(Según MALDONADO, 1972 modificado)

19-20 Septiembre 1961



observadas en un perfil sísmico, realizado entre el cabo San Antonio y el cabo San Sebastián. En general el talud continental presenta una secuencia bastante regular de reflectores paralelos, en general conforme, y de unos 500 m de potencia. Esta secuencia presenta una serie de entalladuras de distinta anchura que cortan los estratos in situ. Tales entalladuras forman verdaderos cañones como el del Llobregat. Este cañón según puede observarse en la figura es disimétrico y no está totalmente colmatado.

El trabajo de MAUFFRET y SANCHO (1970) es mucho más amplio y permite conocer mejor las características de una extensa zona comprendida entre las Baleares y la costa catalana, representada en la figura 58. En este mapa batimétrico, realizado por los autores citados con base a uno anterior de MORELLI, se puede ver que la plataforma continental desde Barcelona al cabo Salou es bastante estrecha, pues tiene una anchura de unos 15 km, y desde este punto se va ensanchando llegando a alcanzar los 70 km frente al delta del Ebro. La pendiente también varía disminuyendo hacia el sur, de modo que en la parte septentrional tiene valores del orden de los 2° 3' y al sur del Ebro oscila entre 1° 30' y 2°. Según los mismos autores y tal como se puede apreciar en el corte E y en la figura 59, toda esta zona está atravesada por cañones los cuales en la región próxima a Barcelona parecen dirigirse hacia un gran canal de dirección NE, que constituye el eje central de la llamada Fosa de Valencia (RYAN, 1969). Estos cañones, como puede observarse en el corte E, tienen un perfil disimétrico con el borde derecho más elevado que

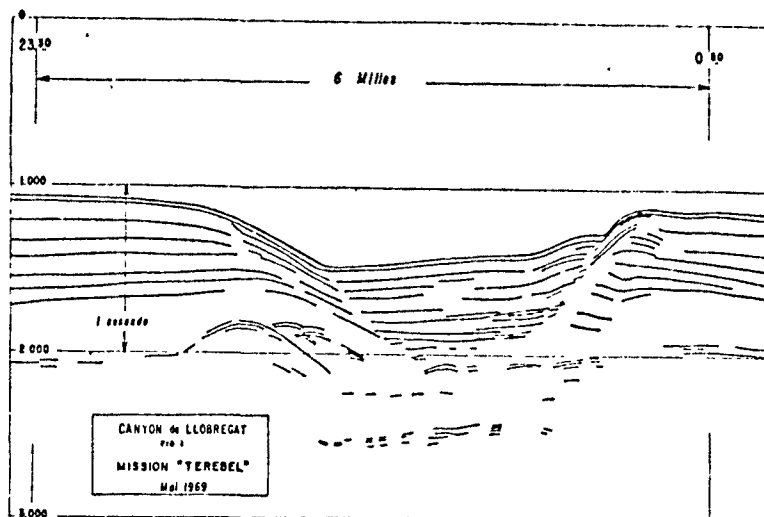
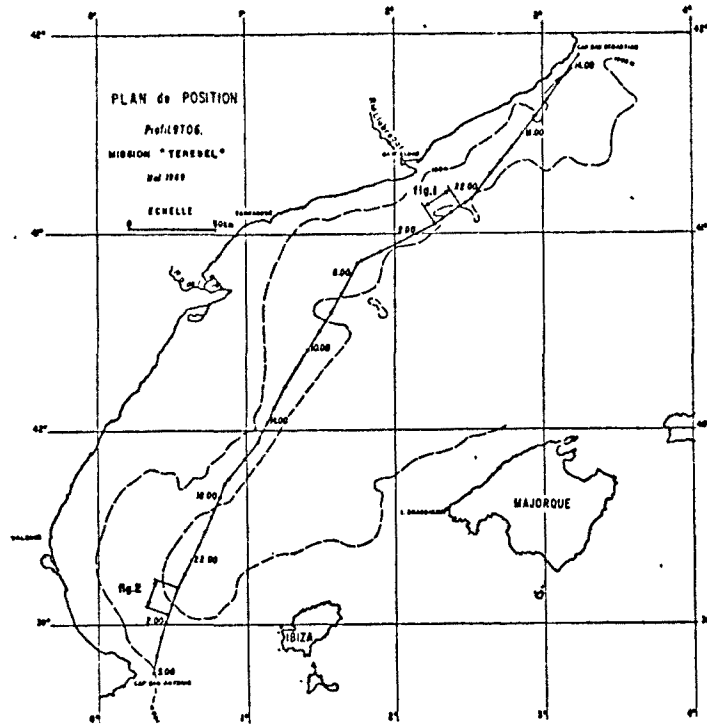


Fig. 57.- Cañon del Llobregat según LEENHARDT et alt. (1969)

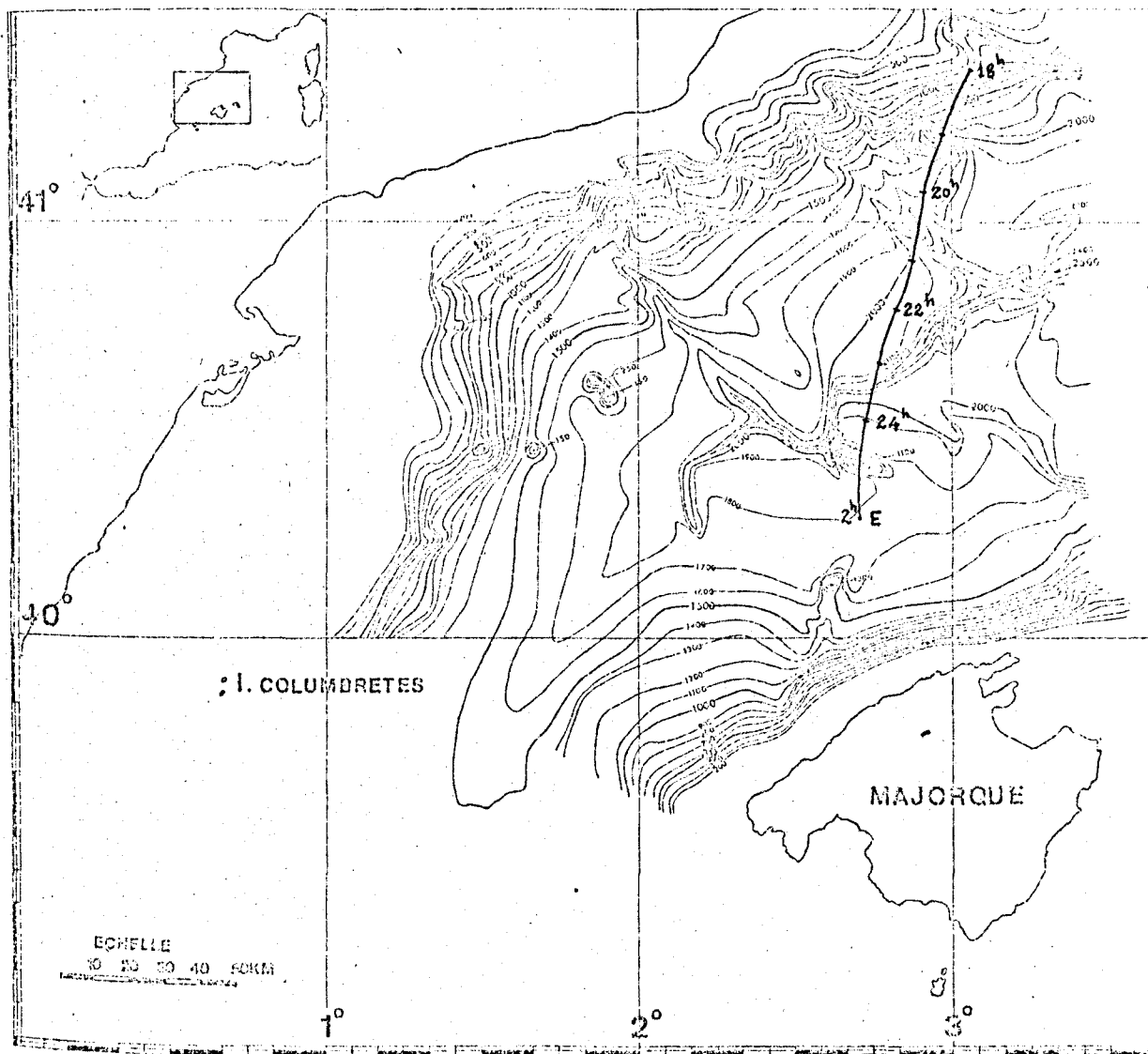


Fig. 58.- Mapa batimetrico según MORELLI modificado por MAUFFRET Y SANCHO (1970)

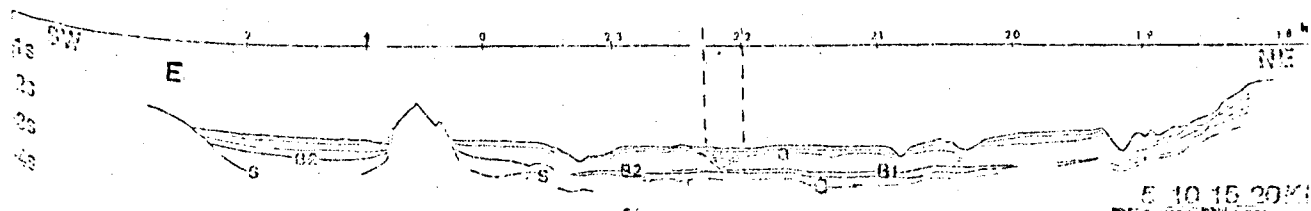


Fig. 59.- Corte E según MAUFFRET y SANCHO (1970). Situación indicada a la fig. 58

el izquierdo. Esta disimetría, según MENARD (1955) y HAMILTON (1967), se debe al desplazamiento hacia la izquierda de las corrientes de turbidez, y por tanto de los canales, por la fuerza de Coriolis. Este fenómeno parece repetirse en los canales antiguos prácticamente colmatados, como el que se sitúa entre las 22 y 22 h 30' en el corte E. Según los autores este canal enterrado, correspondiente a una topografía o morfología pliocena o peistocena, podría corresponder (dadas sus características) con el cañón del Llobregat estudiado por LEENHARDT et al. (1969) y según nuestra opinión podría extenderse hacia la desembocadura del río, relacionándose con lo que hemos denominado depresión central de la superficie pliocuaternaria desarrollada fundamentalmente sobre el Plioceno. De hecho este canal situado entre las 22 y 22 h 30' corta la serie transparente situada sobre el horizonte B₂ y que los autores datan como posible Plioceno.

Estabilidad de la zona deltaica

Es éste, quizás, uno de los problemas más interesantes planteados y que afecta directamente sobre la evolución y proceso de construcción del delta. Para empezar diferenciaremos dos tipos de fenómenos que pueden sobreponerse y enmascarar la interpretación ya que ambos pueden producir el mismo efecto. Se trata de los fenómenos de subsidencia debidos a procesos epirogénicos y a los fenómenos de subsidencia debidos a compactación de los materiales. Los

dos están muy generalizados en las zonas deltaicas (MORNER, 1971; SEGOTA, 1973; etc.) por lo que los datos de C^{14} no pueden aportar ninguna luz sobre la posición altimétrica exacta de las oscilaciones del nivel del mar durante el cuaternario ni de los niveles de estabilización. MORNER, (1971) utiliza precisamente estos datos de C^{14} para determinar las tasas de subsidencia en el Mississippi, al comparar las cotas de algunos niveles de éste con las de las zonas que denomina estables (escudos antiguos, etc.).

Dejaremos los fenómenos de subsidencia por compactación o pérdida de carga hidrostática para el final, y nos centraremos sobre la posible existencia en la zona de movimientos epirogénicos.

Uno de los trabajos más interesantes que aborda este tema es el de LLOPIS (1946) que estudia los movimientos corticales intracuaternarios del NE de España, en el que relaciona los coeficientes de sismicidad dados por REY PASTOR con una fase de deformación que llama "layetánica". En esta distingue una etapa epirogénica que afectaría a todo el cuaternario, una etapa orogénica no bien determinada y una última etapa sinorogénica, de edad post-tirreniense que sería la causante de las estructuras y deformaciones de las terrazas marinas en las zonas costeras. Evidentemente la alta sismicidad de la zona costera catalana (coeficiente de sismicidad de 244) frente a los 170 de la zona pirenaica o los 17 del Sistema Ibérico, apoya esta teoría así como las observaciones clásicas de ALMERA, FAURA y SANS, MERCET, etc. sobre el hundimiento de

la costa del Maresma.

Como trabajos más recientes y que podemos relacionar con la zona de Barcelona debemos citar los de GOT, SERRA, LEENHARDT, MAUFFRET, y SANCHO, etc. que han centrado sus estudios sobre la margen continental, detallando su estructura e interpretación de los niveles reflectores de los perfiles sísmicos. En líneas generales coinciden en la edad de los reflectores; dos reflectores superficiales cuaternarios; J superior y G que correspondería a la discordancia plio- cuaternaria y el reflector K que correspondería a la discordancia mio- pliocénica. En cuanto a la estructura vendría dada por las tres direcciones de fractura dominantes; NE - SO (paralela a la cordillera litoral); las NO - SE que coincidiría con el valle del Llobregat (LLOPIS, 1942) y los N - S que limitan extensos compartimientos como en las Baleares (BOURCART, 1960; GLANGEAUD, 1966 y 1968). La edad de estas fracturas es reciente, intermiocénicas y finimiocénicas, con posibles movimientos posteriores plio-cuaternarios.

En lo referente a la estabilidad de la zona deltaica debemos basarnos en dos hechos:

1) - No se ha detectado ninguna fractura en los sondeos realizados, tanto en los depósitos cuaternarios como en los pliocénicos de la base (fig) dadas sus características uniformes (limolitas gris azuladas).

2) - La rápida construcción deltaica, 55 m en unos 10.000 años, (datación efectuada por el método del C^{14}), y que hace pensar en una posible subsidencia, coincide con los datos de oscilación del nivel del mar debido a procesos eustáticos realizados por FLEMING 1972, EMLIANI 1971, MORNER 1971, SHEPARD 1974;etc. y con los datos de C^{14} del Mediterráneo occidental efectuados por MONACO et al. (1973), FORGET et. al. (1972),etc. ya sea sobre la zona deltaica del Ródano como sobre las costas rocosas.

Podemos concluir pues que si en toda la zona noroccidental del Mediterráneo hay una coincidencia de datos (a -60 m unos 10.000 años y a -30 unos 8.000 años B.P.), es difícil que exista un fenómeno tectónico tan reciente y de tal envergadura; quizás localmente puedan existir zonas de subsidencia, pero éste no sería el caso del delta del Llobregat.

En cuanto a los fenómenos de subsidencia debidos a la compactación de los materiales, podemos razonar con los mismos argumentos, aunque estos fenómenos sean de menor importancia y afecten fundamentalmente a los niveles superiores, sin embargo como carecemos de otras dataciones absolutas no nos es posible comparar los niveles superficiales del delta con los de otras regiones o incluso con las curvas de oscilación del nivel del mar, por lo tanto nos es imposible determinar si hay fenómenos de compactación (como en los del Po) o no. Otro proceso, ligado al an-

terior, que nos puede hacer variar las condiciones de estabilidad deltaica, es el asentamiento por descarga hidrostática, fenómeno aunque reciente, de interés en la llanura dadas las características topográficas y de drenaje. Como es sabido el delta del Llobregat es una zona de gran demanda hídrica que ha hecho que su acuífero subterráneo haya pasado de ser artesiano a principios de siglo de 7 m sobre la llanura deltaica, a una cota de -30 m, en 1973, (depende de los años). Estos 37 m de altura de agua perdida podrían representar un asentamiento probable de 75 a 25 cms según la fórmula de TERZAGHI ($C_c = 0,1$, $e_o = 0,6$), valor que aunque parezca pequeño puede tener una amplia repercusión fundamentalmente en el drenaje.

Capítulo 6

LOS SEDIMENTOS

Obtención de la información de base

El estudio de los sedimentos del delta del Llobregat y de los niveles inferiores se ha basado fundamentalmente en dos tipos de información que ofrecen coeficientes de fiabilidad muy diferentes.

Durante el periodo 1962-1971, la Comisaría de aguas del Pirineo Oriental y el Servicio Geológico de Obras Públicas llevaron a cabo una campaña de sondeos en el delta del Llobregat y parte del valle, con objeto de estudiar los recursos hidráulicos totales de la cuenca del Llobregat. Como resultado de la primera campaña realizaron un informe en el año 1966. Posteriormente, con motivo del I Congreso Hispano-Luso-Americano de geología económica (1971), realizaron una serie de publicaciones de índole totalmente hidrológica con numerosos datos obtenidos en los últimos años de la campaña.

En el año 1965 se pensó en la posibilidad de obtener un mayor rendimiento de la campaña de sondeos, puesto que el objetivo fundamental era conocer los recursos hidráulicos y los aspectos geológicos o de investigación geológica pura eran totalmente marginales.

Así pues, se consideró la posibilidad de obtener y recoger muestras de los sondeos y puestos en contacto con la Universidad se decidió proceder a la recogida y estudio de las muestras, el

cual me fué encomendado posteriormente.

Por ello hemos podido disponer de una colección de muestras seriadas de numerosos sondeos, especialmente de los que se realizaron en la primera parte de la campaña.

Ahora bien, estas muestras son de diversa índole. Esta diversidad depende fundamentalmente del método del sondeo que fué de dos tipos: percusión y rotación. En los primeros se utilizaron saca-testigos obteniéndose muestras muy buenas cuando se trataba de niveles finos (limos y arcillas) o bien de niveles algo cementados. En el caso de niveles de arenas y gravas se presentaron problemas de pérdidas de muestra, debidos al tipo de sondeo y a la misma naturaleza de los materiales. En el caso de sondeos de rotación las muestras salían fragmentadas o lavadas, con lo cual su representatividad era mucho más deficiente.

Otro hecho que debe tenerse en cuenta es que en ningún caso se obtuvieron testigos continuos. En general, las muestras se tomaban cada vez que se notaba un cambio en el avance del sondeo, lo cual se interpretaba como un posible cambio en la naturaleza de los materiales, y además, dentro los intervalos considerados homogéneos, según su potencia, se tomaban varias muestras. En otros sondeos se procedía a la toma sistemática de muestras a intervalos regulares excepto en el caso de observarse acusadas variaciones en el avance. Evidentemente la representatividad de las series en uno y otro caso en muy distinta.

El otro tipo de información que hemos podido utilizar ha sido los puñtes de sondeo. Algunos de estos partes proceden de la propia Comisaría de Aguas y Servicio Geológico de Obras Públicas y corresponden a los sondeos en que no se sacó muestra. Los otros partes nos fueron gentilmente cedidos por empresas de prospección entre las que cabe citar: Sondeos Miquel Xartó, Geotecnia, Hidráulica y LOSAN.

Esta información, aparte de la desventaja de no poseer muestras, presentaba el inconveniente de la falta de homogeneidad de los datos. Con ello nos referimos a que, aparte litología que siempre se hace constar, puesto que suele ser el dato fundamental del estudio, la información respecto al color y la forma u otras características no siempre queda recogida en los partes.

Otro problema es el de los criterios utilizados por los diferentes informadores con respecto a los límites de las diferentes fracciones granulométricas. En algún caso no es posible definir exactamente a que tamaño corresponden los términos limo, arena, arena gruesa, gravilla, etc.

Método de estudio

Para el estudio de las muestras se realiza un primer análisis "de visu" en el campo y luego se procede al estudio en el laboratorio.

Campo: Una vez obtenidas las muestras se procede, en el mismo lugar de obtención, a la descripción de la muestra detallando los siguientes datos:

- a) Granulometría - general
 - proporción de las distintas fracciones
 - tamaños máximos y medios en gravas y arenas
- b) Composición petrográfica
- c) Color de la muestra (especificando si es seco o no)
- d) Fauna
- e) Estratificación
- f) Restos orgánicos

A continuación se embala la muestra y se etiqueta, dando le una denominación de referencia que permite su posterior identificación, se anota la profundidad a que se ha obtenido y la situación geográfica del lugar de procedencia.

Laboratorio. El estudio en el laboratorio se ha centrado en análisis granulométrico y también se ha procedido al de carbonatos, carbono - 14 y polínico.

ANALISIS GRANULOMETRICO

Las causas que nos han inducido a realizar el análisis granulométrico se basan en el hecho de que este tipo de análisis permite por una parte caracterizar exactamente un sedimento en lo que se refiere a la litología. Partiendo de unas composiciones litológicas determinadas se pueden definir o diferenciar unos tramos homogéneos y estos tramos son datos de base para establecer correlaciones. Al mismo tiempo, también permite determinar el tamaño medio y el máximo de los elementos de cada muestra, dato de especial interés para conocer la evolución vertical del medio de deposición o sea al tipo de secuencias.

Otra de las razones fundamentales es que también a través de las características de la curva granulométrica tales como la simetría, la pendiente, que se obtienen calculando una serie de parámetros e índices, se pueden conocer con una cierta aproximación los ambientes a que puede corresponder un determinado sedimento así como el agente de transporte [PASSEGA (1964), y PASSEGA y BYRAMJEE (1969)].

Estos conocimientos nos suministran nuevos datos para averiguar la evolución en sentido vertical y horizontal y para incrementar los criterios de correlación.

Otro dato que se puede obtener de las curvas granulométricas es la existencia de mezclas. Estas quedan visualizadas por la existencia de uno o varios "paliers" (rellanos). Estos paliers se-

paran las porciones de curva correspondientes a cada uno de los componentes de la mezcla.

En algunos casos la forma de la curva nos indica que ha existido un agente perturbador en la muestra puesto que el trazado de la curva no corresponde a una distribución normal. Este caso se ha presentado por ejemplo cuando se trata de muestras de sedimentos finos en el que se ha mezclado algún canto; la parte baja de la curva (la que corresponde a los sedimentos finos) es más o menos regular pero la parte correspondiente a los tamaños gruesos es totalmente vertical (entre 1 o 2 intervalos) y enlaza con la fracción fina mediante una recta con horizontal con el eje de abcisas que indica la carencia de los tamaños intermedios. Esto hace pensar que se trata de una mezcla artificial.

Uno de los problemas que se plantean al programar el análisis granulométrico es el de la destrucción o no de los carbonatos.

Este problema es importante porque puede hacer variar notablemente los resultados del análisis. El ataque con clorhídrico incide sobre cuatro variables que son: 1º) elementos detríticos o clastos calcáreos de origen inorgánico; 2º) bioclastos calcáreos; 3º) conchas o caparazones calcáreos que no son clastos y 4º) cemento.

El ataque de una muestra siempre deforma la realidad de esta. Apesar de ello, a veces es necesario, según los fines que se establezcan, eliminar algún componente que puede interferir sobre el objetivo propuesto. Entonces si uno de los objetivos fundamentales del análisis granulométrico es reconocer unas condiciones dinámicas

de transporte, pueden existir en la muestra elementos que si se conservan o se eliminan falseen los resultados. Por ejemplo no interesa conservar las conchas y caparazones calcáreos que no son clastos, y el cemento; del mismo modo que sería perjudicial eliminar clastos.

Una vez hecho este planteamiento haremos una valoración de las ventajas e inconvenientes que ofrece la eliminación o no de los carbonatos mediante ataque con Cl H, para el objetivo propuesto.

Tabla 10. - Valoración de la eliminación o no de los carbonatos

Método	Resultado	Tipos de componentes carbonatados	Ventaja
ataque con Cl H	elimina	clastos inorgánicos	no
		bioclastos	no
		conchas no clásticas	si
		cemento	si
no ataque	conserva	clastos inorgánicos	si
		bioclastos	si
		conchas no clásticas	no
		cemento	no

Del siguiente esquema se deduce que ninguna de las dos posibilidades es más ventajosa que la otra. Entonces, para decidir qué criterio adoptar hemos considerado en primer lugar el factor tiempo. Teniendo en cuenta que la eliminación de los carbonatos requiere bastantes manipulaciones y mucho tiempo por muestra preferimos analizar mayor número de ellas. En segundo lugar, hemos tenido en cuenta que todas las muestras analizadas se han estudiado al binocular. Con él hemos podido reconocer cuando una muestra tenía elementos calcáreos capaces de falsear los resultados, en cuanto a la energía del transporte. Por ejemplo se han visto muestras que son fundamentalmente arcillosas y que tienen como únicos componentes de fracción detrítica superior conchas de moluscos. En tales casos se ha estudiado primero qué tipo de substrato requieren las especies halladas. Si coincide con un substrato de tipo fino debe considerarse que las conchas no representan elementos transportados indicadores de un determinado nivel energético de arrastre; por ello los parámetros deducidos de la curva granulométrica no serán válidos en este sentido. En el caso de los diagramas CM de PASSEGA, el C estaría definido por un elemento que no habría sido transportado y por tanto no sería válido utilizar el resultado deducido de la posición del punto en el diagrama.

Técnica

Para el estudio granulométrico de los sedimentos, se han aplicado dos métodos distintos según el tamaño de las partículas. Así pues, para el análisis de la fracción superior a 0.074 mm se ha

utilizado el método de tamizado, empleandose los tamices de la serie A.S.T.M. En la tabla siguiente se indica la abertura de la malla en milímetros correspondiente a cada tamiz (solo se indican los que se han utilizado en este trabajo):

nº del tamiz A.S.T.M.	Abertura en mm.
1 1/2"	38.1
1"	25.4
1/2"	12.7
3/8 :.....	9.5
1/4"	6.3
4	4.76
10	2.00
16	1.19
30	0.59
40	0.42
60	0.250
80	0.177
100	0.149
200	0.074

Tabla 11

Para la fracción inferior a 0,074 mm se ha aplicado el método de análisis densimétrico, utilizando el areómetro de Taylor A.S.T.M. (del tipo de Casagrande) con paredes de pendiente pronunciada.

Dentro de la gran variedad de técnicas que existen para el estudio de los sedimentos finos, hemos seleccionado éste por presentar numerosas ventajas.

Según VATAN (1967) este método es el más sencillo para el estudio de sedimentos finos, siendo además bastante preciso. KRUMBEIN y PETTIJOHN (1938) consideran que es interesante la aplicación, para este tipo de sedimentos, de una técnica simple, rápida y segura. El método densimétrico ofrece estas ventajas. Según es estos autores es válido y útil, para el estudio preliminar de grandes series de muestras, tanto desde el punto de vista de determinación de la muestra como en las correlaciones. STERNBERG y CREAGER (1961) analizan una serie de muestras mediante las técnicas de la pipeta y del hidrómetro y llegan a resultados similares para fracciones comprendidas entre 0.03 mm (5ϕ) y 0.002 mm (9ϕ) cuando las concentraciones de arcilla y limo son moderadas (entre 6 y 24 g/l); añaden en su trabajo que para concentraciones inferiores a 6 g/l es mejor el análisis con pipeta y para las que sobrepasan los 24 g/l es mas eficiente el del hidrómetro.

Dentro del método densimétrico se ha elegido el areómetro de Taylor, dadas las ventajas que ofrece su forma, la cual, se-

gún Casagrande, influye en la exactitud de las medidas. Las paredes del bulbo de este densímetro tienen una pendiente muy pronunciada que evita el error debido a la sedimentación de partículas sobre ellas.

Marcha analítica

TAMIZADO

1. La muestra total se hace pasar por un cuarteador una o varias veces, para conseguir que la muestra a analizar sea homogénea. Se separa una de las fracciones;
2. Se seca la muestra en una estufa, a una temperatura que no sobrepase los 110° C, hasta obtener peso constante;
3. Se pesa la muestra;
4. Se introduce la muestra en la columna de tamices;
5. Se coloca la columna de tamices en una tamizadora de tipo RO-Tap y tamiza durante 10 minutos.
6. Una vez transcurrido este tiempo, se pesan las fracciones retenidas en cada tamiz y se obtienen los pesos reales de cada fracción.

SEDIMENTACION

7. Se toma la fracción que pasa en el tamiz nº 80 (0.177mm) y se toman 10 gramos de muestra seca.

8. Se mezclan los 10 g de muestra con 2 g de dispersante (hexametafosfato sódico) y se introducen en un cilindro de sedimentación de 1000 ml tal que la altura del líquido al enrasar sea de 33 a 38 cm y se añaden 500 cm³ de agua destilada agitando para obtener una buena suspensión.
9. Se enrasa hasta obtener los 1000 ml exactamente.
10. Se agita de nuevo tapando el cilindro con la palma de la mano, invirtiéndolo totalmente de forma brusca y repitiendo la operación varias veces.
11. Se deja en reposo y se coloca el hidrómetro.
12. Se toman las lecturas correspondientes a 30", 1' y 2' sin sacar el hidrómetro del interior del cilindro de sedimentación.
13. Se retira el hidrómetro y se repiten las operaciones de los apartados 10, 11 y 12, puesto que las primeras lecturas están sujetas a mayor posibilidad de error y se utilizan las medias entre las dos lecturas.
14. Se retira de nuevo el hidrómetro y se vuelve a introducir unos segundos antes de cada una de las lecturas correspondientes a 5', 15', 45', 2 h y 24 h. El objeto por el que se retira y se vuelve a colocar cada vez el hidrómetro dentro del cilindro es para evitar la sedimentación de partículas en el bulbo, lo que falsearía los resultados.

Cálculo de los diámetros equivalentes de las partículas analizadas por sedimentación.

Principio del hidrómetro.- Al utilizar el hidrómetro, lo que tenemos en el momento de iniciar el análisis de una suspensión en la que existe una verdadera mezcla de todas las partículas, de modo que en cada sección horizontal del cilindro de sedimentación están presentes partículas de todos los tamaños de la muestra en su concentración natural. Cuando comienza el proceso de sedimentación las partículas de cada tamaño dado, descienden con velocidades iguales, relacionadas con el tamaño de grano. Así, tendremos en el cilindro capas que en un momento determinado solo tendrán partículas más pequeñas que un determinado tamaño puesto que las mayores dada su mayor velocidad habrán recorrido una porción de cilindro superior a la capa determinada. Entonces la sección horizontal que pasa por medio del bulbo del hidrómetro, contiene el centro del bulbo y este prácticamente coincide con el centro de "buoyancy" (fuerza ascensional o empuje hacia arriba) del hidrómetro. Entonces la altura H o altura efectiva, que es la distancia desde la superficie de la suspensión al centro de "buoyancy", es el dato que se obtiene del hidrómetro, con lo cual si la lectura se realiza en el momento que se inicia el test tendremos que la velocidad de caída de las partículas será $v = H/t$ en cm/min o bien $v = H/60 t$ cm /s.

Si se aplica la fórmula de Stokes podremos calcular el diámetro de las partículas en cada tiempo dado, sustituyendo v por su equivalente:

$$d = \frac{30 n H}{g (s - S_0)} t$$

en donde:

d = diametro equivalente

n = coeficiente viscosidad del líquido

H = lectura del hidrómetro (altura efectiva)

g = aceleración de la gravedad

s_0 = densidad del líquido

t = tiempo de lectura a partir de que se inicia el test.

Solución gráfica.- Ahora bien estos diámetros se pueden calcular aplicando esta fórmula o bien se pueden obtener gráficamente. En este trabajo se ha optado por la solución gráfica.

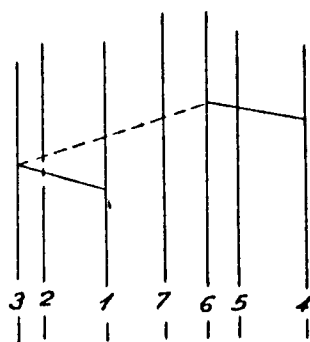
Utilizando el nomograma de Casagrande realizado para el hidrómetro de Taylor ASTM (152 H. 68° F) (intervienen la temperatura, el tiempo, la velocidad de caída etc.).

Este nomograma se utiliza de la siguiente forma:

- a) en la columna 1 se señala la densidad de las partículas,
- b) en la columna 2 se señala la temperatura,
- c) se unen los puntos de la columna 1 y 2 mediante una recta que se prolonga hasta cortar la columna 3,

- d) en la columna 4 se señala la lectura del hidrómetro,
- e) en la columna 5 se señala el tiempo,
- f) se unen los puntos de las columnas 4 y 5 mediante una recta que se prolonga hasta cortar la columna 6,
- g) los puntos obtenidos en la columna 3 y 6 se unen mediante una recta y el punto de intersección con la columna 7 corresponde al diámetro de las partículas.

Según el esquema :



Construcción de las curvas acumulativas.

Para poder construir las curvas granulométricas acumulativas se procede de distinta forma según los datos provengan del análisis por tamizado o por sedimentación.

a) Cálculo de porcentajes a partir de los datos de tamizado

- 1.- Se parte de los pesos reales de las muestras retenidas en cada tamiz.
- 2.- Se calculan los pesos acumulados. Se pueden acumular en los tamaños mayores o menores según convenga.
- 3.- Se calculan los porcentajes de cada fracción haciendo que el total acumulado sea igual a 100.

b) Cálculo de porcentajes a partir de los datos de sedimentación

Este cálculo se hace con arreglo a la siguiente fórmula:

$$p = \frac{R a}{W} 100$$

siendo:

p = porcentaje de partículas de un tamaño determinado

W = peso total de la muestra dispersada

a = factor que depende del areómetro

R= lectura corregida. Los factores de corrección que se aplican dependen: a) del menisco, b) del dispersante y c) de la temperatura.

c) Correcciones para el ajuste de los porcentajes obtenidos por tamizado y sedimentación de las fracciones inferiores a 0,074 mm.

Al utilizar dos técnicas distintas para las dos fracciones de cada muestra (superior e inferior a 0,074 mm), es necesario en la mayoría de los casos efectuar un ajuste en el cálculo de porcentajes para poder construir las curvas granulométricas globales.

1ª corrección.- En primer lugar se hace una corrección teniendo en cuenta que la fracción analizada por sedimentación ha sido previamente tamizada sobre el tamiz 80 (0,177 mm). Consideramos por tanto que partimos, no del 100%, sino, del porcentaje real de partículas que atraviesan el citado tamiz y podemos sustituir en la fórmula (1) el valor de 100 por este porcentaje, que llamamos f.

Así tenemos:

$$p = \frac{Ra}{W} \cdot f$$

como $\frac{af}{W}$ es una constante para cada muestra, podemos escribir:

$$p = R k$$

2ª corrección.- La primera lectura del densímetro se realiza a los 30 segundos y se ha comprobado experimentalmente que el tamaño de las partículas corresponde a la del tamiz 200. En la práctica ambos porcentajes suelen presentar pequeñas diferencias por lo que es necesario aplicar un segundo factor de corrección, que llamamos \underline{m} , el cual se calcula: $m = \frac{p_{200}}{P_{30''}}$

siendo:

p_{200} = porcentaje de partículas correspondiente al tamiz 200

$P_{30''}$ = porcentaje de partículas correspondiente a la lectura de 30 segundos (calculado según la fórmula (2)).

Este factor, hallado a partir de los porcentajes correspondientes al tamiz 200 y a la lectura del densímetro realizada a los 30 segundos, se emplea para todas las restantes lecturas del densímetro, dentro del análisis de cada muestra; por lo cual:

$$P = pm$$

y como $p = Rk$

tendremos que $P = Rkm$ siendo \underline{k} y \underline{m} constantes

resulta: $\underline{P = RK}$

Una vez efectuadas estas correcciones se construye la curva acumulativa global.

Elaboración de los datos

Como decíamos al tratar del método de estudio y especialmente de las granulometrías, lo más interesante es definir la textura de cada muestra, deducir los agentes de transporte y reconstruir los ambientes de deposición.

Por ello es interesante elaborar los datos obtenidos en los análisis para poder plantear hipótesis o bien obtener conclusiones en los aspectos anteriormente indicados.

Cálculo de porcentajes de arcilla-limo-arena-grava. Diagramas triangulares. Gráficas.

Para definir la textura de una muestra será necesario en primer lugar calcular los porcentajes de cada componente (arcilla, limo, arena y grava) y después utilizar una terminología fija de acuerdo con estos porcentajes. Para esto último se ha utilizado un diagrama triangular.

Para definir el tamaño de cada fracción, nos hemos basado en la clasificación de Wentworth siendo el límite inferior de la grava 2 mm; la arena (que comprende arena gruesa, media, fina y muy fina) va desde los 2 mm hasta 1/16 mm (0,062 mm); el limo va desde el límite inferior de la arena hasta 1/256 mm (0,0039 mm) y la arcilla comprende los tamaños inferiores a 1/256 mm.

El interés de este cálculo es notable puesto que nos define exactamente la composición litológica de cada muestra, lo cual es muy importante para las correlaciones. Dado que en la mayoría de sondeos, los niveles con alto contenido en gravas son escasos y que por tanto en general solo tenemos las fracciones arcilla, limo y arena, hemos podido utilizar un diagrama triangular (figura 60) para comparar estas tres variables.

El triángulo se ha subdividido en 10 partes, con fines descriptivos, puesto que cada una de las subdivisiones (delimitadas con líneas más gruesas e indicadas con los números 1,2,3, etc.) se ha definido exactamente. (tabla 12).

Los resultados obtenidos del ploteo de las muestras dentro del diagrama nos han permitido ajustar las descripciones realizadas en el campo y construir las columnas litológicas exactas.

También ha sido posible definir o distinguir los distintos niveles representados en los sondeos puesto que los puntos correspondientes a cada muestra se agrupan formando unas "nubes."

Por otra parte se han construido unas gráficas (ver gráficas porcentajes arcilla-limo-arena-grava) en las que se representan los porcentajes de las cuatro fracciones granulométricas para cada muestra y cada sondeo. Gracias a ellas se puede ver la variación vertical o la constancia en la composición litológica. Este sistema también ayuda a la distinción entre los distintos niveles.

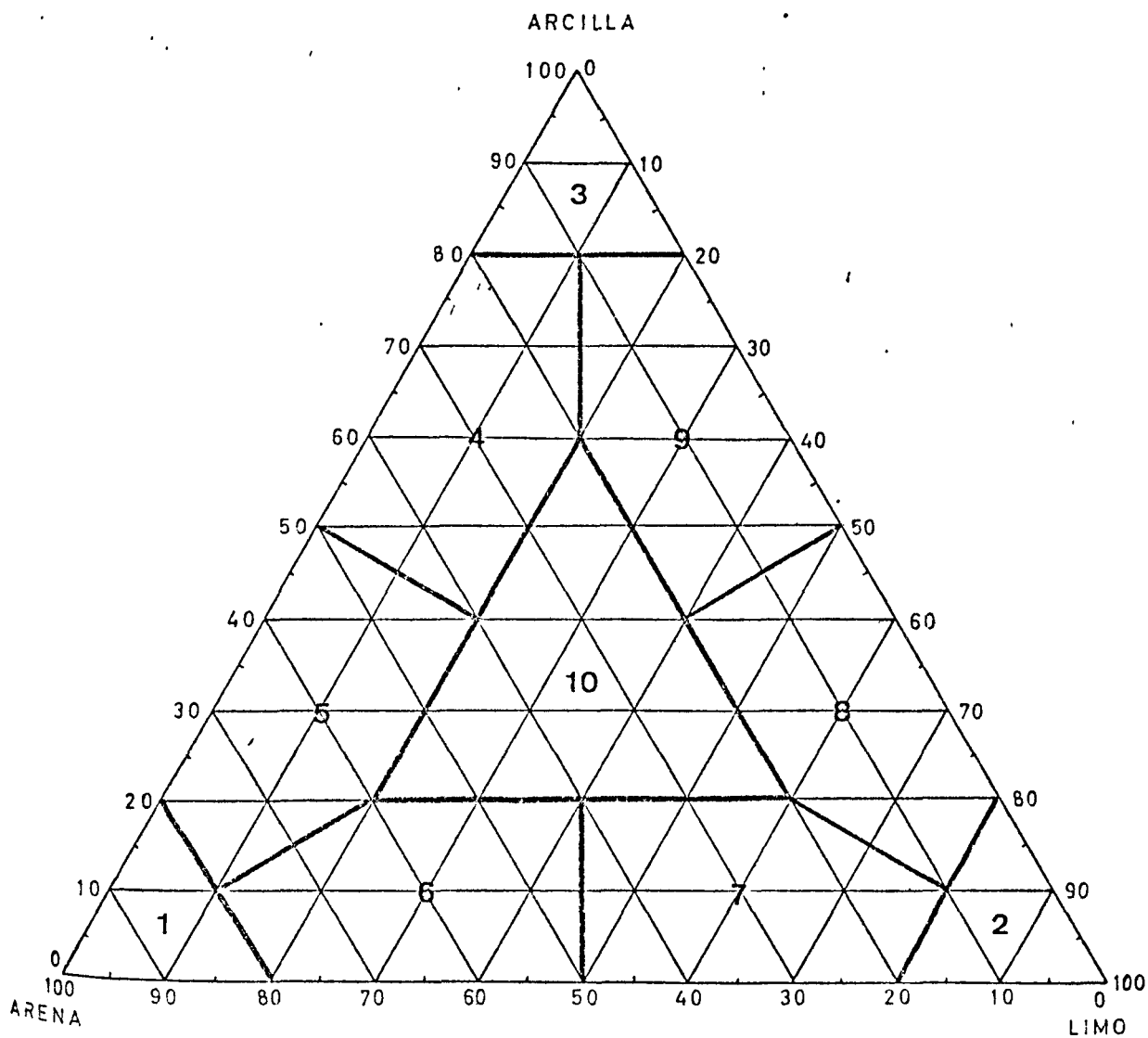


Figura 60.- Diagrama triangular

DENOMINACION	C O M P O S I C I O N		
	% Arena	% Limo	% Arcilla
1 = Arena	80 - 100	0 - 20	0 - 20
2 = Limo	0 - 20	80 - 100	0 - 20
3 = Arcilla	0 - 20	0 - 20	80 - 100
4 = Arcilla arenosa	10 - 50	0 - 20	40 - 80
5 = Arena arcillosa	40 - 80	0 - 20	10 - 50
6 = Arena limosa	40 - 80	10 - 50	0 - 20
7 = Limo arenoso	10 - 50	40 - 80	0 - 20
8 = Limo arcilloso	10 - 20	40 - 80	10 - 50
9 = Arcilla limosa	0 - 20	10 - 50	40 - 80
10 = Arena-limo-arcilla	20 - 60	20 - 60	20 - 60

Tabla 12.- Límites de variación de las distintas clases.

Parámetros

Se han calculado una serie de parámetros estadísticos con significado sedimentológico.

Algunas de las fórmulas utilizadas se han tenido que modificar y adaptar. Estas modificaciones, que especificaremos a continuación, han sido necesarias puesto que la mayoría de las fórmulas existentes se aplican a curvas acumuladas en los tamaños más finos (100 % corresponde al tamaño más pequeño) y las curvas granulométricas, que nosotros disponemos, están acumuladas en los tamaños mayores (100 % corresponde al tamaño mayor del sedimento). Como consecuencia, en las primeras tendremos por ejemplo que el diámetro de las partículas correspondiente al 75 % será menor que el correspondiente al 25 %, mientras que en las curvas acumuladas en los tamaños mayores sucederá a la inversa. Por ello, cuando en los índices se debe restar o dividir un parámetro por otro, hemos cambiado los términos conservando el principio matemático de la fórmula utilizada.

Los parámetros calculados, cuyos valores para cada curva se recogen en las tablas del apéndice III, son:

P_{90} = diámetro de las partículas en mm correspondiente a 90 %

P_{84} = diámetro de las partículas en mm correspondiente al 84 %

φ_{84} = diámetro de las partículas en unidades φ correspondiente al 84 %

Q_{75} = diámetro de las partículas en mm correspondiente al 75 %

Q_{50} = M_m = diámetro de las partículas en mm correspondiente al 50 %

ψ_{50} = M_d = diámetro de las partículas en unidades ψ correspondiente al 50 %

Q_{25} = diámetro de las partículas en mm correspondiente al 25 %

P_{16} = diámetro de las partículas en mm correspondiente al 16 %

ψ_{16} = diámetro de las partículas en unidades ψ correspondiente al 16 %

P_{10} = diámetro de las partículas en mm correspondiente al 10 %

C = diámetro de las partículas en unidades mm correspondiente al 99 %

Las fórmulas utilizadas para calcular los parámetros estadísticos son las siguientes:

Aproximación a la media

según TRASK (1930) ψ_{50} y Q_{50}

según OTTO (1939), INMAN (1952) $M_\psi = \frac{\psi_{16} + \psi_{84}}{2}$

Grado de selección o sorting

según TRASK (1930) $S_o = \sqrt{\frac{Q_{75}}{Q_{25}}}$ (adaptada)

según KRUMBEIN (1934) $Q D \psi = -\log_2 D$

siendo $D = \frac{Q_{75} - Q_{25}}{2}$ (adaptada)

según OTTO (1939) e INMAN (1952) $\sigma \psi = \frac{\psi_{16} - \psi_{84}}{2}$ (adaptada)

Simetría o skewness

según TRASK, (1930) $S_k = \frac{Q_{75} \cdot Q_{25}}{Q_{50}^2}$

según INMAN (1952) $\alpha \psi = \frac{\psi_{16} + \psi_{84} - 2\psi_{50}}{\psi_{84} - \psi_{16}} =$

$$= \frac{\frac{\psi_{16} + \psi_{84}}{2} - M d \psi}{\frac{\psi_{84} - \psi_{16}}{2}} = \frac{M \psi - M d \psi}{\sigma \psi}$$

(adaptada)

Angulosidad o kurtosis

según KRUMBEIN y PETTIJOHN (1938)
$$K = \frac{\psi_{25} - \psi_{75}}{2\psi_{10} - \psi_{90}} \quad (\text{adaptada})$$

Los valores de estos parámetros calculados para cada sondeo están recogidos en las tablas del apéndice .

Significado de los parámetros

Los valores de Q_{50} o ψ_{50} representan el diámetro de las partículas que tienen un 50 % de la muestra de tamaño superior y un 50 % de tamaño inferior.

Este parámetro al igual que $M \psi$, representa la aproximación al tamaño medio de grano. A través de este dato es posible tener una idea de la energía promedio del medio de deposición.

El grado de selección o sorting refleja el grado de dispersión de una curva acumulativa. Cuanto menor sea el valor obtenido para este parámetro (S_o , $Q D \psi$ y $\sigma \psi$) más seleccionada estará la curva. Esto indica la dominancia de un determinado intervalo de tamaños (menor será el intervalo cuanto menor sea el valor obtenido) con respecto al resto de ellos. En los casos de curvas pobremente seleccionadas los valores serán elevados e indicarán una mayor dispersión de la curva y por tanto de los tamaños,

con ausencia de un tamaño dominante.

Este parámetro es uno de los más utilizados en sedimentología puesto que se ha observado que el grado de selección depende o está relacionado con el agente de transporte.

TRASK (1932) consideró que un valor de S_0 comprendido entre 1 y 2,5 correspondía a un sedimento bien seleccionado, el valor de 3 representaba una selección normal y los superiores a 4,5, debían relacionarse con materiales pobremente seleccionados.

Posteriormente se acotaron nuevos intervalos de selección con denominaciones más matizadas. Una de las tablas más utilizadas es la de FOLK and WARD (1959) para valores ψ :

<u>intervalos en unidades ψ</u>	<u>denominación</u>
< 0,35	muy bien seleccionada
0,35 - 0,50	bien seleccionada
0,50 - 0,71	moderadamente bien seleccionada
0,71 - 1,0	moderadamente seleccionada
1,00 - 2,00	pobremente seleccionada
2,00 - 4,00	muy pobremente seleccionada
> 4,00	extremadamente mal seleccionada

FRIEDMAN en 1962 propuso una nueva escala de clasificación añadiendo además la correspondencia con el agente seleccionador (tabla 13).

GENETIC SORTING CLASSIFICATION BASED ON STANDARD DEVIATION

Sorting Interval	Sorting Designation	Environment of Deposition
Medium to fine and very fine-grained sands (mean $>1.0-2.0\phi$): <0.35.....	Very well sorted	Most coastal, barrier bar, and lake dune sands, many beach sands, many marine sands above wave base, many lagoonal sands
0.35-0.50.....	Well sorted	Most beach sands, many or most marine sands above wave base, many lagoonal sands, many inland dune sands, some river sands
0.50-0.80.....	Moderately well sorted	Most river sands, many beach sands (0.80 is approx. upper limit for beach sands), many lagoonal sands from restricted lagoons, most continental-shelf sands below wave base, most inland dune sands (0.80 is approx. upper limit except for some stable dunes)
0.80-1.40.....	Moderately sorted	Many river sands (1.40 is approx. upper limit for river sands) some lagoonal sands from restricted lagoons, some continental shelf sands below wave base, many glaciofluvial sands
1.40-2.00.....	Poorly sorted	Many glaciofluvial sands
2.00-2.60.....	Very poorly sorted	Many glaciofluvial sands
>2.60.....	Extremely poorly sorted	Some glaciofluvial sands
Coarse-grained sands (mean $<1.00\phi$): 0.50-0.80.....	Moderately well sorted	Many beach sands
0.80-1.40.....	Moderately sorted	Most river sands, many or most beach sands, most continental-shelf sands
1.40-2.00.....	Poorly sorted	Some river sands, some continental-shelf sands, many glaciofluvial sands
2.00-2.60.....	Very poorly sorted	Many glaciofluvial sands
>2.60.....	Extremely poorly sorted	Some glaciofluvial sands

Tabla 13 .- Clasificación genética del grado de selección basada en la desviación estandar. Según FRIEDMAN (1962).

La asimetría o skewness refleja el grado de simetría de una curva con respecto al punto medio. En el caso de una curva totalmente simétrica el valor de S_k es igual a la unidad y el de $\alpha \psi$ es igual a 0. Cuando la curva no es simétrica el valor de S_k será inferior o bien superior a la unidad; en el primer caso la pendiente será mayor en la parte correspondiente a los tamaños mayores y en el segundo tendrá una pendiente más pronunciada la de los tamaños más finos. Lo mismo ocurre con $\alpha \psi$ pero en este caso la asimetría en uno u otro sentido vendrá expresada por los valores positivos o negativos.

Según FRIEDMAN (1962) las arenas de río y de duna suelen presentar una simetría positiva, mientras que las de playa la suelen tener negativa.

La angulosidad o kurtosis según SPENCER (1963) indica el grado de mezcla de dos poblaciones lognormales. El valor de la angulosidad de una curva normal es de 3 ψ y FRIEDMAN, en un estudio de 612 muestras de arena, obtuvo un valor promedio de 5,31 ψ , de lo cual dedujo que las curvas de distribución de tamaño de grano o curvas granulométricas acumulativas, eran más angulosas que las curvas normales. En realidad las curvas se apartan de la distribución normal ya que domina el intervalo propio del medio.

Diagramas CM

Otra de las representaciones gráficas realizadas en este estudio es la propuesta por PASSEGA (1954,1964) y PASSEGA y BYRAMJEE (1969). Se trata de la representación de los parámetros C y M de cada muestra sobre un diagrama logarítmico (M es igual a Q_{50} y C es un percentil).

El interés de este diagrama radica en que se ha comprobado experimentalmente que la posición de los puntos dentro diagrama, delimita una serie de áreas que corresponden a determinados agentes de transporte y deposición.

En la figura 61, reproducimos el esquema básico del diagrama CM. Este diagrama está dividido en nueve clases, de las cuales se dan los límites de C y M o tipos de tamaño de grano en el ángulo inferior derecho de la misma figura.

Cada clase o conjunto de clases corresponde a determinados mecanismos de transporte. Así pues, según los mismos autores tenemos:

a) los sedimentos incluidos en las clases I,II,III, y IX tienen valores de C superiores a 1 mm y contienen granos transportados por rodadura, depositados cerca del área fuerte o transportados a través de sedimentos donde la sedimentación de los elementos en sus

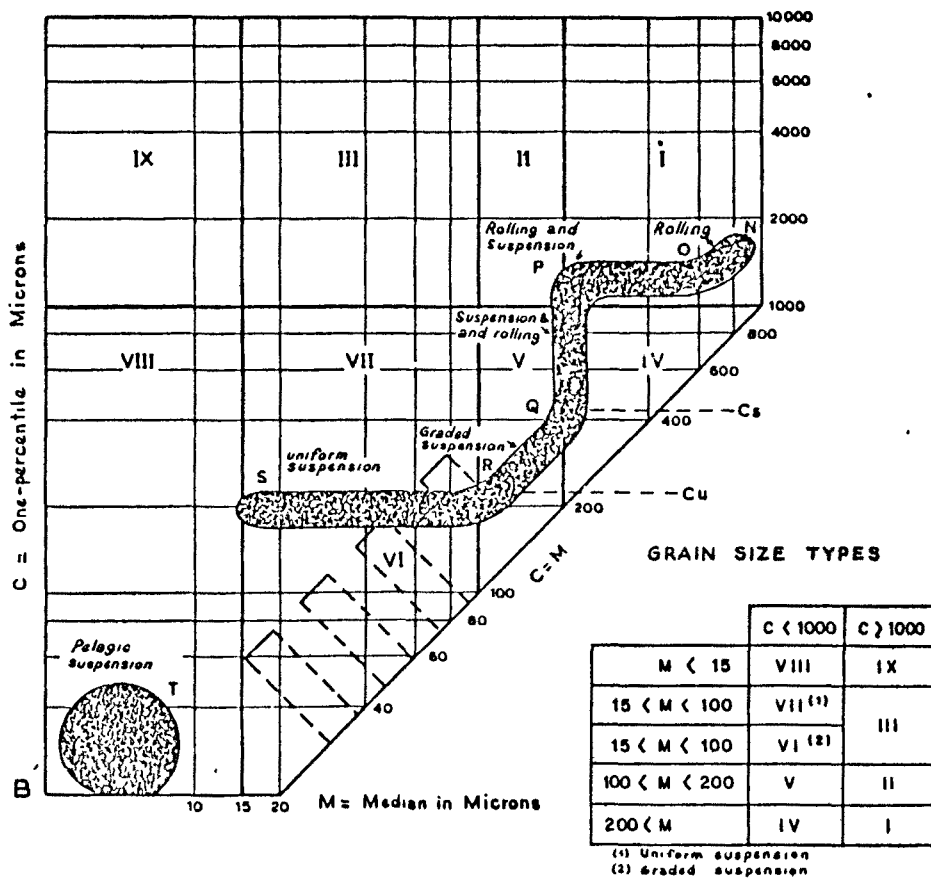


Figura 61 .- Diagramas CM: clases, significado y tipos de tamaño de grano. Según R. PASSEGA y R. BYRAMJEE (1969).

pensión es escasa. Estos sedimentos estan formados por mezclas de sedimentos transportados unos por suspensión y los de mayor tamaño por rodadura; suelen corresponder a sedimentos bimodales. En algunos casos la forma de los modelos CM puede indicar que se trata de sedimentos transportados totalmente por suspensión; en tales casos corresponden a depósitos turbulentos en los que el diámetro de la fracción mayor se puede considerar como un indice de turbulencia.

b) los sedimentos incluídos en las clases IV,V,VI y VII son sedimentos transportados en suspensión que contienen partículas inferiores a 1 mm, transportadas por rodadura. Estas últimas pueden haber sido transportados en suspensión grandes distancias antes de haberlo sido por rodadura y por ello se incluyen dentro de los sedimentos transportados en suspensión.

Las clases IV y V son generalmente suspensiones gradadas, con alta y moderada turbulencia respectivamente.

La clase VI tambien corresponde a una suspensión gradada pero con baja turbulencia y la VII representa una suspensión uniforme, con una deposición mas compleja.

c) los sedimentos incluídos en la clase VIII corresponden a las suspensiones uniformes mas finas y a las suspensiones pelágicas.

Hemos realizado estos diagramas para las muestras de los sondeos 4D, 3F, 2M, 5Y, 4Q, 5S, 5V, 9Ñ, 6M, 6Ñ, 7G y algunas muestras del sondeo 2J (apendice II).

Gráficas de variación a los diámetros máximo y medio

Por último hemos construido unas gráficas semilogarítmicas en las que se ha representado los diámetros máximo y medio de cada muestra (en escala logarítmica) con respecto a la profundidad.

Puesto que estos tamaños están en relación con la energía del medio, estas gráficas nos permiten visualizar la variación energética vertical dentro de cada sondeo.

Por otra parte permite reconocer las secuencias tanto de aumento como de disminución de tamaño de grano. Estas secuencias contribuyen a reconstruir parte de los procesos evolutivos acaecidos en las series sedimentarias. Por ejemplo, OOMKENS (1967 y 1970), en su estudio del delta del Ródano, asocia las secuencias de aumento de tamaño de grano hacia arriba a las regresivas fluviomarinas y fluviolacustres (fluviomarine y fluviolacustrine regressive sequence).

ANÁLISIS DE CARBONATOS

El análisis de carbonatos se ha realizado con el objeto de: a) obtener el dato cuantitativo, b) poder ver su variación en las series, c) obtener un nuevo criterio de correlación y d) relacionarlo con determinados ambientes.

Técnica

Para el análisis de los carbonatos se ha seguido el método descrito por VATAN (1967) que utiliza el calcímetro de Bernard y consiste en valorar el volumen de CO_2 desprendido en un tubo manométrico, como consecuencia del ataque de la roca por ácido clorhídrico. Mediante unas tablas de correlación de temperatura y presión se puede pasar rápidamente del dato volumétrico de CO_2 al porcentaje de carbonatos.

Marcha analítica

1. Triturar la muestra en un mortero hasta reducirla a polvo, con el fin de que el ataque con el clorhídrico sea más favorable.
2. Pesar la muestra, previamente seca (a peso constante). Según el contenido en carbonatos se toma: 0,25 gr si es muy calcárea, 0,50 gr si es media y 1 gr si es poco calcárea.
3. Introducir la muestra pesada en un erlenmeyer de 100 cm^3 y un pequeño recipiente con ácido clorhídrico al 30%.
4. Tapar el erlenmeyer con un tapon conectado al tubo graduado.
5. Colocar al mismo nivel el líquido del tubo graduado y el de la ampolla y anotar la lectura D_1 .
6. Volcar el clorhídrico dentro del erlenmeyer de forma que se extienda sobre la muestra.
7. A medida que se desprenda el CO_2 ir descendiendo la ampolla para

que la altura de esta y la del tubo graduado sea la misma.

8. Agitar de cuando en cuando el erlenmeyer para activar la reacción.
9. Cuando la reacción ha terminado, anotar a que altura se halla el líquido en el tubo graduado D_2 (previamente niveladas las alturas en la ampolla y en el tubo).
10. Anotar las condiciones de presión y temperatura.
11. El volumen de gas desprendido será: $D = D_2 - D_1$
12. Calcular el porcentaje de carbonatos multiplicando el resultado anterior, D , por un coeficiente de corrección, que depende de la temperatura y de la presión atmosférica, y este nuevo resultado multiplicado a su vez por 4 o por 2 según se haya tomado $1/4$ o $1/2$ de grano puesto que los coeficientes están calculados para 1 g.

T ^o C	P mm														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28 ^o	4 041	4 056	4 070	4 085	4 099	4 114	4 128	4 143	4 155	4 166	4 177	4 187	4 197	4 208	4 211
27 ^o	4 055	4 070	4 085	4 099	4 114	4 129	4 143	4 158	4 169	4 179	4 190	4 200	4 211	4 222	4 23.
26 ^o	4 069	4 084	4 099	4 114	4 129	4 144	4 158	4 172	4 183	4 193	4 204	4 214	4 225	4 236	4 24'
25 ^o	4 083	4 098	4 113	4 128	4 143	4 158	4 172	4 186	4 197	4 208	4 219	4 230	4 241	4 251	4 26.
24 ^o	4 097	4 112	4 127	4 142	4 157	4 172	4 186	4 200	4 211	4 222	4 233	4 244	4 255	4 266	4 27
23 ^o	4 111	4 126	4 141	4 156	4 171	4 186	4 200	4 214	4 226	4 237	4 248	4 259	4 270	4 281	4 29.
22 ^o	4 125	4 140	4 155	4 170	4 185	4 200	4 214	4 228	4 240	4 252	4 263	4 274	4 285	4 296	4 30
21 ^o	4 139	4 154	4 169	4 184	4 199	4 214	4 229	4 243	4 255	4 267	4 279	4 290	4 301	4 311	4 32
20 ^o	4 153	4 169	4 184	4 199	4 214	4 229	4 243	4 257	4 269	4 281	4 292	4 303	4 314	4 325	4 33.
19 ^o	4 168	4 183	4 198	4 213	4 228	4 243	4 258	4 272	4 284	4 296	4 307	4 318	4 329	4 340	4 35
18 ^o	4 182	4 198	4 213	4 228	4 243	4 258	4 272	4 286	4 298	4 310	4 321	4 332	4 343	4 354	4 36
17 ^o	4 197	4 212	4 227	4 242	4 257	4 272	4 286	4 300	4 312	4 324	4 335	4 346	4 357	4 368	4 37'
16 ^o	4 211	4 226	4 241	4 256	4 271	4 286	4 300	4 314	4 326	4 338	4 349	4 360	4 371	4 382	4 39
15 ^o	4 225	4 241	4 256	4 271	4 286	4 301	4 315	4 329	4 341	4 353	4 364	4 375	4 386	4 397	4 40
14 ^o	4 240	4 256	4 271	4 286	4 301	4 316	4 331	4 345	4 357	4 368	4 379	4 390	4 401	4 412	4 42
13 ^o	4 255	4 271	4 286	4 301	4 316	4 331	4 346	4 361	4 373	4 384	4 395	4 406	4 417	4 428	4 43
12 ^o	4 270	4 286	4 301	4 316	4 331	4 346	4 361	4 376	4 388	4 399	4 410	4 421	4 432	4 443	4 45
11 ^o	4 285	4 301	4 316	4 331	4 346	4 361	4 376	4 391	4 403	4 415	4 426	4 437	4 448	4 459	4 47
10 ^o	4 300	4 316	4 332	4 348	4 364	4 378	4 394	4 407	4 419	4 430	4 441	4 453	4 464	4 475	4 48

Tabla 14 .- Coeficientes de corrección.

Crítica del análisis de carbonatos

Evidentemente de los objetivos propuestos al emprender este tipo de análisis se consiguieron los tres primeros, es decir tener el dato cuantitativo, ver la variación vertical y lateral y obtener un nuevo criterio de correlación, pero el último y para no nosotros el más importante presentaba muchos problemas que además incidían sobre el significado de los primeros objetivos.

En realidad el porcentaje de carbonatos de un determinado sedimento está influido o depende de tres variables que son: 1) cemento carbonatado de origen químico; 2) bioclastos y 3) fracción detrítica inorgánica de naturaleza carbonatada.

Evidentemente el significado de cada una de estas variables es absolutamente diferente. La primera, es decir la precipitación de carbonatos, se produce preferentemente en un medio de agua dulce o en la interfase agua dulce-agua salada. Con ello, si en el porcentaje de carbonatos solo recoge esta variable, su variación nos dará idea de la mayor o menor continentalidad de una muestra.

En cuanto a la segunda variable dependerá esencialmente de la productividad o abundancia de organismos con estructuras o elementos calcáreos (moluscos, foraminíferos, etc.) y de la tasa de sedimentación.

Por último, la tercera variable, dependerá del área fuente de los elementos detríticos.

Por ello, analizado el distinto origen y significado de cada una de estas variables, consideramos que el porcentaje de carbonatos totales es muy poco significativo y solo tendría verdadero sentido un análisis específico de cada una de las variables que intervienen en los resultados totales. El problema más importante de ésta posible solución es la separación real de los tres componentes. Una primera aproximación es el estudio previo de cada muestra al binocular para identificar, aunque de un modo aproximado, cual o cuales son las variables principales en cada muestra.

Por ejemplo en el caso de los sedimentos del delta del Ródano, KRUIT (1955) dice que los porcentajes son en general superiores al 20 % y que se observa una correlación negativa con el tamaño de grano de las partículas (incremento de carbonatos al disminuir el tamaño) pero no da explicación completa a este fenómeno. Comenta tan solo que los sedimentos finos (además de elementos detríticos calcáreos) a veces pueden estar influenciados por el contenido en microfauna. En cuanto a los sedimentos más groseros, el aporte mayor se debe a los elementos detríticos, pero los marinos tienen mayores porcentajes que los fluviales; esto puede ser debido a la presencia de conchas. Es evidente que en este trabajo de KRUIT las tres variables están mezcladas y que es muy difícil obtener conclusiones.

ANALISIS DEL CARBONO - 14

Este tipo de análisis permite determinar la edad absoluta de una muestra que contenga una cierta cantidad de carbono de origen orgánico.

Poseemos los resultados del análisis de una muestra de material turboso obtenida en el sondeo 2J, situado en la costa occidental del delta del Llobregat, al oeste de la laguna de la Murtra. La muestra corresponde a una profundidad de 53 m.

Estos sedimentos turbosos están situados sobre un tramo de arenas y gravas que constituyen el techo del complejo detrítico inferior. Por encima se desarrolla la cuña limoarcillosa fluviomarina. Por ello creemos que esta muestra forma parte de los materiales que constituyen lo que OOMKENS (1967 y 1970) denomina transgresión salobré en su estudio del delta del Ródano.

El análisis se ha realizado en el Laboratorio de Geocronología, del Departamento de Radioisótopos, del Instituto de Química Física "Rocasolano" C.S.I.C.

La cantidad de carbono requerido por la actual instalación del centro es de 6 gr. Considerado que el porcentaje de carbono en las turbas es del orden del 16 al 30 % se envió una muestra de 40 gr de peso.

El análisis dió como resultado una edad de carbono - 14 de $10\ 900 \pm 140$ años (+), lo que equivale a 8 950 años antes de J.C.

ANALISIS POLINICO

El análisis polínico se realizó con el objeto de obtener un nuevo dato para la reconstrucción de las condiciones ambientales de algunas muestras. Lo ha llevado a cabo E. Martin en el Departamento de Paleontología de la Universidad de Barcelona.

Se analizaron varias series de muestras obteniéndose en algunas de ellas resultados negativos, es decir no se hallaron restos de polen. Algunas de estas muestras eran marinas pero probablemente cercanas a la costa. Por ello, según las muestras, la ausencia de granos de polen puede corresponder a una inexistencia real o bien a un tratamiento inadecuado de la muestra (comunicación del analista) por lo que se proseguirá la investigación en este sentido.

Las que han podido ser determinadas por su contenido polínico son 2J - 26, 5V - 13 y 5V - 20.

El tratamiento utilizado en estas ha sido el siguiente:

- 1º) Trituración
- 2º) Mezcla con $\text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{SO}_4\text{H}_2$ y ClO_3Na al 33%
- 3º) Baño María a 80º C

(+) La edad carbono -14 es equivalente a la edad B.P. considerando como año cero, por acuerdo internacional, el año 1950 después de J.C.

- 4º) Lavado 2 veces consecutivas con agua por centrifugado y la última vez con $\text{CH}_3 - \text{COOH}$.
- 5º) Tratamiento de Erdtman :
 9 cm^3 de anhídrido acético y
 1 cm de ácido sulfúrico al
 baño María a 90º.
- 6º) Lavado 3 veces consecutivas con agua por centrifugación.
- 7º) Hidróxido potásico al 10 % durante 10 minutos
- 8º) Separación en 3 fracciones mediante bromoformo

Los resultados obtenidos según informe de E. Martín son:

Muestra 5V - 20 : Predominan los granos de polen de Chenopodiaceae (35 %) (probablemente Salicornia), plantas típicamente halófilas. También son halófilas las Plumbaginaceae que alcanzan un 3 % y Tamarix (6 %).

Pinus está representado por un 24 % (los granos están mal conservados y rotos en general). También se han encontrado Betulaceae (4 %), principalmente Alnus, aunque han aparecido algunos granos de Betula (?). Otras plantas arbóreas son Fraxinus 2 % y Quercus 4 %.

Se han encontrado también algas de tipo Tasmanaceas y dicotiledóneas herbáceas, que no han podido ser determinadas.

Al igual que en 2J - 26 hay una abundancia de granos de Chenopodiaceae (probablemente Salicornia aunque en esta muestra no

ha podido determinarse con seguridad). Son plantas típicamente mediterráneas y viven en tierras saladas del litoral o en lagunas litorales. Pinus aparece por el contrario en un porcentaje más elevado que en 2J -26. Hay que tener en cuenta que Pinus produce gran cantidad de polen que alcanza además grandes distancias al ser transportado por el viento o el agua. Los otros géneros arbóreos encontrados son: Alnus (Betulaceae), que vive en tierras muy húmedas y puede encontrarse en montaña o tierra baja, pero siempre en suelos de humedad constante. Al estar muy escasamente representado, hace pensar en un transporte desde lejos, cosa que sirve también para los escasos granos de Betula (Betulaceae) que también se han encontrado. Fraxinus (Oleaceae) también busca los suelos húmedos y bordes de ríos y torrentes. Tamarix es árbol típicamente mediterráneo y se encuentra en los bordes de los ríos o torrentes y también en las proximidades de lagunas costeras porque prefieren aguas saladas.

Se podría considerar pues, una vegetación de tipo mediterráneo, propia de lagunas saladas del borde del mar, representada principalmente por los Chenopodiaceae y Tamarix como elementos autóctonos, mientras que las asociaciones arbóreas Alnus, Fraxinus de tipo húmedo de borde de río podrían ser considerados como elementos alóctonos - transportados (obviamente) por cursos de agua.

Muestra 2J - 26 : El mayor porcentaje los ostentan Artemisia (30 %) (Compositae) que prefiere suelos arenosos y Chenopodiaceae cf. Sali-

cornia (20 %), que es halófila. Ambas son típicamente mediterráneas.

Las especies arbóreas están representadas por un porcentaje tan bajo de Pinus y Quercus (no llegan al 4 % cada uno), que hacen pensar que han sido transportadas desde gran distancia.

Aparece también polen de Cupresaceae y algunas otras herbáceas (además de las citadas anteriormente) todas ellas pobremente representadas: Cyperaceae, Compositae (no determinados pero diferentes de Artemisia), Cruciferae, Umbelliferae y Gramineae (correspondientes a especies no cultivadas).

Aparenta ser una vegetación mediterránea de borde de mar, de clima árido y además de régimen salado, con predominio de Artemisia (Compositae) y Salicornia, y algunas otras herbáceas en bastante menor cantidad, tales como Cyperaceae, Compositae (no determinadas) diferentes de Artemisia y Cruciferae.

Las muestras 2J - 26 y 5V - 20 corresponden a un tipo de vegetación semejante, propio de lagunas saladas al borde del mar. En 5V - 20 se aprecia una mayor cantidad de granos de polen alóctonos, de probable transporte fluvial ya que son plantas (Fraxinus y Alnus...) que habitan en los bordes de ríos o torrentes.

Muestra 5V - 13 : El mayor porcentaje lo ostenta Pinus (45 %) que probablemente es P. silvestris. Otros arbóreos son Salix (8 %) (Salicaceae) y Alnus (2 %). Las Compositae alcanzan un 12 %, de las cuales hay un 6 % de Artemisia. Son bastante abundantes las esporas de musgo y helechos (14 %). Se encuentran también Ericaceae y algunos tipos de dicotiledóneas herbáceas (algunas son Labiateae y Cruciferae) así como algas de tipo Tasmanaceas.

Hay notable predominio de Pinus, aunque también se ha de tener en cuenta la gran producción de polen de los árboles de este género y las grandes distancias que puede recorrer dada su forma típicamente anemófila. Salix es planta de lugares húmedos, de montaña media y tierras bajas. En cuanto a las herbáceas la más abundantes son las Compositae: Artemisia principalmente, y en menor cantidad las del tipo Taraxacum. La asociación de Artemisia con otras Compositae da idea de un clima árido, de vegetación escasa y dispersa. Artemisia es típicamente mediterránea y muestra preferencia por los suelos arenosos.

Se pueden considerar como en [2J - 26 unos elementos autóctonos representados por Artemisia y otras Compositae, que son plantas de polinización entomófila en su mayoría, y por tanto con menos posibilidades de trasladarse, aunque esto no excluye un ligero transporte aéreo hasta algún curso de agua cercano que a su vez los lleve más lejos.

Salix que es propia de terrenos húmedos, junto con los helechos serían los elementos alóctonos aportados desde grandes distancias por transporte aéreo o acuático.

Pinus cuya especie no ha podido ser determinada dada la conservación de los granos, puede situarse bien como un componente de la vegetación cercana a la asociación árida (Artemisia) o bien como un elemento alóctono en el caso de que fuera P. silvestris como parecen indicar algunos granos.

Capítulo 7

P A L E O N T O L O G I A

Dentro del análisis de los sedimentos del complejo deltaico y del complejo detrítico inferior hemos dedicado especial interés al estudio paleontológico. Debe tenerse en cuenta que la mayoría de ejemplares determinados proceden de muestras y sondeos. Los resultados de este estudio han sido particularmente útiles en la determinación de secuencias y ambientes.

Por ello hemos planteado el estudio paleontológico de la siguiente forma:

- 1) conocer los antecedentes paleontológicos de estos materiales,
- 2) proceder a la preparación y separación de los ejemplares,
- 3) realizar las determinaciones específicas con ayuda de especialistas,
- 4) recoger los datos ecológicos de cada una de las especies, con el fin de poder identificar los ambientes a que corresponden,
- 5) tratar la información para visualizar los resultados y facilitar la interpretación,
- 6) analizar la validez de los resultados.

Antecedentes.

Los antecedentes paleontológicos y faunísticos específicos de la región del delta del Llobregat son muy escasos, prácticamente quedan reducidos a los trabajos de Almera de los años 1891 y

1903, que hacen referencia a unas muestras procedentes de pozos practicados en el Prat de Llobregat.

En la leyenda del "Mapa geológico - Topográfico de la provincia de Barcelona. Región I ó de contornos de la capital", cita su autor las siguientes especies:

Dentalium alternans

D. vulgare

Turritella communis

Leda pella

Pectunculus bimaculatus

Nucula nucleus

Venus verrucosa

V. ovata

Corbula gibba

que sitúa estratigráficamente en el Siciliense, aunque añade que estas especies viven actualmente en nuestro litoral. Pertenecen a muestras extraídas en el Prat de Llobregat a unos 50 metros de profundidad.

En la nota publicada a raíz de las excursiones de la Sociedad geológica de Francia realizadas en 1898, por los alrededores de Barcelona; vuelve a insistir sobre el mismo tema citando las especies:

Turritella communis, L.

Dentalium alternans, Bucquoy

D. vulgare, Da Costa

Leda pella, L.

Pectunculus bimaculatus, Poli

Nucula nucleus, L.

Venus verrucosa, L.

V. ovata, Permant

Tellina pulchella, Philippi

Corbula gibba, Olivi

Artemis lupinus, Poli

que, igual que las anteriores, proceden de los pozos realizados en el Prat del Llobregat a partir de 1892, correspondiendo en este caso a una profundidad de 45 - 49 metros. Considera que pueden pertenecer al Siciliense o Plioceno superior.

Posteriormente, Marqués y Reguant (1966) estudian los briozoos obtenidos en tres muestras procedentes de sondeos realizados también en el término del Prat de Llobregat, recogidas entre los 46 y 70 m. Las formas recogidas son:

Cellaria fistulosa AUCT.

Sertella sp.

Hippoporina ? sp.

Cellaria nevianii GALOPIM DE CARAVACHO

Discoporella reussiana (MANZONI, 1869)

Cupuladria sp.

Todas viven en la actualidad y las cellariformes, al igual que en estas muestras, son dominantes en el delta del Ródano. En conjunto corresponden a zonas marinas no muy profundas, con aguas templadas y cálidas.

Preparación y separación

La preparación y separación de los ejemplares comporta en primer lugar la aleatorización de la muestra, es decir, esta se divide en varias unidades que se disponen en filas y columnas ordenadas. A cada unidad se le asigna un número indicador de fila y uno de columna; una vez hecho esto se toman una serie de partes de ella mediante una tabla de números aleatorios. La muestra obtenida por el conjunto de partes se seca y se pesa, para poder calcular porcentajes.

En segundo lugar, se lava la muestra y cuando se trata de sedimentos muy arcillosos se debe proceder previamente al ataque con agua oxigenada. Una vez lavada, se seca en una estufa. El material resultante se divide en tres fracciones: 1) entre 0,125 y 0,8 mm; 2) entre 0,8 y 2,5 mm y 3) superior a 2,5 mm. La primera, que generalmente requiere posteriores fraccionamientos para la separación de los ejemplares, se destina para el estudio de la microfauna y las otras

dos (2 y 3) para el de la macrofauna, aunque a veces incluyen ejemplares de foraminíferos de 2 mm y más de tamaño.

Determinaciones específicas.

La determinación de los ejemplares se ha realizado con la ayuda de investigadores especializados en los diferentes grupos a estudiar.

Moluscos Marinos.- Para la determinación de este grupo se ha utilizado la sistemática propuesta por GLIBERT y VAN DE POEL. Todas las especies determinadas han sido revisadas por el Dr. J. F. de Villalta, Profesor de Investigación del Instituto Jaime Almera del C.S.I.C., y muchas especies han sido directamente clasificadas por este investigador.

Moluscos de agua dulce y terrestres.- Para el estudio de estos moluscos he contado con la colaboración del Sr. C. Altmira, colaborador del Departamento de Zoología de la Universidad de Barcelona.

Briozoos.- La clasificación de los briozoos ha sido realizada por el Dr. S. Reguant, Agregado de Estratigrafía de la Universidad de Barcelona.

Foraminíferos.- Para la determinación de los foraminíferos planctónicos he contado con la colaboración de la Dra. M. D. Miró, que ha realizado su tesis doctoral sobre "Foraminíferos planctó

nicos recientes de Venezuela". Los bentónicos han sido estudiados con la ayuda del Dr. G. Mateu Mateu, en el laboratorio del Instituto Español de Oceanografía de Palma, del que es oceanógrafo y cuya tesis doctoral versa sobre el " Estudio sistemático y bioecológico de los foraminíferos vivientes de los litorales, de Cataluña y Baleares".

Ostrácodos.- Los ostrácodos han sido clasificados en su mayoría por I. Yassini, del Laboratorio de Geología de la Universidad de Teheran. También hemos contado con la ayuda del Sr. Armengol del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona.

Las determinaciones realizadas han permitido ampliar notablemente la lista de las formas conocidas en la zona de estudio y reconstruir su evolución.

Damos una relación de los macro y microfósiles estudiados, correspondientes a cada muestra y sondeo. Como hemos apuntado anteriormente, debido a procedimiento de obtención de las muestras (sondeo) y dada la complejidad faunística, no siempre ha sido posible estudiar y clasificar los mismos grupos en cada una de ellas. Por ello, en cada muestra indicaremos la existencia de cada uno de los grupos no clasificados y también la presencia de ejemplares de otros grupos faunísticos que no han sido estudiados en detalle en ningún caso (Ej: equifidos, etc.) Las letras que están situadas detrás de cada especie o género indica su abundancia:

MA = muy abundante

A = abundante

C = común

R = raro

MR = muy raro

En algunos casos, dadas las características del método de perforación, tan solo ha sido posible contar con la fauna extraída durante los ensayos de bombeo y que proporcionan solo el material mas ligero, totalmente lavado. Tal es el caso de los ejemplares procedentes de los sondeos realizados en la factoría de Gas Natural de la Zona Franca, en donde se pudo individualizar los niveles correspondientes a los dos limfrafos situados a distintas profundidades. Por ello, en algunos casos no se da la fauna completa del sondeo, sino solo de algunos niveles.

En el apendice IV, se da la relación, para cada muestra y sondeo, de las diferentes especies determinadas y en general se indica tambien las muestras que son azoicas.

Condiciones ecológicas

Hemos intentado conocer las principales características de las condiciones ecológicas requeridas para el desarrollo de las distintas especies determinadas en el delta. En algunos casos, también hemos estudiado las condiciones necesarias para un desarrollo óptimo de determinadas especies que se presentaban en gran abundancia y dominando sobre el resto de los individuos, o bien especies de gran repartición en las diferentes muestras.

Esta investigación se ha hecho en base a estudios de zonas próximas o a trabajos especiales sobre el tema. La razón fundamental de tratar este aspecto se debe a que hemos intentado a través de la fauna, tener nuevos datos para definir los distintos ambientes representados en los sedimentos.

Es decir el estudio de muestras de sondeo es distinto del de muestras de superficie. En tales casos, cada muestra pertenece a un determinado ambiente, que se puede reconocer por su morfología, características de los sedimentos, tipo de agua, drenaje, etc.; por ello la fauna será un elemento más del ambiente o un resultado de éste.

En el estudio de sondeos el proceso es exactamente a la inversa, pero con el agravante de que en general se dispone de un número mucho más reducido de datos que cuando se estudia un ambiente

de forma directa. Así pués, se parte de una serie de datos y a través de ellos se llega a reconstruir el ambiente que reflejan. Los datos disponibles suelen ser las características de los sedimentos y la fauna. Ahora bien, se ha comprobado que un sedimento con unos determinados índices granulométricos puede corresponder a ambientes bastante e incluso muy diferentes. Lo mismo ocurre con el origen de la energía requerida para el transporte de las diferentes fracciones (corriente fluvial o marina, etc). Por ello, en muchos casos es la fauna la que nos da mayor información sobre el ambiente que representa un determinado sedimento. Por ejemplo un sedimento arenoso fino con un sorting $0,75 \phi$ puede corresponder según FRIEDMAN (1962) a arenas de río, de playa, de "lagoon", de duna etc; por ello uno de los elementos determinantes para inclinarnos por una u otra posibilidad será la fauna.

Otro ejemplo significativo de la utilidad de este estudio es el de las especies dominantes y en algún caso prácticamente exclusivas, con gran número de individuos. Esto representa unas condiciones ambientales muy específicas, que son de hecho lo que nos interesa conocer. Tal es el caso, por ejemplo de Hydrobia acuta y Anumonia beccarii.

Se han determinado los gasterópodos, lamelibranquios, foraminíferos, ostrácodos y briozoos. Como el número total de especies reconocidas de moluscos marinos, tanto gasterópodos como lame

libranquios, y el de foraminíferos bentónicos es muy notable (un centenar de especies tanto de estos como de aquellos) y supera en mucho al de los demás grupos determinados, por ello, hemos recogido y resu mido las condiciones ecológicas de cada especie, según diversos auto res, en las tablas 20, 21 y 22. .

En cuanto a los otros grupos, esencialmente por menor número de especies existentes en las muestras y también por que algunas de ellas tienen un significado más restringido, hemos realizado para cada especie un pequeño resumen de sus condiciones ecológicas más destacadas. Tales grupos son ostrácodos, briozoos, foraminíferos planctónicos y moluscos de agua dulce y terrestres.

De algunas especies no se ha reseñado ninguna información. Este hecho se puede atribuir a varias razones: 1) que se trate de especies que tengan unas características ecológicas muy amplias, con lo cual son de poca utilidad para nuestro problema; 2) que no se hayan hecho estudios ecológicos específicos y 3) que no se hayan encontrado datos sobre ellas.

Tratamiento de la información

Una vez realizadas las determinaciones específicas y ha lladas sus condiciones ecológicas se han elaborado una serie de grá ficos y tablas para poder interpretar los resultados.

En primer lugar se han realizado unas tablas de la siguiente forma: en el eje horizontal se indican las muestras de un determinado sondeo ordenadas de menor a mayor profundidad y en el eje vertical las diferentes especies según el orden de aparición y, dentro de éste, según el orden sistemático. Para cada especie se indica además la abundancia (tablas 15, 16, 17, 18y19). Con este método es posible averiguar cuales son las especies más frecuentes o más constantes, así como las más características de cada nivel.

Una vez hecho esto hemos estudiado para cada nivel o cada muestra, según los casos, las condiciones ecológicas de sus diferentes especies, teniendo en cuenta la abundancia de cada una de ellas. Esto nos ha permitido deducir a qué ambiente puede corresponder con mayor probabilidad la muestra o nivel analizado.

Por último se han realizado, para los sondeos 9Ñ, 5V, 2J, y 3F, unas gráficas con la variación cuantitativa de las especies totales de moluscos, ostrácodos y foraminíferos, de acuerdo con la profundidad. Ello nos ha permitido ver la variación de la fauna dentro de cada sondeo.

Validez de los resultados

La validez de los resultados, de los estudios faunísticos de las muestras de sondeo, está condicionada por dos hechos de muy distinta naturaleza. Uno es inherente a todo estudio paleontológico y es el de la correspondencia entre la biocenosis y la tanatocenosis. El otro está condicionado por el método de obtención de la mues-

FORAMINIFEROS = 2 J

Tabla 18

Quinqueloculina cliarensis
 Quinqueloculina laevigata
 Bulimina elongata
 Bulimina sp.
 Valvulineria sp.
 Ammonia beccarii
 Ammonia sp.
 Elphidium crispum
 Globobulimina bulloides
 Globobulimina talconensis
 Nonionella cf. turgida
 Textularia agglutinans
 Quinqueloculina candellana
 Quinqueloculina coloma
 Colina sp.
 Bolivina dilatata
 Bolivina sp.
 Bulimina elongata lappa
 Bulimina marginata
 Rectuvigerina nicoli
 Valvulineria bradyana
 Elphidium sp.
 Fursenkoina stagerakensis
 Quinqueloculina serinulum
 Triloculina harioni
 Dentalina sp.
 Lagenella gracillima
 Lagenella striata
 Pseudopolimorphina ovalis
 Bulimina acanthia
 Bulimina gibba
 Bulimina marginata
 Rectuvigerina nicoli
 Valvulineria bradyi
 Elphidium macellum
 Fursenkoina concava
 Florilus asterizans
 Textularia candellana
 Quinqueloculina cf. cliarensis
 Quinqueloculina sp.
 Sigmoilopsis schlumbergeri
 Triloculina laevigata
 Rectocladulina rotundata
 Globulina gibba
 Bolivina spatulata
 Reussella aculeata
 Rosalina floridana
 Ammonia beccarii var. inflata
 Globobulimina inflata
 Globobuliminoides ruber
 Globobuliminoides sacculifer
 Planorbulina mediterraneensis
 Cassidulina laevigata carinata
 Fursenkoina davisii
 Florilus boucanum
 Adelosina
 Textularia granen
 Clavulina mexicana
 Quinqueloculina viennensis
 Amphicorina scalaris
 Dentalina filiformis
 Bolivina striatula
 Cassidulina laevigata
 Ammonia beccarii var. tepida
 Melonis pompilioides
 Astronion stelligerum
 Orbulina universa

12 14 20 22 24 26 27

	12	14	20	22	24	26	27
Quinqueloculina cliarensis							
Quinqueloculina laevigata							
Bulimina elongata							
Bulimina sp.							
Valvulineria sp.							
Ammonia beccarii							
Ammonia sp.							
Elphidium crispum							
Globobulimina bulloides							
Globobulimina talconensis							
Nonionella cf. turgida							
Textularia agglutinans							
Quinqueloculina candellana							
Quinqueloculina coloma							
Colina sp.							
Bolivina dilatata							
Bolivina sp.							
Bulimina elongata lappa							
Bulimina marginata							
Rectuvigerina nicoli							
Valvulineria bradyana							
Elphidium sp.							
Fursenkoina stagerakensis							
Quinqueloculina serinulum							
Triloculina harioni							
Dentalina sp.							
Lagenella gracillima							
Lagenella striata							
Pseudopolimorphina ovalis							
Bulimina acanthia							
Bulimina gibba							
Bulimina marginata							
Rectuvigerina nicoli							
Valvulineria bradyi							
Elphidium macellum							
Fursenkoina concava							
Florilus asterizans							
Textularia candellana							
Quinqueloculina cf. cliarensis							
Quinqueloculina sp.							
Sigmoilopsis schlumbergeri							
Triloculina laevigata							
Rectocladulina rotundata							
Globulina gibba							
Bolivina spatulata							
Reussella aculeata							
Rosalina floridana							
Ammonia beccarii var. inflata							
Globobulimina inflata							
Globobuliminoides ruber							
Globobuliminoides sacculifer							
Planorbulina mediterraneensis							
Cassidulina laevigata carinata							
Fursenkoina davisii							
Florilus boucanum							
Adelosina							
Textularia granen							
Clavulina mexicana							
Quinqueloculina viennensis							
Amphicorina scalaris							
Dentalina filiformis							
Bolivina striatula							
Cassidulina laevigata							
Ammonia beccarii var. tepida							
Melonis pompilioides							
Astronion stelligerum							
Orbulina universa							

tra, es decir en último término por el método de sondeo.

El primero depende fundamentalmente de si el sedimento ha sufrido la acción del transporte o no. Es decir, si el sedimento, una vez depositado o formado, ha sido afectado por un agente que haya eliminado parte de él (tanto faunística como litológicamente) o bien que haya añadido elementos alóctonos.

Sobre este problema hemos incidido de la siguiente forma:

- a) intentando separar los individuos con signos de transporte o desgaste;
- b) teniendo en cuenta si los ejemplares, aunque no tuvieran signos de desgaste, correspondían a especies especialmente resistentes. Por ejemplo, algunos Miliolidae por su forma y constitución es más difícil que presenten signos de erosión que individuos de otras familias. Por tanto si en una muestra todos los individuos hallados correspondían a la familia de los miliolidos la información que suministraban se trataba con especial cuidado, puesto que podían ser realmente representantes de la biocenosis inicial o bien ser elementos transportados;
- c) teniendo en cuenta o considerando de una forma especial, el valor de los datos aportados por las especies con unas características hidrodinámicas especialmente favorables para el transporte;

d) teniendo en cuenta la granulometría del sedimento del que procede la fauna. Por ejemplo:

- Si se trata de un sedimento cuya única fauna presente son Miliolidos sin signos de desgaste, pero del mismo tamaño que la fracción arena, es posible que éstos se hayan comportado o correspondan a bioclastos.

- Si en un sedimento de tipo arcilloso existe una elevada concentración de conchas, este hecho puede responder a dos fenómenos:

1º) que se trate de una tanatocenosis representativa de la biocenosis inicial y

2º) que se trate de una concentración de conchas alóctonas. Para averiguar cual de las dos hipótesis es la más válida se puede estudiar qué tipo de fondo o medio requieren las especies halladas. Si coincide con el sedimento de tipo fino nos inclinaremos por la primera posibilidad y en caso contrario por la segunda, es decir que las conchas han sido transportadas. Evidentemente la interpretación global de la muestra será muy distinta en uno y otro caso.

En cuanto a los problemas que derivan del método de sondeo afectan a la representatividad de las muestras y son prácticamente imposibles de solucionar.

Después de estudiar varios centenares de muestras, hemos observado que la presencia de individuos de tamaño superior a los 20 mm es muy baja y la de tamaños superiores a los 40 mm es prácticamente nula. Teniendo en cuenta el diámetro utilizado en los sondeos (10 cm) la explicación de tal fenómeno no requiere comentarios. Así pues, prácticamente los únicos ejemplares de mayores proporciones los hemos obtenido en explotaciones a cielo abierto, como en el caso de los areneros de Gavá, o bien en sondeos de gran diámetro (60 cm) que desgraciadamente son poco frecuentes.

Por último, debemos repetir, que carecíamos de testigos continuos por lo cual la evolución faunística de las series puede presentar discontinuidades debidas al muestreo.

Condiciones ecológicas de los foraminíferos planctónicos

Globorotalia inflata

Según los trabajos de BE (1967) y BOLTOSKOY (1965) esta especie corresponde a aguas templadas. BE y TOLDERLUND, en dos trabajos publicados en el año 1971, consideran que se distribuyen oblicuamente entre los 35 y 45º Lat. S y los 35 y 50º Lat. N, según la corriente del Golfo y que es una especie dominante e indicadora de aguas templadas (de transición) cuya temperatura óptima es de 10 a 17º C y la salinidad del 36‰ .

Globigerina bulloides

Según BE (1967), BOLTOSKOY (1965) y BE y TOLDERLUND (1971) corresponde a frías - templadas, distribuyéndose entre los 35 y 60º de latitud.

Para M. D. de MIRO (1970) es una especie de habitat costero, de aguas turbulentas y con alta producción planctónica. Es una especie que excluye a las otras. En cuanto a su relación con los sedimentos es indicador de sedimentos ricos en materia orgánica.

En el trabajo de TOLDERLUND y BE (1971) se la relaciona con aguas productivas, temperaturas de 2º a 23º C y una salinidad normal (del orden del 35 ‰). Presenta acusadas variaciones estacio-

nales . Además o bien es una especie exclusiva, con muchos individuos, o bien no se la encuentra.

Globigerina falconensis

Presenta las mismas características que la G. bulloides pero es ligeramente mas cálida y está algo mas desplazada hacia el Ecuador.

Globigerina quinqueloba

Para BE (1967) y BOLTOSKOY (1965) es una especie de aguas superficiales y templadas - frías.

Tiene una distribución que corresponde a los 50º Lat. S y entre los 40 y 70º Lat. N por encima de la corriente del Golfo. Y las condiciones térmicas oscilan entre 2º y 16º C, con óptimos de 6 a 10º C, y la salinidad es de 34 a 35 ‰ (BE y TOLDERLUND, 1971; TOLDERLUND y BE, 1971).

M. D. de MIRO (1970), en su estudio sobre los foraminíferos de Venezuela, la encuentra asociada a una corriente fría (temperatura entre 7º y 10ºC) y se halla a una profundidad de 700 m, pero considera que tanto las condiciones térmicas como batimétricas pueden variar mucho. Además dado su pequeño tamaño puede ser transportada a grandes distancias por lo que su presencia carece de significado ecológico.

Globigerinoides ruber

En los trabajos de BE (1967) y TONDERLUND (1967) esta especie corresponde a aguas subtropicales y tropicales, templadas cálidas y cálidas.

Se distribuye entre los 40° Lat. N. y las máximas concentraciones están asociadas a los máximos de temperatura. Es antagónica de la Globigerina bulloides y por tanto la relación entre ambas en los sedimentos, es un indicador del estado de las aguas (BE y TOLDERLUND, 1971; TOLDERLUND y BE, 1971).

Para M. D. de MIRO (1970) en su estudio del Caribe considera que es oceánica, de aguas estratificadas y baja producción planctónica. Esta correlacionada positivamente con la temperatura (T 20°C) y negativamente con la profundidad. Junto con la Globigerinoides sacculifer (cuando están juntas) constituyen el 80% de la población.

Globigerinoides ruber forma elongatus

Según M. D. de Miró se asocia a las condiciones de la Globigerinoides ruber.

Globigerinoides sacculifer

Para BE (1967) y BOLTOSKOY (1965) presenta las mismas

condiciones que la Globigerinoides ruber, con la que se asocia, aunque está mas relacionada con las altas temperaturas.

Según los estudios de BE y TOLDERLUND (1971) se distribuye entre los 25º Lat. N y los 25º Lat. S, corresponde a temperaturas de 15º a 29,5º C, con máximos a partir de los 22º C, y la salinidad es superior al 36 ‰ (TOLDERLUND y BE, 1971).

En el trabajo de M. D. de MIRO (1970) es una especie relacionada positivamente con la temperatura (siendo ésta superior a los 20º C) y negativamente con la profundidad (es superficial). Es un buen indicador de aguas cálidas superficiales. Además es oceánica y de aguas estratificadas.

Globoquadrina dutertrei

En los trabajos de BE (1967) y BOLTOSKOY (1965) esta especie corresponde a un habitat tropical y subtropical.

Tiene una distribución que la sitúa entre los 40º Lat. N y los 40º Lat S. Está asociada a Globigerinoides ruber y G. sacculifer pero es menos abundante que éstas en relación a la población total. Está asociada a corrientes horizontales, no acusa máximos y mínimos estacionales y la salinidad es del orden del 36 ‰ (BE y TOLDERLUND, 1971; TOLDERLUND y BE, 1971).

Según M.D. de MIRO es una especie poco indicadora en cuanto a la temperatura. Tiene una correlación negativa con la productivi-

dad primaria y por tanto indicadora de aguas poco productivas.

Orbulina universa

Para BOLTOSKOY (1965) es una especie cosmopolita, exceptuando las aguas polares, en cambio BE (1967) restringe algo su distribución considerandola como subtropical - tropical. BE y TOLDERLUND (1971) dan a su vez la siguiente área de dispersión: 40° S y 40 - 60° N; y en otro trabajo del mismo año, la consideran igual que BOLTOSKOY y añaden que se localiza en aguas costeras de corrientes verticales, es decir aguas turbulentas. En cuanto a la temperatura dan los límites de 10° a 30°C, con óptimos entre 18° y 30°C. La salinidad es del 36‰. Según M. D. de MIRO (1970) corresponde a aguas costeras, oxigenadas y con turbulencia. No esta relacionada con la temperatura (cosmopolita) y en cambio esta relacionada positivamente con la salinidad.

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LAS TABLAS DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOSCOLOM = G. COLOM (1964)

Abundancia según la profundidad:

R = rara

C = común

A = abundante

MA = muy abundante

Profundidad: los números indican la profundidad en metros.

MATEU (1) = G. MATEU (estudio inédito sobre los foraminíferos del mar de Alboran)

Distingue tres zonas:

lit = litoral que corresponde a profundidades 0 a 55 m
T 15° - 20° Chemi = hemipelágica que corresponde a profundidades
55 a 500 m y T → 15° - 13° C

eu = eupelágica que corresponde a profundidades superiores a 500 m y T > 13° C

 = el término subrayado es el medio con mayor abundancia

Profundidad: los números indican las profundidades exactas a que se ha encontrado la especie.

d = desde X metros

h = hasta X metros

MATEU (2) = G. MATEU (1970)

Profundidad: los números indican la profundidad en metros.

LE CALVEZ = J. LE CALVEZ et Y. LE CALVEZ (1958)

Abundancia:

R = rara

C = común

A = abundante

opt = óptimo

Profundidad = los números indican la profundidad en metros.

KRUIT = C. KRUIT (1955)

Profundidad: los números indican la profundidad en metros.

Tabla 20.- Resumen de las condiciones ecológicas de los FORAMINIFEROS BENTONICOS

Foraminíferos	COLOM	MATEU (1)	MATEU (2)	LE CALVEZ	NOTAS
<i>Ammonia beccarii</i>	0 R, 50-100 A, 150 R	lit. hemi	hasta 110		inf a 25
<i>Ammonia beccarii var inflata</i>	0 R, 50-150 C	lit-hemi	75 a 110		
<i>Amplicorina scalaris</i>		lit 51, hemi, eu			
<i>Astrononion stelligerum</i>		hemi 90			
<i>Bulimina acanthia</i>		lit, hemi, eu			
<i>Bulimina elongata</i>	200-300 R, 350-550 C	lit, hemih. 95, eu a 453	70 a 110		
<i>Bulimina elongata lappa</i>		lit, hemi 55			
<i>Bulimina gibba</i>		lit d.50, hemi h.440			
<i>Bulimina marginata</i>	200-400 R, 450-600 A	lit, hemi, eu	75 a 110		
<i>Cancris auriculus</i>	100-150 R, 200-300 C, 350-400 R	lit, hemi, eu	55 a 110		
<i>Cassidulina laevigata</i>	200-250 R, 300-400 C, 450-500 R	lit, hemi, eu			
<i>Clavulina mexicana</i>		hemi, eu			
<i>Dentalina advena</i>		a 55			
<i>Dentalina filiformis</i>	200-400 R, 450-550 C, 600-650 R	hemi 500, eu h.600			
<i>Elphidium advenum</i>		hemi 55 a 120	30-50		
<i>Elphidium crispum</i>	50-100 R, 150-300 MA, 350 A	lit, hemi, eu h.400			
<i>Elphidium laminatum</i>		lit, hemi, eu			
<i>Elphidium macellum</i>		lit, hemi	hasta 110		
<i>Florilus asterizans</i>		hemi d.55, eu h.375			Óptimo 15 m
<i>Florilus bonanum</i>	150-300 R	lit, hemi	≈ 25		
<i>Globulina gibba</i>		hemi 90-150			
<i>Masilina secans</i>		25 a 120	hasta 100	5 a 20 C	
<i>Valvulineria pomilioides</i>	300-350 R, 400-600 C, 650 R	lit, hemi d.50, eu h.900,			
<i>Valvulineria mediterraneensis</i>	0 MA, 50 A, 100 C, 150 R	lit, hemi h.92	hasta 100		15 a 35 o +
<i>Pyrgo depressa</i>		hemi 80 a 300		60-70 R, 50-250 C	
<i>Pyrgo oblonga</i>		hemi 60 a 300		55-300 C opt 100-120	
<i>Q. candelana</i>		lit d.50, hemi h.100			
<i>Q. clarensis</i>		lit 50	hasta 35	5-10 R, 10-100 A, 100-200 R	
<i>Q. coloni</i>		lit d.50, hemi h.90	hasta 65	5-40 C	
<i>Q. intricata</i>		lit, hemi h.90			
<i>Q. irregularis</i>		lit, hemi h.110	25-40	5-20	
<i>Q. laevigata</i>		lit, hemi h.120	25 y 75-100		
<i>Q. pulchella</i>		lit, hemi h.95	35-95	40-300 R, + 300 R	
<i>Q. seminula</i>		lit, hemi h.300	h.50 y 65-100	5-20 C	
<i>Q. seminula var. jugosa</i>	0-100 R	lit, hemi, eu		5-20 R op 10 y 20	
<i>Q. stelligera</i>				5-300 C	
<i>Q. undulata</i>		hemi 60-100	25-50, 70-100	10-70 C, 70-80 R	
<i>Q. ungeriana</i>	0-50 R	lit 25-50	20-55	15-70 C	
<i>Q. viennensis</i>		h. 100	20-70	70-500	
<i>Q. willafranca</i>		50-80		10-75 C, 75-200 R	
<i>Rectuvigerina nicoli</i>		hemi 80-300			
<i>Revalina floridana</i>		lit 50, hemi 270			
<i>Revalina globularis</i>		lit 51, hemi h.120			
<i>S. gracilopsis schlumbergeri</i>		lit 50, hemi, eu 875			
<i>Teccularia agglutinans</i>	200-550 C, 600 R	24-80	hasta 75	90-176	todos <u>subf.</u>
<i>Teccularia candelana</i>			hasta 75		
<i>Teccularia gramen</i>	100 R, 150-350 C, 400-450 R	25-300	hasta 100		
<i>Teccularia fornasi</i>		lit, hemi h.290			
<i>Teccularia affinis</i>			hasta 55		
<i>Teccularia laevigata</i>			hasta 70	5-20 C, 20-155 R	no sup a 20
<i>Teccularia arioni</i>			hasta 150	15-170 C	
<i>Teccularia plicata</i>		lit, hemi h.120		hasta 15	
<i>Teccularia rotunda</i>	0-50 A, 100 R	≈ 25	hasta 50	5 a 20 C	
<i>Teccularia tripartita</i>		hemi 55-85	75-110	5 a 20 C	
<i>Teccularia tridana</i>	300-350 R, 400-550 C, 600-650 R	lit, hemi eu a 420	35-110		

Condiciones ecológicas de los ostrácodos

Pterigocythereis jonesi (BAIRD)

Según KRUIT (1955) en el delta del Ródano se ha encontrado un medio marino, en fondos arenosos fangosos. La distribución reciente: Mediterráneo occidental y Atlántico N. E.

Cyprideis torosa (JONES)

Esta especie vive en aguas de casi todas las concentraciones salinas posibles, sin embargo aparece en gran abundancia en agua mesosalina, aunque excepcionalmente se ha encontrado en aguas de 30 ‰ de salinidad. Vive a una profundidad que oscila entre los 0 y 30 m. Es muy euritérmica y no está relacionada con un tipo especial de fondo. Se halla en particular en medios lagunares cercanos a desembocaduras (Elofson, 1941).

Según KLIE esta especie se ha encontrado en Europa, Asia y Africa, sin dar datos mas precisos. En el delta del Ródano (KRUIT, 1955) se la ha encontrado en abundancia significativa en dos "Etang" lo que, según KRUIT, puede indicar que esta especie so lo se halla en medios de aguas abiertas.

En cuanto a su distribución estratigráfica JONES situa esta especie en el Pleistoceno inglés; según RUGGIERI abarca los de-

pósitos pliocénicos y cuaternarios de Italia y WAGNER encuentra esta especie, en abundancia, en el Holoceno de Holanda.

Hemicytherideis elongata (BRADY)

ELOFSON (1941) afirma que esta especie vive en zonas litorales al igual que en medios lagunares y en desembocaduras de cursos de agua dulce. Vive, en particular sobre fondos arenosos. Según este mismo autor, es euritérmica y eurihalina. WAGNER (1957) encuentra esta especie a profundidades que oscilan entre los 6 y 8 m, sobre arcilla verde a gris, representando un medio de agua dulce a oligohalina, poco profunda, en un area de deficiente oxigenación, invadida periodicamente por agua de mar.

ELOFSON (op. cit.) señala esta especie en el Skagerak, en el mar del Norte, en Vizcaya y en el Mediterraneo; según él, esta especie es una forma sur boreal.

Estratigraficamente se encuentra en los depósitos terciarios de Inglaterra e Irlanda. RUGGIERI (1946) la señaló en el Cuaternario de Italia y considera que quizá se puede encontrar en el plioceno de este país. WAGNER (op. cit.) señala su abundancia en los depósitos holocenos de Holanda.

Microcytherura fulva (BRADY y ROBERTSON)

Los datos ecológicos señalados para esta especie son bastante confusos, pudiendo unicamente señalar, según ELOFSON (1941), que

se encuentra en medios marinos, cuya profundidad oscila entre 0 y 70 m. Vive en particular sobre fondos arenosos o detritus de conchas. Según este autor esta especie es probablemente bastante euriterma y eurihalina. WAGNER (1957) encuentra esta especie a una profundidad que oscila entre los 5 y 8 m, formando parte de una arcilla verde o grisacea, en un medio de deposición de agua dulce o oligohalina, poco profunda y en una cuenca de aireación deficiente, evadida periódicamente por el mar.

En cuanto a su distribución geográfica actual, ELOFSON (op. cit.) señala esta especie a lo largo de las costas de Inglaterra e Irlanda.

RUGGIERI (1952) encontró esta especie en los depósitos cuaternarios de Italia y WAGNER (op. cit.) en gran abundancia, en los depósitos holocenos de los Países Bajos.

Aurila convexa (BAIRD)

Según ELOFSON (1941) esta especie vive en zonas litorales y a profundidades que alcanzan los 50 m. Vive sobre fondos arenosos o detritus de caparazones. Según el mismo autor es muy euriterma (2-3 a 26° C). Sólo se encuentra en regiones cuya salinidad no desciende del 26 ‰. WAGNER (1957) encuentra esta especie a profundidades que oscilan entre los 6 y 7 m, en zonas de flora pobre, y en un medio de agua dulce a oligohalina, poco profunda, en una cuenca invadida periódicamente por el mar.

En cuanto a la biogeografía ELOFSON (op. cit) caracteriza esta especie como una forma boreal del Atlántico oriental y Mediterránea Atlántica.

Estratigráficamente RUGGIERI (1952) encuentra esta especie en los depósitos pliocénicos y cuaternarios de Italia.

Loxoconcha elliptica (BRADY)

Según ELOFSON (1941) esta especie vive en aguas someras, en particular entre plantas y a pocos metros. Se encuentra principalmente en aguas oligohalinas y polihalinas (puede vivir en aguas de salinidad del 0,5 ‰ al 30 ‰).

Desde el punto de vista biogeográfico, el mismo autor, caracteriza esta especie como una forma boreal de agua somera, del Atlántico oriental y mediterráneo. En el delta del Ródano (KRUIT 1955) es una especie que se halla en lagos costeros mesohalinos a muy salinos.

Estratigráficamente pertenece a los depósitos postterciarios.

Loxoconcha rhomboidea (FISCHER)

Según ELOFSON (1941) esta especie vive en medios marinos, ricos en plantas. Es abundante a profundidades que oscilan entre los 5 y 10 m. Según este autor esta especie es muy euriterma y eurihalina

(salinidad superior o igual a 7 ‰ .)

En cuanto a su distribución geográfica, esta especie, ha sido hallada en las costas de Inglaterra e Irlanda, mar Báltico, Mediterráneo, mar Negro, en la costa noruega, en las costas orientales de América del N y el golfo de Vizcaya. Biogeográficamente ELOFSON (op. cit.) caracteriza esta especie como una forma anfiatlántica boreal y mediterráneo-atlántica, que está igualmente representada en las regiones atlánticas orientales y subárticas.

Esta especie ha sido hallada en los depósitos pliocénicos y cuaternarios de Italia por RUGGIERI (1952).

Cytherois fischeri (SARS)

Según SARS (1928), KLIE (1938) y ELOFSON (1941) esta especie vive en medios marinos ricos en plantas, a una profundidad de 0 a 14 m. Para WAGNER (1957) es una especie muy euritérmica (de 0 a 22° C) y eurihalina (de 2 a 30 ‰).

Esta especie se ha señalado actualmente en el mar de Norte, mar Báltico, en las costas de Inglaterra y Noruega, y en el Mediterráneo.

RUGGIERI (1952) encontró esta especie en los depósitos cuaternarios de Italia y WAGNER (1957) la señala, aun que poco abundante, en los terrenos holocenos de los Países Bajos.

Xestoleberis aurantia (BAIRD)

Según ELOFSON (1941) esta especie vive en medios marinos someros, ricos en plantas, en particular a profundidades que oscilan entre los 0 y 15 m. Según WAGNER (1957) es una especie muy euritérmica (0 a 20° C) y eurihalina (salinidad superior a 3‰)..

Solo ha sido señalada con certeza en el mar Báltico, en las costas de Gran Bretaña e Irlanda y en las costas de Noruega (ELOFSON, op. cit.)

Estratigráficamente esta especie (pero es posible que no se trate de ella) ha sido señalada según BRADY, CROSSKEY y ROBERSON (1874) en los depósitos post-terciarios de Inglaterra, Escocia, Irlanda y Noruega.

Condiciones ecológicas de los briozoos

Las especies reconocidas en las muestras estudiadas pertenecen a diversos tipos de zoarios, de valor en la interpretación paleoecológica (cf. STACH, 1973; LAGAAIJ and GAUTIER, 1965; COOK, 1965 a; SCHOPF, 1969 y LABRACHERIE, 1970).

Zoarios lunulitiformes

Son característicos de sustratos móviles, con corrientes moderadas a altas (de menos de 100 cm/s a algo superiores), en medios con velocidades de sedimentación elevadas o medias (de 10 a 1000 cm/1000 años), y desarrollándose a profundidades medias (entre 30 y 100 m) (SCHOPF, 1969 y LABRACHERIE, 1970).

Según STACH (1936) "su modo de vida libre, prohíbe su existencia en la zona litoral donde la acción del oleaje es fuerte; pero teniendo en cuenta su localización actual, se sabe que están restringidas a los fondos arenosos donde la acción de las corrientes es fuerte, siendo su límite superior de profundidad de 15 brazas".

A este grupo pertenecen siguientes especies determinadas:

Discoporella reussiana

Cupuladria sp.

En cuanto a la primera ha sido hallada en el Neógeno italiano y español (ANNOSCIA, 1963), así como en el Cuaternario antiguo del centro de Italia y ha sido reconocida recientemente (COOK, 1965 b) en el golfo de Guinea, a 73 m de profundidad en un "sandy or mudddy substrate". Este reconocimiento es, hasta el momento, el único con referencia a la existencia actual de esta forma.

Zoarios reteporiformes

Este tipo de zoario esta adaptado a un substrato duro, en profundidades medias. Esta asociado a zonas con velocidad de sedimentación baja (menor de 10 cm/ 1000 años) y corrientes de 30 a 100 cm (a veces mas baja) (SCHOPF, 1969 y LABRACHERIE 1970).

Además, (LAGAALJ y GAUTIER, citando a STACH, 1936) prolifera en la región sublitoral, adaptandose a zonas marinas con fuerte agitación de las aguas por corriente y oleaje.

Para SCHOPF (1969) el tipo ecológico no parece definitivamente claro, pero, es evidente, que no es litoral sino sublitoral.

A este grupo pertenece Sertella sp.

Zoarios eschariformes

Estos zoarios estan asociados a un substrato duro y se distribuyen en áreas con velocidad de sedimentación baja, corrientes de 30 a 100

cm/s y profundidades medias o excepcionalmente bajas (SCHOPF (1969) y LABRACHERIE (1970)).

Según STACH (1936 y 1937) "este tipo se adapta a la vida en las zonas sublitorales, a profundidades por lo menos de 10 brazas ... puede hallarse a mayor profundidad, pero no en la zona litoral... algunas (de estas colonias) son características de fondos arenosos".

Zoarios cellariiformes.

Viven en el Mediterráneo actual a una profundidad moderada, en gran variedad de substratos (LAGAARJ y GAUTIER, 1965). En el delta del Ródano (op. cit) son también dominantes, circunstancia que no se da en el delta del Níger ni del Mississippi.

A este grupo pertenecen las siguientes especies:

Cellaria fistulosa AUCT.

Cellaria nevianii GALOPIM DE CARVALHO, 1963

La primera de estas especies, actualmente es una forma cosmopolita en los dos hemisferios, encontrándose en todas partes con excepción de las zonas árticas y antárticas; corresponde pues a mares templados y cálidos y no sobrepasa la profundidad de 200 m (BUGE, 1957).

Zoarios celleporiformes

Estos tipos de zoarios corresponden a substratos flexi-

bles y a profundidades en general inferiores a 30 m. Estan asociados a zonas con velocidad de sedimentación baja (menor de 100 cm / 1000 años) y corrientes moderadas a altas (de menos de 100 cm/s a algo superior) (SCHOPF, 1969 y LABRACHERIE, 1970).

LAGAAIJ y GAUTIER (1965) afirman que "principalmente se distribuye en la zona litoral y sublitoral donde no hay transporte activo ni resedimentación de arena o bien (en caso de existir) en porcentajes pequeños".

Condiciones ecológicas de los moluscos de agua dulce y terrestres

1 Zonitoides nitidus

Especie de amplia distribución, común en Cataluña. Vive en lugares húmedos. (HAAS, 1929; GERMAIN, 1931; ALTIMIRA [✽], 1969).

2 Trochidea conica

Es una especie característica del litoral circummediterráneo (HAAS, 1929); en el delta del Llobregat abunda en la región dunícola y en terrenos semiesteparios del interior (ALTIMIRA 1969). Es muy xerotérmica (GERMAIN, 1931).

3 Cochlicella ventricosa

Especie xerotérmica y circummediterránea, que no se aleja mucho del borde del mar pero en cuanto a la altura llega hasta 400 o 700 m (Alpes Marítimos). Prefiere lugares secos, viviendo en las hierbas y arbustos. Fósil o subfósil sólo en el Cuaternario reciente o muy reciente. En Cataluña ha sido hallada en todo el litoral y en las cuencas del Ebro, Segre y Llobregat; en el delta del

[✽] Altimira entre 1957-1969 recogió y estudió los módulos superficiales y actuales del delta del Llobregat realizando un inventario de especies y su localización.

Llobregat es muy común, incluida la zona dunícola (HAAS, 1929; GERMAIN, 1930-31; ALTIMIRA, 1969).

4 Cochlicella acuta

Esta especie tiene unas condiciones iguales a la anterior pero puede hallarse mas alejada del borde del mar. Fósil o subfósil, sólo en el Cuaternario totalmente reciente. Es abundante en todo el delta del Llobregat. (HAAS, 1929 y ALTIMIRA, 1969).

5 Euomphalia (Harmozica) ruscinica

Especie que se aparta de las zonas húmedas y sombreadas (GERMAIN, 1931). Confirmada a la región pirenaica y subpirenaica, pero que se ha señalado en litoral de la prov. de Gerona y en la cuenca baja del Llobregat. (HAAS, 1929; ALTIMIRA, 1969).

6 Theba pisana

Especie xerófila frecuente en las estaciones secas áridas o cálidas, mas especialmente en la que se aprecia la influencia marina (GERMAIN, 1930-31), vive en las dunas, carrascales, sobre hierbas secas o no. Es una especie circummediterránea y atlántica, indicada en todo el litoral de Cataluña, en la cuenca del Ebro y en las cuencas bajas de los rios pirenaicos (HAAS, 1929). Abunda en todo el delta del Llobregat tanto en las zonas yermas interiores, como en la zona litoral de dunas; se observa mayor abundancia desde media-

dos de otoño hasta media primavera (ALTIMIRA, 1969).

7 Jaminia (s.s.) quatridens

Es una especie sureuropea y muy xerófila, que vive en zonas expuestas al sol (GERMAIN, 1931; HAAS, 1929). En el delta del Llobregat es rara (Altimira 1969).

8 Lauria (s.s.) cylindracea

Es una especie generalizada en Europa, frecuente en Cataluña excepto en alta montaña. Vive bajo las hojas, piedras etc. en zonas húmedas y sombreadas (GERMAIN, 1931; HASS, 1929). En el delta del Llobregat es muy abundante (ALTIMIRA, 1969).

9 Vertigo angustior

Especie hidrófila, casi palustre, que vive en zonas húmedas al borde de aguas tranquilas o estancadas. Europa occidental y septentrional; poco común en Francia, se ha encontrado en los aluviones del Ródano. A menudo abundante en el Cuaternario. (HAAS, 1929; GERMAIN, 1931).

10 Vertigo pygmaea

Especie hidrófila que vive en prados pantanosos y húmedos en zonas de vegetación en el borde del agua; en cuanto a la al-

tura se eleva hasta los 1.400 m en los Alpes. Especie extendida por Europa, Asia Menor y América del Norte; en Cataluña se ha encontrado en el litoral, en la cuenca baja del Segre y en los aluviones del Ebro y es abundante en todo el delta del Llobregat. Fósil en el Cuaternario reciente (GERMAIN, 1931; HAAS, 1929; ALTIMIRA, 1969).

11 Vallonia pulchella

Especie casi netamente hidrófila, común en la periferia de las zonas pantanosas, de aguas tranquilas, y en prados húmedos siendo mas rara en los secos. Es una especie circumboreal, muy generalizada en toda Cataluña y en el delta del Llobregat. Común en todas las formaciones del Cuaternario, especialmente en el loes donde, a veces, es abundante. (GERMAIN, 1931; HAAS, 1929; ALTIMIRA, 1969).

12 Rumina decollata

Es una especie que vive entre piedras, hierba o arbustos y se hunde en la tierra en periodos de sequía (GERMAIN, 1931). Está muy generalizada en toda el área mediterranea, común de Cataluña y en el delta del Llobregat (HAAS, 1929, ALTIMIRA, 1969).

13 Caecilioides acicula

Generalizada en Europa e introducida en Africa del Sur y América del Norte. En Cataluña es común pero raras veces se la encuentra en estado vivo porque se entierra en suelos; (HAAS, 1929).

En el Llobregat suele ser rara, aunque a veces se encuentran numerosos individuos (ALTIMIRA, 1969).

14 Succinea putris

Es una especie europea, que en Cataluña ha sido señalada en el litoral, en la cuenca del Llobregat (abundando en todo el delta, ALTIMIRA, 1969) y afluentes pirenaicos del Ebro (HAAS 1929). Es muy hidrófila no alejándose mucho del agua, por lo cual vive sobre plantas acuáticas y en fangos a ras de agua (GERMAIN, 1931).

15 Fossaria truncatula

Vive en pequeñas masas de agua estancada y en acequias de corriente lenta e incluso en fuentes. Es la única especie de Fossaria que a veces sale del agua. Es una especie generalizada en toda la región paleártica y en América del Norte; común en Francia; muy frecuente en Cataluña (HAAS, 1929; GERMAIN, 1930-31) además es una forma distribuida en todo el delta del Llobregat (ALTIMIRA, 1969).

16 Physa (s.s.) acuta

Especie característica de Europa occidental, muy común en Cataluña; en el delta del Llobregat es abundante (HAAS, 1929; ALTIMIRA, 1969). Para Germain (1931) vive casi únicamente en ríos y arroyos de agua pura y según HAAS en aguas estancadas y acequias en donde se alimenta de plantas acuáticas. Es capaz de soportar ciertos

aumentos de salinidad (6,5 - 8g/l de NaCl) (MARAZANOF, 1964).

17 Bulinus contornus

Especie que vive generalmente en aguas puras y límpidas, pero a veces también en lugares contaminados por aguas pantanosas o estancadas; nada y se desplaza muy lentamente. Se nutre de fragmentos de algas microscópicas y tiene costumbres casi nocturnas. Es una especie circummediterránea (muy rara en Francia continental), esta muy extendida y vive en colonias populosas en el N de Africa. En Cataluña ha sido hallada en el litoral y en el delta del Llobregat se cita una localidad cerca de la Farola. (GERMAIN, 1931; HAAS, 1929; ALTIMIRA, 1969).

18 Planorbis planorbis

Especie paleártica, señalada en el litoral catalán; en el delta del Llobregat ha sido recogida en varias localidades. Vive en aguas tranquilas en donde abundan las plantas acuáticas. (HAAS, 1929; ALTIMIRA, 1969; GERMAIN, 1931).

19 Armiger crista

Especie que vive sobre plantas acuáticas o cuerpos flotantes en ríos, arroyos, estanques (GERMAIN, 1930-31) o bien en aguas estancadas o de curso lento (HAAS, 1929). En el delta del Llobregat ha sido hallada en: acequias y aguas estancadas derivadas de

La Corredora, cercanas a la Murtra; Las Filipinas, muy localizada; entrada del actual Remolá, escasa (ALTIMIRA, 1969).

20 Acroloxus lacustris

Es una especie que vive en aguas estancadas, marismas y canales de las que puede salir con frecuencia adheriéndose a los tallos de plantas acuáticas (GERMAIN, 1931; HAAS, 1929). HAAS (1929) en el estudio de los moluscos catalanes solo la cita en estado subfósil, pero ALTIMIRA (1969) la encuentra en el delta del Llobregat en dos estaciones; por ello este autor consideraba que era una especie de nueva introducción en Cataluña, la posición del yacimiento en que nosotros la hemos hallado parece desmentir la opinión de ALTIMIRA.

21 Bithynia tentaculata

Especie generalizada en las regiones néartica y paleártica que ha sido señalada en Cataluña, en el litoral y en la cuenca baja del Llobregat y en el Ebro (HAAS, 1929). ALTIMIRA, en su estudio de la fauna actual del Llobregat publicado en 1969 no cita esta especie. En cuanto al medio ambiente, para GERMAIN (1931) vive en aguas ricas en vegetación tanto tranquilas (marismas y lagunas) como corrientes (ríos, arroyos, canales), en cambio, para HAAS, solo en las primeras. Según MARAZANOF (1964) es una especie capaz de resistir ciertas variaciones de salinidad (2,5 - 3 g/l de Na).

22 Pseudoammicola similis

Especie que vive en aguas estancadas y limpias o de poco movimiento (acequias). Ha sido hallada en la Francia mediterránea y en Cataluña excepto en las regiones montañosas (HAAS 1929). En el delta del Llobregat: colonias muy abundantes en todo el delta, preferentemente en la zona litoral (ALTIMIRA, 1969).

23 Hydrobia (s.s.) acuta

Es una especie euriterma y eurihalina capaz de resistir condiciones extremas de salinidad y temperatura. Junto con otras especies como Abra ovata Ph. etc. puede representar el último término de la evolución de la fauna, produciéndose, antes de la desaparición, total, una reducción de especies y una abundancia de individuos; por ejemplo los "étangs des entre - plages" de la Camargue, a menudo inundados por el mar, solo están colonizados por Hydrobiidae (MARAZANOF, 1964). Es común en el litoral del Mediterráneo; es frecuente en la entrada de estanques salados o someros próximos a las playas (GERMAIN, 1930-31). En Cataluña ha sido hallada en el Emporda, Barcelona, (HAAS 1929), y en el delta del Llobregat en toda la zona litoral (ALTIMIRA, 1969).

24 Hydrobia brevispira

Esta especie del litoral mediterráneo francés, se ha hallado junto con la H. acuta en la región de Capellades (Barcelona) a

35 km del mar (HAAS, 1929). Las citas anteriores de esta especie en Castelldefels corresponden a Potamopyrgus jenkinsi erroneamente determinados (ALTIMIRA, 1969).

25 Pisidium (Eupisidium) nitidum

Es una especie europea que ha sido reconocida en varias localidades catalanas a muy diversas alturas; tambien ha sido hallada por ALTIMIRA en el delta del Llobregat. Vive en aguas tranquilas (HAAS, 1929), limpias y bastante puras, provistas de vegetación (GERMAIN, 1931).

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LAS TABLAS DE GASTEROPODOS Y LAMELIBRANQUIOS

VAN STRAATEN = L. M. J. U. VAN STRAATEN (1960)

Medio:

- L = lagoon
- B = beach
- S = shelf
- P = partly Pleistocene

Tipo de fondo:

- R = roca y grava (rock, gravel)
- C = coquina
- 1 = arena (sand)
- 3 = arena ligeramente pelítica (slightly pelitic sand)
- 5 = arena pelítica (pelitic sand)
- 7 = pelita arenosa o limosa (sandy or silty pelite)
- 9 = pelita (pelite)

Profundidad: los números indican la profundidad en metros

B.D.D. = E. BUCQUCOY ; P. DAUTZENBERG y P. DOLLFUS (1882 - 1898)

Los números corresponden a las profundidades en metros.

lit = litoral indiferenciado

NEBOIT = R. NEBOIT y P. REYNARD (1973)

- Ai 0,30 = Sables infralittoraux 0,30 m
 AF = Sables vaseux infralittoraux
 Afb. 2,5 - 25 = Sables fins bien calibrés 2,5-25 m
 Af. 0-2,5 = Sables fins des hauts niveaux 0-2,5 m
 Fi = Vases infralitorales
 Hi. 0-30 = Herbiers infralittoraux 0-30 m
 Sc = Fonds coralligènes détrique côtier 30-100
 GR = Grand repartition
 Eur~~h~~ = Especies euryhalines
 E. s. = Etags déssalés

MONTERO = I. MONTERO AGUERA (1971)

Tipo de fondo:

- A = arena
 F = fango
 R = roca ó grava
 V = vegetación

Profundidad:

- P = poca profundidad
 G = gran profundidad
 B = playa
 < = más de

Particularidades:

D = adherida

H = agua salobre

GRAHAM = A. GRAHAM (1971)**Tipo de fondo:**

R = roca o grava

C = coquina

F = fango

S = arena

Profundidad:

Lit = litoral

Sublit = sublitoral

LWST = low water spring tides

Particularidades:

bahía = id.

H = salobre

NORDSIECK = F. NORDSIECK (1972)**Tipo de fondo:**

R = roca o grava

F = fango

S = arena

K = coralino

L = laminaria

Profundidad:

Lit = litoral

A = abisal

números = expresan la profundidad en metros

MYRA = A. MYRA KEEN (1963)

Las indicaciones corresponden a las condiciones de los géneros.

Tipo de fondo:

R = roca o grava

S = arena

F = fango

C = coquina

V = vegetación

Profundidad:

inter : intertidal

números = expresan la profundidad en metros

Tabla 21.-Resumen de las condiciones ecológicas de los LAMELIBRANQUIOS

Lamelibranquios	VAN STRAATEN	MONTERO	B. D. D.	NEHOIT
Nucula (s.s.) nitida	-	12; F	-	Ai 0,30; Fi
Nucula (s.s.) nucleus	S, P; t; 0-106	10-12; F	5-750	Fi; Hi 0-30; Sc; Zp
Nuculana (Saccella) fragilis	-	-	2-200	-
Lembulus pella	B, S, P; t, 0-51	9-24	4-500	AF, Sc
Yoldia sp.	-	-	-	-
Arca (s.s.) noae	B, S; R; 0-10	R; 0	2-35	-
Striarca (Galactella) lactea	B, S; R, C; 0-51	20	5-100	Fi; Hi 0-30; Sc; Zp
Striarca (Galactella) lactea var. gaimardi	-	-	-	-
Glycymeris (s.s.) bimaculata bimaculata	-	P	-	-
Glycymeris (s.s.) glycymeris glycymeris	-	12-20; S	0-120	Fi; Sc
Glycymeris (s.s.) glycymeris pilosa	B	1-S; S	0-250	Fi; Sc
Glycymeris sp. forma juvenil	-	-	-	-
Glycymeris sp.	-	-	-	-
Limopsis (s.s.) aurita	-	Abisal, Prfo	-	-
Mytilus (Mytilus) galloprovincialis	S; B; L; i	D	Lit	-
Modiolus adriatica	B; l; 0-10	14-50;	2-20	-
Modiolus cf. adriatica	-	-	-	-
Modiolus modiolus	-	frfa	-	-
Modiolus sp. forma juvenil	-	-	-	-
Pseudamussium (Flexopecten) glabrum	B, S; J; 11-25	6-20; R	-	-
Chlamys (Manupecten) pesfelis	B, S, R; 0-10	R	-	-
Chlamys (Mimachlamys) varia	B, S, P; R, C, J; 0-51	4-S; R, V	-	GR
Pecten (s.s.) jacobaeus	B, S, R; C, l; 15-51	P; S	4-100	Ai 0,30; AF; Sc
Plicatula mytilina	-	-	-	-
Spondylus (s.s.) gaederopus	B	40-10; R, D	-	-
Anomia (s.s.) ephippium	B, S; t; 0-106	0-40; D	0-1600	GR (-A)
Loripes (s.s.) lacteus	-	P; F	0-600	AF, Eurh; Es.
Myrtea spinifera	S, P; R, C; 10-51	30; S, F, V	-	-
Lucinella (s.s.) divaricata	B, S; t; 0-25	B, S	0-220	Fi; Hi 0-30
Diplodonta (s.s.) rotundata	-	8-16	-	-
Chama (Psilopus) gryphoides	B, S; R; 0-10	P; R, D	2-130	-
Cardium (Acanthocardia) aculeatum	B, S; C, 3, 0-25	8-16; F	Lit	Ai 0,30; Sc
Cardium (Acanthocardia) echinatum	S, P; c; 11-51	10;	-	-
Cardium (Acanthocardia) e rinaceum	-	12; t; V	2-70	-
Cardium (Acanthocardia) paucicostatum	B, S; t; 0-106	4-30; F, S	2-70	Fi
Cardium (Acanthocardia) tuberculatum	B, S; C, l; 0-10	30; S	0-73	Afb. 2, 5-25
Parvicardium papillosum	S, P; R, C; 0-51	40-80	4-1500	-
Parvicardium papillosum var. dertonensis	-	-	-	-
Parvicardium transversale	-	G	-	-
Parvicardium transversale var. pliopapillosa	-	-	-	-
Laevicardium (s.s.) crassum crassum	-	40;	0-50	-
Laevicardium sp.	-	-	-	-
Cerastoderma (s.s.) edule edule	L, B, S; t; 0-51	P; F; H	20	-
Mactra (s.s.) corallina corallina	B, S; t; 0-51	P; B, S	0-70	Af 0-2, 5
Mactra (s.s.) glauca	-	P; S, F.	-	-
Spisula (s.s.) subtruncata subtruncata	S, P; t; 0-51	2-20; S, F.	0-40	Af 0-2, 5
Spisula (s.s.) subtruncatula triangula	-	-	-	-
Angulus (Fabulina) incarnatus	B	P; S	0-60	Ai 0,30; GR
Angulus (Moerella) distortus	-	16;	2-160	-
Angulus (Moerella) donacinus	-	P; S	0-150	-
Angulus (Moerella) pulchellus	B, S, P; t; 0-51	B; S	-	Afb. 2, 5-25
"Angulus" sp. f. juvenil	-	-	-	-
Quadrans (Serratina) serratus	S, P; S, 7; 11-25	30-60	-	-
Donax (Cuneus) semistriatus	B, S; t; 0-10	P; B, S	0-20	-
Donax (Cuneus) variegatus var. tristis	-	P; B, S	-	-
Donax (Cuneus) venustus venustus	-	P; B, S	Lit	-
Donax (Serratula) trunculus trunculus	B, S; l, J; 0-10	P; B, S	0-45	Af 0-2, 5; esteurhelina
Donax sp. forma juvenil	-	-	-	-
Gari féroensis	-	16; B	0-90	-
Abra (s.s.) alba	S, P; t; 0-106	2; S	5-550	Ai 0,30; Fi; Eurh; Es
Abra (s.s.) nitida	-	i; F	-	-
Abra (s.s.) ovata	L, S; l; 0-15	H; S, F	5-550	(32) 28; Eurh
Abra (s.s.) prismatica prismatica	S, P; t; 0-106	20;	20-130	-
Solecurtus candidus	-	P; S, V, B	2-60	-
Azorinus antiquatus	B, S; C, 7; 0-51	P; F	3-150	-
Venus (s.s.) verrucosa	B, S; R; 0-10	P; S	-	-
Venus (Dorsina) multilamella	-	-	-	-
Venus sp. forma juvenil	-	-	-	-
Circorniphilus (?) casina	S, P; t; 26-51	P	0-400	-
Gouldia minima	S, P; R; 0-25	S	4-130	-
Celliata chilona	B, S; l; 0-10	-	-	-
Dorsina (Pectunculus) exolata	-	2; S	0-70	-
Chamaelea pallina	B, S; t; 0-51	P; S	0-120	Afb, 2, 5-25; Af 0-2, 5; Es
Chamaelea pallina var. luminosa	-	-	-	-
Glauciniella fasciata	S, P; R, C, 0-51	8-60	0-100	-
Glauciniella scutaria	-	-	-	-
Limacina ovata	S, P; t; 0-51	30 40	0 2000	-
Hyala undata	S; C, l, 9; 11-106	6	5-250	-
Gastropoda (Vorticellina) pibba	B, P; t; 0-106	F	2-150	Ai 0,30; Fi; Sc; Es
Gastropoda (Vorticella) dubia	-	R(perfor)	-	-
Parvula (Purpura) margaritacea	B, S, P; t; 0-106	20-40; S	5-40	-
Parvula (Purpura) margaritacea	S, P; l, 2, 7; 0-25	P; S	0-600	Afb 2, 5 - 25; Es
Urosalpinx (Urosalpinx) stantoni	-	P; D	0-10	-
Urosalpinx (s.s.) edulis edulis	B, S, P; R, C, 7, 0-51	P; D	-	Ai 0,30; Eurh; Es

Tabla 22.-Resumen de las condiciones ecológicas de los GASTEROPODOS

Gasterópodos	VAN STRAATEN	NONNSTECK	GRAHAM	D. D. D.	MYRA (Generos)	NEMOIT
<i>Acteon tornatilis</i>	B, S; t; 0-51	Lit, L	Lit	20-80	inter → 75; S	Afb, 2, 5-25
<i>Roxania utriculus</i>	P	K	-	-	-	-
<i>Ringicula (Ringiculina) auriculata</i>	-	L, K	-	-	-	-
<i>Ringicula (Ringiculina) auriculata var. buccinea</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Ringicula (Ringiculina) ventricosa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Retusa (s.s.) mamillata</i>	S; t; 0-51	L, 135	-	10-120	20 → 500	-
<i>Retusa (s.s.) truncatula</i>	L, S; R; 0-25	Lit, L	-	-	-	-
<i>Retusa (Cyllichnina) cylindracea</i>	S, P; t; 0-51	L, 740	-	10-200	20 → 500	-
<i>Retusa (Cyllichnina) umbilicata</i>	-	-	-	3-50	20 → 500	-
<i>Bela brachystoma</i>	S, P; t; 0-106	-	-	-	-	-
<i>Bela nebula</i>	B, S; t; 0-51	-	-	10-250	-	-
<i>Bela turgida</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Mangelia (s.s.) attenuata</i>	B, S, P; t; 0-51	-	R-F;	10-60	inter → 1 500	-
<i>Mangelia (s.s.) bertrandi</i>	-	-	-	-	inter → 1 500	-
<i>M. (s.s.) taenieta</i>	-	-	-	5-50	inter → 1 500	-
<i>M. (s.s.) vanquellini</i>	B	-	-	10-50	inter → 1 500	-
<i>M. (Cytharella) costata</i>	-	-	-	-	inter → 1 500	-
<i>Philbertia (s.s.) cordieri</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Comarmondia gracilis</i>	-	-	-	5 - 250	-	-
<i>Nassa sp.</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Nassa forma juvenil</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Ninia angulata</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Ninia angulata var. planicosta</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Ninia (s.s.) reticulata</i>	B	-	-	0 - 20	-	-
<i>Ninia (Telasco) ferrussaci</i>	-	-	-	-	Lit	-
<i>Numa (Fritoneilla) incrassata</i>	B, S, P; R, 3; 0-25	-	-	2-300	-	-
<i>Nuxex (Bulimus) brandaris</i>	B	-	-	5-80	-	Al 0.30; Fi;
<i>Thais (Stramonita) haemastoma</i>	-	-	-	-	inter	-
<i>Sphaeronassa mutabilis</i>	-	-	-	4 - 13	-	-
<i>Aporrhais pespelecani</i>	B, S; t; 0-51	-	Lit; S-F, R	5-500	-	Al 0.30; F;
<i>Theridium sp.</i>	-	-	-	-	inter; F	-
<i>Theridium vulgatum var. gracilis</i>	-	-	-	-	inter; F	-
<i>Theridium vulgatum var. pulchella</i>	-	-	-	-	inter; F	-
<i>Bitium (s.s.) Jeshayesi</i>	-	-	-	-	inter → 700	-
<i>Bitium paludosum</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Bitium (s.s.) reticulatum</i>	L, B, S, P; t; 0-51	-	R, S-F	0-200	Inter → 700	Eurl, CR.
<i>Cerithiopsis (s.s.) tubercularis</i>	S, P; R, 5; 0-51	-	R; bahias	-	Inter → 150	-
<i>Cerithiopsis (Metaxia) rugulosum</i>	-	-	-	-	Inter → 150	-
<i>Scala (Spiniscalia) frondicula frondiculoides</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Thyphora (s.s.) perversa</i>	B, S, P; R; 0-10	-	R	5-250	-	-
<i>Matildia (Fimbriatella) filigranata</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Turritella tricarinata comunis</i>	B, S; t; 0-106	-	Lit; F	-	-	-
<i>Turritella tricarinata tricarinata</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Yernetus sp.</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Petalocochus (Macrophagma) cf. glomeratus</i>	-	-	-	-	Inter → 45; R, C	-
<i>Petalocochus (Macrophagma) intortus</i>	-	-	-	-	Inter → 45; R, C	-
<i>Architectonica (Philippia) formosa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Architectonica (Pseudotorinia) obtusa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Circulus striatus</i>	-	-	-	5-50	-	-
<i>Astraea (Bolma) rugosa</i>	B, S; R; 0-10	-	-	3-230	Inter → 75; R	-
<i>Tricolia (s.s.) pulla</i>	L, B, S; R; 0-10	-	Lit, R; LWST	Lit	Inter → 45	Hi 0-20
<i>Tricolia (s.s.) pulla var. buccinea</i>	-	-	-	-	Inter → 45	-
<i>Trochus sp.</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Gibbula (Steromphala?) cf. drepanensis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Calliostoma (s.s.) ziziphinum</i>	B	-	R; Lir; H	5-130	-	-
<i>Calliostoma (Ampullotrochus) gualtierii</i>	-	-	-	Lit	inter → 900; R, V.	-
<i>Peringia compacta ?</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Turbella (s.s.) inconspicua</i>	S, P, C, 7; 11-51	Lit- 40m	R; sublit	-	-	-
<i>Turbella (s.s.) cf. lineolata</i>	S; R, C, 1, 7; 0-25	L, K	-	-	-	-
<i>Turbella (s.s.) parva</i>	-	0-72	R	2-20	-	-
<i>Nassa (Schwartzia) monodonta</i>	S	Lit, L	-	Lit	-	-
<i>Alvania (s.s.) lineata</i>	-	Lit, R; L.	-	2-20	-	-
<i>Alvania (Turbona) mariae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Cinypula (Ceratia) proxima</i>	-	10-160; F	-	-	-	-
<i>Cinypula (Hyala) vitrea</i>	S, P; t; 0-106	5-10; F	-	-	-	-
<i>Carlesea rubra</i>	-	-	Lit; R	Lit	-	-
<i>Melanella (Balcis) polita</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Ontostomia (Hepastomia) conoidea</i>	S, P; R, C, 7; 0-106	Lit - A	-	5-50	-	-
<i>Ontostomia (Hepastomia) polita</i>	-	L	-	-	-	-
<i>Ontostomia (Hepastomia) unidentata</i>	S; R; 0-10	1/2, 50 (1/2)	Lit	10	-	-
<i>Chrysalida (Parthenia) interstincta</i>	-	L, K	-	-	-	-
<i>Turbonilla (Pyrrosoma) densocostata</i>	-	L, K, A (600)	-	-	inter → 150	-
<i>Leuostrea (s.s.) allius</i>	-	F, S	-	-	-	-
<i>Aspiria aldereri</i>	-	-	bahia S; LWST	2-250	-	-
<i>Aspiria turrena</i>	B, S; 1, 3; 0-25	-	bahia S, LWST	-	-	-
<i>Aspiria pullemint</i>	B, S; t; 0-25	-	-	5-50	-	-
<i>Actia (s.s.) dillwyni</i>	-	-	-	10-60	-	-
<i>Calyptrea (s.s.) chironalis</i>	B, S, P; t; 0-51	-	R, C; Lit	5 - 250	-	-
<i>Calyptrea (s.s.) pillosa</i>	-	-	-	-	inter → 70; C	-
<i>Maragdia (s.s.) viridis</i>	-	-	-	5 - 40	-	-