



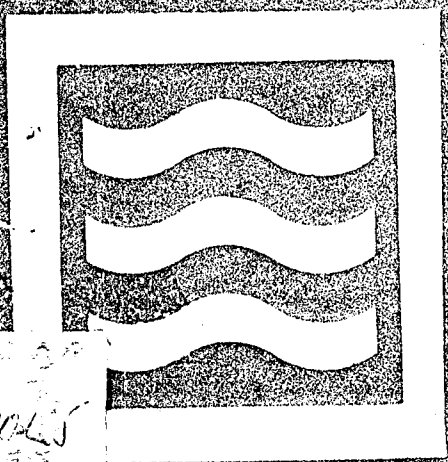
**SERIE:**

**informes científicos**

Nº 1

**CORRIENTES SUPERFICIALES EN AGUAS COSTERAS DEL**

**GOLFO NUEVO**



**CENTRO  
NACIONAL  
PATAGONICO**



COMISION NACIONAL DE ESTUDIOS GEO-HELIOFISICOS  
CENTRO NACIONAL PATAGONICO

Programa: Control de una posible contaminación industrial en Golfo Nuevo  
Investigador Responsable: Dr. Mariano J. Pizarro

**CORRIENTES SUPERFICIALES EN AGUAS COSTERAS DEL GOLFO NUEVO**  
**NESTOR W. LANFREDI**

*Este trabajo fue efectuado de acuerdo al convenio de colaboración firmado entre la Asesoría de Desarrollo de la Provincia del Chubut y el Centro Nacional Patagónico.*

PUERTO MADRYN  
CHUBUT  
1974

Fecha	
N.º de inscripción	
Valor	
N.º de obra	551.465.001.5
	C.397- 1974



## INDICE

	Pág. No
1. INTRODUCCION .....	1
2. EL AREA DE ESTUDIO .....	1
2.1. DESCRIPCION GENERAL .....	1
2.1.1. Situación .....	1
2.1.2. Batimetría .....	1
2.1.3. Mareas .....	2
2.2. OCEANOGRAFIA DE LA REGION .....	3
2.2.1. Conocimientos físicos-químicos .....	3
2.2.2. Corrientes .....	4
3. MEDICIONES DE CAMPAÑA .....	5
3.1. MEDICION DEL DIA 4/12/72 .....	5
3.2. MEDICION DEL DIA 5/12/72 .....	7
3.3. MEDICION DEL DIA 6/12/72 .....	8
3.4. MEDICION DEL DIA 7/12/72 .....	10
3.5. EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS .....	11
3.5.1. Instrumental Terrestre .....	11
3.5.2. Flotadores .....	11
3.5.3. Procedimientos de Operación .....	11
4. ANALISIS DE DATOS .....	12
4.1. LA MAREA EN PUERTO MADRYN .....	12
4.2. MEDICIONES DE CORRIENTES .....	12
5. RESUMEN DE LAS OPERACIONES, INTERPRETACION .....	12
6. RECOMENDACIONES .....	13
7. REFERENCIAS .....	14

## 1. INTRODUCCION

Hasta el presente es poco lo que se conoce sobre el comportamiento de las corrientes y su relación con el período de la marea en el Golfo Nuevo, cuyas profundidades varían desde un cierto valor finito hasta cero.

Estudios clásicos sobre mareas han sido realizados por el Servicio de Hidrografía Naval basados en las observaciones convencionales, en las regiones costeras; en cuanto a las últimas mediciones directas de corrientes, realizadas en 1.969 por dicho Organismo, han sido poco fructíferas, debido a dos dificultades que se presentaron.

La primera de ellas era la característica de los instrumentos utilizados y la segunda, las bajas velocidades que se encontraron en el Golfo.

Por estas causas, se proyectó la presente medición de corrientes superficiales, cuyos resultados además de dar los primeros valores en su género, servirán para su inmediata aplicación a todos aquellos procesos que se manifiestan en las aguas del Golfo.

En este Informe se presentan los resultados obtenidos, de acuerdo al contrato realizado con la Asesoría de Desarrollo de la Provincia de Chubut y el Centro Nacional Patagónico, el análisis de los datos de las mediciones, discusión e implicancias.

## 2. EL AREA DE ESTUDIO

### 2.1. DESCRIPCION GENERAL

#### 2.1.1. Situación:

El Golfo Nuevo, de forma sensiblemente elíptica, posee en la dirección de su diámetro mayor aproximadamente 65 Km. y está orientado según la dirección Este-Oeste, su ancho máximo es del orden de los 50 Km., mientras que su boca de entrada orienta al Sureste y mide cerca de 16 Km, siendo la profundidad media de unos 100 metros. (Fig. 1).

En latitud se extiende desde los 43°30' S. hasta los 42°59' S., mientras que en longitud abarca desde los 64°08' a los 65°01' al Oeste de Greenwich.

La superficie cubierta por sus aguas alcanza alrededor de los 2.500 Km<sup>2</sup>.

Las costas que rodean al Golfo presentan un relieve bastante accidentado y están constituídas casi en su totalidad por barrancas de arcilla y arena; en bajamar a los pies de estas barrancas se descubren grandes formaciones de toscas, existiendo una inmejorable playa de arena fina en la zona denominada "El Doradillo" cerca de Punta Dorado.

El área de estudio estuvo circunscripta a la encerrada por el arco trazado sobre la Fig. 2.

#### 2.1.2. Batimetría;

La batimetría es uno de los factores más importantes a considerar en un estudio de corrientes asociadas al período de las mareas en regiones costeras.

En primer lugar, por el acoplamiento directo que puede existir entre la onda de marea y la pendiente del fondo; y en segundo término, pues la topografía submarina y las costas influyen en forma directa sobre las mareas, es decir sobre su continuidad, y son a su vez las responsables de las corrientes horizontales. Finalmente, el movimiento general de la marea, el cual depende de la batimetría local de la región, debe ser cuidadosamente estudiado para tener una clara comprensión de la dinámica de las aguas.

### 2.1.3. Mareas

A lo largo de las costas del litoral marítimo argentino, es en la zona sur (Río Gallegos) en donde se observan las amplitudes de mareas más importantes y comparables con las más grandes del mundo, tal como Bahía de Fundy, River Severn y Mont Saint Michel.

Por la costa y hacia el Norte, en general las amplitudes van disminuyendo.

Esto no se aplica a la marea de la Península de Valdés, ni a la de los Golfos San Matías, San José y Nuevo, los cuales poseen mareas considerablemente más importantes que las zonas que se encuentran al Sur y al Norte de esa región.

Como ejemplo se dan las amplitudes medias de sicigias para los siguientes lugares:

LUGAR	AMPLITUD MEDIA EN SICIGIAS
Puerto San Blas	1,74 m.
Puerto San Antonio	7,50 m.
Punta Norte	4,50 m.
Puerto Madryn	4,62 m.
Bahía Vera	3,30 m.

Esta particularidad de las mareas de nuestras costas, y en particular en la región de nuestro interés, se explica por la presencia de dos puntos anfidrómicos, uno situado al Norte sobre la zona denominada El Rincón y el otro al Sur a la altura del Golfo San Jorge.

La formación de dichos puntos anfidrómicos se atribuye a la presencia de dos ondas de marea, una que se propaga de Sur a Norte sobre la costa de Tierra del Fuego y la otra que se dirige de Este a Oeste en forma sensiblemente normal a la primera onda.

Si bien estas dos ondas se presentan como independientes, su origen es el mismo, dado que es la onda de marea que se forma en el Océano Austral y que durante su propagación, al encontrarse con las Islas Malvinas y el BANCO Burdword, se desvía girando alrededor de ellos. Este es el motivo por el cual se genera una onda que rotando al Este de las Islas Malvinas se encamina posteriormente con dirección Oeste, mientras que la segunda onda se propaga hacia el Norte.

Las variaciones de profundidades influyen directamente sobre la onda que va sobre la costa, disminuyendo su velocidad de propagación con respecto a la otra.

Como ya se dijo anteriormente la interferencia de esas ondas da origen a los puntos anfídromicos que son nodos de oscilación en donde la amplitud de marea es nula.

En consecuencia a mitad de camino entre estos puntos, debe necesariamente presentarse un "vientre" de oscilación y en ella se encuentra emplazada la Península de Valdés.

Se acepta esto como la explicación más plausible a las fuertes mareas que se observan en toda la región.

Para el presente estudio interesaba conocer con exactitud sólo el régimen de mareas de Puerto Madryn, en el cual se encuentra instalado desde 1.944 por el Servicio de Hidrografía Naval, un mareógrafo convencional y además se realizan las predicciones a partir de las constantes armónicas. Estos últimos valores publicados anualmente son teóricamente exactos, pero las condiciones topográficas y en ciertos casos meteorológicas, pueden llegar a modificar la curva de marea en un orden relativamente importante y poco factible de predecir.

## 2.2. OCEANOGRAFIA DE LA REGION

### 2.2.1. Conocimientos físicos-químicos:

Las características de la región, da lugar a considerar a la temperatura como el parámetro más importante para describir las aguas del Golfo. Es posible que un estudio de la estructura fina de la temperatura por medio de su variación espacial y temporal pueda dar lugar a describir variaciones estacionales o aún horarias, como así también, la distribución de las aguas tipos.

Siendo probable que el sistema de aguas costeras responda rápidamente a la acción de las fuerzas externas y que el paso de frentes meteorológicos pueda reflejarse por los cambios de temperatura de la columna de agua; los cuales se indicarían por afloramientos hacia la superficie.

Si bien no se encuentran aportes de agua dulce provenientes de ríos el estudio del campo salino, horizontal y vertical puede llegar a ser un significativo indicador de las características del volumen de agua que encierra el Golfo.

Los estudios realizados hasta el presente no son suficientes, y podría decirse que escasos en relación a la importancia que tienen.

### 2.2.2. Corrientes:

En el mes de Mayo de 1.952, se realizó una medición directa en las proximidades de Cabo Puntigudo; la misma fue de muy corta duración y la medición se realizó con un instrumento colgado desde el buque.

La segunda de estas mediciones se efectuó sobre la costa Norte del Golfo, entre los 64°15' y 64°38' de Longitud Oeste. El sistema operacional fue la utilización de correntógrafos fondeados y correntómetros colgados desde un guinche.

Las primeras mediciones fueron realizadas en un mismo punto y a varias profundidades durante un ciclo de marea, y las segundas en diferentes puntos, también a varias profundidades y en el transcurso de un día.

Estas mediciones que al juicio del suscripto, tampoco fueron realizadas con el instrumental adecuado, y que se hicieron entre los meses de Marzo-Abril de 1.958 y restringidas a la zona costera, coinciden parcialmente las conclusiones con las publicaciones realizadas por el Servicio de Hidrografía Naval en su boletín (6).

Estas últimas corresponden a las mediciones realizadas entre el 6 de Mayo y el 4 de junio de 1.969.

Las profundidades de mediciones oscilaron entre 6 y 58 brazas y el número de estaciones proyectadas era de 25; realizándose sólo 23, dichas estaciones se fondearon según 4 Líneas aproximadamente normales a la dirección NW-SE.

El siguiente cuadro, resume las características de cada estación:

Línea	Desde	Hasta	Estaciones	Nº de Correntógrafos
1	$\varphi$ : 42°44' S $\omega$ : 65°00' W	$\varphi$ : 42°31' S $\omega$ : 64°35' W	10	15
2	$\varphi$ : 42°49' S $\omega$ : 64°45' W	$\varphi$ : 42°36' S $\omega$ : 64°22' W	6	12
3	$\varphi$ : 42°52' S $\omega$ : 64°36' W	$\varphi$ : 42°43' S $\omega$ : 64°19' W	5	10
4	$\varphi$ : 42°54' S $\omega$ : 64°17' W	$\varphi$ : 42°53' S $\omega$ : 64°13' W	3	6

En general, todas las mediciones Eulerianas realizadas hasta la fecha, han puesto en evidencia que las corrientes dentro del Golfo son débiles y con una gran variabilidad en las velocidades y con muy poca o casi ninguna correspondencia con la marea. En general todas las velocidades medidas en el interior del Golfo, salvo algunas, no han superado los 50 cm./seg., a excepción de la boca de entrada al Golfo donde las velocidades son muy variables y posiblemente las estimaciones dadas para la navegación quizás superen la realidad.

### 3. MEDICIONES DE CAMPAÑA

El programa de mediciones del presente Informe estaba centrado en el área encerrada al Oeste por la costa y por el Este por una línea que unía Punta Loma y Punta Ameghino; Fig. 2.

Los conocimientos previos sobre las corrientes en el Golfo, aconsejaron para un primer relevamiento el uso de flotadores, dado su reducido costo, respecto a los instrumentos que se deberían usar para corrientes de bajas velocidades.

Como ya se dijo en 2.2.2., en forma general las corrientes en el Golfo poseen un rango tal, que se las puede identificar como extremadamente débiles, y sus inversiones no poseen una relación directa con la marea y con respuesta posiblemente mucho más rápida al viento que al régimen del fenómeno mencionado en primer término.

Durante los días 2 y 3 de Diciembre, se prepararon en tierra los elementos necesarios para realizar las mencionadas mediciones, y se probó la visibilidad de los flotadores desde una estación terrestre en la costa situada en las instalaciones del A.C.A., efectuándose un lanzamiento a unas 2 millas de la costa.

Si bien su recorrido no fue interceptado por visuales simultáneas, se lo siguió durante un breve lapso, durante el cual describió una trayectoria del tipo ciclónico.

Los días siguientes se desarrolló el programa previsto, de acuerdo al Cronograma de Tareas, que se da en la página siguiente.

#### 3.1. MEDICION DEL DIA 4/12/72:

##### **Serie 1:**

Según lo previsto se instalaron dos estaciones en tierra, la Estación 1 en Punta Cuevas y la Estación 2 en la Baliza del Muelle de Puerto Madryn.

Los flotadores fueron lanzados desde una lancha a las distintas aproximadas de 1/2, 1 y 1 1/2 millas de la costa y sobre una normal a la línea de unión entre las estaciones terrestres.

La Fig. 3 presenta las posiciones iniciales de los tres flotadores y sus recorridos durante las 8,5 horas en las cuales se los siguió.

En general, en las cuatro series, el viento no fue factor dominante en las mediciones, dado que su intensidad no era de importancia y además porque cada una de las superficies flotantes se hallaban sumergidas de modo tal de no recibir la acción directa del viento.

## CRONOGRAMA DE TAREAS

FECHA	23.12.72	3.12.72	4.12.72	5.12.72	6.12.72	7.12.72
Tarea	Preparación	Ensayo	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4
Lugar	Flotadores Utilizados					
Centro Nacional Patagónico						
Costa sobre el A.C.A.	-	1	-	-	-	-
Punta Cuevas Muelle Madryn	-	-	3	-	-	-
Muelle Madryn Fº Golfo Nuevo	-	-	-	3	-	-
Punta Este (Baliza Acantilado) Cerro Punta Arco	-	-	-	-	6	-
Punta Dorado Punta Flecha Montículo Intermedio	-	-	-	-	-	3

### Flotador Rojo

Su recorrido fue en línea sensiblemente recta, hasta unos minutos antes de la inversión de la marea; su rumbo fue NNE con velocidades crecientes durante la primera media hora, alcanzando un máximo de 3,5 cm./seg., Fig. 3.1.

Luego de la inversión de la marea, efectuó una rotación anticiclónica, describiendo durante la observación una trayectoria semi-elíptica con velocidades crecientes desde los 2.5 cm./seg. hasta su máximo valor de 16 cm./seg. que se registró 1 h 30 m. antes de producirse la Pleamar.

La corriente residual calculada es de 1 cm./seg.; hallándose una velocidad mayor para la corriente de flujo (12.9 cm./seg.), que para la correspondiente a la corriente de reflujo (10.9 cm./seg.).

### **Flotador Amarillo**

Desde el instante de su lanzamiento hasta poco después de producirse la Bajamar su rumbo no difiere del anterior; en cambio su inversión se produce, aproximadamente en un tiempo igual que el flotador Rojo, pero, después de producirse la inversión de la marea, Fig. 3.2:

Las velocidades son mayores, su valor máximo se presentó 1 h. 15 m. después de producirse la Pleamar.

La corriente residual calculada es de 1 cm./seg., siendo la velocidad de la corriente de flujo 9,47 cm./seg. mientras que en el refluo 7.47 cm./seg.

### **Flotador Blanco**

Durante la marea en bajante, su rumbo fue NNE produciendo la inversión de su recorrido 1/4 de hora después de registrarse el mínimo nivel de agua en el mareógrafo de Puerto Madryn. En ambos casos las direcciones seguidas difieren muy poco de los otros dos flotadores.

La máxima velocidad alcanzada fue de 20 cm./seg.; mientras la mínima fue de 7.3 cm./seg.

La corriente residual se calculó en 0.25 cm./seg.; siendo las velocidades de flujo y refluo 15.81 cm./seg. y 15.31 cm./seg. respectivamente, Fig. 3.3.

## **3.2. MEDICION DEL DIA 5/12/72**

### **Serie 2:**

Para la Serie 2, las Estaciones terrestres, se ubicaron en el Muelle de Madryn, estación 2, y en el Faro Golfo Nuevo, la Estación 3.

El lanzamiento de los flotadores se realizó en la misma forma que los de la Serie anterior.

La Fig. 4, presenta las posiciones iniciales y los recorridos de los tres elementos derivantes.

Las dificultades que se presentaron, a causa de la fuerte lluvia que caía durante la intersección de visuales, obligaron a abandonar las mediciones antes de lo previsto.

No obstante, los resultados y el posterior hallazgo de los flotadores se consideran de suficiente utilidad para los propósitos perseguidos.

### **Flotador Rojo**

A la iniciación de las observaciones, la marea se encontraba en bajante, poseyendo el flotador un rumbo W y WSW. Su seguimiento, sólo fue posible hasta las 14 h. 06 m., unos 5 minutos después de producirse la Bajamar en Puerto Madryn.

La mayor velocidad hallada fue de 23,6 cm./seg., 15 minutos antes de la Bajamar, la mínima velocidad de 12.5 cm./seg., aproximadamente 50 minutos antes del mínimo nivel de agua registrado.

Se adoptó un valor para la corriente de refluo, de acuerdo a las observaciones anteriores, el cual se estimó en un 90 % de la velocidad de flujo, correspondiéndole 15,86 cm./seg.

La corriente residual calculada fue de + 0.87 cm./seg., y la velocidad para el flujo 17.60 cm./seg., Fig. 4.1.

Suspendidas las observaciones se avistó a las 19.00 horas el flotador derivando con dirección NE y aproximadamente a unos 2.000 metros del extremo del Muelle. El día 6 a las 08.00 horas fue visto navegando a la mitad del camino de la bahía formada entre el Muelle y Punta Cuevas; posteriormente a las 16.00 horas se recobró el mismo en las proximidades de la playa de Punta Cuevas.

#### **Flotador Amarillo:**

Su posición era intermedia a los anteriores, o sea su lanzamiento se produjo a 1 milla de la costa sobre una normal a la recta, imaginaria, de unión entre las Estaciones terrestres.

Su arrumbamiento fue durante todo el período observado, aproximadamente WSW; presentándose siempre direcciones zigzagueantes dentro de un entorno de 70°.

La máxima velocidad obtenida fue de 27.5 cm./seg. y la mínima 5.6 cm./seg.

Con el mismo criterio adoptado para el flotador Rojo, se estimó la corriente de reflujos en 10.6 cm./seg. y 13.3 cm./seg. para la de flujo. La corriente residual se calculó en + 1.3 cm./seg., Fig. 4.2.

La máxima velocidad se encontró aproximadamente unas 3 horas antes de producirse la Bajamar.

Alrededor de las 18 h. 30 m., el rumbo adoptado por el flotador lo dirigió hacia el Muelle, desde donde fue recuperado en perfecto estado.

#### **Flotador Blanco:**

Las condiciones de visibilidad para este flotador fueron malas, lo cual no permitió se realizaran más que 3 intersecciones; insuficientes para dar valores para las velocidades de flujo y reflujos.

Las dos velocidades que se calcularon con estos datos fueron de 15,4 cm./seg. y 46,4 cm./seg., Fig. 4.3.

Elas corresponden a los 10 minutos previos y posteriores a la Bajamar, respectivamente.

Al abandonar las mediciones, se recibió el aviso que el mismo había varado en la playa de la Prefectura; desde donde se lo transportó a las instalaciones del Centro Nacional Patagónico.

### **3.3. MEDICION DEL DIA 6/12/72**

#### **Serie 3:**

De acuerdo a los resultados obtenidos en las dos primeras series de flotadores y las características de las circulaciones halladas a ambos lados del Muelle, se pensó en estudiar una zona que tomara ambos márgenes del Golfo, con Estaciones terrestres situada en Punta Este y Punta Arco, utilizando seis flotadores lanzados sobre la línea que unía ambos puntos en tierra.

De esta manera, se podría quizás determinar la zona límite en la cual las corrientes varían su dirección respecto a la marea o la variación gradual del rumbo de las mismas, sobre dicho eje.

Los lanzamientos se efectuaron dentro de límites de dispersión muy aceptables, respecto a la línea Punta Este-Punta Arco, Fig. 5.

Desafortunadamente las condiciones de visibilidad fueron malas, los efectos de la refracción atmosférica no permitieron se realizaran las intersecciones de acuerdo a lo previsto, otra de las dificultades halladas fue la franja espumosa de la rompiente sobre la costa NNW, la cual no permitía distinguir la bandera Amarilla.

Posteriormente, alrededor del mediodía, el cielo se cubrió con grandes nubarrones siendo imposible realizar una secuencia de observaciones desde las Estaciones terrestres.

Las últimas observaciones se hicieron a las 14 hs. 39 m. desde Punta Arco al flotador Amarillo y a las 15 hs. 10 m., desde Punta Este, al flotador Doble Bandera Rojo-Amarillo.

A partir de ese instante se suspendieron las observaciones por la fuerte lluvia que impedía enfocar los flotadores.

Si bien los teodolitos fueron levantados de las Estaciones la barranca en Punta Este permitió el descenso a pie hacia la playa, desde donde se observó que el flotador Doble Bandera Rojo-Amarillo se acercaba a la costa entre Punta Este y Punta Cuevas.

Con el fin de no perder el esfuerzo realizado, y poder utilizar estas mediciones, se representaron bajo la forma de hodógrafas, con velocidades supuestas, pero que sirven para conocer la trayectoria del flotador.

#### **Flotador Doble Bandera Rojo-Amarillo (01)**

La trayectoria calculada se presenta en la Fig. 5.1., las observaciones comenzaron aproximadamente 1 hora después de la Pleamar, y se realizaron en algunos casos más de 1 observación por hora, lo cual da una definición aceptable a la hodógrafa.

En la curva se observa que durante la marea bajante, la mitad del recorrido tenía una dirección sensiblemente Norte, mientras que durante el tramo restante y a medida que se acercaba a la Bajamar, su dirección era Sud.

Como se dijo anteriormente, su dirección estimada a ojo desnudo, era en dirección a la costa.

#### **Flotador Rojo (02)**

En forma general, su trayectoria, durante el mismo período de observación es sensiblemente N y S, a diferencia con el primer flotador de la Serie, que su recorrido es doblemente elíptico; lógicamente estos resultados se deberán tomar como reserva, dado que se desconoce la velocidad, Fig. 5.2.

Las direcciones dominantes son N-S y parecería en cierto modo seguir la onda de marea, la cual debe poseer un desplazamiento dentro del Golfo, muy particular, y que aún no se conoce perfectamente.

#### **Flotadores: Blanco con Franja ROJA (03); Blanco (04); Rojo con Franja Amarilla (05)**

Las intersecciones a todos estos flotadores fueron insuficientes; las hodógrafas parciales representadas, en la Fig. 5.3., 5.4., y 5.5., no dan idea de los recorridos.

El único elemento de juicio que se dispone y que hace suponer idéntico desplazamiento que el flotador Rojo, para el flotador Blanco con franja Roja, es que se recobró a las 20 hs. 20 m. sobre la playa a mitad del trayecto existente entre Punta Cuevas y Punta Este.

#### **Flotador Amarillo (06)**

Las 4 horas durante las cuales pudo observarse, presentan una hodógrafa sensiblemente semejante a los Flotadores (01) y (02), Fig. 5.6.

### **3.4. MEDICION DEL DIA 7/12/72.**

#### **Serie 4:**

Durante la realización de esta Serie, se programó la instalación de una Estación terrestre fija, en Punta Flecha, y una Estación móvil la cual al comienzo de las observaciones estaría en Punta Dorado y de acuerdo a lo que se preveía respecto al desplazamiento de los flotadores, pasaría a ocupar una posición intermedia entre la Estación fija y Punta Ameghino. Esta Estación intermedia, se seleccionó por ser uno de los puntos más altos de esa zona y se llamó Intermedia Montículo.

Con esta disposición de las Estaciones se evitó tener lecturas angulares muy cercanas al eje cero; lo cual daría posteriormente cierta imprecisión en los cálculos y representaciones. El lanzamiento de los flotadores, se efectuó con la técnica utilizada en las Series anteriores, el más alejado Amarillo, y más cercano a la Costa el Rojo, Fig. 6.

#### **Flotador Amarillo**

Las observaciones se hicieron con marea bajante, la dirección dominante para el flotador fue NNE y NE, una hora después de producirse la Bajamar en Puerto Madryn, cambió su rumbo a NNW, canalizándose posteriormente y formando un ángulo aproximado con la costa de unos 15°; según la trayectoria que seguía era evidente que arribaría a la playa.

Las velocidades máxima y mínima eran de 46 y 8 cm./seg.; para el flujo se calculó 10 cm./seg., para el reflujo 23.8 cm./seg; la corriente residual era de - 695, cm./seg.

Este último valor ha sido el más alto de todos los calculados, el cual pone en evidencia una "fuerte" corriente permanente que se desplaza aproximadamente siguiendo la batimetría, parecida a la costa; y con dirección NNNE.

El día 8 a las 12 hs. 15 m., se encontró el flotador Amarillo, se recobró en la costa, pasando la Estación Intermedia y cerca de Punta Ameghino, Fig. 6.1.

#### **Flotador Blanco**

Durante toda la marea bajante, hasta el instante de la Bajamar, su rumbo es similar al flotador anterior, al invertirse el proceso de la marea la dirección tendía ligeramente hacia el cuadrante Norte.

Las velocidades hasta producirse la Bajamar fueron siempre altas, la máxima fue 31.5 cm./seg. y la mínima observada 16.6 cm./seg. Para el flujo la velocidad es de 21.79 cm./seg. para el reflujo la velocidad es de 13.89 cm./seg.; la corriente residual con idéntico sentido que la anterior dio una velocidad de - 1,05 cm./seg., Fig. 6.2.

### **Flotador Rojo**

Considerando que este flotador era el más cercano a tierra, su lanzamiento fue realizado dentro de unos de los accidentes batimétricos que rodean la costa, canalizándose su recorrido con una definida dirección NE.

Su máxima velocidad fue 33.3 cm./seg., la mínima 14.8 cm./seg.

El cambio de estado de la marea y las variaciones en la curva de velocidades sirvieron para calcular la corriente residual que era de  $-1.3$  cm./seg., siendo la velocidad de la corriente de marea 32.5 cm./seg., Fig. 6.3.

Este flotador al igual que el Amarillo fue encontrado en la playa aproximadamente 1 Km más al Sur que el anterior.

## **3.5. EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS**

### **3.5.1. Instrumental terrestre**

En las Estaciones terrestres, se utilizaron 2 teodolitos marca WILD, modelos T1A y T2; sus mecanismos son vastamente conocidos por lo cual se obvia toda descripción de los mismos. En lo referente a su rendimiento, no se presentaron inconvenientes, por lo cual se considera fue óptimo.

Para la medición de la velocidad del viento se utilizó un anemómetro portátil marca SIAP, previamente calibrado, el cual tampoco presentó problemas.

### **3.5.2. Flotadores**

Los flotadores se diseñaron especialmente para la realización del presente estudio.

La Fig. 7, muestra un esquema de sus componentes; el cuerpo flotante era un neumático de motoneta, la pantalla resistente a la corriente era hojalata de 0.45 mm de espesor, y de 33 x 33 cm., montadas en cruz lo cual hacía presentara una superficie al empuje de la corriente de 60 cm.

Tal como se aprecia en la Fig. 7, las pantallas se atornillaron al extremo de un mástil de madera de 2.5 x 2.5 cm. y de 300 cm. de largo, del extremo exterior emergente del agua se colocó la bandera de tela plástica de color.

Sobre la pantalla y a unos 60 cm. iba sujeto el neumático por 2 soportes de madera por encima y debajo del mismo y atornillados al mástil central; por los extremos de dichos soportes pasaban burdas de alambre sujetos al mástil, de modo tal de dar mayor resistencia a todo el conjunto.

Encima de la pantalla se colocó el contrapeso estabilizador; que era bolsas cilíndricas de tela resistente, rellenas de arena, las cuales permitían sumergir el neumático a voluntad.

### **3.5.3. Procedimientos de Operación**

Perfectamente instalados y nivelados los teodolitos en cada Estación se tomaba como lectura inicial o cero la que correspondía a la línea que unía las Estaciones.

Lanzados los flotadores, a distancias prefijadas y sobre una normal a la línea cero, se establecía comunicación radial entre

ambas Estaciones iniciando mediciones simultáneas a cada uno de los flotadores. Al mismo tiempo se tomaba la hora correspondiente a cada intersección.

Conjuntamente se hacían mediciones de viento; en algunos lugares de temperatura, y, en Puerto Madryn, un registro continuo de marea.

#### **4. ANALISIS DE DATOS**

##### **4.1. LA MAREA EN PUERTO MADRYN**

Durante las mediciones de corrientes, se tenían registros continuos de la marea; éstos fueron provistos por el mareógrafo del S.H.N. Se acompaña copia de los mismos en el Anexo.

##### **4.2. MEDICIONES DE CORRIENTES**

Todas las Estaciones terrestres fueron establecidas en puntos con coordenadas planas conocidas. A partir de ellos se graficaron las posiciones de los flotadores de acuerdo a cada una de las intersecciones efectuadas.

Los recorridos de cada uno de los flotadores se midieron sobre el gráfico, obteniéndose de este modo mayor precisión, dado que realizando este mismo cálculo sobre una carta náutica, por el hecho de ser una proyección conforme, la precisión sólo se habrá mantenido en los ángulos no así en las distancias.

Obtenidas las distancias, fácilmente se calcularon las velocidades; éstas últimas se llevaron a gráficos de velocidades en función del tiempo; la curva así obtenida se alisó gráficamente, la cual es una forma sencilla de filtrado de las observaciones.

Después de realizar esta operación se leyeron las velocidades cada 10 ó 20 minutos.

Se adoptaron como velocidades de flujo, a aquellas que correspondían a direcciones de corrientes que iban hacia Puerto Madryn y de refluo a las que se alejaban del mismo. De esta manera, tomando positivas las primeras y negativas las de refluo; se hicieron los cálculos cuya sencillez no exigen mayores explicaciones.

Para el día 6/12/72, Serie 3, el reducido número de datos no permitió realizar idéntico procedimiento, por lo cual se calcularon los azimutes de los flotadores con velocidades supuestas.

#### **5. RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES, INTERPRETACION**

De acuerdo a los resultados obtenidos, la región del Golfo estudiada, está compuesta de subsistemas de circulaciones los cuales funcionan muy débilmente asociados con el régimen de marea registrado en Puerto Madryn.

La zona comprendida entre el Muelle y Punta Cuevas, parece ser la que responde más rápidamente a la marea; durante la bajante, la corriente posee un rombo NE y en marea reciente SW.

Las velocidades obtenidas son bajas y la disminución es mayor a medida que nos alejamos de la costa.

La zona en la cual se observó la Serie 2 (Muelle de Madryn - Fº Golfo Nuevo), la circulación difiere de la anterior, con una franja bien definida (desde la costa hasta aproximadamente 1 milla de la misma), dentro de la cual la dirección de la corriente es siempre S y SSW; mientras que a 1.5 millas de la costa, se presenta una corriente reversible (SW y SE), la cual después del primer ciclo de la marea, pasa a integrar al sistema de la Serie 1. La constancia de la dirección S en las observaciones realizadas a 1/2 y 1 milla de la costa se atribuye a las características topográficas del fondo y al límite de las aguas, o sea la costa rectilínea.

De la Serie 3, alejada ya de una gran influencia costera, se puede inferir que las corrientes de la zona Sur son del tipo reversibles (N. y S.).

Su independencia respecto a la topografía del fondo es aparente dado que luego del primer ciclo de marea, pasa a integrar la célula Punta Cuevas-Baliza Acantilado.

La Serie 4, no da lugar a dudas de la influencia preponderante de la batimetría y la poca correlación existente entre la corriente y la marea.

La dirección fue siempre NNE-NE, las velocidades más altas se presentaron en esta Serie de observaciones, al igual que en la Serie 2, que no se presentaron inversiones de rumbos, se calcularon los flujos y reflujos, considerando exclusivamente la marea en Puerto Madryn.

En todas las Series las velocidades nunca han llegado al nudo.

Las corrientes residuales calculadas ponen en evidencia la existencia de una muy lenta circulación del orden de 1 cm./seg., sobre ambas bandas del muelle y con dirección hacia la costa.

La Serie 4, también presenta la misma característica a excepción del flotador más alejado de la costa cuya corriente residual dio un valor excesivamente alto del orden de los 7 cm./seg. y con dirección hacia la costa.

Resumiendo puede decirse que las corrientes en el área investigada no actúan en completa concordancia con la marea y existe una fuerte influencia tanto de la topografía submarina como de la configuración costera.

Sobre la influencia del viento poco puede decirse dado que durante las mediciones su acción fue despreciable, pero se estima que su acción puede ser de consideración.

La importancia de estas mediciones es que ha puesto en evidencia que cualquier objeto que se arroje al agua y se mantenga flotando cerca de la superficie, luego del primer ciclo de marea, finalizará su recorrido sobre la costa.

En la Fig. 8 se resume el comportamiento de los flotadores.

## 6. RECOMENDACIONES

Al planificar y proyectar cualquier tipo de descarga en el mar, se requiere un preciso conocimiento de los esquemas de corrientes existentes en el área considerada. Obtener estos datos puede requerir mediciones durante un tiempo suficiente como para asegurar que las variables más importantes involucradas han sido convenientemente cubiertas por las observaciones.

El tiempo necesario dependerá del lugar y de la importancia relativa de los diferentes tipos de corrientes que se presenten.

Sólo la experiencia personal en la medición de corrientes y en el análisis de los registros, puede decidir sobre el programa más conveniente, como así también en las especificaciones del instrumental a utilizar.

En lo referente a descargas submarinas, la trayectoria de las descargas y mezclas es de mayor importancia dado que estos datos indican el destino final de las bacterias individualmente.

Por estos motivos se han utilizado los flotadores ya descritos; para estudios de larga duración y su relación con las condiciones meteorológicas será necesario usar correntógrafos de alta sensibilidad y con un cuidadoso sistema de fondeo, dado que la acción de las olas sobre los correntógrafos aún no se conoce con exactitud.

## 7. REFERENCIAS:

1. Bohnecke, G. (1.955).  
The principles of measuring currents. International Union of Geodesy and Geophysics, Assoc. of Physical Ocean, Scientific Publication N° 14 (1.955), 28 pp.
2. Bowden, K. F. (1.954).  
The direct measurement of subsurface currents in the oceans, Deep Sea Research, Vol. 2 N° 1 (Oct., 1.954). pp. 33-47.
3. Carruthers, J. N. (1.928).  
New drift bottles for the investigation of currents in connection with fishery research. Cons. Per. Int. p. Expl. Mer., J. du Cons. (1.928) 3, N° 2, pp. 194-205.
4. Day, C. G. (1.957).  
Drift bottle studies over the Gulf of Maine and Georges Banks. Woods Hole Oceanographic Institution Report N° 57-1, Jan 1.957. (Unpublished manuscript).
5. Ketchum, B. H. (1.953).  
Circulation in estuaries, Proc. Third Conf. on Coastal Engin., Council on Wave Research (1.953). pp. 65-76.
6. Lanfredi, N. W. (1.970).  
Mediciones Directas de Corrientes Superficiales en Golfo Nuevo. Boletín del Servicio de Hidrografía Naval.
7. Mandelbaum, Hugo (1.955).  
Windgenerated ocean currents at Amrum Bank, Light-Ship, Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 36 N° 1 (Feb., 1.955), pp. 72-86.
8. Pillsbury, G. B. (1.956).  
Tidal hydraulics, Corps of Engineers, Waterways Experiment Station Vicksburg, Miss., Revised Edition (May, 1.956), 247 pp.
9. Putman, J. A. (1.947).  
Bermel, K. J. and Johnson J. W. Suspended-matter sampling and current observations in the vicinity of Hunters Point, San Francisco Bay, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 28, N° 5 (Octubre 1.947), pp. 742-746.
10. Saint-Guily, B. (1.957).  
Les meandres des veines de courant dans les oceans, Bull. Institut Oceanographique, N° 1108 (Dec., 1.957) 11 pp.

11. Shepard, F. P. and Imman, D. L. (1.951).  
Nearshore circulation, Proc. First Conf. on Coastal Engin., Council on Wave Research, Berkeley (1.951), pp. 50-59.
12. Swilow, J. C. (1.95).  
A neutral-buoyancy float for measuring deep currents, Deep Sea Research, Vol. 3, N° 1 (Oct., 1.955), pp. 74-81.
13. U' S. Coast and Geodetic Survey (1.950).  
Manual of current observations, Special Publ. N° 215. Revised (1.950), Washington, D. C., 85 pp.
14. Witting R. (1930).  
Current measurements, direct and indirect, (Part. 1) Rapport, Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer, Vol. 64, Copenhagen (1.930) pp. 8-18.

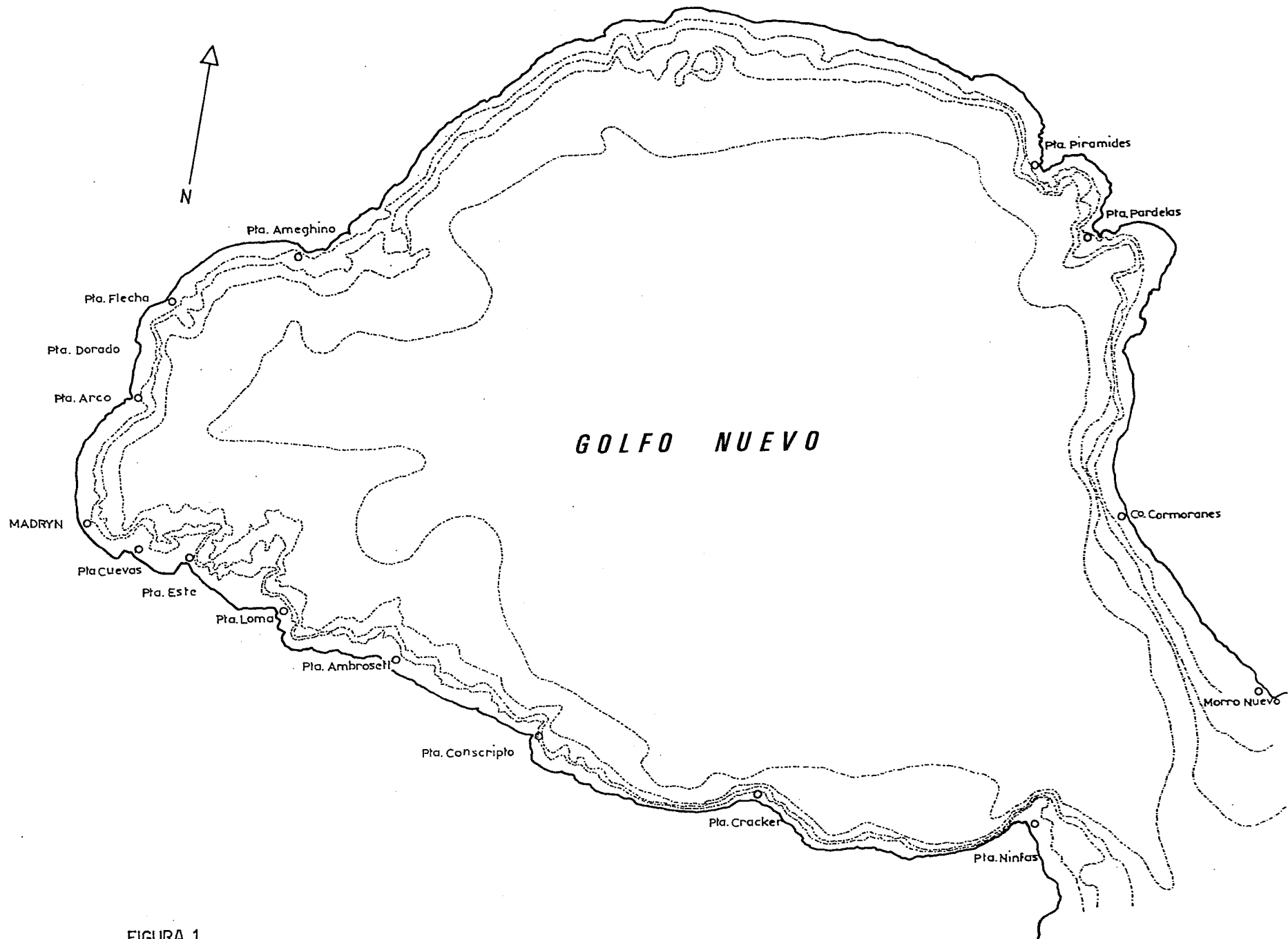


FIGURA 1

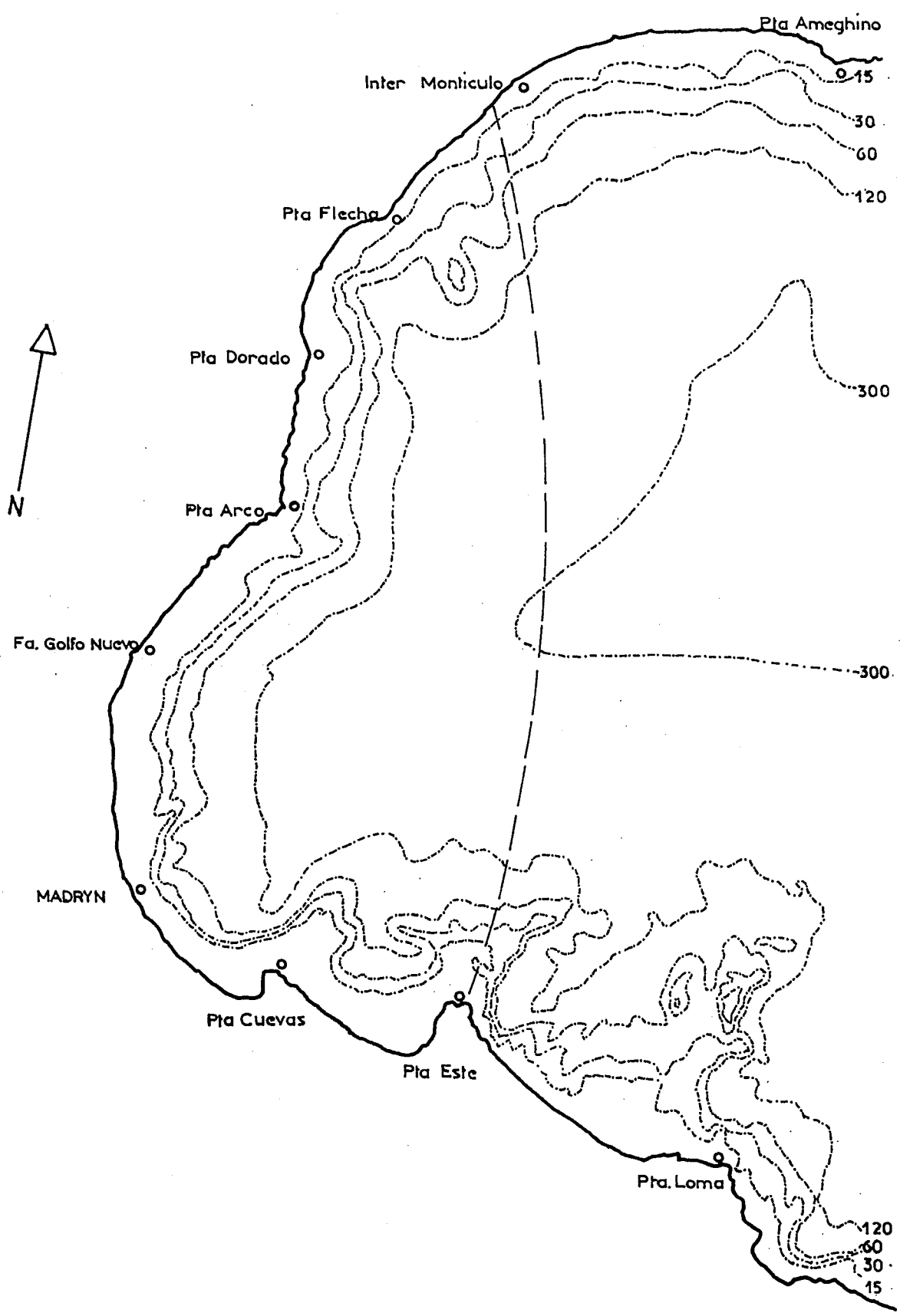
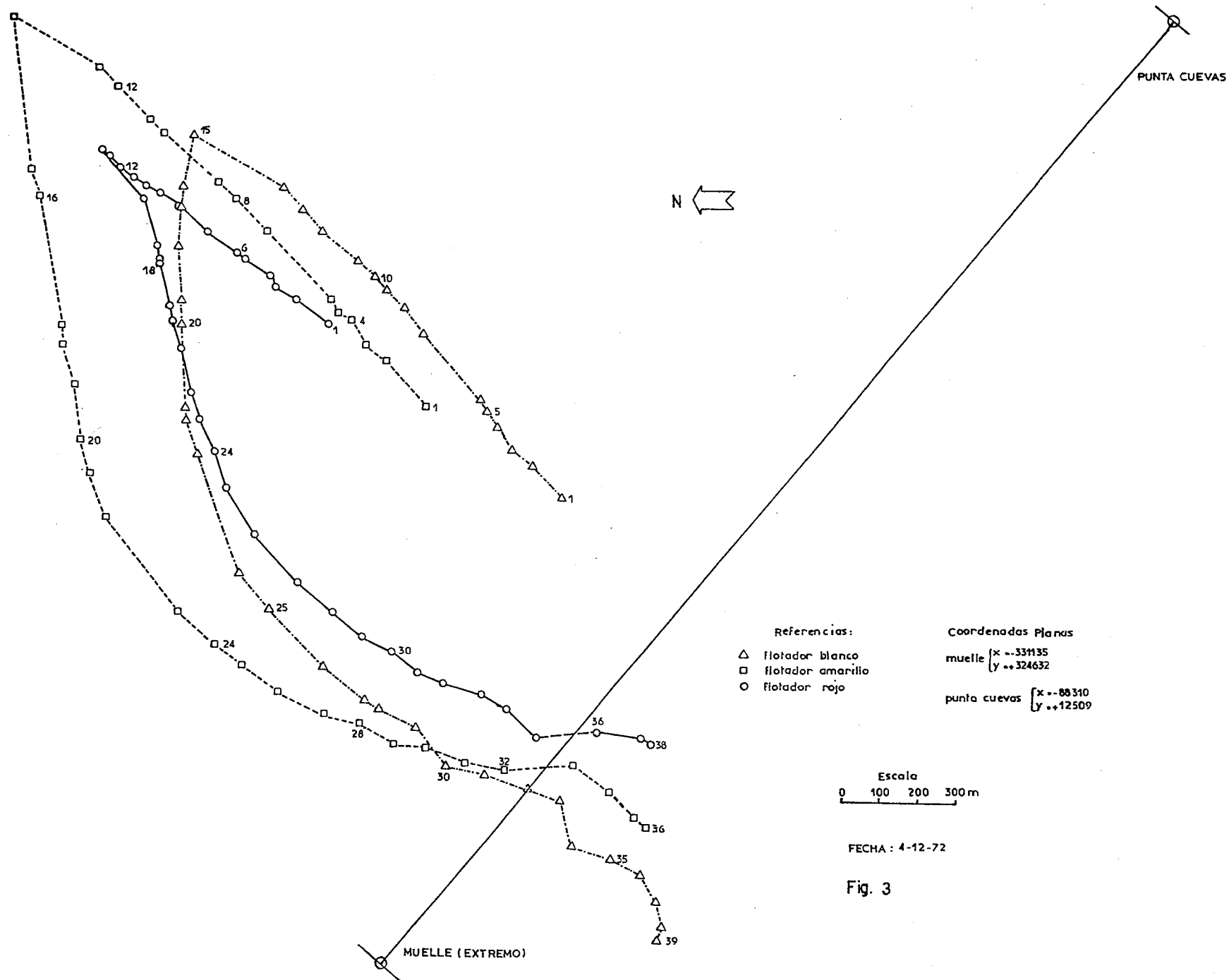


Fig. 2



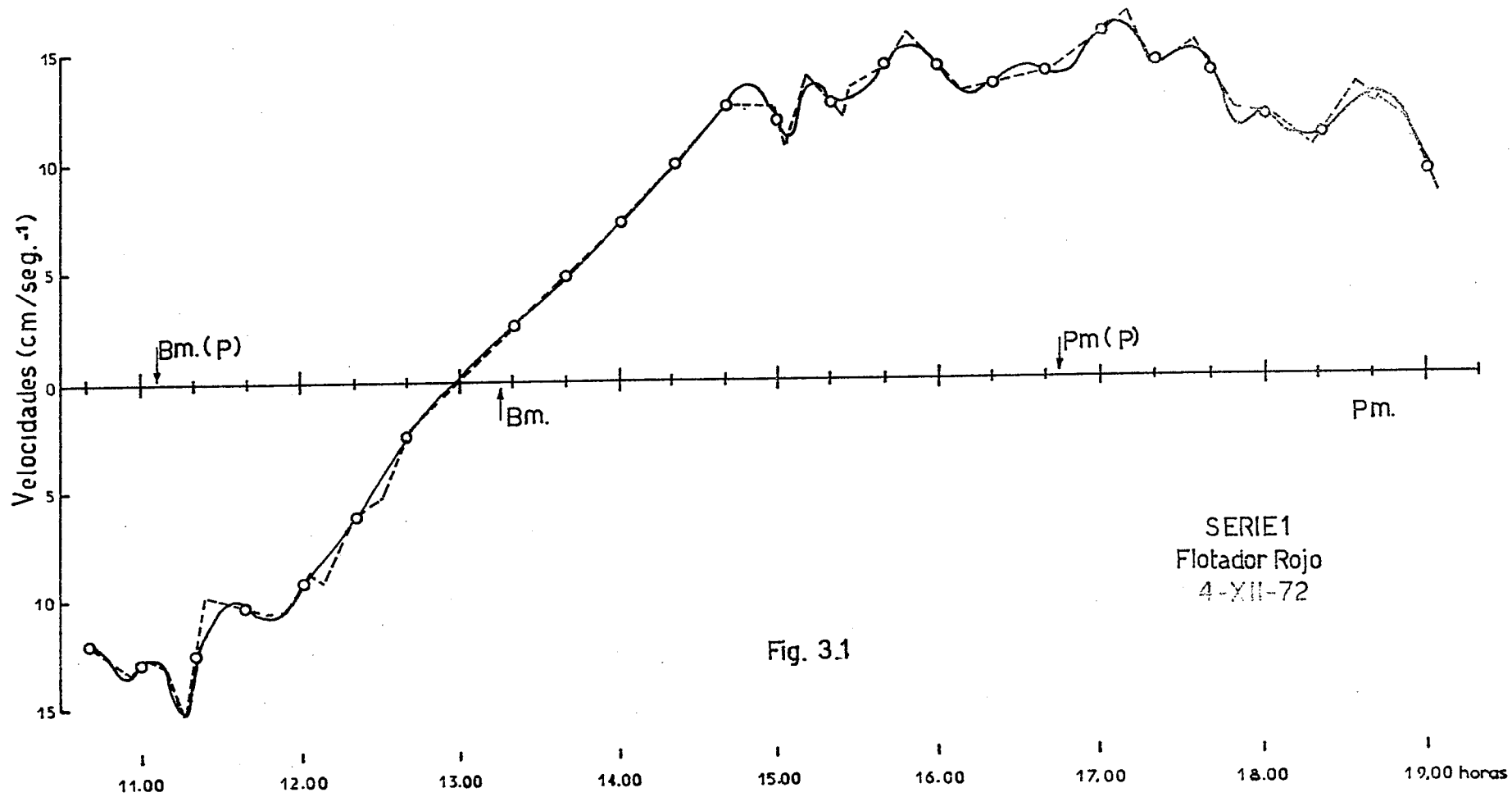
Referencias:  
 △ flotador blanco  
 □ flotador amarillo  
 ○ flotador rojo

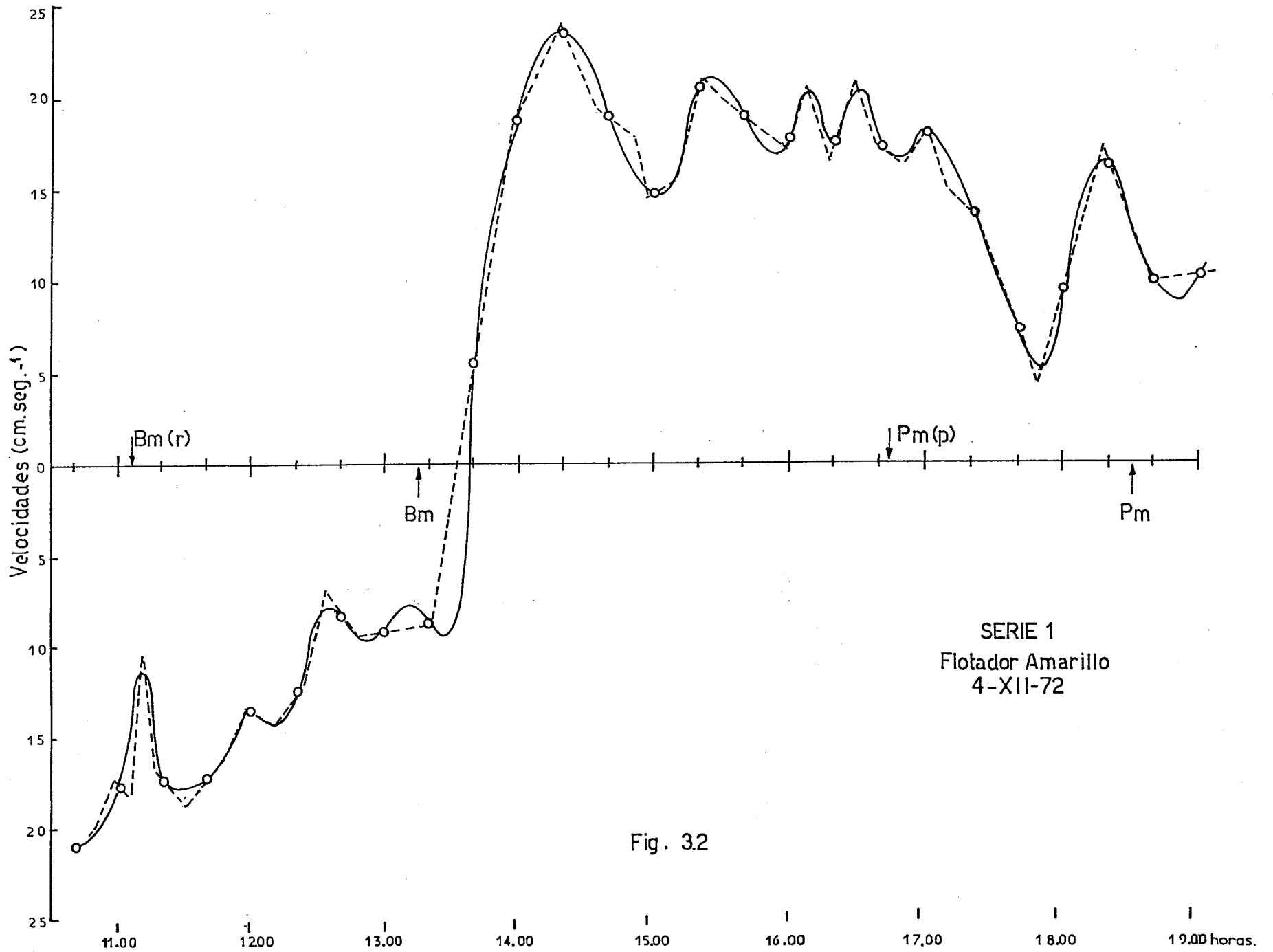
Coordenadas Planas  
 muelle  $\begin{cases} x \text{ --} 33135 \\ y \text{ ++} 324632 \end{cases}$   
 punta cuevas  $\begin{cases} x \text{ --} 88310 \\ y \text{ ++} 12509 \end{cases}$

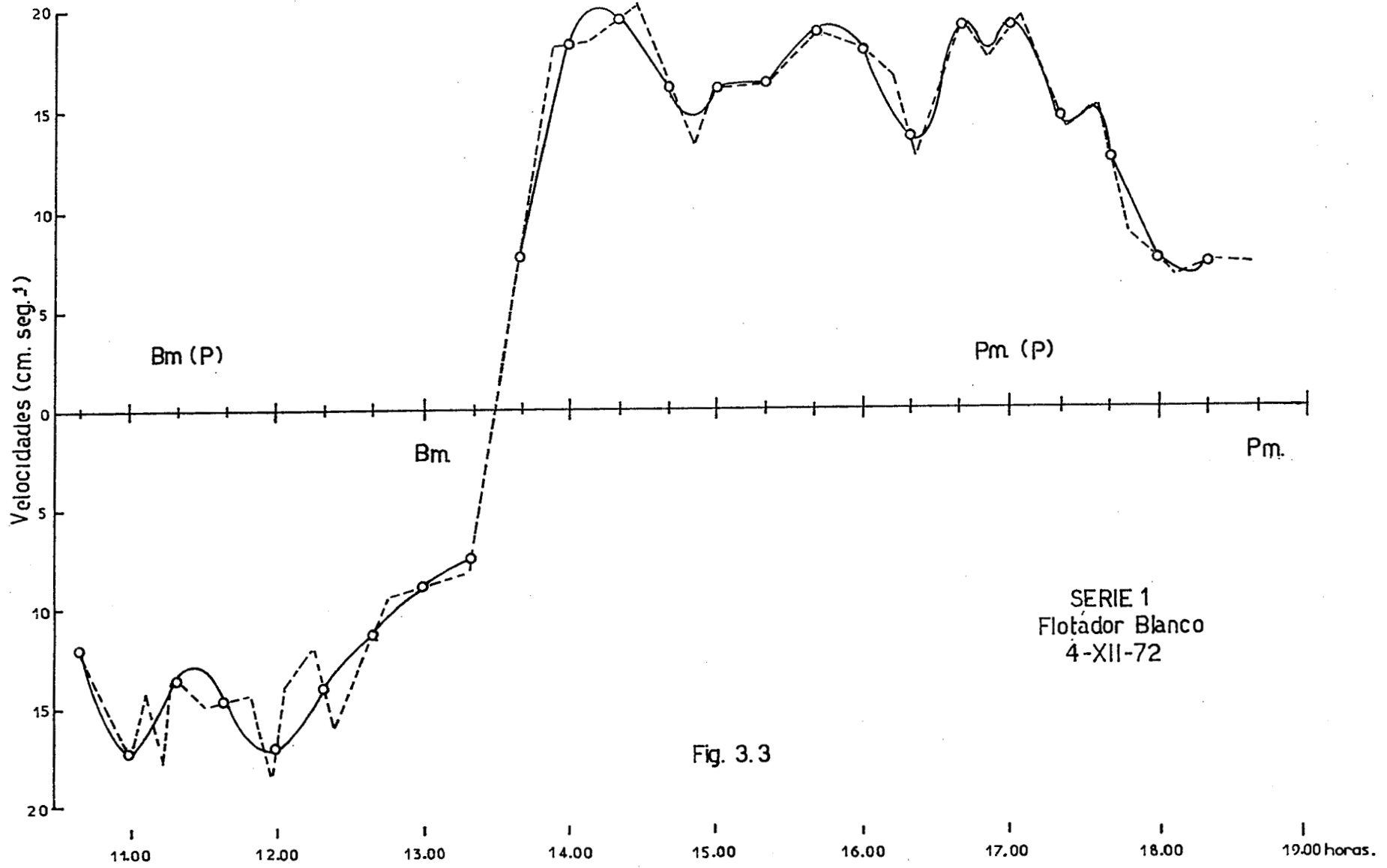
Escala  
 0 100 200 300 m

FECHA : 4-12-72

Fig. 3







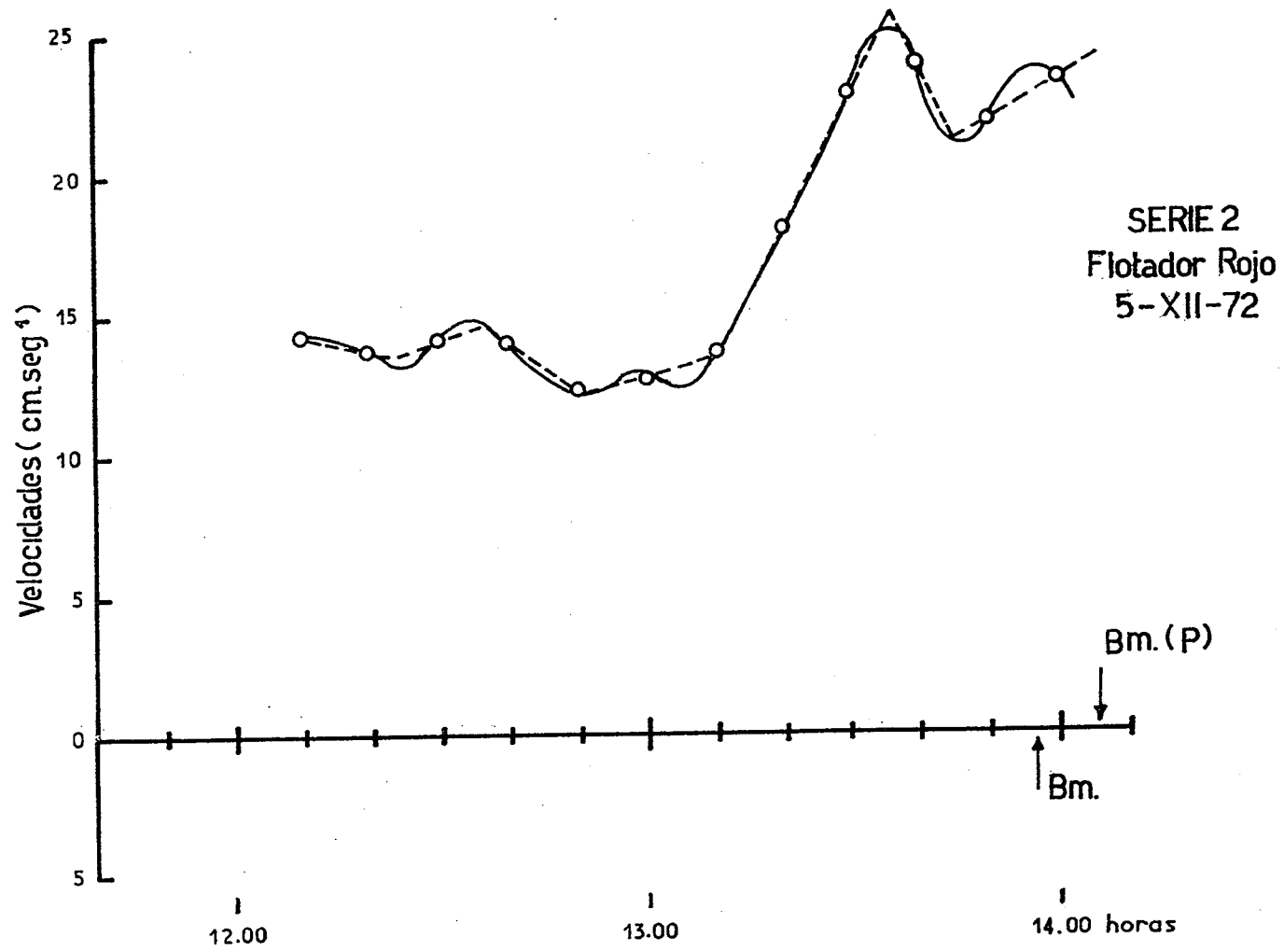


Fig 4.1

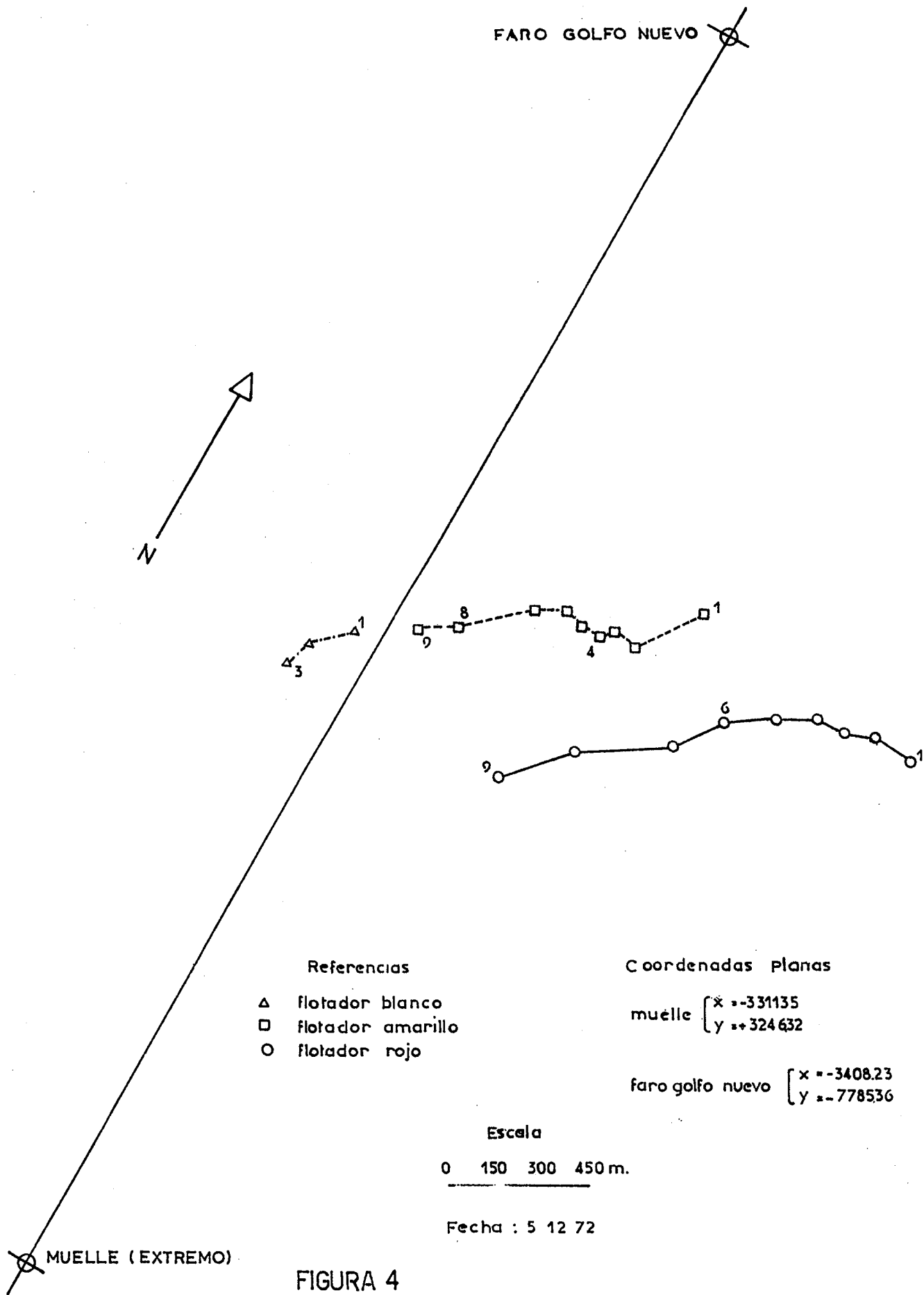


FIGURA 4

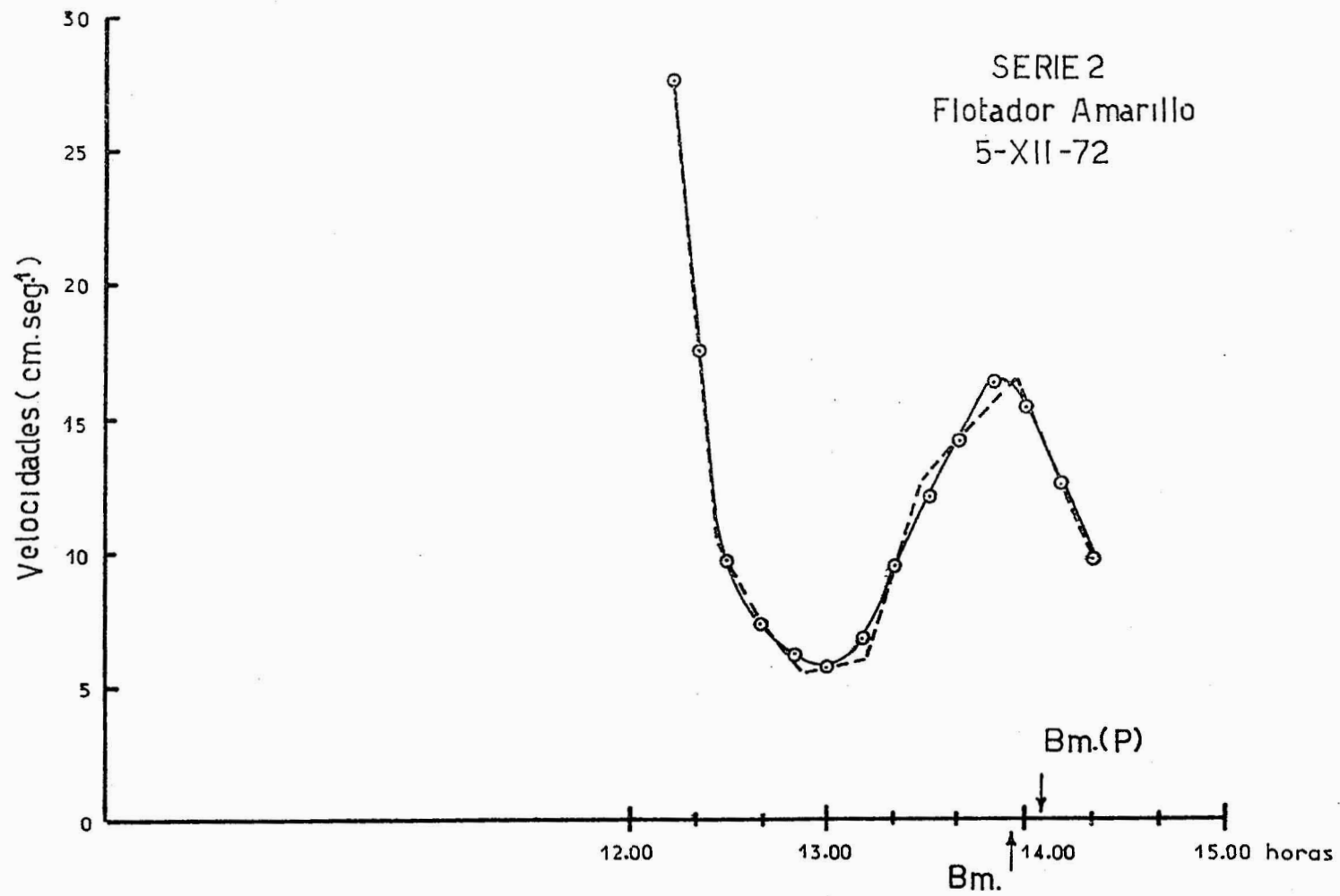


Fig. 4.2

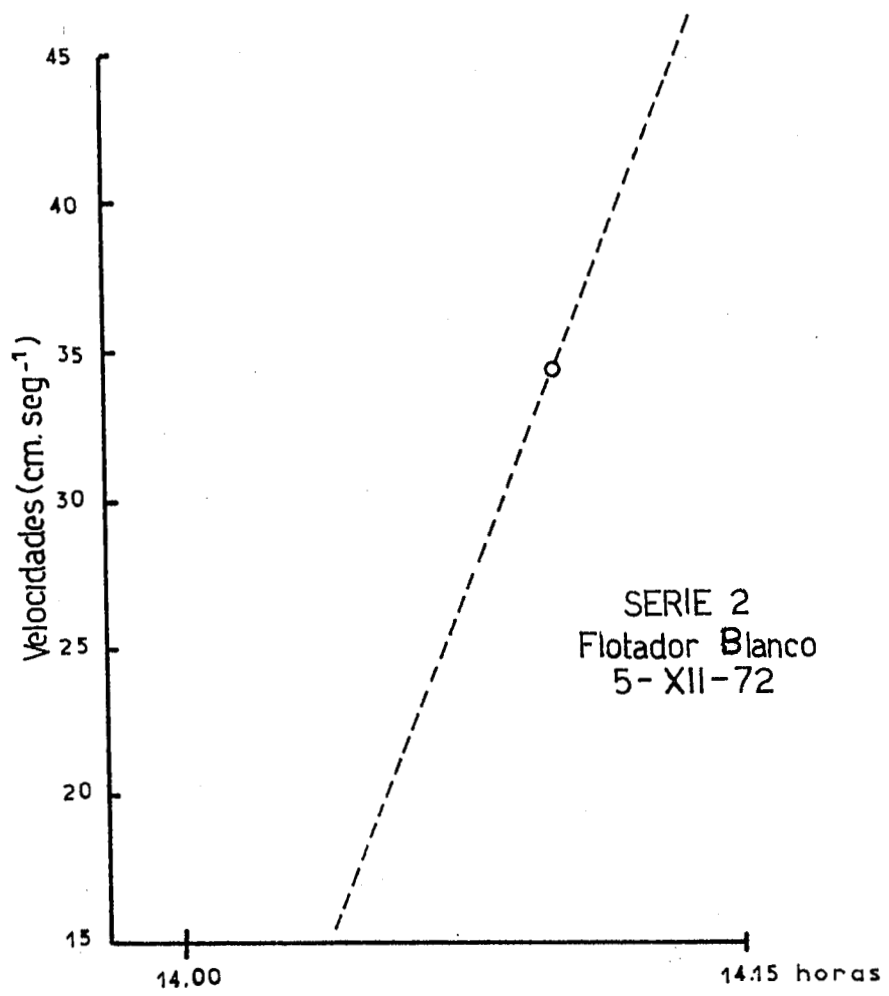


Fig. 4.3

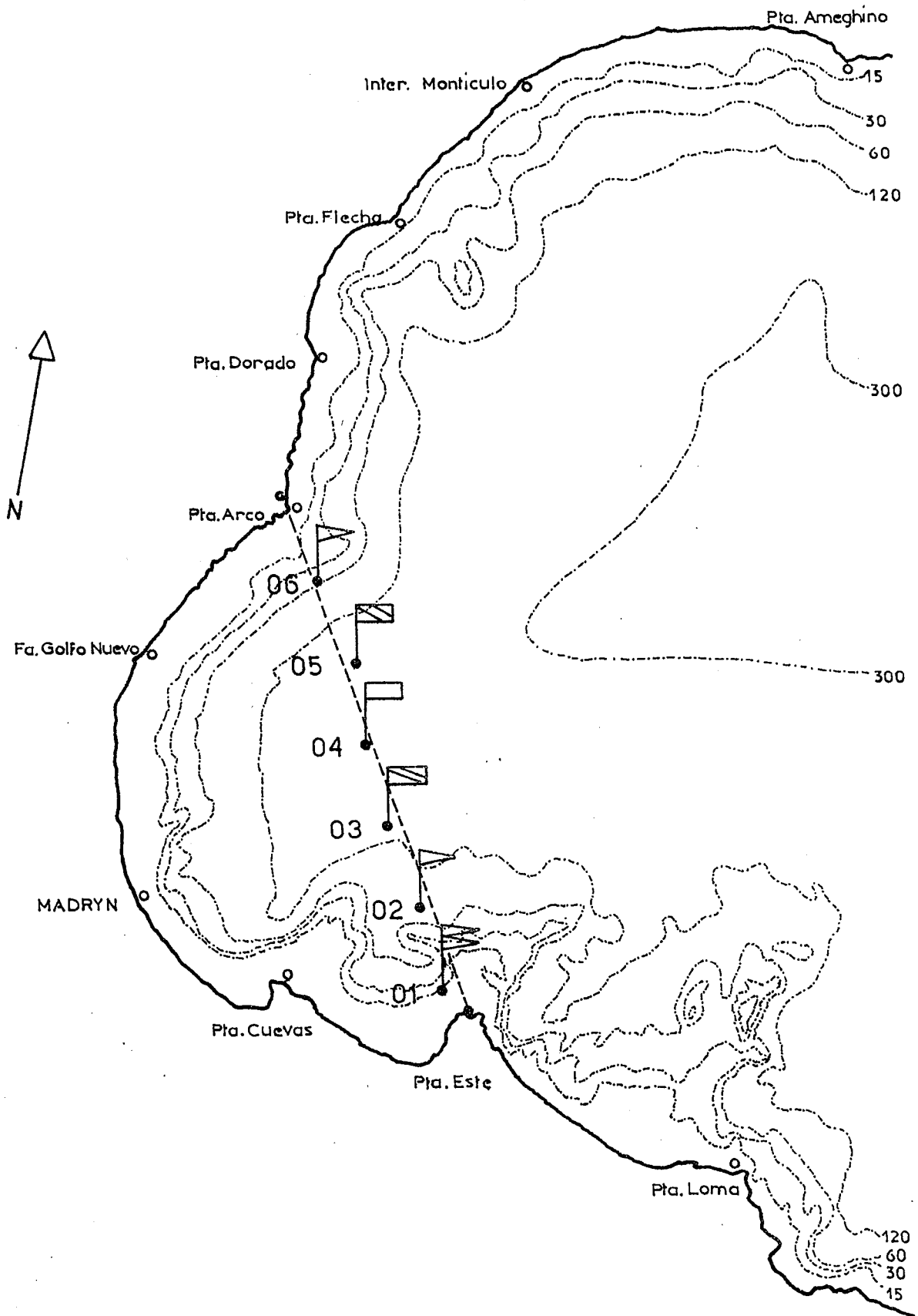


Fig. 5.

# HODOGRAFA

## SERIE 3

Flotador doble bandera

Rojo - Amarillo ( 0.1 )

6-XII-72

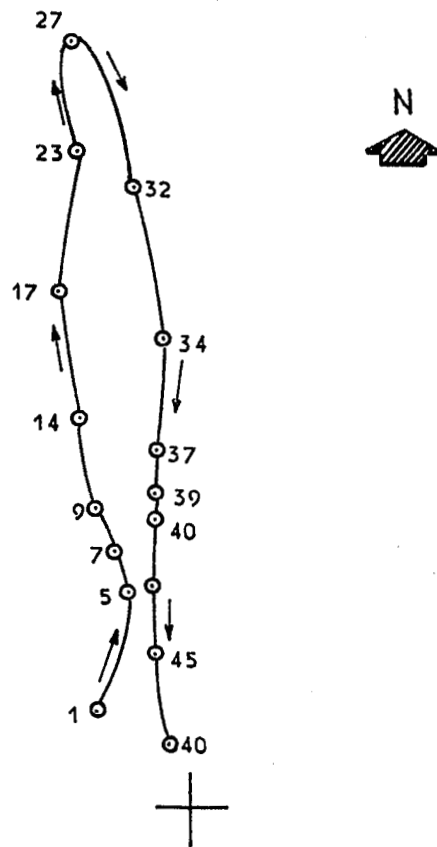


Fig. 5.1

0 5

escala de velocidades  
(cm/seg.)

HODOGRAFA

SERIE 3

Flotador Rojo (0.2)

6-XII-72

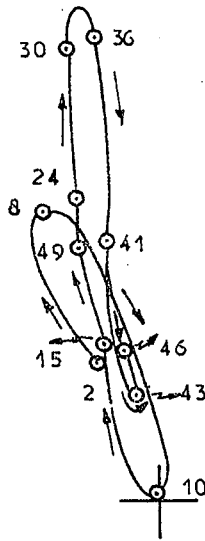


Fig. 5.2



escala de velocidades  
(cm/seg)

HODOGRAFA

SERIE 3

Flotador blanco- franja roja (03)

6-XII-72

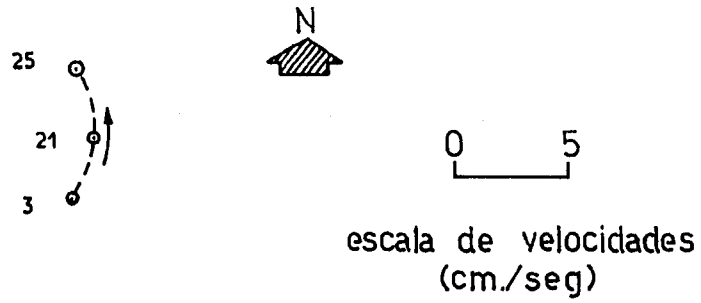


Fig. 5.3

HODOGRAFA

SERIE 3

Flotador blanco (04)

6-XII-72

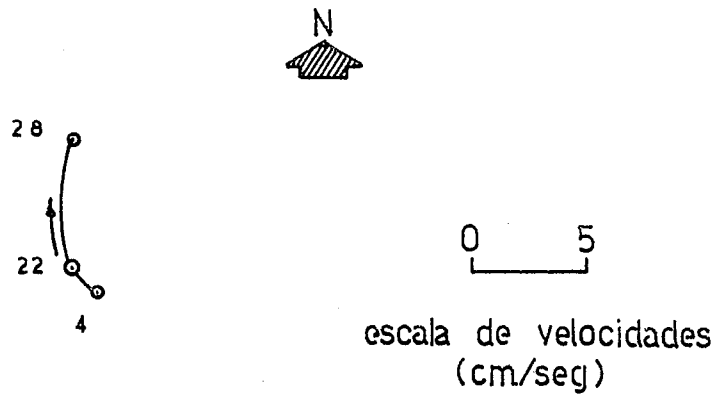
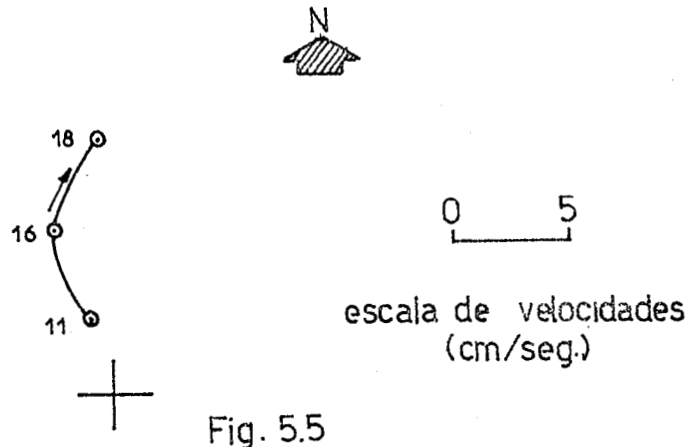
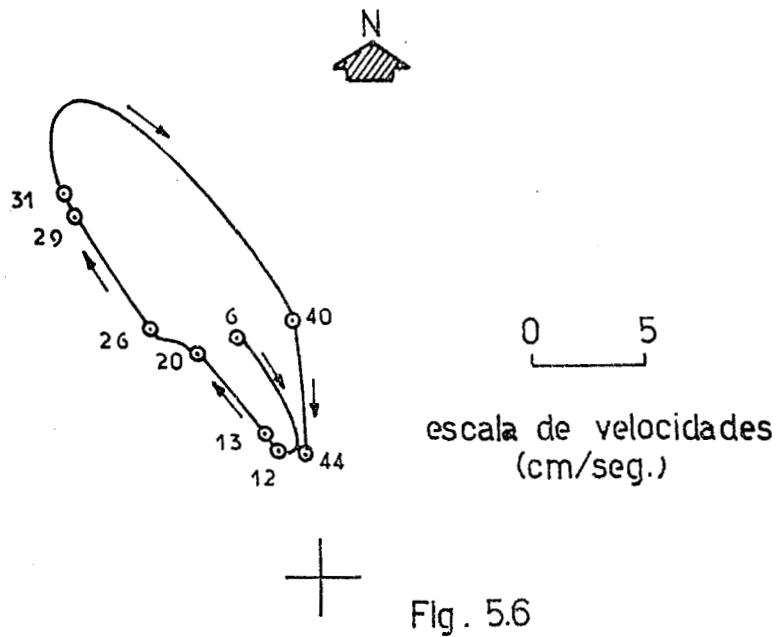


Fig. 5.4

HODOGRAFA  
SERIE 3  
Flotador rojo franja amarilla (05)  
6-XII-72



HODOGRAFA  
SERIE 3  
Flotador amarillo (06)  
6-XII-72



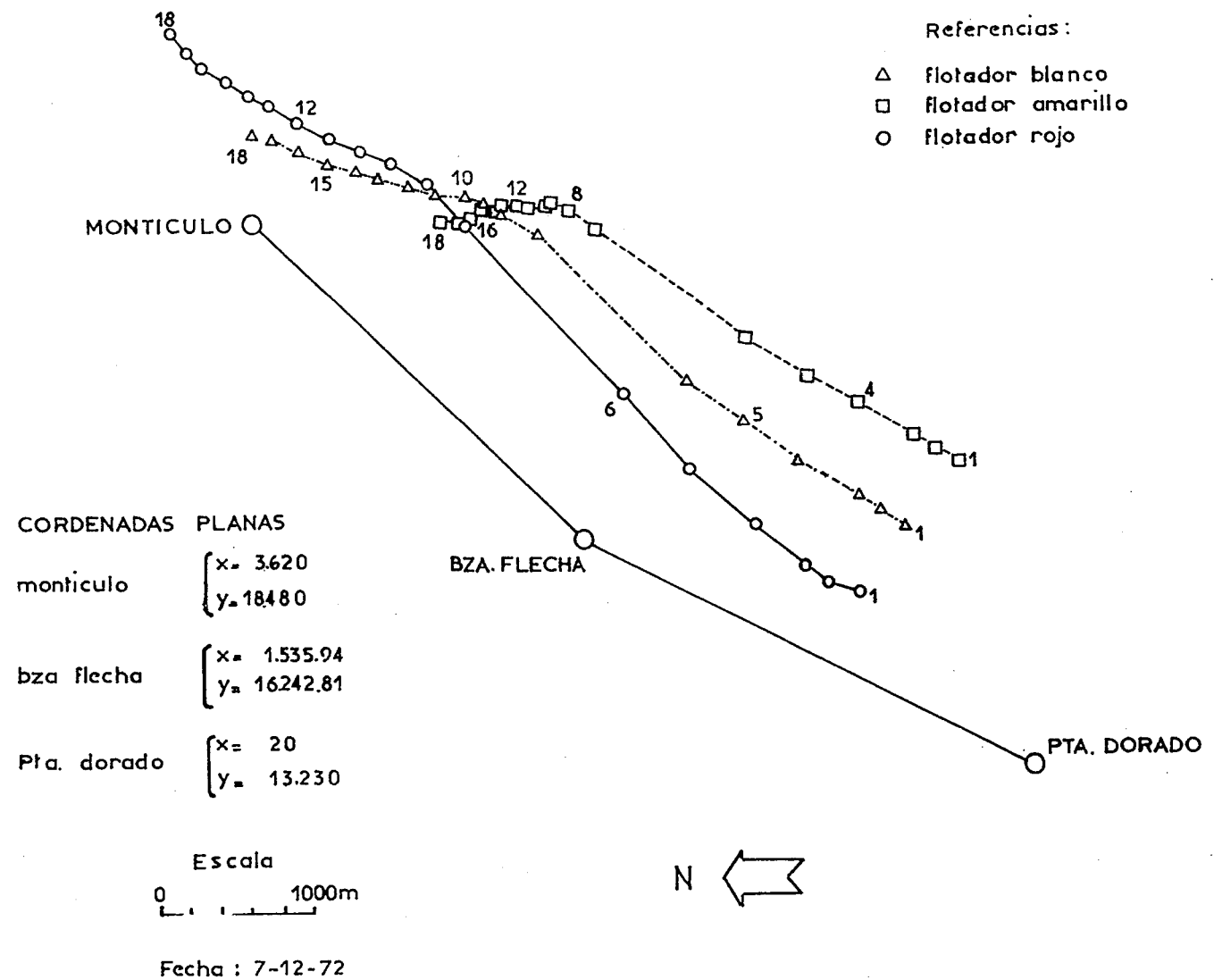
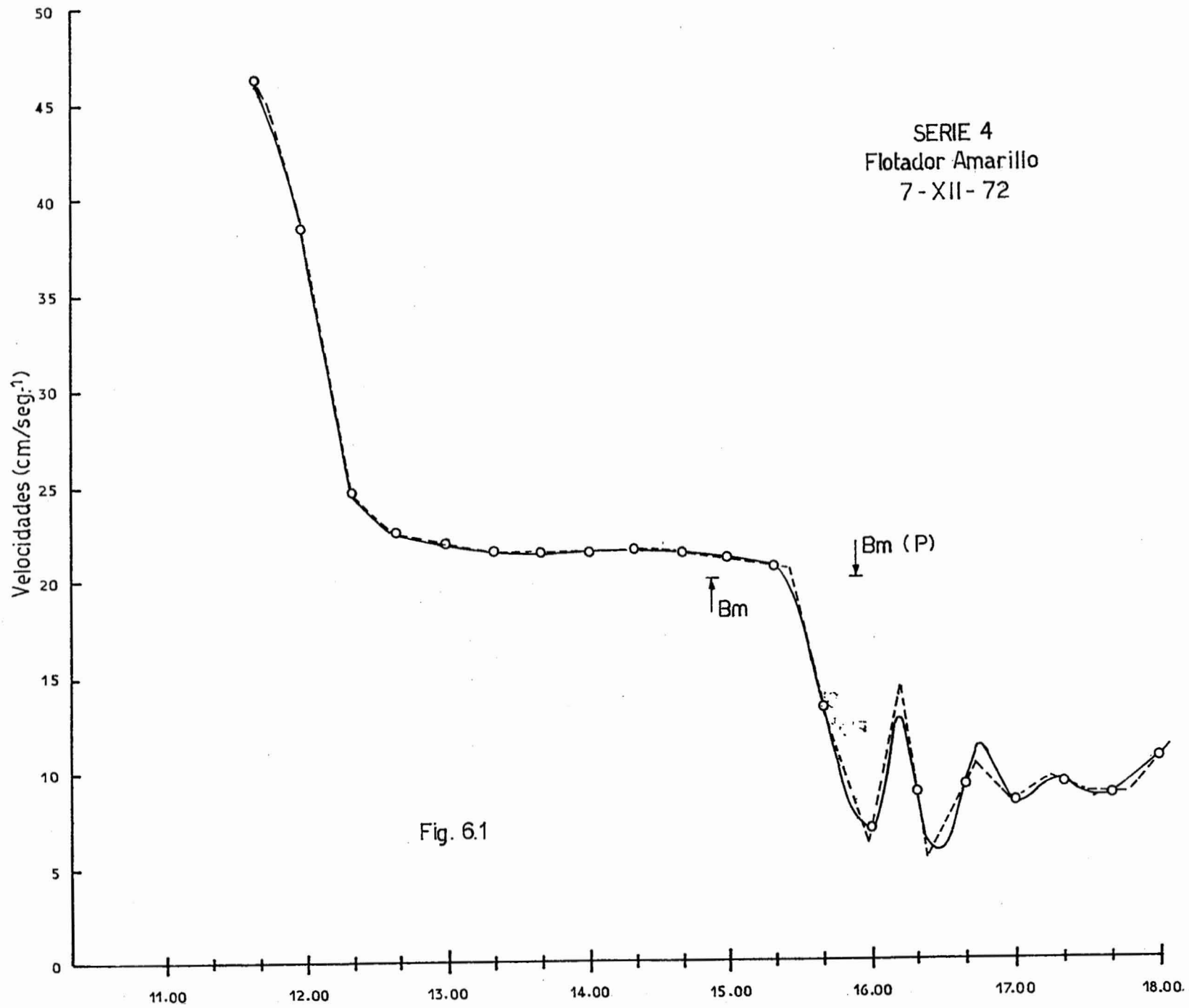
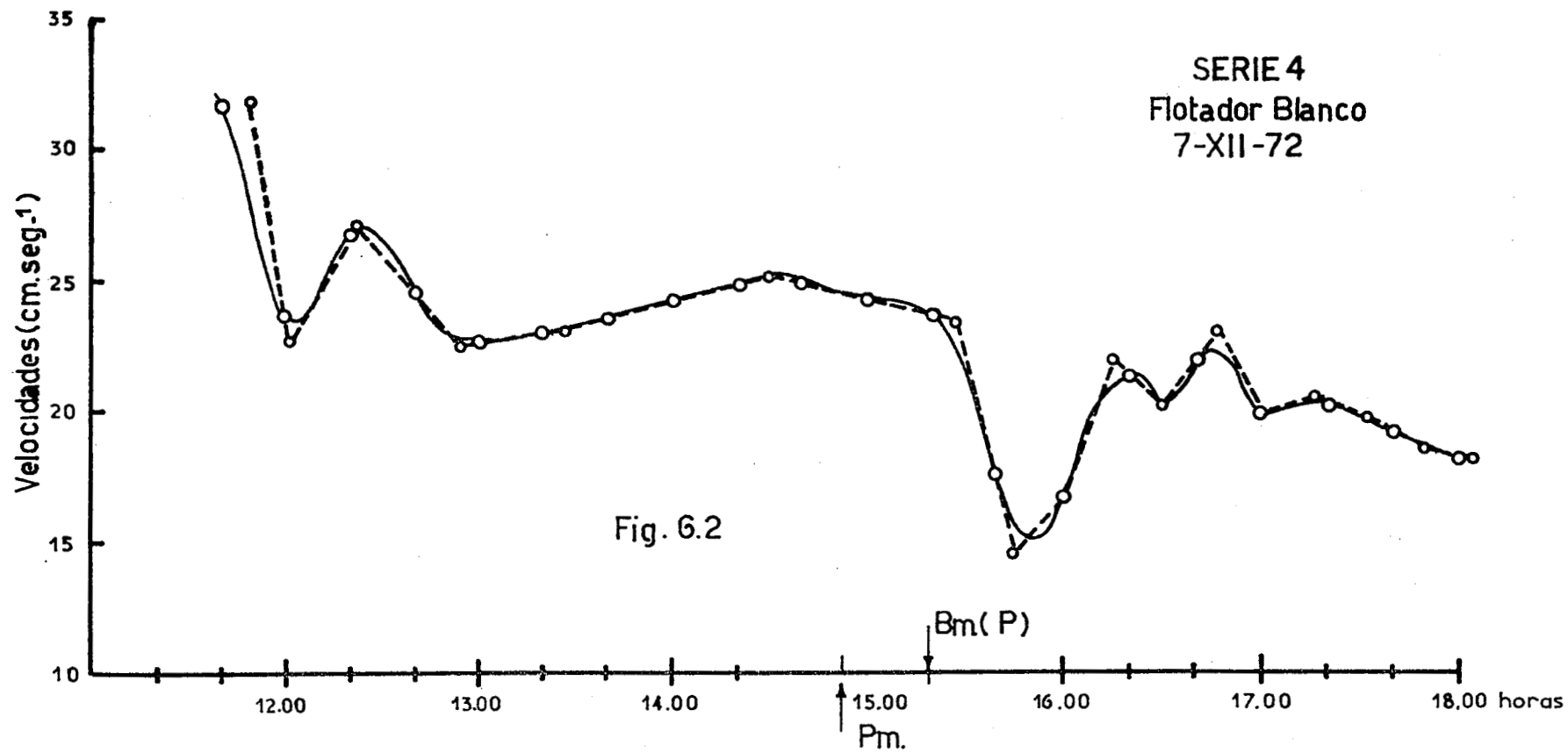
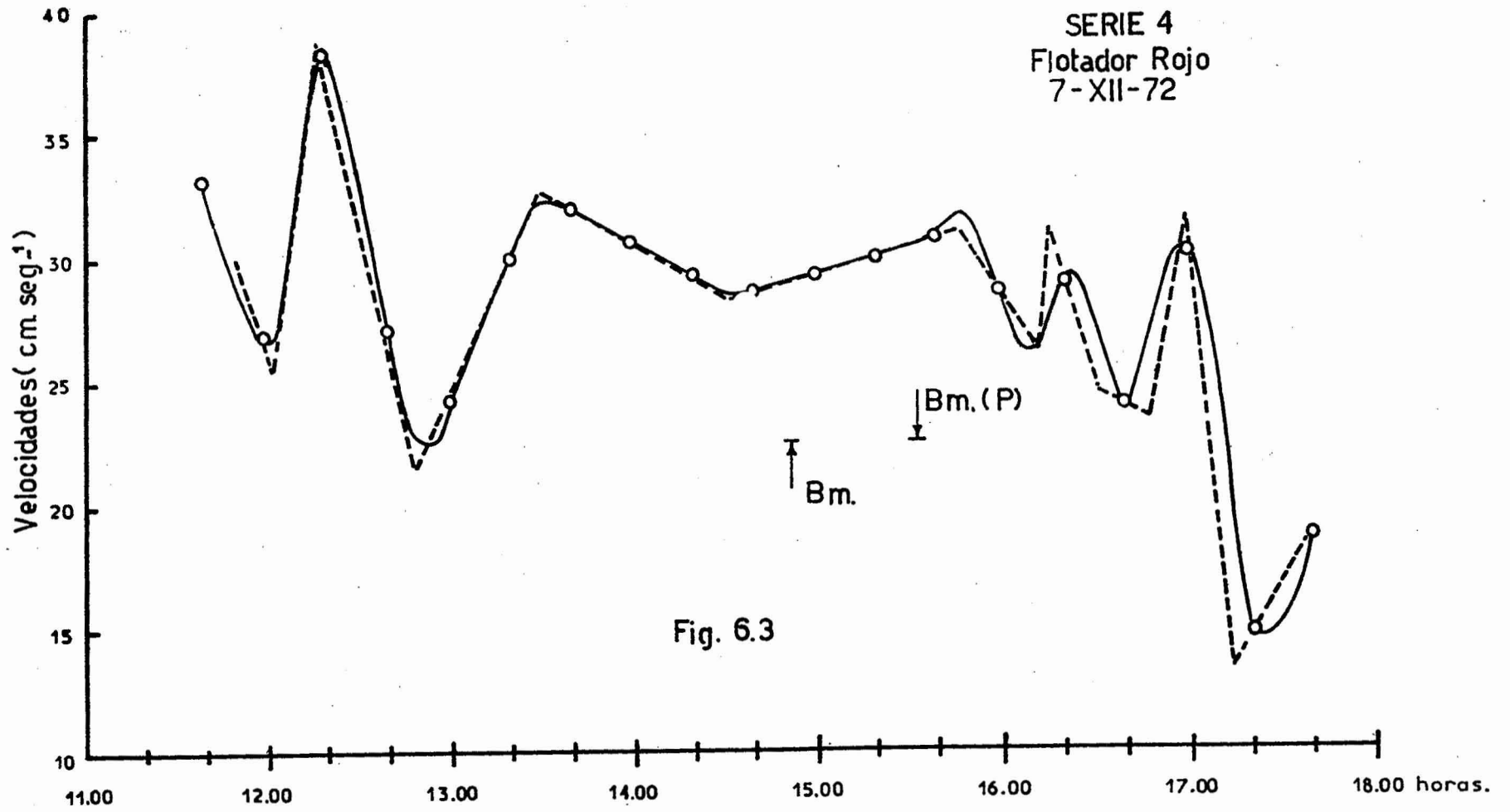


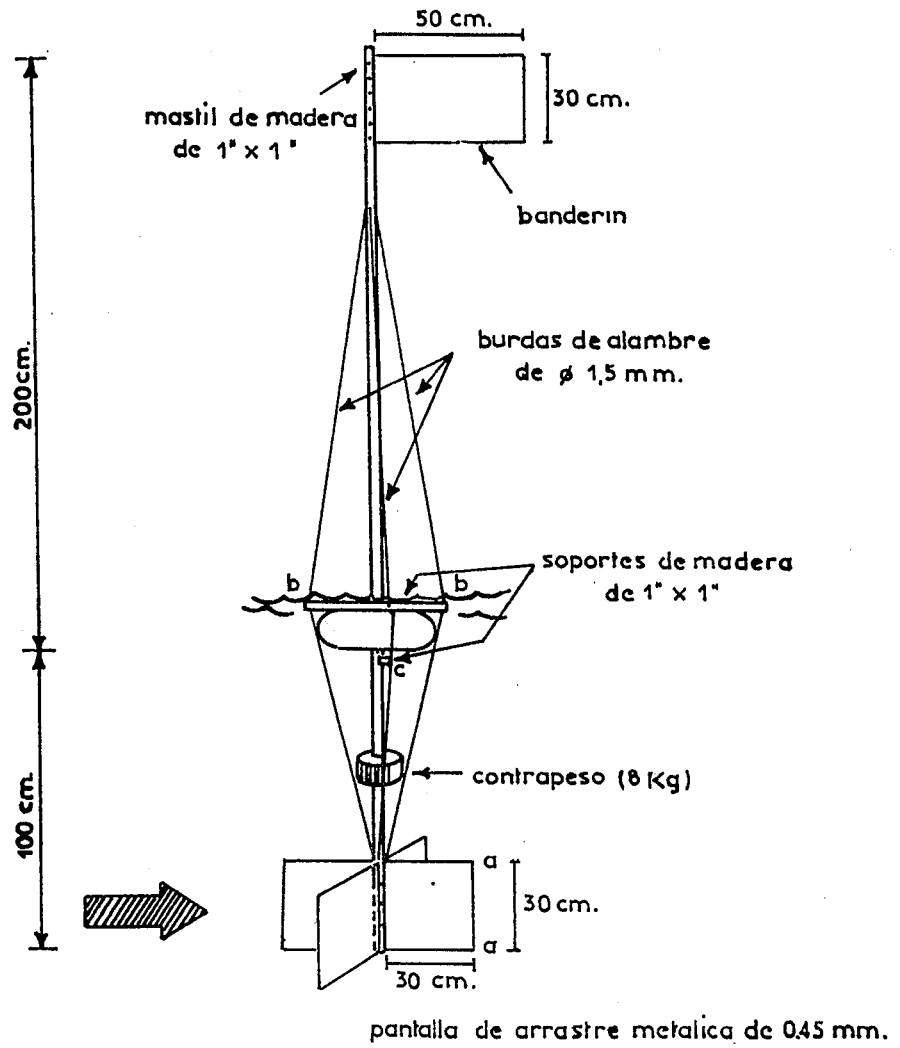
Fig. 6



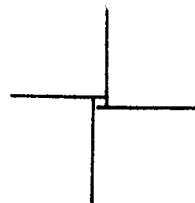




# FLOTADOR

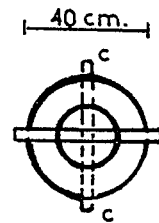


pantalla de arrastre



planta a-a

neumatico de motoneta subsup.



planta b-b

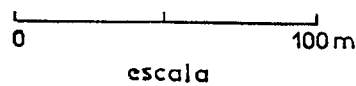


Fig. 7

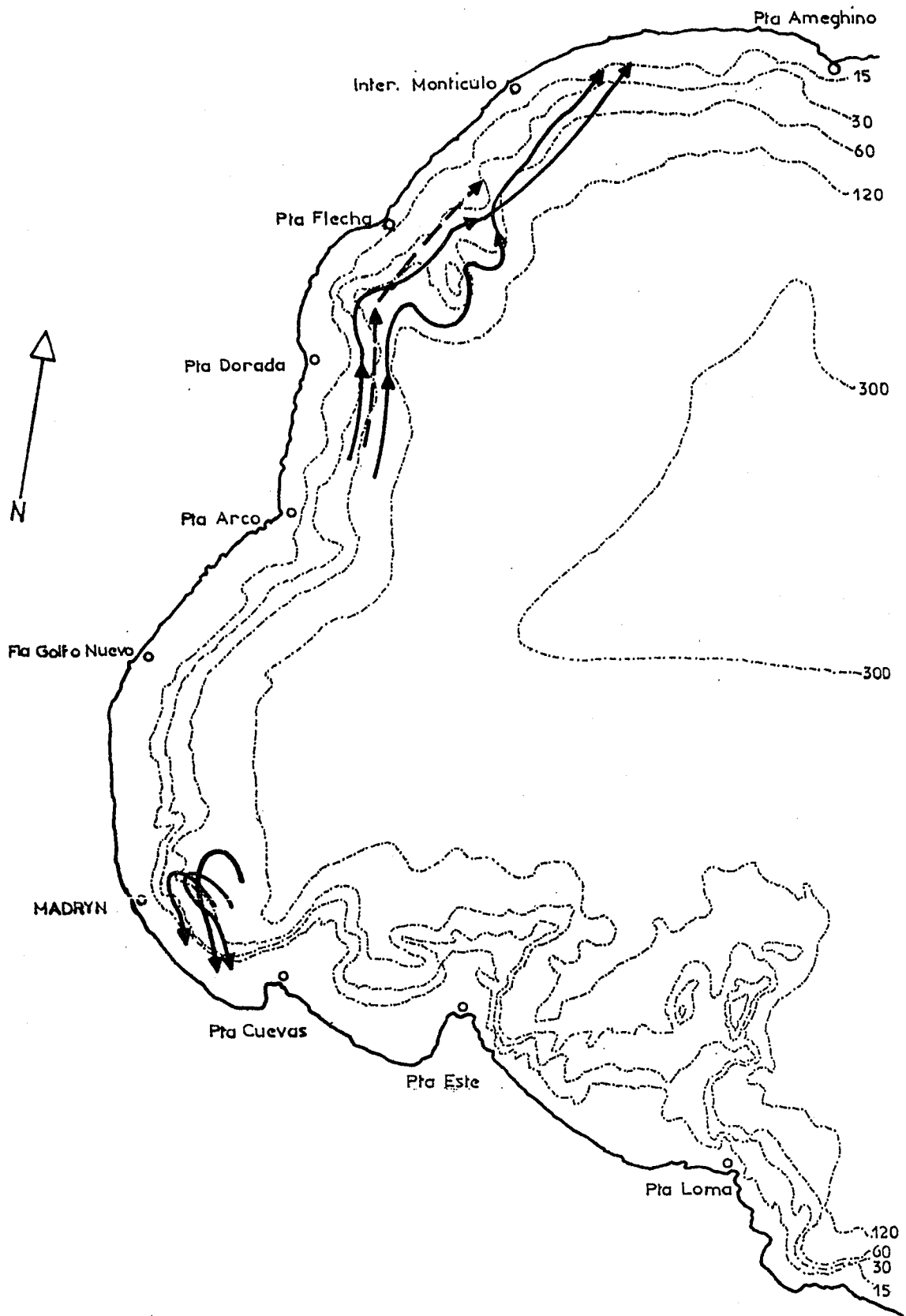


Fig. 8a

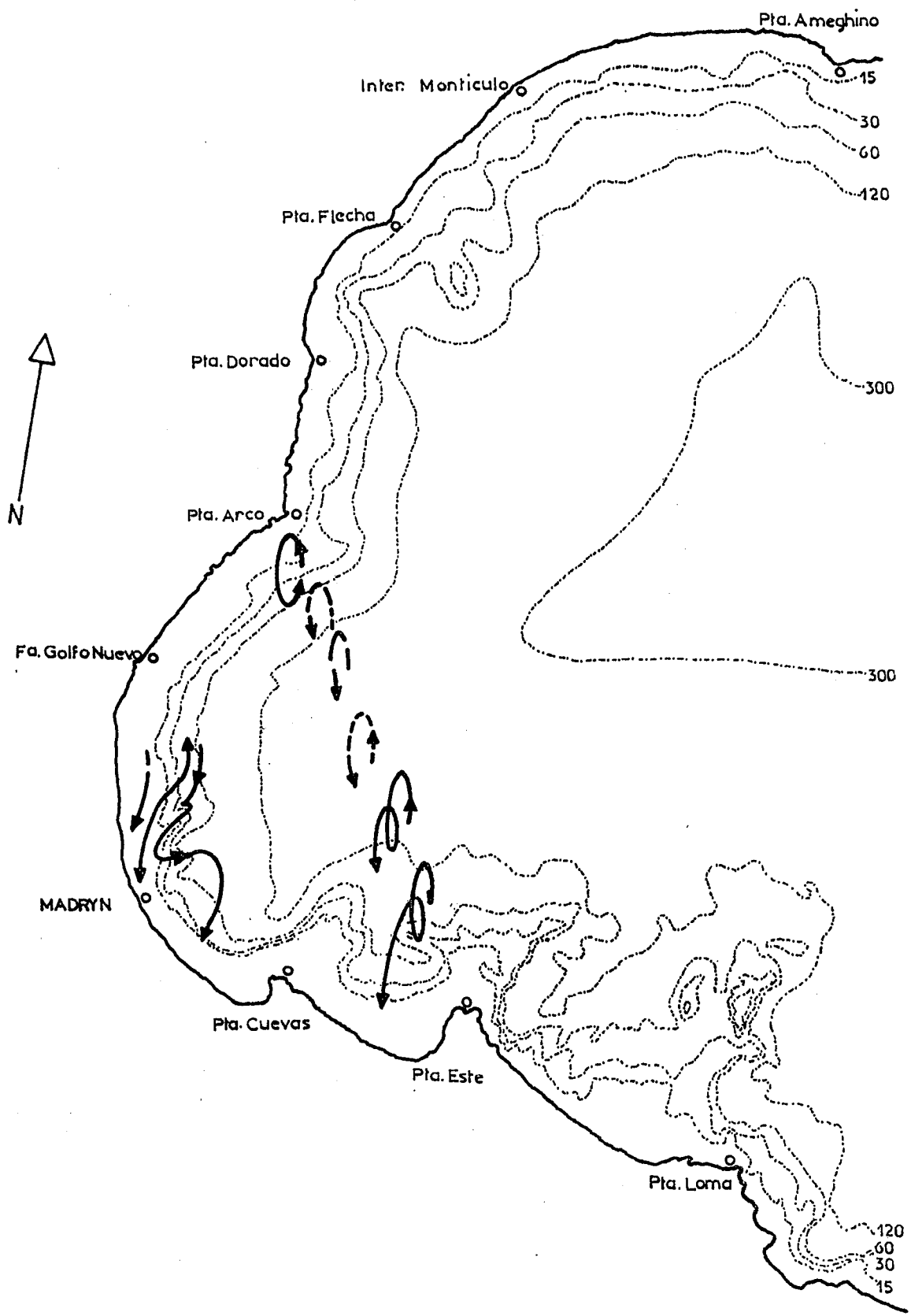


Fig. 8b.