

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

DEPENDENCIA: Escuela Superior de
Ciencias Marinas.

OFICIO No.: 749.

ASUNTO: Comunícasele aceptación.

Ensenada, B. Cfa., Mayo 4 de 1972.

P.O. Francisco Vicente Vidal Lorandi.
P R E S E N T E.

En relación a su solicitud relativa, me es -
grato transcribir a Usted el tema que fúe aprobado por la Comi-
sión de Exámenes Profesionales de esta Institución Docente, --
para que lo desarrolle en su Tesis con objeto de obtener el --
Título Profesional de OCEANOLOGO.


" INVESTIGACION DE LA CIRCULACION COSTERA FREN--
TE A LA JOLLA, CALIFORNIA ".

Habiendo estudiado con detalle el programa -
presentado por Usted, esta Comisión considera bastante intere-
sante el desarrollo del tema de su tesis propuesto.

Así mismo, comunicámosle haber designado co-
mo Director de su Tesis al Ing. Armando García González.

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE BAJA CALIFORNIA LA REALIZACION PLENA DEL HOMBRE ".

El Director de la Escuela
Superior de Ciencias Marinas.


OCEAN. CARLOS R. DE ALBA PEREZ.

C.c.p.- Ing. Armando García González.

C.c.p.- Expediente respectivo.

CRAP/mema.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

INVESTIGACION DE LA CIRCULACION COSTERA

FRENTE A LA JOLLA, CALIFORNIA.

T . E S I S

Que para obtener el Título

de:

OCEANOLOGO

presenta:

FRANCISCO VICENTE VIDAL L.

Ensenada, Baja California.

1972

INDICE

capítulo		página
I	INTRODUCCION -----	1
	Importancia -----	3
	Métodos Directos para medir corrientes. -----	5
	Antecedentes -----	7
	Objetivo -----	10
II	MATERIAL Y METODOS -----	11
	Descripción del Correntómetro	11
	Localización de las estaciones de muestreo. -----	14
	Instalación de los correntó- metros. -----	17
	Procesamiento de Datos. -----	20
III	RESULTADOS -----	22
	Resultados obtenidos por el correntómetro M1 -----	24
	Resultados obtenidos por el correntómetro M2 -----	32
	Datos Meteorológicos -----	42
IV	DISCUSION -----	44
V	CONCLUSIONES -----	52
VI	RESUMEN -----	54
VII	BIBLIOGRAFIA -----	56

INDICE DE FIGURAS

figura No-		página
1	Correntómetro Isaacs-Schick Modelo # 6 -----	12
2	Situación Geográfica de los corren- tómetros -----	15
3	Batimetría del Area -----	16
4	Diagrama de un correntómetro insta- lado. -----	18

INDICE DE TABLAS

tabla No.		página
I	Sumario de Datos obtenidos por el. correntómetro M 1 -----	25
II	Sumario de Datos obtenidos por el correntómetro M 2 -----	34
III	Sumario de los Datos Meteorológicos de Dirección y Magnitud de Vientos para el mes de julio de 1971 -----	43

INDICE DE GRAFICAS

gráfica No.

página

1	-----	26
2	-----	27
3	-----	28
4	-----	29
5	-----	30
6	-----	31
7	-----	35
8	-----	36
9	-----	37
10	-----	38
11	-----	39
12	-----	40
13	-----	41

CAPITULO I

INTRODUCCION

La oceanografía es la ciencia del mar. Abarca a todas las disciplinas análogas a la ciencia que generalmente se encuentran asociadas con la Tierra: física, química, biología y geología. No debemos de ser muy estrictos al considerar cada una de estas disciplinas por separado, ya que es de especial importancia el que se enfatice su interdependencia cuando se estudian problemas prácticos.

La física del océano, más comunmente conocida como la oceanografía física, es la encargada de analizar (1) las características o propiedades físicas del agua de mar, tales como - lo son la temperatura, salinidad,* densidad, propiedades ópticas y propiedades acústicas y (2) los efectos de los procesos de advección y de difusión en la distribución de estas propiedades. La advección produce un cambio concurrente de masa y de otras propiedades por el movimiento directo del agua de mar en la forma de corrientes. Los procesos de difusión producen un cambio de propiedades pero no de masa; estos procesos de --- difusión incluyen la mezcla horizontal y vertical causada ---- por los movimientos turbulentos y el intercambio entre la at---

* Se considera la salinidad, en esta discusión, desde el punto de vista físico.

mósfera y el océano y, entre el océano y el fondo marino. -

Las dificultades que se suscitan al tratar de me-- -
dir la magnitud y dirección de las corrientes costeras, se -
deben principalmente al hecho de que la velocidad de las ma
sas de agua es relativamente pequeña en comparación con --
las perturbaciones del medio ambiente. La magnitud de las -
corrientes de deriva varían en un rango mucho muy amplio. En
las capas superficiales, el movimiento causado por la acción
del viento o por las diferencias horizontales en presión, pue-
de alcanzar un máximo de hasta unos cuantos metros por se--
gundo. Las magnitudes de las corrientes de origen tidal no -
son bien conocidas; pero sin embargo parecen que se increment
tan al aproximarse a las costas, hasta alcanzar valores máxi-
mos de diez centímetros por segundo.

Existen otros efectos, que sumados a los anteriormen-
te expuestos, incrementan la incertidumbre cuando se trata de
medir la magnitud y dirección de las corrientes. Por ejemplo,
la interferencia de organismos vivos, o la variabilidad e inco-
herencia de los movimientos de las masas de agua pueden afect
tar los cálculos de movimiento promediados durante períodos de
tiempo. Cuando se tratan de determinar los flujos promedio, el
observador tendrá que tomar en consideración que las masas de

agua oceánicas se mueven de diversas maneras cuasi-periódicas, con frecuencias que varían desde un rango de agitación molecular hasta aquellas relacionadas con los cambios en los regímenes climatológicos de todo el planeta.

IMPORTANCIA.

El conocimiento de los movimientos de las masas de agua oceánicas cerca de la costa es de inmensa importancia para poder comprender en detalle la circulación oceánica, la ecología de los organismos, el intercambio calórico y energético entre la atmósfera, el océano y los sedimentos, la deposición y transporte de los sedimentos, la refracción del sonido y las condiciones ingenieriles, instrumentación, el efecto de las aguas negras y aguas industriales sobre el medio ambiente marino y, la reacción de este bajo el efecto de los contaminantes.

Muchas de las diferencias ambientales que se reflejan en los organismos que viven en los océanos son el resultado de la circulación oceánica en grande escala; por ejemplo las diferencias en temperatura a diferentes profundidades dentro de una región, se deben en gran parte a los diferentes orígenes del agua en los diversos niveles. Cada masa de agua que se mueve por debajo de la superficie, sin importar que tan lejos se encuen

tre de su lugar de origen tiende a retener su propia temperatura, salinidad, contenido de sales nutrientes y, otras propiedades. Asimismo, las temperaturas y salinidades de las masas de agua superficiales en una región, no solamente están en función de los agentes locales externos, sino también de la naturaleza del agua acarreada hacia la región y a la superficie por las corrientes. Las líneas de igual temperatura y salinidad tenderán a ser paralelas a la trayectoria de las partículas de agua en movimiento. Por lo tanto habrá continuidad de propiedades en la dirección de la corriente y un gradiente a través de esta. La cantidad de turbulencia entre los diferentes niveles de la masa de agua, proveniente de las corrientes de marea y locales, también es significativa en la distribución de temperatura y otras propiedades.

La importancia particular en los problemas, tal como lo es la descarga de aguas negras en los océanos son las regiones en donde las corrientes convergen. En las aguas costeras, las cuales poseen un sistema complejo de corrientes de un espectro muy amplio de direcciones y magnitudes, se suscitan los fenómenos de convergencia y divergencia. Su importancia en la distribución de los contaminantes se basa en el hecho de que el DDT y sus metabolitos se han dispersado en el océano y se encuentran en altas concentraciones en los depredadores de las cadenas alimenticias oceánicas. Desafortunadamente la información detalla-

da del fenómeno es mucho muy escasa.

Cuando las aguas negras se descargan bajo la superficie oceánica, estas tienden a subir dada su baja densidad. En su trayectoria ascensional, estas aguas negras se mezclan con el agua de mar y son esparcidas sobre áreas mucho muy extensas. La profundidad a la cual estas aguas cesan de subir y la cantidad de dilución depende de los siguientes factores: la profundidad a la cual se realiza la descarga, la diferencia de densidades entre el agua que está siendo descargada y el agua de mar, la estratificación por densidad de las masas de agua oceánicas y la velocidad de la corriente.

Los animales planctónicos poseen poca potencia para desplazarse al través de las masas de agua oceánicas y, por consiguiente son transportados considerablemente por las corrientes. En esto radica la importancia de rastrear las masas de agua en movimiento, ricas en planctón, para poder deducir hacia donde están llendo estos organismos y, consecuentemente contribuir hacia un mejor conocimiento de su ecología.

METODOS DIRECTOS PARA MEDIR CORRIENTES.

Para poder efectuar observaciones directas de las corrientes, se utilizan una gran variedad de mecanismos. Sin embargo, en todos los casos se puede atacar el problema de dos maneras. La primera consiste en medir la velocidad de la corriente cuando

ésta pasa al través de una localidad geográfica fija, en función del tiempo y la profundidad. A esta técnica se le denomina Método Euleriano. La segunda manera consiste en rastrear un objeto o sustancia susceptible a ser rastreada, cuando ésta se --desplaza por el espacio. Este tipo de observaciones reciben el nombre de Método Lagrangiano.

La técnica Euleriana requiere de instrumentos que nos proporcionen un registro continuo en lo que respecta a la magnitud y dirección de la corriente, en función del tiempo. Debido a los grandes avances logrados por la ingeniería oceánica, particularmente en la rama de instrumentación, nos encontramos ahora en la posibilidad de realizar observaciones directas del --flujo de las masas de agua, usando correntómetros cuya exactitud y sensibilidad resulta ser bastante aceptable para los fines que persigue la investigación científica. Una revisión de los --diferentes instrumentos diseñados para medir corrientes ha sido elaborado en detalle por G. Böhnecke (1955), Thorade (1943), --Sverdrup, et. al., (1942) y Johnson y Wiegell (1959).

ANTECEDENTES:

En el Hemisferio Norte la corriente de California fluye con dirección Norte-Sur, paralela a la costa Oeste de Norte América hasta el paralelo 25 N; en donde su dirección se torna Sur-Este para incorporarse a la corriente Nor-Ecuatorial del Pacífico. De los estudios oceanográficos elaborados por Reid et al. (1958)., se ha podido deducir que la corriente de California abarca una área de 160.9 kms. de amplitud a partir de - 8.045 o 16.09 kms. de la costa. Sin embargo, no existe información detallada de la circulación de las masas de agua en la zona adyacente a la costa. Atendiendo a las necesidades de carácter local, las corrientes cercanas a la costa se han estudiado en diversas localidades, pero los resultados no pueden hacerse extensivos a otras regiones costeras.

Las observaciones de carácter físico-oceanográfico en el área costera frente a La Jolla, California., se han limitado principalmente a las observaciones rutinarias de temperatura tomadas desde el muelle de la Institución Scripps de Oceanografía.

Arthur (1960) estudió las variaciones en temperatura frente a La Jolla y concluyó que las variaciones en el ciclo diurno son el resultado de olas internas. Las variaciones estacionales las atribuyó al resultado de los movimientos de advección (surgen--cias) al igual que al calentamiento y enfriamiento local de las -

aguas.

Las primeras observaciones directas de las corrientes en el área adyacente a las aguas oceánicas frente a La Jolla, California., fueron realizadas por Rawn (1952) frente a las costas de Carlsbad y Oceanside. Siguiendo las trayectorias de flotadores durante los meses de Diciembre del año de 1951 y Marzo de 1952, Rawn concluyó que las corrientes costeras flúan con dirección de Sur a Norte. Sin embargo, durante el mes de Julio de 1952 las masas de agua costeras flúan con dirección Norte-Sur.

En el año de 1960, Gaul y Harris publicaron su estudio titulado "Nearshore Ocean Currents off San Diego, California", en el cuál llegan a la conclusión que la dirección de las corrientes costeras en esa área es principalmente hacia el Sur, pero que sin embargo existe una gran componente tidal. Dicha componente origina que las corrientes superficiales alcancen velocidades de hasta varias décimas de nudo, que mueven a las masas de agua en el sentido de las manecillas del reloj, hacia el Norte durante la alta marea y hacia el Sur cuando suceda la bajamar.

Marshall (no publicado) realizó observaciones directas de la circulación costera al Norte de La Jolla, California., instalando correntómetros a 50 m. y 133.33 metros de profundidad. Las

mediciones de corrientes se llevaron a cabo durante varias épocas del año de 1962: 29-30 de Marzo, 22 de Mayo al 2 de Junio, 4-9 de Octubre, 3-6 de Noviembre y del 1o. al 2 de Diciembre. Sus observaciones tienden a confirmar la dirección Sur-Norte del flujo de las masas de agua cercanas a la costa. Corroborando así las observaciones realizadas por Rawn (1952).

En las investigaciones enfocadas a estudiar la sedimentación y el transporte de masa de sedimentos en el cañón submarino de Scripps, Chamberlain (1964) y Dill (1964) realizaron mediciones directas de corrientes utilizando correntómetros. Las conclusiones a las que llegaron no se pueden hacer extensivas a la circulación de las aguas costeras superficiales dadas las características topográficas del cañón.

Los estudios más recientes y descriptivos de la circulación de las aguas costeras frente a La Jolla, California., utilizando flotadores, son los realizados por Barnett y Hirota (no publicado). Las observaciones se llevaron a cabo durante los meses de Abril y Mayo de 1970. Durante los días 4 y 5 de Abril de 1970 la corriente fluía con una dirección Norte-Sur. Sin embargo durante el período de observación del 6 al 9 de Mayo de 1970, las masas de agua fluían con dirección Sur-Norte.

De la discusión efectuada en párrafos anteriores podemos concluir que los trabajos analizados no significan una aportación importante al tratar de investigar la magnitud y dirección de las co-

corrientes frente a La Jolla, California.

OBJETIVO.

En este trabajo se trata de investigar la dirección y magnitud del flujo de las masas de agua oceánicas frente a La Jolla, California.

Dado que hasta la fecha no se han hecho estudios de este tipo en las aguas costeras de esta zona, además de que la información existente a este respecto, en la costa Sur-Occidental de California es sumamente escasa.

La raquítica información existente nos insinúa que el flujo de las masas de agua costeras (las cuales se denominan así por estar tan solo alejadas 8.045 kilómetros de la costa), tiene una dirección Sur-Norte lo cual contrasta notablemente con la dirección Norte-Sur de la Corriente de California.

CAPITULO II

MATERIAL Y METODOS

De los métodos directos conocidos para la medición de la magnitud y dirección de las corrientes oceánicas descritos en el capítulo anterior, se escogió para la realización de este -- trabajo el Método Euleriano, ya que este ofrece una mayor exactitud y una relativa facilidad con relación a otros métodos para la obtención de los datos de campo.

Los avances logrados por la Ingeniería Oceánica en lo concerniente al diseño y construcción de instrumentos capaces de -- medir in situ la dirección y magnitud de las masas de agua en movimiento, han brindado al Oceanólogo la oportunidad de adentrarse en el conocimiento descriptivo y dinámico de los océanos.

DESCRIPCION DEL CORRENTOMETRO.

La presente investigación se realizó mediante el uso de -- dos correntómetros Isaacs-Shick, los cuales fueron diseñados para medir la magnitud y dirección de las corrientes oceánicas. -- Estos aparatos nos permiten realizar mediciones directas hasta 8,000 metros de profundidad (4,200 brazas) registrando velocidades desde 0.5 cm./seg., hasta 100 cm./seg y con una exactitud en las medi--

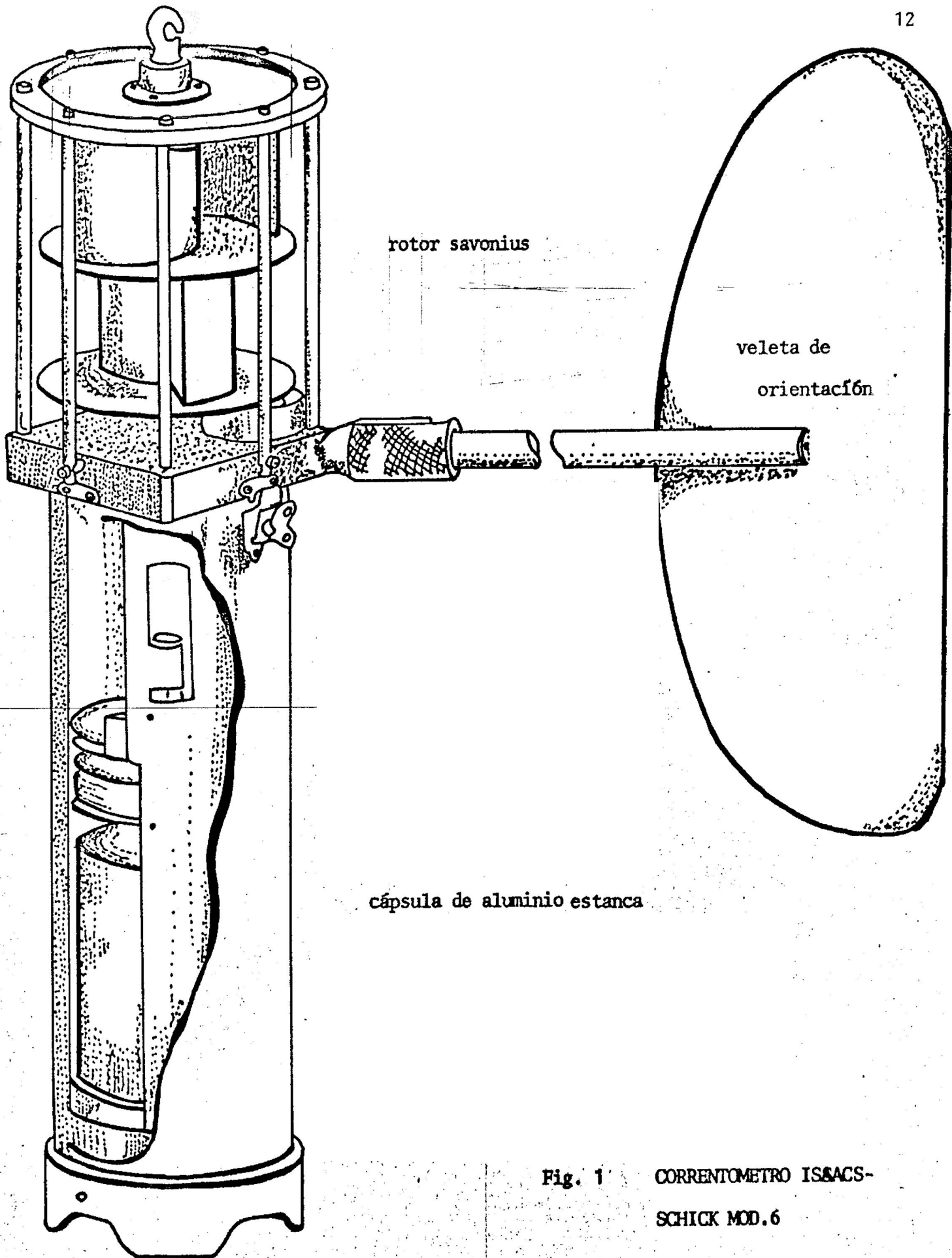


Fig. 1 CORRENTOMETRO ISSACS-SCHICK MOD.6

ciones de dirección dentro del rango $\pm 5^\circ$ por un período de 720 horas de registro continuo. El correntómetro Isaacs-Schik está constituido por una graficadora Rustrak modelo 146, un circuito electrónico, baterías y compás; todos estos constituyentes se encuentran instalados dentro de una caja estanca de aluminio modelo 7075 T6, de forma cilíndrica y cuyas dimensiones son de 15.2580 cms. de diámetro en la base, x 1.2710 cms. de espesor de la pared lateral.

Montada sobre la tapa superior de la caja estanca, se encuentra localizada una fuente de luz y un rotor savonius. La tapa superior de la caja protectora del rotor savonius sirve como plataforma para un destorcedor de fricción mínima, el cuál a la vez de destorcedor funciona como gancho de ensamble. La base inferior de la caja estanca se localiza un segundo destorcedor-gancho de ensamble. Una veleta de plástico adaptada a la tapa superior de la caja estanca orienta al instrumento hacia la corriente que prevalece.

El rotor savonius gira a una velocidad proporcional a la de la corriente. Esta velocidad angular es captada por un rayo lumínico, reflejado de una área de la superficie inferior del rotor savonius, el cuál a su vez es detectado por una foto-celda una vez por cada revolución. La salida de la foto-celda es aplicada a un gatillo Schmitt y después a un contador binario de siete unidades. Un interruptor selecciona una de las ocho posiciones que corresponden a dos, cuatro, ocho, dieciséis, treinta y dos, sesenta y cuatro,

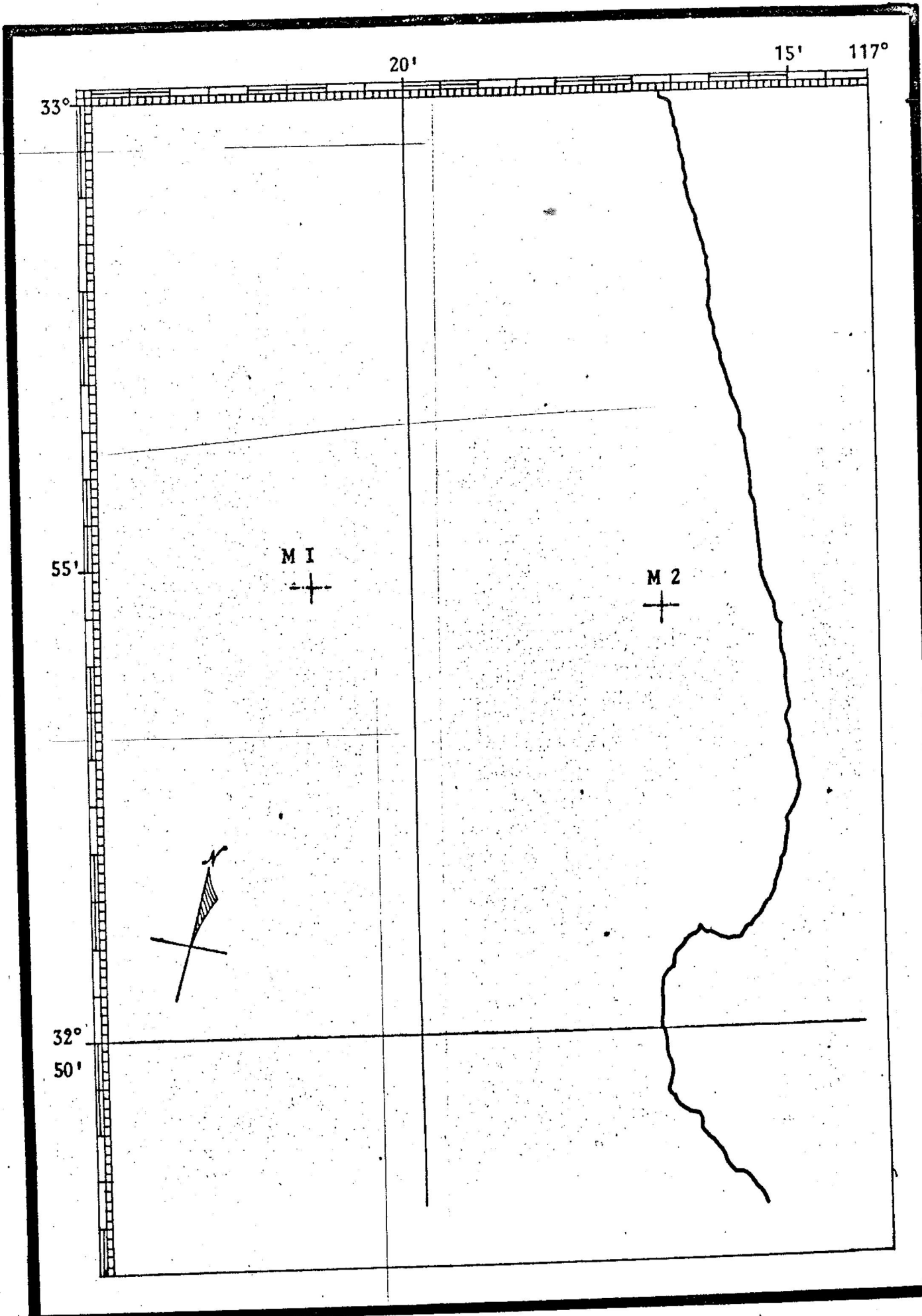
6 ciento veintiocho conteos. Después de que N número de conteos seleccionados por el interruptor son aplicados a la entrada del contador, un pulso de salida se genera. Esto efectivamente divide a la entrada por el número (N) al cuál el interruptor seleccionador se fijó. El pulso de salida del contador es aplicado al circuito graficador, el cuál a su vez responde marcando con una pequeña línea al papel de la graficadora. El resultado es una marca en el papel de la graficadora que representa N revoluciones del rotor. Simultáneamente se grafica la dirección del flujo de la corriente por el galvanómetro de la graficadora. Esto se logra mediante la orientación de la veleta por el flujo de la corriente y un compás magnético instalado dentro de la caja estanca.

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

El par de correntómetros Isaacas-Schick Modelo 6 , utilizados para la realización de esta investigación, fueron instalados a 33.33 metros de profundidad. El correntómetro M2 se instaló a 1920 metros de la costa, a los $32^{\circ}54' 30''$ Latitud Norte y $117^{\circ}16' 45''$ de longitud oeste. El correntómetro MI se instaló a 8050 metros de la costa a los $32^{\circ}54' 45''$ Latitud Norte y $117^{\circ}21' 15''$ Longitud Oeste.

El propósito fundamental para haber instalado el correntómetro M2 en tal situación geográfica fue el de procurar ob-

008



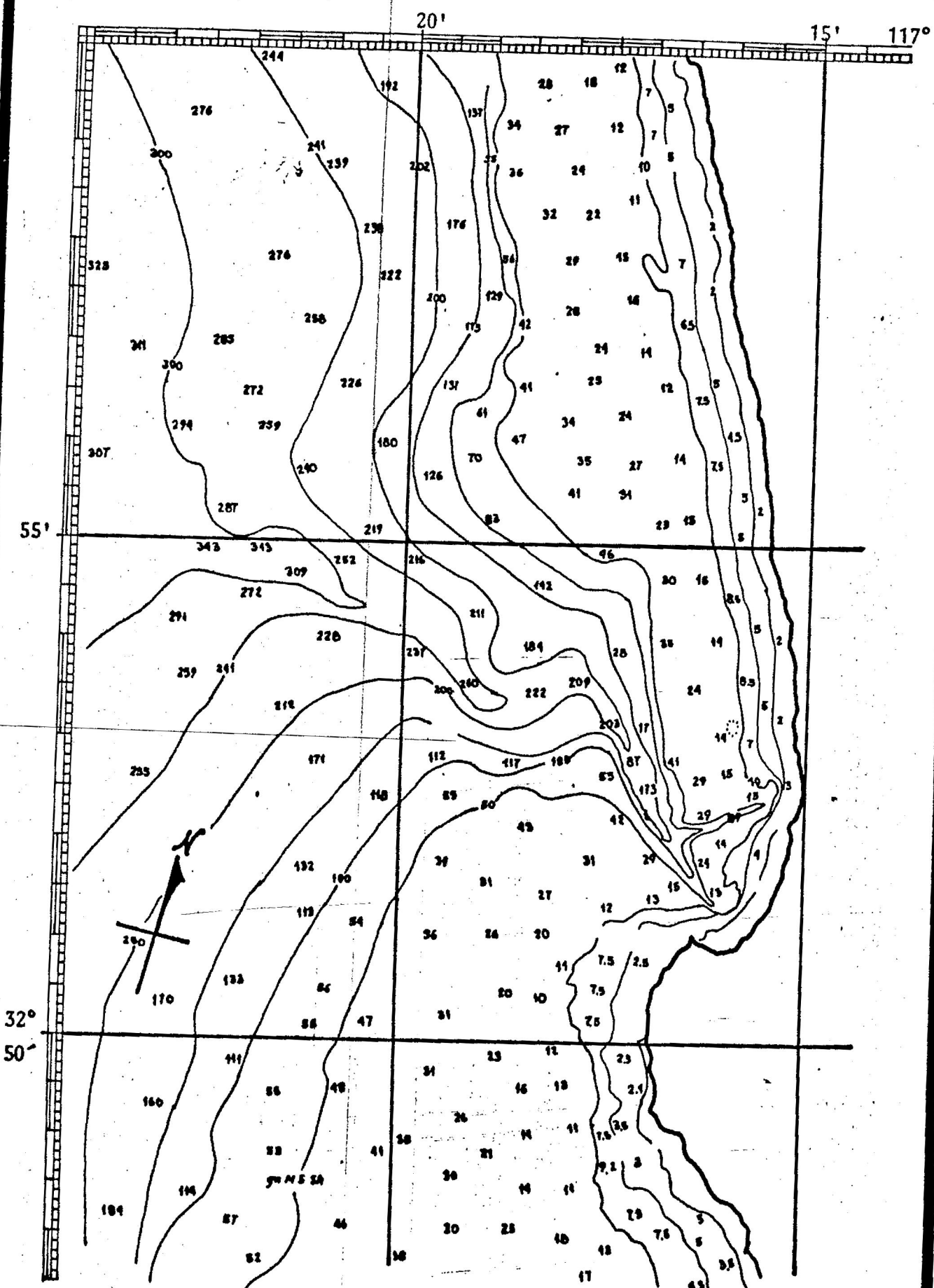


Fig. 3 Batimetría del Area.

tener los datos de la dirección y magnitud de las corrientes lo más cercano a la costa como fuese posible, sin que influyese en las mediciones la turbulencia en la interfase atmósfera-oceáno. En lo concerniente al correntómetro M1, se procuró situarlo al borde de la Plataforma Continental, para poder así analizar la magnitud y dirección del flujo de las masas de agua en la frontera Este del sistema de la Corriente de California, a la vez de poder observar directamente el efecto que pudiese tener el Talúd Continental sobre el movimiento de las aguas oceánicas en dicho punto geográfico.

El correntómetro M1 fue instalado el día 2 de Julio de 1971 a las 10:45 horas; y para lo cuál fue necesario realizar una inmersión usando equipo de Buceo Autónomo (SCUBA) a la profundidad de 33.33 metros, con el fin de revisar que el correntómetro estuviese trabajando adecuadamente. Se recuperó el instrumento el día 22 de Julio de 1971., después de 486 horas de registro co

El correntómetro M2 se instaló a las 15:00 horas del 7 de Julio de 1971 y para lo cuál se realizó una inmersión a 38 metros de profundidad para poder ajustar el aparato a 33.33 metros. El instrumento se recuperó el día 20 de Julio a las 15:30 horas después de que éste obtuvo un registro continuo de mediciones de la dirección y magnitud del flujo de las masas de agua, por un período de aproximadamente 312 horas.

Las profundidades que existen en los puntos geográficos donde se localizaron los correntómetros M1 y M2 vienen siendo igual a 562.38 metros (309 brazas) y 54.60 metros (30 brazas) respectivamente.

INSTALACION DE LOS CORRENTOMETROS.

El correntómetro M2 se instaló en donde existe una profundidad de 54.60 metros (30 brazas) y por lo cuál se necesitó utilizar 54.60 metros de línea de nylon de 0.5 cms. de espesor. La línea se aseguró a una pequeña boya, la cuál sirvió -- como boya marcadora del punto donde se localizaba el instrumento. Dejando libres 6.6 metros de línea a partir de la boya marcadora superficial, se procedió a asegurar con la línea a un conjunto de boyas que ejercía una fuerza de flotabilidad de 16.8 kilogramos. La función de este conjunto de boyas era la de mantener al aparato en una posición vertical, fija, reduciendo al máximo el posible efecto que pudiese ejercer la turbulencia causada por el viento y oleaje en la interfase atmósfera-oceáno. El correntómetro se aseguró a la línea a los 33.33 metros de profundidad. Para poder anclar al instrumento se necesitó de un peso muerto de 68 kilogramos. El muerto se aseguró al extremo final de la línea de nylon, quedando así completamente fijo e instalado el correntómetro.

El procedimiento que se empleó para instalar el correntómetro M1 fue igual que para el instrumento M2, con la única variante de que la profundidad existente en el punto geográfico --

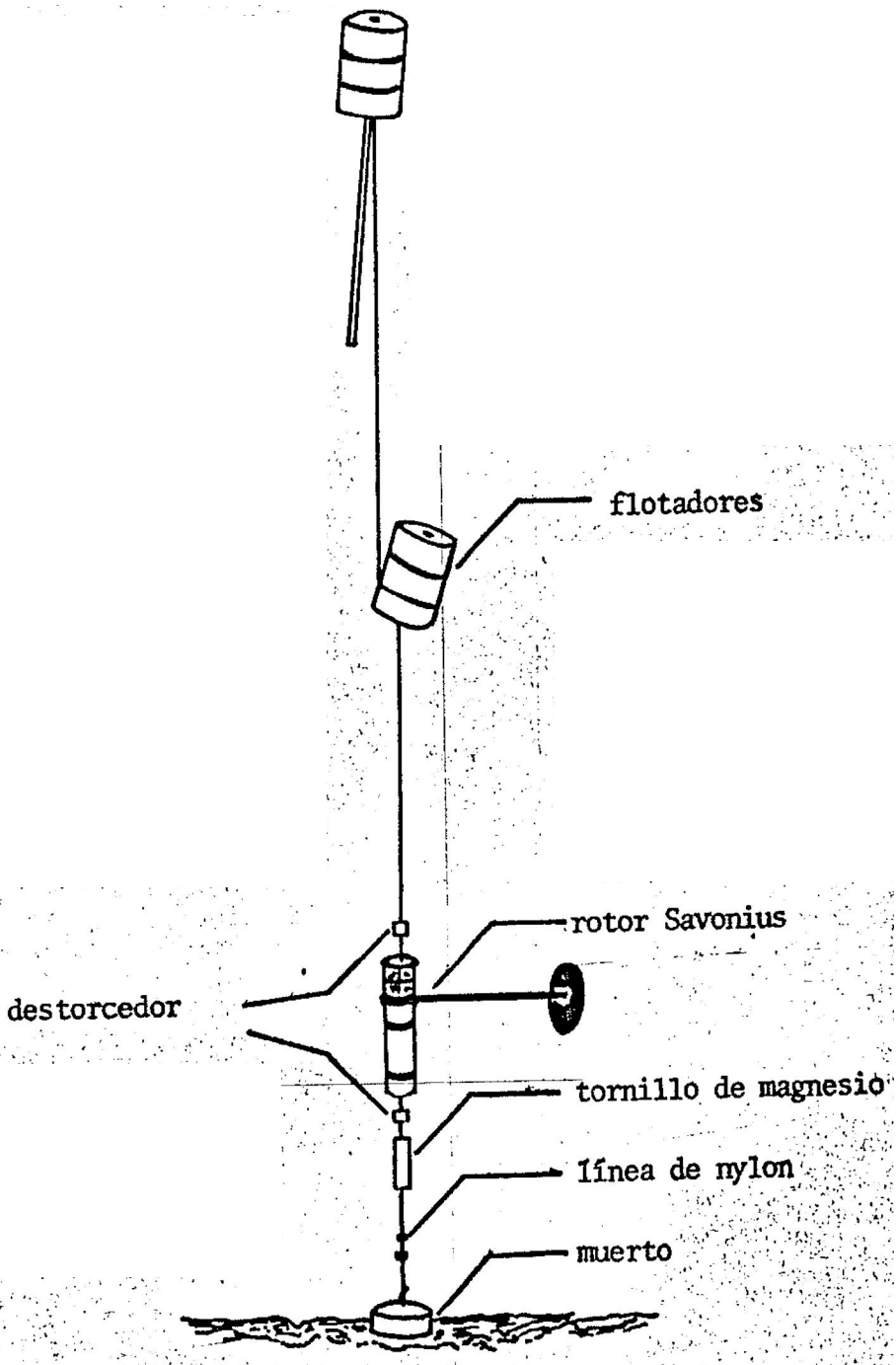


Fig. 4 Diagrama de un correntómetro instalado.

donde se instaló el aparato M1 era de 562.38 metros. Por consiguiente, se utilizaron 562.38 metros de línea de nylon de 0.5 cms., de espesor.

La recuperación de los correntómetros se llevó a cabo buceando a la profundidad a que se encontraban instalados (33.33 m.). El material que no se recupera es el peso muerto y la línea que lo une al instrumento. El resto de línea y las boyas se recuperan y podrán volver a usarse en otras investigaciones.

PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los datos de magnitud y dirección de las corrientes, registrados continuamente por los correntómetros durante 798 horas, es decir 29 días consecutivos aproximadamente, fueron tabulados atendiendo a las mediciones realizadas por los instrumentos a cada hora con una frecuencia de 24 observaciones por día. Los valores obtenidos se registran en tarjetas perforadas para posteriormente ser procesados.

El procesamiento de los datos se llevó a cabo utilizando una computadora IBM Modelo 3600, a la cuál se le alimentó un programa escrito en el lenguaje Fortran CUATRO, y los datos de magnitud y dirección de las corrientes registrados por el correntómetro y que anteriormente fueran escritos en tarjetas perforadas.

El programa que se alimenta a la computadora está diseñado para analizar los datos digitales que proporcionan los correntómetros, para obtener la siguiente información:

- a) Gráficas de las componentes de la corriente (Norte y Este), para cada punto en función del tiempo que los datos proporcionen.
- b) Un cálculo promedio de las componentes de la corriente.
de las fluctuaciones diurnas y semidiurnas de la corriente. Acompañada de una forma gráfica de esta fluctuación.
- d) Un cálculo y gráficas de los vectores progresivos anulando las fluctuaciones diurnas y semidiurnas estimadas.
- e) Un cálculo y gráficas de los vectores progresivos.
- f) Un cálculo de las elipses diurnas y semidiurnas de marea usando los resultados obtenidos en el inciso c). El cálculo consiste en deter-

minar la dirección de los ejes mayores y menores y la dirección del flujo a lo largo de cada uno de ellos.

Para complementar las mediciones realizadas por los correntómetros, se recopilaron los datos de magnitud y dirección de las masas de aire atmosférico. Los datos meteorológicos que se obtuvieron del Lindbergh Field, en San Diego, California, se recopilaron mediante ocho observaciones por día a intervalos de tres horas y, las cuáles se promedian para obtener el valor medio en dirección y magnitud de la circulación de las masas de aire atmosférico. Esta recopilación de datos meteorológicos se llevó a cabo para tratar de correlacionar la circulación de las masas de agua oceánicas frente a La Jolla, con la circulación de las masas de aire atmosférico.

CAPITULO III

RESULTADOS

La dirección y magnitud promedio de las corrientes registrada por los correntómetros M1 y M2 se ilustran en las siguientes tablas y gráficas. Primero se muestran los datos registrados por el correntómetro M1 y posteriormente los que fueran registrados por el instrumento M2.

Aunque el aparato M1 permaneció instalado durante un período de tiempo de 486 horas, es decir 20.29 días, solo registró continuamente los datos de dirección y magnitud de la corriente por 232 horas a partir del día en que fue instalado (ver gráfica número 4). Esta falla del aparato se podría atribuir a un defecto del circuito electrónico que no permitió el paso de la corriente que proporcionan las baterías. Aún y a pesar de este error mecánico en el instrumento, podemos decir que las mediciones observadas son altamente satisfactorias aunque no rotundamente conclusivas ya que para esto se necesitaría tener cuando menos datos de todo un ciclo anual.

Para complementar a las mediciones realizadas por los correntómetros se procedió a tabular al final de este capítulo los datos meteorológicos de dirección y magnitud de las masas de aire atmosférico que reinan sobre el área de estudio.

RESULTADOS OBTENIDOS POR EL CORRENTOMETRO M1.

El valor máximo promedio de magnitud registrado por el correntómetro M1 fue de 10.36 cm/seg., y se sucedió el día 8 de Julio de 1971; la dirección promedio del flujo para este día fue de 22.4 grados, (todos los valores de dirección están en función del Norte magnético, es decir a 15° Este del Norte verdadero).

El instrumento M1 registró el valor mínimo promedio de magnitud el día 13 de Julio de 1971, siendo este de 0.10 cm/seg. La dirección promedio del flujo fue de 95°. El promedio total para todo el período de observaciones en magnitud fue de 3.06 cm/seg., con una dirección de 144.5 grados (ver Tabla número I).

La gráfica número 5 que representa a un diagrama continuo de vectores, ilustra que una partícula bajo la acción de la corriente se desplazó una distancia de aproximadamente 40 kilómetros en 232 horas; más sin embargo, el desplazamiento resultante fue de tan solo 2 kilómetros.

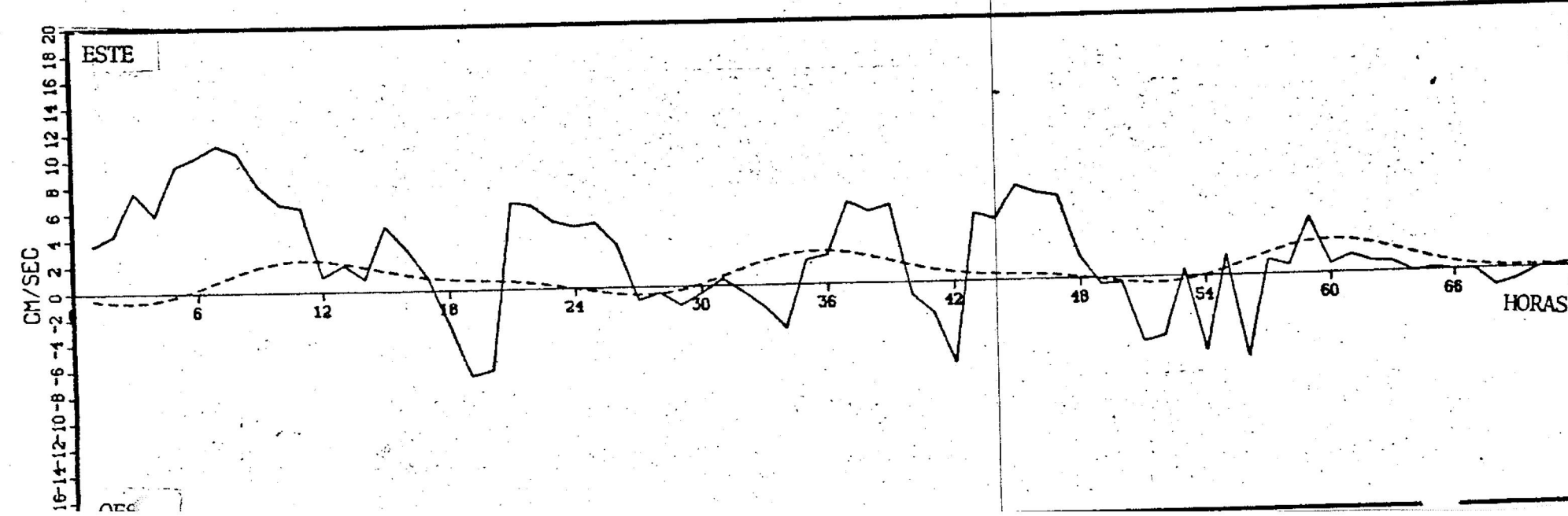
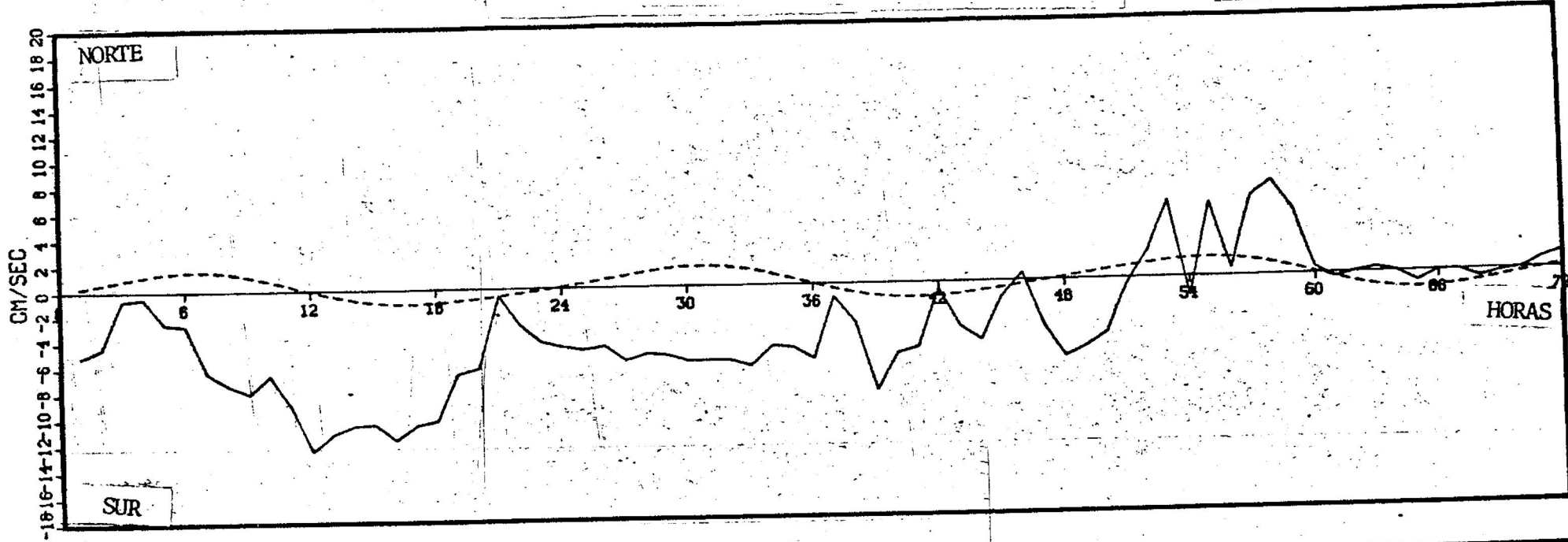
En la gráfica número 6 se muestra al diagrama progresivo de vectores menos el efecto que pudiese haber ejercido la corriente de marea. Aquí se puede visualizar que una partícula bajo la influencia de la corriente viajó aproximadamente 40 kilómetros en un espacio de tiempo de 232 horas, pero que el transporte resultante fue de tan solo 2 kilómetros.

Comparando la gráfica número 6 con la número 5, nos encontramos que son mucho muy parecidas. Los valores de ambas gráficas son casi idénticas, ya que en ambos casos el transporte resultante fue de 2 kilómetros y el transporte en 232 horas fue de 40 kilómetros.

SUMARIO DIARIO DE LOS DATOS OBTENIDOS POR EL CORRENTOMETRO M 1		
F E C H A	DIRECCION (grados)	MAGNITUD (cm./seg.)
2/7/71	146.3	7.81
3/7/71	158.4	4.84
4/7/71	331.9	1.05
5/7/71	327.4	0.27
6/7/71	355.2	0.59
7/7/71	17.5	0.73
8/7/71	22.4	10.36
9/7/71	59.0	5.18
10/7/71	172.3	3.19
11/7/71	48.9	2.62
12/7/71	0.0	0.00
13/7/71	95.0	0.10
(1) 14/7/71	0.0	0.00
15/7/71	0.0	0.00
16/7/71	0.0	0.00
17/7/71	0.0	0.00
18/7/71	0.0	0.00
19/7/71	0.0	0.00
20/7/71	0.0	0.00
21/7/71	0.0	0.00
PROMEDIOS OBTENIDOS	144.5	3.06

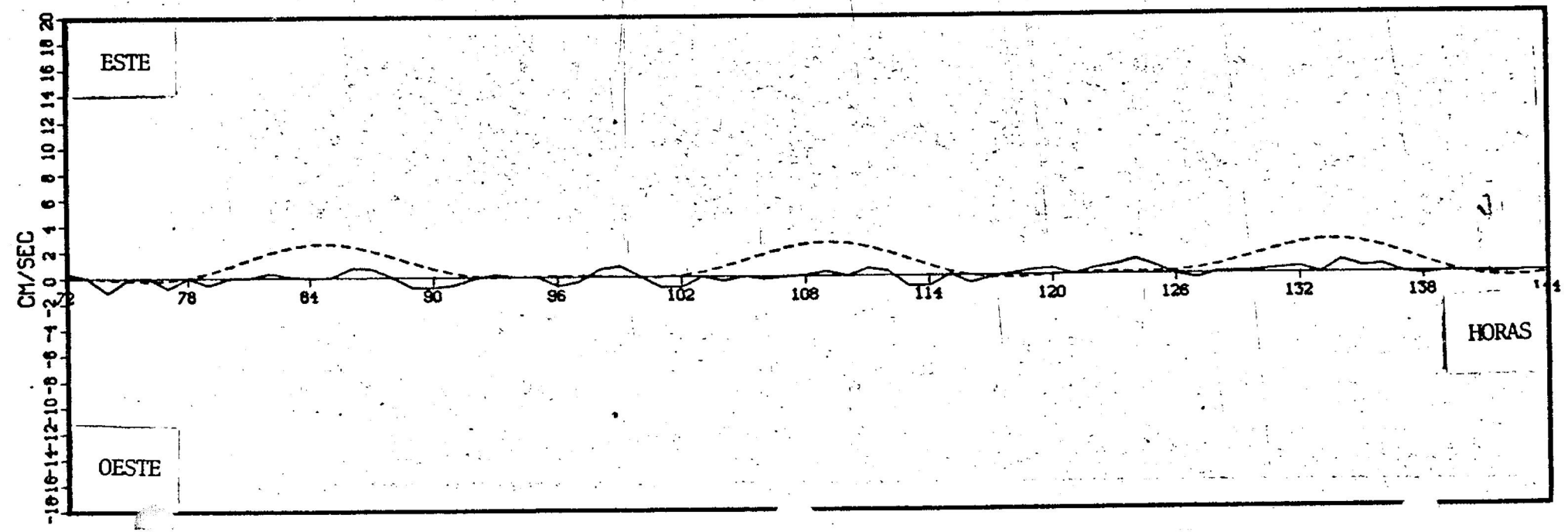
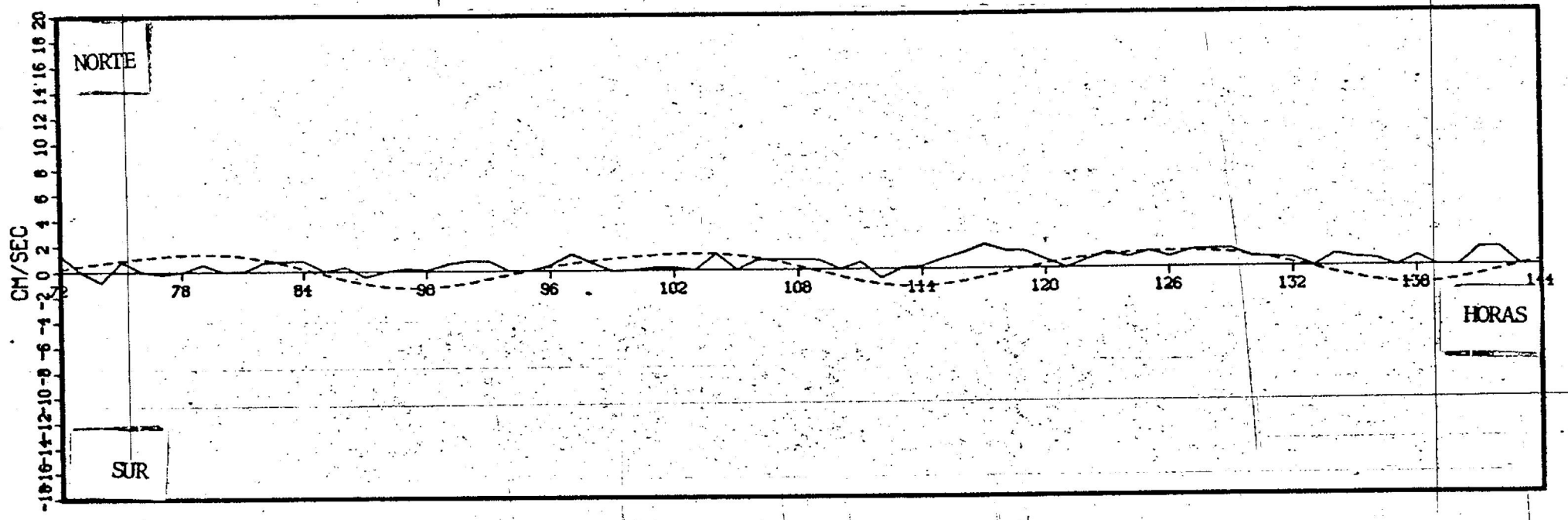
COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
 datos del C/M M 1 a 8.05 Kms. de la costa

— corriente actual
 - - - componente de marea



COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
datos del C/M M 1 a 8.05 Kms. de la costa

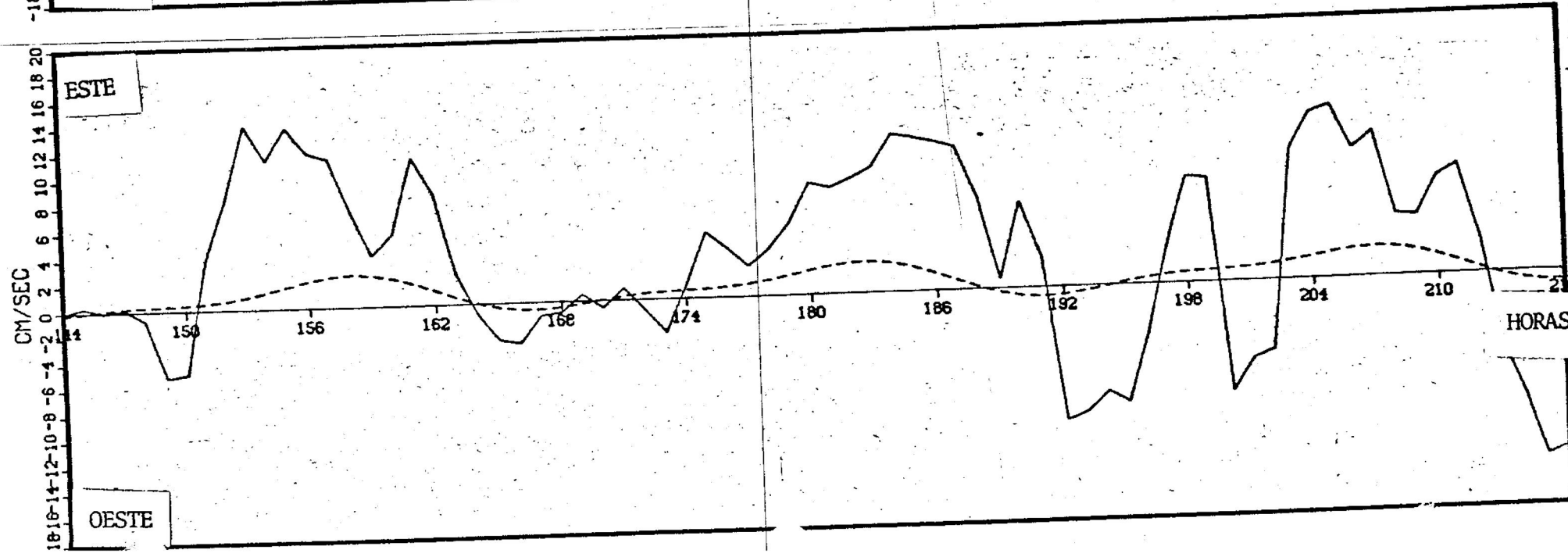
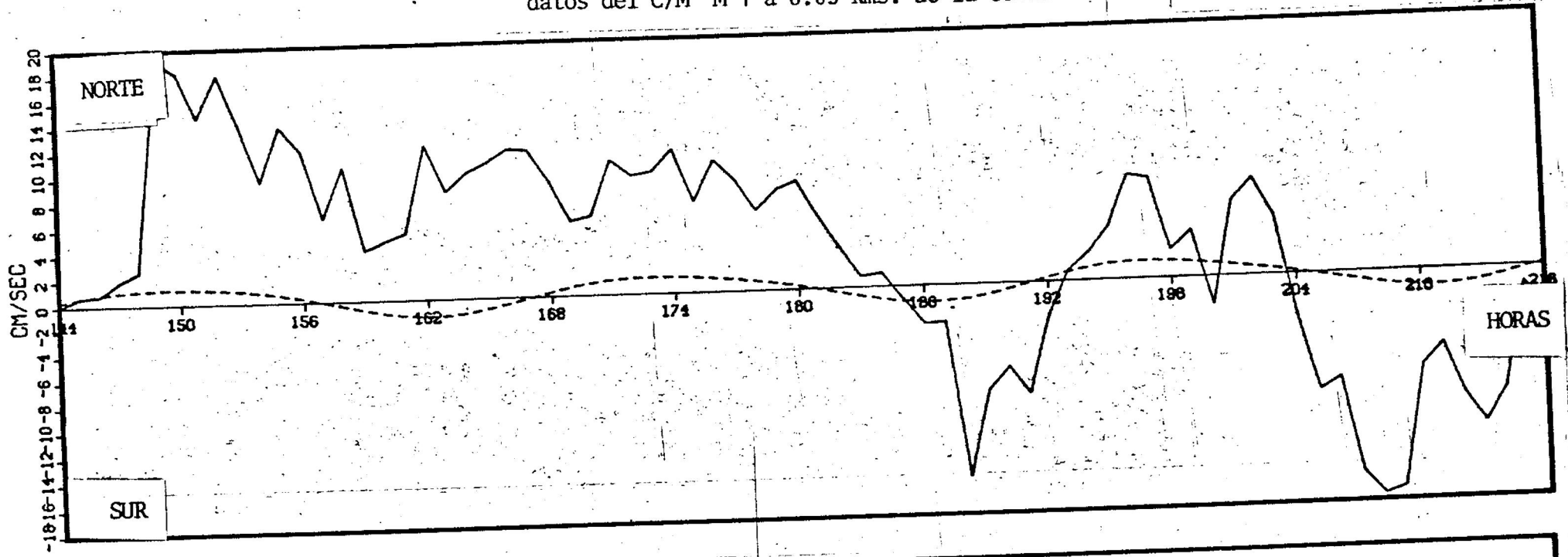
— corriente actual
- - - componente de marea



COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO

datos del C/M M 1 a 8.05 Kms. de la costa

— corriente actual
- - - componente de marea



COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
 datos del C/M M 2 a 1.9 Kms. de la costa

— corriente actual
 - - - componente de marea

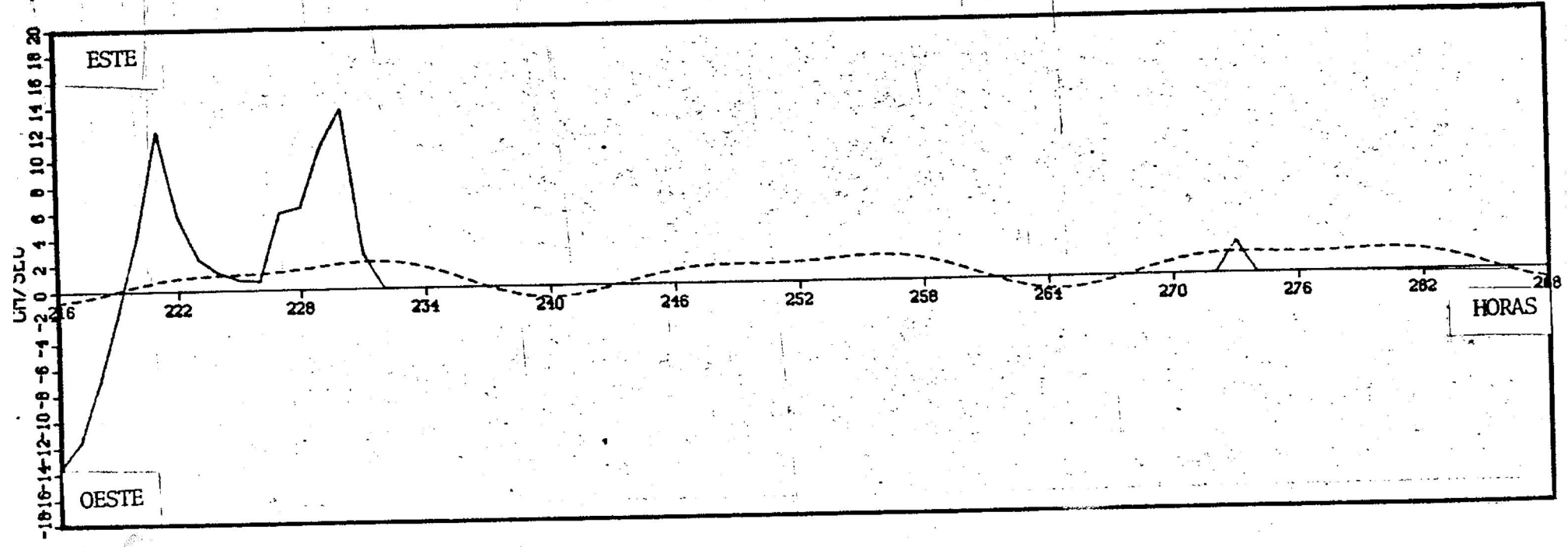
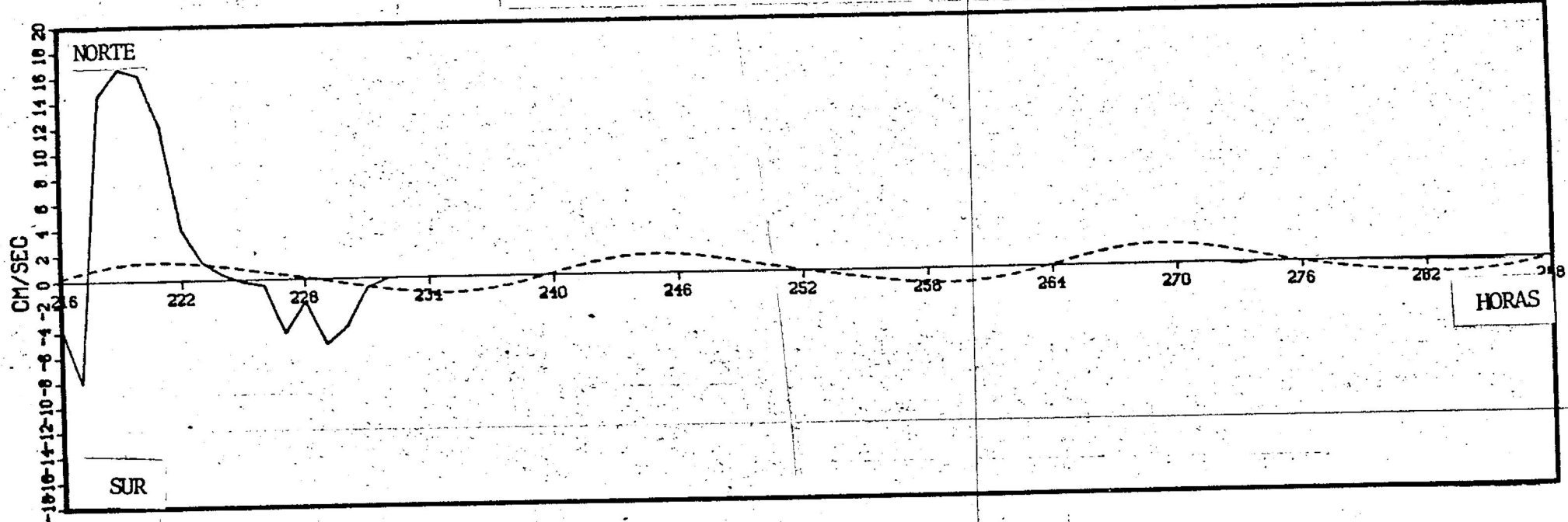
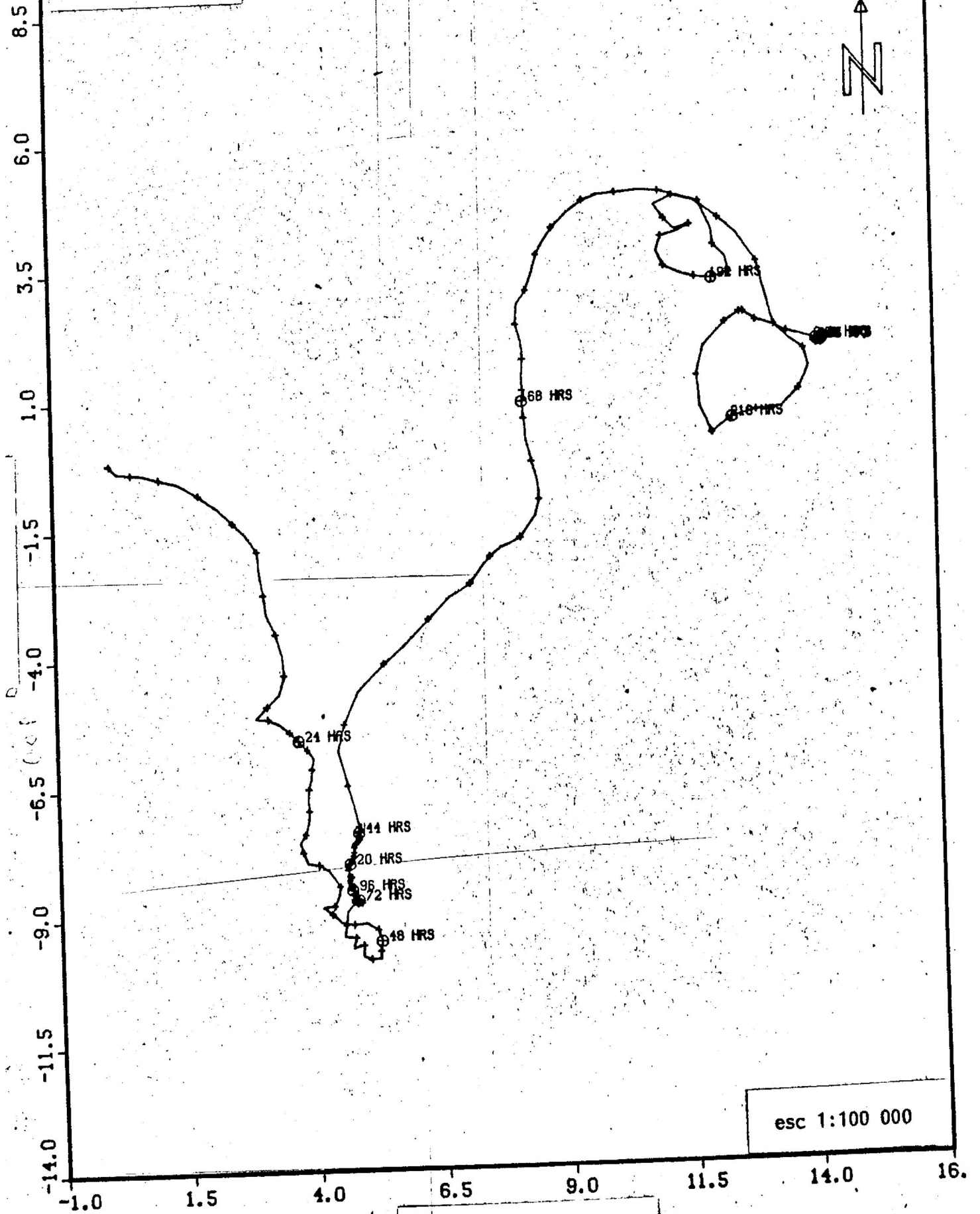
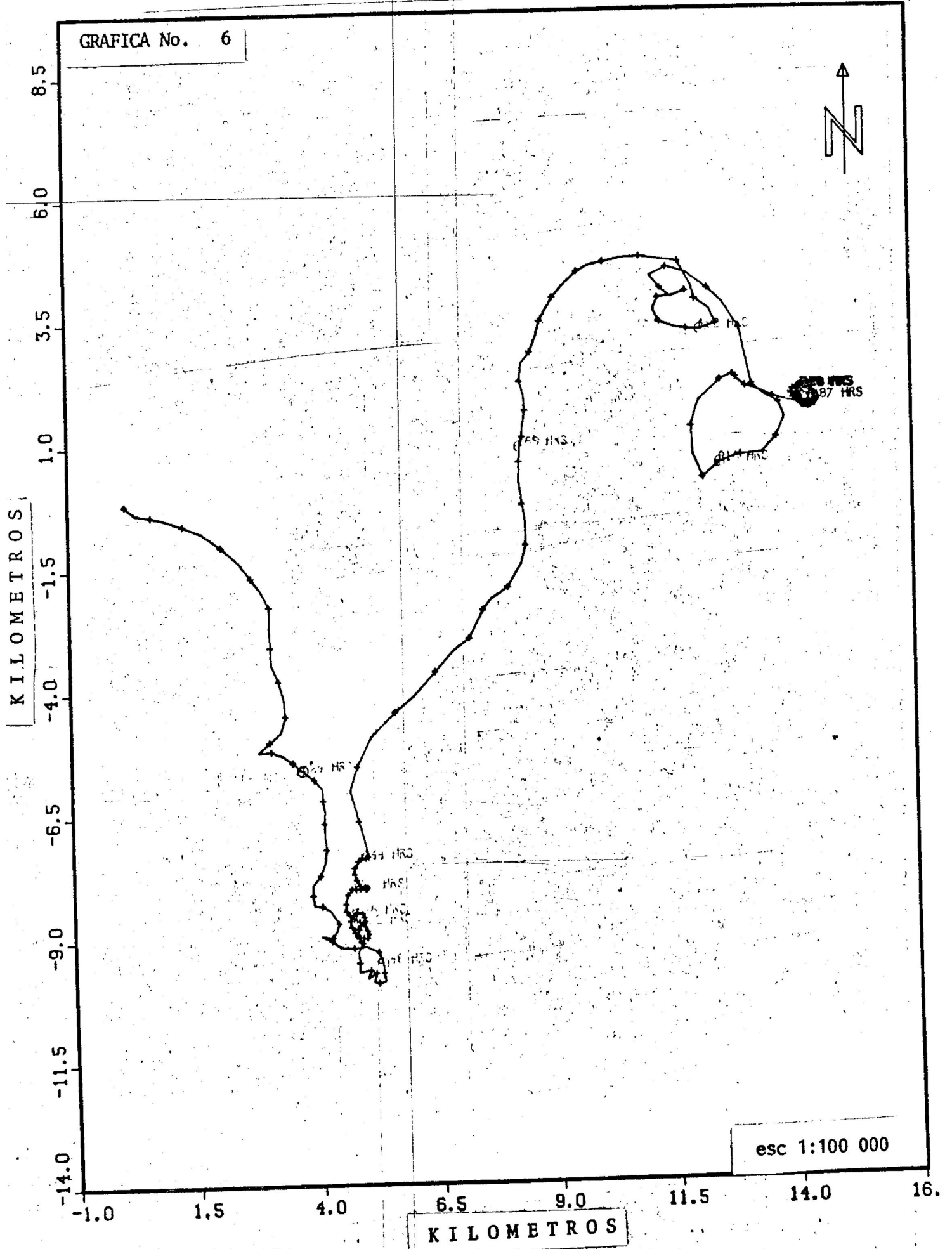


DIAGRAMA PROGRESIVO DE VECTORES
datos del C/M M 1 a 8.05 Kms. de la costa

GRAFICA No. 5





RESULTADOS OBTENIDOS POR EL CORRENTOMETRO M2.

El instrumento permaneció instalado por un período de tiempo de 312 horas, registrando continuamente los datos de dirección y magnitud del flujo de las masas de agua oceánicas. Este aparato no sufrió ninguna falla mecánica como sucedió con el aparato M1 y por consiguiente los resultados obtenidos son altamente satisfactorios.

El valor máximo promedio de magnitud obtenido durante el registro de datos por el correntómetro M2 fue de 7.31 cm/seg., cuando la corriente fluía con una dirección de 334.2 grados. Este valor máximo promedio de magnitud se sucedió el día 13 de Julio de 1971. El valor mínimo promedio de magnitud se sucedió el día 18 de Julio de 1971, siendo este de 0.84 cm/seg., cuando la dirección del flujo era de 112.7 grados.

La gráfica 12 muestra a un diagrama progresivo de vectores para los datos de dirección y magnitud de la corriente registrados por el correntómetro. De esta se deduce que una partícula bajo la acción de la corriente viajó en 310 horas 56 kilómetros pero que el desplazamiento resultante fue de 30.1 kilómetros.

En la gráfica 13 se ilustra al diagrama de vectores menos el efecto de la corriente de marea y se deduce que en 310 horas una partícula bajo la influencia de la corriente viajó 56 kilómetros. El desplazamiento resultante de la partícula fue de 30.1 kilómetros.

Al igual que en las gráficas 5 y 6, los valores de las gráficas 12 y 13 son iguales.

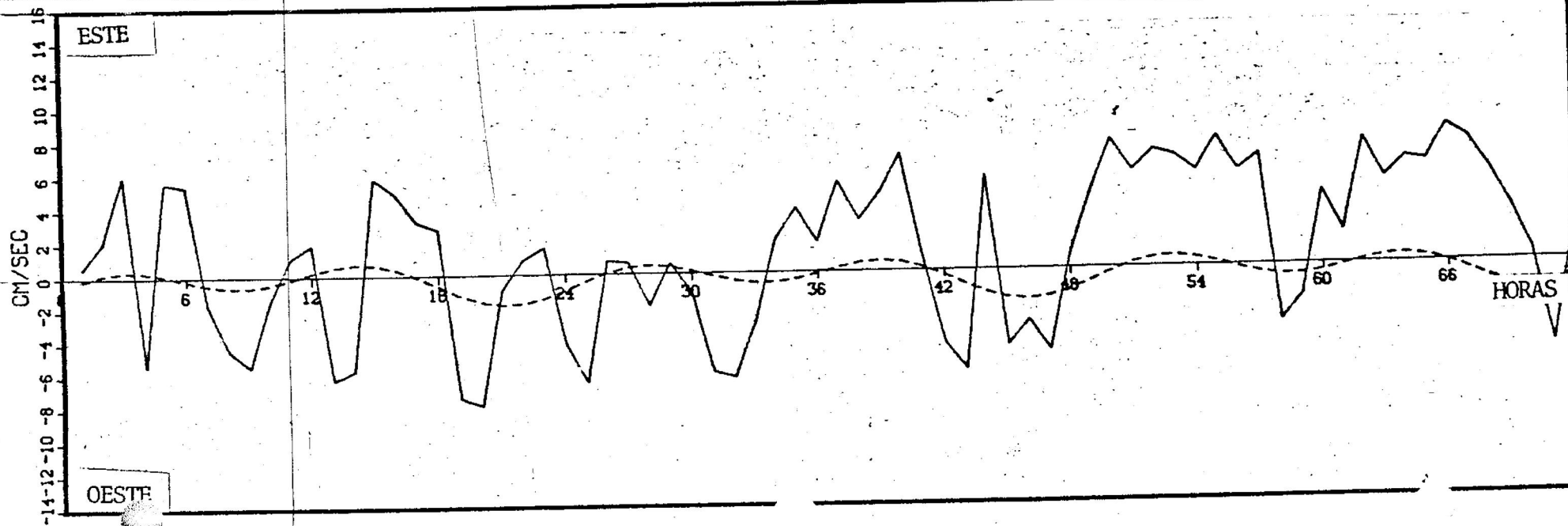
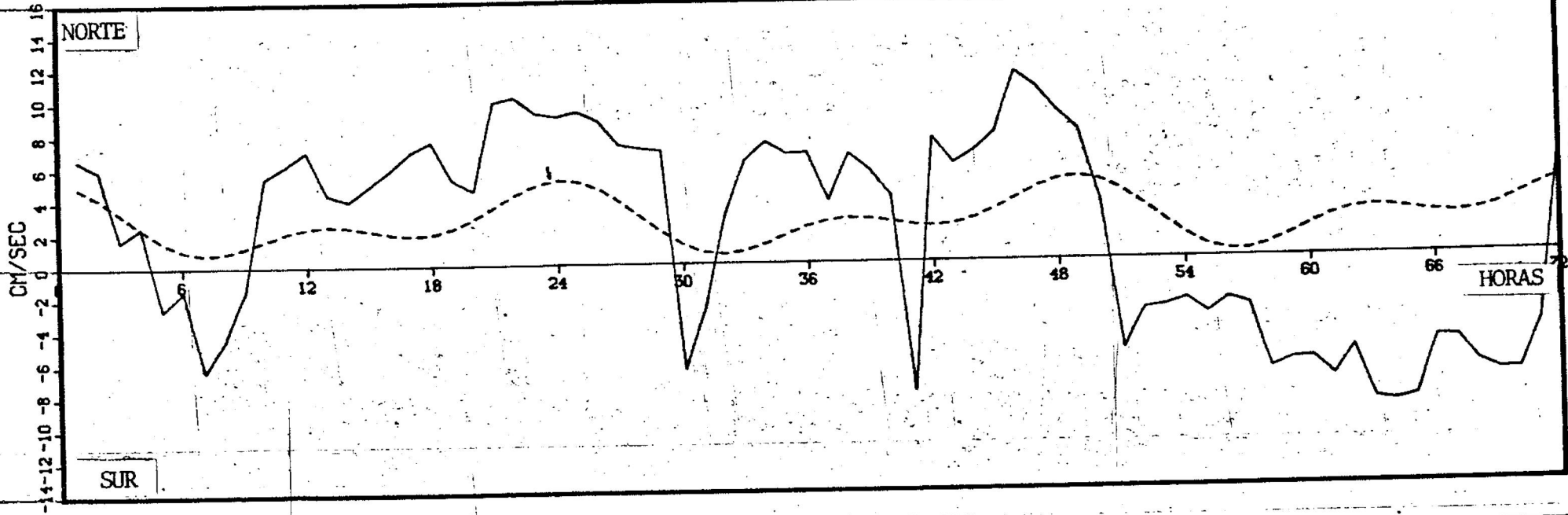
El promedio total para todo el período de observaciones en magnitud fue de 5.05 cm/seg., con una dirección de 352 grados.

SUMARIO DIARIO DE LOS DATOS OBTENIDOS POR EL CORRENTOMETRO M 2		
F E C H A	DIRECCION (grados)	MAGNITUD (cm/seg)
7/7/71	335.1	4.20
8/7/71	355.3	5.47
9/7/71	133.5	6.07
10/7/71	146.7	4.92
11/7/71	311.8	1.85
12/7/71	335.3	6.93
13/7/71	334.2	7.31
14/7/71	348.5	5.13
15/7/71	347.2	4.02
16/7/71	335.7	5.54
17/7/71	341.2	8.30
18/7/71	112.7	0.84
PROMEDIOS OBTENIDOS	352.3	5.05

T A B L A II.

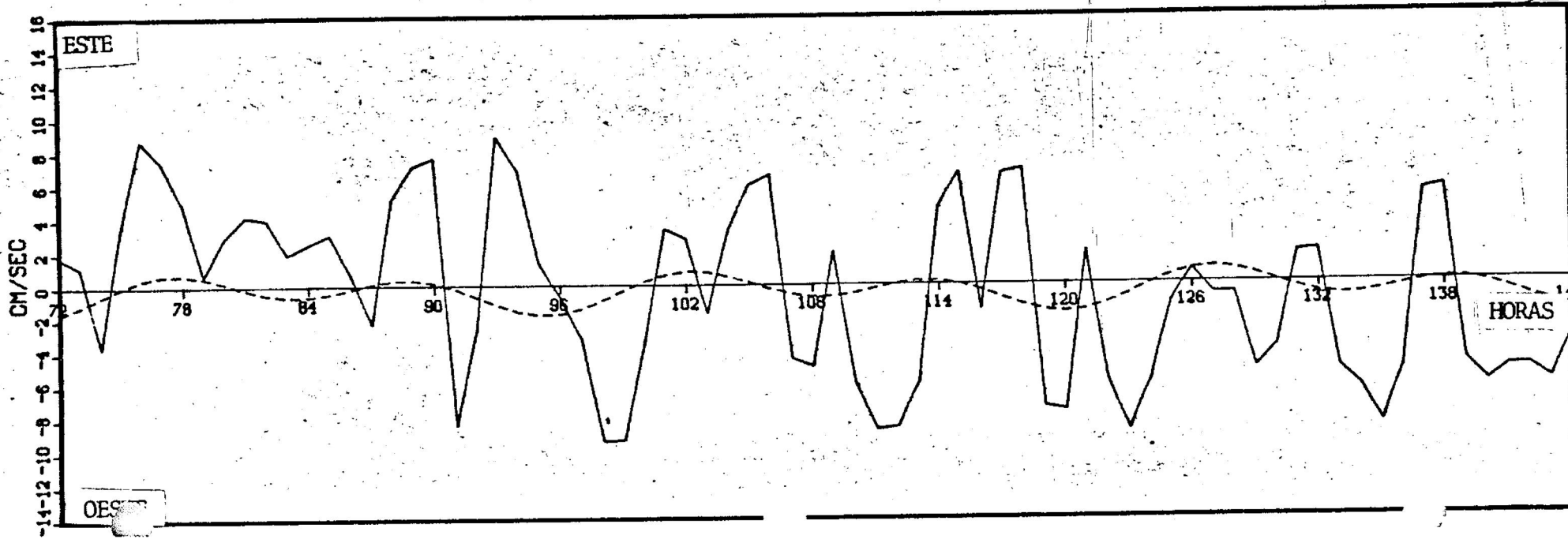
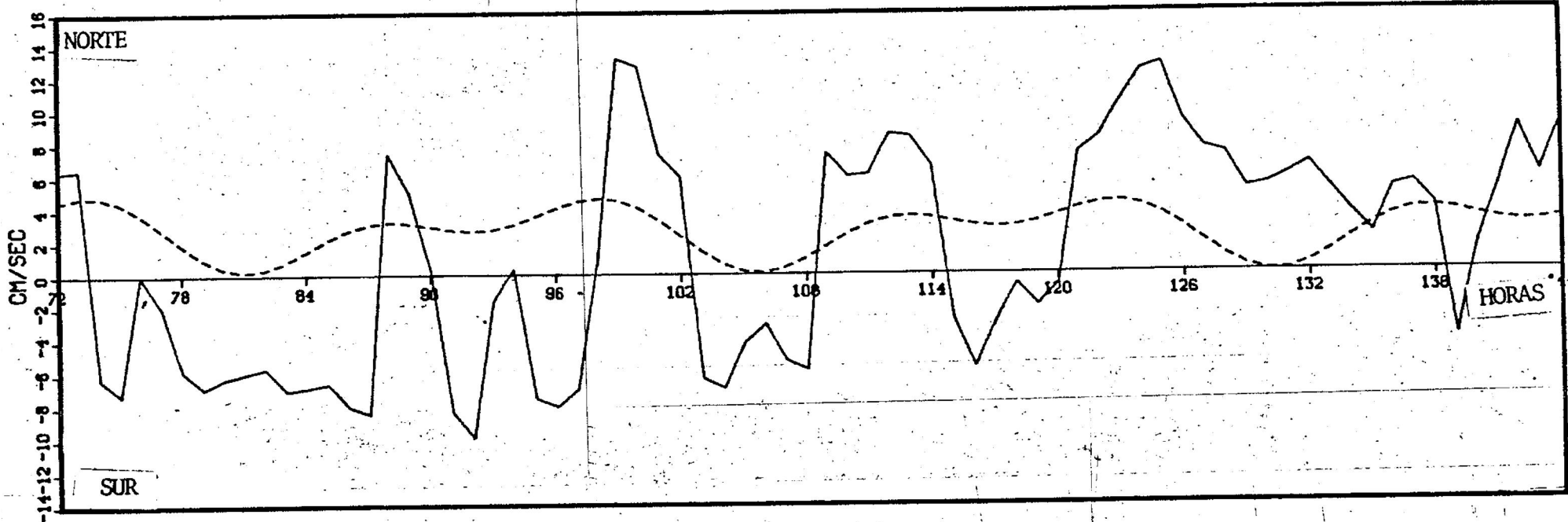
COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
 datos del C/M M 2 a 1.9 Kms. de la costa

— corriente actual
 - - - componente de marea



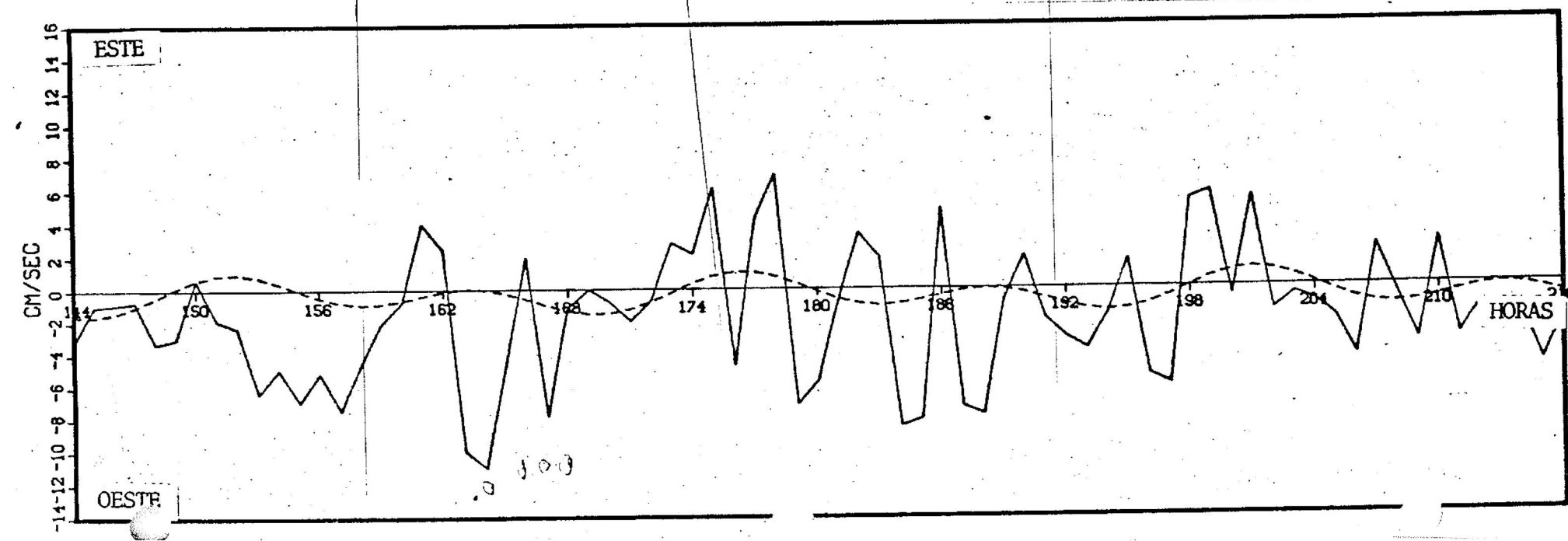
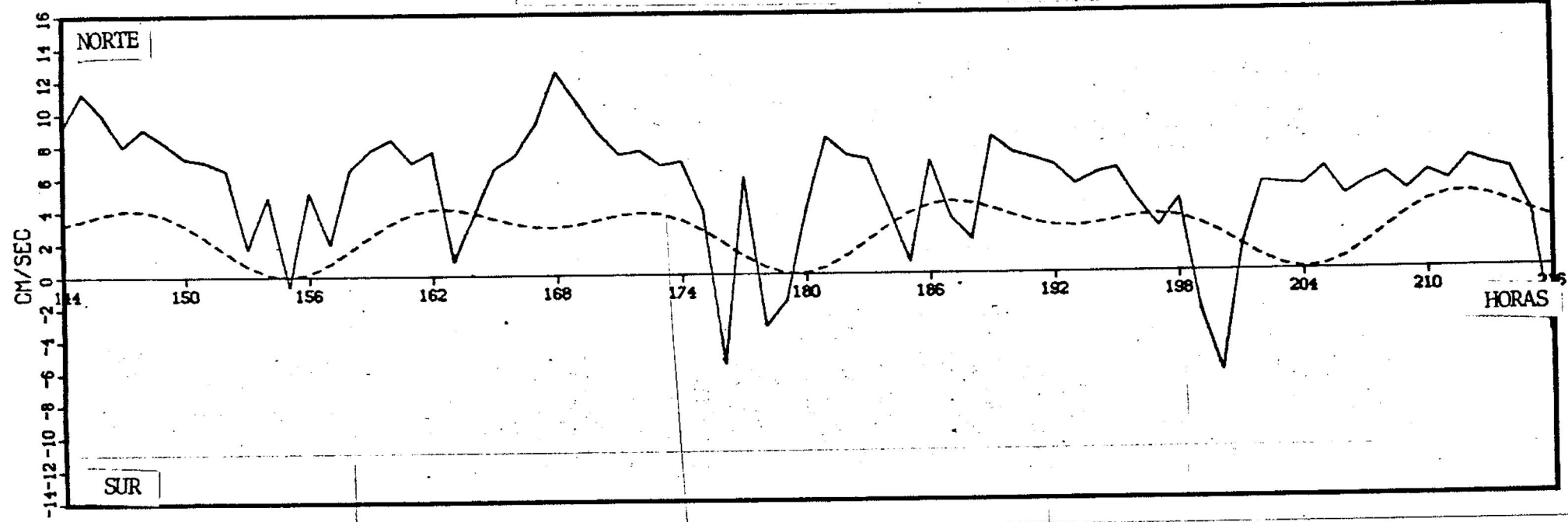
COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
 datos del C/M M 2 a 1.9 Kms. de la costa

— corriente actual
 - - - componente de marea



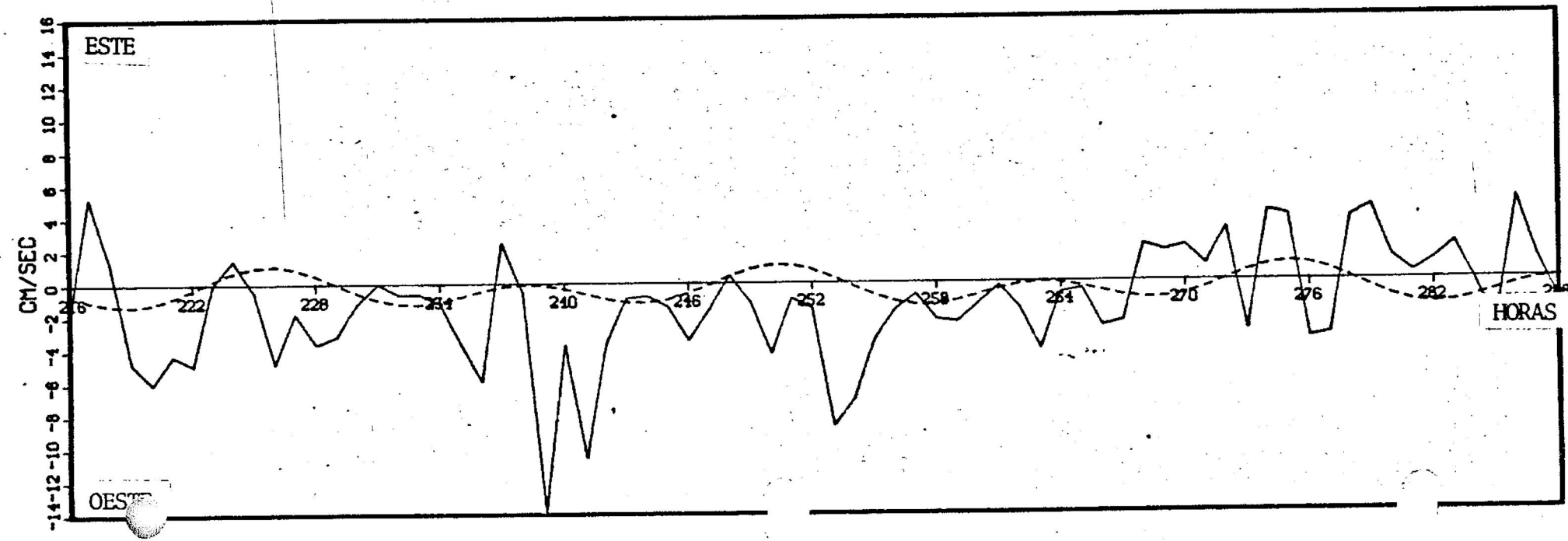
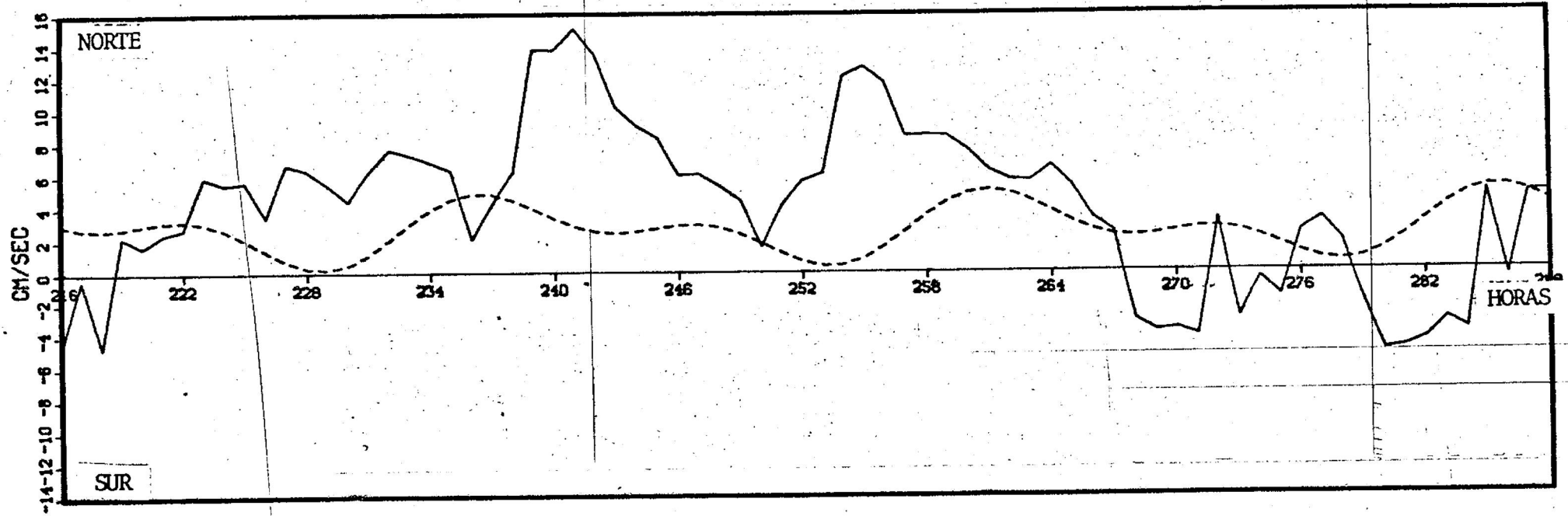
COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
datos del C/M M 2 a 1.9 Kms. de la costa

— corriente actual
- - - componente de marea



COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS. TIEMPO
datos del C/M M 2 a 1.9 Kms. de la costa

— corriente actual
- - - componente de marea



COMPONENTES DE LA CORRIENTE VS TIEMPO
datos del C/M M 2 a 1.9 kms. de la costa

— corriente actual
- - - componente de marea

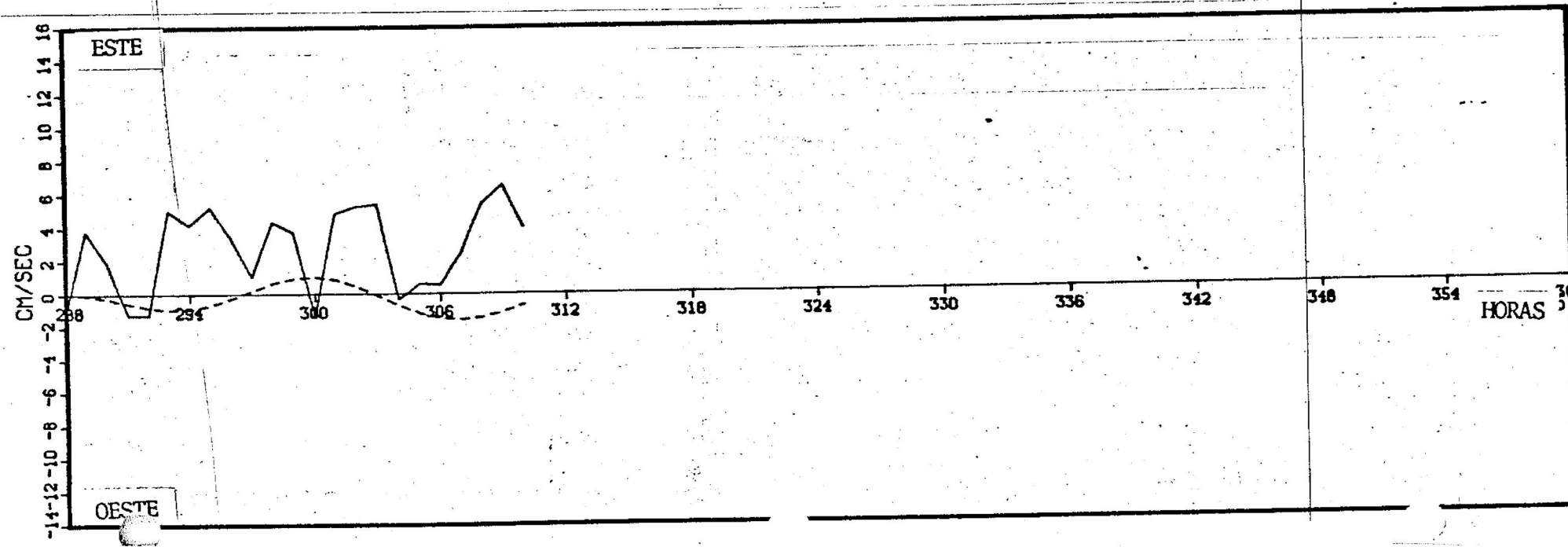
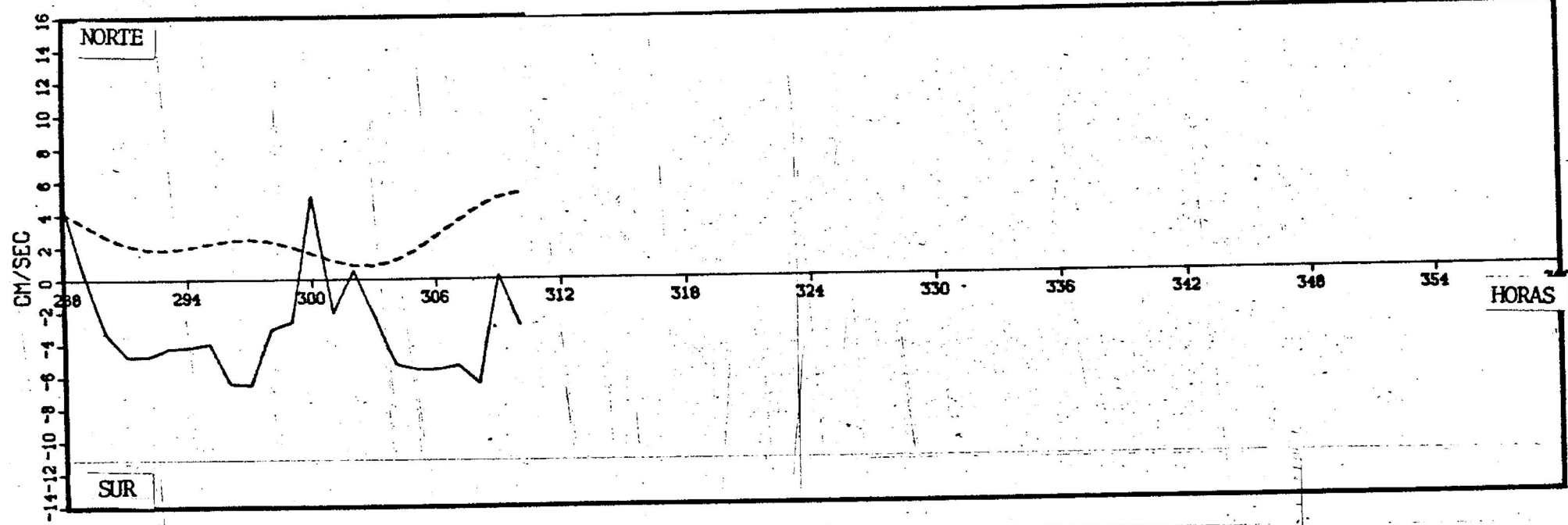


DIAGRAMA PROGRASIVO DE VECTORES
datos del C/M M2 a 1.9 Kms. de la costa

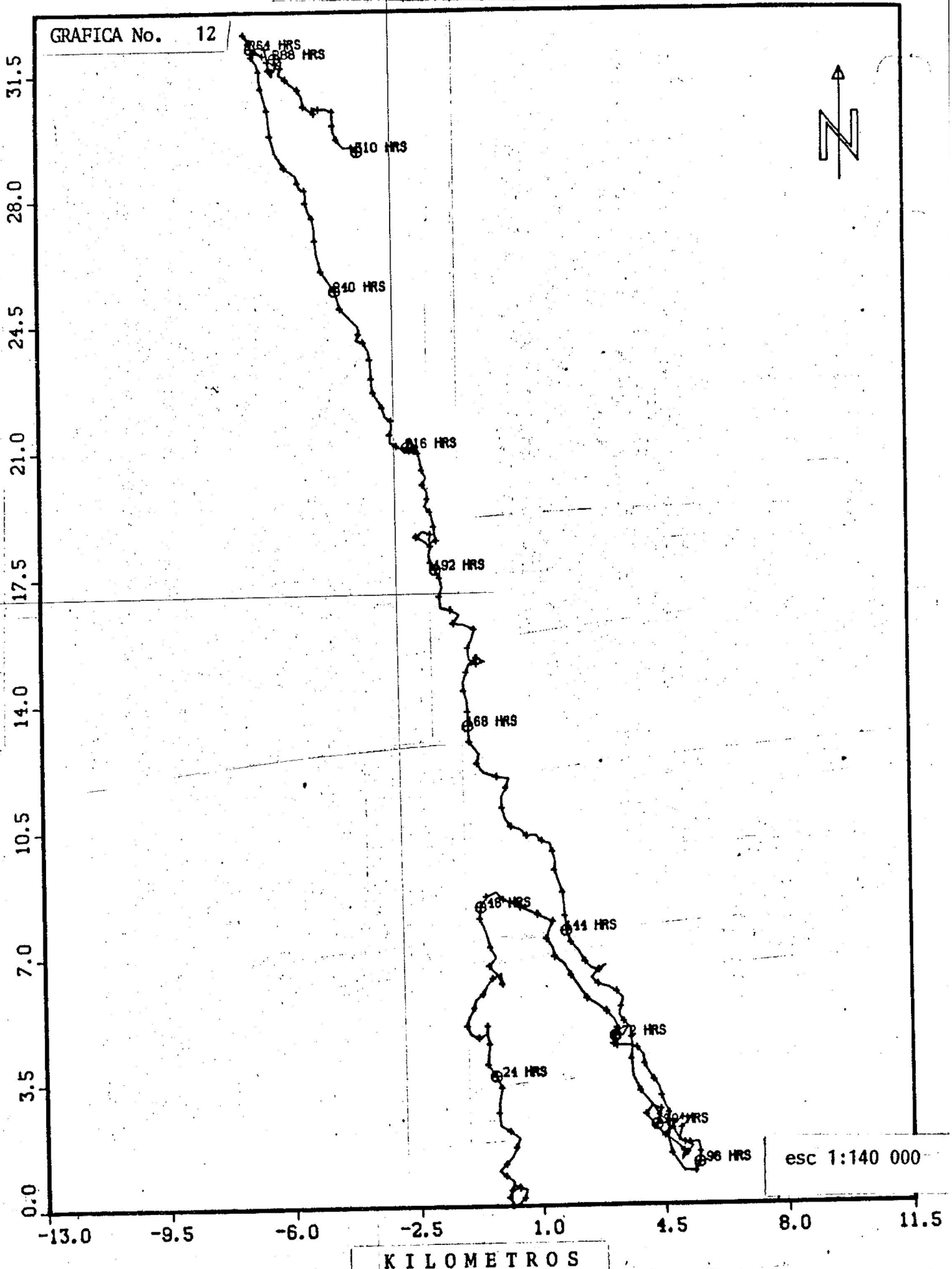
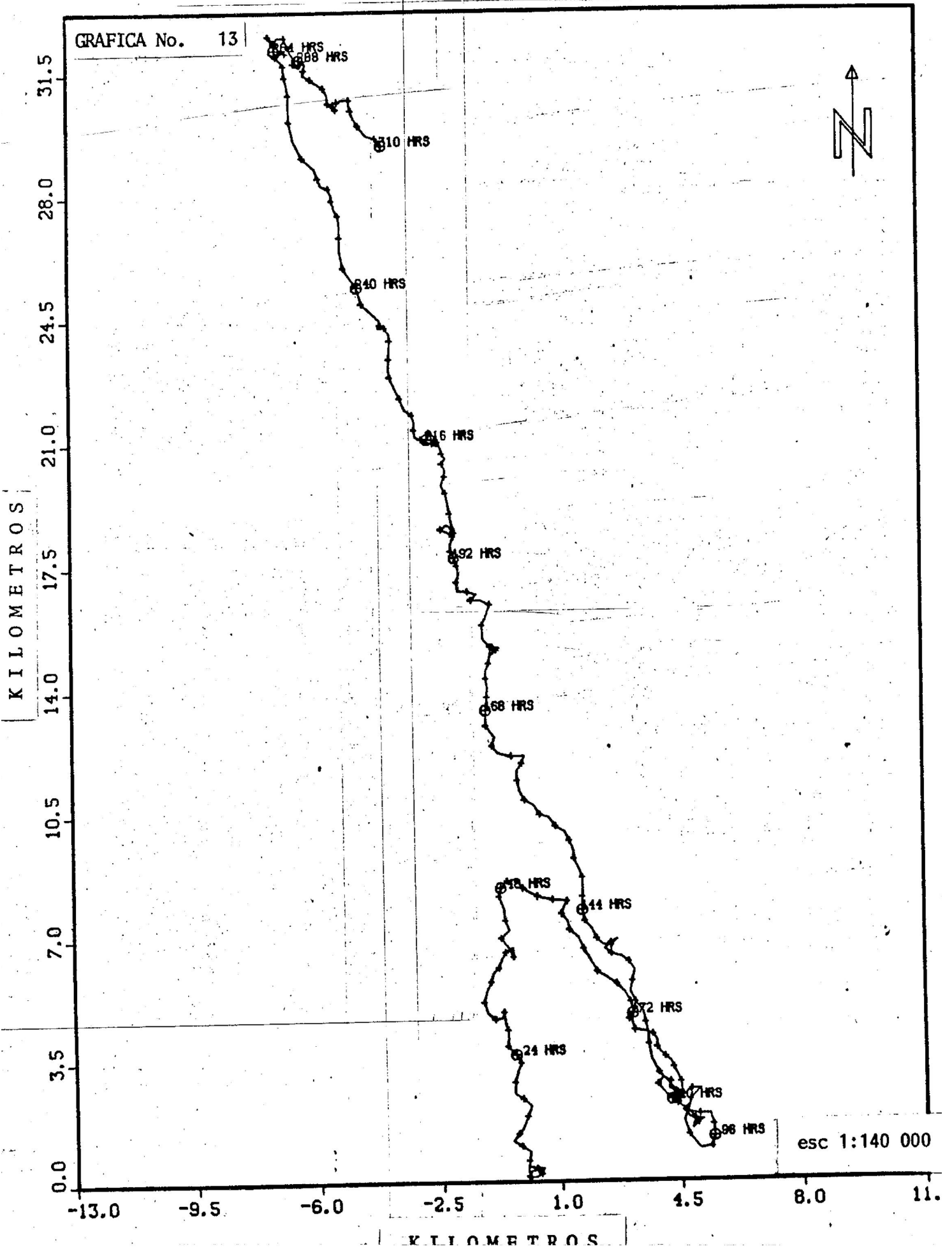


DIAGRAMA PROGRESIVO DE VECTORES MENOS EL EFECTO DE LA MAREA
datos del C/M M 2 a 1.9 Kms. de la costa



DATOS METEOROLOGICOS.

Los datos meteorológicos para el mes de Julio de 1971 se presentan en la Tabla número 3. Las observaciones de la magnitud y dirección de las masas de aire atmosférico se realizaron con el objeto de tratar de correlacionarlos con la circulación de la masas de agua oceánicas frente a La Jolla, California.

El valor máximo de velocidad promedio se sucitó el 18 de Julio de 1971, siendo este de 14.481 Kms./hora, con dirección de 290°NW. El valor mínimo promedio de velocidad fue de 9.01 Kms./hr., con dirección 240°SW., el día 3 de Julio de 1971.

El promedio mensual de dirección fue de 260°SW y de velocidad fue de 11.6848 kilómetros por hora.

SUMARIO DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS DE DIRECCION Y MAGNITUD DE
VIENTOS PARA EL MES DE JULIO DE 1971.

DIA	DIRECCION (grados)	MAGNITUD (Km./hora)	DIA	DIRECCION (grados)	MAGNITUD (Km./hora)
1	270 W	11.102	17	280 NW	10.619
2	230 SW	13.033	18	290 NW	14.803
3	240 SW	9.010	19	300 NW	14.153
4	250 SW	10.941	20	290 NW	12.668
5	250 SW	10.941	21	240 SW	13.150
6	240 SW	12.828	22	210 SW	11.746
7	310 NW	13.033	23	220 SW	10.459
8	300 NW	12.668	24	200 SW	9.976
9	290 NW	9.976	25	240 SW	12.668
10	310 NW	13.194	26	310 NW	12.185
11	300 NW	9.654	27	290 NW	13.502
12	200 SW	9.654	28	220 SW	10.619
13	260 SW	13.677	29	210 SW	9.654
14	220 SW	11.746	30	310 NW	12.668
15	180 S	12.688	31	300 NW	13.677
16	220 SW	10.137			

PROMEDIO MENSUAL

260° SW

12.185 Km./hora

TABLA III.

CAPITULO IV

DISCUSION

Las corrientes oceánicas superficiales frente a la costa de California se deben principalmente, al efecto que ejercen los vientos y a la ganancia neta de energía calorífica —proveniente del Sol— por parte de la masa de agua oceánica. Sin embargo, a este patrón general de circulación se encuentran sobrepuestos un sin fin de movimientos de menor escala.

En el Océano Pacífico Norte, considerando las corrientes permanentes (v.gr. bajo equilibrio geostrófico), los vientos permanentes del Oeste originan un movimiento de la masa de agua oceánica hacia el Este. Las aguas en dicha localidad geográfica fluirán con dirección Este hasta encontrarse con la Costa Oeste del Continente Norte-Americano. Esta barrera continental causa que la corriente que fluye con dirección Este se divida en dos flujos: uno con dirección Norte y otro con dirección Sur.

A la componente Sur se le denomina Corriente de California. Esta corriente fluye con una dirección Sur-Este a una velocidad promedio en su parte central entre 5 y 15 cm/seg (Pavlova, 1966). Para este sistema de flujo de masas de agua oceánicas no existe una frontera Oeste definida. Más del 90% del transporte con dirección Sur-Este se encuentra dentro de una franja de 800 kilómetros a partir de la costa de California. Sin embargo, la frontera Este del sistema se encuentra definida aproximadamente a partir de 83 a 136 kilómetros de la costa.

El correntómetro M1 que se instaló a 8.05 kilómetros de la costa, se localizaba en lo que anteriormente definimos como la frontera Este de la Corriente de California.

Los resultados obtenidos por el correntómetro M1 nos indican que la velocidad y dirección promedio para el período de muestreo por parte de este instrumento fue de 3.06 cm/seg y 144.5 grados respectivamente. Si comparamos estos valores con los valores promedio de dirección y magnitud de la Corriente de California, nos podemos dar cuenta de que la dirección de ambos flujos coinciden perfectamente, ya que en los dos casos las corrientes fluyen con una dirección Sur-Este. De los datos meteorológicos que se presentan en el capítulo anterior se puede deducir que la circulación de las masas de aire atmosférico fluyen con una dirección promedio de 260° SW (ver Tabla No. III). Esta resultante cuya velocidad promedio fue de 12.185 Kms/hora, nos demuestra que los vientos son un factor decisivo que inducen a las capas de agua oceánicas superficiales a fluir con una dirección Sur-Este.

Comparando el valor promedio de velocidad de 5 a 15 cm/seg para la parte central de la corriente de California con el valor promedio de velocidad igual a 3.06 cm/seg para la corriente registrada por el correntómetro M1 a 8.05 kilómetros frente a La Jolla, California, se deduce que existe una discordancia no muy marcada. Esta discordancia en los valores de magnitud se podría atribuir al efecto de fricción que se origina cuando las masas de agua fluyen sobre la topografía submarina, principalmente el Talud Continental y la Plataforma Continental.

El papel que juega la Plataforma Continental resulta ser de inmensa importancia, ya que dependiendo de la anchura de ésta y lo pronunciado que esté la pendiente de su Talud Continental al igual que la profundidad a la que se localize, se podrá considerar que tan eficaz actúa como barrera para impedir que las masas de agua oceánicas superficiales puedan ser transportadas por los vientos sobre de ella, es decir, que tan cerca a la costa se podrán aproximar las aguas una vez que al no encontrar obstáculo puedan cambiar de dirección hacia el Este.

De la discusión realizada en párrafos anteriores, claramente se deduce que el flujo de las masas de agua alejadas 8.05 kilómetros de la costa frente a La Jolla, California., posee una dirección idéntica a la de la Corriente de California, es decir de Norte a Sur; y el valor promedio de magnitud obtenido por el correntómetro M1 es un poco menor que el valor promedio de velocidad para el sistema de la Corriente de California puesto que el instrumento se instaló al borde de la Plataforma Continental en donde se define la frontera Este de la Corriente de California.

Si ahora analizáramos los resultados obtenidos por el correntómetro M2 observaremos que la dirección promedio de la corriente fue de 352°NW , lo cual contrasta marcadamente con las direcciones promedio del Sistema de la Corriente de California y la que fuera registrada por el correntómetro M1. Este resultado viene a apoyar lo sugerido por las diversas investigaciones previas, realizadas frente a La Jolla, California y las cuales se mencionan en el Capítulo I bajo el inciso de Antecedentes.

Como se hizo mención anteriormente, cuando se discutían los

los resultados obtenidos por el correntómetro M1, el factor decisivo que origina el flujo de las masas de agua con dirección Nor-Oeste medido en el punto geográfico definido por las coordenadas $32^{\circ}54'30''$ Latitud Norte y $117^{\circ}16'45''$ de Longitud Oeste, resultan ser el regimen de vientos que prevalescía cuando se efectuaron las mediciones y la topografía submarina del área en cuestión.

Los vientos con dirección 260° SW ejercen un esfuerzo tangencial sobre la superficie del mar, ocasionando que las aguas se acumulen contra la costa. En donde la Plataforma Continental es ancha y el Talud de la misma muy pronunciado, las aguas se encuentran contra una barrera que les impide fluir más hacia la costa.

La Plataforma Continental frente al área de La Jolla, California., se encuentra bien diversificada. El Talud Continental principia aproximadamente a los 91 metros (50 brazas) de profundidad (ver Figura No. 3), y la amplitud de la plataforma varía considerablemente en una distancia relativamente corta. Al Norte de La Jolla, la isobata de los 91 metros se localiza a una distancia aproximada de 5 kilómetros; y inmediatamente frente a La Jolla, se encuentra a menos de 0.5 Kms. Más al Sur la plataforma vuelve a ensancharse hasta alcanzar 5 kilómetros.

La Figura No. 3 que representa a la carta batimétrica de la zona de estudio, nos demuestra la presencia de dos cañones submarinos, justo donde la Plataforma Continental se torna más angosta para alcanzar una amplitud de aproximadamente 0.5 - 0.25 kilómetros. El que se encuentra más al Norte se denomina "Scripps Canyon" y el que

se localiza más al Sur "La Jolla Canyon". Una descripción detallada de las características geológicas de estos dos cañones ha sido elaborada por Shepard (1971).

Por lo tanto, desde el punto de vista del movimiento de las masas de agua costeras, la característica topográfica submarina más importante es la Plataforma Continental y sus variaciones en amplitud. De aquí que cuando los vientos transportan a las masas de agua oceánicas hacia el Este, como se discutió con anterioridad y, existe un agotamiento abrupto por parte de la Plataforma Continental, las aguas lograrán converger con la costa dando como resultado que el flujo de las masas de agua costera presenten un desplazamiento resultante hacia el Norte; ya -- que La Punta La Jolla actúa como barrera que impide que el agua fluya hacia el Sur.

Considero pertinente el aclarar que el muestreo efectuado, no permite realizar una extrapolación de los datos hacia otros meses del año de 1971, ni mucho menos generalizar para tiempos futuros. Para poder concluir y discutir en definitiva, se necesitarían realizar muestreos continuos y consecutivos por espacio de varios años.

En los primeros párrafos de este capítulo, hicimos notar que los vientos son la fuerza más importante generadora de corrientes, frente a La Jolla, California. Conversamente, el resultado directo de las fluctuaciones diurnas del nivel del mar debido a la acción de las mareas es de una importancia significa-

tiva en los movimientos laterales de las masas de agua.

Aún y cuando las corrientes generadas por los vientos son las más comunes, estas usualmente no fluyen directamente hacia la costa, como se pudo apreciar por los resultados obtenidos por el correntómetro M1 y que fueron ya discutidos. Cuando estas llegan a desplazarse hacia la costa, sus velocidades resultan ser bajas.

En las fluctuaciones altas y bajas, la marea -- está acompañada por un movimiento horizontal de avance y de retroceso del agua denominado corriente de marea. Los dos movimientos ----- el desplazamiento vertical de alta y baja, y el horizontal de avance y retroceso de la corriente de marea, ----- están íntimamente relacionados formando parte del mismo fenómeno.

La relación que existe entre la marea y la corriente de marea no es una simple, ni tampoco resulta ser igual para diferentes localidades. En determinada localidad una corriente bastante fuerte puede acompañar a una marea que posee un desplazamiento vertical moderado, mientras que en otra localidad el desplazamiento puede estar acompañado por una corriente poco intensa. Es más, la relación en tiempo entre la corriente y la marea varía ampliamente de lugar a lugar. En algunas localidades, la magnitud de la corriente coincide con la pleamar y la bajamar, mientras que en otras la diferencia en magnitud de la corriente en función del tiempo, coincide con la alta y la baja marea.

Por consiguiente, el flujo no siempre será sinónimo con la pleamar, ni tampoco el refluo será sinónimo con la bajamar.

La Gráfica No. 5, ejemplifica al diagrama progresivo de vectores de la corriente registrada por el correntómetro M1, pero en la cuál no se diferencia el efecto que pudo haber ejercido la corriente de marea. Sin embargo, la Gráfica No. 6, define claramente a través de un diagrama progresivo de vectores, el flujo de las masas de agua menos el efecto ejerció la corriente de marea.

Las Gráficas 12 y 13 ilustran exactamente el mismo principio que las cinco y la seis, pero para la corriente registrada por el correntómetro M2.

Si ahora comparamos la Gráfica No. 5 con la 6, y la 12 con la 13, nos podremos dar cuenta de que en ninguno de los dos casos el efecto que ejercieron las corrientes de marea, fue significativo, es más hasta se podría considerar casi nulo.

Sin embargo, resultaría un tanto aventurado el considerar a estos resultados como veraces, puesto que las probabilidades de que la corriente de marea no ejerza un efecto mayor sobre la circulación de las masas de agua costeras, son mínimas. Por tal razón, preferiría considerar a tal similitud de datos progresivos de vectores, como el resultado de la ineficacia por parte del programa, para poder analizar una cantidad de datos como los que se procesaron para la realización de esta investigación. ~~El programa se diseñó para cuando apenas se reali-~~

zaban observaciones y mediciones directas de magnitud y dirección de las corrientes por un espacio de tiempo de seis días como máximo. Por consiguiente, cuando se trata de analizar un número mayor de datos, el ajuste de Fourier resulta ser muy pobre. Esto claramente se puede visualizar en las Gráficas progresivas de vectores. Es por tal motivo que en esta investigación, se prescindió de tratar de discutir el efecto de las mareas y corrientes de marea, sobre la circulación de las aguas costeras, frente a La Jolla, California.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- 1) El flujo de las masas de agua oceánicas, registrado en el punto geográfico definido por las coordenadas $32^{\circ}54'45''$ Latitud Norte, y $117^{\circ}21'15''$ Longitud Oeste, a 33.33 mts. de profundidad, fluyen a una velocidad promedio de 3.06 cm/seg., con una dirección promedio de 144.5 grados durante el período de tiempo comprendido entre el 2 de julio de 1971 y el 13 de julio del mismo año.
- 2) Las mediciones directas de magnitud y dirección del flujo de las masas de agua costeras realizadas en el período de tiempo comprendido entre el 7 de julio de 1971 y el 18 de julio de 1971, en el punto geográfico cuyas coordenadas son $32^{\circ}54'30''$ Latitud Norte y $117^{\circ}16'45''$ Longitud Oeste y a 33.33 metros de profundidad, nos demuestran que la corriente fluye con una dirección promedio de 352° , con una velocidad promedio de 5.05 cm/seg.
- 3) Correlacionando las primeras dos conclusiones, se deduce esta tercera: las aguas superficiales que integran el Sistema de la Corriente de California,

en su frontera Este, al aproximarse a los 32° de Latitud Norte, tienden a fluir hacia la costa para después cambiar de dirección hacia el Norte. Por lo tanto, las masas de agua costeras frente a La Jolla, describen un movimiento giratorio en forma ciclónica.

- 4) La causa principal que origina el giro en sentido inverso a las manecillas del reloj, son el patrón de circulación de las masas de aire atmosférico, que reina sobre el área de estudio y la configuración topográfica del fondo submarino.
- 5) Estas conclusiones no se pueden hacer extensivas para otros meses del año de 1971, sino solamente para el mes de julio que fue cuando se realizaron las mediciones.

CAPITULO VI

RESUMEN

El conocimiento de los movimientos del agua cerca de la costa es de inmensa importancia para poder comprender en detalle la circulación de las masas de agua oceánicas, la ecología de los organismos, el intercambio calórico y energético entre la atmósfera el océano y los sedimentos, la refracción del sonido y las condiciones ingenieriles, instrumentación, el efecto de las aguas negras sobre el medio ambiente marino y la reacción de este bajo el efecto de los contaminantes.

Este trabajo pretende investigar sistemáticamente, durante un período de 798 horas consecutivas del mes de julio de 1971, la dirección y magnitud de la circulación costera frente a La Jolla, California. Para la realización de la investigación se instalaron dos correntómetros Isaacs-Schick Modelo 6, a 33.33 metros de profundidad en las siguientes coordenadas geográficas: $32^{\circ}54'45''$ Latitud Norte, $117^{\circ}21'15''$ Longitud Oeste y $32^{\circ}54'30''$ Latitud Norte, $117^{\circ}16'45''$ Longitud Oeste.

Durante el período de mediciones realizado del 2 de julio hasta el 18 de julio de 1971, las masas de agua costeras frente a La Jolla, California., fluyen con dirección Norte-Oeste hasta aproximarse a los 32° de Latitud Norte, en donde cambiaron de dirección para fluir hacia el Este y posteriormente hacia el Norte.

La causa principal que origina el giro en sentido inverso a las manecillas del reloj, son el patrón de circulación de las masas de aire atmosférico, que reinan sobre el área de estudio y la configuración topográfica del fondo submarino.

BIBLIOGRAFIA

- Arthur, R. S. 1960. Variations in Sea temperature off La Jolla. *Journal of Geophysical Research*. 65:4081-86.
- Bascom, W. 1964. Waves and Beaches the dynamics of the ocean -- surface. New York: Doubleday and Co., Inc.
- Burkov, V. A. 1969. The Bottom circulation of the Pacific Ocean. *Oceanology* 9:179-88.
- Chamberlain, T. K. 1964. Mass transport of sediment in the heads of Scripps submarine canyon, California. In *Mar. Geol. Shep. Comm. Vol.*, ed. R. Miller, pp, 42-64. New York: Macmillan Co.
- Clancy, P. E. *The Tides Pulse of the Earth*. New York: Doubleday & Co., Inc., 1969.
- Dietrich, G. *General Oceanography*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1963.
- Dill, R. F. 1964. Sedimentation and erosion in Scripps Submarine canyon head. In *Mar. Geology. Shep. Comm. Vol.*, ed. R. Miller, pp 23-41. New York: Macmillan Co.
- Fleming, R. H. 1940. Character of the currents off Southern California. *Proc. 6th Pacific Sci. Congr.*, Berkeley 3:149-60.
- Gaul, R. D., and H. B. Stewart, Jr. 1960. Nearshore ocean currents off San Diego, California. *J. Geophys. Res.* 65-1543-56.
- Grigg, R., and R. S. Kiwala. 1970. Some ecological effects of discharged waste on marine life. *Calif. Fish & Game* 56:145-55.
- Guilcher, A. 1957. *Morfología Litoral y Submarina*. Barcelona: -- Ediciones Omega, S. A.
- Harvey, H. W. *The Chemistry and Fertility of the Seas*. New York: Cambridge University Press, 1966.
- Isaacs, J. D., G. B. Shick. 1960. Deep-Sea free Instrument Vehicle. *Deep Sea Research*. 7:61.
- Isaacs, D. J., J. L. Reid, Jr., G. B. Shick, and R. A. Schwartzlose. 1966. Near-bottom currents measured in 4 kilometers depth off the -- Baja California Coast. *Journal of Geophys. Res. Vol. 71, N°18*.

Jennings, F. D., R. A. Schwartzlose. 1960. Measurements of the California Current in March 1958. Deep Sea Research, Vol. 7:42-47.

Jones, H. J. 1971. General circulation and water characteristics in the Southern California Bight. SCCWRP.

Kinsman, B. Wind Waves their generation and propagation on the ocean surface. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1965.

Paylova, Y. V. 1966. Seasonal variations of the California -- Current. Oceanology 6:806-14.

Rambow, C. A., and P. V. Hennessy. 1965. Oceanographic Studies for a small waste water outfall. Water Poll. Control Fed. 37: 1471.

Raymont, E. G. J. 1963. Plankton and Productivity in the Oceans. New York: Macmillan Co., Pergamon Press.

Reid, L. J. Jr., G. I. Roden, and J. G. Wyllie. 1958. Studies of the California Current System. Contributions from S. I. O., New Series N°998.

Reid, J. L. Jr., R. A. Schwartzlose. 1962. Direct Measurements of the Davidson Current off Central California. Journal of Geophysical Research. Vol. 67, N°6.

----- . 1963. Direct Measurements of a small surface Eddy off Northern Baja California. Journal of Marine Research. Vol. 21 N°3.

Riley, P. J., and G. Skirrow. (ed) Chemical Oceanography. New York: Academic Press, 1965.

Shepard, F. P. The Earth Beneath the Sea. New York: Atheneum, 1971.

Schwartzlose, R. A. 1962. Nearshore currents of the western United States and Baja California as measured by Drift Bottles. Calif. -- Coop. Oceanic Fish. Inves. Vol. IX.

Sverdrup, U. H., M. W. Johnson, and R. H. Fleming. 1942. The Oceans their physics, chemistry and general biology. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Thorade, H. 1963. Methods used in the study of ocean currents. (Traducción al inglés por G. F. Mc Ewen) Handbuch der Biologischen Arbeitmethoden, Berlin.

Von Arx, W. S. 1962. An Introduction to Physical Oceanography. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Co.

Warner, T. 1969. Currents in La Jolla and Scripps submarine -- canyons. Science 165:177-78.

Wooster, W. S., and J. L. Reid, Jr. 1963. Eastern Boundary Currents. In The Sea. Vol. 2., ed. M. N. Hill, pp 253-276. New York: John Wiley and Sons, Inc.