

551-4708  
B 982 e.  
1967  
F. I y Arq.

084174

Ej. 3

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESTUDIO DE LAS MAREAS EN  
EL SALVADOR

NIVEL MEDIO DEL MAR

TESIS PRESENTADA

POR

JOSE BUSTAMANTE h.

PREVIA A LA OPCION DEL TITULO

DE

INGENIERO CIVIL

SAN SALVADOR

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA

SEPTIEMBRE DE 1967



UES-T.I.R.  
B982a  
1967

ES 3-16160

UES BIBLIOTECA CENTRAL  
  
INVENTARIO: 10122918

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE EL SALVADOR

RECTOR: Dr. Angel Góchez Marín

SECRETARIO: Dr. Gustavo Adolfo Noyola

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECAHO: Ingeniero Guillermo Imery

SECRETARIO: Ingeniero Rodolfo Jenkins

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

Ingeniero Ricardo Martínez González

JURADO DE TEMA DE TESIS

Ing. José Napoleón Gómez C.

Ing. Atilio García Prieto

Ing. Mario Humberto Zavaleta

DEDICATORIA:

A MI MADRE,

Doña Ana Julia

Con especial admiración por

su abnegada asistencia:

a mi esposa Marta Lidia

y a mi hijo Juan José.

## ESTUDIO DE LAS MAREAS EN EL SALVADOR.

### NIVEL MEDIO DEL MAR.

#### 1.- MAREAS:

Propósito de su estudio

Teorías

Causas. Efectos.

Intervalo LUNA-MAREA

#### 2.- MAREOGRAFOS:

Diversos tipos - Breve descripción y  
funcionamiento.

Localización B.M. de Referencia

Mareogramas

#### 3.- ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE MAREOGRAMAS:

Lecturas comparativas

Tabulación de Altas y Bajas

alturas Horarios

Temperatura, Densidad y Salinidad

#### 4.- PLANOS DE REFERENCIAS - DATUMS:

Nivel medio del mar

Nivel de Bajamares

Nivel de Bajamares más bajas

Nivel de Bajamares de Sicigias

5.- REDUCCION POR MAREA EN LOS SONDEOS:

Cartas especiales área Puerto de Acajutla  
Relación con construcción de Muelles  
Relación con trabajos Gravimétricos en el  
Golfo de Fonseca.-

6.- TABLAS DE MAREAS:

Análisis armónico - Constituyentes  
Máquinas de Predicción  
Uso de Programas IBM

7.- ENLACE BM. CON EL CERO DE LA MIRA MAREOGRAFICA:

Importancia del punto "a"  
Análisis del punto "a" en La Unión y  
Acajutla.-

8.- TSUNAMIS = MAREMOTOS:

Estaciones de Alarma del Pacífico  
Regiones Sísmicas Submarinas en nuestro  
Litoral.-

9.- APENDICE:

Necesidad de un Departamento de Hidrografía.  
Control y Estudio de Mareas y Corrientes  
Entidades relacionadas: Marina Nacional, -  
C.E.P.A., Compañías Pesqueras.-

10.- TABLAS AUXILIARES, EJEMPLOS, DIAGRAMAS, GRAFICAS,

FOTOGRAFIAS.-

Las Mareas y los cuerpos que las producen.

Al levantamiento y caída rítmicos en la superficie de los Océanos se les conoce con el nombre de mareas, y resultan de la fuerza de atracción gravitacional de la luna y del sol que actúan sobre la Tierra. Este movimiento hacia arriba de las aguas es acompañado por movimientos horizontales, que se manifiesta particularmente en golfos, bahías y estuarios, y reciben el nombre de Corrientes de Marea.

Cuando el agua sube y se mueve hacia tierra firme es el aflujo y cuando baja y se retira de la tierra firme es el deflujo o reflujo. La máxima altura a la cual se levanta el agua se llama Marea Alta; el mínimo nivel es Marea Baja. La diferencia entre estos dos valores es el Rango o Amplitud de la Marea.

Estando la luna mucho más cerca de la tierra, que cualquier otro cuerpo celeste, élla es la causante primera de las mareas, aunque el Sol también influye, pero su influencia es únicamente de  $2/5$  del valor lunar. Los planetas y demás cuerpos celestes dan efectos combinados, pero a causa de su gran distancia y relativos tamaños al cuerpo de la Tierra, pueden tomarse como despreciables.

Causa de las Mareas.

La Causa principal de las mareas es la diferencia en atracción gravitacional ejercida por la Luna sobre las diferentes-



partes de la Tierra.

Esta atracción varía como el cuadrado de la distancia desde la Luna, así será mayor la atracción sobre la cara de la Tierra que esté directamente frente a la Luna, que sobre el centro mismo de la Tierra, por la diferencia en distancia que en este caso será el valor del Radio Terrestre. Si suponemos la superficie de la Tierra cubierta por agua y que estas aguas respondieran de manera instantánea a la atracción lunar, estando la Luna en el plano del Ecuador terrestre y despreciando fricción e inercia tendríamos una situación tal como la indicada en figura 1.

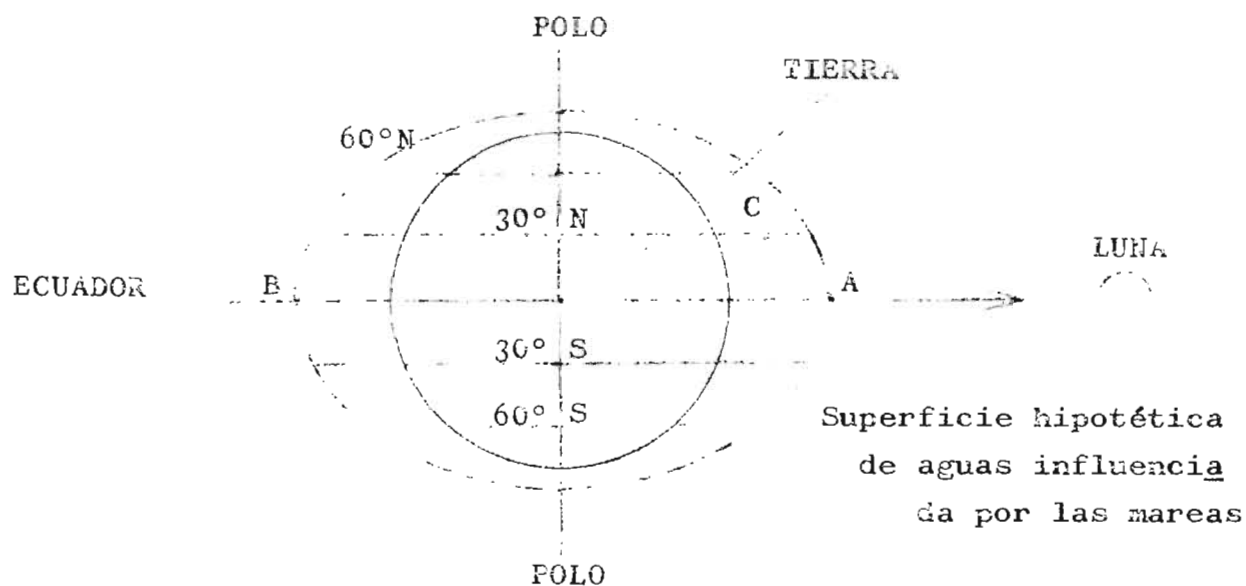


FIGURA # 1

Las mareas altas, en cualquier instante podrán estar en el Ecuador directamente bajo la Luna ( Punto "A" ) así como también en un punto "B" en el lado opuesto de la Tierra; los puntos bajos o mareas bajas tendrán lugar en los polos. La Amplitud de la Marea variará de un máximo valor en el Ecuador, -

hasta Cero en los polos.

Para un observador situado en " C " sucederán 2 valores de Mareas Altas de altura casi igual y así también 2 valores de Mareas Bajas, ésto sucederá durante un intervalo comprendido entre 2 pasos sucesivos ( tránsitos ) de la Luna sobre su meridiano.- Este intervalo se conoce como día lunar y tiene un valor promedio de 24.84 horas.- De modo pues, que en " C " se suceden 2 altas y 2 bajas, por lo que la marea es típicamente Semidiurna y el período total es de 24 horas 50 minutos.

El intervalo entre 2 Altas sucesivas ( o entre 2 Bajas - sucesivas ) será de 12 horas 25 minutos y finalmente el intervalo entre una Alta y su sucesiva Baja es aproximadamente de 6 horas 13 minutos. -

Así tenemos brevemente explicada la marea lunar, que vendrá modificada por las distintas posiciones de la Luna y del Sol, los efectos de las profundidades de las aguas y de la plataforma continental además de otros factores.

#### Efectos del Cambio de Declinación Lunar.

La declinación de la Luna varía en un cierto período de tiempo.- Esta variación resulta del hecho que el plano de revoluciones de la órbita lunar alrededor de la Tierra está inclinado con respecto al plano del Ecuador. En el Ecuador las 2 mareas Altas permanecen iguales y la marea es de carácter Semidiurna.

Para un observador en " B ", ( ver figura 2 ) con la luna en su meridiano, el valor de la Marea Alta será mayor que el promedio; 12 horas lunares ( 12.42 horas solares ) más tarde.

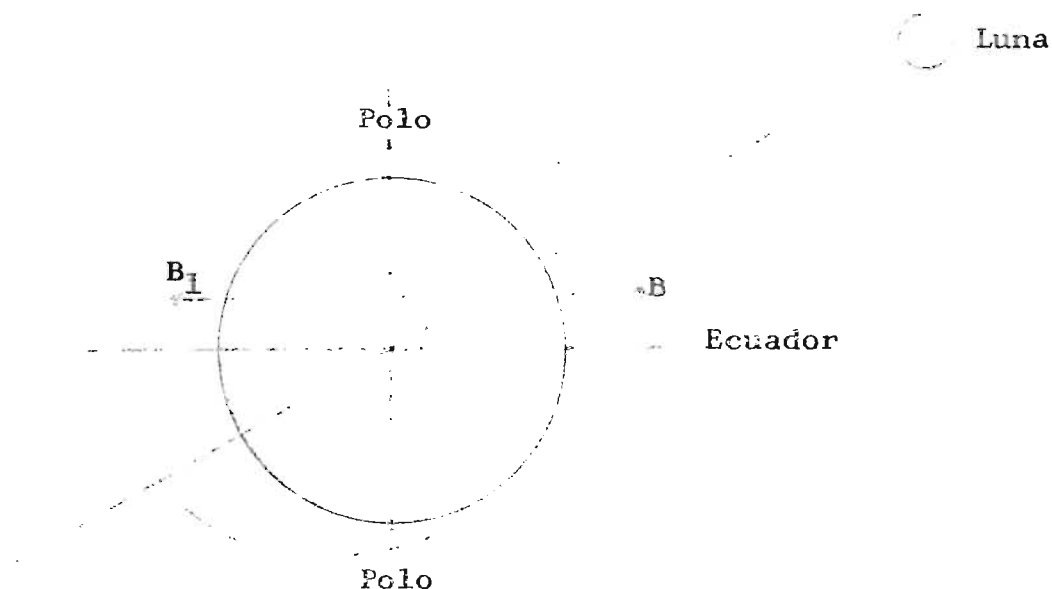


FIGURA # 2

Cuando el observador esté en " B<sup>1</sup> ", la marea alta que suceda - será menor que el promedio. Hay de este modo, una Desigualdad - Diurna entre las dos mareas altas.

#### Efectos de la Relativa Posición del Sol y la Luna.

El período de revolución de la Luna alrededor de la Tierra, con respecto a un plano que pase a través de la Tierra y el Sol se conoce como mes lunar o sinódico; tiene una duración de - 29  $\frac{1}{2}$  días.

Las posiciones de la Luna, con respecto al Sol y la Tierra

durante este período se conocen como Fases de la Luna ( ver figura 3 ).-



FIGURA # 3

Cuando la Luna y el Sol están actuando en línea recta, luna nueva y luna llena, sus efectos a las mareas se agregan o suman, -- produciendo mareas altas más altas que las usuales; se conocen como Mareas Vivas. Las más Altas o de Sicigias.- Cuando la Luna está en las Cuadraturas ( Creciente y Menguante ) las mareas producidas se neutralizan unas contra otra, produciendo valores de Amplitud menores que los normales; estas mareas se conocen con el nombre de Mareas Muertas, las más Bajas o Mareas de Cuadratura.

#### Efectos de la Variación de Distancia entre Tierra y Luna y Tierra y Sol.

La excentricidad de la órbita lunar es muy grande, la distancia de la Luna a la Tierra varía en un 13%; de ahí que la -

fuerza lunar en las mareas varía a través del período del mes lunar. La amplitud de las mareas es de un 20% mayor cuando la Luna está más cerca de la Tierra ( Perigeo ) que cuando está mas alejada ( Apogeo ). La excentricidad de la órbita terrestre alrededor del Sol es menor, la variación de distancia es de un 3%; el efecto solar en la marea es mayor en el Perihelio ( alrededor del 1° de Enero ) que en el Afelio ( alrededor del 1° de Julio )

### Efectos de la Longitud del Nodo Lunar.

Estos efectos son debidos al cambio cíclico en las declinaciones de la Luna. La duración de este ciclo o período requerido para que la longitud del nodo lunar\* pase a través de un rango completo de 0° a 360°, es un poco menos de 19 años.- De ahí que si tenemos observaciones de marea continuadas por un período de 19 años, los efectos de las variaciones por la declinación Lunar estarán también incluidos.- Cuando se tienen observaciones de marea por períodos cortos, las amplitudes y demás datos obtenidos deberán corregirse por el efecto de la longitud del nodo lunar,. Si el período resulta menor de un año, debe hacerse también una corrección por efecto de las variaciones en la declinación del Sol.

(\*)-Nodo Lunar- ( A manera de explicación ).- Los puntos en los que el plano de la órbita lunar intercepta la eclíptica se denominan odos lunares. - Existiendo el nodo ascendente cuando cruza del hemisferio SUR al NORTE; y el nodo descendente donde cruza del NORTE al SUR.- Por lo general se designa al nodo ascendente por NODO para abreviar.

## Efectos del Viento y la Presión Barométrica.

Los cambios del tiempo ( condición atmosférica ) influyen también en la altura y el tiempo en que ocurre una Marea Alta o Baja. Así, si el viento sopla del mar hacia una bahía, la altura de las aguas será mayor, el tiempo ( hora ) de la Marea Alta será retrasado también y el máximo nivel no será observado hasta que los efectos del deflujo balancen los efectos del viento.- Por el contrario, si el viento sopla de la bahía hacia el mar, la situación y efectos serán opuestos.

Cuando la presión barométrica sea baja, la superficie del agua será elevada o alzada, ocurriendo lo contrario con presión más alta que la normal. Por regla general, 1 pulgada de Hg en el Barómetro causará un cambio de 1 pié en el nivel de las aguas.

Los efectos de las condiciones del Tiempo atmosférico son muy irregulares e impredecibles, tienden a balancearse durante un período largo de observaciones, aunque en algunas localidades estos cambios suceden con suficiente regularidad que pueden ser tomados en cuenta en las Predicciones de Mareas.

## Efectos de las Profundidades de Aguas y de la Configuración de la Plataforma Continental.

Aguas encerradas ( bahías, estuarios, etc. ) o entradas estrechas ( canales o bocanas ) afectan grandemente las amplitudes de las mareas así como también las horas en que ocurren las Altas y Bajas mareas; de tal manera que si se toman dos puntos cercanos, sus valores serán diferentes si las condiciones de si-

tuación son también diferentes entre sí; por ejemplo: el puerto de La Unión y la playa del Cuco, el primero dentro del Golfo de Fonseca y el segundo en un mar abierto,

### Intervalo Luna-Marea.

A causa de la inercia, la fricción, la configuración de las costas, la profundidad del agua y otros factores, existe un retardamiento entre el tiempo de tránsito de la luna sobre un meridiano y el tiempo de la próxima marea alta en ese lugar. Este intervalo, que varía algo dentro del mes lunar, es conocido como intervalo Luna-Marea. Si se determina en los días de luna nueva o llena, se le conoce como Establecimiento Común del Puerto. Cuando hay observaciones que cubren al menos un mes lunar, puede usarse un valor promedio para determinar el Establecimiento Correcto del Puerto o bien el Intervalo Luna-Marea del Promedio de Mareas Altas.

Para unos pocos días después de los de Luna Nueva o Llena, la cresta de la onda combinada de mareas resultante de la acción del Sol y la Luna, está al oeste de la marea de luna y las Mareas Altas ocurren temprano, esto es, el intervalo Luna-Marea está acortándose; a este fenómeno se le llama Adelanto de la Marea.

Así también para unos días antes de Luna Nueva o Llena, la cresta de la curva combinada está al este de la marea lunar y el intervalo Luna-Marea está alargándose; se le llama Retraso de Marea.

## Cambio Diario en la Hora de Mareas Altas y Bajas.

Puesto que el día lunar, o sea, el período de rotación de la Tierra con respecto a la Luna, tiene un promedio de 24.84 horas solares, la Luna cruzará un meridiano dado cerca de 50 minutos más tarde cada día. Las horas de Alta y Baja Marea estarán retrasándose esos 50 minutos cada día, como promedio.

### Tipos de Mareas.

La marea actual en cualquier lugar puede analizarse mejor si se considera como compuesta de un número de mareas parciales de Sol y Luna, cada una teniendo componentes diurnos, semi-diurnos y de largo período junto con mareas parciales que resultan de factores topográficos y meteorológicos.

En ciertas localidades los constituyentes semidiurnos son predominantes y la marea es del tipo Semidiurna, dos Altas y dos bajas durante el día.- ( Ver figura 4 )

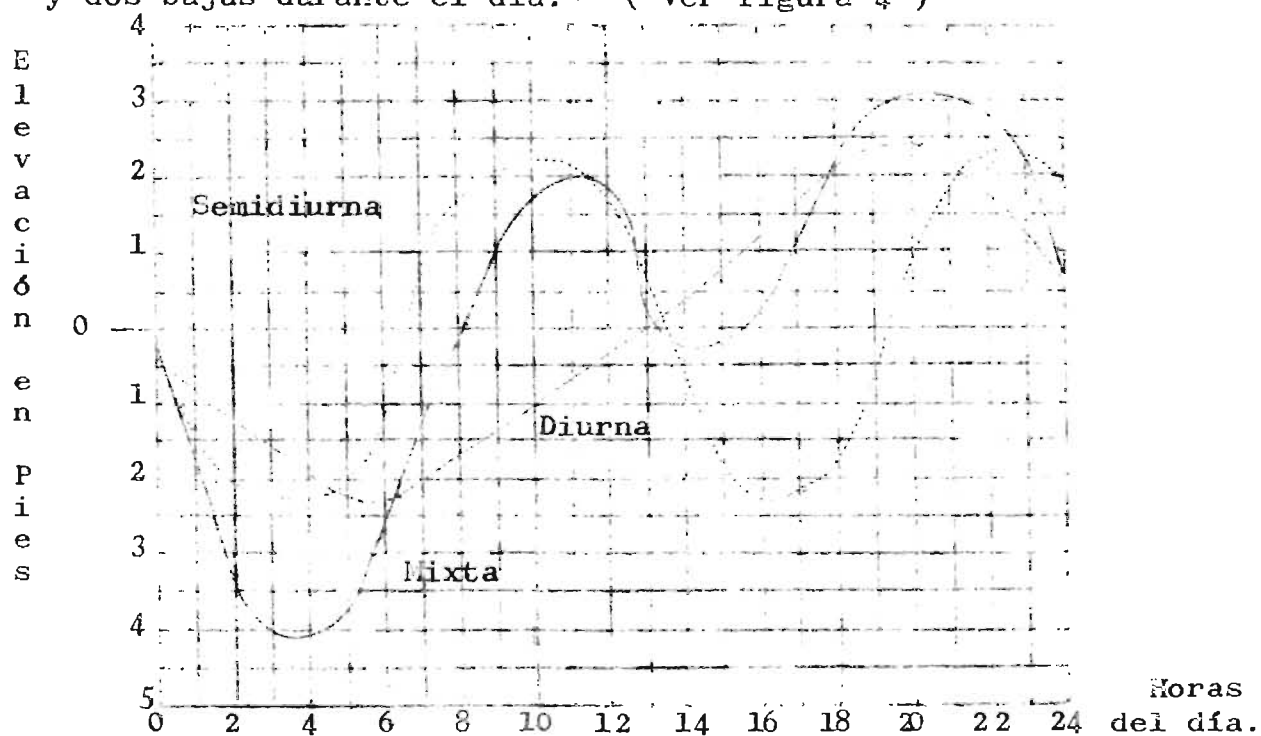


FIGURA # 4

En otras partes los constituyentes diurnos toman la ventaja



y el resultado es una marea alta y una baja, o sea, marea del tipo Diurna.

Existen otras regiones en que los constituyentes se combinan produciendo una marea del tipo mixta.

### Tablas de Mareas.

De las observaciones de mareas que cubren períodos más o menos extensos y del análisis cuidadoso de todos los factores que producen las mareas, es posible predecir las alturas y horas en que ocurrirán las mareas en varias partes del mundo.

Tales predicciones se publican en forma de tablas por diversas instituciones: Coast and Geodetic Survey en los EE UU, las Oficinas Hidrográficas de Chile y Argentina en Sudamérica, la de Tailandia en Asia, el D.H.I. en Alemania, el R.H.G. en Rusia, el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. en México.- Actualmente la Oficina de Cartografía se prepara al análisis armónico de los constituyentes en El Salvador, a fin de producir tablas nacionales de mareas.

### Corrientes de Marea.

Como se dijo antes, al alzamiento y caída del mar, sucede también un movimiento horizontal conocido como Corriente de Marea.

Tales corrientes pueden tener un efecto considerable en la ejecución de levantamientos hidrográficos de una región y deben ser tomados muy en cuenta en las construcciones de Ingeniería en Obras Portuarias.

De su observación y estudio puede predecirse para el futuro

los tiempos de máximo flujo y reflujo, así mismo se publican cartas especiales para ciertos puertos de mayor importancia, en las cuáles con flechas y números, se demuestra la dirección y velocidad de la corriente para cada hora del ciclo de marea (12 horas).

### Propósito de su Estudio.

El hombre, observador desde los comienzos del mundo, pudo mirar con cierto grado de curiosidad, cómo las aguas de los mares subían de nivel e inundaban sus riberas, y se alejaban después para iniciar un nuevo ciclo.

Después, con la invención de las embarcaciones, tuvo también necesidad de conocer, cómo aquél subir y bajar de las aguas le ayudaba o nó, para el tránsito de sus embarcaciones por pasadizos estrechos, entradas de poco fondo y en regiones con rocas bajo el agua que amenazaban el casco de sus naves.

Actualmente, aún el más humilde pescador que, sin brújula, ni sextante, ni carta náutica, ni equipo detector de bajos fondos, en su "cayuco" se aventura a salir de pesca de puerto seguro, tiene la más absoluta necesidad del conocimiento empírico de lo que son las mareas, muchas veces y por lo general adquirida por experiencia propia, pero también por consejo y conversaciones con personas más viejas que él y que saben ya de los peligros mar adentro y de las "horas buenas" para tal o cual pesca, según la hora de la marea.

Para el marino es de vital importancia el estudio y conocimiento del movimiento de las aguas y su comportamiento en regiones por donde debe atravesar su nave.

Para el Constructor de Obras Portuarias, Muelles, Rompeo--  
las, Oleoductos, Dragado Submarino, Astilleros, Diques Secos,  
etc., el conocimiento de las mareas constituye una buena parte -  
del éxito de sus obras.

Para el Cartógrafo, el Geodesta, el Hidrógrafo y para el  
Oceanógrafo, el estudio de las mareas es indispensable ya que --  
así determinará el nivel medio del mar como plano de referencia  
primario o datum de elevaciones y el nivel medio de bajamares  
como datum para Cartas Náuticas.

Según Schureman existe otro propósito fundamental para el es-  
tudio de las mareas además de los ya enunciados, aunque tiene más  
relación con Geofísica, ya que es el obtener datos para el es-  
tudio de los movimientos de la corteza terrestre.

Una Serie ininterrumpida de observaciones de las mareas en -  
determinada región suministra, a la vez, datos para la reducción  
de series más cortas de observaciones en regiones cercanas y ofre-  
ce la información que con frecuencia se requiere en procesos lega-  
les que envuelvan intereses marítimos.

De todo lo anterior expuesto y otras razones de peso que se-  
ría largo enumerar, es que desde mucho tiempo atrás, una pléya-  
de de hombres diligentes y con bastos conocimientos sobre otras -  
Ciencias, dedicaron buena parte de su vida al extenso estudio de  
la Ciencia Mareológica, exponiendo cada quién su teoría y enfo--  
cando los problemas desde distintos puntos de vista, quitando y  
añadiendo conceptos hasta llegar a nuestros días, en que, hay -  
instituciones completas dedicadas al estudio y análisis de las ma-  
reas.

## Teorías.

Las primeras teorías fueron expuestas por Newton (1642-1727) y Laplace (1749-1827). La formulación de los problemas es aún válida, aunque las dificultades matemáticas de su teoría aún no han sido salvadas.

En años más recientes se han hecho notables avances hacia el entendimiento de las mareas; Proudman, encabezando el cuerpo de científicos del Instituto de Mareas de Liverpool, ha resuelto -- problemas fundamentales para el análisis de la forma geométrica -- del fondo de los Océanos; la Escuela Austríaca (Defant y Sterneck) ha usado los principios de la hidrodinámica en el estudio de las mareas en bahías de forma irregular. Los norteamericanos en el U.S. Coast and Geodetic Survey, han hecho notables contribuciones en el análisis de mareas observadas y en la predicción de mareas en aguas costeras.

La Teoría de Newton o la teoría del equilibrio es más bien una teoría estática, sin embargo, al interpretar las causas fundamentales y el carácter del fenómeno en general, ha dado la base sobre la que se apoyan los demás estudios posteriores.

Se basa en la Ley de la Gravitación Universal y toma en cuenta las siguientes suposiciones:

- a ) La Tierra está envuelta por un océano de profundidad uniforme.
- b ) La inercia y la viscosidad del agua, así como la atracción de sus partes, es despreciable, por lo que el océano puede adoptar la forma requerida por las fuerzas productoras de las mareas.

Luego analiza la fuerza centrífuga de la rotación de la Tierra y la fuerza de atracción ejercida por la Luna, llegando a un estado de suma vectorial de ambos sistemas por lo que en un lugar cualquiera deberán verificarse las mareas altas o pleamares debido a los pasos superior e inferior de la luna por el meridiano de dicho lugar.

De la explicación que Newton dió a la formación de las mareas se deduce que enormes masas de agua deben trasladarse de un lugar a otro de la Tierra; pero, realmente la formación de protuberancias se genera como las de las olas, por desplazamientos circulares pequeños y de gran lentitud de las moléculas de aguas.

Laplace descubrió que los movimientos de las mareas eran debidos a diversas ondulaciones periódicas producidas por el Sol y la Luna; de ahí que dicha teoría es la precursora de lo que se conoce ahora como Análisis Armónico de la Marea.

El Indicador de mareas es un instrumento para medir la altura de las mareas.- Los hay de dos clases: mareómetro y mareógrafo.

Mareómetros :

Son los más sencillos; consisten en un indicador corriente de nivel sin registrador y requieren la atención constante de un observador que vaya anotando la altura de las mareas.- Los hay de vara o mira graduada, de indicador de flotación y de presión.

El de vara consiste en una regla vertical de 1 a 2 pulgadas de espesor y 4 a 6 pulgadas de ancho, con escala graduada en piés y décimos de piés.- Debe ser lo suficientemente larga para medir tanto las mareas bajas extremas como las altas extremas.- La escala se fija a un pilote u otra base adecuada de manera que la numeración sea ascendente; quedando así asegurada, constituye la llamada escala fija.

El mareómetro de cinta sustituye al de vara en playas abiertas donde el movimiento de las aguas es demasiado violento para permitir la buena lectura en el simple indicador de vara.- Consiste en un flotador dentro de un tubo; el flotador va unido a una cinta que pasa por una polea sujeta al techo de la caseta -- donde se instala.- La cinta se mantiene tensa por un contrapeso. En la cinta se leen las subidas o bajadas del flotador, el cuál

a su vez sube o baja según lo hace la marea.

El tubo debe ser cilíndrico; el flotador puede ser de 8.5 pulgadas de diámetro ó de 3.25 pulgadas, sin embargo es preferible el más grande pues su plano de flotación es más estable y no tan sensible a los cambios de fricción que se producen al estar funcionando.

En el mareómetro de presión se miden los cambios de nivel -- del agua por la variación en presión ocasionada por el ascenso y descenso de la marea.- Se ha usado con suficiente éxito en bancos arenizos a alguna distancia de la costa donde no es posible instalar el mareómetro corriente.

#### M a r e ó g r a f o s :

Los hay que anotan el ascenso y descenso de la marea por medio de gráfica continua, otros lo imprimen en cifras, otros perforan una cinta y otros que indican el nivel del agua por medio de un dispositivo fotográfico.

#### Mareógrafo Automático Standard.

El más conocido y más usual, es el del Coast and Geodetic Survey, el cuál viene a ser un tipo perfeccionado del modelo Stierle.- Consiste esencialmente : de un flotador que se mueve dentro de un tubo vertical al cuál entra el agua libremente pero sin el alborotado oleaje levantado por el viento, ya que se amortigua al llegar al interior del pozo debido al pequeño diámetro de la abertura.- El subir y bajar del flotador acciona un tornillo sin fin, el cuál mueve un lápiz cuya punta descansa sobre

una tira de papel que avanza a velocidad constante accionada por un mecanismo de reloj.- El movimiento combinado del papel y del lápiz en el tornillo sin fin, van trazando una curva sinuosa continua que indica el ascenso y descenso de la marea.

#### Breve descripción de las partes :

El mecanismo de reloj consiste de 2 relojes montados en un bastidor.- Uno es el reloj de tiempo y para marcar las horas, acciona un dispositivo especial que funciona a cada hora.- El otro reloj es el motor y su función es la de mover el cilindro principal por donde va pasando el papel que recibirá la impresión del lápiz.

Ambos relojes son regulables caso de no caminar bien, además la cuerda les dura un promedio de 6 días.- El reloj motor mueve el papel a razón de una pulgada por hora.

Existen también un rodillo alimentador de papel y otro receptor de la parte de papel ya procesado.- El rollo de papel viene blanco, sin rayas, tiene una longitud suficiente para un mes entero de 31 días.- Una vez terminado un rollo recibe el nombre de mareograma.

El flotador standard mide 8.5 pulgadas de diámetro, 2 pulgadas de altura con extremos superior e inferior ahusados; pesa 4.5 libras.- Va sostenido a un alambre #23 americano, el cuál pasa por una polea y lleva un contrapeso al otro extremo unido a una polea móvil.



## Mareógrafo Automático Portátil.

Se utiliza para series cortas de observaciones de marea; es de gran utilidad en levantamientos hidrográficos en regiones en donde no hay mareógrafo standard.- Tiene un sólo reloj y un solo cilindro.- Funciona bajo una cubierta de hierro que lo protege de la intemperie, no necesitando caseta.

A los sitios en donde se instalan mareógrafos se les denomina Estaciones Mareográficas y pueden ser Primarias o Secundarias.

Las Estaciones Mareográficas Primarias funcionan por un período de varios años para obtener un registro continuo de la marea en la localidad deseada.- Como el registro constituye información básica sobre las mareas tanto al presente como para el futuro, es muy importante que la instalación sea lo más adecuada y no expuesta a cambios ni a daños, por ejemplo; en El Salvador existe la estación " La Unión ", en el muelle de Cutuco, ahora colocada dentro de la construcción de las nuevas bodegas del muelle, está bien situada y el tubo del flotador está muy bien asegurado a los pilotes de concreto del muelle.

En Acajutla, la estación mareográfica está también dentro de las bodegas en el muelle de Acajutla, la tubería está firmemente asegurada al piso, por una platina embebida al concreto de la losa, y la caseta está muy bien construída.

A la Estación Mareográfica debe prestársele también un buen mantenimiento y suplirle de inmediato cualquier necesidad que tenga, manteniendo existencia disponible de los repuestos más ele

mentales, a fin de que el funcionamiento del mareógrafo pueda estar exento de interrupciones; proporcionando así el más alto grado de seguridad y precisión a sus mareogramas.

Una estación Primaria debe estar situada en un lugar con no menos de 5 piés de agua en la marea baja más baja probable.- Debe estar alejada de desembocaduras de ríos, ya que el agua de éstos - influiría en la determinación del nivel medio del mar.

La caseta que generalmente resguarda estas instalaciones es cuadrada, debe tener ventanas para que entre suficiente luz y ventilación.- El mareógrafo debe estar sobre una pequeña mesa de madera colocada encima de la boca del tubo del flotador, dejando suficiente espacio para limpieza del aparato cuando sea necesario.

La mira de control o mira de mareógrafo debe estar lo más -- cerca posible de la caseta del aparato; en esta mira el observador debe tomar lecturas diarias del nivel de las aguas y anotar las en el rollo para ulteriores cálculos.

Además del equipo ya brevemente descrito, una estación Primaria debe tener un sistema de marcas de nivelación.

#### Marcas de Nivelación o Bancos de Marca de Referencia.

Los requisitos principales de estos B.M. son estabilidad y seguridad de identificación.- A menudo llegan a ser hasta 10 B.M. diseminados en un área de 1 Km<sup>2</sup> alrededor de la estación mareográfica.- Se usan discos de aleación de cobre de 3.5 pulgadas de diámetro con identificación grabada.- Cada vez que se hace o

se repite una nivelación de revisión, deben ocuparse al menos 5 marcas de las ya establecidas, preocupándose por restituir de inmediato las que por una ú otra causa se hayan perdido.

Toda nivelación debe ocupar también el punto " a " de enlace entre las B.M. de tierra y la mira mareográfica ( Ver Capítulo 7° ).- El límite de cierre para estas nivelaciones es de  $\pm 4 \sqrt{K}$  mm entre la corrida " adelante " y la " hacia atrás ", siendo K en Kilómetros la longitud corrida entre cada par de B.Ms.- ( Ver Esquemas de Localización, figura 5 ).

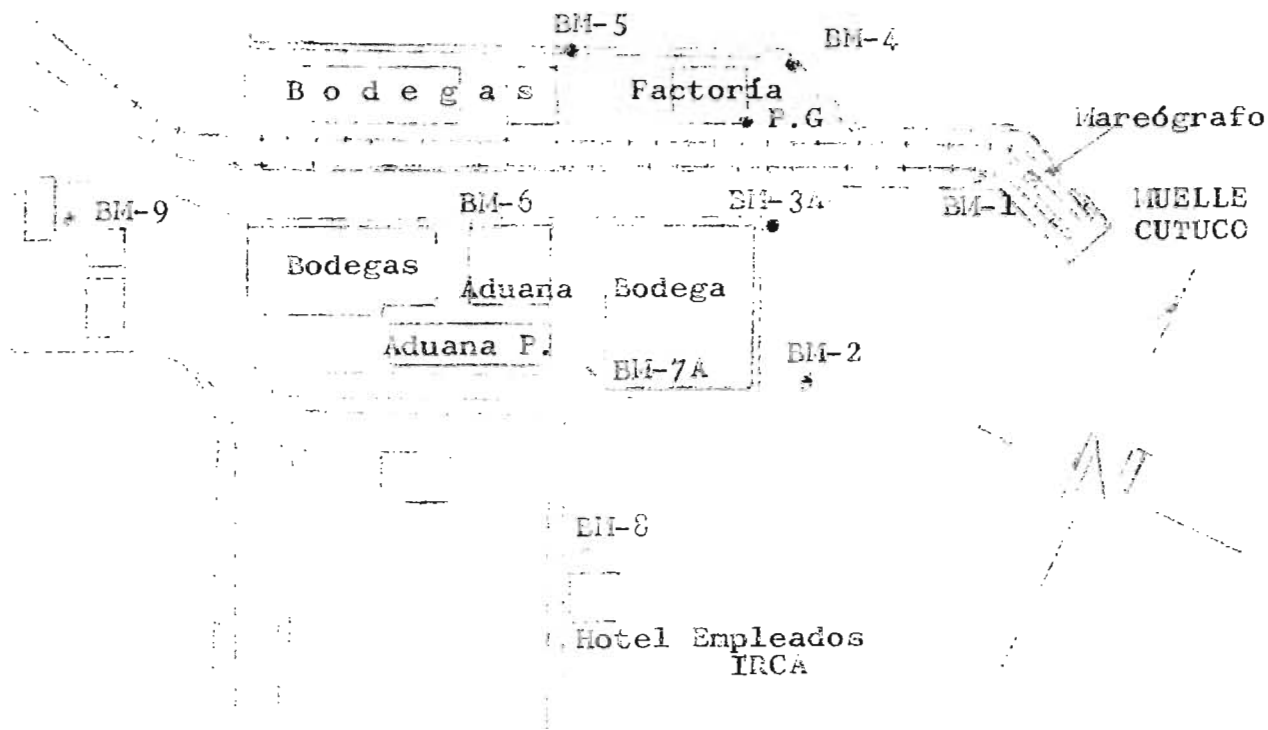


FIGURA # 5  
Esquema de Localización de B.M.-

## Mareogramas.

Su cuidado comienza desde la colocación del rollo de papel, - operación para la cual el observador debe estar bien enseñado y - no dudar en la posición correcta de cada una de las piezas ya que por un descuido puede echarse a perder la gráfica.

Sucede a menudo que :

- a ) El papel se rompe : debido a la mala posición inicial o a lápices muy afilados, exceso de tensión del contrapeso, etc.
- b ) La línea curva se desplaza a lo largo de un lado del rodillo: debido a mala colocación del lápiz trazador en el tornillo sin fin, sucede a menudo con un observador novato;
- c ) Curva sin señalamiento de horas : al observador se le olvidó acoplar la pieza que dispara cada hora o reloj horario parado;
- d ) Línea del plano de referencia no grabada : o punta de lápiz quebrada ó demasiado separada del papel;
- e ) Curva achatada en las vueltas de marea : posible flotador con agua, habrá que secarlo y revisarlo detenidamente, o bien tornillo sin fin sucio.
- f ) Pueden existir enredos en el alambre del flotador, y aún -- llegar a roturas.
- g ) La más común de las fallas, es el reloj motor parado por suciedad del mecanismo o falta de cuerda, el resultado es - una línea transversal con las horas marcadas;

h ) Si la curva no muestra sensibilidad debida al oleaje natural, puede ser que el flotador tenga agua o bien que las entra das del agua al pozo del flotador estén obstruidas por conchuelas o broma, se necesitará hacer una limpieza de dichas aberturas.

Enumeradas así a grandes rasgos las deficiencias que pueden ocasionar un mal mareograma, se deduce que de la atención que un buen observador de una estación mareográfica debe prestar a todas y cada una de las partes del aparato, depende el buen resultado de la gráfica y por ende de los análisis ulteriores y datos que se tomarán en la oficina.

Cada rollo terminado ( mareograma ) va acompañado de unas hojitas de Reporte Semanal, que son como resumen de las lectu-- ras diarias tomadas de la mira mareográfica, lecturas que también van escritas en el rollo, para después calcular las lecturas Com parativas.- Parte importantísima de esta fase es la señal o mar- ca en la curva, para saber donde y cuando se tomó la lectura de mira.- ( Ver ejemplo en figura 6 ).

6  
-

- 8

Fecha : 10 Junio - 1900  
Hora Correcta  
(6 Local)..... 09:40  
Hora de  
Mareógrafo.... 09:38  
Lectura de Mira.. 8.5 - 8.0  
Viento : brisa  
Inicial del  
Observador:  
M.N.O.

Señal o marca en la Curva - 10

12

FIGURA # 6

Además, cada observador remite a la oficina central una hoja con las temperaturas y densidades de agua de mar tomadas cada día.

Toda estación mareográfica requiere de una inspección cada cierto tiempo para asegurarse que el observador está haciendo todo correcto y si se encuentra alguna falla, enmendarla o repararla, y no abandonar la estación hasta no dejarla funcionando correctamente.

Las Estaciones Mareográficas Secundarias, con las que funcionan durante un corto período de tiempo, puede ser un año o un poco más.- Generalmente la instalación es del tipo portátil.

Además de las diferencias notables ya descritas, debemos tener en cuenta el papel del mareograma.- Aquí es una simple hoja que dura dos o tres días, de tal manera que necesita más atención.

El análisis y procesamiento de los mareogramas depende del uso que se quiera dar a las observaciones.- Así para un trabajo hidrográfico bastará sólo con la reducción de los sondeos tomados, en base a las alturas del agua según el plano al cuál deban referirse las profundidades.

Como trabajo preliminar diré que debe hacerse el encabezamiento total de cada hoja de trabajo, esto incluye : nombre completo de la Estación, no usar abreviaturas; latitud y longitud de la Estación; el meridiano al cual van referidas las horas, etc., llenando los espacios correspondientes para facilitar su archivo y no confundirlo con los de otra Estación.

#### Inspección de las marcas de hora.

Si el mareograma está correcto en cuanto a tiempo no habrá que hacerle ninguna corrección, caso contrario, puede necesitarse de uno de los siguientes pasos :

- a ) Si las señales de hora faltan en un tramo, deben tomarse las 2 señales o marcas de Comparación vecinas y ubicando las horas exactas más próximas repartir el tramo en el equivalente de tiempo faltado, para ello se usa una cinta auxiliar que se tiene en la oficina, con las señales de hora puestas a 1 1/32 pulgada de longitud.- Estas

señales se puntean en rojo sobre la curva, numerándolas también como se hace con las señales traídas en el rollo.

b ) Si el reloj motor se ha parado, y la gráfica está representada por una sola línea, debe dibujarse la curva del -- tramo que falta, haciendo uso de valores de pronóstico y por cualquiera de los métodos, el más recomendado es el de " un cuarto - un décimo " \* ( Ver ejemplo en Capítulo # 10 ).- Sobre esta curva dibujada deben leerse los datos para los subsiguientes cálculos.

Otra variante es de tomar el promedio de curvas correspondientes de los días vecinos, y de este promedio leer los datos.

#### Lecturas Comparativas.

Se hace para obtener la relación entre la línea del plano de referencia del mareograma y el plano de referencia adoptado - para los fines de tabulaciones.- En las estaciones primarias, - el propósito es mantener un plano de referencia invariable para las tabulaciones y se usan cifras constantes para corregir -- cualquier cambio en la elevación o posición relativa del cero en la mira mareográfica.- Debe usarse una reglilla graduada, según la relación del mareógrafo, para proceder con las lecturas del rollo.- Así, en La Unión se usa la reglilla 1 : 24 y en --- Acajutla, la 1 : 12, que quiere decir que una pulgada de altura en el rollo de La Unión equivale a 24 pulgadas, o sea 2 pies, de altura del agua; y a 12 pulgadas, o sea 1 pie, en el de -- Acajutla.



Como se dijo antes, debe llenarse el encabezamiento del formulario, poniendo especial cuidado en el "Valor Preliminar de Escala".-

Las columnas están con su título o encabezado y el ejemplo que sigue ilustra el tabulado . (Ver Ejemplo en Capítulo # 10).

Mira A : Promedio de lecturas tomadas en mira -  
( mareográfica.-

Mira B : Lectura leída con la reglilla en el sitio marcado por la señal de lectura --  
( comparativa .-

Fase de Marea : es decir Subiendo (R), bajando (F), -  
Alta (H) o Baja (L).

En la columna "Comentarios" deberá anotarse toda información que sea necesaria para claridad y aclaración de los cálculos. Las diferencias ( A - B ) son por lo general casi iguales; si por alguna razón algún valor se aleja del promedio aparente, debe rechazarse y no entrar en el cálculo del promedio.

Se suman las diferencias y se obtiene la diferencia promedio.- Este valor debe sumarse algebraicamente al Valor Preliminar de Escala, llegando así al "Valor de Reducción a Mira" al cual hay que agregar la "Constante de Datum Fijo" y así obtener el "Valor de Reducción a Datum Fijo".-

Cualquier cambio habido en el mareógrafo o en la mira mareográfica determinará 2 o más cálculos de los anteriores y cada tra

mo del rollo será leído por separado para los siguientes cálculos.

Tabulación de Altas y Bajas

(Ver Ejemplo en Capítulo #10)

El formulario que se usa tiene:

- 1 ) Columna: Fecha----- Año----- Mes----- Día-----
- 2 ) Columna: Hora de los tránsitos lunares por el meridiano de Greenwich.- ( Tomada del Efemérides. )
- 3 ) Columna: Hora de la Marea Alta en el lugar observado -- (leído del mareograma).-
- 4 ) Columna: Hora de la Marea Baja en el lugar observado --(leído del mareograma).-
- 5 ) Columna: Intervalo Luna-Marea de la Marea Alta.
- 6 ) Columna: Intervalo Luna-Marea de la Marea Baja.
- 7 ) Columna: Altura de la Marea Alta, leída con la reglilla.
- 8 ) Columna: Altura de la Marea Baja, leída con la reglilla.
- 9 ) Columna: Comentarios o aclaraciones necesarias que haya que anotar.

Una marea que ocurra a las 24 horas de un día, se anota que ocurre a las 0 horas del día siguiente.

Si en un día cualquiera sólo ocurre una Baja o una Alta, el espacio que no se use debe llenarse con una rayita.

Las alturas en Alta o Baja deberán leerse sobre la tendencia natural de la curva y no sobre picos solitarios que aparezcan debido a oleaje ocasional o a otras causas; procurar tomar el me--

dio de un arco suave para que abarque una hora en pleamar o bajamar.-

Las horas de cada marea se aprecian al ojo, como decimal de hora, con un poco de práctica se aprecia muy bien la hora.- Al principio puede usarse una pequeña escala de una pulgada dividida en 10 partes iguales.

Cuando se tabula el récord de un mareógrafo portátil, las lecturas se toman directamente de la escala del papel cuadriculado de la gráfica.

En las tabulaciones del rollo de mareógrafo Standard, el plano de Referencia del Rollo debe coincidir siempre con el " Valor de Reducción de Datum Fijo" encontrado en las lecturas comparativas, valor que se debe haber marcado en la reglilla de lecturas.-

De las Sumas totales de Intervalos Luna-marea en Alta y Baja ( columnas 5 y 6 ) se deducen los promedios en función del número de intervalos; a éstos promedios hay que agregar el Intervalo de Greenwich, obteniendo así los Intervalos Locales.-

En la hoja con ejemplo de Cálculo de Tabulación de Altas y Bajas, los intervalos de pleamar y bajamar son respectivamente 2.72 y 8.67 -- Como el meridiano de referencia para nuestras estaciones mareográficas es el  $90^{\circ} W$ , o sea 6 horas, debe aplicarse a cada uno de estos intervalos una corrección de + 6 horas, lo que dá 8.72 horas y 14.67 horas respectivamente, valores de los cuales puede restarse el período lunar semidiurno de 12.42

horas, dejando 8.72 y 2.25 horas respectivamente como los intervalos de Greenwich para pleamar y bajamar en esta serie de observaciones.-

Para reducirlo a Intervalo Local, se hace necesario aplicar una corrección equivalente al tiempo requerido para que la Luna - pase del meridiano de Greenwich al meridiano del lugar en que se hacen las observaciones.- Existe una tabla que da la corrección para cada grado de longitud desde 1 a 180° y el valor de cada mi nuto de arco desde 1 a 60 minutos para interpolarlo entre los gra dos completos.- Este valor tabulado debe restarse si el lugar - de observación está al Oeste de Greenwich y sumarse si está al Es te.- En nuestro caso deberán restarse.

De la Suma total de Mareas Altas se promedia el valor de Ma rea Alta Promedia del mes; igualmente de las Bajas, el valor de Marea Baja Promedia.

Como cada día hay dos mareas altas desiguales, deben marcar se en la tabulación la más alta de cada día, las cuales se suman al final anotándose en el espacio HHW; igualmente, las bajas más bajas de cada día que se anotan en LLW.

El valor de "M" es la diferencia de promedios altos y bajos, o sea el Rango o Amplitud promedio del mes.- La semisuma de los promedios nos da el "ML" o sea el "nivel de marea promedio".-

La desigualdad diurna de la pleamar ( D H Q ) se obtiene - sustrayendo la media de todas las pleamares, de la media de las pleamares superiores, y la desigualdad diurna de las bajamares -

( D L Q ) se obtiene sustrayendo la media de las bajamares inferiores, del promedio de todas las bajamares.-

Así en el ejemplo de La Unión:

$$14.03 - 13.72 = 0.31 \quad D H Q$$

$$5.88 - 5.76 = 0.12 \quad D L Q$$

### Tabulación de Alturas Horarias.

Las alturas horarias se tabulan también en formulario especial.- Además del encabezamiento general de Identificación, se numeran las columnas según el mes y el día.-

Las correspondientes lecturas de alturas a cada hora del día se anotan en su correspondiente línea horizontal, comenzando con hora cero y terminando cada columna con la hora 23, - Al final de cada columna se suman las alturas de las 24 horas de cada día; en la hoja en que aparezca el final de cada mes se suman todos estos finales de columnas y se divide la suma por el número total de horas del mes, este divisor se toma de línea final dentro del recuadro; el cociente que nos dé será el promedio mensual, nivel promedio del mar o M S L ( mean sea level ) o si se quiere N M M ( nivel medio del mar ).- (Ver Ejemplo en Capítulo # 10)

Como se dijo antes, en cada estación mareográfica pueden tomarse observaciones de Temperatura y Densidad, para ello se usa un formulario especial que al llegar a la Oficina se procesa así:

Primeramente se transforman las temperaturas observadas en grados Fahrenheit a temperaturas equivalentes en grados centígra-

dos.-

( Tablas 1 - 2 - Ver Ejemplo en Capítulo # 10 )

Luego con las temperaturas del "agua en Probeta" y las densidades leídas diariamente, se calculan las "Densidades a Valor Reducido".- Con estas Densidades a Valor Reducido se determina la Salinidad diaria.

Al final de las columnas se promedian los valores de "Temperatura de Agua de Mar", Densidad o Valor Reducido y Salinidad.

### Temperaturas

Ocupan 3 columnas las cuales son :

Temperatura Ambiente : tomada de un termómetro corriente colocado en la sombra en la caseta del mareógrafo,

Temperatura Agua de Mar : leída con un termómetro de agua en una muestra del agua de mar tomada a 1 pie de la superficie del agua,

Temperatura Agua en Probeta : leída con el termómetro de agua en una muestra vaciada en Probeta de vidrio de la muestra del agua de mar sacada en balde; en esta misma probeta se lee la densidad de la muestra de agua.

La Densidad del agua de mar depende no solamente de la cantidad de materia soluble por unidad de volumen, sino también de la temperatura del agua al hacerse la observación.- De ahí que sea necesario pasarlas a una temperatura Standard, de modo que puedan compararse e indiquen la cantidad de materia en solución.

Hay tres clases de densímetros usados en las estaciones mareográficas : Liviano, Medio y Pesado, y el adecuado a usar dependerá de las aguas del mar; así en La Unión hay que cambiar de Pesado a Medio cuando llega la temporada de lluvias, pues el agua dulce de los ríos al norte de la población influyen en las soluciones contenidas en el agua del mar en esa zona.

Todos los densímetros están numerados para que se les pueda identificar y han sido probados y certificados por Bureau of Standards de Washington D.C.-

#### Uso de la tabla de Densidad a Temperatura Standard.

A la izquierda se encuentra la lectura del hidrómetro observada y en la línea superior la temperatura de la muestra de agua en probeta al mismo tiempo en que se tomó la lectura hidrométrica; con esos dos argumentos se encuentra la diferencia de densidad -- que debe aplicarse ( suma algebraica ) a la lectura hecha por el observador.-- Estas diferencias están expresadas en diez-milésimos de la unidad; sucede a veces que se necesita hacer interpolaciones sencillas para lograr el valor de Densidad buscado.- (Ver tabla 4 en Capítulo # 10).

Salinidad.- Por salinidad del agua de mar se entiende la cantidad de gramos de sal en 1000 gramos de agua de mar.- Aún cuando el contenido total de sales en determinada cantidad de agua de mar varía según el lugar, la proporción relativa de las diferentes clases de sal es casi la misma en todos los mares; por ejemplo el ClNa o sal común constituye cerca del 78% del contenido salin

no del agua del mar en cualquier localidad.- Análisis químicos - han demostrado que 1000 gramos de agua de mar contienen en solución un promedio de 35 gm. de sal de diferentes clases de las cuales 27 gm. son de sal común.

Existen diversas fórmulas y métodos para el cálculo de salinidad del agua de mar, pero el más sencillo y simple es por medio de la tabla preparada en función de la densidad del agua de mar y las temperaturas.- ( Ver Tabla 5 en Capítulo # 10 ).-

De todos estos formularios y cálculos anexos existe un buen archivo en la Dirección General de Cartografía, quién con el Servicio Geodésico Interamericano mantiene las estaciones mareográficas de La Unión y Acajutla en el País.



Un Plano de Referencia de la Marea es un plano o superficie definido por la marea y que se usa como referencia para cualquier clase de elevaciones, sean positivas o negativas con respecto a él.

Así los principales planos de referencia son :

- a ) Nivel medio del mar.
- b ) Nivel o Plano de Mareas Bajas en promedio.
- c ) Nivel o Plano de las mareas bajas más bajas cada día.
- d ) Nivel o plano de las mareas más bajas vivas o sea el nivel medio de mareas de Sicigias, que es precisamente el plano de referencias para nuestras cartas náuticas.

Existen otros planos de referencia que se determinan según necesidades y al uso que se les va a dar.

Según Shofnos un plano de referencia de Mareas es un nivel de referencia para elevaciones, el cual se determina mediante el ascenso y descenso de la marea.- De las mismas observaciones mareográficas pueden derivarse diversos planos de referencia de marea y cada uno con un nombre definitivo, así tenemos el plano de Pleamar media, el nivel Medio del mar, el plano de Bajamar medio, etc.

a ) Nivel Medio del Mar

Se puede definir como la Media Aritmética de los niveles del mar, determinados a intervalos iguales durante un largo periodo de observaciones.- Se obtiene promediando las alturas horarias de que ya se ha hablado.- Es el Datum de la Red de Niveles de -- Precisión, usado aquí como plano de referencia para las elevaciones o alturas.

Por lo general, cuando se necesita una determinación independiente del plano de referencia, debe tomarse una serie que abarque no menos de tres años.- Si se tiene una serie más corta, el N.M.M. obtenido directamente debe reducirse por comparación de observaciones simultáneas, siempre y cuando haya una estación primaria de mareas convenientemente situada de la cuál se puedan obtener los datos necesarios para la comparación.

El término "Nivel Medio del Mar" ( N.M.M. ) se aplica sólo al dato obtenido por observaciones realizadas en costa abierta, o en aguas adyacentes que tengan libre comunicación con el mar.- Así, el promedio de las alturas horarias tomadas en un río se llama "Nivel Medio del Río".- El plano del nivel de la media marea, tomado de mareas altas y bajas, se aproxima mucho al N.M.M.

b ) Nivel de Mareas Bajas en Promedio

Es el valor promedio de todas las bajamares o mareas bajas determinado en un período más o menos considerable de tiempo. Si el tiempo de observaciones ha sido corto, será mejor usar la Comparación con una estación Standard cercana, buscando así valo

res más propios y representativos al par que la eliminación de errores en el cálculo.

c ) Nivel de las Mareas Bajas más Bajas de cada Día

Como su nombre lo indica es el promedio de las alturas alcanzadas por la más baja de las dos bajamares de cada día, registradas durante una larga serie de observaciones.- Al igual que los anteriores, si el período de observación es corto, puede usarse más ventajosamente, el cálculo de la Comparación con una estación Standard.

d ) Nivel de las Mareas Vivas más Bajas

Se define como el plano medio de la Bajamar de las mareas de Sicigias que ocurren un día o dos después de la luna llena o nueva.- Puede obtenerse fácilmente restando la mitad de la Amplitud de mareas vivas, del nivel de la marea media.- Indiscutiblemente el método más satisfactorio es tomarlo de un Análisis Armónico, pero además de complicado no se adapta al uso en observaciones sobre el terreno.

Deducido de valores observados en la vecindad del Canal de Panamá (lado del Pacífico) se ha obtenido la relación de 1.26 entre las Amplitudes de mareas viva y la promedio; de modo que usando este valor se logra sin mucho error, calcular la Amplitud de la Marea Viva y los demás valores.

El Cero o Plano de Referencia puede expresarse así:

Media de Mareas Vivas = Nivel de Marea Media

- 0.63 x Amplitud Media de Marea.

La Amplitud de la Marea en cualquier lugar no es constante, sino que varía de día a día; en efecto, es excepcional encontrar amplitudes consecutivas que sean iguales.- En general, esta variación se debe a efectos de viento y climáticos, pero también son de carácter periódico y se relacionan más con las posiciones del Sol y de la Luna con respecto a la Tierra.

Son tres las variaciones más importantes :

Variación de Fase Lunar.- De ahí los nombres conocidos de mareas Vivas y mareas Muertas, las cuáles sufren un retardo conocido como la " Edad de Desigualdad de Fase " ó simplemente " Edad de Fase " y cambia según los lugares.

Variación de Distancia.- Las Pleamares y las Bajamares son más pronunciadas en el Perigeo que en el Apogeo.- Las mareas que ocurren durante este período se conocen como Mareas de Perigeo y de Apogeo respectivamente.- No ocurren el mismo día del nombre, sino uno o dos días antes o después; es a este intervalo que tiene distinta variación de un lugar a otro, que se conoce como " Edad de Desigualdades de la Paralaje " ó más breve, " Edad de la Paralaje ".

Variación de la Declinación Lunar.- Al pasar la Luna por el Ecuador, las dos pleamares o bajamares no difieren mucho, ó sea que la marea matutina es similar a la vespertina.- Al cambiar la Declinación Lunar, las mareas respectivas van diferenciándose hasta llegar a un valor máximo cuando la luna se halla en la Declinación semimensual. Las mareas que ocurren cuando la Lu

na está cerca del Ecuador se denominan Mareas Ecuatoriales, mientras que las que ocurren cuando la Luna está cerca de su Declinación semimensual son las llamadas Mareas Típicas.

Existe también una reacción al cambio de Declinación, dando por resultado un intervalo conocido como " Edad de Desigualdad Diurna " ó " Edad Diurna ".- Varía de un lugar a otro, generalmente es de un día y aún puede tener valores negativos.

Todas estas variaciones no en todas partes tienen igual magnitud.- En algunas regiones, la principal variación es debida a la fase lunar, en otras es la paralaje lunar ó distancia luna tierra y aún en otras, es la declinación de la luna.

En un período largo de observaciones, el usado es 19 años,- todas estas variaciones y otras más se han contrarrestado y su efecto en los cálculos derivados no es de notoria influencia.

Cuando las observaciones son de período corto, se necesita una corrección o afinamiento, pues las variaciones de que se ha hablado influyen en los cálculos.

A fin de diferenciarlo del Nivel Medio del Mar, el nivel del mar hallado según períodos, recibe el nombre de Nivel del -- Mar Diario, Nivel del Mar Mensual, y Nivel del Mar Anual. El Nivel del Mar Mensual, por no hablar del Diario, está expuesto a variaciones de índole periódica y no periódica, de modo que en un año, existen diferentes niveles del mar mensuales que pueden tener hasta un Pié de divergencia. De ahí que en la determinación del Nivel Medio del Mar existan dos problemas:

Cómo puede exigirse que de una serie larga de observacio--

nes de marea se obtenga una determinación exacta del nivel medio del mar? Y, cómo puede el N.M.M. obtenido de una serie corta de observaciones de marea, reducirse al valor medio?

Ya se ha hablado del ciclo de 19 años, que es el Ciclo Mareográfico Completo.- Las observaciones por este período se consideran base para dar Valores Representativos Medios; de ahí que el N.M.M. derivado de 19 años de observaciones constituye determinación Primaria y proporciona de manera exacta el Datum del Nivel Medio del Mar.

Si el N.M.M. permaneciera constante a través de largos períodos y si la costa fuera absolutamente estable, se podría esperar que el N.M.M. en cualquier sitio determinado mediante una serie de observaciones de 19 años, fuera igual que el nivel obtenido de otra serie similar de observaciones, aún cuando hubiera -- cierto número de años de diferencia entre una y otra serie.- Sin embargo, aparentemente este no es el caso y para fines de exactitud es necesario especificar la época particular en que se efectuó la determinación del N.M.M.

En la relación Mar y Tierra, se han observado cambios lentos seculares; la más reciente determinación de las tendencias del valor relativo del nivel del mar, según observaciones efectuadas a través de 40 años, es como sigue:

Costa Atlántica de EE UU.....Ascenso relativo del  
nivel del mar de  
0.011 pié por año.

Costa Pacífica..... Ascenso relativo de  
0.005 pié / año.

Costa del Golfo de México....Ascenso relativo de  
0.0011 pié / año.

En las vecindades de

Galveston.....Ascenso de 0.021 pié  
por año .

Este último valor en Galveston hace suponer que hubo movi-  
mientos de tierra en esa región, lo cuál quedó verificado al ha-  
cerse varias renivelaciones en dicha zona.

En otros lugares donde no se tienen períodos largos, las de-  
terminaciones son secundarias y necesitan ser ajustadas por Com-  
paración.

De estas comparaciones se ha deducido que el N.M.M, deter-  
minado por un día de observaciones dá un valor correcto con  $\pm$   
0.25 de pié; el valor hallado por un mes tiene  $\pm$  0.1 de pié; -  
el valor anual puede considerarse correcto hasta dentro de 0.05  
de pié.

Cuando se habla de que tal o cual elevación tiene tantos me-  
tros sobre el nivel del mar, no se hace referencia al Nivel Me-  
dio del Mar proveniente de un Ciclo Mareográfico, sino de un va-  
lor más o menos relativo de nivel, el cuál debe sufrir ajustes y  
compensaciones.

#### Comparación de Observaciones Simultáneas.

Se ha mencionado tanto la Comparación de Observaciones Si-  
multáneas que amerita explicar brevemente el procedimiento a se-  
guir.- Como ya se dijo es para Referir o Comparar algunos resul-

tados de observaciones cortas con las observaciones de largo pe--  
ríodo de alguna estación primaria.- Esta estación standard prima  
ria deberá estar situada de tal modo que las condiciones meteorolo--  
gías sean similares a las de la estación en estudio.

Si tomamos una vista al ejemplo de este cálculo, ( Figura 4-1  
Capítulo 10 ) se verá que es muy sencillo y el buen resultado se--  
logra nada más prestando especial cuidado, contando además, con -  
que las observaciones hayan sido lo más regulares posible; cual--  
quier irregularidad que se note en las diferencias debe eliminar--  
se rechazándola para que no arruine los promedios y los cálculos  
siguientes.

En la D.G. de Cartografía se tienen Comparaciones de varios  
meses, entre Acajutla y La Unión, generalmente se han usado las  
semanas de mareas vivas, así como también las de mareas muertas.

\* \* \* \* \*

Según M. BALAY, el Nivel Medio del Mar es como una superfi--  
cie de marea nula y se determina por la integración de la curva -  
mareográfica,. La integración puede ser mecánica o por medio del  
cálculo, determinando la media aritmética de las alturas hora--  
rias de la marea, previamente obtenidas de un largo período de  
observaciones.

Pero la curva de marea no sólo es la expresión gráfica de --  
las oscilaciones del nivel del mar debidas a las acciones luniso-



lares, sino que totaliza también todos los efectos de los agentes perturbadores ajenos a la marea misma, y principalmente la acción de la atmósfera que lo envuelve.

Por consiguiente, la integración de la curva mareográfica - registrada no representará la "superficie de marea nula", por cuanto no puede acordársele con rigor a las acciones de los agentes extraños a la marea, el carácter de accidentales, aún cuando se analice una larga serie de observaciones.

Será necesario pues, establecer el alcance y naturaleza de esas acciones extrañas a la marea, para poder fijar con exactitud la superficie ideal que se busca.

Para la eliminación de todas las fluctuaciones del nivel del mar producidas por las acciones lunisulares, será suficiente considerar períodos completos de oscilaciones, que representan ciclos astronómicos bien determinados.- Algunos de estos ciclos son :

Mes Anomalístico	es igual a	27,554	d. s. medio
" Sinódico	"	29,531	" "
" Trópico	"	27,332	" "
" Nódico	"	27,212	" "
Año Trópico	"	365,242	" "
Ciclo de Metón	"	19,000	años
(Repetición de las fases lunares)			
Ciclo de Saros	es igual a	18,030	"
(Repetición de los eclipses)			

De estos valores se desprende que la serie de observaciones que

cubra un período de 19 años consecutivos, puede considerarse óptima para una determinación del nivel medio del mar de primer orden.

La práctica ha demostrado, hasta ahora, que las sucesivas determinaciones del nivel medio del mar en un lugar, cubriendo estos períodos, no resultaron coincidentes, de lo que se deduce en cierto modo, que no fueron eliminadas las perturbaciones ajenas a la marea lunisolar, a pesar de la larga serie de observaciones considerada.

Estas perturbaciones, son principalmente de origen atmosférico y sísmico, aunque también, tienen relativa importancia, las variaciones a muy largo período de la temperatura, densidad y salinidad del agua de mar.

Los accidentes geográficos del lugar y la naturaleza de los fondos submarinos del área marítima adyacente, determinan las características mareográficas de la zona y pueden alterar la "superficie normal de marea nula".

Por consiguiente, previa a toda determinación del nivel medio del mar, será necesario realizar un estudio exhaustivo de las condiciones mareológicas del lugar, con el fin de desechar aquellos que presenten "prima facie", mayor número de factores perturbadores.

Cuando ya se conoce el plano de referencia, debe aplicarse una corrección a los Sondeos efectuados durante un trabajo aislado o a un levantamiento hidrográfico de una región, previo a una Carta Náutica.

Por regla general, las diferencias o correcciones a aplicar se son positivas, de modo que habrá que restarlas, pero si se tiene en alguna ocasión una lectura de marea más baja que el plano de referencia, la corrección será negativa y habrá que sumarla.

Existen dos métodos para calcular el valor a restar o sumar a los sondeos tomados en cualquier tiempo: el método Gráfico y el Analítico o Matemático.

En el método Gráfico se dibuja la curva de mareas tomando los valores de Altas y Bajas inmediatos a la hora en que se tomó el Sondeo; los valores de Altas y Bajas se toman de la tabla de Predicciones, así en La Unión serán los que aparecen en la tabla y para Acajutla y La Libertad, los valores de La Unión reducidos por el factor recomendado para cada puerto, tanto la altura como el tiempo.- Sobre este dibujo se traza la línea del nivel medio y el plano de reducción de Sondeos para cada lugar, pudiéndose así determinar cuanta agua hay en la región a la hora considerada y cuanta agua hay sobre el plano a considerar, en este caso - el plano de reducción de Sondeos; una vez conocido este valor, -

en pies o metros, se restará el sondaje tomado o se sumará, según sea el estado de la marea.

Por el método Analítico se procede primero a establecer numéricamente las diferencias de horas vecinas a la hora considerada, horas que sucederán o sucedieron a las Altas y Bajas en el lugar en estudio, así mismo se establece el Rango de la marea según esas mismas horas.- Luego la diferencia de tiempo entre la hora considerada y la hora anterior en que ocurrió u ocurrirá la próxima marea Alta o Baja.- Con estos tres valores y el auxilio de la Tabla # 3 del folleto Tablas de Marea, se establecen las relaciones con las que se determina el agua que se tenía o que se tendrá a determinada hora, por lo que fácilmente se logra el valor que debe agregarse o restarse para reducirla al Plano de Son-  
das.

#### Cartas del Area del Puerto de Acajutla

En el año de 1952 y bajo la dirección del geólogo Doctor - Helmut Meyer Abich, se hizo la primera carta especial del área - de Acajutla, extendiéndose desde el río Sunza hasta Punta Remedios.-

Se instaló un mareógrafo portátil en las ruinas del antiguo muelle, para el dato de las mareas observadas.

El plano de referencia fué el nivel de la marea más baja observada durante los meses de Abril y Mayo de ese mismo año, que

vino a ser un plano a 1.0 metro bajo el cero de la nivelación terrestre correspondiente al nivel medio de la marea en La Unión.

Tomando en base la topografía de la tierra firme y el relieve y la naturaleza del suelo submarino se escogió la zona en que actualmente se desarrolla el moderno muelle de Acajutla y sus instalaciones en tierra.

En marzo de 1960 y estando aún en construcción el muelle de Acajutla, la Dirección General de Cartografía junto con la Marina Nacional procedieron a una nueva Carta de Sondeos de la Rada del nuevo puerto.

Se observaron las mareas en dos miras de control instaladas en el codc del muelle en construcción, se tomaron lecturas cada 10 minutos durante las operaciones de sondeo para la reducción por marea.

Ahora el plano de referencia fué el plano medio de bajamares vivas que está a 1.55 metros bajo el nivel medio del mar.

En Junio de 1966, y a raíz de la necesidad de presentar una Carta de Sondeos actualizada previa a un empréstito de la CEPA, se procedió a un nuevo levantamiento de una carta especial de Sondeos en las vecindades del muelle.- Aquí la Dirección General de Cartografía contó con el apoyo directo de CEPA, quién proporcionó un remolcador, además de la colaboración de CEL, quién proporcionó el sondeador.

Se usó el mareograma de la Estación Acajutla para el proceso de reducción al plano de Sondeos.- El plano de referencias fué el mismo plano medio de bajamares vivas que está 1.55 metros bajo el nivel medio del mar.

Relación con la construcción de Muelles, Diques, Rompeolas,  
Instalación de Tuberías Submarinas, etc.

Así como en Acajutla, cuando fué requisito indispensable para el crédito; la presentación de la carta actualizada de la rada del muelle, también deberá ser de primordial importancia - el conocimiento básico de mareas y planos de mareas, para las diversas etapas de construcción de los nuevos espolones y muelle de atraque.

De igual manera influye en la instalación de tuberías submarinas: tubería de gas propano en La Libertad, Tuberías de RASA en Acajutla, etc.

Lo mismo puede decirse de los muelles de las Compañías Pesqueras que operan en el país: Inversiones S.A., en La Unión, y las demás cuyas bases están en la bahía de Jiquilisco; muelles de La Unión, muelles particulares del estero de Jaltepeque, etc.

En todos y cada uno de ellos es indispensable saber cuánta agua se tiene en un momento dado para atraques y subsiguientes operaciones mediante el conocimiento del estado de las mareas.

Investigaciones Gravimétricas en el Area del Golfo de Fonseca.

En el año 1964, se procedió con las investigaciones de la Gravedad en el área del Golfo de Fonseca.- El Comité de Ciencias Geofísicas del Instituto Panamericano de Geografía e Historia puso de acuerdo a los países hermanos de Guatemala, Honduras El Salvador y Nicaragua, quiénes en común con la Universidad

Autónoma de México trabajaron por más de un mes en el Golfo de Fonseca.

La base de las Operaciones fué la ciudad de La Unión.- El equipo usado fué un gravímetro Worden para las mediciones en tierra firme; y para las estaciones en el Golfo se usó un gravímetro submarino LaCoste and Romberg.

En tierra firme se situaron 6 estaciones básicas, siendo la de Cutuco la principal, pues en base a élla se calcularon los valores del "drift" ( deriva ). Para las estaciones restantes se usó "Muelle Cutuco" como base, habiéndose revisado valores anteriores en Amapala y San Lorenzo en Honduras, Potosí en --- Nicaragua y Meanguera, en la isla salvadoreña de Meanguera.

Ahora bien, todos los valores de gravedad fueron reducidos al Nivel Medio del Mar, base del geoide al cuál deben reducirse todos los valores de "G".

Para esa reducción al nivel medio del mar se usaron los mareogramas de la estación La Unión, ya que las profundidades de agua tomadas en las estaciones tenían que reducirse al N.M.M. mediante algún proceso de los conocidos, reducciones que dependían también del estado de la marea.

Los datos existentes del Golfo de Fonseca indican que esta área está bajo diversos procesos de carácter estructural y dinámico, y que por lo consiguiente necesita de más cuidadosos estudios.

Anterior a este levantamiento, se había llevado un levantamiento magnético desde el aire.- En este año que corre se proce

dió al estudio de Corrientes además de la Temperatura, Densidad, y Salinidad, a diversas profundidades, por lo que también se corrigieron las profundidades medidas al plano de Sondajes de la Región.



Referencias Históricas :

Por el año 1867, fué Sr William Thomson ( Lord Kelvin ), quién dió las bases prácticas del análisis armónico.- El principio en el que basó sus teorías es que cualquier movimiento periódico u oscilación puede siempre resolver en la suma de una serie de movimientos armónicos.

Eudoxas ( 356 A.C ) había hecho mención de estos principios y Laplace ( Siglo XIX ) reconoció la existencia de mareas parciales que pueden expresarse por la Ley de cosenos por medio de un ángulo que incrementa uniformemente con el tiempo.- El doctor Thomas Young sugirió la importancia de observar y analizar la curva total de mareas más que las pleamares o bajamares solamente. - Años después de Lord Kelvin, los profesores G. H. Darwin y J. C. Adams, dieron un completo reporte a tal objeto publicado por la Sociedad Británica de Ciencias en 1883.-

En E. U. Harris y Ferrel dieron a publicidad en 1897 una serie de artículos sobre el análisis Armónico de las Mareas.

Movimiento de las Mareas - Breve explicación

El hecho científico ya establecido es que las mareas son causadas por fuerzas de atracción gravitacional del sol y de la luna. Los movimientos de marea son tanto verticales como horizontales.- Contrario a la idea popular de la existencia de una onda progresiva que sigue a la luna alrededor de la tierra, el movimiento ba-

sico de mareas consiste en un sin número de áreas oscilantes, conocidas con el nombre de ondas estacionarias.- La Onda Estacionaria es una ola u onda que oscila alrededor de su eje sin avanzar; puede ilustrarse por la oscilación del agua contenida en un recipiente inclinado.- Cerca del eje que se llama Nodo o Línea Nodal hay poco o ningún ascenso o descenso del agua.

Los bordes de la onda se llaman vientres o combas y es en esos puntos donde el ascenso y descenso del agua alcanza valores máximos.- El valor de un período depende de la longitud y -- profundidad de la masa de agua.- Puede expresarse así :

$$P = \frac{2 L}{\sqrt{G \cdot D}}$$

P = período

L = longitud

G = aceleración de la gravedad

D = profundidad

Una onda estacionaria puede convertirse en dos ondas progresivas de igual amplitud y velocidad que se muevan en direcciones opuestas; la longitud de cada onda progresiva, medida de cresta a cresta es el doble de la de la onda estacionaria medida de vientre a vientre.

Cuando una fuerza de disturbio se aplica periódicamente a ciertos intervalos correspondientes al período libre del cuerpo de agua, esta fuerza tiende a constituir una oscilación de mucha mayor magnitud que la que se lograría con una simple aplicación de la fuerza.

El análisis Armónico de las mareas se basa en que los movimientos verticales de la marea en cualquier localidad pueden ser expresados matemáticamente por la suma de una serie de términos armónicos que tiene cierta relación con las condiciones astronómicas.- Una función armónica simple es una cantidad que varía como el coseno de un ángulo que incrementa uniformemente con el tiempo.

En la ecuación  $Y = A. \cos. at.$  ; " Y " es función armónica del ángulo  $at$  en el que  $a$  es una constante y  $t$  representa el tiempo medido desde una época inicial.

La ecuación general que nos dá la altura es la marea en cualquier tiempo "t" puede escribirse :

$$h = H_0 + A. \cos ( at + \alpha ) + B. \cos. ( bt + \beta ) + C. \cos ( ct + \gamma ) + \text{etc.},$$

aquí  $H_0$  es la altura del nivel medio del agua sobre el Datum seleccionado.

Cada término coseno es un constituyente o componente de marea.- Los coeficientes A, B, C, etc., son las amplitudes de los Constituyentes y se derivan de las mareas observadas en cada localidad.- Las expresiones en paréntesis son los ángulos que varían uniformemente y su valor en cualquier tiempo se denomina Fase.-

Puede decirse que cualquier término constituyente tiene su máximo valor positivo cuando la Fase del ángulo es cero, y un máximo valor negativo cuando la Fase igual a  $180^\circ$  ; además el término vale cero cuando la Fase igual a  $90^\circ$  ó a  $270^\circ$  .

El coeficiente "t" representa la razón de cambio en la fase y se llama Velocidad del Constituyente; generalmente se expresa en grados por hora.- El tiempo que necesita un constituyente para pasar a través de un ciclo completo se conoce como su Período, se puede conocer éste dividiendo  $360^\circ$  por su velocidad.

Los períodos y velocidades correspondientes a los constituyentes son derivados de datos astronómicos y son independientes del lugar de la estación de mareas.- Los símbolos :  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , etc., se refieren a las fases iniciales de los ángulos al tiempo cuando "t" vale cero.- Las Fases iniciales dependen tanto de la localidad como del instante del cuál se reconoce el tiempo y sus valores son derivados de las observaciones mareográficas.

Análisis Armónico, aplicado a mareas, es pues el proceso por el cuál los datos de mareas observadas se separan en un número más o menos variable de constituyentes armónicos.

Las cantidades buscadas se conocen como Constantes Armónicas.

Predicción Armónica; es la re - unión de los constituyentes elementales de acuerdo a sus relaciones astronómicas en el tiempo para el cual se hacen las predicciones.

#### Data Astronómica.

Como se ha dicho muchas veces únicamente se considera al Sol y a la Luna como cuerpos celestes que deben ser tomados en cuenta en trabajos de Mareas.

Así, al derivar las expresiones matemáticas para las fuer--

zas productoras de mareas, los principales factores a ser tomados en consideración son: la rotación de la tierra, la revolución de la luna alrededor de la Tierra, la revolución de la tierra alrededor del sol, la inclinación de la órbita lunar con respecto al ecuador terrestre y la oblicuidad de la eclíptica.

a ) La Tierra gira en su eje una vez al día.- Sin embargo, hay varias clases de días : sideral, solar, lunar, y constituyente, dependiendo de qué objeto se ha usado como referencia de rotación.

El día sideral toma en cuenta al equinoccio vernal; el día solar y lunar se refiere al sol y a la luna respectivamente y en fin, el día constituyente es el tiempo de rotación de la tierra con respecto a un satélite ficticio representado por uno de los elementos periódicos en las fuerzas de marea.- Se aproxima en duración al día lunar o al solar y corresponde al período de una constituyente diurna o al doble de un constituyente semidiurno.

Un día calendario, es un día solar medio que comienza a media noche.- Se le conoce mejor como día civil, para distinguirlo de día astronómico, el cuál comienza al medio día de la misma fecha.

Antes de 1925 el día astronómico era de uso general para los astrónomos, pero con el comienzo del Almanaque Náutico y Efemérides, el día civil fué adoptado para los cálculos.

De todos modos cada uno de estos días puede dividirse en 24 partes iguales conocidas como horas, de ahí que haya hora sideral, hora lunar, hora solar, y hora constituyente.

b ) La Luna gira alrededor de la tierra en una órbita elíptica.

Aunque para largos períodos de tiempo esta órbita mantiene - casi constante excentricidad promedio, también es cierto que sufre una serie de modificaciones debidas más que todo a la fuerza de atracción del Sol.- El período de revolución de la luna alrededor de la Tierra se denomina mes.

De modo que hay mes sideral, tropical, anomalístico, nódico, ó sinódico, de acuerdo a si la revolución es de acuerdo a una estrella fija, el equinoccio vernal, el perigeo, el nodo ascendente ó al sol.

El mes calendario es caso aproximado al mes sinódico.

c ) Se acostumbra referirse a la revolución de la tierra alrededor del sol, sin embargo es más correcto asentar que ambos sol y tierra giran alrededor de un común centro de gravedad; aunque si imaginamos a la tierra como fija, el sol describirá un trazo aparente alrededor de la tierra, el cuál tiene el tamaño y forma igual que la órbita terrestre del sol y aún más, los efectos que este paso aparente del sol ejerzan sobre las mareas será el mismo.

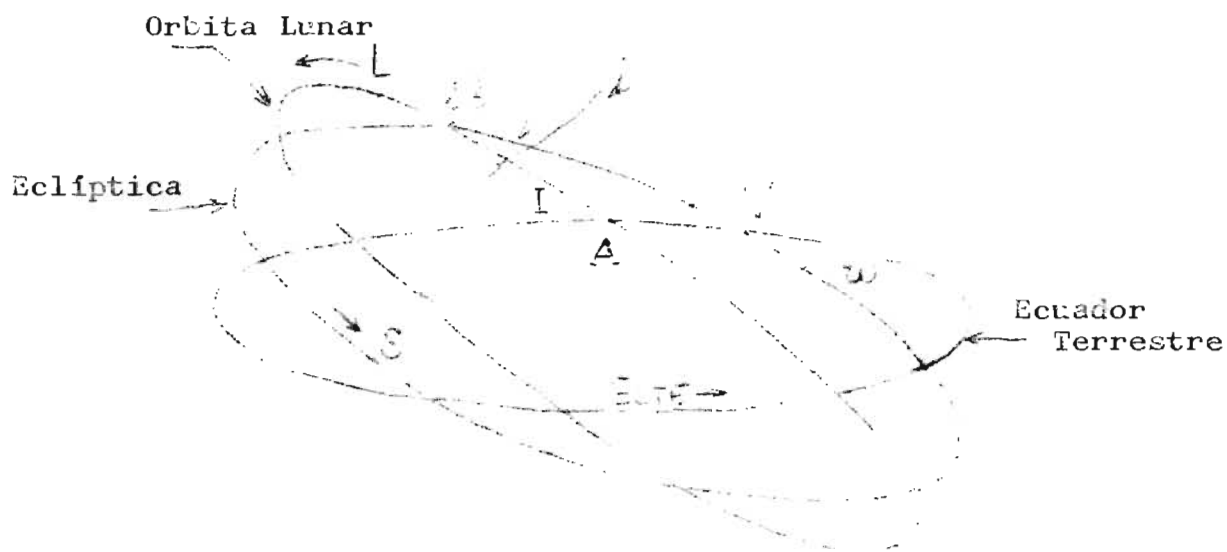
El período de revolución de la tierra alrededor del sol se denomina año.- De modo que hay año sideral, si tomamos una estrella fija; año tropical, si es el equinoccio vernal; año eclipse, si es contra el nodo ascendente de la luna y año anomalístico, si es con respecto al perigeo solar.

El año calendario consiste de un número entero de días solares medios; puede ser Común, de 365 días y puede ser bisiesto de 366 días.

El año Calendario dura 365.25 días según el calendario Juliano y dura 365.2425 días según el Gregoriano.

Interpretación de la Figura.

Se han dibujado tres grandes círculos que son las intersecciones de tres planos : el ecuador terrestre, la eclíptica y la órbita lunar.



Hay 6 puntos de intersección, de los cuáles:

$\gamma^0$  = es el equinoccio vernal; ecuador celeste y eclíptica

$\delta^0$  = nodo lunar; eclíptica y órbita lunar

$A$  = intersección lunar; ecuador celeste y órbita lunar.

El equinoccio vernal se mueve hacia el oeste muy despacio casi 50

segundos por año, pero se toma como fijo - punto de referencia para controlar el movimiento de otras partes del Sistema Solar.

El nodo Lunar, se mueve hacia el oeste cerca de  $19^\circ$  por año - de ahí que bien puede hacerse que gire un gran círculo en un poco menos que 19 años.

El ángulo  $\omega$  se conoce como la oblicuidad de la eclíptica y tiene un valor casi constante de  $23\frac{1}{2} = 23\frac{1}{2}^\circ = 23.5^\circ$

El ángulo  $i$  es constante, igual a  $5^\circ$  :

El ángulo  $I$  entre la órbita lunar y el ecuador celeste puede llamarse la Oblicuidad de la órbita lunar. Su magnitud cambia con la posición del nodo lunar.

Cuando el nodo asciende, llega a coincidir con el equinoccio vernal, entonces el ángulo  $I$  es igual a la suma de " $\omega + i$ " o sea  $28\frac{1}{2}$  grados; cuando el nodo desciende, el valor de  $I$  puede llegar a " $\omega - i$ " o sea  $18\frac{1}{2}$  grados. Esta variación en la oblicuidad de la órbita lunar con un período aproximado de 18.6 años, introduce una importante desigualdad en los movimientos de marea - que deben ser tomados en cuenta.

El análisis consecuente tiende a demostrar que el triángulo esférico " $S_1 A S_2$ " varía de forma al cambiar de posición los vértices, pero para no salirnos del tema de esta tesis lo dejamos a un lado.

De los cálculos derivados de las alturas horarias se obtienen:

Constituyentes Astronómicas :  $S_a$ ,  $S_{sa}$  y  $S_1$

Constituyentes Semi iurnas :  $M_2$  y  $S_2$



Constituyentes Armónicas . . . . .  $M_4, M_6, M_8, S_4, S_6, y S_8$   
( como la teoría musical )

Constantes de Igual Velocidad:  $M_1, L_2, K_1, K_2, y N_2$

Constantes Lunares de Largo Período:  $Mm, MSf y Mf.$

Constantes Lunares Diurnas :  $O_1, Q_1, 2Q_1, P_1, S_1, J_1, MP_1, SO_1,$   
 $OO_1, KQ_1.$

Constantes Solares Diurnas :  $P_1, Q_1, R_1, S_1.$

Pudiéndose agregar otros valores semidiurnos, tridiurnos, cuatodiurnos, sexta-diurnos y hepta-diurnos.

Ahora bien, para llegar a deducir todos estos constituyentes es necesario un proceso largo y concienzudo, que implica hacer las Sumas de cada constituyente ya sea usando "estenciles", que son hojas de alturas horarias con agujeros colocados según cada constituyente, o bien por medio de fórmulas desarrolladas en programa For-Tran especial para máquinas electrónicas.- Luego sigue el cálculo de "  $V + u$  " ( Velocidad y período para determinar los tiempos de máxima y mínima de la correspondiente fuerza de marea ) ; pasando luego al cálculo de "  $\log F$  " y la Eliminación de Argumentos, terminando con la hoja especial del cálculo de " Análisis Armónico ", fórmula 194 del Coast and Geodetic Survey, de la cuál únicamente resta deducir las Componentes Diurnas y Semidiurnas y la Eliminación de Efectos Componentes.

### Máquinas de Predicción

La primera de estas máquinas fué diseñada por Lord Kelvin allá por el año 1873, era una máquina integradora diseñada para calcular la altura de la marea.- Trabajaba con los Diez Constituyentes

más importantes de la marea, dibujando además una curva resultante de manera automática.

En los años que siguieron se diseñaron varias otras máquinas siguiendo los mismos principios aunque variando el número de constituyentes que entraban en juego.

La primera máquina del Coast fue diseñada por W. Ferrel en 1882, tenía varias modificaciones ya que no trazaba curva alguna y las horas y alturas de pleamar y bajamar eran indicadas directamente por escalas en la máquina.

La modificación posterior a esta máquina fue hecha en 1910, se la conoce como la máquina Predictora N° 2; suma simultáneamente los términos de varias fórmulas y registra las alturas sucesivas de mareas por movimiento circular de un puntero en una carátula como de reloj a la vez que traza automáticamente la curva de marea en una tira de papel movable.

Una vez se ha colocado los valores de las constantes, velocidad y período de las constituyentes, altura del Datum, tiempos iniciales, etc., en los diferentes engranajes de la máquina, es algo sorprendente observar hasta donde llega el ingenio humano y como la inventiva desarrolla ideas y hace producir máquinas casi tan perfectas como la de Predicción de Mareas.

El Coast usa 38 elementos y el D.H.I. 60 elementos.

#### Uso de Programas I.E.M.

Con la introducción de las máquinas electrónicas de calcular se han acelerado los procesos y métodos de obtener los resultados,

haciendo casi obsoletas las máquinas iniciadoras de las investigaciones y así con el venir de los años serán estas máquinas las que dejarán el espacio y el tiempo a las nuevas modalidades de máquinas que se lleguen a inventar o modificar.

Actualmente existen ya varios programas para máquinas electrónicas, dependiendo más que todo del tipo de máquina : alemanas ó americanas, y en éstas están la Remington, G.E., I.B.M. etc., y aunque también del lenguaje de máquina usado : Básico, S.P.S., Fortran I, Fortran II, Gotran, etc.

Así por ejemplo, el Departamento de Minas y Levantamientos técnicos del Servicio Hidrográfico de Canada en su rama de Ciencias Marinas, tiene los siguientes programas:

Programa Nº	Lenguaje	Capacidad/ Memoria	Objeto
G 33041	SPS I	28000	Cálculo de argumentos astronómicos.-
G 33043	SPS II D	22700	Predicción de Mareas.-
G 33044	FORTRAN II D		Listado de Mareas.-
G 33023	SPS II D	37000	Análisis de un año.-
G 33024	SPS II D	7500	Análisis de un año.-
G 33025	SPS I	28000	Análisis de un año.-
G 33026	FORTRAN II D	2000	Listado de Constituyentes.

Si bien el contenido y proceso de estos programas, es de por sí aceptable para nuestras necesidades, existe el inconveniente.

niente del lenguaje usado y más aún de la Capacidad de la Máquina, ya que la mayoría de ellos usa el modelo 1920 II con capacidad de 40000 posiciones de memoria y la máquina existente en la Dirección General de Cartografía sólo tiene capacidad para 20000 posiciones; en otros programas es el lenguaje usado así el FORTRAN II D necesita un Procesador distinto del usado en Cartografía.

Cuando se tiene un programa cuya capacidad requiere más posiciones de memoria, puede muy bien dividirse o cortarse por - decirlo así, en ciertos pasos del proceso, haciendo talvez cuatro o cinco partes cuyo procesamiento es mucho más factible - en una máquina de menor capacidad, aunque para ello se requiera un poco más de tiempo y más que todo un buen conocimiento del -- programa y del procesamiento de los datos.

En la Argentina se ha procedido al cálculo de las alturas - de Marea con programas elaborados por el Departamento de Marina de aquél país; así mismo lo han hecho ya en Chile.-

En México, la Universidad Autónoma, tiene ya varios programas procesadoras de datos, programas que siguen la pauta impuesta por la Escuela Alemana ya que el Doctor Grijalva, uno de sus Directores Técnicos, procede del D.H.I. de Hamburgo.

En el afán de superación del elemento técnico de Cartografía existe la probabilidad de elaborar tablas calculadas para -- nuestras costas, con predicción de mareas para el año de 1968.

Tablas de Mareas : el resultado de esas predicciones está impreso en folletos o magazines conocidos como Tablas de Mareas.

Las Tablas de Predicción para las costas de Centro América están en la Tabla del Pacífico ejecutada en el Coast de Washington hasta este año ya fueron ejecutadas por medios electrónicos.- Aquí en El Salvador, el Servicio Meteorológico copia los valores tabulados para la estación Mareográfica de La Unión, a la cual - si se necesita puede aplicarse el factor apuntado para calcular tiempos y alturas en Acajutla y La Libertad.- Se espera que con el tiempo, la estación de Acajutla tenga sus propios valores y quizá venga a sustituir a La Unión, pero por ahora es una estación nueva ya que sólo tiene 5 años de funcionar.

#### Contenido de la Tabla de Mareas

Además de la parte esencial, la Predicción Diaria de Mareas para distintos puertos, contiene las diferencias de Mareas y otras constantes, el método de cálculo de la Altura de Marea en cualquier tiempo o sea para cualquier hora que se requiera, la tabla para Reducción de tiempo medio Local a Tiempo Standard, y otras más a datos astronómicos, Salida y Puesta de la Luna, Salida y Puesta del Sol, etc.-

En la parte "Predicción Diaria de Mareas" se especifica:

- a) Hora - o sea la clase de tiempo usado para las predicciones en cada estación mareográfica.
- b) Datum- o sea el plano de referencia para el cual han sido calculadas las predicciones, que debe ser el mismo como -

el reconocido para las Cartas Hidrográficas de la región.

- c) Profundidad de Agua - o sea el método simple para calcular la profundidad actual del agua a cualquier hora, agregando la altura de marea a la profundidad mostrada por la Carta.
- d) Variación del Nivel del Mar - o sea la aclaración de cómo las variaciones del viento y las condiciones barométricas, la altura de Plea y Bajamar será más alta que la predicha, mientras que con vientos de tierra firme o barométricas altas, serán mucho más bajas.
- e) Número de Mareas - aunque cada día ocurren 2 altas y 2 bajas y que por seguir la luna, la marea diaria ocurre más tarde cada día, puede ocurrir que la marea correspondiente a un día llegue a caer dentro de las horas del siguiente día apareciendo por consiguiente, un salto - señalado por un espacio en blanco, de tal manera que ese día sólo queda con una Pleamar o Bajamar según sea el caso.
- f) Relación con la Corriente de Marea - en las tablas se dá la altura y hora de marea y no la hora en que la corriente de Marea cambia de sentido, por lo que debe de tomarse ésto en cuenta para no confundir los fenómenos.
- g) Curvas Típicas de Marea - Ejemplos de Gráficas de curvas de Marea para varios lugares.

7.

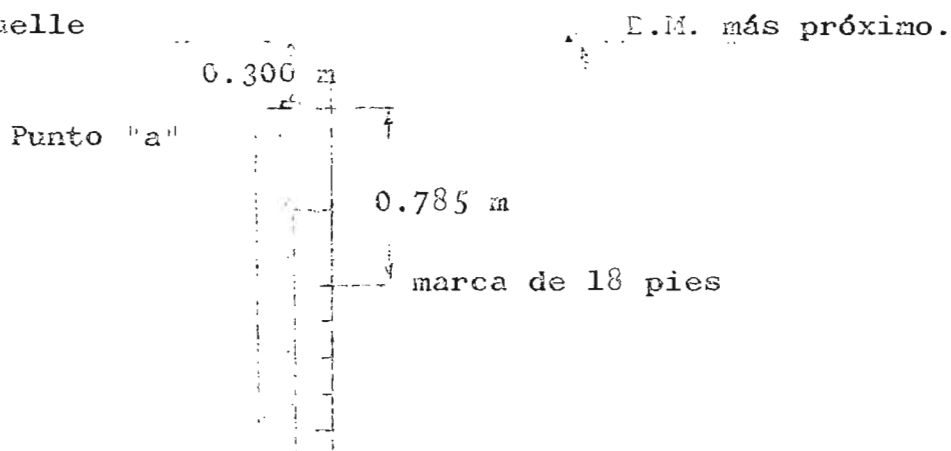
ENLACE DE LOS BANCOS DE MARCA

CON EL CERO DE LA MIRA MAREOGRAFICA.

Como se dijo anteriormente, toda mira mareográfica debe estar unida a los bancos de Marca diseminados en el area vecina a la Estación de Mareas, esta unión se hace por medio de un punto conocido como "punto A".- Podría llamarse de otro modo, pero es conocido así y su importancia primordial es reconocida de tal manera que muchas veces la relación entre mira mareográfica y Bancos de Marca se echa a perder por una errónea descripción y un mal establecimiento del punto "A".

Como "punto a" puede tomarse cualquier cosa estable; clavo, perno, hierro ángulo, remache, etc., que pueda fácilmente usarse como apoyo de una mirastadal o de estadía, para establecer la diferencia de nivel entre dicho punto y el más próximo B. M.; - debe también poderse leer con cinta graduada la distancia vertical hasta la más adecuada graduación de la mira del mareógrafo.

Sirva como ejemplo gráfico la figura que sigue, para saber



lo que es un "punto a" y como se aclara su situación con respec-

to al piso del muelle o de la estructura en que se encuentre y - la diferencia de elevación o distancia vertical a la posición de la marca de 18 pies de la mira mareográfica.

Y así tenemos :

distancia entre Punto "a" y el piso	0.300 m.
distancia entre Punto "a" y la marca 18 pies	0.785 m.

además por la posición adecuada del punto "a", puede fácilmente establecerse la diferencia de nivel entre dicho punto "a" y el B.M. más próximo.

En todo Reporte de Estación Mareográfica, además del estado general de la mira mareográfica, la caseta, el mareógrafo - en sí, y el tubo del flotador, se incluye la repetición o revisión de las medidas a que está el punto "a".



Informe sobre los Bancos de Marca del Mareógrafo de La Unión.

Cuadro Auxiliar. Mostrando los BMs. nivelados según los años

A Ñ O	B A N C O S   D E   M A R C A									P.G.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1941			X	X	X					
1947						X	X	X	X	
1950			X	X	X	X	X	X		
1951										
1952										
1954			X	X	X		X	X	X	
1957			X	X	X	X		X	X	
1959			X	X	X			X	X	
1961 Mayo				X	X			X	X	
1961 Julio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1962	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1964 Feb.	X	X	X		X	X	X	X	X	
1964 Oct.	X	X	X		X	X	X	X	X	X
1965	X	X	X		X	X	X		X	X

Para la elaboración del cuadro anterior se tuvo a la vista la descripción de los Tidal Benchs Marks por U.S.C. & G.S., algunos resúmenes de nivelaciones y libretas de campo.

Del Cuadro se deduce :

- 1 - En el año 1941 se establecieron los BMs 3, 4, y 5; que apa

recen como BMs en la designación de la libreta aunque la -- descripción del Coast dice que tienen estampado :

CF-3-1941, CF-4-1941 y CF-5-1941 respectivamente.

- 2 - En 1947 se establecieron los BMs 6, 7, 8, y 9.
- 3 - En 1950 la nivelación ocupó los BMs 3, 4, 5, 6, 7, 8; no usando el 9 porque fué reportado movido por el nivelador.
- 4 - Hasta en 1954 aparece una nivelación que usó los BMs 3, 4, 5, 7, 8 y 9; los tres primeros aparecen con el nombre de CFs.
- 5 - Hasta en 1957 aparece una nivelación que usó los BMs 3, 4, 5, 6, 8 y 9.
- 6 - En 1959 fueron usados los BMs 3, 4, 5, 8 y 9 con la designación de CFs.- Los BMs 6 y 7 se perdieron por modificaciones en la zona del muelle (cañerías, bodegas, etc.)
- 7 - En Mayo de 1961 se encontraron únicamente los BMs 4, 5, 8 y 9 por lo que se dispuso reforzar el número de BMs.
- 8 - En Julio de ese mismo año se establecieron cinco nuevos BMs que fueron : 1, 2, 3, 6 y 7 -- La nivelación corrida a esa fecha usó estos nuevos junto con los antiguos BMs 4, 5, 8 y 9.
- 9 - En 1962 se usaron los BMs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.
- 10 - En Febrero de 1964 se usaron los BMs 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, y 9.- A esta fecha aparece perdido el BM. 4 (original desde 1941), por instalación de otra tubería en los terrenos de la estación de Cutuco.
- 11 - En Octubre de 1964 se hizo nueva renivelación usando ésta -

vez los BMs 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 9.- Usándose además la---  
 placa (disco) de la estación Gravimétrica Cutuco como BM con  
 la designación de Punto Gravimétrico (P.G.)

12 - En Septiembre de 1965 se usaron los BMs 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9  
 y PG.

13 - Con el problema de la nomenclatura se propuso usar una de--  
 signación lo más adecuada para evitar ambigüedades.

		<u>Designación</u>
BM - 1	establecido en 1961	B.M. - 1
EM - 2	. . . . . 1961	B.M. - 2
BM - 3	. . . . . 1961	B.M. - 3 A
BM - 4	. . . . . 1941	perdido en 1964
BM - 5	. . . . . 1941	B.M. - 5
BM - 6	. . . . . 1947	perdido en 1959
EM - 6	. . . . . 1961	B.M. - 6 A
BM - 7	. . . . . 1947	perdido en 1959
BM - 7	. . . . . 1961	B.M. - 7 A
BM - 8	establecido en 1947	B.M. - 8
BM - 9	. . . . . 1947	B.M. - 9
Punto		
Gravim.	usado desde. . .1964	B.M. - P.G.

14 - Los EMs existentes 7, 8 y 9 son pines de bronce por lo que  
 no pueden llevar leyenda estampada.

15 - Los BMs : 1, 2, 3, 4, 5, 6 y PG. son discos de bronce a --  
 los cuales sí se les puede estampar la leyenda propuesta.

Sobre los Puntos "A"

- 1 - En 1950 el punto (a) existente tiene 5.927 mts. sobre el CER0 de la mira.- Ese mismo año se cambia la mira quedando el nuevo punto (a) 6.911 mts. sobre el cero de la nueva mira.-
- 2 - En 1954 el punto (a) queda 5.791 sobre el Cero de una nueva mira puesta ese año.
- 3 - En 1957 hubo nuevo cambio de mira, parece que el nivelador se le olvidó dejar constancia de lo medido en el Campo, así que de los resúmenes de la nivelación se deducen diferencias:

del BM 3 al punto (a) antes	0.8762 mts.
del BM 3 al punto (a) nuevo	0.9312 m.
- 4 - En 1959 el punto (a) queda 5.486 m. del Cero de la mira.
- 5 - En Mayo de 1961 se deduce de la nivelación que el punto (a) está a 5.486 m. del cero de la mira.- Igual valor se obtiene en el mes de Julio.
- 6 - En 1962 se estableció nueva mira, quedando el punto (a) -- 6.079 m. del Cero de la mira; este Cero quedó más bajo que el Cero anterior.
- 7 - En Febrero de 1964 el punto (a) permanece a 6.079 m. del Cero.
- 8 - En Septiembre de 1965 se procedió a un nuevo cambio de mira quedando a 5.797 m. del Cero de la mira.

Informe sobre los Bancos de Marca del Mareógrafo Acajutla

- 1 - En Julio de 1962 se estableció la Estación con los BMs CEPA 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10; que junto con los #3 y #5 de la línea de Control Acajutla-Faro, fueron nivelados.
- 2 - En 1963 se ocuparon nuevamente los diez BMs. existentes.
- 3 - En 1964 se recorrieron nuevamente los BMs. excepción hecha del # 5.
- 4 - En Febrero de 1965 el recorrido es igual que el del año anterior, dejando por fuera el # 5.
- 5 - En Septiembre de 1965 se recorre nuevamente el Circuito de nivelación dejando por fuera el # 5.

Sobre los Puntos "a"

- 1 - En Julio de 1962 el punto (a) tiene 7.017 m. sobre el Cero de la mira.

Diferencia de elevación

del punto "a" al BM. CEPA 2      0.972

por lo que : elevación del BM. CEPA 2 sobre el Cero de la mira es de 7.989 m.

- 2 - En noviembre de 1963, el punto (a) aparece con dos valores: uno de ellos dá 6.692 m. sobre el Cero de la mira, el otro dá 6.776 m.- Siendo la diferencia de elevación del punto "a" al BM CEPA 2 de 1.181 m., nos dará como elevaciones - del # 2 :

con el primer valor  $6.692 + 1,181 = 7.873$  (¿?)

con el segundo  $6.776 + 1.181 = 7.957$  m.

Deduciendo que el primer valor es dudoso, tomaremos solamente el 2° para las siguientes comparaciones.

Nota : aquí el punto (a) aparece como punto "B" ya que el soporte de madera de la mira fué recortado en su extremo superior para dar paso a tuberías instaladas bajo del muelle.

- 3 - En Octubre de 1964 el punto (a) --( llamado siempre Punto B) está a 6.782 metros sobre el 0 de la mira.

Diferencia de elevación del Punto (a) al CEPA-2 : 1.177 mts.

Elevación del BM 2 sobre el 0 de la mira: 7.959 metros.

- 4 - En febrero de 1965 el llamado Punto "B" mantiene 6.782 mts. sobre el 0 de la mira.

Diferencia de elevación del Punto "B" al CEPA-2: 1.178 metros

Elevación del BM 2 : 7.960 metros sobre el 0 de la mira.

En Septiembre de 1965 el llamado Punto "B" mantiene 6.782 m.

Diferencia de elevación del Punto "B" al CEPA-2: 1.174 metros

Elevación del BM 2 sobre el 0 de la mira vieja : 7.956 mts.

En septiembre de 1965 el punto (a) 1965 -tiene 6.196 metros sobre el 0 de la mira nueva.

Diferencia de elevación del punto (a) 1965 al CEPA. 2: 1.772m.

Elevación del BM 2 sobre el 0 de la mira nueva: 7.968 metros.

- 5 - De lo que se puede deducir que los CEROS de las Miras se han mantenido a la misma altura.

El Tsunami, onda sísmica de mar, es un fenómeno extraño e impredecible que ha sido experimentado muy de cuando en cuando en distintas partes del globo.- Está causado por temblores o digamos "terremotos" cuyo epicentro queda bajo el fondo del mar, aunque vale decir que no todos estos temblores o terremotos llegan a causar tsunamis.- Probablemente menos de 1% llegan a causar ondas de tsunamis.

No hay ninguna fotografía de la onda de tsunami cuando viaja a través del mar, ni tomada desde un barco en mar abierto ni tampoco desde un avión.- Solamente cuando alcanza aguas poco profundas costeras es cuando ha sido observado y es entonces cuando es demasiado tarde para la seguridad de las regiones afectadas, por lo que llega devastadora dañando las propiedades y tomando un buen número de vidas humanas.

A raíz del tsunami del 1º de Abril de 1946 generado en el archipiélago de las islas Aleutianas, se llegó al convencimiento de establecer un sistema de alarma en el Pacífico que protegiera los países bañados por dicho Océano y de las innumerables islas diseminadas en él. Viajando a 490 millas por hora, las ondas de este maremoto, llegaron a Hawaii en 4 horas 34 minutos, bañando o mejor dicho barriendo las costas con olas de más de 15 metros de altura que causaron la muerte a 173 personas y daños a las propiedades por valor de 25 millones de dólares.- Fue de decirse que los precursores de este sistema fueron los japo-

neses quiénes ya tenían un sistema propio de alarma concentrado a su archipiélago. El sistema de alarma del Pacífico fué establecido en Agosto de 1948 por el Coast, con oficinas principales de Operaciones en Honolulu y responsabilidad administrativa en Washington D.C.- Consisten en una serie de estaciones sismográficas para localizar epicentros; una red de estaciones mareográficas en el Pacífico, algunas de ellas equipadas con detectores especiales; Cartas de Tiempo calculadas para la Onda Sísmica que viaja, dando la hora de llegada a las distintas regiones y finalmente un excelente sistema de comunicaciones con una alta prioridad sobre cualquier otra.

Como se vé, todas y cada una de las cuatro partes enunciadas anteriormente son de importancia vital. Se cuenta con la serie de sismógrafos con operación continua, existen los mareógrafos diseminados en todo el Pacífico, las Cartas de Tiempo de Viaje de la onda sísmica han sido elaboradas con la fórmula  $v^2 = gs$ , en que la velocidad es función de la profundidad del agua y el Sistema de Comunicaciones del área del Pacífico, puede decirse que es de Primera Clase, aunque no todos los países bañados por este Océano sean miembros de este Sistema de Alarma.

Así, al ocurrir un sismo detectado por las estaciones sismográficas, se determina la severidad del "terremoto" y se transmite inmediatamente a Honolulu las fases P y S, las cuáles serán enviadas a las áreas bañadas por el Pacífico, informando la hora del suceso, su localización y el tiempo estimado de llegada de la Onda a las islas y demás costas de países en la vecindad con el Océano Pacífico.



En nuestro país se podría poner la estación mareográfica - de Acajutla como perteneciente a este Sistema de Alarma, con sólo contar con la ayuda y atención de C.E.P.A., el Servicio Meteorológico de Acajutla y por supuesto de ANTEL.

Cada país participante de este sistema debe tener la capacidad de localizar sismos, determinar el tsunami potencial y poder evacuar la zona afectada. Esto debe hacerse independientemente de cualquier ayuda que se reciba del Sistema desde Honolulu sin embargo, al Centro de Honolulu recaerá toda la responsabilidad de comunicar la alarma a todos los demás países participantes, estén cerca o lejos del centro del sismo.

Se piensa agregar otra estación Central en Oahu, lo cuál dará mayor rapidez a la señal de alarma, la que sería dada en pocos minutos y no tomaría los 50 minutos que se necesitaron en los terremotos de Kamchka (1952), Chile (1960) y Alaska ( -- 1964).-

Se llevarán a cabo estudios para evaluar los tipos de movimiento del subsuelo, causados por terremotos o temblores submarinos que puedan generar tsunamis, o maremotos; tales datos pasarán a una Central calculadora electrónica donde en pocos minutos se tendrá la certeza del fenómeno advirtiendo así a los demás países participantes en el sistema.

Aquí en El Salvador a menudo ocurren movimientos sísmicos cuyo epicentro cae frente a nuestras costas, ya que estamos situados al NE de la Fosa Guatemalteca, de tal manera que vivimos amenazados, por decirlo así, con la constante y latente in

cógnita de que algún día pueda ocurrir un movimiento de tal naturaleza, que ocasione un maremoto y que llegue a barrer con parte de nuestra costa, tal y como sucedió en Chile y en Alaska.

La onda sísmica de estos últimos maremotos quedó perfectamente captada en el mareograma de la estación de La Unión, a pesar de su situación resguardada dentro del Golfo de Fonseca.

Del Informe Geológico Preliminar preparado por la Sección de Levantamientos Geológicos del Centro de Estudios de Investigaciones Geotécnicas del Ministerio de Obras Públicas tomamos :

"La estructura geológica del territorio constituye el origen de todos los fenómenos sísmicos registrados en el país; su estudio o tectonismo, presenta las siguientes características:

En El Salvador existen tres sistemas tectónicos principales que están orientados en dirección W N W, N N W, y N N E.- El sistema W N W es el especialmente significativo, pues define -- prácticamente la Geomorfología del país.- Dicho sistema está integrado por cinco ejes principales aproximadamente paralelos."

"El Tercer Eje es el más prominente y significativo, contando con dislocaciones que llevaron a la formación de fosas tectónicas, que alineadas en dirección W N W constituyen la unidad estructural principal del país, la Fosa Central."

..... "Esta cadena de volcanes es actualmente objeto de estudio detenido."

El Cuarto eje se localiza en el Océano Pacífico, a unos 25 Kms. de la Costa.

El quinto está localizado más al Sur formando una fosa marina conocida con el nombre de "Middle American Trench", dentro de la que existen elevaciones que suben desde unos 3000 metros de profundidad, hasta casi el nivel del mar.

Dichas elevaciones han sido consideradas como volcanes."

Más adelante :

" C) El eje N° 3 indica un volcanismo parcialmente activo, estando precisamente localizada en él, la actividad sísmica destructiva registrada desde tiempos históricos hasta este momento."

" D) El eje N° 4 presenta la actividad sísmica más pronunciada, pero hasta la fecha sin repercutir en efectos graves sobre el territorio de la República.-"

" E) El quinto eje presenta un volcanismo en un supuesto estatus nacente con la consiguiente actividad sísmica pronunciada."

"En resumen, las observaciones anteriores nos llevan, eventualmente a concluir en que la actividad sísmica se viene desplazando desde el Norte del país hacia el mar."

Como puede verse de dicho informe recalcamos la importancia que tendría el estudio sistemático de las fosas submarinas vecinas a nuestras costas; estudio que sólo puede llevarse a cabo con un Departamento Hidrográfico y Oceanográfico, que efectúe los levantamientos hidrográficos del suelo submarino y de una correspondiente y tesonera investigación oceanográfica y sismológica con--

junta, contando además con el establecimiento de una estación de Alarma contra maremotos, en cualquiera de nuestros puertos.

A N E X O

DEL INFORME DE BERKMAN Y SYMONS SOBRE EL TSUNAMI DE MAYO 22 DE 1960, ENTRESACAMOS :

"Tsunamis son ondas marinas generadas por terremotos, que viajan a través del océano a playas distantes donde causan pérdidas sustanciales de vidas y propiedades."

"Lista de Tsunamis de mayor importancia entre los años de 1946 - 1960.

Fecha :	Epi- cen- tro :	Mag- ni- tud:	Número de mareógra- fos alte- rados	Pérdidas:	
				Vi- das:	Propie- dades :
1° Abr 1946	Is. Aleutian	7 1/4	33	173	\$25,000,000
4 Nov 1952	Kamchatka	8 1/2	71	0	800,000
9 Mar 1957	Is. Aleutian	8 1/2	54	0	3,000,000
22 May 1960	Costa Chilena	8 1/2	120	61	23,550,000

El siguiente es un breve resumen del observatorio Magnético de Honolulu para el Tsunami de mayo 22.- Todas las horas son con respecto a Greenwich.

Mayo 22

hora minutos

- 19 38 Sonó la alarma de un terremoto distante.
- 19 59 Se pregunta a las estaciones sismológicas que reporten el terremoto.

20	14	Observatorio sismológico de Sitka (Alaska) reporta.
20	16	La Universidad de California reporta.
20	28	Tucson reporta.
20	33	Fairbanks reporta.
21	20	Suva reporta.
21	59	Boletín de aviso en Honolulu.- Aviso de una onda - sísmica marina.- Un terremoto severo ha ocurrido en Chile.- Es posible que haya generado onda marina destructora.- Si se ha generado, alcanzará Hawaii esta noche a medianoche.- Estén alerta y esperen mayor información.
22	04	Valparaíso reportó Tsunami en Costa Chilena.
23	49	Mensaje especial de Pitcairn.

Mayo 23

Hora minutos

00	34	Reporte de la isla de Pascua.
01	35	Reporte de Tahití.
03	50	Radio Pitcairn no contesta.
04	47	Alarma Oficial.

La onda generada por el terremoto chileno se esparce por todo el Pacífico.

La intensidad de la onda marina no puede ser predicha.

Afectará primero la parte sur de Hawaii.

04	48	Se pregunta a Balboa informe de la onda.
05	18	Se pregunta a La Jolla ( California ).
05	24	Balboa responde negativamente.

06	08	Isla de Pascua reporta negativamente.
08	23	Tahiti informa actividad no usual.
08	29	Isla de Pascua informa actividad no usual.
08	55	Samoa reporta actividad no usual.
10	11	La Jolla reporta un levantamiento de 1 pie a las 09 05.
10	27	San Pedro reporta actividad no usual.
10	35	Hilo reporta actividad de ondas no usuales.
16	11	Autoridades civiles dan por terminada la alarma.

A pesar de que el Sistema de Alarma trabajó muy bien, el - Coast de Washington enfatizó la necesidad de agregar más estaciones en el Sistema, aumentando el establecimiento de vías de comunicación para mayor protección de áreas adicionales.

En Okinawa, el 24 de mayo se observó una ola de 7 pies que se alzó en 20 minutos, cayendo después en igual período de tiempo.-

En Monterrey (California), el 23 de mayo subió una ola de 6 pies en 20 minutos y cayó después 7 pies en igual tiempo.

DEL INFORME PRELIMINAR PREPARADO POR LA DIVISION DE SISMOLOGIA DEL COAST DE WASHINGTON, TOMAOS :

"Terremoto en Prince William Sound (Alaska).- Marzo 1964.

Daños principales ocurrieron en Alaska, Canadá y en Crescent City (California U.S.A.).

En Crescent City fueron destruidas 27 manzanas de edificios.  
Altura de olas reportadas en 12 pies.

en Hawaii fueron inundados 3 restaurantes y una casa de habi-  
tación.

En Kodiak los botes pesqueros fueron lanzados hasta el cen-  
tro de la población, donde el 40% fué destruida."

DEL INFORME DE SPACTH Y BERKMAN ACERCA DEL MISMO TSUNAMI, RESU-  
MENOS :

"Magnitud----- 8.5

La acción del sismo alcanzó alterar la costa del Golfo de --  
México : ondas de 5 pies se reportaron en Texas y Louisiana.



La Hidrografía es una rama de la Geografía que se ocupa del conocimiento y descripción de las aguas existentes sobre la superficie de la Tierra.

El fin de la Hidrografía consiste en proporcionar a los navegantes las Cartas de Navegación y los Derroteros.

Las Cartas de Navegación deben representar de una manera fidedigna: la forma y contorno de la Costa visible desde el mar y la situación de los puntos notables de la misma, para que el navegante pueda fácilmente reconocerla y situarse con respecto a ella; el relieve submarino y sus principales bancos, arrecifes, bajos y todos aquellos accidentes submarinos que puedan constituir un peligro para la Navegación; la naturaleza de los fondos; las corrientes dominantes, muy útiles para el navegante cuando éste se encuentre en las proximidades de los peligros, y, finalmente, la declinación magnética y su variación anual.

La Ciencia Hidrográfica, con la complejidad de sus operaciones, requiere del hidrógrafo, un número de conocimientos, cualidades, visión amplia y clara de su labor, amor a la exactitud y al método, que por otro lado sólo es posible conseguir con el tiempo.

#### Idea General del Levantamiento de un Plano Hidrográfico.

Las operaciones a efectuarse son más o menos complejas y podríamos resumirlas así:

- 1 - Triangulación : Para determinar con extrema exactitud la situación de vértices; puede existir la necesidad de medirse una base y proceder con sus cálculos anexos y a veces hasta observaciones astronómicas.
- 2 - Nivelación : Determinando las alturas de los vértices escogidos, referidas así al nivel Medio del Mar.
- 3 - Topografía : Basados en los vértices de Triangulación se correrán poligonales para el levantamiento de accidentes de terreno, y más aún, de la línea de Costa.
- 4 - Sondeos : Principal objeto de la Hidrografía.
  - a ) Estableciendo la posición del buque o lancha.
  - b ) Determinar la Cota Submarina en el sitio en que se establece la posición del buque.
- 5 - Mareas y Corrientes : El estudio y observación de las mareas y Corrientes ha de llevarse a cabo en un levantamiento hidrográfico completo para proporcionar al navegante, datos y elementos que en un momento dado pueda necesitar.
- 6 - Magnetismo : Para poder determinar la declinación magnética, útil para dirigir correctamente un buque.
- 7 - Cartografía : Para representar en un plano todas las medidas efectuadas.

Estas son a grandes rasgos, las distintas operaciones que se han de efectuar, a más de recopilar todos aquéllos datos de la localidad que se consideren importantes para el navegante y que és-

te pueda aprovechar sin escatimar esfuerzo alguno en el desempeño de sus funciones, ya que su trabajo además de servir de guía, es mantener la seguridad del buque y la vida de su dotación.

Actualmente, la Fotogrametría ha venido a ayudar al levantamiento hidrográfico de regiones marinas, llegándose en algunos casos, a usar fotografías en colores, en las cuales las distintas tonalidades demuestran las profundidades de las aguas.

Las cartas Náuticas sufren alteraciones continuas.- Por la ampliación o dragado en puertos, por disminución o aumento de las profundidades en los canales de acceso, por cambios en el balizamiento, por descubrirse bajíos, por ocurrir nuevos naufragios en fin, todos los cambios que ameritan trasladarse a la carta para ponerla al día.

De tal manera que no basta el hacer una carta náutica de una región, es necesario mantenerla al día, completando el estudio de regiones sujetas a cambios, adelantándonos al movimiento de grandes bancos de arena o azolves de ríos y aún más, a los cambios del fondo que se esperan por las obras de ingeniería efectuadas por el hombre.

Por éstas, y otras razones derivadas, es que se necesita el Departamento de Hidrografía en nuestro País.

I ) ENTRADA AL PUERTO DE EL TRIUNFO

Por referencias de los Capitanes de barcos pesqueros de las empresas que tienen su base de operaciones en el Puerto El Triunfo, se ha llegado a saber que la entrada de la bahía de Jiquilisco; representa además del peligro constante para los tripulantes de las embarcaciones, lamentables pérdidas de tiempo y riesgo de cuantiosas pérdidas materiales, debido a que además de las corrientes propias de esa entrada, cuya magnitud hasta la actualidad se desconoce porque nunca han sido medidas; existe también el continuo cambiar del fondo o suelo de los canales de la Bahía.- Debiendo éstas embarcaciones por lo regular, que esperar hasta la hora mejor apropiada de marea alta, para poder aventurarse a entrar o salir de la Bocana, con un margen más o menos mínimo de riesgo.

II ) PASO POR LA BOCANA DEL RIO LEMPA.

La situación aquí, es un tanto diferente y quizás mucho más peligrosa, debido a que además del desconocimiento actual de los fondos de dicha bocana; existen los problemas del choque de las corrientes marinas, regularmente muy fuertes y a veces hasta violentas, con la corriente propia del río, que por ser el más caudaloso del país, es natural que produzca fuertes oleajes en la lucha titánica de las corrientes, con la consiguiente amenaza de hacer zozobrar a las embarcaciones que tienen necesi-

dad de navegar por esos rumbos.

### III) ESTERO DE JALTEPEQUE

Cada año tienen lugar en el Estero de Jaltepeque, eventos deportivos consistentes en Carreras de botes o lanchas con motor fuera de borda, sin conocimiento científico de las profundidades, bajíos, obstáculos, etc., de los canales de dicho estero. Únicamente se cuenta con el dato de experiencias ajenas de las vías utilizables para el paso de cada clase de embarcaciones que circulan por dichos canales.

### IV ) ENTRADA A LA UNIÓN

La Carta Hidrográfica de La Unión y aproches hace sus años de haber sido elaborada; de manera tal que únicamente por el canal dirigido por los faros puede aventurarse un buque de mayor calado a entrar o salir hasta el Muelle de Cutuco, reduciéndose así la maniobrabilidad de los barcos, con los riesgos consiguientes; inseguridad en el manejo de los buques; dependencia absoluta de los Prácticos; dificultad en los atraques ( el Muelle de Cutuco ha sufrido varias averías por falsas maniobras en el atraque de los buques ). En definitiva, una serie de circunstancias que obligan al necesario levantamiento de una Carta Hidrográfica completamente actualizada y su mantenimiento al día, mediante continuos y constantes sondeos regularmente indicados a esa finalidad, ya que se trata de uno de los puertos de importancia del país.

V ) Como un agregado e ilustración verdadera al numeral anterior se ha tenido algunas veces que presenciar penosos incidentes tales como los accidentes del encallamiento de un buque alemán y de otro japonés, en una extensa zona cercana a la isla Zacatillo, en la cuál la Carta Hidrográfica existente, indica profundidades diferentes a las actuales debido al movimiento de bancos de arena que no figuran en dicha Carta, y así, esos barcos tuvieron que esperar hasta la siguiente marea alta para poder salir del encallamiento.

Todo lo anteriormente narrado, ha sucedido teniendo a la vista el Muelle de Cutuco.

VI ) En La Libertad existe el problema del sistema de embarque y desembarque de mercaderías, que obliga a usar lanchones de carga, los cuáles son halados por remolcadores, desde donde se encuentra el buque, hasta el muelle ó viceversa; de donde son izados por grúas para colocarlos sobre el muelle.- Aún las lanchas de los pescadores del puerto son también izadas con esas mismas grúas, con el consiguiente riesgo y peligro para tripulantes, embarcaciones y mercaderías; ya que no ha faltado oportunidad de presenciar maniobras mal ejecutadas, que hasta hoy solamente han ocasionado la pérdida de mercaderías que se han sumergido irremediablemente, a la vista de los espectadores, hasta perderse en el fondo del mar.

Por ésto, la mercadería vía La Libertad paga tarifa más elevada de Seguro; ya que ésta depende de la capacidad de riesgos a incurrir debidas a la Calidad Portuaria.- Esa Calidad se determina según la garantía del margen - de seguridades que el Puerto en cuestión ofrezca.

VII ) En el nuevo y moderno Muelle de Acajutla, el peligro de atraque existe, aunque en menor escala, debido a la -- fuerza de la corriente de marea; habiéndolo la necesidad de construir un rompeolas que defienda la rada artifi-- cial.- ( Recientemente; un buque, estando anclado -- fué impelido por el fuerte oleaje con tal violencia con-- tra el Muelle, que con el impacto, no solamente des-- trozó uno de los amortiguadores y arrastró consigo al - retirarse una viga que hubo de soltarse de inmediato pa-- ra que no causara mayores estragos, sino que también - desmontó de sus rieles a una de las grúas ) .-

#### VIII) Profundidades de nuestros lagos.

Se habla de profundidades en nuestros lagos con el dato rudimentario de "tantos lazos" en ésta o aquélla zona, -- existe un levantamiento hidrográfico de Ilopango y de Coatepeque, pero no con la representación gráfica que en estos casos se amerita, teniendo aquí otra deficiencia en el conocimiento exacto de las profundidades de -- nuestros lagos, cuya labor correspondería ser encomendada también al Departamento de Hidrografía.

IX ) Volviendo al punto de las empresas pesqueras, en especial a las camaroneras que están obligadas a girar al exterior fuertes cantidades para pagar el seguro de sus embarcaciones debido sobre todo a que en nuestro país no existen Compañías de Seguro que acepten asegurar embarcaciones pesqueras, posiblemente debido al inmenso riesgo que corren, por la ausencia total de Cartas Marítimas actualizadas, al desconocimiento completo de la topografía del suelo marino de la costa salvadoreña, y a la falta de boyas de seguridad y de peligro a lo largo de la misma costa.

Estas Clases de Seguro son más caros también para las empresas pesqueras, porque tienen que pagar la diferencia del cambio de moneda extranjera, intereses, gastos de despacho y muchas veces, comisión a las empresas aseguradoras locales que sirven únicamente de representantes intermediarios de aseguradores extranjeros.

X ) No ha sido raro leer en las noticias locales que algún barco pesquero encalló,.... debido a que la corriente era -- muy fuerte, por lo cuál los motores le fallaron y se lo llevó la marea "....- ( En realidad lo que sucede es -- por un desconocimiento absoluto de las corrientes marinas, de los bajíos, ó regiones rocosas ignoradas por los Capitanes de las embarcaciones por no haber "Cartas Marinas que les presten la información adecuada y por -- la ausencia total de boyas de precaución en las partes indicadas. )



XI ) Al traducir todo ésto; no significa solamente dinero.-

También significa privar a la población de nuestro país de disfrutar de una de sus mejores riquezas naturales, - y al mismo tiempo le priva de gozar de una mejor alimentación, ya que al tener que pagar seguros más altos, - el costo de operación aumenta y obliga a las empresas - pesqueras a buscar el mercado exterior para vender su - producto, para conseguir mejor precio de venta, y así reponer sus elevados costos de operación.- En conse--- cuencia, dejan en el mercado local solamente cantidades insuficientes que no alcanzan a abastecer la demanda na cional del producto.

XII ) Hacer hincapié en la creación de un Departamento de Hidro-- grafía, es con objetivo progresista en bienestar del - país, colaborando a incrementar el ingreso nacionala, - al beneficiar al transporte mercante marítimo, amén de ayudar al mejor desenvolvimiento de la Industria Pesque ra, lo cuál significa también un avance para el desa-- rrollo nacional.

Además de las mejoras ya apuntadas, podría agregarse que la labor que el Departamento de Hidrografía desempeñara podría ser utilizada para las posibilidades de construc ciones de nuevos Puertos, ó para mejorar los actuales.

XIII) En consecuencia, con un Departamento Hidrográfico se esta-- ría en la posibilidad de dejar a un lado la dependencia

única y absoluta en la actualidad, a la experiencia de tal ó cuál Capitán ó Práctico.- Ya que este factor tiene y debe ser acompañado de los datos concretos, confiables y escritos de una Carta Hidrográfica, que contenga su correspondiente levantamiento de sondajes con muestreo de fondo y mediciones de corrientes, para no depender solamente de la experiencia, que a veces falla más de lo imprevisto.

XIV ) En la actualidad ni la Marina Nacional cuenta con un equipo de Maestros de a Bordo, ni Prácticos, ni Oficiales -- con conocimiento general y amplio de nuestras Costas -- con sus accidentes : corrientes, bajíos, bancos peligrosos, bocanas, etc.-

XV ) Así, tampoco CEPN, ni las empresas pesqueras cuentan con -- Personal capacitado con conocimientos adecuados.

En resumen, nadie puede en la actualidad, aventurarse a navegar en cualquier sitio de nuestros Litorales Marinos; y tampoco existe alguna Entidad, ni Oficial ni particular, que pueda -- prestar asesoría competente y garantizada; tal como es la indicada a un país esencialmente progresista.

## A N E X O

---

### APUNTES TOMADOS DEL RESUMEN DE LA SOLICITUD AL FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS POR LOS GOBIERNOS DE COSTA RICA, EL SALVADOR, GUATEMALA, HONDURAS Y PANAMA.

En 1954 los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá, deseosos de conocer el por qué los impuestos para carga marítima aprobados en conferencias internacionales eran tan altos, hicieron una Solicitud conjunta a las Naciones Unidas para que enviase una Comisión de Investigación.

En respuesta a esa solicitud, las NN.UU. enviaron una comisión de tres expertos en Marzo de 1955.- En manos de la CEPAL - quedaron los reportes, de los cuáles las recomendaciones siguientes tendrían como objeto remediar las causas de los impuestos altos a la carga marítima.

- A - Los Puertos de Centro América son insuficientes en número y deberán construirse nuevos puertos.
- B - En los Puertos existentes deberán construirse Rompeolas y - otras defensas a fin de garantizar y facilitar el manejo de las cargas.
- C - Deberán construirse Bodegas y Almacenes para facilitar el - almacenaje, especialmente para carga en Tránsito, para evitar congestionamiento.
- D - Deberá incrementarse el número de vías de Radio Comunicacio

nes, autorizando las comunicaciones entre los barcos y -  
las autoridades portuarias.- Así mismo deben incrementar  
se los faros, luces y boyas.

E - LAS CARTAS NAUTICAS, UN GRAN NUMERO DE LAS CUALES SON EX--  
TREMADAMENTE INSEGURAS Y CASI OBSOLETAS, DEBERAN SER --  
COMPLETAMENTE REVISADAS POR UNA MISION HIDROGRAFICA CON  
EL OBJETO DE HACER MAS SEGUROS LOS CANALES DE NAVEGACION,  
LOS APROCHES DE LOS PUERTOS Y SOLUCIONAR ALGUNOS PROBLE--  
MAS DE EROSION A LO LARGO DE LA COSTA.

\* \* \* \* \*

Más adelante, en el Capítulo II, dice :

"La cuarta y más importante consecuencia es que cada vez --  
que un nuevo puerto va a construirse.....o que va a aumen--  
tar sus muelles de atraque como es el caso de Acajutla en El ---  
Salvador, deben gastarse varios miles de dólares para pago de -  
técnicos extranjeros que con sus equipos hagan un estudio hidro--  
gráfico preliminar, SIN EL CUAL NINGUN TRABAJO DE INGENIERIA CI--  
VIL PUEDE SER EMPEZADO."

La quinta consecuencia habla de las ayudas de la Navegación  
y la completa revisión de las cartas náuticas de modo tal que ha--  
gan segura la navegación bajando así los impuestos por cargas.

En el Documento TAO/LAT/28 de Marzo de 1960 - pag.16 - -  
se menciona el mismo tópico bajo el título de

"Dos millones de habitantes de la República de El Salvador

pagan tres millones de dólares anuales simplemente por los retra  
sos de los buques en sus puertos."

Como puede verse en estos apuntes, la necesidad de una O--  
ficina o Departamento de Hidrografía en el país es REAL y las --  
personas o entidades relacionadas con las actividades anexas de-  
berían reconocer esa necesidad imperiosa y no tomarla como una -  
nueva salida burocrática de nuestros ingresos estatales ó fisca-  
les ya que la inversión en enseñanza y equipo no tiene compara--  
ción con el alto costo de los impuestos a la carga marítima que-  
redunda en elevado precio de las mercancías para el Pueblo consu-  
midor.-

## A N E X O

---

### Aplicación del Nivel Medio del Mar de la Estación La Unión.

"EL SALVADOR."

ELEVACIONES DE LOS BANCOS DE MARCA

AJUSTES DE 1960.-

### ANTECEDENTES

Las líneas básicas de Nivel en El Salvador fueron incluidas en el ajuste de la red de Nivelación empezada en México, aproximadamente a 12 Km. al S.E. de Veracruz, en el BM K - 98 - B, continuándola hacia el S.E. a través de Guatemala, El Salvador y -- parte de Honduras.

El ajuste llega a una línea entre los mareógrafos de Puerto Castilla, Honduras, y de La Unión, El Salvador.

### MÉTODOS Y RESULTADOS

Las elevaciones de los B.M. están referidas al Nivel Medio del Mar, calculando éste de las observaciones de mareas en las localidades de Coatzacoalcos, México, en la costa del Golfo ( 5 años), Salina Cruz, México, en la costa del Pacífico ( 16 años) - en el istmo de Tehuantepec; Puerto San José, Guatemala (8 años); Puerto Castilla, Honduras ( 12 años ); y La Unión, El Salvador (9 años).

Las Líneas de Niveles de este ajuste fueron ajustadas simultáneamente por el Método de los Mínimos Cuadrados.

Las elevaciones de los siguientes B.M. se mantuvieron fijas en el ajuste: B.M. K-98-3, cerca de Veracruz (México); T.B.M. - 1-A, en Salina Cruz (México); T.B.M. A-1, en Puerto San José (Guatemala); T.B.M. 11-1, en Puerto Castilla (Honduras); T.B.M. 1, en Puerto Cortés (Honduras) y T.B.M. 9, en La Unión ( El - Salvador).-

El ajuste está formado por 85 líneas de Niveles formando 31 Circuitos.

Nueve líneas requirieron una corrección de ajuste excediendo de 0.5 mm/Km.- La mayor corrección fué de 1.0891031 mm/Km en la línea entre el B.M. C-17 y el T.B.M. Cf-9 en La Unión - El Salvador.

Los ajustes obtenidos para las líneas restantes en el ajuste indican que la nivelación está dentro de los límites de los niveles de precisión.-

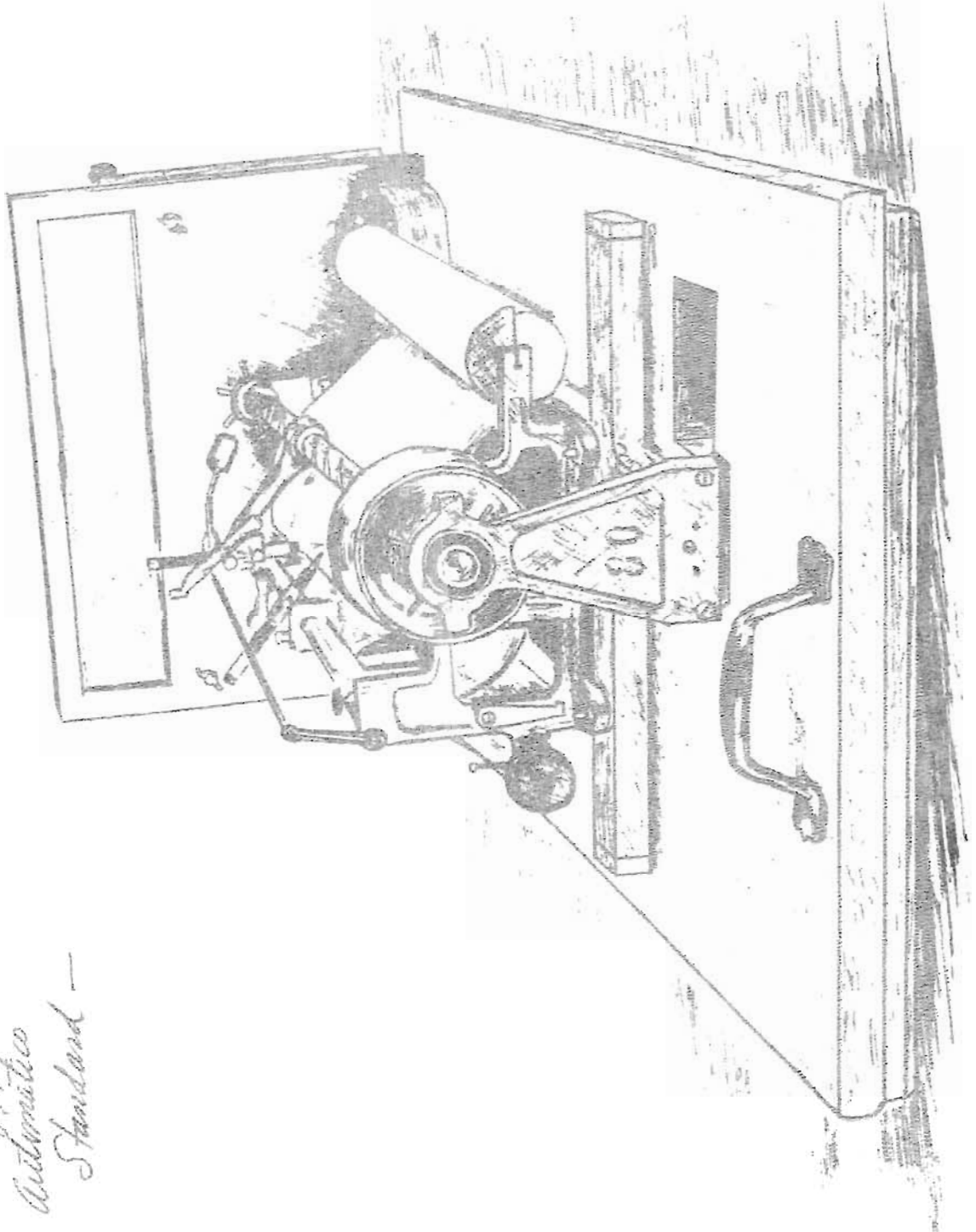
#### EXPLICACION DEL CONTENIDO

Los resultados de la nivelación están contenidos en dos libros: El Volumen I contiene las partes de la nivelación básica; y el Volumen II, las partes restantes de la nivelación básica y también las líneas suplementarias de Niveles.

Cada Volumen contiene un esquema de la Nivelación con líneas subrayado en rojo indicando los datos contenidos en cada libreta.

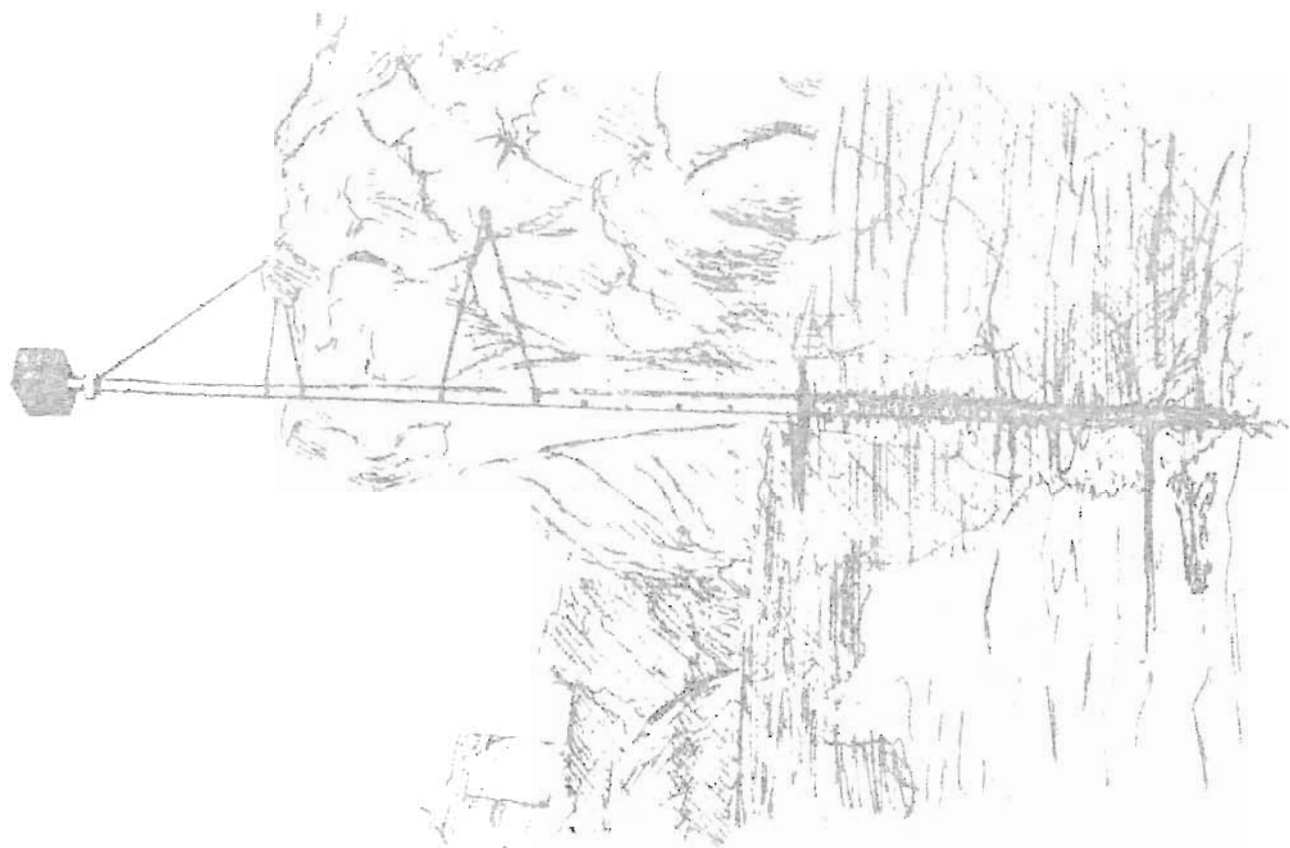
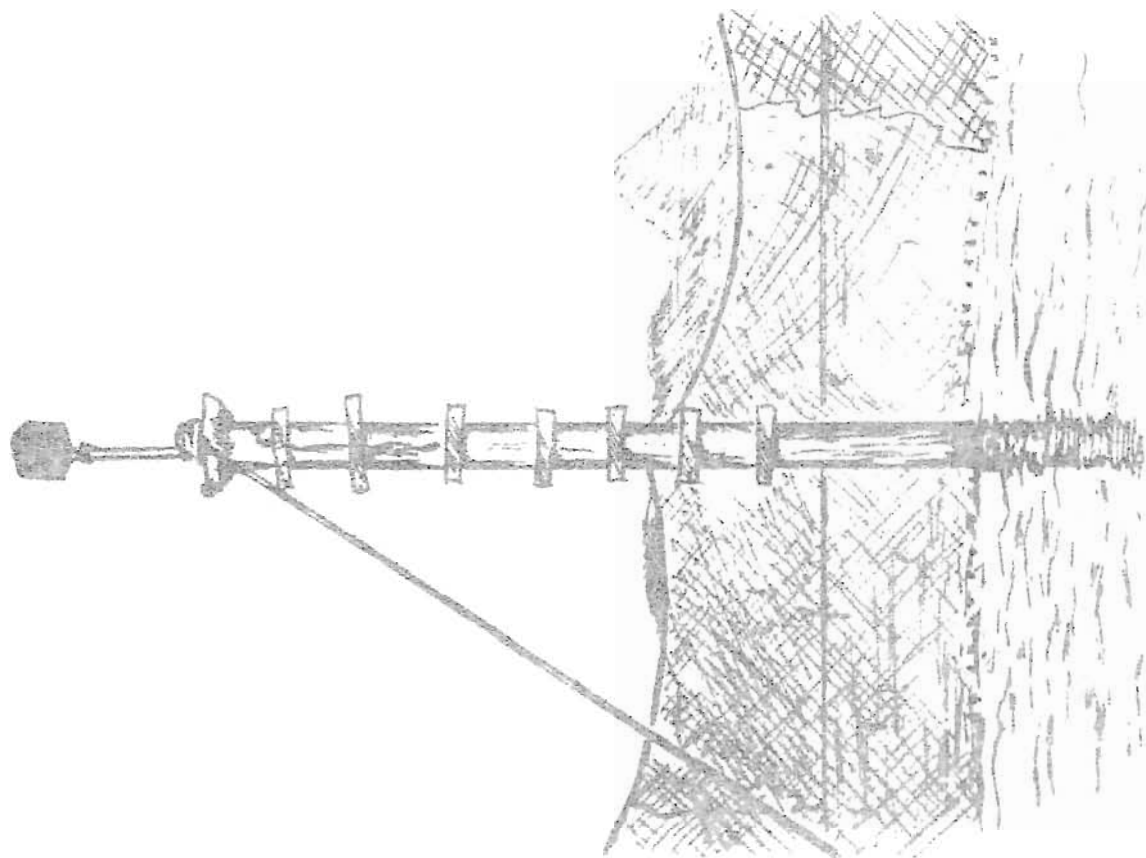
Todas las elevaciones resultantes de este ajuste serán referidas al "NIVEL MEDIO DEL MAR - AJUSTE DE 1960".-

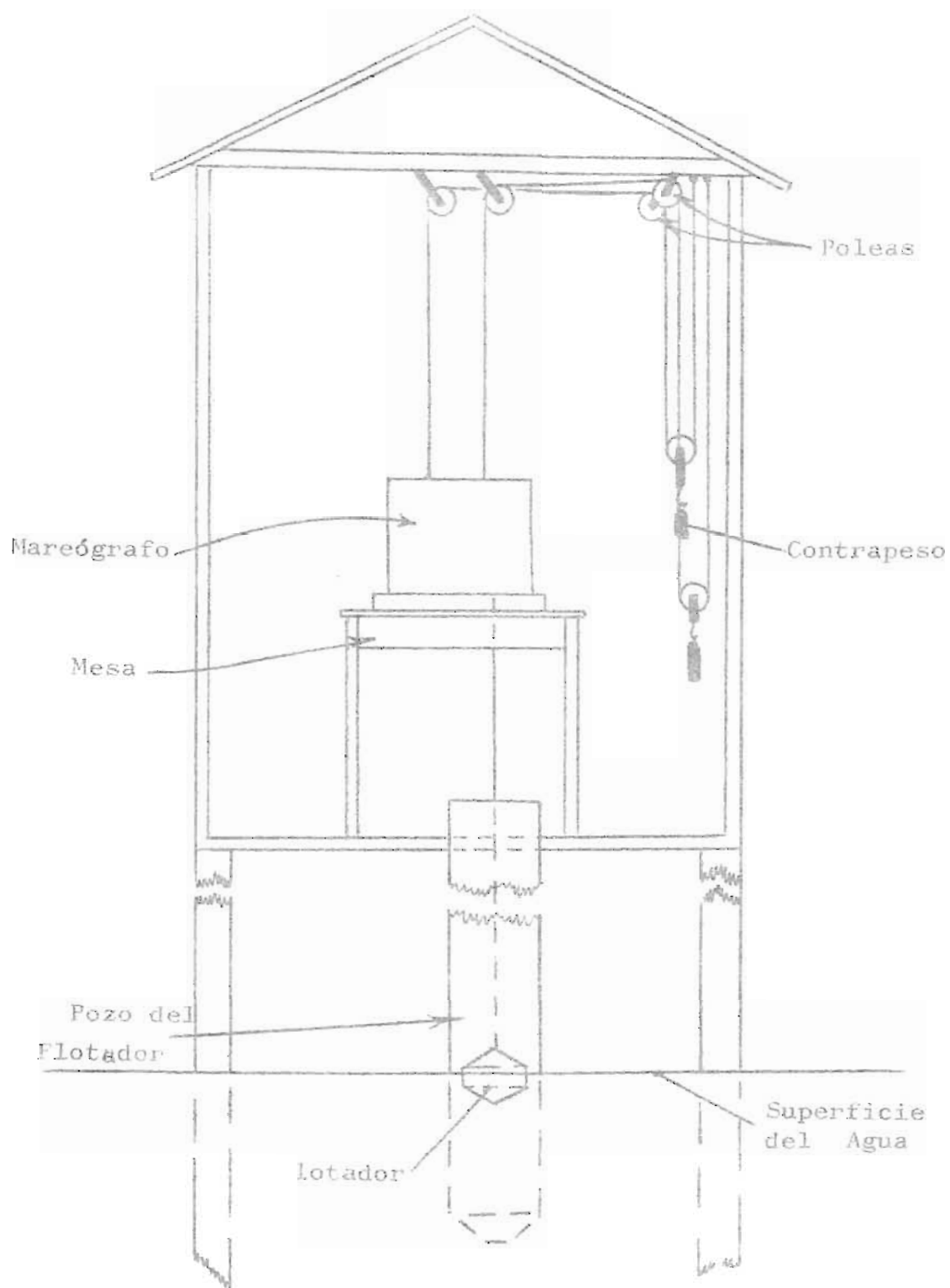
*Micrographs  
Automatic  
Standard*



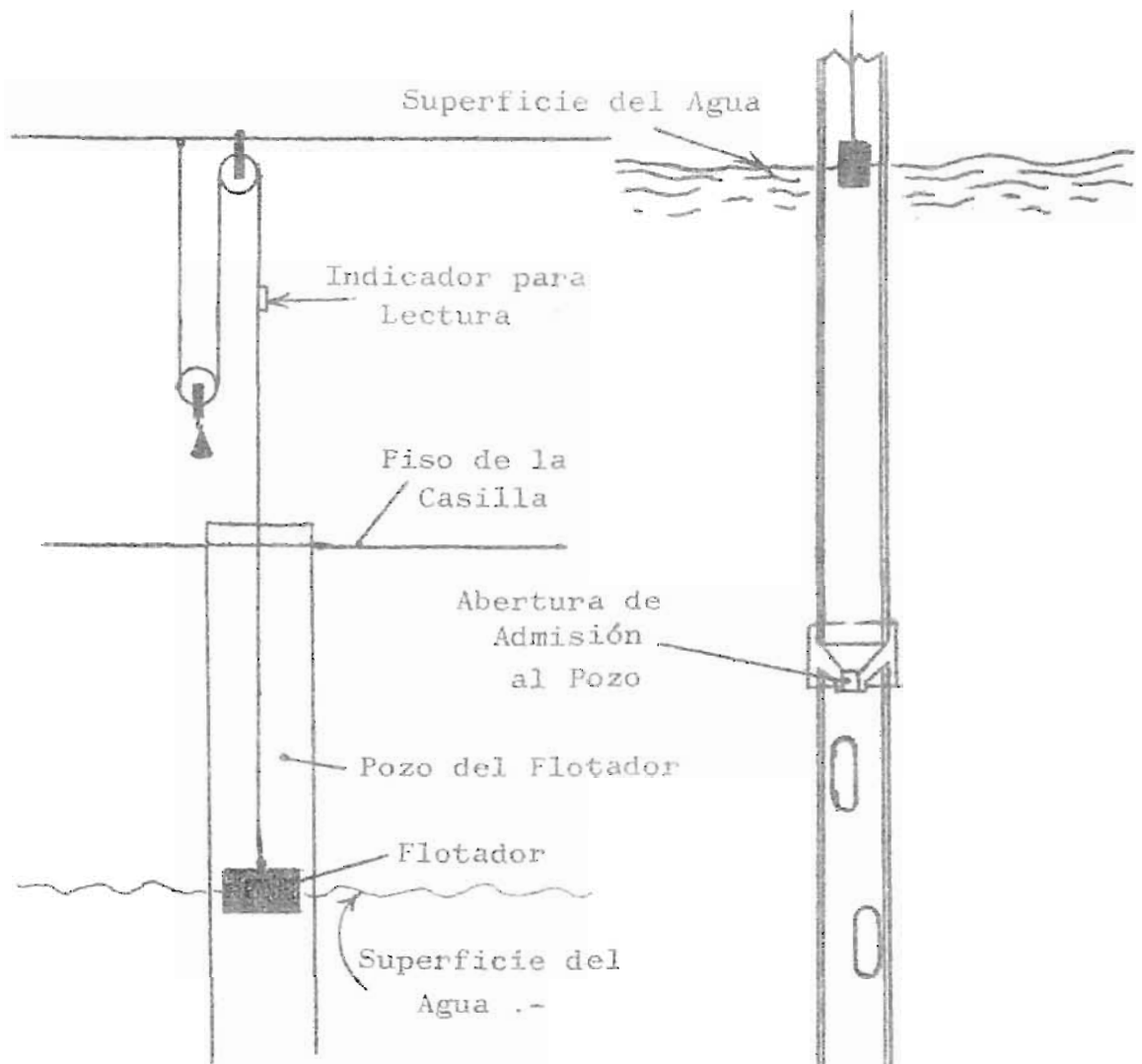


*Imitation of Micrograph Portals*





Vista Esquemática de la Instalación del Mareógrafo Automático Standard .-

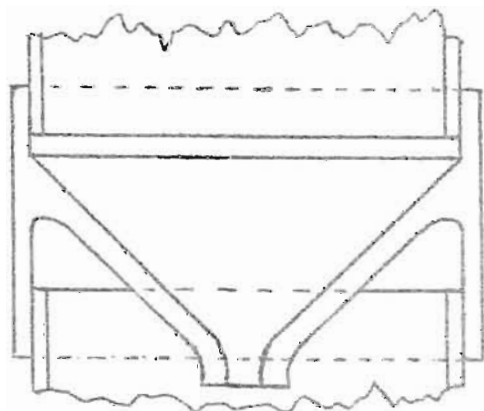


Esquema del Mareó-  
Metro de Cinta .-

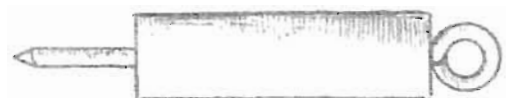
Abertura del  
Tubo-Soporte



Esquema del Pozo del Flotador.--

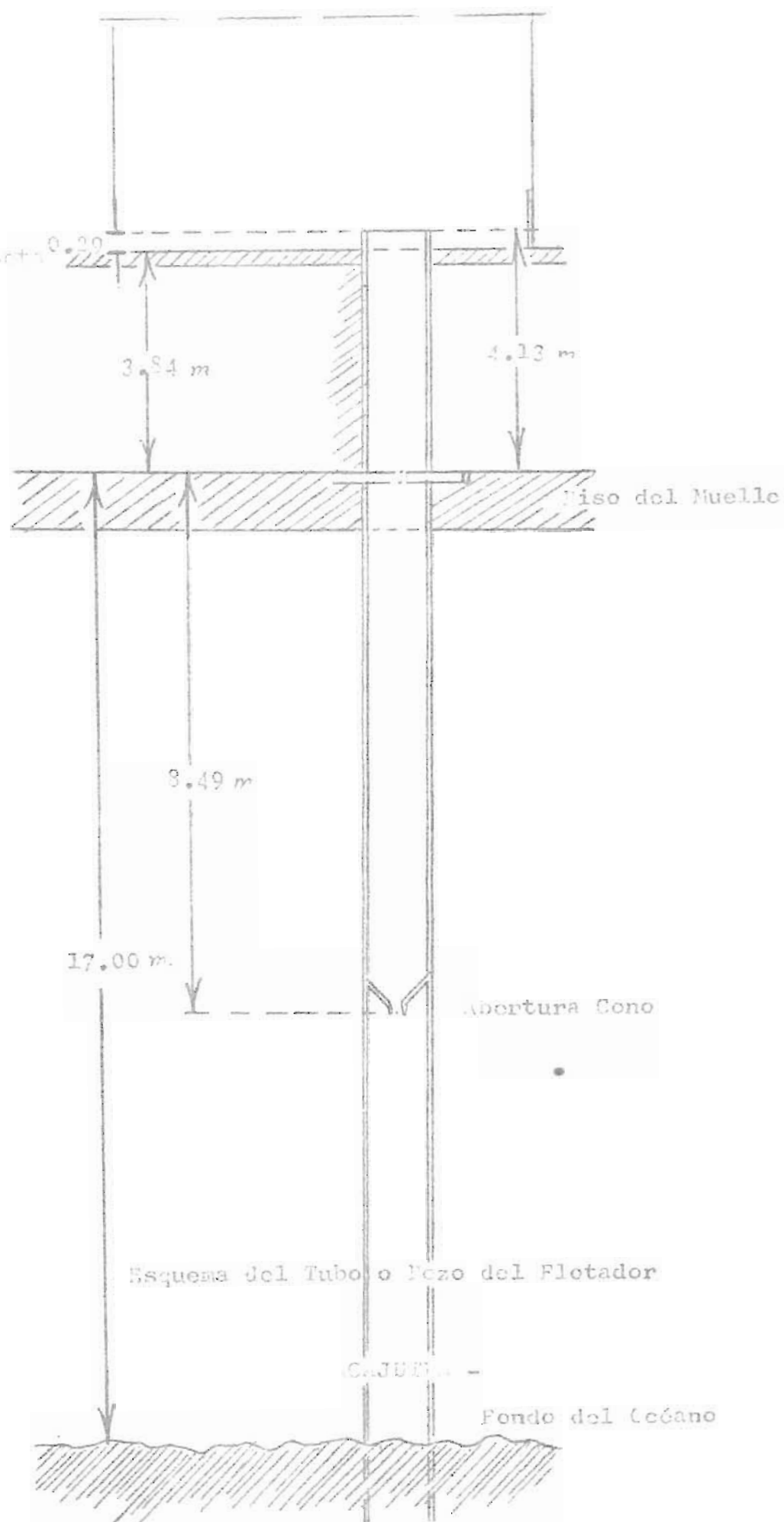


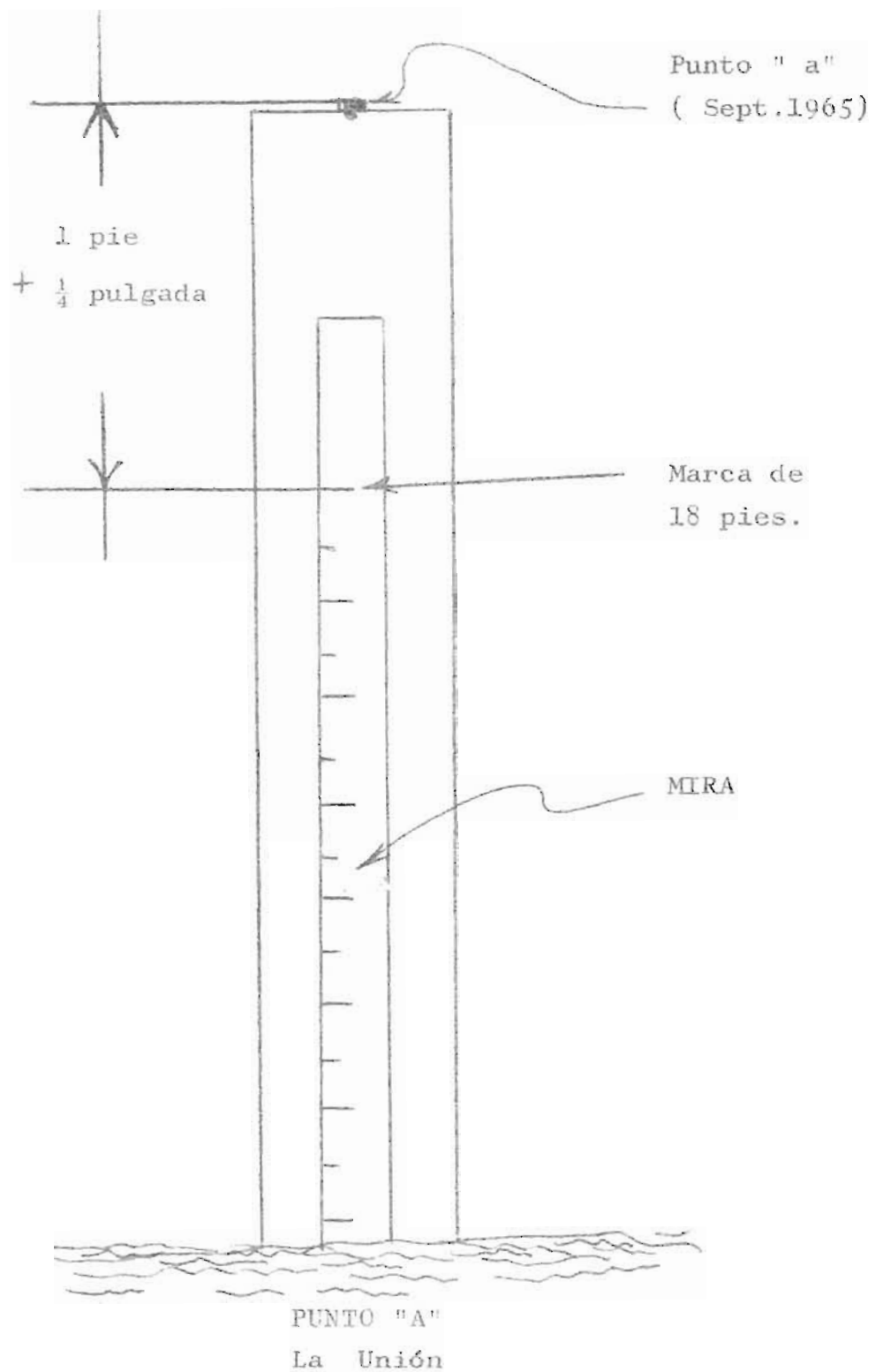
Acoplatura de Admisión  
del Pozo del Flotador



Herramienta para Limpiar el  
Pozo del Flotador.

Piso de la Caseta 0.29

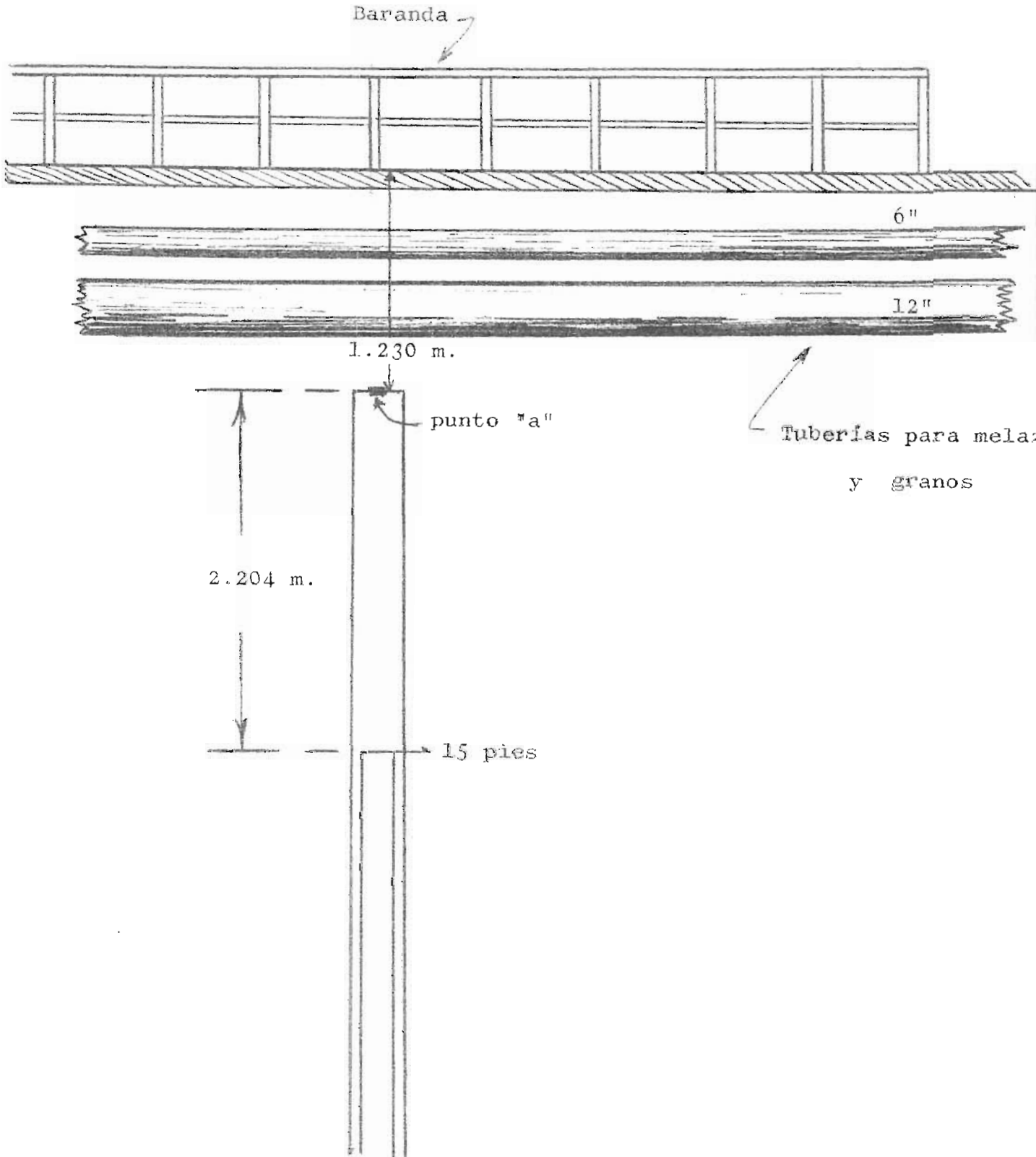




Punto "a" consiste en la cabeza de un perno empotrado en la parte superior del madero en el cuál está asegurada la mira.-

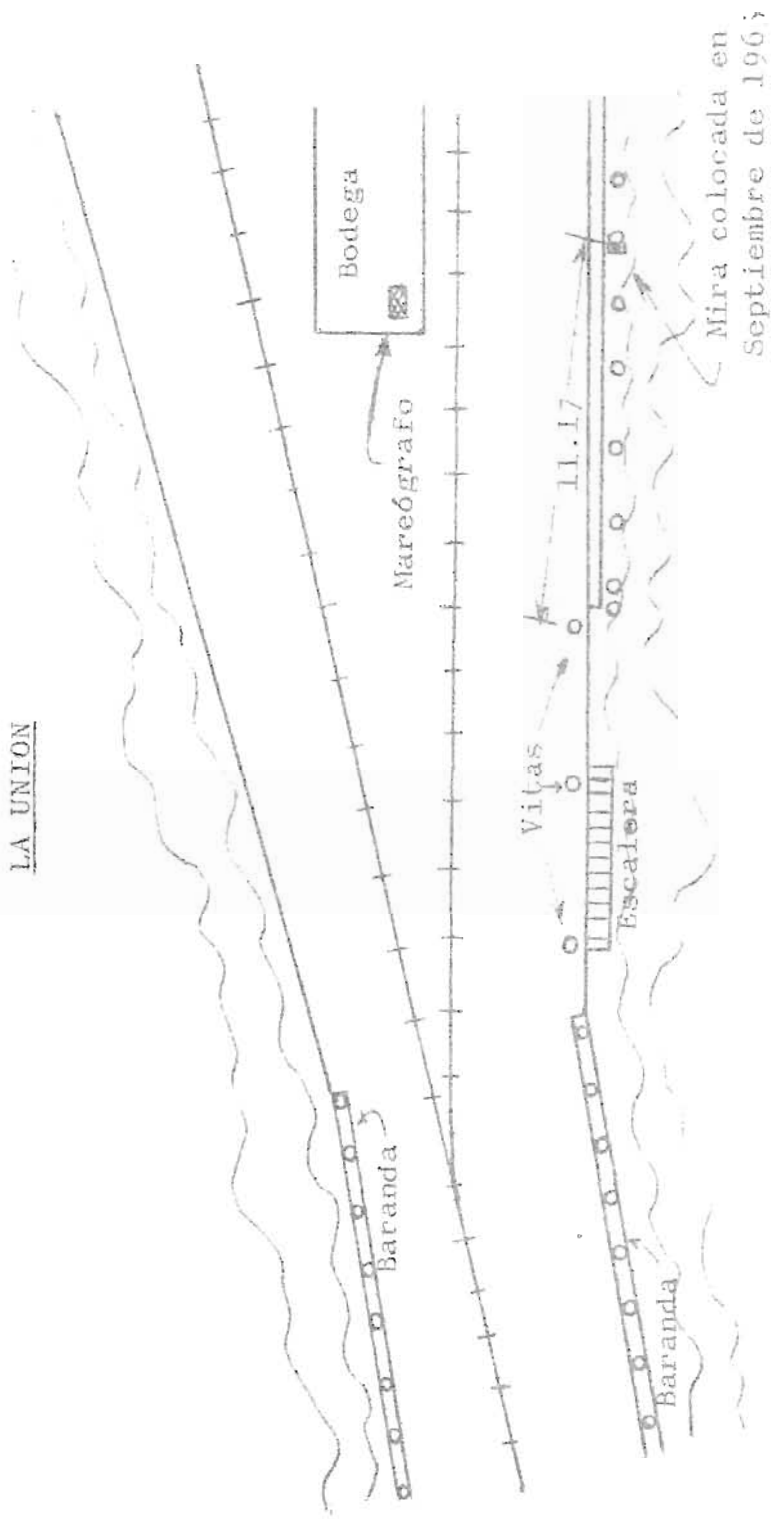
A C A J U T L A

Esquema de la Mira y el Punto "a"



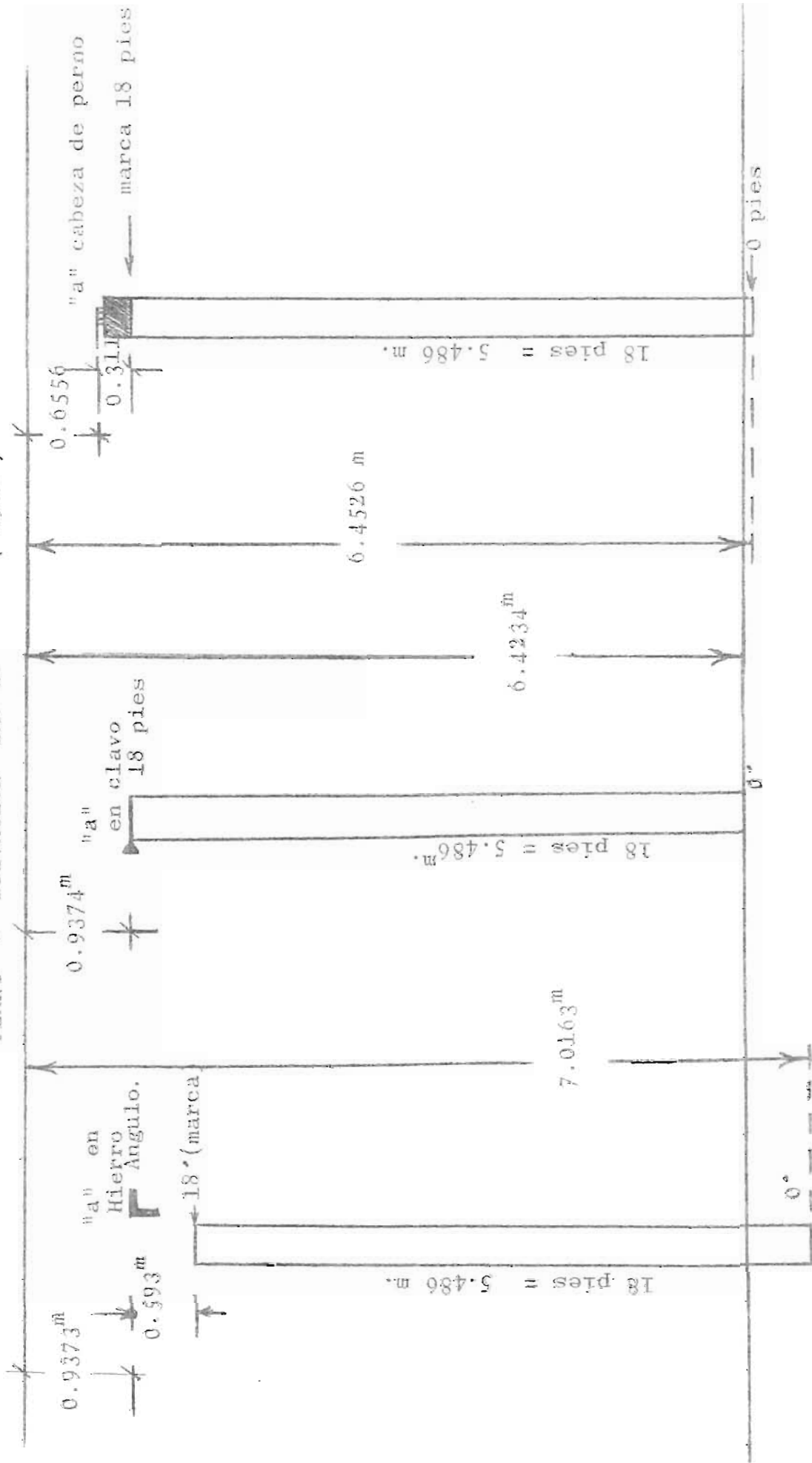
MUELLE CUTUCO

LA UNION



Esquema Mostrando Posición de la Mira del Septiembre de 1965.

PLANO : ELEVACION BM. N° 1 ( 1961 )



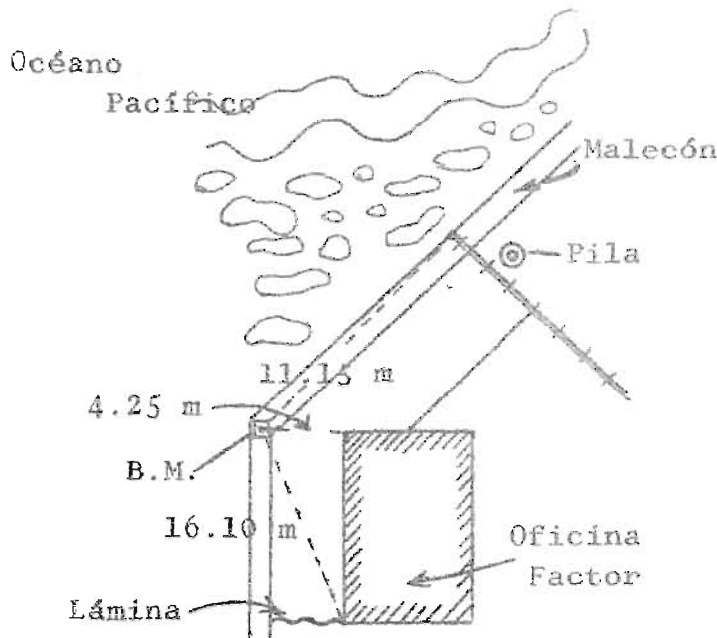
1962

1961

1965

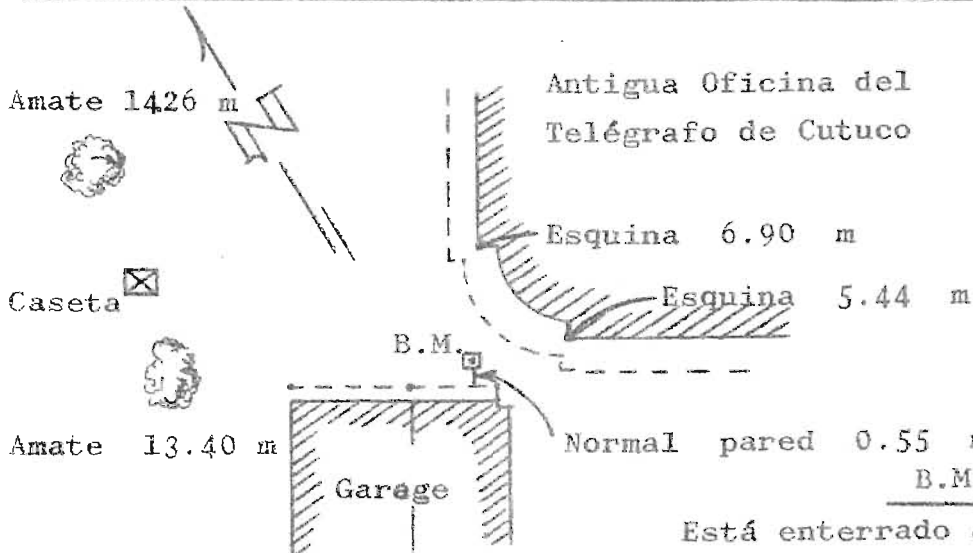


EJEMPLOS DE DESCRIPCION DE BANCOS DE MARCA .-



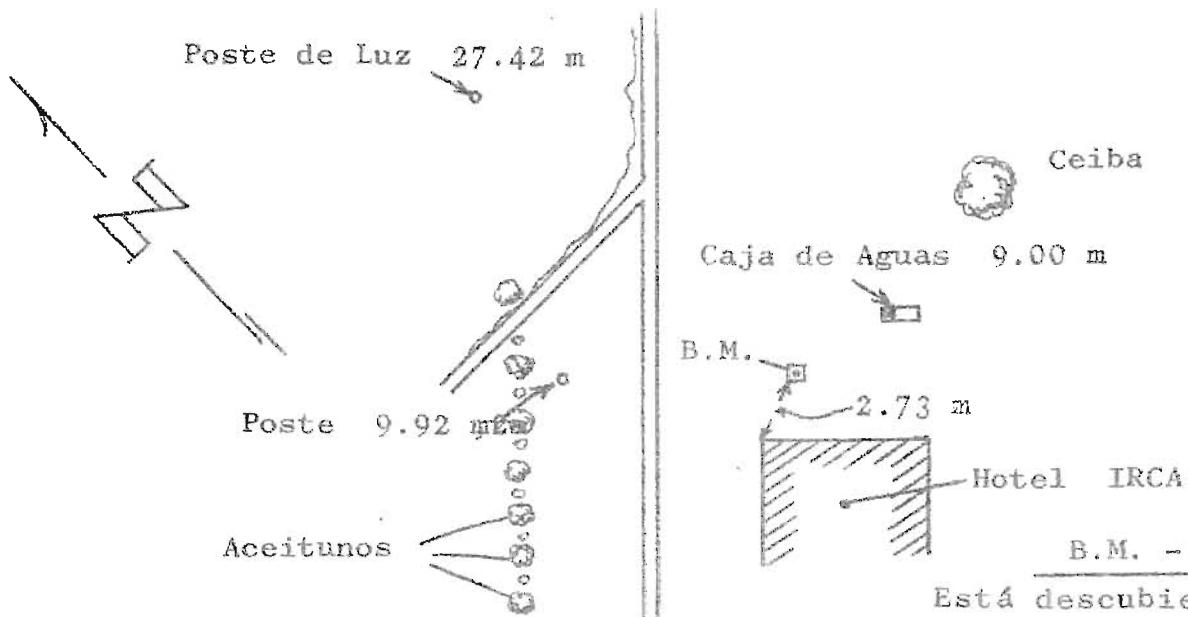
B.M. - 4

Consiste en una placa situada en el mu  
ro, al nivel del en  
cementado.-



B.M. -- 9

Está enterrado a 0.35 mts.



B.M. - 8

Está descubierto  
0.25 metros.--

## DESCRIPCION DE BANCOS DE MARCA

Pais EL SALVADOR	Línea	Designación CEPA - 2
Departamento SONSONATE	Clase de Marca PLACA EMPOTRADA	Elevación (metros)
Municipio ACAJUTLA	Establecida por (Org.) DIR. GRAL./CARTOGRAFIA	Orden 1° (Final)(Prelimina)
Cantón MUELE DE ACAJUTLA	Organización (Fundada) M.O.C.P. D.G.C.	Datum
Casero	Leyenda grabada CEPA - 2	

## Descripción

Placa empotrada en la superficie de concreto, propiamente en el coño del Muelle de Acajutla, orilla Sur del referido Muelle.-



## REFERENCIAS

- 1) Poste Cemento (Alumbrado)-- 24.05m-S 85° W
- 2) Cornamuz (Vita ) o Amarradero de Hierro (Centro)-- 9.76 m- S59° E
- 3) Poste de Radar -- 35.38 m - S 22° E

## DESCRIPCION DE BANCOS DE MARCAS

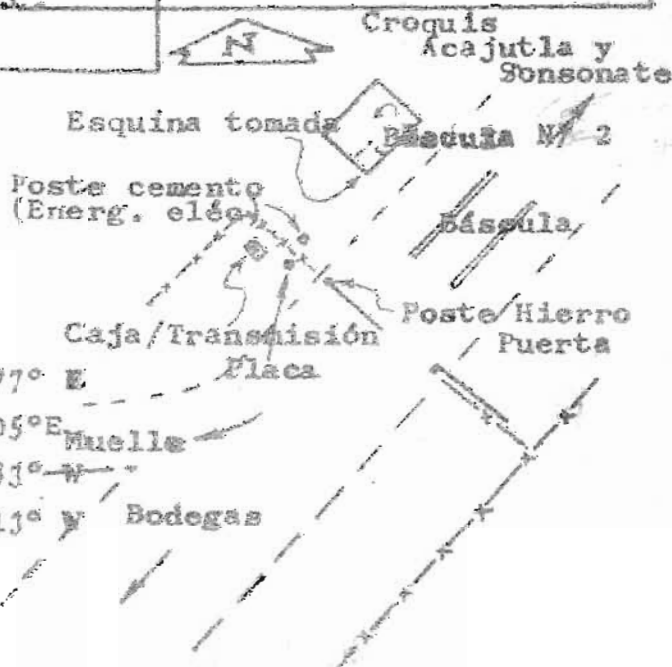
Pais EL SALVADOR	Línea	Designación CEPA - 8
Departamento SONSONATE	Clase de Marca PLACA EM POTRADA	Elevación (metros)
Municipio ACAJUTLA	Establecido por (Org.) DIR. GRAL./CARTOGRAFIA	Orden 1° (Final)(Prelim.)
Cantón ENTRADA A BODEGAS CEPA	Organización (Fundada) M.O.C.P. * D.G.C.	Datum
Casero	Leyenda grabada CEPA - 8	

## Descripción

Placa empotrada en el cemento al lado NW de la puerta que da entrada hacia las bodegas del Muelle, a inmediaciones de la Báscula # 2.

## REFERENCIAS:

- Piedra la Caja de Transmisión - 0.54 m-S 77° E  
 Poste de concreto (Energ Eléc.)- 0.79 m-S 05°E  
 Poste de Hierro (Norte) Puerta - 0.79 m-S 83° W  
 Esquina (Sur) Caseta de Báscula- 5.50 m-S 13° W



DESCRIPCION DE BANTO DE MARCA

País	Línea	Designación
EL SALVADOR		BM- 7 3
Departamento	Clase de Marca	Elevación (metros)
SONSONATE	PIN EMPETRADO EN MOJÓN	
Municipio	Establecida por (Org.)	Orden
ACAJUTLA	DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA	1° (Final)(Preliminar)
Cantón	Organización (Fundida)	Datum
NO RAY	NO RAY	
Caserío	Leyenda grabada	
N.O. RAY	NO RAY	

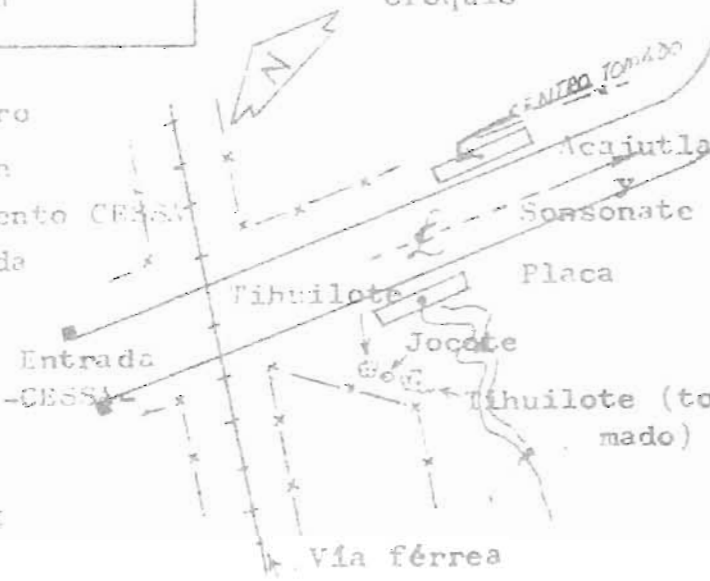


**Descripción**  
 Consiste en un pin empotrado en un mojón Colocado en un saliente rocoso, lleno de vegetación baja, a inmediaciones de unas ruinas, frente al muelle antiguo cerca de la esquina NW de la cerca que circunda las Bodegas de la CEPA.-

- REFERENCIAS:**
- Sobresale del terreno 0.25 metros.
  - Arbol de Tihuilote -- 3.20 m -- S 15° E
  - Torre de Faro -- 43.00 m -- S 10° W
  - De unas Ruinas: 100.00 metros (aprox.)--

DESCRIPCION DE BANTO DE MARCA

País	Línea	Designación
EL SALVADOR		CEPA - 10
Departamento	Clase de Marca	Elevación (metros)
SONSONATE	PLACA EMPETRADA ALICANTARILLA	
Municipio	Establecida por (Org.)	Orden
ACAJUTLA	DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA	1° (Final)(Preliminar)
Cantón	Organización (Fundida)	Datum
	M.O.D.P. - D.G.C.	
Caserío	Leyenda grabada	
	CEPA - 10	Croquis



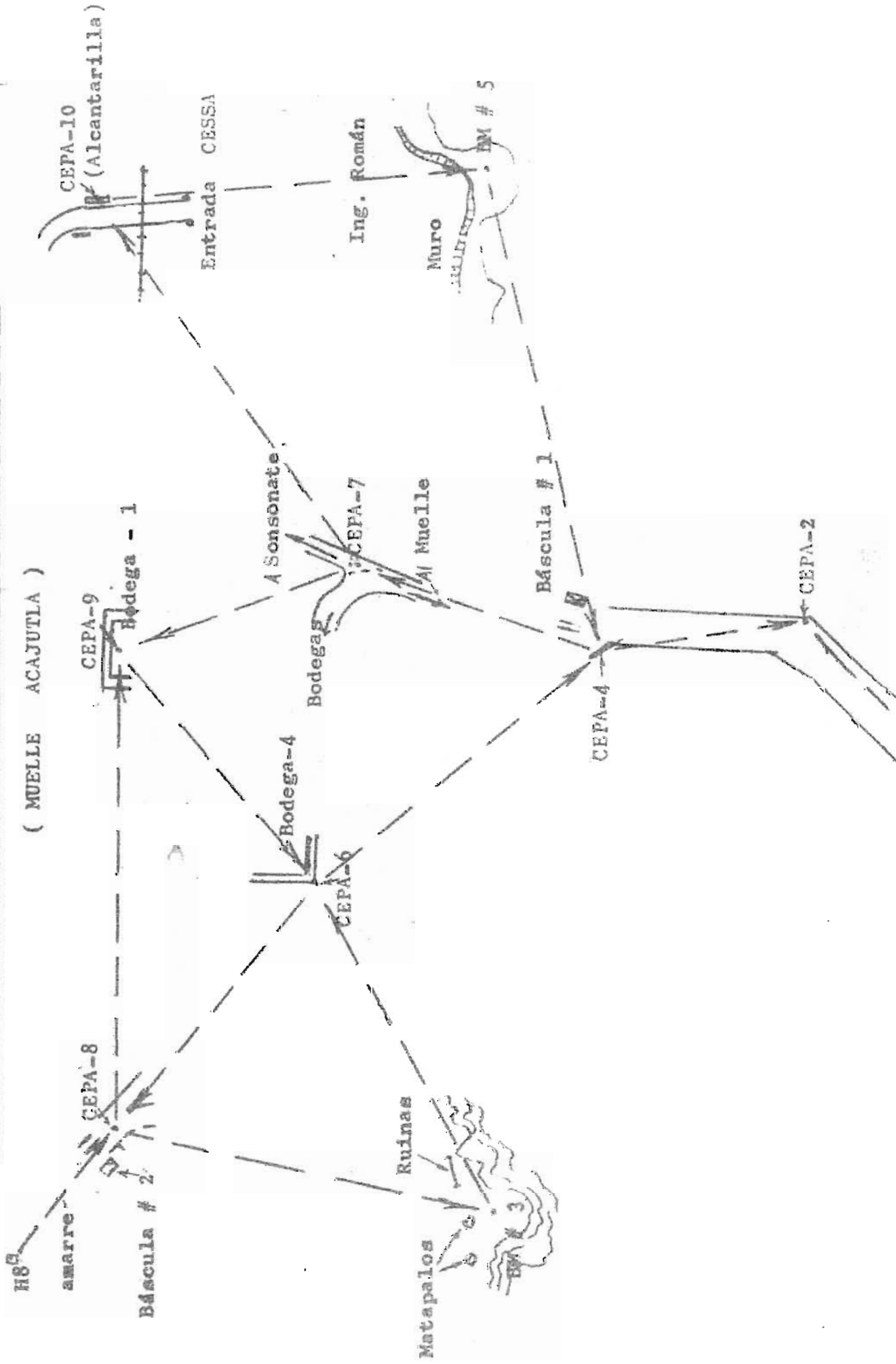
**Descripción:**  
 PLACA empotrada en el centro del muro de salida de una alcantarilla colocada en la calle que conduce a la fábrica de cemento CESSA aproximadamente a 100 metros de la entrada de la mencionada fábrica.

- REFERENCIAS**
- ) Centro del muro entrada alcant. 16.83 m. - S 30° W
  - ) E de carretera - 6.76 m. - S 8° E
  - ) Arbol de Tihuilote - 11.58 m. - N 34° E

(Ver Esquema)

ESOU EMA Y RECÓRRIDO DE LOS EM COLOCADOS EN TERRENOS DE LA CEPA...

( MUELLE ACAJUTLA )



(EJEMPLO de REPORTE)

## REPORT—TIDE STATION

Station LA UNION EL SALVADOR C.A. Lat. 13° 20'  
Long. 87° 49' Time Mer. 90° W.  
~~Established~~  
Inspected by F. PONCE (IAGS) J. BUSTAMANTE (DGC) Date 3 al 10. Sept. /1965  
Wharf.—Name and location\* CUTUCCO, LA UNION.  
Owner and arrangements for maintaining station I. R. C. A.  
(Ferrocarriles Internacionales de Centro America)  
Tide Observer.—Name and address Juan José Martínez  
Regular business Ayudante de Factor, Est. Cutuco.  
Tide House.—Size and brief description la misma usada anteriormente.

Tide Staff.—Portable or fixed Fija Date of installation 3-Sept.-1965  
(Staff support) si  
(Fixed staff) si  
Limits of graduations 0-18 pies Hinged? - Vitrified scale? si Glass tube? -  
Scale graduation corresponding to stop 579.7<sup>mm</sup> Is staff support sheathed with copper? -  
Method of securing staff and support in place and remarks Des cuarterones de ma-  
dera pintada con creosota (2" x 6" x 19.6 pies largo)

Automatic Gage.—Standard or portable STANDARD Date of installation 5-Sept-65  
C. & G. Survey No. T-580 Scale 1.24 Removable pencil-screw? si  
Float, size 8 1/2 in.; weight 4 1/2 lb. Counterpoise 6 lb. Tension weight 1 lb.  
Is movable pulley used with counterpoise? si; with tension weight? -  
Remarks: El aparato se limpio, se pinto y se cambio de  
lugar

Float Well (automatic gage).—Material lámina hierro 1/4" Date of installation 25 Agosto /1965  
Length, top to intake - ft. Inside diameter 12 in. Size and position of intake 1 1/4 in.

Construction, installation, and remarks

Fabricado por Ministerio de Agricultura en San Salvador  
lámina de hierro de 1/4" encolada y soldada - consistió de  
3 secciones pintadas con pintura anticorrosiva.

\*A section of chart showing location should accompany this report.

(OVER)

Measurements.—Referred to wharf floor unless otherwise indicated. Negative sign to be used when point is above wharf floor.

	(Automatic gage)	(Tape gage)
Top of staff support <u>1.5</u> ft.	Top of float well <u>-1.0</u> ft.	ft. ft.
Zero of tide staff <u>20.7</u> ft.	Intake to well <u>26.5</u> "	ft. ft.
Harbor bottom at staff <u>38.7</u> ft.	Harbor bottom at well <u>39.0</u> "	ft. ft.

Bench Marks.—Date of levels to tide staff 7y 8 Sept/65 Number of marks connected 9  
Number of new marks established — Number of old marks recovered 9

(COMPLETE DESCRIPTIONS OF BENCH MARKS MUST ACCOMPANY LEVELING RECORD)

Inventory of Instruments: \_\_\_\_\_

*pendiente*

Additional Information: \_\_\_\_\_

- 1. Se cambió la estación de sitio; ahora queda dentro de la Bodega de herramientas en el muelle mismo*
- 2. Provisionalmente se deja en uso la misma caseta anterior de 6 x 8 x 6 pies que cubría la estación en su sitio antiguo.*
- 3. Se encontraron 5 onzas de agua dentro del flotador - Se sacaron y se soldó.*

Recommendations: \_\_\_\_\_

NOTE.—This form being designed both for the establishment and an inspection of a tide station, questions not pertinent to the work at hand may be omitted; but at the time of an inspection it is desirable that the depth of water and such other information as can be conveniently obtained should be entered in the form in order that any changes since the previous inspection may be detected.

INFORME SEMANAL DE LA ESTACION DE LA MAREA

FORM 560-S

Estación LA UNION, EL SALVADOR

AÑO	Mes	Día	Hora Exacta		Hora Mareógrafo		REGLA		VIENTO		Anotaciones
			H.	M.	H.	M.	Máxima	Mínima	Velocidad	Dirección	
1966											
Domingo											
Lunes	Marzo	14	16	19	16	19	12.90	12.80	M	S	
Martes	✓	15	17	12	17	10	13.40	12.80	F	NE	
Miércoles	✓	16	17	24	17	24	13.00	12.50	F	NE	
Jueves	✓	17	17	30	17	28	12.40	12.10	M	NE	
Viernes	✓	18	17	13	17	10	11.10	10.80	M	N	Reloj corregido.
Sábado	✓	19	10	30	10	30	8.20	8.10	C	N	

\*Velocidad del viento: Calma (C), Brisa (B), Viento moderado (M), Viento fuerte (F), Ventarrón (V).  
 Los anteriores datos diarios deben ser registrados todos los días al tiempo de visitar el mareógrafo.  
 Si no funciona bien el mareógrafo, y si el equipo o el montaje han sido alterados, hágase la explicación al otro lado de la página.

(Véase el otro lado)

INFORME SEMANAL DE LA ESTACION DE LA MAREA

FORM 560-S

Estación ACAJUTLA, EL SALVADOR

AÑO	Mes	Día	Hora Exacta		Hora Mareógrafo		REGLA		VIENTO		Anotaciones
			H.	M.	H.	M.	Máxima	Mínima	Velocidad	Dirección	
1966											
Domingo											
Lunes	Marzo	14	07	04	07	04	6.0	5.5	B	S	
Martes	✓	15	18	54	18	54	8.0	7.5	C	—	
Miércoles	✓	16	15	45	15	45	8.5	8.0	B	S	
Jueves	✓	17	07	45	07	45	7.5	7.0	B	N	
Viernes	✓	18	06	01	06	01	8.5	8.0	B	S	
Sábado	✓	19	13	55	13	55	5.0	4.5	B	S	

\*Velocidad del viento: Calma (C), Brisa (B), Viento moderado (M), Viento fuerte (F), Ventarrón (V).  
 Los anteriores datos diarios deben ser registrados todos los días al tiempo de visitar el mareógrafo.  
 Si no funciona bien el mareógrafo, y si el equipo o el montaje han sido alterados, hágase la explicación al otro lado de la página.

(Véase el otro lado)

Station ACAJUTLA

Year 1966 Month Octubre Day 19.

Observer J. A. Orellana Rodman

ft.	Dec's	REMARKS	Foot	Dec's	REMARKS
Elev.	6.796	punto "(a)" MIRA NUEVA	Elev.	7956	3M. CEPA-1.
B.S.+	2.740		B.S.+	1.549	
H.I.	9.536		H.I.	9505	
F.S.-	1.615		F.S.-	1.523	
Elev.	7921	BM <u>CEPA-2</u>	Elev.	7982	TP-1A
B.S.+	1.638		B.S.+	1.773	
H.I.	9.559		H.I.	9755	
F.S.-	2.762		F.S.-	1.836	
Elev.	6.797	punto "(a)" MIRA NUEVA	Elev.	7919	BM. CEPA-2.
B.S.+			B.S.+		
H.I.			H.I.		
F.S.-			F.S.-		
Elev.	7921	BM. CEPA 2	Elev.	7921	BM. CEPA-2
B.S.+	1.583		B.S.+	1.618	
H.I.	9504		H.I.	9539	
F.S.-	1.534		F.S.-	1.504	
Elev.	7970	TP 1.	Elev.	8035	TP-2
B.S.+	1.614		B.S.+	1.480	
H.I.	9.584		H.I.	9515	
F.S.-	1.628		F.S.-	1.463	
Elev.	7956	<u>BM. CEPA 1</u>	Elev.	8052	TP.3

Ejemplo:  
Nivelación Diferencial  
entre B.M.s en Acajutla.



## ACCEPTED RESULTS

## DIFFERENCES

B. M. Nos.	First Line	Second Line	MEAN
	<del>Back</del> 179	<del>Sight</del> 179	<del>Sight</del> 179.
Elevation of (a) above zero of tide staff -			6.7960
(1) - (a)	+ 1.125	- 1.124	+ 1.1245
(2) - (1)	+ 0.035	- 0.037	+ 0.0360
(3) - (2)	- 0.177	+ 0.179	- 0.1780
(4) - (3)	+ 9.745	- 9.743	+ 9.7440
(5) - (4)	+ 0.272	- 0.271	+ 0.2715
(6) - (5)	- 4.233	+ 4.234	- 4.2335
(7) - (6)	+ 4.029	- 4.027	+ 4.0280
(8) - (7)	+ 5.786	- 5.787	+ 5.7865

In taking the differences between bench marks be careful to put the proper + or - sign before each. The algebraic sum of the successive mean differences gives the accepted elevations above zero of tide staff.

## ELEVATIONS ABOVE ZERO OF TIDE STAFF

B. M. 1	7.9565 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>	B. M. (6)	17.4865 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>
B. M. 2	7.9205 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>	B. M. (9)	17.7580 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>
B. M. 3	_____ <sup>179</sup> / <sub>back</sub>	B. M. (7)	13.5245 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>
B. M. 4	7.7425 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>	B. M. (10)	17.5525 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>
B.M. (7)	13.5290 <sup>179</sup> / <sub>back</sub>		
	(25 inches.)		

Resumen de las Nivelaciones Diferenciales  
Costa de Acapulco -

## TIDES: COMPARATIVE READINGS

Station: LA UNION, EL SALVADOR, C.A. Lat. 13° 20'  
 Party of: \_\_\_\_\_ Time meridian 90° W Long. 87° 49'  
 Obs. begin May 13 Obs. end June 13 Tabulated by J.P.H. Date 10-June-64  
 Tide gauge No. H-257 Scale 1:24 Preliminary scale setting of datum line 8.00 feet

DATE		TIME OF STAFF READING		STAFF		SCALE		DIFFERENCE A-B	PHASE OF TIDE*	REMARKS
1964	Year	no.	d. h. m.	1st	2nd	1st	2nd			
		May	1	09 31	2.16	6.30	1.50		F	
			2	11 17	2.80	2.80	2.00		F	
			4	08 37	11.92	10.00	1.92		F	
			5	15 47	7.50	5.50	2.00		R	
			6	11 40	11.05	8.70	2.35		F	
			7	17 07	7.00	5.00	2.00		L	
			8	16 45	12.45	10.50	1.95		R	
			9	11 34	13.00	11.10	1.90		R	
			11	09 18	6.08	4.30	1.78		R	
			12	15 28	15.65	13.70	1.95		H	
			13	17 06	15.65	13.70	1.95		H	
			14	16 22	15.90	14.00	1.90		R	
			15	07 22	12.35	10.30	2.05		F	
			16	15 24	9.65	7.70	1.95		R	
			18	16 25	12.08	10.00	2.08		F	
			19	14 59	6.50	4.50	2.00		L	
			20	13 12	10.90	8.70	2.20		F	
			21	08 18	10.25	8.25	2.00		R	
			22	09 14	10.38	8.40	1.98		R	
			22	10 28	12.55	10.50	2.05		R	
			23	11 38	13.20	11.30	1.90		R	
			25	09 20	7.36	5.40	1.96		R	
			26	05 12	6.45	4.50	1.95		L	
			27	16 08	6.38	4.40	1.98		L	Scale setting for <u>May 12</u> to <u>June 13</u>
			28	11 10	6.75	4.80	1.95		R	Sum of differences ( <u>20</u> ) <u>55.48</u>
			29	11 51	6.90	5.00	1.90		R	Mean difference <u>1.98</u>
			30	11 30	6.25	4.40	1.85		L	Preliminary setting <u>8.00</u>
		June	12	10 30	8.70	6.60	2.10		F	Setting for reduction to tide staff <u>9.98</u>
										Constant for fixed datum <u>-6.20</u>
										Setting for reduction to fixed datum <u>9.78</u>
										Revised: <u>J.L. Garcia.</u>

\*In the column headed "Phase of Tide" use the appropriate one of the four following symbols: H, for high water; L, for low water; R, for rising tide; and F, for falling tide. Use Form 138 for tabulating high and low water.

TIDES: HIGH AND LOW WATERS

Station: LA UNION, EL SALVADOR, C.A.

Highest tide: Date \_\_\_\_\_ Height \_\_\_\_\_ ft. Lowest tide: Date \_\_\_\_\_ Height \_\_\_\_\_ ft.

$(K_1 + O_1) + M_2$  or  $2(DHQ + DLQ) + M_n =$  \_\_\_\_\_  $F(M_n) =$  \_\_\_\_\_  $F_1 =$  \_\_\_\_\_

DATE	MOON'S TRANSITS Year 1965 mo. d. hr. dec.	TIME OF—				LUNITIDAL INTERVAL		HEIGHT OF—		REMARKS	
		High Water		Low Water		High Water	Low Water	High Water	Low Water		
		hr. dec.	hr. dec.	hr. dec.	hr. dec.	hr. dec.	hr. dec.	feet	feet		
Marzo							89.4	286.0	456.40	185.55	
Brought forward											
Marzo 18	00.7	03.7	09.5	3.0	8.8	15.10	4.30				
	13.1	16.3	22.0	3.2	8.9	15.65	4.20				
19	01.5	04.4	10.1	2.9	8.6	15.05	4.05				
	13.9	17.0	22.7	3.1	8.8	15.70	4.10				
20	02.3	05.0	10.9	2.7	8.6	14.70	4.30				
	14.7	17.7	23.3	3.0	8.6	15.45	4.35				
21	03.1	05.8	11.6	2.7	8.5	14.20	4.65				
	15.4	18.0	—	2.6	—	15.00	—				
22	03.8	06.4	00.0	2.6	8.6	13.80	4.60				
	16.3	18.8	12.0	2.5	8.2	14.25	5.30				
23	04.7	07.2	00.7	2.5	8.4	13.25	5.35				
	17.1	19.3	13.0	2.2	8.3	14.00	6.05				
24	05.5	07.9	01.3	2.4	8.2	12.85	6.10				
	17.9	20.0	13.7	2.1	8.2	13.45	6.85				
25	06.3	08.6	02.2	2.3	8.3	12.35	6.90				
	18.7	21.0	14.6	2.3	8.3	12.75	7.30				
26	07.1	09.7	03.3	2.6	8.6	12.00	7.20				
	19.6	21.8	15.2	2.2	8.1	12.35	7.85				
27	08.0	10.7	04.4	2.7	8.8	11.90	7.60				
	20.4	23.0	16.5	2.6	8.5	12.40	8.10				
28	08.8	11.9	05.5	3.1	9.1	12.15	7.60				
	21.2	—	17.7	—	8.9	—	8.10				
29	09.5	00.0	06.1	2.8	8.9	12.65	7.45				
	21.9	12.7	18.7	3.2	9.2	12.60	7.75				
30	10.3	01.0	07.1	3.1	9.2	12.90	6.95				
	22.7	13.2	19.5	2.9	9.2	13.20	7.20				
31	11.1	01.8	07.8	3.1	9.1	13.30	6.55				
	23.4	14.2	20.2	3.1	9.1	13.70	6.50				
Sums				162.9	520.0	823.10	352.80	406.75	166.90		
			(60)	2.72	8.67	13.72	5.88	14.03	5.76	(19.79)	
	Correction to intervals			6.00	6.00	5.88		8.27	Mn		
	Local intervals			8.72	14.67	7.84	Mn	Observed	0.31	0.12	
	Greenwich intervals			8.72	2.25	9.80	MTL	Factor			
	Corrected										

Tabulated by J. Bustamante Date 21 Abril-65 Checked by R. di-Majo  
Reduced by J. Bustamante Date 21 Abril-65 Checked by R. di-Majo

# TIDES: HOURLY HEIGHTS

Station: LA UNION, EL SALVADOR, C.A. Year: 1965  
 Observer: \_\_\_\_\_ Lat. 13° 20' Long. 87° 49'  
 Time Meridian: 90° W. Height datum is \_\_\_\_\_ which is \_\_\_\_\_ ft. below B. M.

Month and Day	mo.	d.	d.	d.	d.	d.	d.	d.	Horizontal Sum
Day of Series		<u>Oct. 29</u>	<u>30</u>	<u>31</u>	<u>Nov. 1<sup>o</sup></u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	
Hour	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet
0	<u>5.5</u>	<u>6.0</u>	<u>7.0</u>	<u>8.2</u>	<u>9.6</u>	<u>10.8</u>	<u>12.2</u>		
1	<u>6.6</u>	<u>6.2</u>	<u>6.5</u>	<u>7.3</u>	<u>8.4</u>	<u>9.7</u>	<u>11.2</u>		
2	<u>8.3</u>	<u>7.5</u>	<u>6.9</u>	<u>7.0</u>	<u>7.7</u>	<u>8.7</u>	<u>10.1</u>		
3	<u>10.5</u>	<u>9.2</u>	<u>8.0</u>	<u>7.7</u>	<u>7.6</u>	<u>8.1</u>	<u>9.0</u>		
4	<u>12.4</u>	<u>11.1</u>	<u>9.6</u>	<u>8.7</u>	<u>7.9</u>	<u>7.9</u>	<u>8.2</u>		
5	<u>13.5</u>	<u>12.6</u>	<u>11.2</u>	<u>10.0</u>	<u>9.0</u>	<u>8.3</u>	<u>8.0</u>		
6	<u>14.0</u>	<u>13.4</u>	<u>12.5</u>	<u>11.3</u>	<u>10.1</u>	<u>9.2</u>	<u>8.3</u>		
7	<u>13.5</u>	<u>13.5</u>	<u>13.0</u>	<u>12.1</u>	<u>11.1</u>	<u>10.2</u>	<u>9.2</u>		
8	<u>12.0</u>	<u>12.7</u>	<u>12.9</u>	<u>12.4</u>	<u>12.0</u>	<u>11.1</u>	<u>10.2</u>		
9	<u>9.7</u>	<u>11.0</u>	<u>12.0</u>	<u>12.2</u>	<u>12.3</u>	<u>11.8</u>	<u>11.2</u>		
10	<u>7.2</u>	<u>8.9</u>	<u>10.4</u>	<u>11.4</u>	<u>12.1</u>	<u>12.3</u>	<u>12.0</u>		
11	<u>5.3</u>	<u>7.0</u>	<u>8.7</u>	<u>10.0</u>	<u>11.3</u>	<u>12.0</u>	<u>12.4</u>		
Noon	<u>4.9</u>	<u>5.8</u>	<u>7.2</u>	<u>8.6</u>	<u>10.1</u>	<u>11.3</u>	<u>12.2</u>		
13	<u>5.7</u>	<u>6.0</u>	<u>6.5</u>	<u>7.6</u>	<u>8.8</u>	<u>10.3</u>	<u>11.6</u>		
14	<u>7.2</u>	<u>7.0</u>	<u>6.7</u>	<u>7.2</u>	<u>8.2</u>	<u>9.3</u>	<u>10.6</u>		
15	<u>9.1</u>	<u>8.4</u>	<u>7.5</u>	<u>7.2</u>	<u>7.7</u>	<u>8.3</u>	<u>9.4</u>		
16	<u>11.0</u>	<u>9.7</u>	<u>8.7</u>	<u>8.0</u>	<u>7.7</u>	<u>7.9</u>	<u>8.3</u>		
17	<u>11.5</u>	<u>11.4</u>	<u>10.1</u>	<u>9.2</u>	<u>8.3</u>	<u>8.0</u>	<u>7.8</u>		
18	<u>13.0</u>	<u>12.4</u>	<u>11.3</u>	<u>10.1</u>	<u>9.3</u>	<u>8.6</u>	<u>7.8</u>		
19	<u>12.9</u>	<u>12.7</u>	<u>12.0</u>	<u>11.0</u>	<u>10.3</u>	<u>9.5</u>	<u>8.5</u>		
20	<u>12.0</u>	<u>12.5</u>	<u>12.3</u>	<u>11.8</u>	<u>11.3</u>	<u>10.6</u>	<u>9.7</u>		
21	<u>10.2</u>	<u>11.5</u>	<u>11.9</u>	<u>12.2</u>	<u>11.9</u>	<u>11.7</u>	<u>11.0</u>		
22	<u>7.9</u>	<u>9.8</u>	<u>10.9</u>	<u>11.7</u>	<u>12.1</u>	<u>12.2</u>	<u>11.9</u>		
23	<u>6.4</u>	<u>8.3</u>	<u>9.4</u>	<u>10.7</u>	<u>11.7</u>	<u>12.4</u>	<u>12.7</u>		
Sum	<u>230.3</u>	<u>234.6</u>	<u>233.2</u>	<u>233.6</u>	<u>236.5</u>	<u>240.2</u>	<u>243.5</u>		

Sum for Oct 31 = 7338.5. Divisor = (28d) 672; (29d) 696; (30d) 720; (31d) 744. Mean for month = 9.86

Tabulated by R. di Majo Date 11 Nov. 65 Summed by J. Bustamante Date 12 Nov. 65

## TIDES: COMPARATIVE READINGS

Station: ACAJUTLA, EL SALVADOR, C.A. Lat. 13° 35'  
 Party of \_\_\_\_\_ Time meridian 90° W. Long. 89° 51'  
 Obs. begin Julio 1° Obs. end Agosto 1° Tabulated by J. B. H. Date 11 Agosto 1965  
 Tide gage No. T-511 Scale 1: 12 Preliminary scale setting of datum line 6.0 feet

DATE		TIME OF STAFF READING			STAFF A	SCALE B	DIFFERENCE A-B	PHASE OF TIDE*	REMARKS
Year/65					feet	feet	feet		
mo.	d.	h.	m.						
Julio									
	1	05	25		9.75	8.00	1.75	F	
	2	07	06		8.25	7.10	1.15	F	
	3	07	00		9.75	8.35	1.40	F	
	4	10	50		5.75	4.30	1.45	F	
	5	08	25		10.25	8.60	1.65	F	
	6	06	42		9.25	8.00	1.25	R	
	7	07	00		8.25	6.85	1.40	R	
	8	07	15		6.75	6.00	0.75	R	
	9	14	20		7.75	6.60	1.15	F	
	10	11	25		9.25	8.25	1.00	H	
	12	19	15		4.75	4.15	0.60	F	
	13	16	26		8.75	7.65	1.10	F	
	14	06	45		6.25	5.10	1.15	F	
	15	16	58		9.25	8.20	1.05	H	
	16	07	04		7.75	6.20	1.55	F	
	17	06	53		8.75	7.10	1.65	F	
	19	07	15		9.25	7.90	1.35	H	
	20	07	00		9.75	8.20	1.55	H	
	21	07	35		9.75	8.10	1.65	H	
	22	08	31		9.75	8.35	1.40	H	
	23	11	35		8.25	7.55	0.70	F	
	24	11	15		8.75	8.50	0.25	H	
	26	14	13		9.25	8.15	1.10	F	Scale setting for Julio 1° to Agosto 1°
	27	11	25		8.75	8.00	0.75	R	Sum of differences..... 35.95 (29)
	28	14	20		11.75	9.60	2.15	H	Mean difference..... 1.24
	29	16	50		10.25	8.65	1.60	F	Preliminary setting..... 6.00
	30	14	15		9.25	8.30	0.95	R	Setting for reduction to tide staff..... 7.24
	31	07	13		7.75	6.90	0.85	F	Constant for fixed datum.....
Agost-1	07	48			9.25	7.65	1.60	F	Setting for reduction to fixed datum..... 7.24
									Revisado por R. di-Majo.

\*In the column headed "Phase of Tide" write the appropriate one of the four following symbols: H, for high water; L, for low water; R, for rising tide; and F, for falling tide.  
 Use Form 136 for tabulating high and low water.

TIDES: HIGH AND LOW WATERS

Station ACAJUTLA

Highest tide: Date \_\_\_\_\_ Height \_\_\_\_\_ ft. Lowest tide: Date \_\_\_\_\_ Height \_\_\_\_\_ ft.

$(K_1 + O_1) + M_2$  or  $2(DH) + DLQ) + Mn =$  \_\_\_\_\_  $F_1(M)$  \_\_\_\_\_  $F_2$  \_\_\_\_\_

DATE	MOON'S TRANSITS Year (Greenwich mean time)	TIME OF		LUNAR INTERVAL		HEIGHT OF		REMARKS
		High Water	Low Water	High Water	Low Water	High Water	Low Water	
mo.	d.	hr.	dec.	hr.	dec.	hr.	dec.	

Brought forward

April 18	(01.7)	04.2	10.0	2.5	8.3	9.55	2.95	
	14.1	16.7	23.0	2.6	8.9	10.35	3.75	
19	(02.5)	04.9	11.8	2.4	8.3	9.35	2.75	
	14.9	17.2	23.6	2.3	8.7	10.10	3.30	
20	(03.3)	05.5	11.6	2.2	8.3	9.15	4.30	
	15.7	17.5	—	1.8	—	9.65	—	
21	(04.2)	06.5	00.1	2.3	8.4	8.80	4.00	
	16.6	18.3	12.3	1.7	8.1	9.45	4.55	
22	(05.0)	06.8	00.9	1.8	8.3	8.45	4.35	
	17.4	19.0	13.2	1.6	8.2	9.10	4.80	
23	(05.8)	07.7	02.0	1.9	8.6	8.35	4.50	
	18.2	19.8	14.0	1.6	8.2	8.65	5.00	
24	(06.6)	08.9	02.4	2.3	8.2	8.10	4.85	
	19.0	21.1	14.5	2.1	7.9	8.40	5.15	
25	(07.4)	09.5	03.4	2.1	8.4	8.16	4.90	
	19.8	21.7	15.5	1.9	8.1	8.20	5.35	
26	(08.2)	10.6	04.4	2.4	8.6	8.15	5.00	
	20.6	23.0	17.0	2.4	8.8	8.65	5.15	
27	(08.9)	12.0	05.2	3.1	8.0	8.25	4.75	
	21.3	23.8	17.7	2.5	8.8	8.20	4.90	
28	(09.7)	12.2	06.4	2.5	8.1	8.65	4.55	
	22.0	—	18.6	—	8.9	—	4.55	
29	(10.4)	00.9	06.7	2.9	8.7	8.35	4.40	
	22.8	13.1	19.6	2.7	9.2	9.00	4.15	
30	(11.2)	01.6	07.6	2.8	8.8	8.65	4.10	
	23.6	14.0	20.4	2.8	9.2	9.60	3.75	
31								

Sums				(58)				(28)			
				132.7	495.7	541.55	247.95	269.55	110.50	Sums	(13.80)
				2.29	8.55	9.34	4.28	9.64	4.76	Mean	6.90
		Correction to intervals		6.00	6.00	4.28		5.48		Mn	DLQ
		Local intervals		8.29	12.55	5.06	Mn	Observed		2.30	0.11
		Greenwich intervals		8.29	2.13	6.81	Mn	Factor			

Tabulated by R. d. Mays Date 11 Mays 65 Checked by J. B. Stawant  
 Reduced by R. d. Mays Date 11 Mays 65 Checked by J. B. Stawant

# TIDES: HOURLY HEIGHTS

Station: ACAJUTLA. EL SALVADOR C. A. Year: 1964  
 Observer: \_\_\_\_\_ Lat. 13°35' Long. 89°51'  
 Time Meridian: 90° W Height datum is \_\_\_\_\_ which is \_\_\_\_\_ ft. below B. M. \_\_\_\_\_

10-47802-1 U. S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE

Month and Day	mo.	d.	d.	d.	d.	d.	d.	d.	Horizontal Sum
Day of Series	Sept	24	25	26	27	28	29	30	
Hour	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet
0	9.2	8.5	6.8	5.2	4.6	4.2	4.1		
1	10.2	9.7	8.5	7.1	6.2	5.2	4.6		
2	10.2	10.4	10.0	8.9	8.1	6.9	5.6		
3	9.3	10.5	10.7	10.3	9.6	8.4	7.1		
4	8.4	9.7	10.6	10.9	10.6	9.9	8.4		
5	6.7	8.2	9.7	10.6	10.9	10.5	9.6		
6	5.5	6.5	8.2	9.5	10.2	10.6	10.1		
7	4.5	5.0	6.2	7.9	8.7	9.4	10.0		
8	4.2	4.1	4.4	6.0	7.0	8.1	9.1		
9	4.7	3.9	3.7	4.4	5.2	6.4	7.6		
10	6.0	4.5	3.4	3.5	4.0	4.8	6.2		
11	7.3	5.6	4.2	3.4	3.6	3.9	4.8		
Noon	9.0	7.6	5.7	4.7	3.9	3.7	4.2		
13	10.0	9.1	7.5	6.2	5.0	4.2	4.0		
14	10.4	10.0	8.8	8.0	6.7	5.7	4.6		
15	9.8	10.3	10.0	9.4	8.2	7.0	5.7		
16	9.0	10.0	10.3	10.1	9.3	8.4	7.1		
17	7.4	8.7	9.7	10.0	10.0	9.5	8.2		
18	5.6	7.0	8.5	9.2	9.6	9.6	8.9		
19	4.3	5.3	6.6	7.5	8.5	9.2	9.0		
20	4.0	4.2	4.9	5.7	7.0	8.1	8.6		
21	4.2	3.5	3.9	4.4	5.4	6.7	7.5		
22	5.1	4.0	3.4	3.6	4.3	5.4	6.4		
23	6.6	5.0	3.9	3.6	3.8	4.5	5.1		
Sum	171.6	171.3	169.6	170.1	170.4	170.3	166.5		

Sum for Sept. (30) = 5183.1 Divisor = (28d) 672; (29d) 696; (30d) 720; (31d) 744. Mean for month = 7.20

Tabulated by R di-Majo Date 8-Oct-64 Summed by J.B. Date 9-Oct-64

1965	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura	27.15	28.63	28.47	29.80	30.98	Sin valores	30.99	31.37	30.69	30.27	29.56	28.69
Densidad	1.0251	1.0259	1.0262	1.0266	1.0261	—	1.0239	1.0236	1.0200	1.0185	1.0222	1.0237
Salinidad	33.83	34.86	35.33	35.75	35.19	—	32.30	31.94	27.17	25.22	30.01	32.06
Lecturas Comparativas	9.22	8.75	8.88	8.82	8.80	8.84	8.83	8.91	10.27*	10.17*	10.26*	10.30*
Marea Alta media	13.39	13.61	13.72	13.54	13.63	13.86	13.98	13.99	14.10	13.58	13.73	13.70
Marea Baja media	5.46	5.55	5.88	5.62	5.61	5.83	5.76	5.77	6.02	5.77	6.02	6.06
Mn.	7.93	8.06	7.84	7.92	8.02	8.03	8.22	8.22	8.08	7.81	7.71	7.64
M.T.L	9.42	9.58	9.80	9.58	9.62	9.84	9.87	9.88	10.06*	9.68	9.88	9.88
ALTA ALTA	13.73	13.92	14.03	13.91	14.06	14.30	14.40	14.32	14.38	13.84	14.05	14.06
BAJA BAJA	5.20	5.32	5.76	5.42	5.30	5.51	5.47	5.59	5.84	5.60	5.81	5.83
Mn(2) = Gf.	8.53	8.60	8.27	8.49	8.76	8.79	8.93	8.73	8.54	8.24	8.24	8.23
DHQ	0.34	0.31	0.31	0.37	0.43	0.44	0.42	0.33	0.28	0.26	0.32	0.36
DLR	0.26	0.23	0.12	0.20	0.31	0.32	0.29	0.18	0.18	0.17	0.21	0.23
Gf (= Mne)	8.53	8.60	8.27	8.49	8.76	8.79	8.93	8.73	8.54	8.24	8.24	8.23
Altura Horaria prom.	9.57	9.77	9.95	9.75	9.80	10.01	10.09	10.07	10.29	9.86	10.04	10.03
Marea Diurna promedia.	9.46	9.62	9.90	9.66	9.68	9.90	9.94	9.96	10.11	9.72	9.93	9.94

RESUMEN CONTROL DE LA UNION.

\* Cambio de mira.



1965	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura	27.36	28.70	28.61	29.20	29.39	29.52	29.96	30.17	29.52	29.50	29.44	29.18
Densidad	1.0254	1.0259	1.0259	1.0256	1.0257	1.0254	1.0254	1.0254	1.0248	1.0251	1.0253	1.0254
Salinidad	34.26	34.84	34.95	34.47	34.61	34.26	34.27	34.18	33.41	33.82	34.06	34.23
Lecturas Comparativas	7.00	6.92	7.23	7.28	7.21	7.23	7.24	7.24	7.15	7.26	7.17	7.15
Marea Alta media	9.19	9.28	9.46	9.34	9.39	9.66	9.74	9.75	9.79	9.47	9.49	9.45
Marea Baja media	4.50	4.20	4.48	4.28	4.22	4.48	4.47	4.50	4.60	4.41	4.56	4.56
Mn.	4.69	5.08	4.98	5.06	5.17	5.18	5.27	5.25	5.19	4.98	4.93	4.89
M.T.L	6.84	6.74	6.97	6.81	6.80	7.07	7.10	7.12	7.20	6.98	7.02	7.00
ALTA ALTA	9.52	9.58	9.73	9.64	9.76	10.06	10.11	10.09	10.10	9.74	9.84	9.83
BAJA BAJA	4.33	4.04	4.41	4.16	4.05	4.26	4.26	4.37	4.50	4.39	4.42	4.39
Mn(2) = Gt	5.19	5.54	5.32	5.48	5.71	5.80	5.85	5.72	5.60	5.35	5.42	5.44
DH Q	0.33	0.30	0.27	0.30	0.37	0.40	0.37	0.34	0.31	0.27	0.35	0.38
DL Q	0.17	0.16	0.07	0.11	0.17	0.22	0.21	0.13	0.10	0.10	0.14	0.17
Gt. (= Mn <sub>2</sub> )	5.19	5.54	5.32	5.48	5.71	5.80	5.85	5.72	5.60	5.35	5.42	5.44
Altura Horaria Promedia	6.85	6.72	6.97	6.81	6.81	7.07	7.11	7.15	7.20	6.98	7.02	7.01
Marea Diurna Promedia	6.92	6.81	7.07	6.90	6.90	7.16	7.18	7.23	7.30	7.06	7.13	7.11

RESUMEN DEL CONTROL DE ACAJUTLA.

TIDES: MONTHLY MEANS OF SEA LEVEL (Nivel Medio del Mar)

Station: LA UNION, EL SALVADOR, C. A. Latitude 13° 20' Longitude 87° 45'

Observations begin December 13, 1942 Observations end

Datum is CERO de MIRA, Mareografica which is 22.86 feet below B. M. # 3

Linear quantities in feet

U. S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE 16-51285-1

YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	FOR YEAR		TOTAL
													MEAN	STD. DEVIATION	
1948	9.75	9.68	9.70	9.61	9.75	9.82	9.98	9.83	9.89	9.74	9.72	9.59	117.05	9.75	
(2)	9.76	9.58	9.53	(9.37)	9.75	9.79	9.81	9.79	9.87	9.86	9.71	9.74	116.56	9.71	
(3)	9.64	9.38	(9.35)	(9.44)	9.66	9.81	9.76	9.73	9.61	9.79	9.59	(9.50)	115.26	9.66	7.69 (3)
(4)	9.51	9.58	9.51	9.58	10.09	9.81	9.81	10.21	10.01	9.74	9.91	9.85	(9.83)		
(5)	9.58	9.32	9.45	9.44	9.64	9.82	9.81	9.84	9.82	9.74	9.64	9.65	115.75	9.65	
(6)	(9.49)	(9.88)	9.77	(9.75)	9.98	10.15	10.00	9.98	9.93	9.81	9.71	9.68	112.13	9.84	
(7)	9.62	9.28	9.34	9.56	(9.72)	9.86	9.94	9.80	9.79	9.58	9.64	9.47	116.00	9.63	
(8)	(9.60)	(9.68)	(9.63)	9.66	9.86	9.67	9.74	9.78	9.71	9.69	9.62	9.56	116.14	9.68	
(9)	9.48	9.68	9.56	9.75	9.95	10.02	9.90	9.86	9.81	9.80	9.66	9.62	117.09	9.76	9.71 (7)
(10)	9.67	9.59	9.74	9.98	10.14	10.36	10.36	10.24	10.02	10.10	10.17	10.06	120.43	10.04	
(11)	9.87	9.87	9.75	9.88	9.95	10.02	10.05	10.02	10.10	9.90	9.94	9.80	119.44	9.95	9.77 (9)
(12)	10.16	9.86	9.79	9.77	9.84	9.90	9.82	9.94	9.98	10.10	10.17	9.69	118.77	9.60	9.78
(13)	10.01	9.86	9.79	9.77	9.84	9.90	9.82	9.94	9.98	10.10	10.17	9.69	118.77	9.60	
(14)	9.57	9.64	9.41	9.54	9.77	10.03	9.99	9.95	9.88	9.99	9.67	9.62	117.06	9.76	
(15)	9.67	9.52	9.62	9.55	9.96	9.88	9.93	9.98	9.87	9.83	9.44	9.83	117.08	9.76	
(16)	9.58	9.56	9.35	9.55	9.78	9.93	9.92	9.92	9.98	9.86	9.68	9.54	116.65	9.72	9.77 (15)
(17)	9.56	9.55	9.66	9.62	9.96	10.07	10.07	10.07	10.07	10.03	9.85	9.88	118.41	9.87	

TIDES: MONTHLY MEANS OF TIDE LEVEL (Aver. mean: de marea)

Station: LA UNION, EL SALVADOR, C.A. Latitude 13° 20' Longitude 87° 49'  
 Observations begin: Diciembre 13, 1947 Observations end: ..  
 Datum is C.E.R.O. de la Marina marográfica which is 22.86 feet below B. M. #3 (1947)

Linear quantities in feet ✓  
 U. S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE 16-54281-1

YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	FOR YEAR		TOTAL
													SUM	MEAN	
1948	9.60	9.50	9.52	9.46	9.60	9.68	9.83	9.68	9.70	9.56	9.56	9.41	115.12	9.59	(15)
44	9.61	9.44	9.34	(9.22)	9.60	9.64	9.64	9.61	9.70	9.70	9.56	9.62	114.70	9.56	
1950	9.32	9.24	9.20	(9.30)	9.52	9.64	9.54	9.56	9.03	9.61	9.44	(9.36)	113.41	9.45	
51			9.36	9.42	9.91	10.07	9.84	9.84	9.84	9.84	9.76	9.69	(9.61)		
52	9.43	9.18	9.28	9.31	9.49	9.67	9.66	9.66	9.65	9.56	9.50	9.50	113.89	9.44	
53	9.33	(9.73)	(9.61)	9.61	9.81	9.95	9.80	9.79	9.73	9.65	9.54	9.51	116.06	9.67	
54	9.47	9.12	9.20	9.42	(9.50)	9.68	9.72	9.60	9.62	9.46	9.45	9.31	113.55	9.46	
55	(9.44)	(9.51)	9.48	9.49	9.64	9.54	9.56	9.58	9.50	9.48	9.44	9.38	114.14	9.50	
56	9.29	9.49	9.39	9.58	9.77	9.85	9.74	9.68	9.62	9.62	9.49	9.45	114.96	9.57	
57	9.50	9.39	9.55	9.86	9.46	10.11	10.13	9.99	9.79	9.87	9.77	9.56	111.90	9.57	
58	9.95	9.08	9.62	9.69	9.77	9.91	9.83	9.82	9.90	9.72	9.73	9.61	117.13	9.70	
59	9.81	9.69	9.59	9.58	9.66	9.74	9.67	9.75	9.78	9.79	9.81	9.49	116.36	9.70	
1960	9.40	9.44	9.25	9.38	9.62	9.84	9.81	9.74	9.64	9.76	9.46	9.45	114.79	9.57	
61	9.48	9.36	9.46	9.37	9.75	9.68	9.68	9.78	9.63	9.62	9.28	9.66	114.75	9.50	
62	9.43	9.37	9.19	9.33	9.57	9.71	9.69	9.71	9.78	9.69	9.49	9.37	114.38	9.53	
63	9.38	9.38	9.51	9.46	9.79	9.88	9.94	9.96	9.88	9.86	9.70	9.70	116.44	9.70	

(18)	
(19)	
(20)	
(21)	
(22)	
(23)	
(24)	
(25)	
(26)	
(27)	
(28)	
(29)	
(30)	

TIDES—SUMMARY

Station LA UNION EL SALVADOR C.A. Long. 130 20' Lat. 8 70 49

OBSERVATION VALUES

NO.	DATE	NUMBER OF HW, LW	GARRISON INTERVAL		MR. P.M.	M.T.L. M.L.L.		HIGHEST LOWEST		RM. 4	RM. 11	RM. 11	RM. 11
			hr	hr		hr	hr	hr	hr				
(1)	1948-1962	15 days	8.86	2.29	8.05	0.32	0.21	9.60	9.77	19.34			
(2)													
(3)													
(4)													
(5)													
(6)													
(7)													
(8)													
(9)													
(10)													
(11)													
(12)													

Puerto Rico

ACCEPTED VALUES

NO.	DATE	NUMBER OF HW, LW	GARRISON INTERVAL		MR. P.M.	M.T.L. M.L.L.		HIGHEST LOWEST		RM. 4	RM. 11	RM. 11	RM. 11
			hr	hr		hr	hr	hr	hr				

9.60 5.35

READINGS ON TIME STAFFS

DATE	DATUM IN ESTACION	1948		1962	
		hr	ft	hr	ft

- Highest tide, YIVA 14.60
- Higher high water, 13.95
- Mean high water, 13.65
- Mean tide level, 9.60
- Mean low water, 5.77
- Lowest low water, 5.55
- Lowest low water, YIVA 5.35
- Lowest low water, YIVA 4.60

## TIDES: Comparison of Simultaneous Observations

(A) Subordinate station: 22 Lat. 33° 56' Long. 81° 34'  
 (B) Standard station: 22 Lat. 33° 56' Long. 81° 47'  
 Chief of party: \_\_\_\_\_ Time Meridian: (A) 72° 44' W (B) 72° 44' W

Date	(A) STATION				(B) STATION				(A)-(B)			
	Time		Height		Time		Height		Time		Height	
	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.
Sep 22	12:20	12:40	4.25	3.40	12:20	12:40	4.25	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep 23	12:25	12:45	4.25	3.40	12:25	12:45	4.25	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep 24	12:30	12:50	4.25	3.40	12:30	12:50	4.25	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep 25	12:35	12:55	4.25	3.40	12:35	12:55	4.25	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep 26	12:40	13:00	4.25	3.40	12:40	13:00	4.25	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep 27	12:45	13:05	4.25	3.40	12:45	13:05	4.25	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sums												
Means												
Sums												
Means												

- (1) =  $\frac{12.29}{2}$  = Mean difference in time of high and low water respectively.  
 (2) =  $\frac{1.14}{2}$  = Correction for difference in longitude. (Table on back of form.)  
 (3) =  $\frac{1.14}{2}$  = (1) + (2) = Mean difference in high and low water intervals, respectively.  
 (4) =  $\frac{10.17}{2}$  = Mean HW height at (A).  
 (5) =  $\frac{9.27}{2}$  = Mean LW height at (A).  
 (6) =  $\frac{6.60}{2}$  = (4) - (5) = 2DHO at (A).  
 (7) =  $\frac{1.87}{2}$  =  $\frac{1}{2}[(4) + (5)]$  = Mean HW height at (A).  
 (8) =  $\frac{3.82}{2}$  = (7) - (5) = MTL at (A).  
 (9) =  $\frac{1.32}{2}$  = Mean HHW difference.  
 (10) =  $\frac{4.40}{2}$  = Mean LHW difference.  
 (11) =  $\frac{2.16}{2}$  = (9) - (10) = 2DHO difference.  
 (12) =  $\frac{1.48}{2}$  =  $\frac{1}{2}[(9) + (10)]$  = Mean HW difference.  
 (13) =  $\frac{3.24}{2}$  = (12) - (5) = Mn difference.  
 (14) =  $\frac{2.77}{2}$  = (12) + (5) - (22) = Mn ratio.  
 (15) =  $\frac{4.12}{2}$  = Mean HLW height at (A).  
 (16) =  $\frac{5.22}{2}$  = Mean LLW height at (A).  
 (17) =  $\frac{1.10}{2}$  = (15) - (16) = 2DLQ at (A).  
 (18) =  $\frac{3.36}{2}$  =  $\frac{1}{2}[(15) + (16)]$  = Mean LW height at (A).  
 (19) =  $\frac{2.82}{2}$  =  $\frac{1}{2}[(18) + (11)]$  = MTL at (A).  
 (20) =  $\frac{3.22}{2}$  = Mean HLW difference.  
 (21) =  $\frac{2.43}{2}$  = Mean LLW difference.  
 (22) =  $\frac{2.70}{2}$  = (20) - (21) = 2DLQ difference.  
 (23) =  $\frac{1.82}{2}$  = (20) + (21) = Mean LW difference.  
 (24) =  $\frac{2.51}{2}$  =  $\frac{1}{2}[(23) + (11)]$  = MTL difference.  
 (25) =  $\frac{7.52}{2}$  = (8) + [(5) - (18)] = DLQ ratio.  
 (26) =  $\frac{2.52}{2}$  = (9) - [(9) - (19)] = DLQ ratio.

Results from comparison of 41 observations	HWI	LWI	MTL	Mn.	DHO	DLQ
	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet	Feet
Accepted values for standard station from <u>(22) (24) (26)</u>	3.30	2.73	1.57	2.51	0.57	0.82
Differences and ratios: (3), (23), (24), (25), (26)	10.3	10.30	-2.51	2.527	0.757	0.528
Corrected values for subordinate station	2.87	2.33	1.17	4.72	3.84	0.11

Mean LW on staff at subordinate station = MTL - Mn = 4.63 feet.  
 Mean LLW on staff at subordinate station = MTL - Mn - DLQ = 4.57 feet.

Computed by R. H. Hoop Date 1914 Verified by J. C. ... Date Oct 04

TIDES  
COMPARISON OF MONTHLY MEANS

Tide Station		Latitude					Longitude					
1. Tide Station		ACAJUTLA					13° 35'					
2. Standard Station		LA UNION					13° 20'					
							89° 51'					
							87° 49'					
1964. MONTH	MTL			MSL			HWI			LWI		
	(A) Feet	(B) Feet	(A)-(B) Feet	(A) Feet	(B) Feet	(A)-(B) Feet	(A) Hours	(B) Hours	(A)-(B) Hours	(A) Hours	(B) Hours	(A)-(B) Hours
JUNIO	6.26	9.58	-3.32	6.24	9.71	-3.47						
JULIO	6.92	9.53	-2.61	6.89	9.66	-2.77						
AGOSTO	6.85	9.66	-2.81	6.83	9.92	-3.09						
SEPTIEMBRE	6.98	9.66	-2.68	6.94	9.86	-2.92						
OCTUBRE	7.10	9.56	-2.46	7.12	9.75	-2.63						
NOVIEMBRE	6.76	9.30	-2.54	6.51	9.49	-2.66						
DICIEMBRE	6.80	9.54	-2.74	6.80	9.69	-2.89						
Sums	47.67	67.15	-19.48	47.63	68.42	-20.79						
Means	6.81	9.59	-2.78	6.80	9.77	-2.97						
Accepted values for (B)			9.58			9.77						
Corrected values for (A)			6.80			6.80						
Corrected value for MTL, MSL, HWI, and LWI for subordinate station = accepted value for standard station x mean difference.												
1964. MONTH	Mn			DHQ			DLQ					
	(A) Feet	(B) Feet	(A)-(B) Ratio	(A) Feet	(B) Feet	(A)-(B) Ratio	(A) Feet	(B) Feet	(A)-(B) Ratio			
JUNIO	4.98	8.01	0.622	0.36	0.39	0.923	0.20	0.34	0.588			
JULIO	5.12	8.06	0.635	0.36	0.40	0.900	0.20	0.23	0.870			
AGOSTO	4.92	8.09	0.608	0.36	0.38	0.947	0.12	0.18	0.667			
SEPTIEMBRE	4.67	8.14	0.574	0.32	0.27	1.185	0.10	0.17	0.588			
OCTUBRE	4.48	8.15	0.550	0.25	0.28	0.893	0.11	0.11	1.000			
NOVIEMBRE	4.63	8.15	0.568	0.32	0.32	1.000	0.13	0.19	0.684			
DICIEMBRE	4.92	8.00	0.615	0.39	0.36	1.083	0.17	0.26	0.654			
Sums	33.72	56.60	4.172	2.36	2.40	6.931	1.03	1.48	5.051			
Means	4.82	8.09	0.596	0.34	0.34	0.990	0.15	0.21	0.722			
Accepted values for (B)			8.09			0.3			0.2			
Corrected values for (A)			4.82			0.300			0.14			
Corrected value for Mn, DHQ, and DLQ for subordinate station = accepted value for standard station x mean ratio.												
Remarks												
- valores aceptados Est. B. - calculados anteriormente - Comprobados con Puntarenas C.R.												
PARA ACAJUTLA:												
$MLLW = MTL - \frac{Mn}{2} - DLQ = 6.50 - 2.41 - 0.14 = 4.25 \text{ pies}$												
$\frac{R_1 + O_1}{M_2 + S_2} = 1.4 \frac{DHQ + DLQ}{Mn} = 1.4 \frac{0.30 + 0.14}{4.82} = \frac{1.4 \times 0.44}{4.82} = 0.1278 \checkmark$												
Computed by						Verified by						
J. Bustamante						R. di-Majo						
Marzo/65						Marzo/65						

Las siguientes gráficas demuestran la escala de cada uno de los tres tamaños de los densímetros (Liviano, Mediano y pesado) y la lectura correspondiente a cada división de la escala.

Si hay más de un densímetro en la estación, el observador debe usar el que flote con la escala intersectada por la superficie del agua. Esta intersección de la escala es la "Lectura Observada" y comparado este punto en el hidrómetro con el punto correspondiente en la escala gráfica apropiada, el observador sabrá la lectura correcta que debe apuntar en la columna "Lectura Observada" en la Forma 457-S.

Esta hoja debe tenerse junto a "Instrucciones para Observar Temperatura y Densidad" en la estación en un lugar apropiado para que sirva de referencia mientras cualquier observador hace las observaciones.

**DENSIMETRO LIVIANO**

ESCALA      LECTURA

6	0.9960
	0.9962
	0.9964
	0.9966
7	0.9968
	0.9970
	0.9972
	0.9974
	0.9976
	0.9978
8	0.9980
	0.9982
	0.9984
	0.9986
	0.9988
9	0.9990
	0.9992
	0.9994
	0.9996
	0.9998
1.000	1.0000
	1.0002
	1.0004
	1.0006
	1.0008
1	1.0010
	1.0012
	1.0014
	1.0016
	1.0018
2	1.0020
	1.0022
	1.0024
	1.0026
	1.0028
	1.0030
	1.0032
	1.0034
	1.0036
	1.0038
4	1.0040
	1.0042
	1.0044
	1.0046
	1.0048
5	1.0050
	1.0052
	1.0054
	1.0056
	1.0058
	1.0060
	1.0062
	1.0064
	1.0066
	1.0068
	1.0070
	1.0072
	1.0074
	1.0076
	1.0078
8	1.0080
	1.0082
	1.0084
	1.0086
	1.0088
	1.0090
	1.0092
	1.0094
	1.0096
	1.0098
10	1.0100

**DENSIMETRO MEDIANO**

ESCALA      LECTURA

1.010	1.0100
	1.0102
	1.0104
	1.0106
	1.0108
11	1.0110
	1.0112
	1.0114
	1.0116
	1.0118
12	1.0120
	1.0122
	1.0124
	1.0126
	1.0128
13	1.0130
	1.0132
	1.0134
	1.0136
	1.0138
14	1.0140
	1.0142
	1.0144
	1.0146
	1.0148
15	1.0150
	1.0152
	1.0154
	1.0156
	1.0158
16	1.0160
	1.0162
	1.0164
	1.0166
	1.0168
17	1.0170
	1.0172
	1.0174
	1.0176
	1.0178
18	1.0180
	1.0182
	1.0184
	1.0186
	1.0188
19	1.0190
	1.0192
	1.0194
	1.0196
	1.0198
20	1.0200
	1.0202
	1.0204

**DENSIMETRO PESADO**

ESCALA      LECTURA

1.020	1.0200
	1.0202
	1.0204
	1.0206
	1.0208
21	1.0210
	1.0212
	1.0214
	1.0216
	1.0218
22	1.0220
	1.0222
	1.0224
	1.0226
	1.0228
23	1.0230
	1.0232
	1.0234
	1.0236
	1.0238
24	1.0240
	1.0242
	1.0244
	1.0246
	1.0248
25	1.0250
	1.0252
	1.0254
	1.0256
	1.0258
26	1.0260
	1.0262
	1.0264
	1.0266
	1.0268
27	1.0270
	1.0272
	1.0274
	1.0276
	1.0278
28	1.0280
	1.0282
	1.0284
	1.0286
	1.0288
29	1.0290
	1.0292
	1.0294
	1.0296
	1.0298
30	1.0300
	1.0302
	1.0304

U.S. - M.C. TEMPERATURE CONVERSION

These tables are for use in converting temperatures from the Fahrenheit scale to centigrade and vice versa. The formulas used in computing them are

$$F = 1.8 C + 32 \quad \text{and} \quad C = 5/9 (F - 32)$$

where F and C are temperatures in Fahrenheit and centigrade respectively

TABLE 1. TEMPERATURE CONVERSION - FAHRENHEIT TO CENTIGRADE

$^{\circ}\text{F}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
25	-3.9	-3.8	-3.8	-3.7	-3.7	-3.6	-3.6	-3.5	-3.4	-3.4
26	-3.3	-3.3	-3.2	-3.2	-3.1	-3.1	-3.0	-2.9	-2.9	-2.8
27	-2.8	-2.7	-2.7	-2.6	-2.6	-2.5	-2.4	-2.4	-2.3	-2.3
28	-2.2	-2.2	-2.1	-2.1	-2.0	-1.9	-1.9	-1.8	-1.8	-1.7
29	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2
30	-1.1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6
31	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
32	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
33	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1
34	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6
35	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2
36	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7
37	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3
38	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8
39	3.9	3.9	4.0	4.1	4.1	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4
40	4.4	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9
41	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5
42	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.1
43	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4	6.5	6.6	6.6
44	6.7	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2
45	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7	7.7
46	7.8	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3
47	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8
48	8.9	8.9	9.0	9.1	9.1	9.2	9.2	9.3	9.3	9.4
49	9.4	9.5	9.6	9.6	9.7	9.7	9.8	9.8	9.9	9.9
50	10.0	10.1	10.1	10.2	10.2	10.3	10.3	10.4	10.4	10.5
51	10.6	10.6	10.7	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	11.0	11.1
52	11.1	11.2	11.2	11.3	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6
53	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2
54	12.2	12.3	12.3	12.4	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7
55	12.8	12.8	12.9	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3
56	13.3	13.4	13.4	13.5	13.6	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8
57	13.9	13.9	14.0	14.1	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4
58	14.4	14.5	14.6	14.6	14.7	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9
59	15.0	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.4	15.4	15.5



TABLE 1. CALIBRATION OF THERMISTOR

°F	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
60	15.6	15.6	15.7	15.7	15.8	15.8	15.9	15.9	16.0	16.1
61	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.4	16.4	16.5	16.6	16.6
62	16.7	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0	17.1	17.1	17.2
63	17.2	17.3	17.3	17.4	17.4	17.5	17.6	17.6	17.7	17.7
64	17.8	17.8	17.9	17.9	18.0	18.1	18.1	18.2	18.2	18.3
65	18.3	18.4	18.4	18.5	18.6	18.6	18.7	18.7	18.8	18.8
66	18.9	18.9	19.0	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4
67	19.4	19.5	19.6	19.6	19.7	19.7	19.8	19.8	19.9	19.9
68	20.0	20.1	20.1	20.2	20.2	20.3	20.3	20.4	20.4	20.5
69	20.6	20.6	20.7	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1
70	21.1	21.2	21.2	21.3	21.3	21.4	21.4	21.5	21.6	21.6
71	21.7	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.1	22.1	22.2
72	22.2	22.3	22.3	22.4	22.4	22.5	22.6	22.6	22.7	22.7
73	22.8	22.8	22.9	22.9	23.0	23.1	23.1	23.2	23.2	23.3
74	23.3	23.4	23.4	23.5	23.6	23.6	23.7	23.7	23.8	23.8
75	23.9	23.9	24.0	24.1	24.1	24.2	24.2	24.3	24.3	24.4
76	24.4	24.5	24.6	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8	24.9	24.9
77	25.0	25.1	25.1	25.2	25.2	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5
78	25.6	25.6	25.7	25.7	25.8	25.8	25.9	25.9	26.0	26.1
79	26.1	26.2	26.2	26.3	26.3	26.4	26.4	26.5	26.6	26.6
80	26.7	26.7	26.8	26.8	26.9	26.9	27.0	27.1	27.1	27.2
81	27.2	27.3	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6	27.6	27.7	27.7
82	27.8	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1	28.1	28.2	28.2	28.3
83	28.3	28.4	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7	28.7	28.8	28.8
84	28.9	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.2	29.3	29.3	29.4
85	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7	29.7	29.8	29.8	29.9	29.9
86	30.0	30.1	30.1	30.2	30.2	30.3	30.3	30.4	30.4	30.5
87	30.6	30.6	30.7	30.7	30.8	30.8	30.9	30.9	31.0	31.1
88	31.1	31.2	31.2	31.3	31.3	31.4	31.4	31.5	31.6	31.6
89	31.7	31.7	31.8	31.8	31.9	31.9	32.0	32.1	32.1	32.2
90	32.2	32.3	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.7
91	32.8	32.8	32.9	32.9	33.0	33.1	33.1	33.2	33.2	33.3
92	33.3	33.4	33.4	33.5	33.6	33.6	33.7	33.7	33.8	33.8
93	33.9	33.9	34.0	34.1	34.1	34.2	34.2	34.3	34.3	34.4
94	34.4	34.5	34.6	34.6	34.7	34.7	34.8	34.8	34.9	34.9
95	35.0	35.1	35.1	35.2	35.2	35.3	35.3	35.4	35.4	35.5
96	35.6	35.6	35.7	35.7	35.8	35.8	35.9	35.9	36.0	36.1
97	36.1	36.2	36.2	36.3	36.3	36.4	36.4	36.5	36.6	36.6
98	36.7	36.7	36.8	36.8	36.9	36.9	37.0	37.1	37.1	37.2
99	37.2	37.3	37.3	37.4	37.4	37.5	37.6	37.6	37.7	37.7
100	37.8	37.8	37.9	37.9	38.0	38.1	38.1	38.2	38.2	38.3
101	38.3	38.4	38.4	38.5	38.6	38.6	38.7	38.7	38.8	38.8
102	38.9	38.9	39.0	39.1	39.1	39.2	39.2	39.3	39.3	39.4
103	39.4	39.5	39.6	39.6	39.7	39.7	39.8	39.8	39.9	39.9
104	40.0	40.1	40.1	40.2	40.2	40.3	40.3	40.4	40.4	40.5





TABLE 5. CORRESPONDING DENSITIES AND SALINITIES  
(Density at 15°C. -- Salinity in parts per 1,000)

Density	Salinity	Density	Salinity	Density	Salinity	Density	Salinity	Density	Salinity	Density	Salinity
0.9991	0.0	1.0046	7.1	1.0101	14.7	1.0156	21.4	1.0211	28.6	1.0266	35.8
0.9992	0.0	1.0047	7.2	1.0102	14.4	1.0157	21.6	1.0212	28.8	1.0267	35.9
0.9993	0.2	1.0048	7.7	1.0103	14.5	1.0158	21.7	1.0213	28.9	1.0268	36.0
0.9994	0.3	1.0049	7.5	1.0104	14.6	1.0159	21.8	1.0214	29.0	1.0269	36.2
0.9995	0.4	1.0050	7.6	1.0105	14.8	1.0160	22.0	1.0215	29.1	1.0270	36.3
0.9996	0.6	1.0051	7.7	1.0106	14.9	1.0161	22.1	1.0216	29.3	1.0271	36.4
0.9997	0.7	1.0052	7.9	1.0107	15.0	1.0162	22.2	1.0217	29.4	1.0272	36.6
0.9998	0.8	1.0053	8.0	1.0108	15.2	1.0163	22.4	1.0218	29.5	1.0273	36.7
0.9999	0.9	1.0054	8.1	1.0109	15.3	1.0164	22.5	1.0219	29.7	1.0274	36.8
1.0000	1.1	1.0055	8.2	1.0110	15.4	1.0165	22.6	1.0220	29.8	1.0275	37.0
1.0001	1.2	1.0056	8.4	1.0111	15.6	1.0166	22.7	1.0221	29.9	1.0276	37.1
1.0002	1.3	1.0057	8.5	1.0112	15.7	1.0167	22.9	1.0222	30.1	1.0277	37.2
1.0003	1.5	1.0058	8.6	1.0113	15.8	1.0168	23.0	1.0223	30.2	1.0278	37.3
1.0004	1.6	1.0059	8.8	1.0114	16.0	1.0169	23.1	1.0224	30.3	1.0279	37.5
1.0005	1.7	1.0060	8.9	1.0115	16.1	1.0170	23.3	1.0225	30.4	1.0280	37.6
1.0006	1.9	1.0061	9.0	1.0116	16.2	1.0171	23.4	1.0226	30.6	1.0281	37.7
1.0007	2.0	1.0062	9.2	1.0117	16.3	1.0172	23.5	1.0227	30.7	1.0282	37.9
1.0008	2.1	1.0063	9.3	1.0118	16.5	1.0173	23.7	1.0228	30.8	1.0283	38.0
1.0009	2.2	1.0064	9.4	1.0119	16.6	1.0174	23.8	1.0229	31.0	1.0284	38.1
1.0010	2.4	1.0065	9.6	1.0120	16.7	1.0175	23.9	1.0230	31.1	1.0285	38.2
1.0011	2.5	1.0066	9.7	1.0121	16.9	1.0176	24.1	1.0231	31.2	1.0286	38.4
1.0012	2.6	1.0067	9.8	1.0122	17.0	1.0177	24.2	1.0232	31.4	1.0287	38.5
1.0013	2.8	1.0068	9.9	1.0123	17.1	1.0178	24.3	1.0233	31.5	1.0288	38.6
1.0014	2.9	1.0069	10.1	1.0124	17.3	1.0179	24.4	1.0234	31.6	1.0289	38.8
1.0015	3.0	1.0070	10.2	1.0125	17.4	1.0180	24.6	1.0235	31.8	1.0290	38.9
1.0016	3.2	1.0071	10.3	1.0126	17.5	1.0181	24.7	1.0236	31.9	1.0291	39.0
1.0017	3.3	1.0072	10.5	1.0127	17.7	1.0182	24.8	1.0237	32.0	1.0292	39.2
1.0018	3.4	1.0073	10.6	1.0128	17.8	1.0183	25.0	1.0238	32.1	1.0293	39.3
1.0019	3.5	1.0074	10.7	1.0129	17.9	1.0184	25.1	1.0239	32.3	1.0294	39.4
1.0020	3.7	1.0075	10.8	1.0130	18.0	1.0185	25.2	1.0240	32.4	1.0295	39.6
1.0021	3.8	1.0076	11.0	1.0131	18.2	1.0186	25.4	1.0241	32.5	1.0296	39.7
1.0022	3.9	1.0077	11.1	1.0132	18.3	1.0187	25.5	1.0242	32.7	1.0297	39.8
1.0023	4.1	1.0078	11.2	1.0133	18.4	1.0188	25.6	1.0243	32.8	1.0298	39.9
1.0024	4.2	1.0079	11.4	1.0134	18.6	1.0189	25.8	1.0244	32.9	1.0299	40.1
1.0025	4.3	1.0080	11.5	1.0135	18.7	1.0190	25.9	1.0245	33.1	1.0300	40.2
1.0026	4.5	1.0081	11.6	1.0136	18.8	1.0191	26.0	1.0246	33.2	1.0301	40.3
1.0027	4.6	1.0082	11.8	1.0137	19.0	1.0192	26.1	1.0247	33.3	1.0302	40.4
1.0028	4.7	1.0083	11.9	1.0138	19.1	1.0193	26.3	1.0248	33.5	1.0303	40.6
1.0029	4.8	1.0084	12.0	1.0139	19.2	1.0194	26.4	1.0249	33.6	1.0304	40.7
1.0030	5.0	1.0085	12.2	1.0140	19.3	1.0195	26.5	1.0250	33.7	1.0305	40.8
1.0031	5.1	1.0086	12.3	1.0141	19.5	1.0196	26.7	1.0251	33.8	1.0306	41.0
1.0032	5.2	1.0087	12.4	1.0142	19.6	1.0197	26.8	1.0252	34.0	1.0307	41.1
1.0033	5.4	1.0088	12.6	1.0143	19.7	1.0198	26.9	1.0253	34.1	1.0308	41.2
1.0034	5.5	1.0089	12.7	1.0144	19.9	1.0199	27.1	1.0254	34.2	1.0309	41.4
1.0035	5.6	1.0090	12.8	1.0145	20.0	1.0200	27.2	1.0255	34.4	1.0310	41.5
1.0036	5.8	1.0091	12.9	1.0146	20.1	1.0201	27.3	1.0256	34.5	1.0311	41.6
1.0037	5.9	1.0092	13.1	1.0147	20.3	1.0202	27.5	1.0257	34.6	1.0312	41.7
1.0038	6.0	1.0093	13.2	1.0148	20.4	1.0203	27.6	1.0258	34.8	1.0313	41.9
1.0039	6.2	1.0094	13.3	1.0149	20.5	1.0204	27.7	1.0259	34.9	1.0314	42.0
1.0040	6.3	1.0095	13.5	1.0150	20.6	1.0205	27.8	1.0260	35.0	1.0315	42.1
1.0041	6.4	1.0096	13.6	1.0151	20.8	1.0206	28.0	1.0261	35.1	1.0316	42.3
1.0042	6.6	1.0097	13.7	1.0152	20.9	1.0207	28.1	1.0262	35.3	1.0317	42.4
1.0043	6.7	1.0098	13.9	1.0153	21.0	1.0208	28.2	1.0263	35.4	1.0318	42.5
1.0044	6.8	1.0099	14.0	1.0154	21.2	1.0209	28.4	1.0264	35.5	1.0319	42.7
1.0045	6.9	1.0100	14.1	1.0155	21.3	1.0210	28.5	1.0265	35.7	1.0320	42.8

TEMPERATURA Y DENSIDAD

Lat. 13° 20'  
 Long. 87° 4'

Estación 272A El Cerrito C. N. Hora Oficial 11  
 Mes Septiembre Año 1962 Observador Juan José Rodríguez

Máx. Temp. Agua Mar 33° Fecha 7 Sept \*Densidad Máx. 1.025 Fecha 5 Sept  
 Mín. Temp. Agua Mar 28° Fecha 5-15-26 \*Densidad Min. 1.014 Fecha 15 Sept

DÍA DEL MES	HORA OBSERVAC.		TEMPERATURA			NO. DEL HIDROM.	DENSIDAD		*SALINI- DAD	ANOTACIONES
	h.	m.	AMBIENTE	AGUA MAR	AGUA EN PROBETA		LECTURA OBSERVADA	*VALOR REDUCIDO		
			°	°	°	#765		15° C.		
1	2	30	32.5	32.0	31.8		1.0125	1.0165	22.6	
2	13	30	32.0	32.8	31.5		1.0133	1.0173	23.7	
3	16	30	32.5	31.5	31.2		1.0136	1.0176	22.0	
4	20	30	32.0	31.2	30.8		1.0152	1.0190	25.9	
5	13	35	32.2	31.0	29.8		1.0182	1.0218	22.5	
6							1.0	1.0		
7	10	35	32.5	31.5	29.8		1.0163	1.0177	26.8	
8	11	40	32.0	31.5	29.2		1.0150	1.0190	25.9	
9	14	37	33.5	31.5	31.2		1.0158	1.0198	26.9	
10	14	40	32.0	30.8	30.5		1.0165	1.0202	27.4	
11	15	22	34.5	31.5	31.2		1.0135	1.0174	23.8	
12	16	25	34.5	30.5	30.2		1.0165	1.0202	27.4	
13							1.0	1.0		
14	17	30	34.5	30.8	30.5		1.0120	1.0156	21.4	
15	16	30	30.0	30.0	30.0		1.0110	1.0145	20.0	
16	17	30	32.0	30.5	30.2		1.0120	1.0156	21.4	
17	16	30	32.5	33.0	32.8		1.0138	1.0182	24.8	
18	17	30	33.5	32.8	32.0		1.0142	1.0184	25.1	
19	13	25	32.0	32.0	31.8		1.0146	1.0187	25.5	
20							1.0	1.0		
21	12	35	34.0	32.0	32.0		1.0160	1.0203	21.6	
22	15	30	33.5	30.5	30.3		1.0170	1.0209	22.4	
23	16	35	33.5	31.5	31.5		1.0162	1.0203	27.6	
24	14	40	34.0	30.8	30.5		1.0170	1.0208	28.2	
25	15	30	32.0	30.8	30.5		1.0154	1.0192	26.1	
26	15	30	32.0	30.0	30.0		1.0145	1.0181	24.7	
27							1.0	1.0		
28	16	10	34.5	30.8	30.5		1.0142	1.0180	24.6	
29	16	10	32.0	30.8	30.5		1.0130	1.0166	22.7	
30	16	30	34.5	31.2	31.0		1.0110	1.0148	20.4	
31							1.0	1.0		
Suman				811.6				26.4765	652.4	
V.M.				31.22	(26)			1.0184	25.09	

\*Estos datos no debe anotarlos el observador. Fecha Octubre 13-1964  
 Calculado por: F. Bustamante Revisado por: J. Escamado: Escamado

TEMPERATURA Y DENSIDAD

Lat. 17° 33'

Long. 89° 51'

Lugar: ACAJUTLA, DE EMILIO C. A.

Hora Oficial: 90° W.

Mes: Diciembre 1964 Observador: Rodolfo Valle Campos.

Temp. Agua Mar: 30.0° Fecha: 7 Dic. Densidad Máx.: 1.0256

Fecha: 4, 7, 21, 26 y 30 Dic.

Temp. Agua Mar: 28.0° Fecha: 13-18-29 Densidad Min.: 1.0252

Fecha: 1, 5, 8, 9, 10, 18 y 23.

ANOTACIONES

DIA DEL MES	HORA OBSERVAC.		TEMPERATURA			N.º DEL BÚJOLA	DENSIDAD		SALINIDAD	
	h.	m.	AMBIENTE	AGUA MAR	AGUA EN PROFUNDA		LECTURA OBSERVADA	*VALOR REDUCIDO		
						80479.		15° C.		
1	14	30	29.8	29.5	29.5		1.0216	1.0252	34.0	
2	07	00	28.0	29.2	29.0		1.0218	1.0253	34.1	
3	09	35	30.2	29.2	29.0		1.0218	1.0253	34.1	
4	14	05	30.5	29.5	29.5		1.0219	1.0256	34.5	
5	14	35	29.5	29.2	29.2		1.0216	1.0252	34.0	
6							1.0	1.0		
7	05	15	27.0	29.2	30.0		1.0218	1.0256	34.5	
8	08	40	29.5	29.0	28.8		1.0218	1.0252	34.0	
9	07	50	26.5	28.8	28.5		1.0218	1.0252	34.0	
10	10	50	28.2	28.5	28.5		1.0218	1.0252	34.0	
11	15	35	30.5	29.0	28.8		1.0220	1.0254	34.2	
12	16	30	29.5	29.2	29.0		1.0220	1.0255	34.4	
13							1.0	1.0		
14	14	15	31.0	29.2	29.0		1.0219	1.0254	34.2	
15	14	10	30.8	29.2	29.0		1.0219	1.0254	34.2	
16	07	00	25.8	28.8	28.2		1.0221	1.0254	34.2	
17	07	30	31.0	28.8	28.5		1.0220	1.0254	34.2	
18	14	50	29.5	29.5	29.2		1.0216	1.0252	34.0	
19	08	00	28.8	28.5	28.2		1.0221	1.0254	34.2	
20							1.0	1.0		
21	06	50	30.8	29.8	29.5		1.0220	1.0256	34.5	
22	13	50	29.0	29.2	29.0		1.0219	1.0254	34.2	
23	07	20	25.5	28.0	27.2		1.0222	1.0252	34.0	
24	14	30	29.5	29.5	29.2		1.0220	1.0256	34.5	
25							1.0	1.0		
26	08	09	26.0	28.5	28.2		1.0221	1.0254	34.2	
27							1.0	1.0		
28	07	10	25.2	28.0	27.0		1.0225	1.0254	34.2	
29	07	30	25.0	28.0	28.0		1.0224	1.0256	34.5	
30	06	55	25.0	28.2	28.0		1.0224	1.0256	34.5	
31	10	50	26.5	28.5	28.2		1.0220	1.0253	34.1	
Sumar										
V.M.			753.0			(26)		26.6600	889.5	
			28.96					1.0254	34.21	

\*Estos datos no debe anotarlos el observador.

Fecha: Enero 7-1965

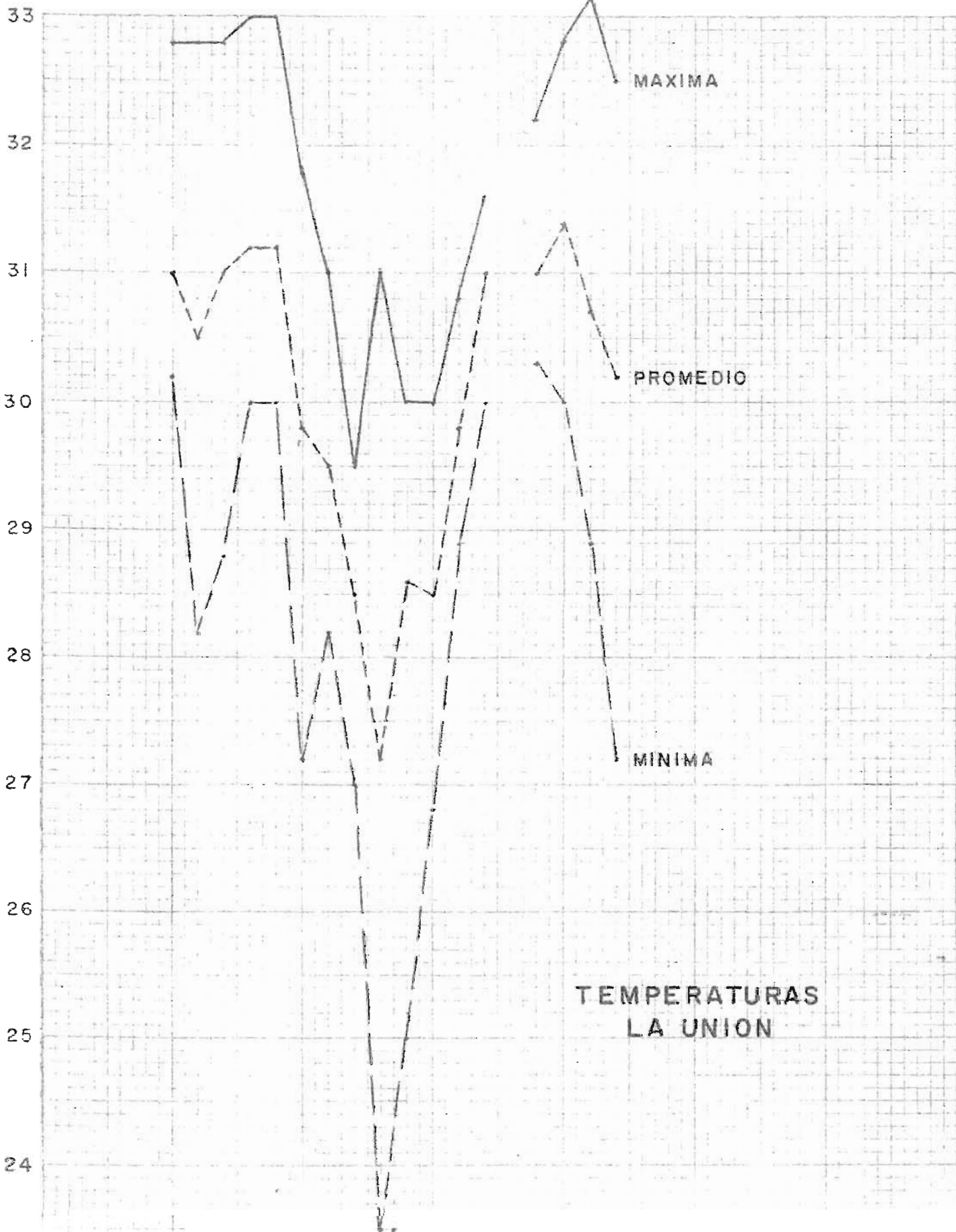
Calculado por: J. Bustamante

Revisado por: R. di-Majo.

1964

1965

1966



MAXIMA

PROMEDIO

MINIMA

TEMPERATURAS  
LA UNION

1964

1965

1966

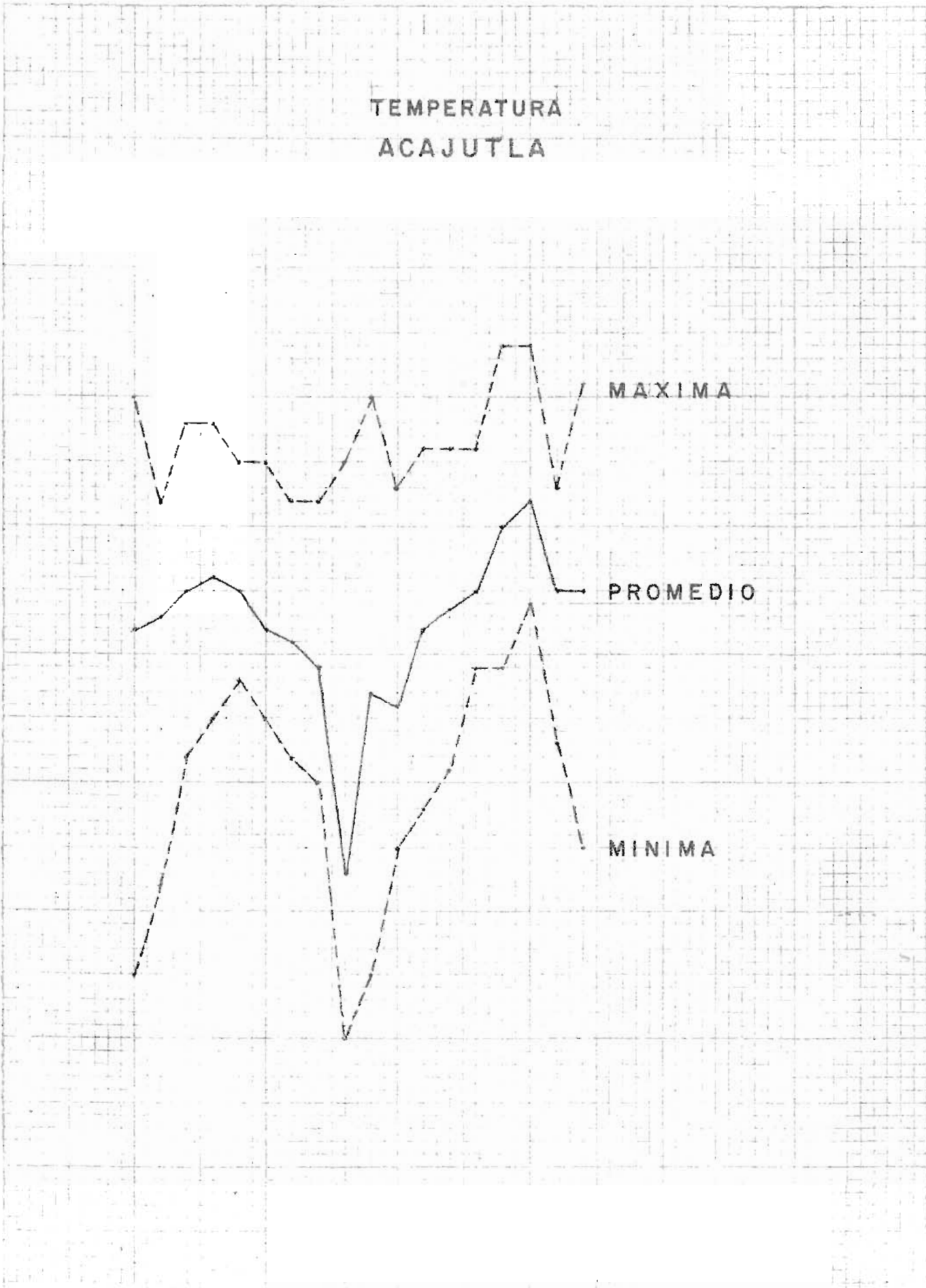
TEMPERATURA  
ACAJUTLA

33  
32  
31  
30  
29  
28  
27  
26  
25

MAXIMA

PROMEDIO

MINIMA





1964

1965

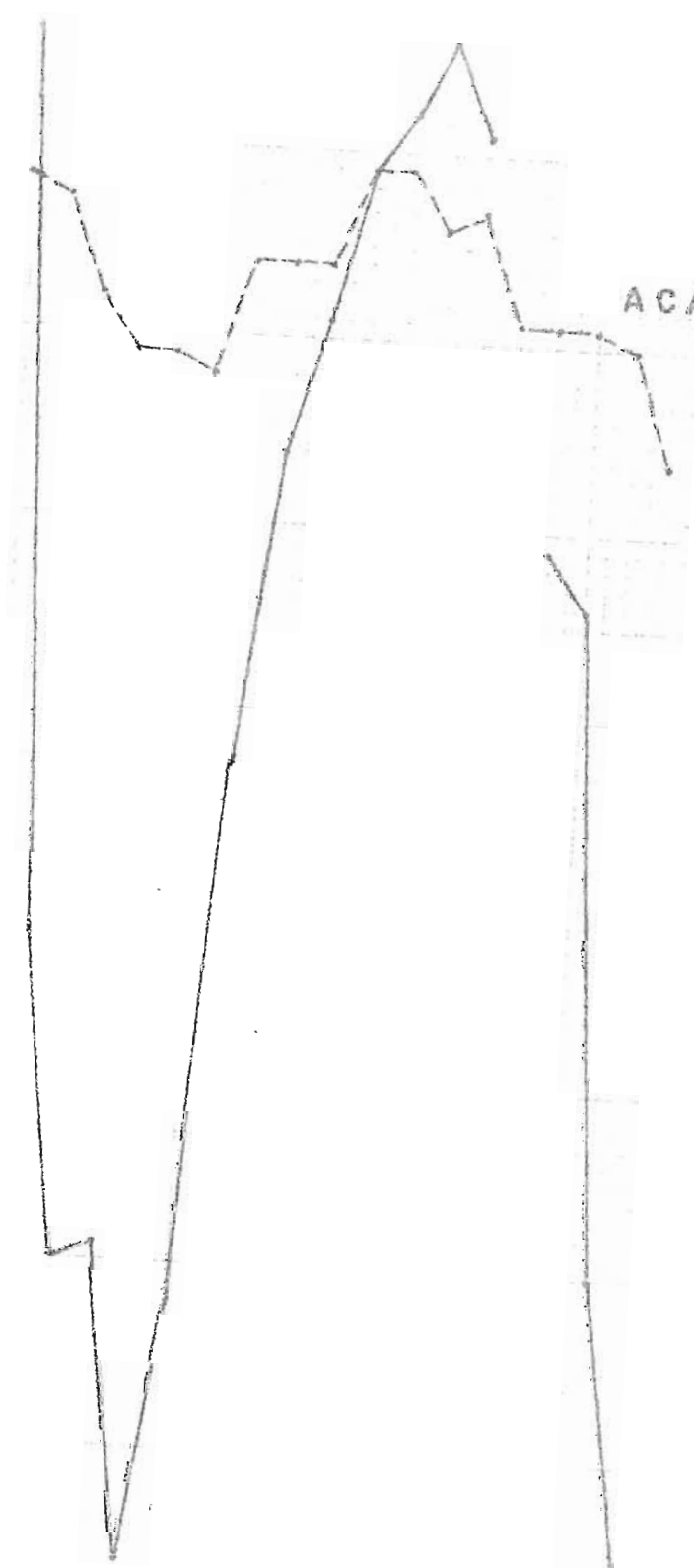
1966

### DENSIDAD

0.0270  
0.0260  
1.0250  
1.0240  
1.0230  
1.0220  
1.0210  
0.0200  
0.0190

ACAJUTLA

LA UNION

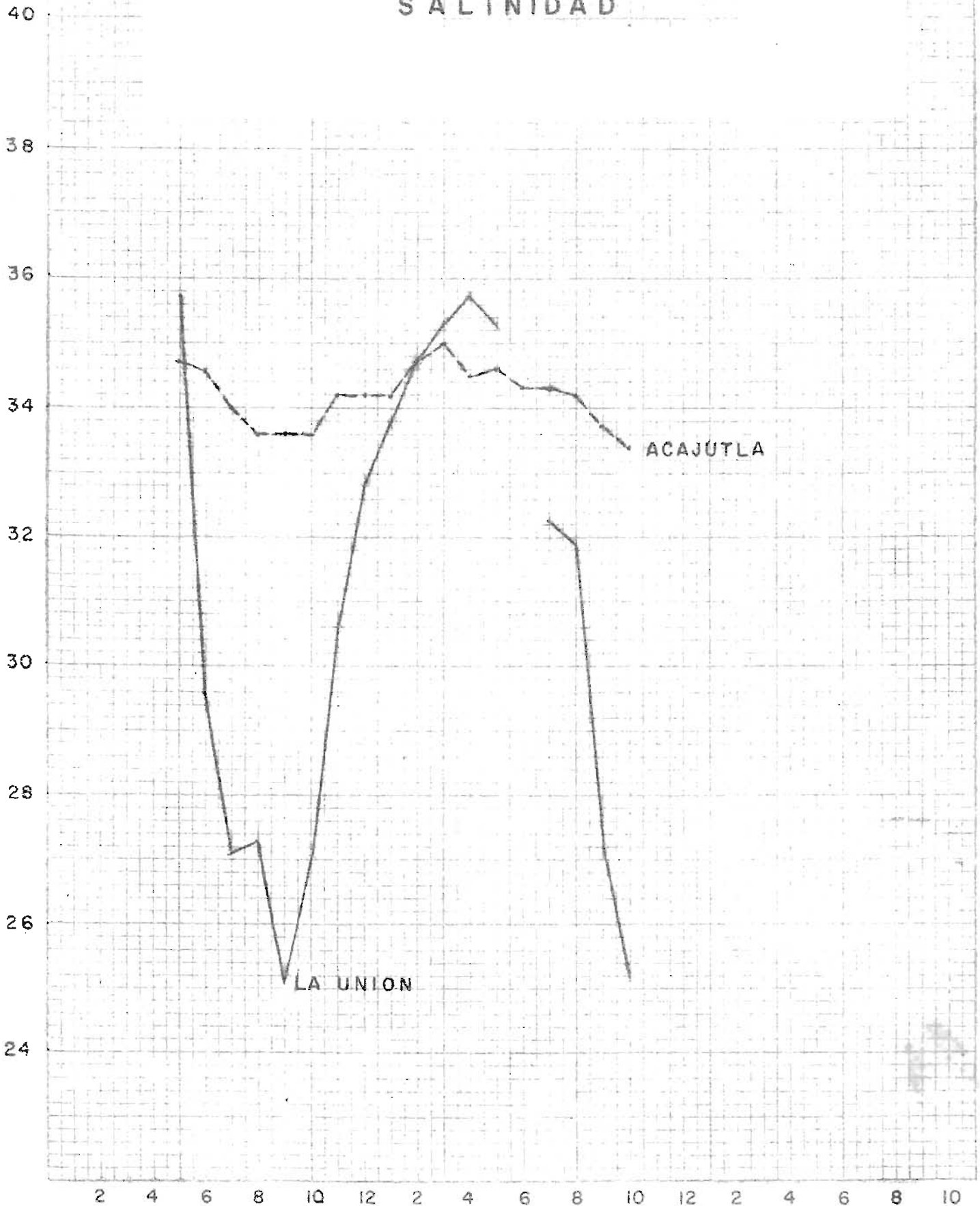


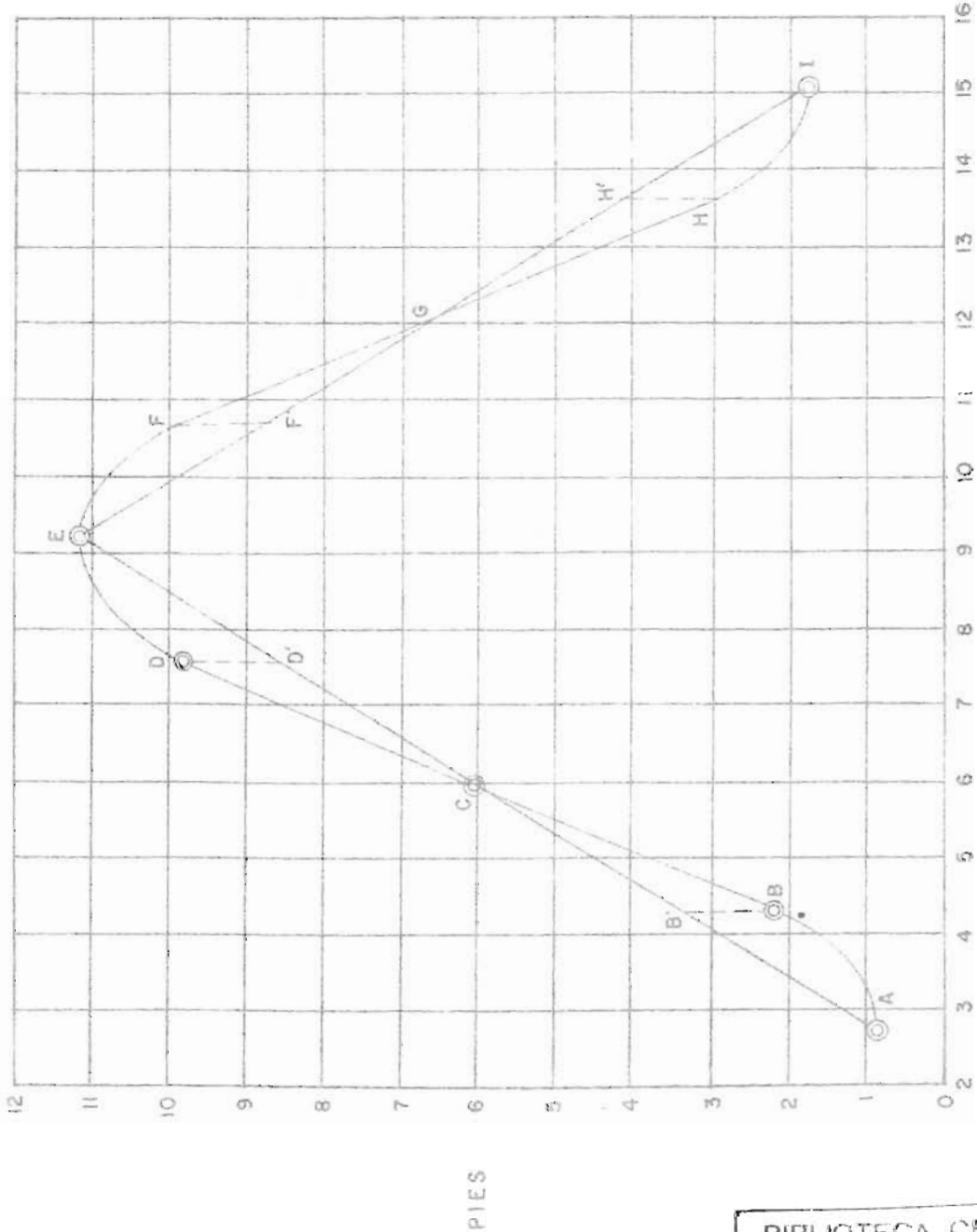
1964

1965

1966

# SALINIDAD





Alt A 0.8 Pie  
 Alt. E 11.3 Pie  
 Alt. I 1.7 Pie

Amplitud AE =  $\frac{11.3 - 0.8}{10} = 1.05$   
 Amplitud EI =  $\frac{11.3 - 1.7}{10} = 0.96$

1/10 De Amplitud AE =  $\frac{10.5}{10} = 1.05$   
 = BB' = DD'

1/10 De Amplitud EI =  $\frac{9.6}{10} = 0.96$   
 = FF' = HH'

HORAS  
 Marea Baja A 02:45  
 " Alta E 09:10  
 " Baja I 15:09

## Método Gráfico -- Dibujo de La Curva de Mareas.

### \*Método de 'Un Cuarto - Un Décimo' .-

- 1 ) En una hoja de papel ( suele usarse mejor el papel milimetrado ) se plotean las alturas de Alta y Baja mareas según el orden correlativo en que ocurran, midiendo las horas horizontalmente y las alturas verticalmente.- Estos son puntos básicos de la curva.
- 2 ) Se trazan rectas uniendo los puntos anteriormente ploteados , así una Baja irá unida a las dos Altas vecinas y cualquier Alta irá unida a sus Bajas vecinas.
- 3 ) Se divide cada uno de estos segmentos de recta en cuatro partes Iguales.- El punto medio de cada segmento corresponde a un punto más de la curva que se busca.
- 4 ) En los puntos "cuartos" vecinos a una marea Alta se levantan perpendiculares, así mismo de los puntos vecinos a marea baja se bajan perpendiculares.
- 5 ) Sobre estas perpendiculares se miden hacia arriba ( puntos vecinos a mareas Altas ) y luego hacia abajo ( puntos vecinos a mareas Bajas ) un valor correspondiente al décimo del Rango entre cada par de valores de marea.- Estos puntos así logrados en cada vertical dan otros puntos auxiliares para el dibujo de la curva.
- 6 ) Se traza una curva suave a través de esos puntos, tratando de redondearla cerca de los valores de Altas y Bajas ma-

reas ( curva coseno ).- Esta curva así trazada dará aproximadamente la curva de Mareas y de ella puede leerse la altura de marea para cualquier hora que interese.

Debe tomarse en cuenta que tanto el método Gráfico como el Numérico, se ha partido de asumir que la marea sigue la curva Coseno.

Las alturas leídas de una curva dibujada son tanto más aproximadas a valores reales cuanto más se aproxima la curva de Marea a la curva Coseno.

LAS SIGUIENTES GRAFICAS TOMADAS

( S I C ) DE INFORMES DE TSUNAMIS

DEL U . S . COAST AND GEODETIC - -

SURVEY , DAN UNA IDEA DEL DESPLAZA-

MIENTO DE LA ONDA DEL TSUNAMI Y DE

SU INFLUENCIA EN LOS MARIGRAMAS DE

ESTACIONES DISTANTES . -

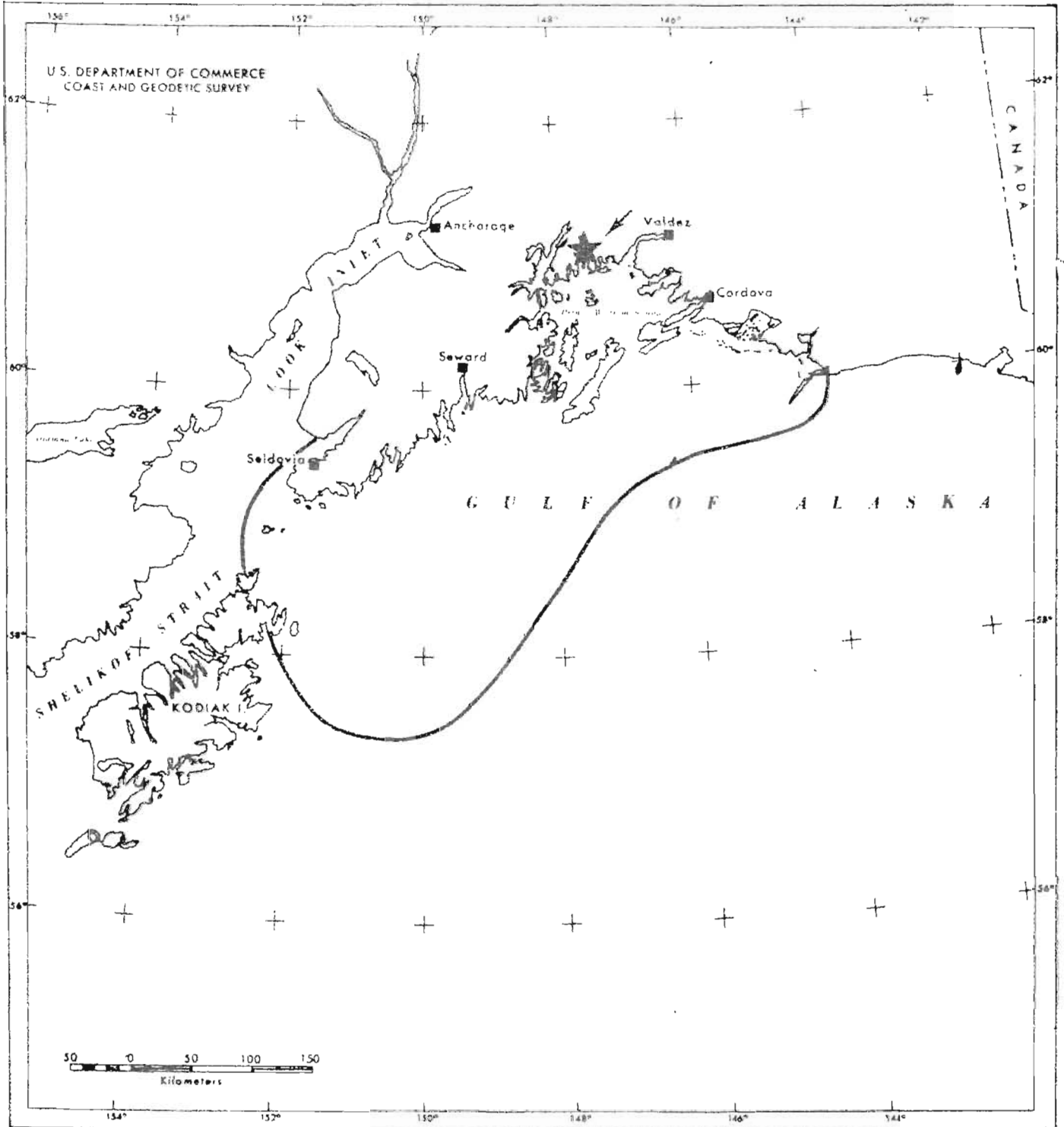


FIGURE 3.—Approximate generation area of the tsunami of March 28.



FIGURE 4.—Approximate wave front at 0344Z when seismograph alarm was tripped at Honolulu Observatory.



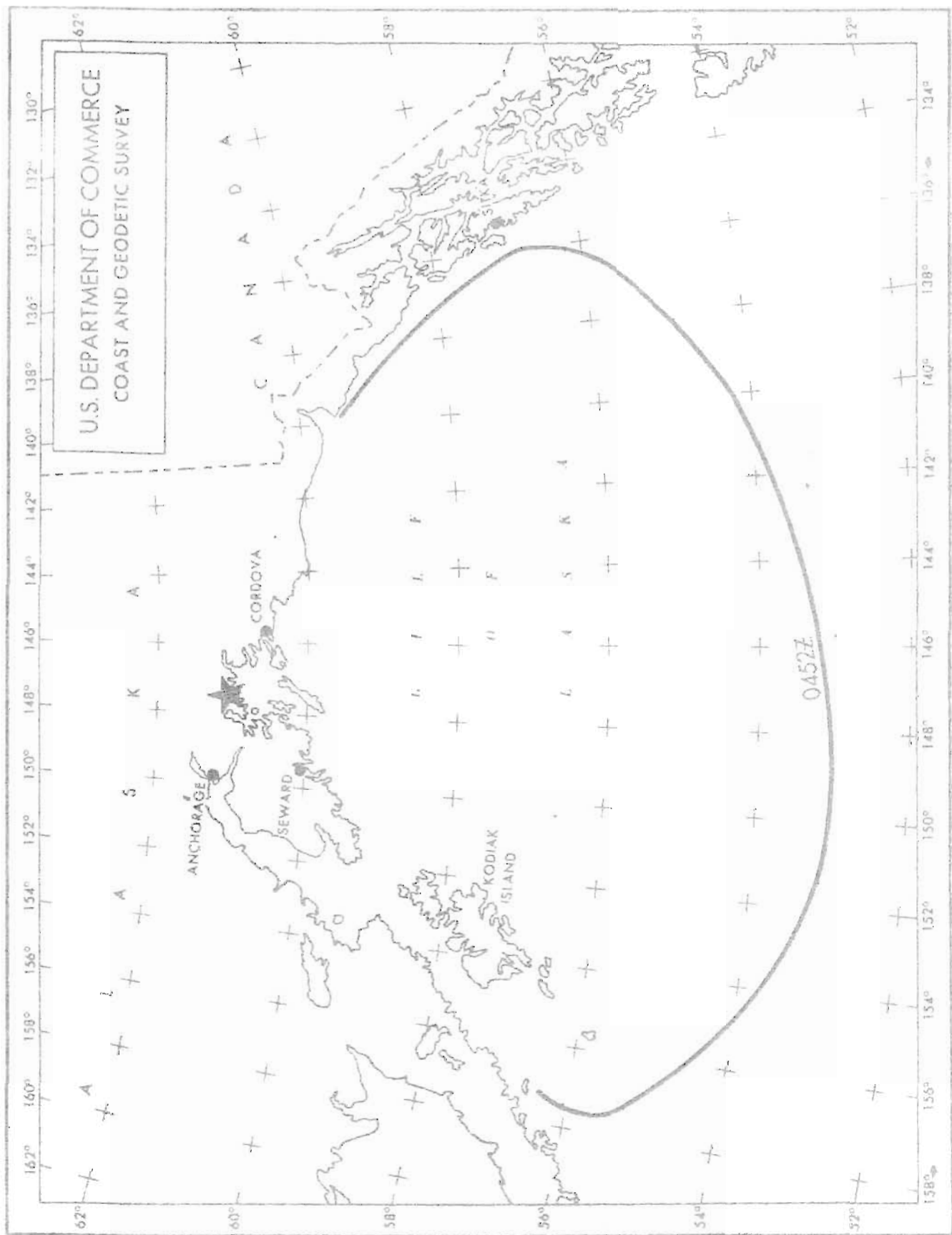


FIGURE 5.—Approximate wave front at 0452Z when the epicenter of the earthquake was determined.

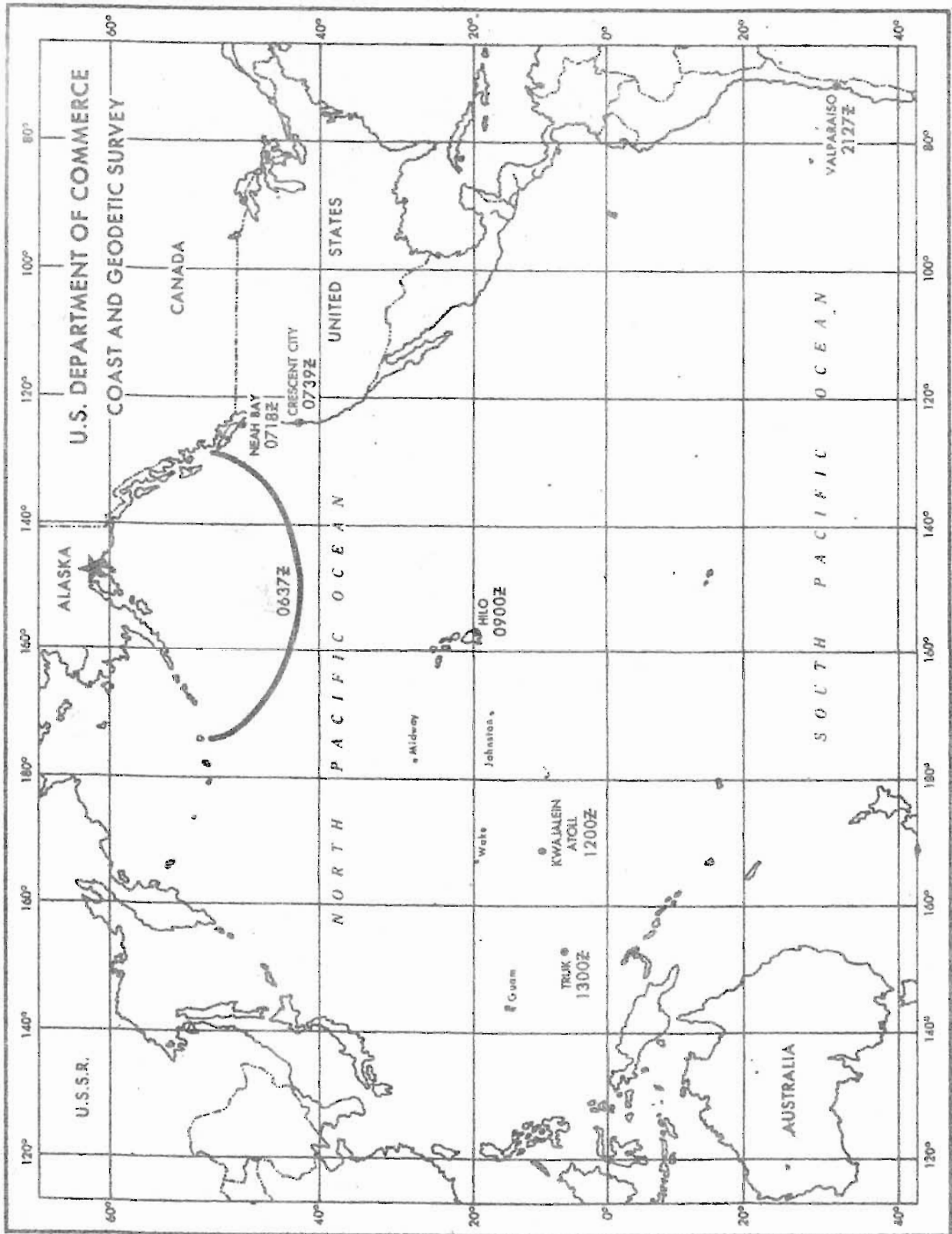
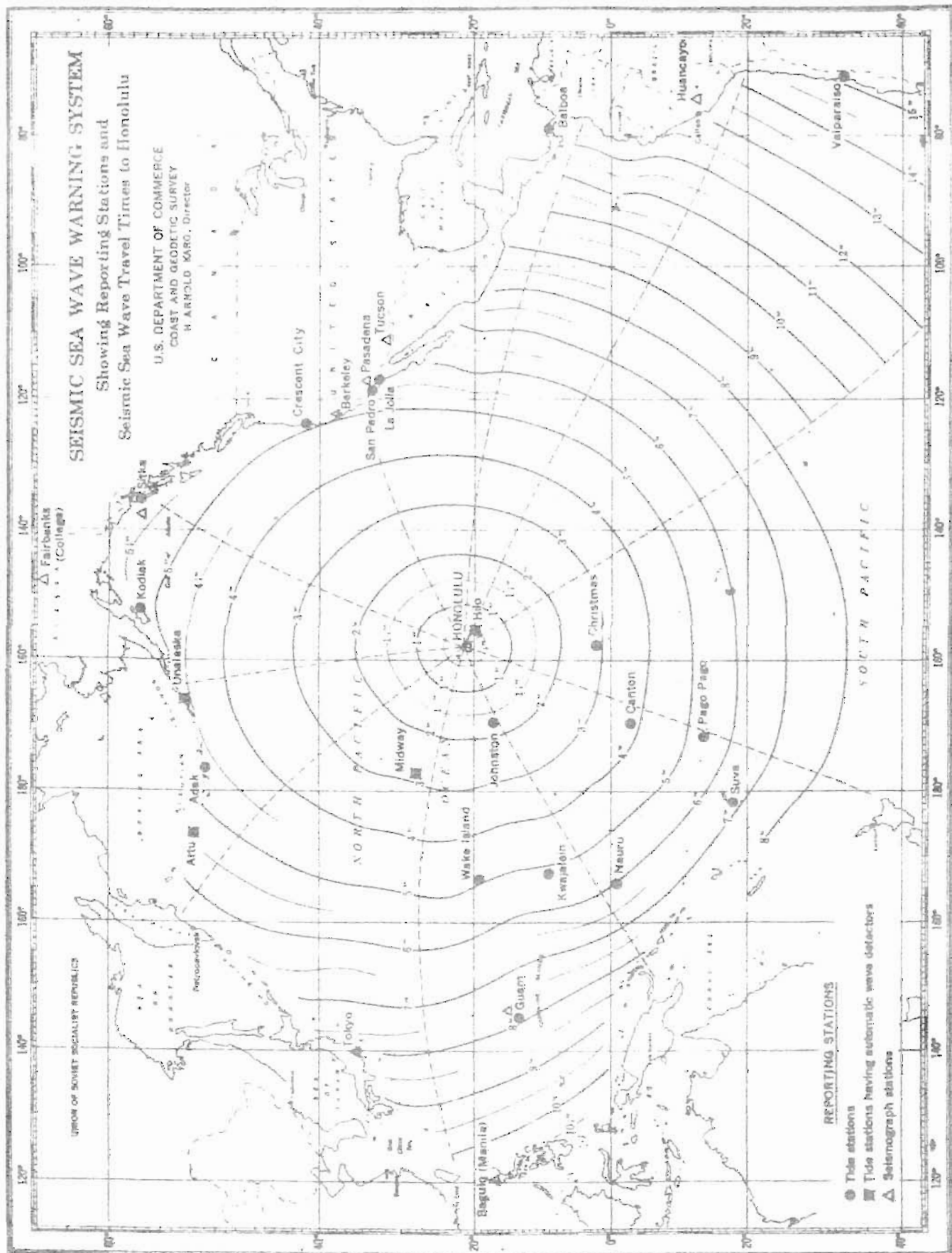
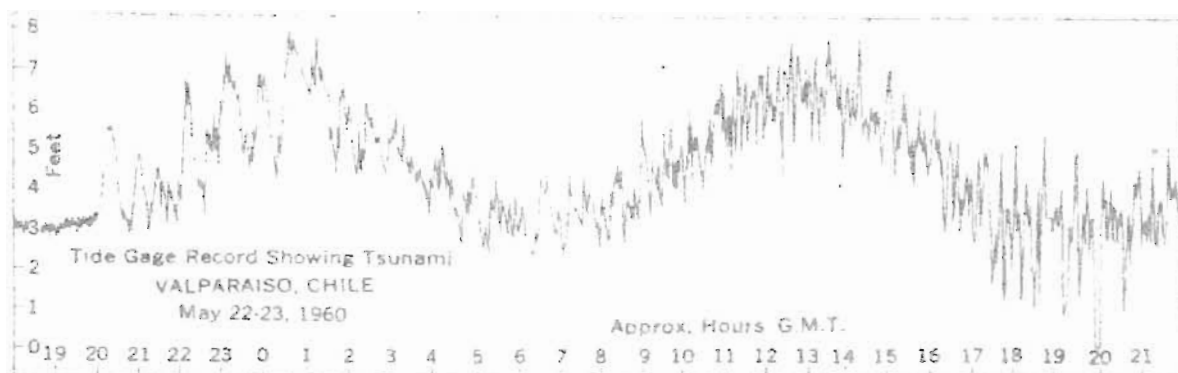
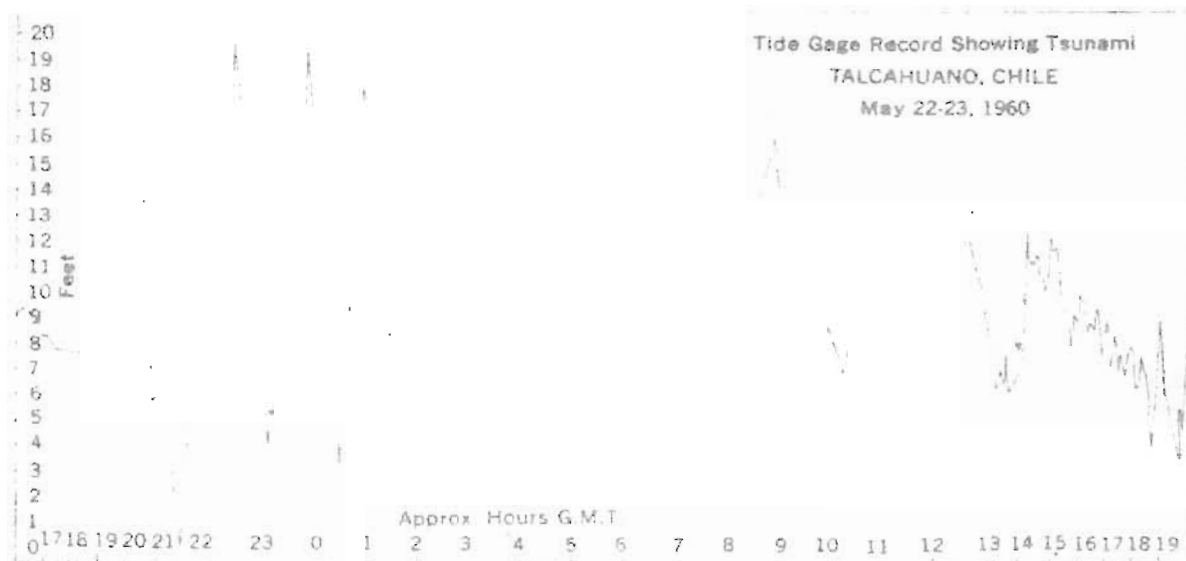
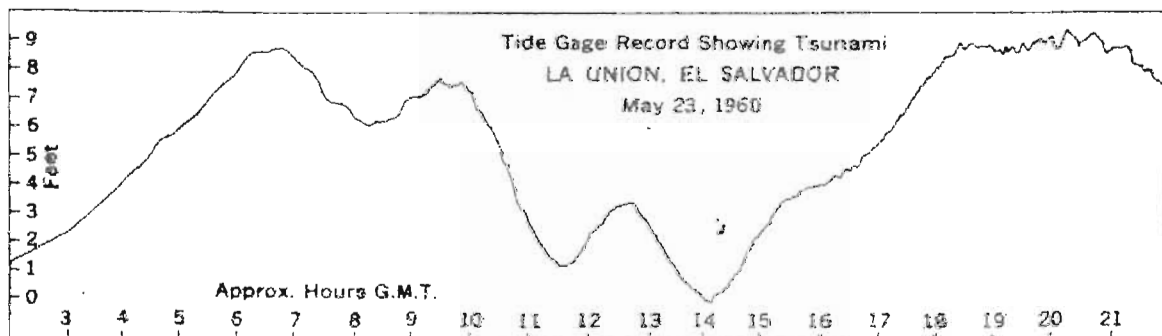
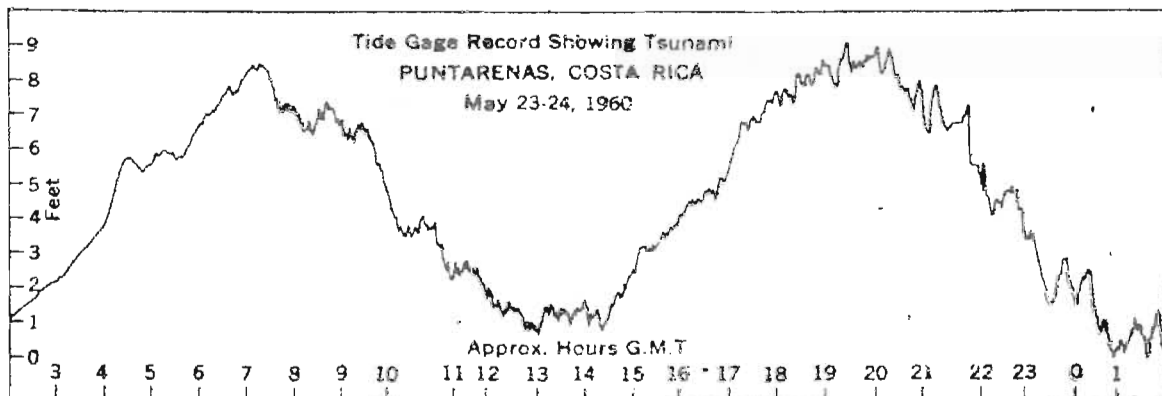


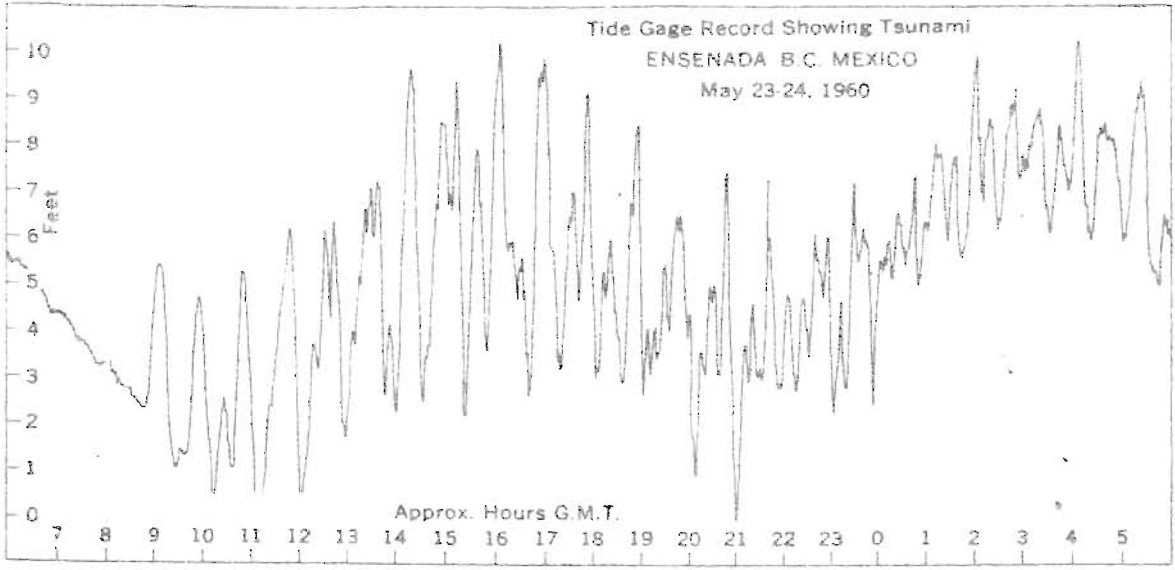
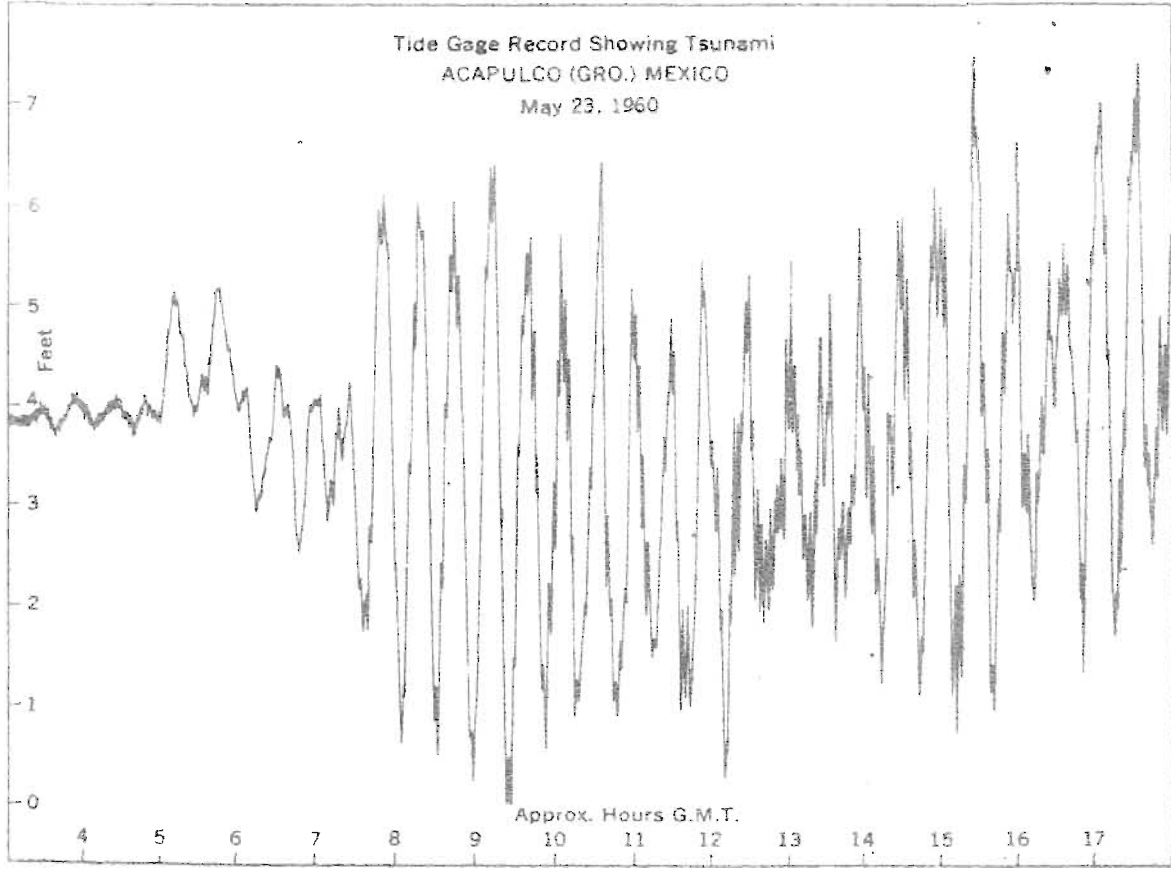
FIGURE 6. ---Approximate wave front at 0637Z when seismic sea wave warning was issued. Arrival times are shown at representative stations.

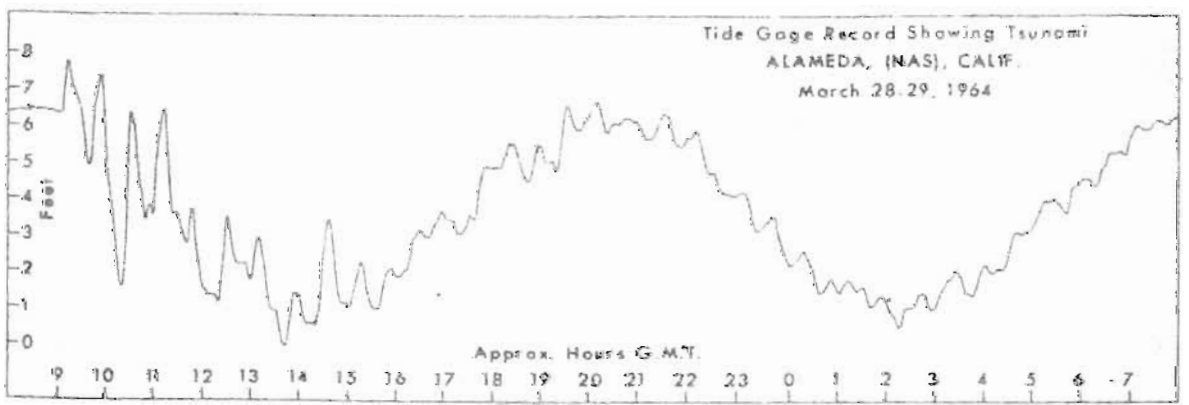
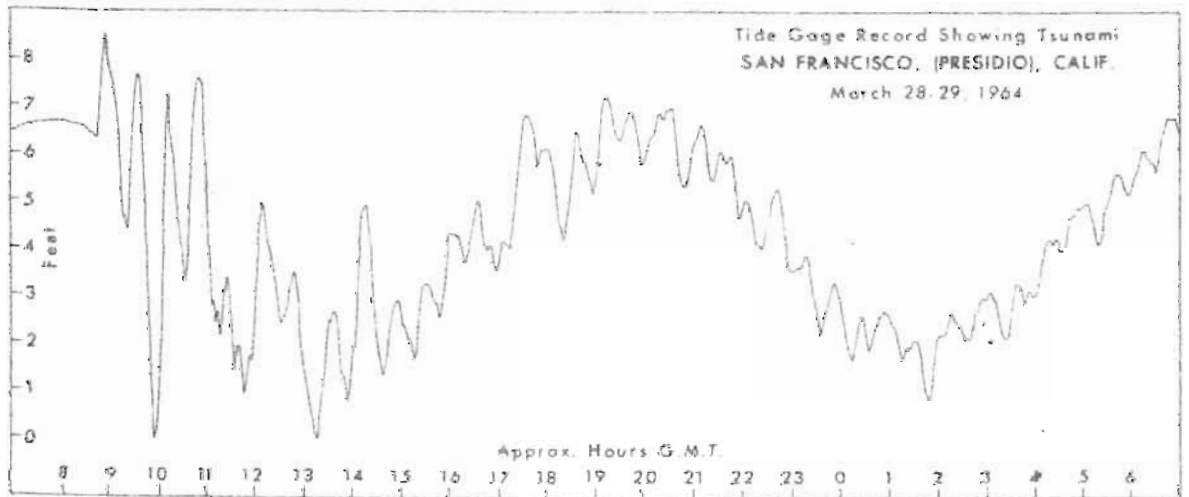




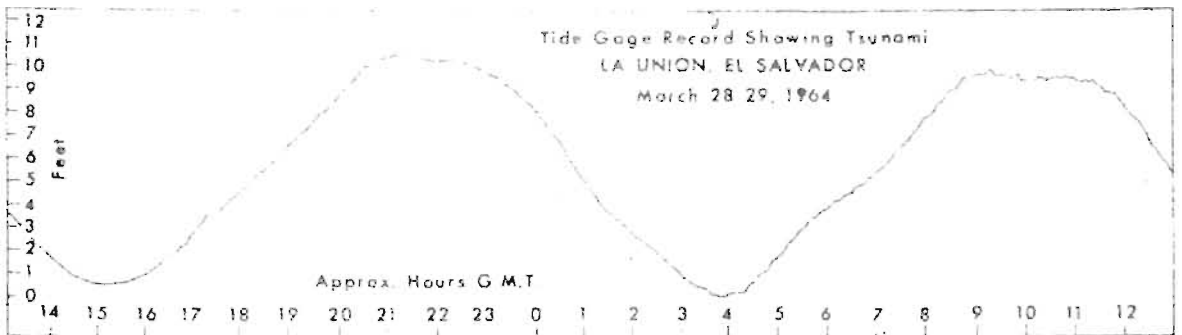
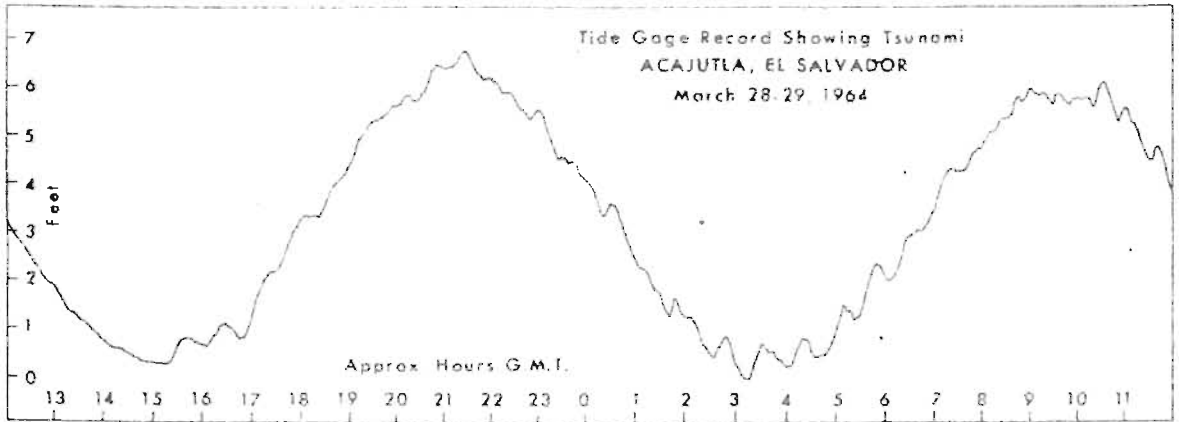
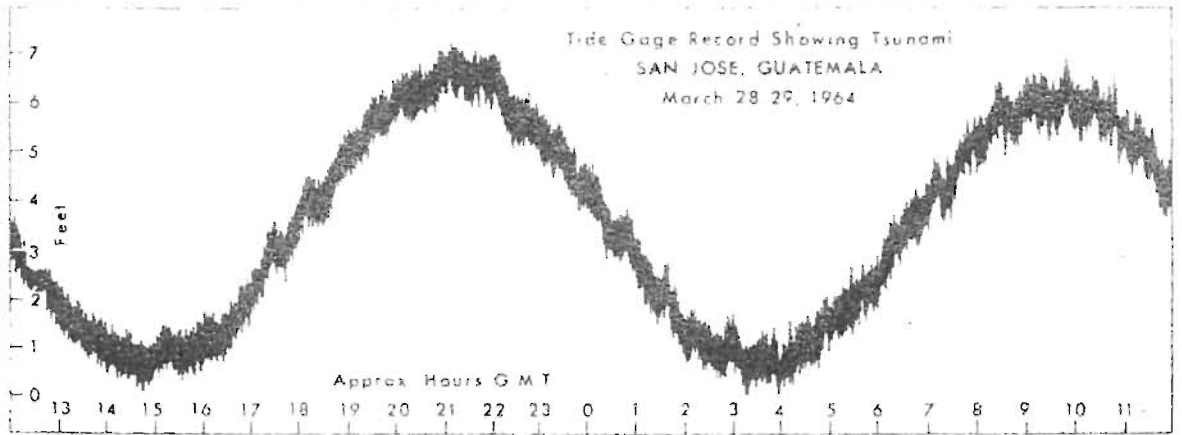


4



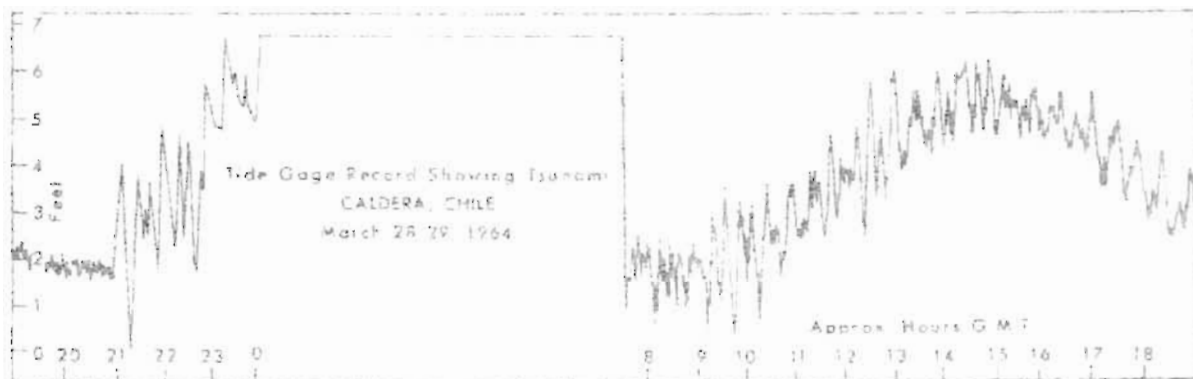
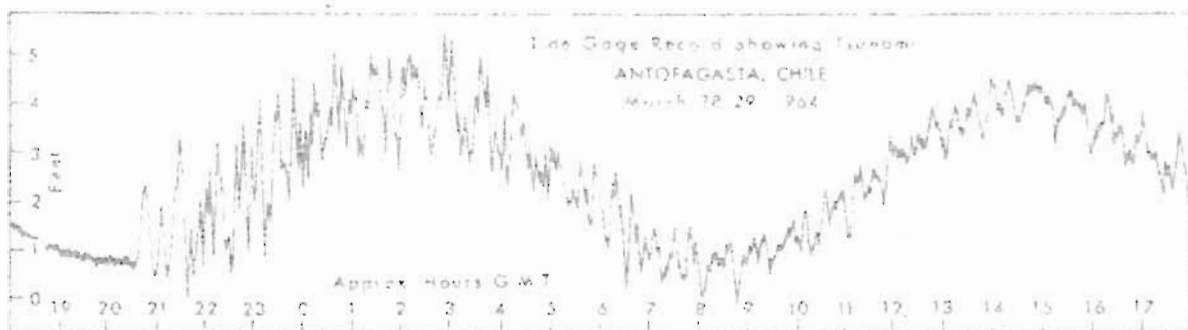


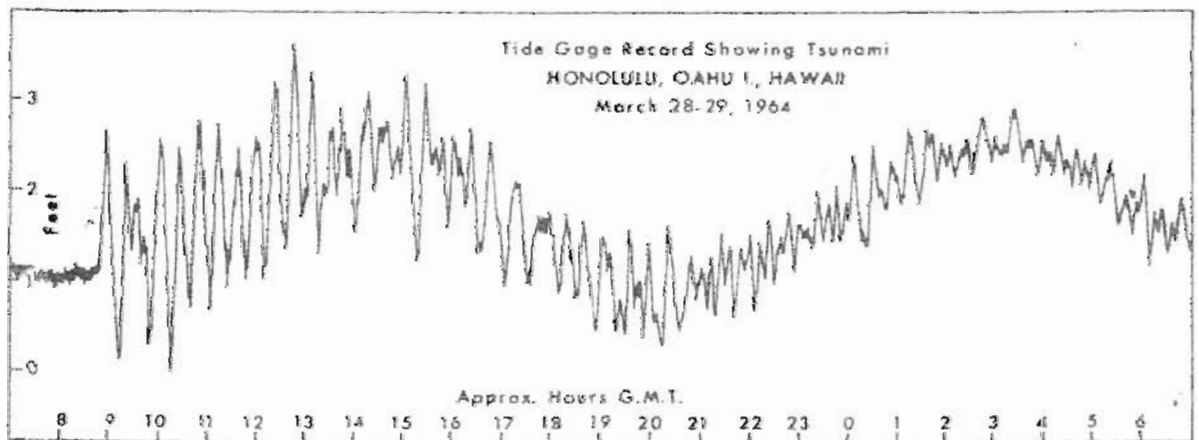
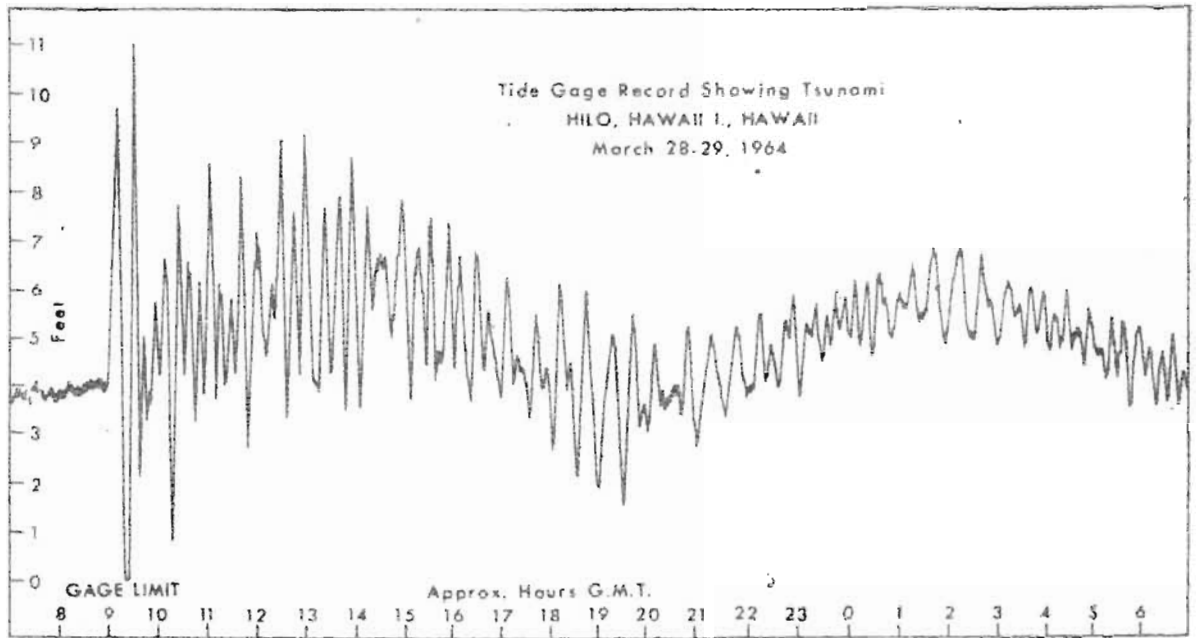
2



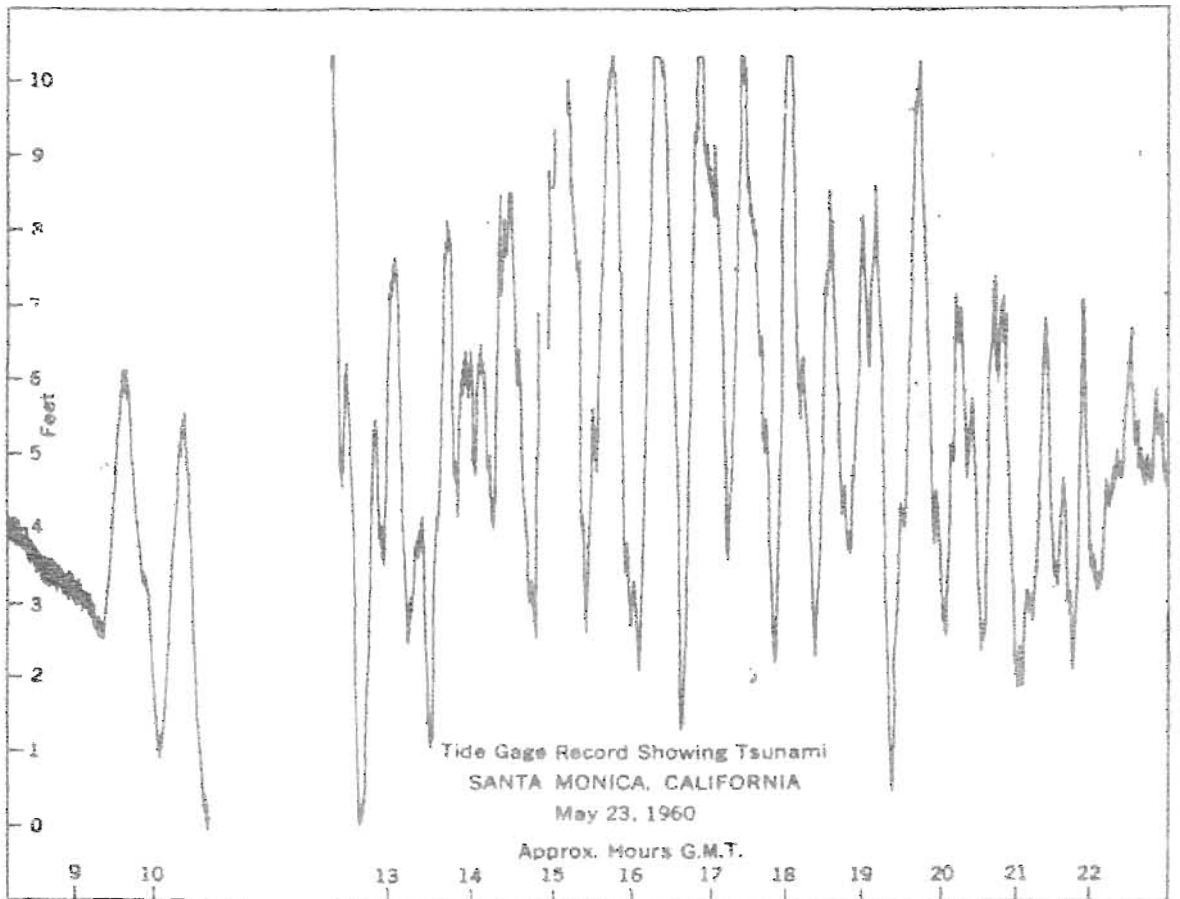
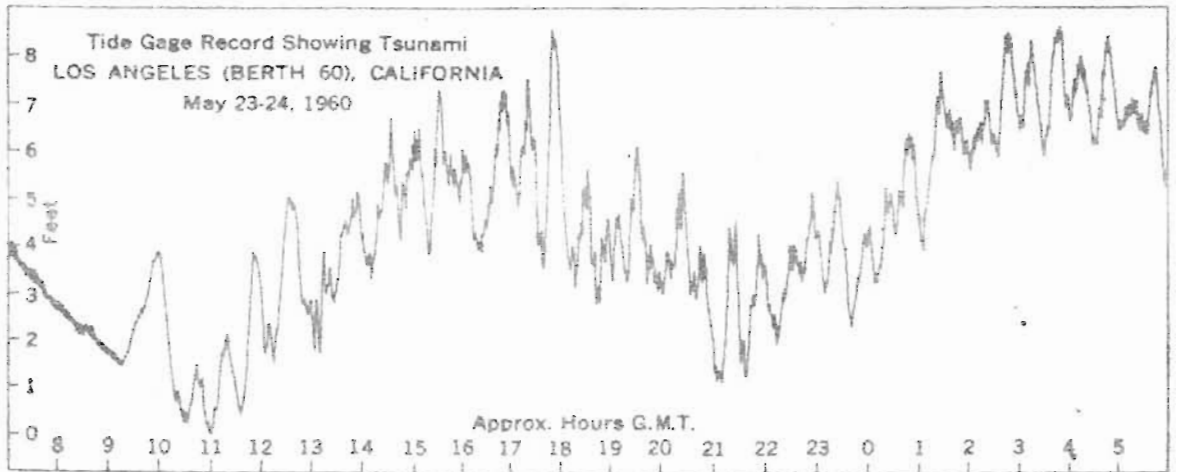


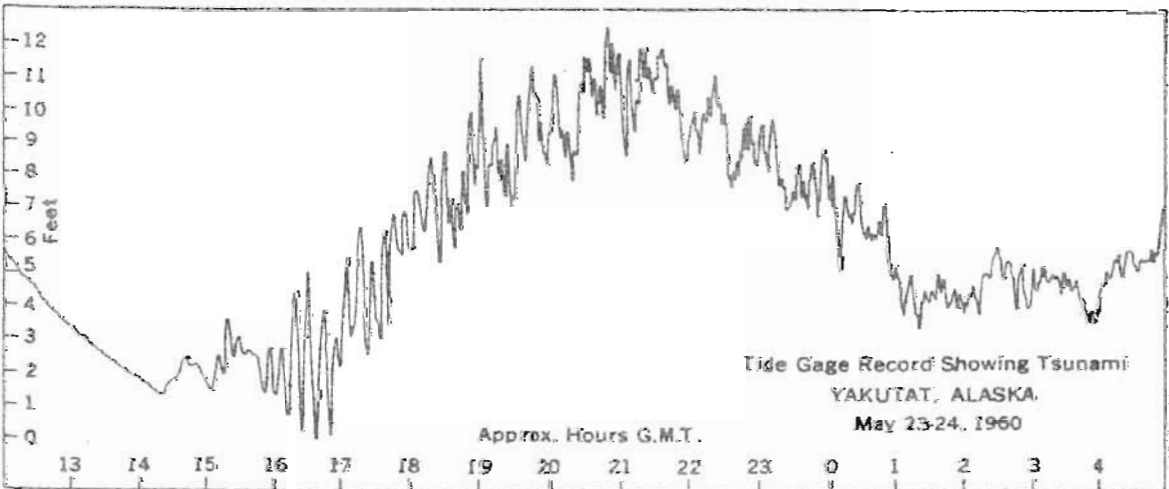
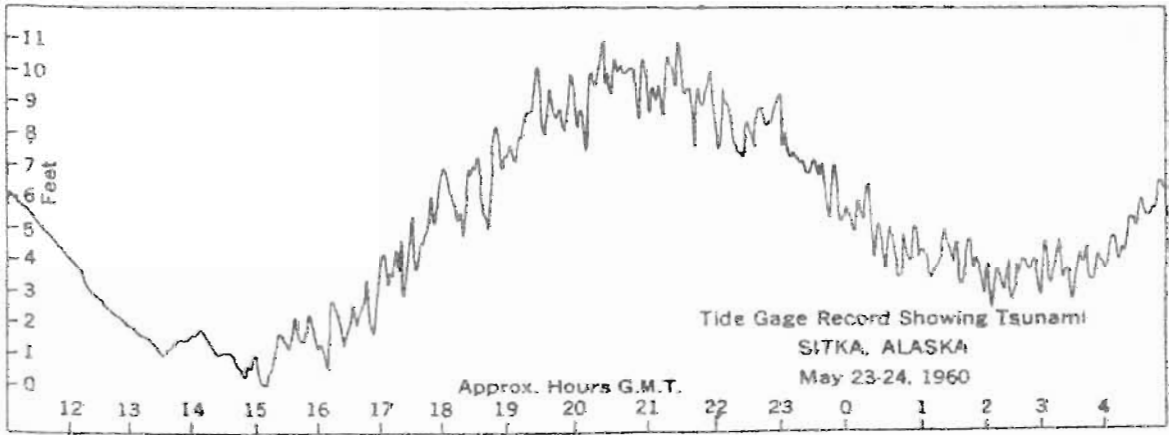
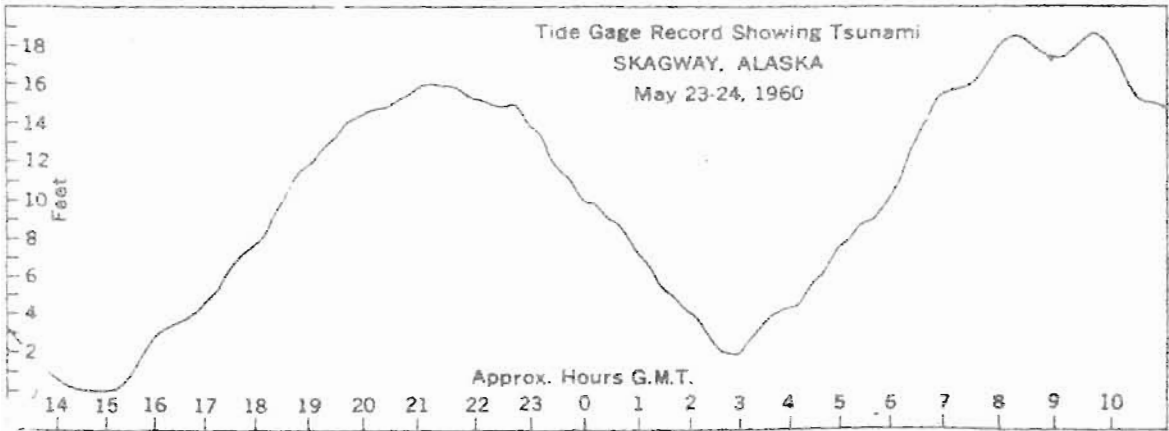
5

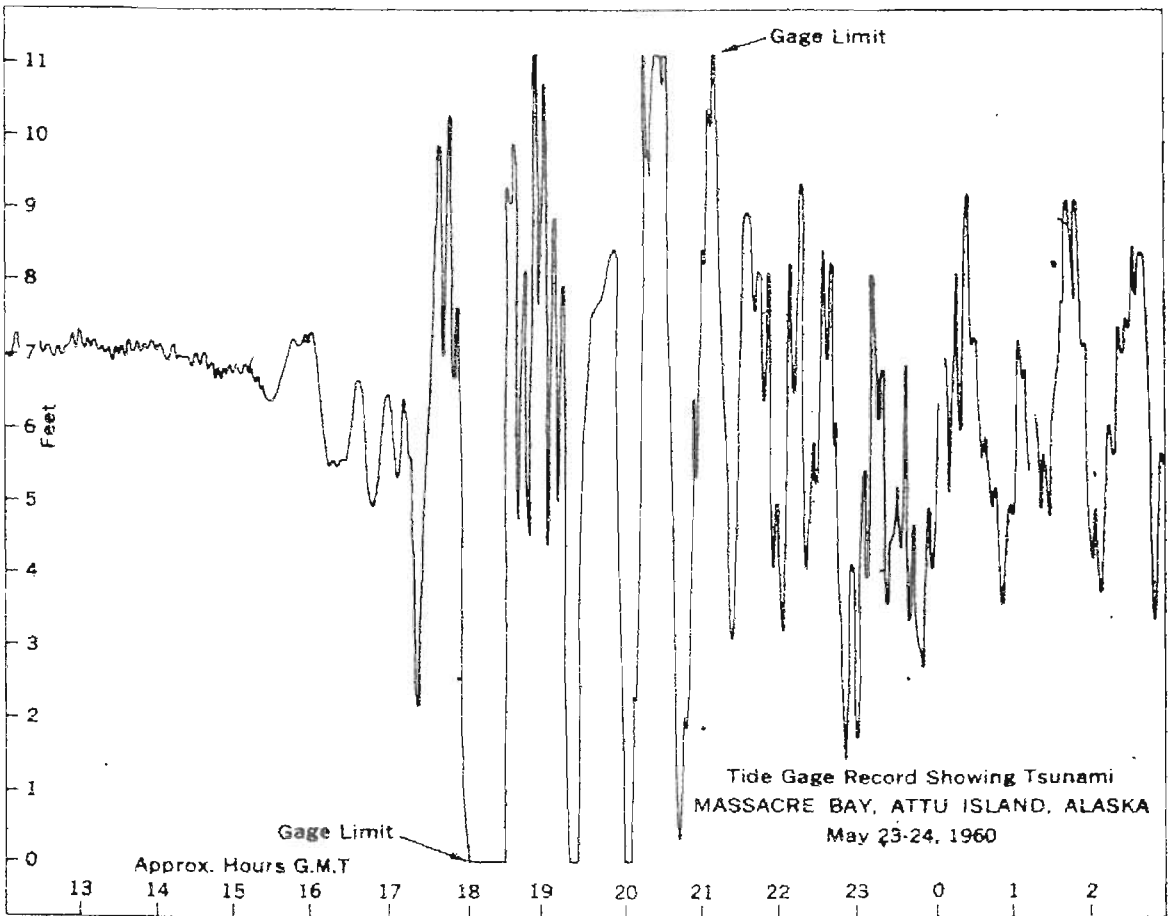
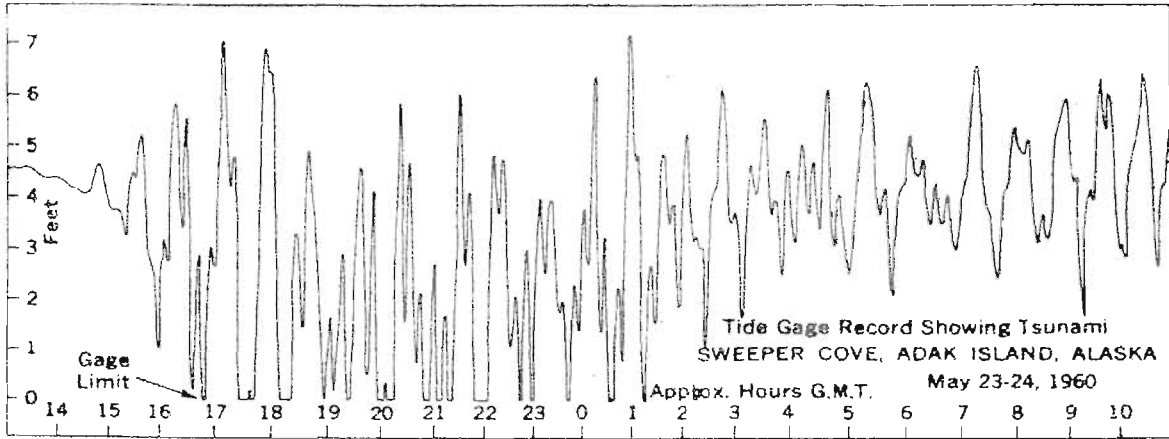




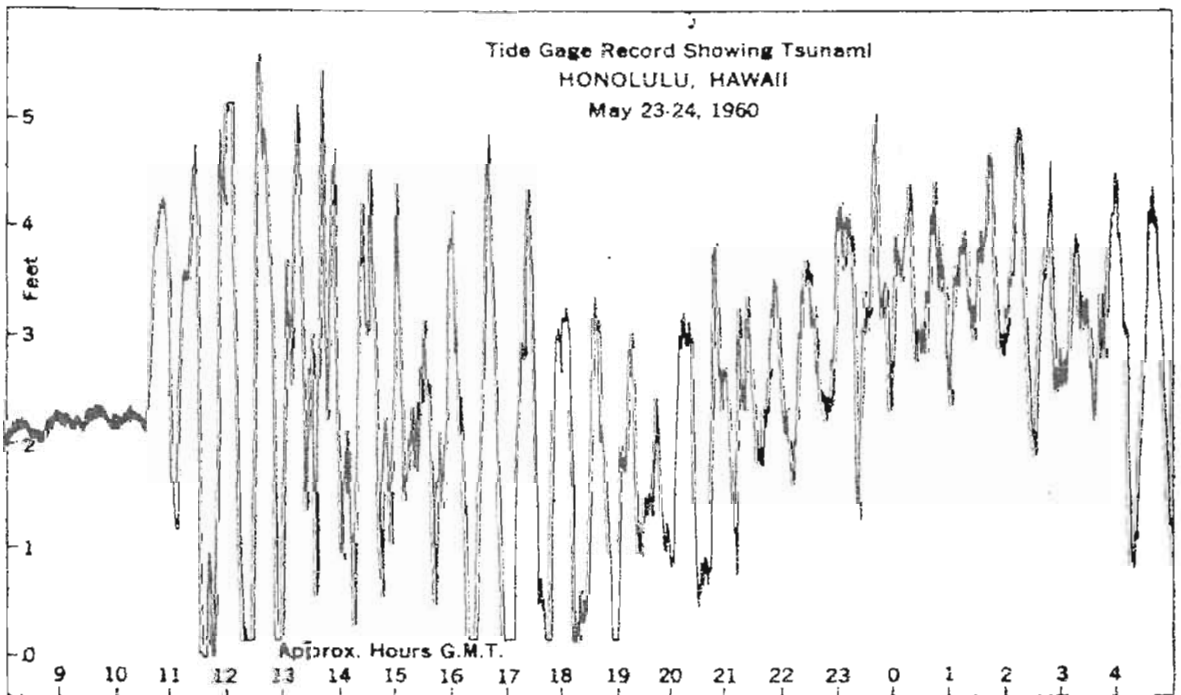
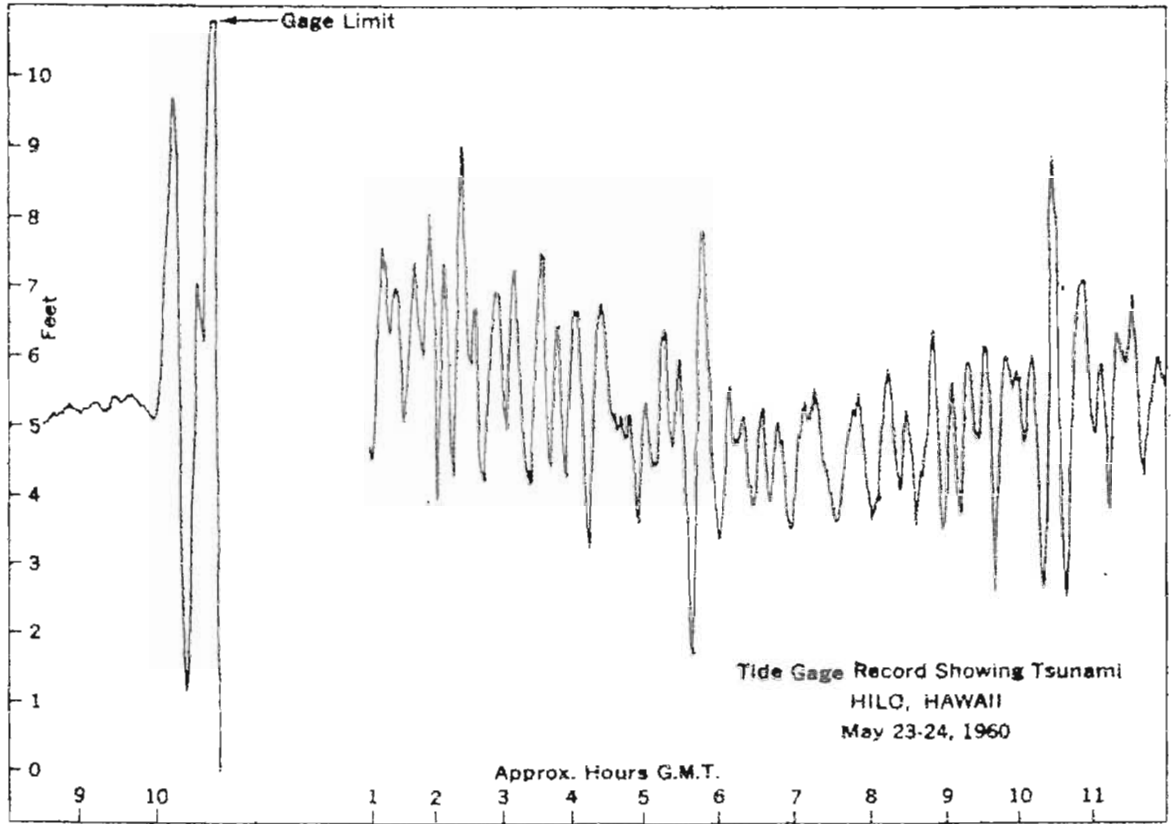
9



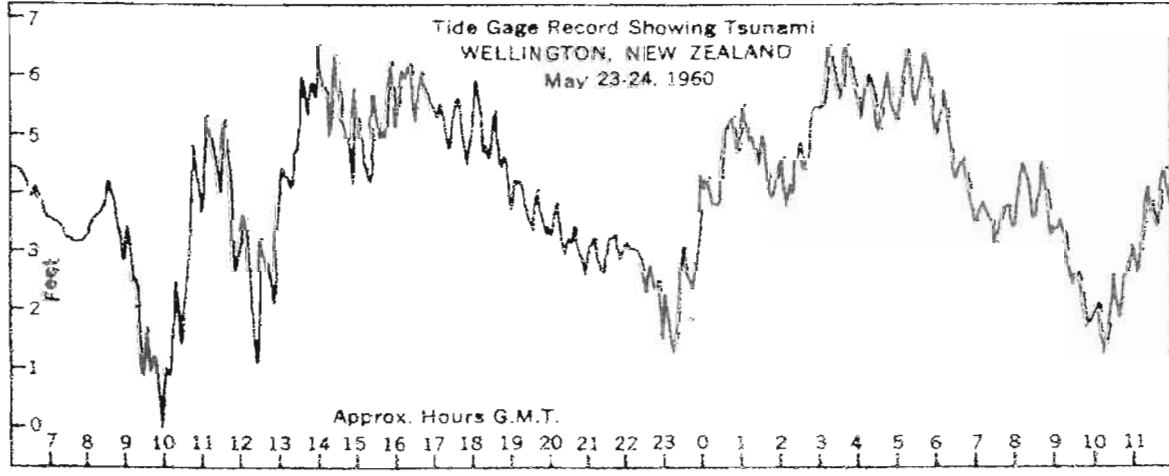
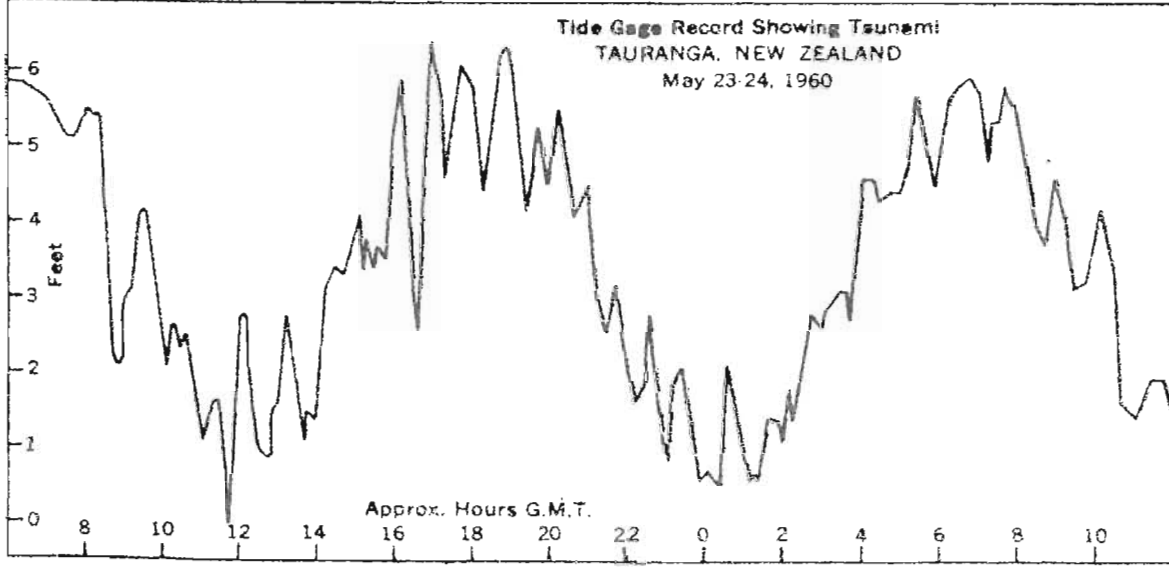
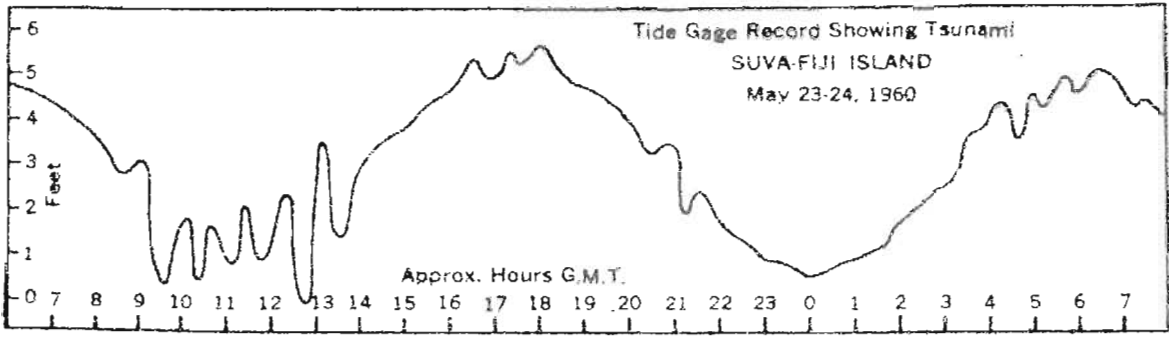




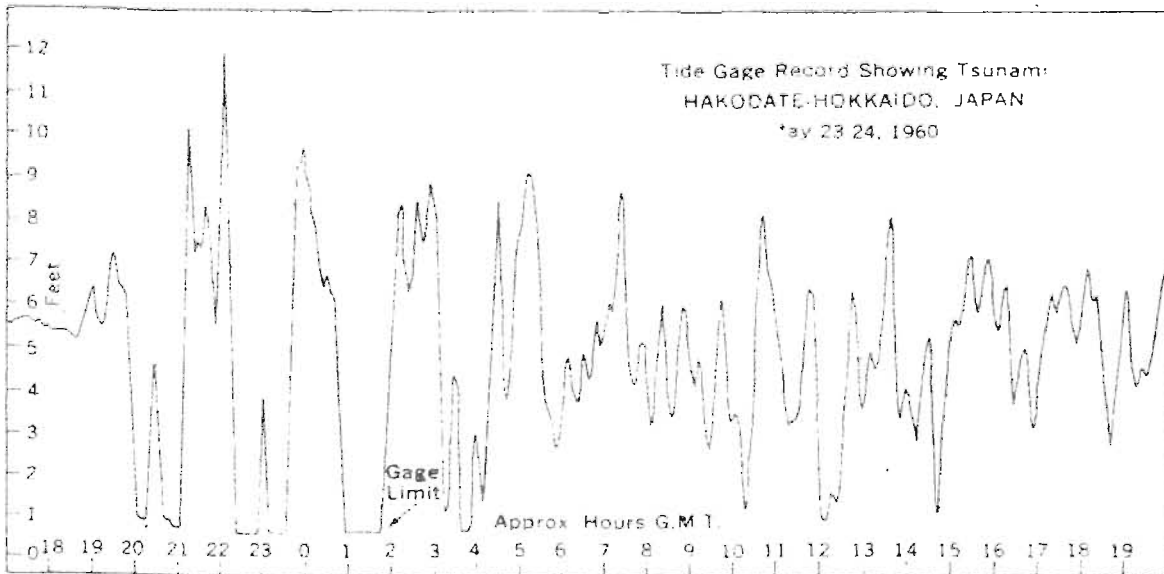
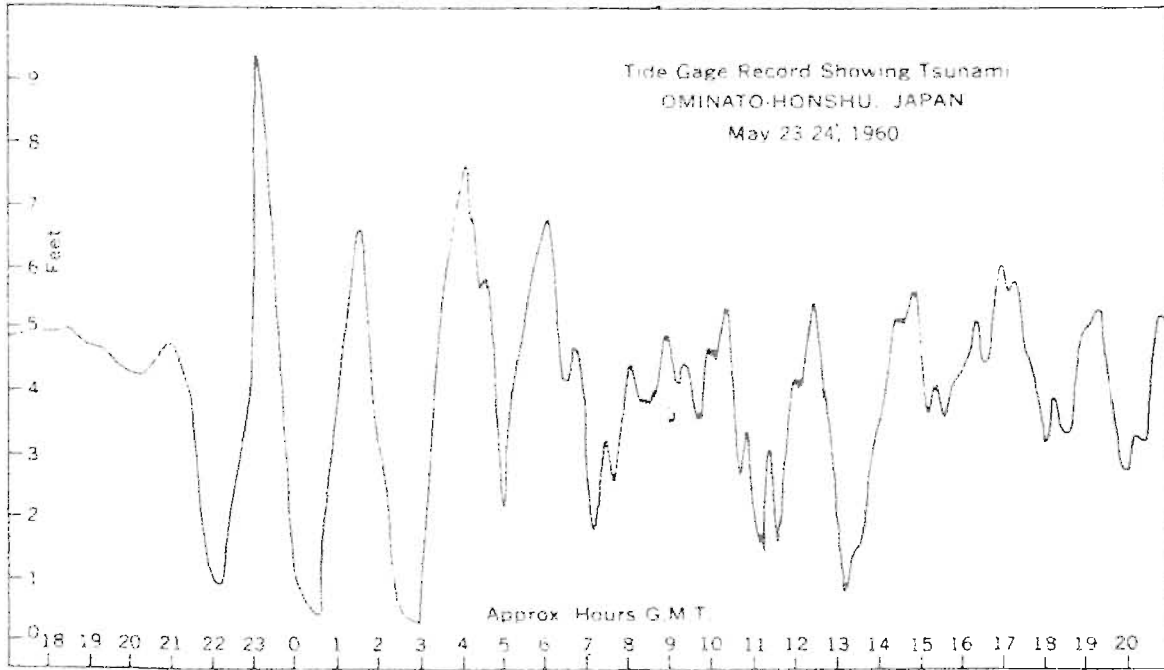
8



9



10





ciones Geotécnicas del Ministerio de OO.PP. ( Mayo de 1965 )

Revista Cartografía Nº 5

- Inst. Panam. de Geografía e Historia.

## B I B L I O G R A F I A

---

- Tidal Datum Planes - por H.A. Marner
- Alaskan Earthquakes Reports - Coast & Geodetic Survey  
por Berkman, Symons, Seismology  
Division Spaeth and Berkman
- Harmonic Analysis and Prediction  
of Tides - Por Paul Schureman
- Special Surveys - por Departments of Army and  
Air Force.
- Manual of Tide Observations - por P. Schureman y P. Whitney
- Earth Shifting Crust - por Charles H. Hapgood
- Geodesia e Hidrografia - por Vicente Gandarias
- Tide Tables - por U.S. Department of Commerce
- Glosario de Mareas y Corrientes - publicación del I.A.G.S.
- Manual de Hidrografia SP-4 - por U.S.Navy Hydrographic Office,  
Washington D.C.
- Manual de Hidrografia - por Coast & Geodetic Survey
- Definiciones de Términos Topo-  
gráficos - por I.A.G.S.
- Sea Water Temperature and Density  
Reduction Tables - por Coast and Geodetic Survey
- American Practical Navigator - por N. Bowditch
- The Oceans - por Svendrup - Johnson -Fleming
- Control sobre Mareas - del Archivo de la D.G.Cartogra-  
fia.
- Anteproyecto Solicitud Conjunta  
a NN. UU. - documento publicado por SIECA
- Informe Geológico - Centro de Estudios e Investiga-