CENTRO CIENCIA DE LINARIO BIEL I.P. M. DONATIVO

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS - 3435

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

### DEPARTAMENTO DE OCEANOLOGIA

PROPAGACION DE LA CONSTITUYENTE M2 DE LA MAREA EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO, MEDIANTE UN MODELO BIDIMENSIONAL HIDRODINAMICO NUMERICO

TESIS

para optar al grado de MAESTRO EN CIENCIAS que presenta:

MACLOVIO OBESO NIEBLAS

LaPaz, B. C. S. México, Noviembre de 1986

CENTRO ...  $C_{i}$ a do DE BIE DONATIVO

#### RESUMEN

En este **trabajo** se simuló la propagación de la constituyente semidiurna de la marea la M2, en la Bahía de La Paz, mediante un modelo hidrodinámico numérico barotrópico verticalmente integrado, desarrollado en diferencias finitas centradas en el espacio y adelantadas en el tiempo.

El modelo tiene como base las ecuaciones de movimiento y la ecuación de continuidad. Se utilizó para su ejecución la batimetría, el coeficiente de fricción en el fondo, el coeficiente horizontal de viscosidad, el parámetro de coriolis y las amplitudes y fases como condiciones de frontera.

Se logró estacionaridad y estabilidad con un paso de tiempo de 21.833 seg, un coeficiente de fricción en el fondo de 0.003 y un coeficiente horizontal de viscosidad de 386.818 m<sup>2</sup>/seg.

La calibración del modelo se realizó apoyándose en mediciones de campo de variaciones del nivel del agua y velocidades de corrientes. obteniéndose resultados que en general, concuerdan con la realidad observada en la región de estudio.

El Modelo trabaja en tiempo real y entrega como resultados para un período de la componente semidiurna M2: la variación superficial del nivel del mar, la distribución vectorial de corrientes, la distribución vectorial de transporte, la distribución de elevaciones máximas, la distribución vectorial de transporte residual y los retrasos de la pleamar con respecto a la frontera abierta.

#### CONTENIDO

IINTRODUCCION
2 OBJETIVOS
3 AREA DE ESTUDIO.  4    3. 1 DESCRIPCION.  4    3. 2 ANTECEDENTES.  8
4 MODELO.
5 TRABAJO DE CAMPO26
<b>6</b> RESULTADOS
7 DISCUSION
8' CONCLUSIONES
9 SUGERENCIAS
10 BIBLIOGRAFIA
II ANEXO 1LISTA DE FIGURAS
12 ANEXO 2MALLAS BATIMETRICAS

#### PROPAGACION DE LA CONSTITUYENTE M2 DE LA MAREA EN LA BAHIA

DE LA PAZ, B. C.S., MEXICO, MEDIANTE UN MODELO BIDIMENSIONAL

#### HIDRODINAMICO NUMERICO

#### 1 INTRODUCC I ON.

El presente trabajo de investigación fue efectuado en el Departamento de Oceanología del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marina5 de La Paz, B.C.S., México. El estudio se planteo por el interés de conocer cualitativa y cuantitativamente las propiedades hidrodinámicas que afectan al cuerpo de agua en la Bahía de La Paz, B.C.S.

Las zonas de mayor utilidad para el hombre, el medio en las Bahías, Lagunas y Estuarios. marino, se encuentran en Las características hidrodinámicas y biológicas de esto5 sistemas presentan muchas ventajas para el establecimiento de puertos y para el desarrollo de actividades de producción alimenticia. Estas áreas son importantes para la reproducción, desove. crecimiento y alimentación de algunas de las especies marinas de importancia comercial; también son areas de comunicación entre el océano y cuerpos de agua terrestres, lo cual es importante para completar algunos ciclos de reproducción y desarrollo. Para la solución de problemas técnicos, biológicos, químicos y pesqueros en esto5 sistemas, es necesario el conocimiento de su hidrodinámica.

Uno de los fenómenos, periódicos más notorios de la5 costas es la variación del nivel del mar; los cuales siempre van acompañados de corrientes de carácter periódico, esto es el resultado de las fuerzas llamadas generadoras de las mareas, las cuales son producidas por la atracción gravitatoria de la Tierra y la Luna principalmente, aunque la respuesta del sistema se encuentra siempre retrasada.

Las mareas tienen varios efectos directos o indirectos sobre los fenómenos biológicos en el mar. El movimiento del agua asociado con ellos, conocido como las corrientes de marea, puede incremantar O inhibir el efecto de transporte de otras corrientes, fenómeno que es particularmente patente en las áreas costeras.

La turbulencia producida por las corrientes de marea y sus

cambio5 en dirección tienen efecto5 indirectos sobre los organismos que son biológicamente importantes, por que ellos obstaculizan el descenso de partículas pequeñas y de esta manera, causan un aumento en la turbidez y evitan la formación de la estratificación térmica en el agua.

El ascenso y descenso del agua superficial es naturalmente de mucha importancia en las áreas costeras, las cuales según su morfología, resultan estar alternadamente secas o cubiertas por el agua. Las fluctuaciones en la temperatura, irradiación, salinidad y grado de evaporación, están asociadas con estos cambio5 en las área5 de almacenamiento, originando condiciones ecológicas extremadamente diversas. Aquí se puede encontrar una fauna pobre en especies pero frecuentemente rica en individuos, los cuales tienen adaptaciones especiales en su comportamiento. Existen distinta5 zonas, según el período de inundación y no se pueden realizar generalizaciones porque la configurac ión de la costa y el tipo de fondo tienen efectos sustanciales en las distribuciones de las poblaciones y sumado aesto, los rangos de marea son extremadamente variables (Hermann, 1967).

La hidrodinámica de cuerpos de agua semicerrados es posible estudiarla mediante modelos físico5 y modelos numéricos, los cuales simulan O pronostican con aceptable **aproximación** l a situación real de la cuenca.

Los modelos físicos son la reducción del área de estudio a escala, por ejemplo, una maqueta en la cual se reproduce el fenómeno en miniatura con los rasgos generales que tiene en la realidad, esto según Jiménez Illescas(1983).

Los modelos numéricos son la representación aproximada a la realidad por medio de ecuaciones diferenciales parciales, para las cuales existen dos tipos de soluciones: "la solución analítica y la solución numérica".

La5 soluciones analíticas son posibles solamente cuando se usan geometr ias muy simples y es necesario suponer valores constantes para 105 coeficientes hidrológicos. Practicamente, tales condiciones son muy difíciles o imposibles de obtener, por es necesario utilizar otros métodos para 10 cual. obtener soluciones aproximadas bajo condiciones reales. El método más las ampliamente usado para este propósito, son soluciones que utilizan como herramienta. indispensable numéricas. las modernas computadoras digitales.

En los modelos **físicos el casto resulta muy elevado**, es complicado modificarlos, presentan dificultades para la obtención de las mediciones y **se** producen efectos de **distorsión** por la escala; quedando restringido el uso de estos a la solución de problema5 de grandes dimensiones, involucrando gastos de inversión elevados.

Los modelos numéricos **se** prefieren sobre 105 modelos físicos, por su facilidad de **manejo**, su versatilidad, la rapidez en la obtención de 105 resuitados y el **bajo** costo de operación.

Los modelos numéricos se han utilizado desde mediados del siglo pasado (Nihoul, 1975), pero su empleo con mas frecuencia y mejores resultados en investigaciones hidrodinámicas ha sido durante las dos Últimas décadas, originado por la construcción de computadoras de alta velocidad de operación.

Los modelos numéricos se pueden utilizar para predecir o simular la variación espacio-temporal de parámetros y variables hidrodinámicas y de calidad del agua: altura del nivel del agua, corrientes, velocidad de descargas, salinidad, oxígeno, contaminantes, etc. El tamaño y complejidad de un modelo numérico depende de sus objetivos. El tratamiento de modelos (multiples opciones), requiere de mucho tiempo de grandes computación, más datos experimentales y de más suposiciones, con lo cual su capacidad de predicción o simulación se ve reducida, motivando esto último la implementación de técnicas numéricas más adecuadas, de mayor rapidez y eficiencia. En este caso, se han utilizado diferencias finitas, aunque la modelación en elementos finitos se ha venido usando paralelamente.

#### 2 OBJETIVOS.

Durante los últimos años, los modelos numéricos han estado usándose cada vez más para resolver las ecuaciones diferenciales que gobiernan el movimiento del mar bajo la acción de la marea y las fuerzas meteorológicas. Como resultado, han sido calculadas las mareas y olas de tormenta para una amplia gama de cuencas naturales del mar. Un importante concepto en el trabajo ha sido la formulación de modelos numéricos del mar, representando en forma digital, la geometr**ía** y las propiedades dinámicas de las cuencas naturales. Dentro de la estructura del modelo, las ecuaciones hidrodinámicas, expresadas en términos de diferencias finitas han formado la base de un procedimiento iterativo, por medio del cual, las mareas han sido desarrolladas numéricamente en una serie de pasos de tiempo, originándose la5 operaciones matemáticas a partir de un estado inicial. dado de desplazamiento y movimiento.

Mediante la aplicación de la aproximación numérica. mencionada anteriormente, el presente trabajotiene 105 objetivos 5 iguientes:

- Adaptar a la Bahía de La Paz, B.C.S., México, un modelo bidimensional hidrodinámico numérico barotrópico verticalmente integrado en diferencias finitas.
- 2. Aplicar este modelo a la Bahía de La Paz, para calcular la distribución de velocidades media y las variaciones superficiales del nivel del mar debidas a un armónico de lo mareas la M2.

3 AREA DE ESTUDIO.

#### 3.1 DESCRIPCION.

La Bahía de LaPaz, se localiza desde los 24. 1° hasta los 24. 8° de latitud Norte y de los 110. 2° a 110. 8° de longitud Deste (Fig. 1). Es la Bahía más grande en la costa Este de Baja California; las aguas son pro fundas en casi toda su extensión. El régimen de mareas es mixto semidiurno. Al Este se encuentra la Isla del Espiritu Santo y el Promotorio Sur del Canal de San Lorenzo, mediante el cual. existe comunicación al Golfo de California; a l oeste, Punta Coyote; al Nor-Noroeste Cabeza de Mechudo; al Sur-Sureste la Ensenada de La Paz; al Norte re ubica una amplia frontera con el Golfa de California. La ciudad de La Paz, está situada al Sureste de la Bahía (Fig.2).

En 1 a B ah ía de la Paz, los vientos soplan por la manaña del Noroeste durante los meses de Noviembre a Mayo y después delcrepúsculo cambian a vientos del Sur; durante el resto de 1 año los viento: del Sureste y de 1 Suroeste son los dominantes. Las calma5 son frecuentes durante Primavera y Verano. Cabe hacer notar la presencia del fenómeno de brisa en la región (Secretaría de Marina, 1978). La región de la Bahía de La Paz y sus alrededores presentan clima muy 5eco y cálido, tipo BW, las lluvia5 son escasas durante todo el año, presentándose comunmente en Verano e Invierno (Secretaria de Programación y Presupuesto, 1985). La temporada de ciclones se presenta en estos lugares durante los meses de Julio a Octubre.

El máximo de radiación efectiva se presenta al finalizar el Verano y el mínimo al iniciar el Invierno. La evaporación excede a la precipitación en mayor grado en Primavera y la diferencia es mínima a fines del Verano. La precipitación media anual es de 180 mm., presentándose con más frecuencia en el Verano, con un máximo en Septiembre. La evaporación promedio anual es de 215 mm., y la humedad relativa anual varía entre 62% y 70% (Pico, 1975).





Ŀ

FIG. I- LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Ę.

•



#### 3. 2 ANTECEDENTES.

La Bahía de La Paz ha sido estudiada parcialmente DOT algunos autores en diversos aspectos: Espinoza Avalos (1977), calculó los principales parámetros físico-químicos de las aguas de la Ensenada de La Paz, B. G. S., Cervantes, Guerrero, físico-químicos de las Escolano (1977), realizaron el análisis de la variación diurna de los principales parámetros físico-químicos de la Ensenada de La Paz, B. C. S., García Pámanes (19781, de **termino** la distribución superficial de nitratos y silicatos en la Ensenada de La Paz B. C.C., Lechuga Deveze (1978), realizó un estudio de la producción orgánica primaria en la Ensenada de La Paz, B.C.S., Díaz y Espinoza (1979), estudiaron los aspectos sedimentológicos en las Lagunas Enfermería y Balandra en la Bahía de La Paz, B.C.S. ; Díaz, Padilla y Pedrín (1981), analizaron la sedimentario?, reciente en el estero de Enfermerfa de la Bahía de La Paz, B. C. S. ; Cervantes (1981), determinó la distribución de nutrientes en la Ensenada de La Paz, B. C. S., durante el período Primavera-Verano. ; Cruz Orozco Godínes Orta ( en prensa), realizaron el estudio Υ hidrosedimentológico de los márgenes de la Laguna de La Paz, B. C. **5**.; Cruz Orozco et, al (en preparación), determinaron la vulnerabilidad de la Ensenada de La Paz, **B.C.S.**, al impacto de derrames.

Respecto a la hidrodinámica de la Bahía de La Paz se cuenta con pocos trabajos, y los que existen no específicos para este sistema: Grijalva (1972), reali son realizó la investigación de la constituyente M2 de la marea en el Golfo de California, mediante un modelo hidrodinámico numérico: Dressler (1981), realizó la investigación sobre mareas y efectos del viento en el Golfo de California mediante un modelo hidrodinámico numéricoi Morales ,(1982), realizó un estudio de mareas y vientos en la Ensenada de La Paz, B. C. S. ; (1982), realizó una investigación Dressler sobre la constituyente M2 de la marea y la circulación forzada por el viento en la Ensenada de La Paz, B. C. S., mediante un modelo Jiménez Illescas (1983), hidrodinámica numérico; realizó e l pronóstico de calidad del agua en la Ensenada de La Paz, B.C.S., mediante la aplicación de un modelo hidrodinámico numérico.

4 MODELO.

#### 4. 1 HISTORIA.

Existen dos planteamientos principales para la modelación matemática: la empírica O conceptual y la racional 0 científica. Considerando este último planteamiento, los Griegos, especialmente Arquímides, hicieron estudios aue ser considerados como pioneros en la modelación pueden. Sin embargo no fue hasta el Renacimiento científica. que fueron impulsadas las bases para la modelación científica, Galileo hizo importantes adelantos, pero fue Newton auien estableció el esquema fundamental que es todavía la base de la modelacibn científica.

La utilización de los modelos numéricos para resolver problemas en el océano ha ida en aumento en los Últimos años debido a la facilidad que representa el manejar diversas variables y sobre todo a que es posible la solución e integración de problemas con carácter no lineal.

Un **problema** de este tipo es encontrar las variaciones de la superficie **del** mar y la distribución de corrientes; estas son causadas por la acción de las mareas y las fuerzas **meteorológicas**,  $\gamma$  **se** presentan en regiones donde son importantes los efectos de fricción y de interacción de varias fuerzas.

Como ejemplo de la aplicación de estos métodos de solución se puede mencionar el cálculo de la propagación de la marea y de olas de tormenta, para una amplia gama de cuencas naturales del mar (Hansen, 1956, 1962 y 1966; Proudman 1955a, 1955b Y 1957; Stoc k 1976; Rossiter 1961; Lauwerier y Damste 1963; Heaps, 1969; Banks, 1974; Grijalva, 1972; Dressler, 1981 y 1982; Jiménez Il lescas, 1983.

Los efectos de interacción son de origen hidrodinámico (Proudman 1955a). Ellos son causados por la **acción** de **la** fricción y la variación en la rapidez de propagación de la onda la cual modifica una ola en presencia de la marea Tales efectos son introducidos a través de los (Banks, 1974). términos no 1 ineales en las ecuaciones hidrodinámicas. que mar mareas fuerzas gobiernan la respuesta del a Y meteorológicas. Par la complejidad de estas ecuaciones, al

aplicarlas a problemas reales en el mar, es necesario utilizar métodos numéricos, como el de diferencias (105 finitas principios de los cuales fueron descritos por Richtmyer, **1957**), que son frecuentemente usados para obtener soluciones aproximadas para las mareas y movimientos de métodos numéricos forman la base de los métodos de olas. Tales matemáticos estudio de la dinámica de mares y estuarios (Heaps, para el 1969).

#### 4. 2 DESCRIPCION.

Existen cinco etapas básicas o fases requeridas para resolver un problema con la ayuda de la computadora digital (solución numérica), cada una de las cuales es individual y colectivamente importante para la obtención de resultados significativos.

#### 4. 2. 1 DETERMINACION DEL AREA DE ESTUDIO.

En el estudio de una región, es necesario definir en primer término, la extensión y las fronteras del área que será ob j**eto** de estudio. ES recomendable considerar fronteras naturales o tratar de aproximarse lo más posible a la realidad, así como evitar la modelación de redes con elementos demasiado grandes o demasiado, pequeños. último caso son necesarios muchos cálculos, esto dis En el disminuve la eficiencia y aumenta el costo de la simulación O fenómeno en **estudio; mientras** que si los predicción del elementos son demasiado grandes, algunas características importantes podrían ser ignoradas por el modelo. Menos importantes pueden ser, otras características físicas de la tales como la permeabilidad del fondo. la región. evaporación, etc.

Finalmente, las condiciones de frontera, expresadas como series de datos de propiedades hidrológicas empleadas en el modelo, deben ser medidas o estimadas, en la región de estudio. Esto es frecuentemente el aspecto más difícil de la preparación de tales modelos, debido a que este tipo de datos no se encuentra disponible o es extremadamente costosa su obtención. Sin embargo, el éxito de la modelación depende mucho de la precisión de esta información.

NARIO DE (... BIB DONATIVO

#### 4. 2. 2 PLANTEAMIENTO MATEMATICO.

Una vez definida el área de estudio y las características de la reg**ión**, el segundo paso consiste en la obtención de las ecuaciones **matemáticas**, que gobiernan el comportamiento de las propiedades a pronosticar O simular.

Las leyes de conservación y relaciones empíricas son frecuentemente empleadas en estos procesos y expresadas por medio de ecuaciones diferenciales parciales. Los métodos numéricos empleados, requieren de ecuaciones en diferencias para efectuar las iteraciones que conducirán a la solución, por lo cual son obtenidas estas ecuaciones a partir de ecuaciones diferenciales parciales, lineales o no lineales.

#### 4.2. 3 DISCRETIZACXON DEL MODELO.

Para tratar las ecuaciones definidas sobre un dominio continuo, con ayuda de la computadora digital, es necesario discretizar las variables independientes o dominio problema y tranformar las ecuaciones en una nueva del serie sobre el dominio discretizado. Tales procesos introducen claramente un grado de aproximación adicional en el modelo, es necesario entonces, la formulación de un procedimiento para calcular los resultados. Han sido iterativo desarrolladas diferentes técnicas para este proceso, diferencias finitas y elementos finitos.

#### 4.2.4 DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA LOS CALCULOS.

Una vez que el problema ha sido discretizado, e s posible escribir un programa para computadora capaz de realizar los cálculos requeridos para la solución. Están disponibles muchas técnicas O lenguajes para ayudar a organizar y estructurar tale5 programas; algunas de las cuales son: Fortran, Cobol, Pascal, Basic, etc. También es necesario preparar archivos de entrada con los datos obtenidos del área de estudio.

#### 4.2. 5 CALIBRACION DEL MODELO.

Los resultados numéricos obtenidos del programa de computadora pueden o no corresponder al comportamiento de las propiedades físicas en la región bajo estudio. Las discrepancias observadas pueden ser debido a una variedad de causas tales como: falta de información, error en los parámetro5 y variables físicas, error en la formulación matemática, errores en el programa de cálculo, suposiciones erróneas, mala5 aproximaciones8 etc. Consecuentemente, deberá ser usado un planteamiento sistemático para intentar localizar la fuente de tales errores y efectuar arreglos en el programa, de tal manera que el modelo pueda emitir una solución más aproximada a la realidad.

El proceso de calibración es decisivo en la optimización del modelo y es la forma de adecuar los rasgos generales de la solución, a los observados en la **región** de estudio aumentando la confiabilidad de los resultados.

Todo este planteaminto implica la necesidad de efectuar millones de operaciones antes de 1 legar a la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales parciales8 por lo cual, se hace indispensable, el uso de computadoras digitales de alta velocidad y gran capacidad; sin embargo hay una gran cantidad de actividades que deberán ser consideradas para poder desarrollar un modelo numérico confiable.

#### 4.3 RESOLUC ION DE ECUACIONES.

#### 4. 3. 1 DIFERENCIAS FINITAS.

Las ecuaciones diferenciales parciales constituyen una de las ramas del análisis numerico que más rápidamente se ha desarrollado. de aplicación en los que Lo5 campo5 diferenciales ocurren la5 ecuaciones parciales (física Aerodinámica, Hidrodinámica, nuclear. etc. ) están adquiriendo cada vez importanc ia. Más aun, mayor el desarrollo de las computadoras modernas ha hecho posible eran materialmente imposible de traba **jar** problemas aue resolver.

La definición clásica de la derivada de una función de una sola variable se propone generalmente en la forma:

 $\frac{dy}{dx} = \lim_{h \to \infty} \frac{(y(x+h) - y(x))}{h}$ 

En una computadora digital no podemos tomar límites. Podemos sin embargo hacer que (h) tenga un valor pequeño (pero obviamente no nulo) y se puede demostrar que la aproximación **es** suficientemente cercana y que los errores no crecen conforme continúa el **proceso**.

El método se puede describir como la sustitución de una derivada por una diferencial (McCracken, 1978).

Por ejemplo:

 $\Delta y / \Delta x = (y(x+h) - y(x-h))/2\Delta h$ 

En este ca50 usaremos precisamente este procedimiento para resolver ecuaciones diferenciales parciales, trabajando con aproximaciones que serán presentadas como diferencias.

La técnica de diferencia5 finitas es uno de los método5 más directo para resolver un sistema de ecuaciones

diferenciales parciales con ayuda de las computadoras. Al utilizar este artificio, la región en la cual las ecuaciones son definidas debe ser discretitada en una red regular y finita de puntos; las derivadas que se tienen son entonces aproximadas por diferencias y sustituidas en las ecuaciones originales. Apoyándose en las condiciones iniciales y en las condiciones de frontera de la región, pueden ser calculados sucesivamente los valore5 **de** los puntos interiores de la red.

En esta técnica de diferencias finitas, deben ser consideradas algunas propiedades Útiles. Por ejemplo, que el tamaño de la red sea reducido, la aproximación de la solución numérica debe converger a la solución analítica. Si esta condición se cumples el método se dice que es convergente. Además, debe ser posible estimar o limitar el tamaño del error en términos de los tamaños de los componentes de la red para tener un método estable.

Hay diferentes caminos para aproximar las derivadas de las ecuaciones diferenciales, algunos de los cuales son: diferencias hacia adelante, diferencias hacia atrás, diferencias centrales, etc. , (Fig. 3).

Como ejemplo, consideremos solamente diferencias en la dirección (x).

i. - Diferencias hacia adelante:

 $\Delta y / \Delta x = (y(i+1, j) - y(i, j)) / \Delta x$ 

ii. - Diferencias hacia atrás:

 $\Delta y / \Delta x = (y(i, j) - y(i-1, j)) / \Delta x$ 

iii. - Diferencias centrales:

 $\Delta y / \Delta x = (y(i+1, j) - y(i-1, j))/2 \Delta x$ 

En este **trabajo** de investigación se usará el método de **diferncias** centrales, por su alta velocidad de convergencia **y** estabilidad.

.



FIG. 3. REPRESENTACION DE LAS MALLAS (Hu, Hv, Z).

#### 4.3.2 SISTEMAS DE ECUACIONES.

En la presente investigación se utilizará un modelo bidimensional hidrodinámico numérico integrado perturbación de la principal verticalmente con la la M2, en la frontera abierta al Golfo de componente lunar Con las siguientes condiciones de California. frontera: la velocidad de la corriente normal a la costa es igual **a** cero (Vn=0), la variación normal de la velocidad tangencial a la costa es nula ((Vt)n)=0; en el mar (frontera abierta) es decir en la comunicación con el mar abierto (en este ca50 con el Golfo de California) el gradiente normal de la corriente es nulo y se prescribe el nivel del agua 0 velocidades a partir de mediciones.

El modelo tiene como base la ecuación de continuidad o conservación de masa y la5 ecuaciones de movimiento 0 conservación de ímpetu, con las cuales se describe el movimiento del agua en forma macroscópica. Las ecuaciones son simplificadas y adaptadas adecuadamente para encontrar la solución numérica apoyándose en la batimetría y en las condiciones de frontera.

El nivel del mar varía armónicamente en la frontera abierta al Golfo de California, como:

Z(x,y,t) = A(x,y) \* SIN(W\*t)

Donde:

Z(x,y,t) = Variación de la superficie del mar.

A(x,y) = Amplitud de la constituyente M2.

W = Velocidad angular de la constituyente M2.

 $\mathbf{t}$  = Tiempo.

i. - Ecuación de continuidad.

 $6^{2}m + 6^{2}n + 6^{2}n = 0$ 

ii. - Ecuaciones de movimiento.

 $eU/et + UeU/ex + VeU/ey + RU - AH \nabla^2 U - fV + geZ/ex = Fx$ 

@V/@t + U@V/@x + V@V/@y +  $RV - AH\nabla^2 V + fU + g@Z/@y = Fy$ Donde:

(x,y) = Coordenadas cartesianas.

- U(x,y,t) = Componente de la velocidad de la corriente integrada verticalmente en la dirección (x).
- V(x,y,t) = Componente de la velocidad de la corriente integrada verticalmente en la dirección (y).

Z(x,y,t) = Variación de la superficie del mar.

f = Parámetro de Coriolis.

g = Gravedad

AH = Coeficiente horizontal de viscosidad (m<sup>2</sup>/seg).

 $\mathbf{t}$  = Tiempo

- R = Coeficiente de fricción en el fondo.
- Hu = Profundidad en los puntos de la red en los cuales se calculará la velocidad (U).
- Hv = Profundidad en los puntos de la red en los cuales se calculara' la velocidad (V).
- H = Profundidad instantanea del mar (H = Hu + Z) y también (H = Hv + Z).
- $F_x = Componente de la fuerza generadora de la marea en la dirección (x).$
- Fy = Componente de la fuerza generadora de la marea en la dirección(y).

 $\nabla^2 U$  = Laplaciano de (U).

 $\nabla^2 v$  = Laplaciano de (V).

El sistema de ecuaciones diferenciales se resuelve por medio del método de diferencias finitas centradas. En las ecuaciones sustituimos las expresiones diferenciales por diferencias finitas centradas en el espacio y adelantadas en el tiempo. Se efectua la integración del sistema de ecuaciones en todo el espacio para cada paso de tiempo.

Las componentes de la velocidad de la corriente (U,V)son integradas verticalmente desde una profundidad media (-h) hasta la superficie libre (Z).

Como ejemplo de diferencias centrales tenemos:

i. - Para el tiempo.

 $\Delta U / \Delta t = (U(i,j)t + \Delta t - U(i,j)t) / \Delta t$ 

ii. - En la dirección (x).

 $\Delta U/\Delta x = (U(i+1, j) - U(i-1, j))/2\Delta x$ 

iii. - En la dirección (y).

 $\Delta U/\Delta y = (U(i, j+1) - U(i, j-1))/2\Delta y$ 

#### 4. 4 PARAMETROS Y VARIABLES NECESARIAS.

Para desarrollar la solución numérica es necesario conocer los **parametros** correspondientes **a** la batimetría, y las condiciones de frontera variables (Diagrama 1). La batimetría se proporciona en dos mallas centralmente acopladas y regularmente espaciadas (Diagrama 2 y Fig. 4).

Primeramente se hace la discretización del sistema, para delimitar las fronteras, tratando que estas describan lo más aproximado posible la región de estudio.

En la determinación del intervalo de solución numérica en tiempo (t) y en espacio  $(\Delta x)$  y  $(\Delta y)$ , se debe tomar en cuenta el criterio desarrollado por (Courant-Friedrich-Lewy, 1928).

Si∆x=∆y, tenemos:

 $\Delta t = \Delta x / (2*g*hmax)**0.5$ Para este caso:  $\Delta x = 2906.1 \text{ m}$ hmax = 332.0 m g = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

La estabilidad se logra cuando se tiene del modelo una respuesta de estado cuasi-estacionario, es decir, cuando se obtenga que, las elevaciones de la superficie y las velocidades de las corrientes sean prácticamente las mismas de un periodo a otro. Para lograr esto, se tienen que proporcionar condiciones de frontera lo más cercano a. la realidad.

Las condiciones de frontera son valores de amplitud y fase para la onda del armónico M2 del componente de la marea en todos los puntos de la frontera abierta con el Golfo de California. Esto **determina**, la **oscilación** armónica de los puntos de frontera abierta, con respecto al tiempo.

Los datos de profundidad y configuración para la Bahía de La Paz fueron obtenidos del mapa batimétrico de la Defense Mapping Agency Hydrographic Topographic Center, de Febrero de 1982, con una escala de 1:290610.

Cabe hacer notar que la información batimétrica que se encontro de la Bahía de La Paz fue incompleta, por lo cual fue necesario hacer la interpolación cúbica de algunos valores. Para esto se utilizó un programa de computación desarrollado por Jiménez Illescas, 1983 (Fig.5).



Los intervalo5 espaciales de solución numérica ( $\Delta x$ ) y ( $\Delta y$ ) para la región de estudio se definieron en base a la conficuración de la región y al tamaño de la red de puntos que no5 permita tener un método estable. Fara determinar el intervalo temporal de solución numérica ( $\Delta t$ ), referido a un período de la marea (44714 seg), se uso el criterio de (Courant-Friedrich-Lewy, 1928), tomando para ello el valor máximo de la profundidad, pues con ello se obtiene el valor más pequeño de ( $\Delta t$ ), de donde se estimo (At = 21.833 seg); dando con esto (2048) pasos de tiempo en el período de la marea, y determinando con ello la estabilidad del modelo.

Con los parámetros y variables anteriores se corrio e l programa del modelo en la computadora marca Prime del CICIMAR, para un período de la marea, utilizándose los coeficientes AH=386. 818 m <sup>2</sup> /seg y R=0. 003.

#### DISCRETIZACION Y DIGITALIZACION DE LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.B.



utilizadas en el modelo.

#### EBQUEMATIZACION DE LAS TRES MALLAS (HV. HU. Z).

	r										~~~																		-		
1	0		, <b>(</b>	ם ו		۵	0	۵	D	0	0	۵	0	٥	o	0	0	۵	0	0	0	0	0	0	0	٥	0	٥	0	۵	0
2		<u>ַ</u>	ຼີເ	<u>ב</u>	_	۵	_	0	_	0	~	0	_	٥	_	0	~	0	~	٥	~	0	~	0	~	o	÷	•	÷	•	
3		• '	ິ	ם י		٥	u	٥	u	0	ů	0	u	0	U	٥	U	0	u	0	U	o	+		+	-	+	•	+	•	*
3	0	ີ	ם נ	а <sup>(</sup>	D	۵	0	٥	0	0	۵	٥	a	0	۵	0	₽  +		<u>+</u>		+		X +	•	X +		¥.		¥.		X
4	0	<b>,</b> (	p ,	, (	D	n	۵	~	۵	~	٥	~	0	•	0		jx		X		X		X		X		X		X		X
5	0	ຼັ	ַ מ	_ (	D	-	٥		۵	Ľ	۵		0		x	٠	X	•	X	•	X	•	X	•	x	•	X	•	x	•	<b>X</b> ·
6	a '	•	ם י	ו	þ	٥	0	Q	Q	0	0	0	+ X	•	• * X	٠	×	•	×	٠	+ X	•	+ X	•	÷ X	•	÷ X	•	÷ X	•	X
7	_		, (			0	•	0	^	0	•	0	+	·	+	٠	+	•	+	•	+	•	+	•	÷	•	+	•	÷	•	
8		ם י	ຼິ	ם י		٥		0	Ű	0	Ŧ	•	÷		÷	•	÷	•	÷		÷.	•	÷		÷		÷		÷		•
8 9	O	. '	0			0	0	0	٥	o	×		¥ +		X +		× +		× +		X +		X +		X +		X		×		X
9	۵.	ູ່	<u>מ</u>	<u> </u>	0	~	٥	,	0	_	X		X	•	X		X	•	X		X	•	X		X	•	X	•	X.	•	X
10	a	ຼິ	י ס	ຼິ	D	-	0	ש. ביי	0	Ľ	x	•	X	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	•	X	•	x	٠	X
11	0	0 (	، ۵	9 (	٥	۵	٥	0	+ X	•	+ X	•	+ X	•	+ X	•	+ X	٠	+ X	•	+ X	•	;+ X	•	+ X	•	+ X	•	+ X	•	x
12		۰,	n (	۵,	n	٥	+ ¥	·	+ ¥	•	+	·	+	•	+	•	+	•	+	•	+	•	+	•	+	•	÷	•	+	•	
13		ַם	ຼັ	ַ נ		0	÷		÷	•	÷		÷	•	+	•	÷	•	÷	•	÷	•	÷	•	÷		÷	•	÷	•	•
13 14	0	ם י	u (	۶Ľ	•	-	X +		Х +		X +		¥ +		X +		*		¥ +		¥ +		¥ +		¥ +		¥ +		X +		X
14 15	0	<b>،</b> (	ני		¥		X +		×	_	X		×		X +	'	X. +		X	_	¥		X		×		X	0	0	0	0
15	0	ຼັ	ַ י		ĸ	•	X	·	X	•	X	•	x	•	X	•	X	•	X	•	x	•	X	•	X	•	X		٥		0
16	Q	ຼິ	່	1	ĸ	•	X	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	•	x	۰.	×	u	٥	U	0
17 17	0	<u></u> נ	ີ	15	+ K	•	+ X	•	+ X	•	+ X	•	+ X	•	+ X	•	÷ x	•	÷ x	•	* *	٠	+ x	•	+ x [	<u>.</u>	+	0	'n	0	0
18	<b>1</b>	, כ	ຸດ	2	•	•	÷	·	+	•	+	• '	+	•	÷	•	+	•	÷	•	÷	•	÷	•	ŧ	۵	_	٥	_	٥	-
19	. (	٥Ē	۰.	4	F.		÷		÷		+		÷		*		÷		÷	•	* +		¥		4	0	u	٥	u	٥	U
20	0	sP.	K F.,	) 	( F.		X +		X +		X +		X +		X +		X		X	_	×		×		¥	n	0	n	٥	'n	0
20	0	<u></u> וֹר	ָר ב	]	(	•	X	·	X	•	X	•	X		X	•	X	•	X	•	x	•	x	•	x	×	٥		0	_	0
21	0	່ເ	່	15	г. С	•	X	•	×	•	×	•	×	•	÷ X	•	×	•	×	•	÷ X	•	+ X	•	x	0	0		+ X	•	x
22	0	נ	، د	<u>با</u> ر	5	'n	+ X	•	* x	•	+ X	•	<b>*</b> :	٠	+ x	·	+ x	•	+ x	•	+ ¥	•	+. ¥	•	+ ' *	•	+ ¥	•	+ . ×	•	¥
23	ູ່	ָ נ	ָׁ <b>ב</b>	ຼັ		니	+	<u>-</u>	÷	•	÷	•	÷	•	÷	•	÷	•	÷	<u>.                                    </u>	+		÷	<u>.</u>	÷.	<u>.</u>	÷	•	÷	•	
24	ຼັເ	ר נ	, c	່		D	u	٥	+	•	+		* +		*	۰.	+	•	*	0	U	٥	0	o	u	٥L	X +		X +	•	X
24	0	<sup>2</sup> د	נ כ	, <sup>C</sup>	נ	0	0	0	X +	,	X +		×		X +		×		X +	0	۵	n.	0	n	0	- ∩	0	0	٥	n	0
25	0	, c	ຼັ	Ċ	<u>ן</u> נ	n	۵	- ' n	0	~	0	ך	X	•	X	•	X		Ö	-	۵	_	0	-	0	-	0	-	٥	-	0
26	0	<u></u>	ຼັ	ູ່ເ	່ເ	.,	Q	-	<u>o</u>	<u>u</u>	٥	-	ō	1	x	•	X	U	0	u	0	u	0	ŭ	٥	u	0	0	۵	٥	0
27	۵ (	ິເ	, <sup>C</sup>	, ,	, (		+ X	•	X	۵	0	0	لم	0	+ X	٠	*x	0	D	٥	D	0	۵	۵	D	0	D	٥	0	0	0
28 28	6	) (	, C	) ,	, (	ומ	<u>+</u>	÷η	+	•	+	•	+	<u>.</u>	+	<u>.</u>	÷	۵	~	0	-	0	~	0	-	۵	~	۵	-	O	-
29	ຼັ	ຼັ	C	ັ		D	-	ol	+		<u><u></u></u>	0	u _	۵	-	0	u _	٥	U	٥	U	0	U	0	U	0	Ø	٥	0	0	0
10	ີ (	ິ	, . a	י ו	, (	٥	U	0	Q	0	٥	0	٥	0	0	0	٥	0	0	0	0	۵	0	0	۵	۵	٥	۵	0	ก	0
10	0	٥	)	C	)	1	0		0		0		۵		0	-	٥		٥	_	۵	-	٥	-	۵	-	0		0	-	0
	_									_			_	_									_								-

Diagrama 2.-Representacion simbólica de la malla utilizada en este trabajo.

x:puntos donde se calcula la velocidad o transporte U. .:puntos donde se calcula la velocidad o transporte V. +:puntos donde se calcula la variación del nivel del agua.

O:puntos en tierra.



FIG.4 REPRESENTACION DEL ACOPLAMIENTO DE LAS MALLAS (Hu, Hv, Z)





5 TRABAJO DE CAMPO.

Se llevaron a **cabo** tres campañas de **mediciones**, la primera en Mayo de 1985, la **segunda en** Julio y la tercera en Noviembre del mismo **año**.

La secuencia de **trabajo** en cada **campaña** es como se muestra **a** continuar **ió**n.

En la primera campaña de mediciones el primer **día** se instaló una regla de marea+ en Canal de San Lorenzo, una de las fronteras abiertas al Golfo de California.

Con la regla de marea se registraron **cada** 15 minutos la **variación** del nivel del mar durante 24 horas continuas.

EX día siguiente nos trasladamos a Cabeza de Mechudo, la otra frontera abierta al Gofo de California, donde se instaló la regla de marea, registrando la variación superficia 1 del mar cada 15 minutos durante 24 horas continuas (Fig.6).

En la segunda campaña de mediciones el primer día nos trasladamos a Cabeza de Mechudo instalando la regla de marea, registrando la variación superficial del mar cada 15 minutos durante 25 horas en forma continua.

El día siguiente nos trasladamos a canal de San Lorenzo instalando la regla de marea, registrando la variación superficial del mar cada 15 minutos durante 25 horas continuas (Fig.7).

En la tercera campaña de mediciones se instaló un corrientómetro\* de registro discreto y automático en Canal de San Lorenzo y se midió en farma simultanea en siete puntos de la Bahía(Cabeza de Mechudo, Canal de San Lorenzo, San Juan de la Costa, Quelele, Muelle Fiscal, Cicimar y Cib) la variación superficial del nivel del mar con reglas de marea, cada 15 minutos durante 24 horas continuas (Figs.8 a 13).

El corrientómetro registró automáticamente la intensidad de la corriente en el centro del canal a 5 metros de profundidad, cada 10 minutos durante 24 horas continuas (Fig.14).

Con los datos obtenidos en el campo se calibró el modelo de la Bahía de La Paz y se comprobó su confiabilidad, y estabilidad. **\*Regla** de marea: instrumento **que** consta de un tubo de poliuretano 0 **vini** lo transparente de un pulgada de diámetro interno, el cual está sostenido en una regla de madera graduada de una pulgada de **grosor**, 4 pulgadas de ancho y **16** pies de larga

**\*Corrientómetro**: tipo **Aandera** de **regístro** discreto automático. Los datos se graban en una cinta magnética, con intervalo de tiempo constante.

# ALTURAS DE MAREA REGISTRADAS EN MAYO Y JUNIO DE 1985, EN CABEZA DE MECHUDO Y CANAL DE SAN LORENZO

## (Ø4)

**OBESO** 

# 08/07/78 1:35 PM !



OBESO

# (Ø4)

Ø8/Ø6/78 9:32 PM |



### ALTURAS DE MAREAS REGISTRADAS EN CABEZA DE MECHUDO, CANAL DE

### SAN LORENZO, SAN JUAN DE LA COSTA, QUELELE, MUELLE FISCAL,

### CICIMAR, CIB Y VELOCIDADES EN CANAL DE SAN LORENZO

### NOVIEMBRE RE 1985

OBESO

(Ø4)

08/02/78 1:49 PM 1



# **OBESO**

# (Ø4)

08/02/78 2:00 PM


#### (创4)

**OHESO** 

## 08/02/78 2:01 PM 1



OBESO (Ø4)

#### 08/02/78 1:48 PM |



·35

## Ø7/22/78 9:46 AM I



OPESO

(Ø4)

### OBESO (Ø4)

08/02/78 2:03 PM I



**O**担ESO (04)

08/06/78 8:19 PM I



6 RESULTADOS.

Los resultados obtenidos del modelo muestran varias características importantes, las cuales concuerdan con los valores obtenidos en el campo (Figs.15 a 34).

Las variaciones de los parámetros calculados, en conjunto, pueden dar una idea de la circulación general de la Bahía, para lo cual, se analizar& comparativamente las características de los diversos comportamientos dinámicos de este cuerpo de agua.

En el primer octavo del período de la M2, se observa una distribución de elevaciones positivas de la superficie libre, los valore5 máximos se presentan en la costa Sur-Sureste de la Bahía y los valores mínimos en la Ensenada de La Paz (Fig. 37a).

La distribución de velocidades correspondiente (Fig. 38a), muestra. valores máximos en la Ensenada de La Paz, en Canal de San Lorenzo y en la p'arte Norte de Isla Partida con corrientes de flujo, en el resto de la Bahía las corrientes son aproximadamente de igual magnitud.

La distribución de transporte (Fig. 39a), es semejante a la distribución de velocidades, los valores mínimos se presentan en la Ensenada de La Paz y los valores máximos en la par te central de la Bahía.

En el segundo octavo del período de la M2, se observa una distribución de elevaciones positivas de la superficie libre, los valores máximos se presentan en la Ensenada de La Paz y los valores mínimos en la frontera abierta al Golfo de California (Fig.37b).

La distribución de velocidades correspondientes (Fig. 38b), muestra que mientras la Bahía ya se ha llenado, la Ensenada de La Paz continúa llenándose. Se inicia el proceso de vaciado por Canal de San Lorenzo y por la parte Norte de la Bahía en donde se tiene un giro de reflujo en sentido de las manecillas del reloj. Las velocidades máximas de flujo y de reflujo se tienen en la Ensenada de La Paz y en Canal de San Lorenzo respectivamente.

La distribución de transporte (Fig. 39b), es semejante a la distribución de velocidades, los valores máximos se presentan en el giro de reflujo en la parte Norte' de, la Bahía.

En el tercer octavo del período de la M2, 'se observa una



distribución de elevaciones positivas de la superficie libre, los valores máximos y mínimos se presentan. en la Ensenada de la Paz y en la frontera abierta al Golfo de California respectivamente (Fig. 37c).

La distribución de velocidades correspondientes (Fig.38c) muestra que la Bahía se está vaciando. Las velocidades máximas de reflujo se tienen en la Ensenada de La Paz y en Canal de San Lorenzo.

La distribución de transporte (Fig. 39c), es semejante a la distribución de velocidades, los valores máximos se presentan en la parte central de la Bahía.

A la mitad del período de la M2, se observa una distribucibn de elevaciones negativas de la superficie libre en la parte Oeste y Noroeste de la Bahía; la5 elevaciones se incrementan hasta hacerse positivas, presentándose el máximo en la Ensenada de La Paz (Fig. 37d).

La distribucibn de velocidades correspondiente5 (Fig.38d), muestra à la Bahía vaciandose y las corrientes máximas de reflujo se tienen en el Canal de San Lorenzo y en la Ensenada de La Paz.

La distribucidn de transporte (Fig. 39d), es seme jante a la distribuc ión de velocidades, los valores máximos se presentan en la parte más profunda de la Bahía y los valores mínimos en las partes más someras.

En el quinto octavo del período de la M2, se observa una distribución de elevaciones negativa5 de la superficie libre, los valores mbximos se presentan en la Ensenada de La Paz y los valores mínimos en la costa Sur de la Bahía (Fig. 37e).

La distribución de velocidades correspondiente (Fig. 38e), muestra que la Bahíacontinúa vacidndosa y las corrientes máximas de reflujo se tienen en Canal de San Lorenzo y en la Ensenada de La Paz.

La distribución de transporte (Fig. 39e), es semejante a la distribución de velocidades, los valore5 mínimos y máximo5 se presentan en las partes más someras y en las partes más profundas de la Bahía.

En el sexto octavo del período de la M2, se observa una distribución de elevaciones negativa5 de la superficie libre, los valore5 máx irnos se presentan en la frontera abierta al Golfo de California y los valores mínimos en la Ensenada de La Paz (Fig.37f). La distribución de velocidades correspondiente (Fig. 30f), muestra que la Ensenada de La Paz continúa vaciándose, mientras que en la Bahía se ha iniciado el proceso de llenado por Canal de San Lorenzo y por la parte Norte, donde se tiene un giro del flujo en sentido contrari 0 de las menecillas del reloj. Las velocidades máximas de reflujo y de flujo se tienen en la Ensenada de La Paz y en Canal de San Lorenzo respectivamente.

La distribución de transporte (Fig. 39f), es seme jante a la distribucibn de velocidades, los valores máximos se presentan en el giro del flujo en la parte Norte de la Bahía.

En el skptimo octavo del período de la M2, se observa una distribución de elevaciones negativas de la superficie libre, los valores máximos se presentan en la frontera abierta al Golfo de California y los valore5 mínimos en la Ensenada de La Paz (Fig. 37g).

La distribucibn de velocidades correspondientes (Fig. 38g) muestra que la Bahía se está llenando. Las velocidades máxima; de flujo se tienen en la Ensenada de La Paz y 'en Canal de San Lorenzo.

La distribución de transporte (Fig. 39g), es seme jante a la distribución de velocidades, los valores máximos se presentan en las partes más profundas de la Bahía.

Al final del periodo de la M2, se observa una distribución de elevaciones positivas de la superficie libre en la parte Oeste y Noroeste de la Bahía; las elevaciones disminuyen hasta hacerse negativas, presentándose el mánimo en la Ensenada de La Paz (Fig. 37h).

La distribución de velocidades correspondientes (Fig.38h), muestra a la Bahía llenándose y las corrientes máximas de flujo se tienen en el Canal de San Lorenzo y en la Ensenada de La Paz.

La distribucibn de transporte (Fig.39h), es seme jante a la distribución de velocidades, los valore5 máximos y mínimos se presentan en las partes más profundas y en las partes más someras respectivamente.

La distribución de elevaciones máximas (Fig. 40), muestra elevaciones positivas, presentándose los valores mínimo5 en al frontera abierta al Golfo de California y los valores máximos en la Ensenada de La Paz.

La distribución de retrasos de'la pleamar (Fig. 41), muestra que la parte profunda de la Bahía responde en fase con respecto a la frontera abierta al Golfo de California. Conforme la onda de mareaviaja en la5 zonas someras es frenada, presentándose el máximo retraso en la Ensenada de La Paz.

La distribución de transporte residual (Fig. 42), muestra que al final del período de la constituyente M2 la Bahía estará vaciándose por Canal de San Lorenzo y por la parte norte, con dos giro del flujo bien definidos, uno en la parte central a la altura de Jsla Partida en sentido contrario a las macecillas del reloj y el otro en la Ensenada de La Paz en sentido de las manecillas del reloj.

# COMPARACION DE LAS ALTURAS DE LA COMPONENTE M2, OETENIDAS DE LOS REGISTROS DE CANAL DE SAN LORENZO, SAN JUAN DE LA COSTA, QUELELE, MUELLE FISCAL, CXCIMAR Y CIB; RESPECTO A CABEZA DE MECHUDO. DURANTE

NOVIEMBRE DE 1985

#### 0月ES0 (Ø4)

08/02/78 2:50 PM I



### **O**泪ESO

(Ø4)

08/02/78 2:52 PM |



(Ø4)

OBESO

08/02/78 2:53 PM I



(Ø4)

**OBESO** 

08/02/78 2:49 PM 1



#### OBES:0 (Ø4)

08/02/78 2:43 PM I



OBESO

(Ø4)

08/02/78 2:55 PM I



# COMPARACION DE LAS ALTURAS DE LA COMPONENTE ME SIMULADA DE CANAL DE SAN LORENZO, SAN JUAN DE LA COSTA, QUELELE, MUELLE FISCAL,

CICIMAR Y (IB; RESPECTO A CABEZA DE MECHUDO

## OBESO (Ø3)



07/22/78

1:32

PM I

## OBESO (Ø3)



1:35 PM

07/22/78

OHESO



#### OBESO (Ø3)

Ø7/22/78 1:24 PM |



## OBESO (04)

Ø8/02/78 2:17 PM |



#### OBESO

(例4)

#### 08/02/78 2:32 PM I



COMPARACION DE LAS ALTURAS DE LA COMPONENTE M2 OBETENIDAS DEL REGISTRO DE NOVIEMBRE DE 1985 Y LAS SIMULADAS EN CABEZA DE MECHUDO, CANAL DE SAN LORENZO, SAN JUAN DE LA COSTA, QUELELE, MUELLE FISCAL, CICIMAR Y CIB

#### OHESO (MAD

08/02/78 1:19 PM |

CENTRO DE DIL DECA L. P. N. DONATIVO



#### (Ø3)

**OBESO** 

Ø7/22/78 1:11 PM 1



## OBESO (Ø3)



1:09 Pi1 |

07/22/78

## OBESO (Ø3)



61

1:06 PM |

07/22/78

## TABASC (03)

08/04/78 2:10 PM 1



62

OBESO (04)

08/02/78 12:32 PM |



## OBESO (03)



07/22/78

1:02 PM

#### VELOCIDADES DE LA COMPONENTE M2 OBTENIDAS DEL REGISTRO DE

#### NOVIEMBRE DE 1985 Y SIMULADAS EN CANAL DE SAN LORENZO



Fig.34.-Velocidades de la componente M2 de la marea en Canal de San Lorenzo a 5 metros de profundidad, obtenidas del registro del 11-12 de noviembre de 1985.



Fig.35.-Velocidades simuladas de la componente M2 de la marea en Canal de San Lorenzo.

## OBESO (Ø4)

de la marea y las obtenidas del registro en Canal de San Lorenzo del 11-12 de noviembre de 1985.

-60-1

à.

1

(CM/SEG) (CC) \*MR\* VELOCIDAD -7.00 -1.23 -9.00 . LTI ដំ 3.22 ບາ . ເລເລ 9.00 5 ទា . 13 . 63 63 . ច Fig.36.-Comparación de las velocidades simuladas de 62 Ty C TIEMPO 5 The second second (HB) in ...-M2 real +++-M2 simulada 20 la componente M2 No.

07/30/78

8:48

PM

: |

#### CONFIGURACION DEL NIVEL DEL AGUA POR OCTAVO DE PERIODO DE

LA COMPONENTE M2 DE LA MAREA


primer octavo del período de la componente M2 de la marea.





libre en centímetros en el tercer octavo del período de la componente M2 de la marea.











## DISTRIBUCION DE VELOCIDADES POR OCTAVO DE PERIODO DE LA

COMPONENTE M2 DE LA MAREA





Fig.38a.-Distribución de velocidades en el primer octavo del período de la componente M2 de la marea.

1641

Sec. All



Fig.38b.-Distribución de velocidades en el segundo octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.38c.-Distribución de velocidades en el tercer octavo del período de la componente M2 de la marea.







Fig.38e.-Distribución de velocidades en el quinto octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.38f.-Distribución de velocidades en el sexto octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.38g.-Distribución de velocidades en el séptimo octavo del período de la componente M2 de la marea.

85,



Fig.38h.-Distribución de velocidades al final del período de la componente M2 de la marea.

## CONFIGURACION DEL TRANSPORTE POR OCTAVO DE PERIODO DE LA

COMPONENTE M2 DE LA MAREA



Fig.39a.-Distribución de transporte de agua en el primer octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.39b.-Distribución de transporte de agua en el segundo octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.39c.-Distribución de transporte de agua en el tercer octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.39d.-Distribución de transporte de agua a la mitad del período de la componente M2 de la marea.



Fig.39e.-Didtribución de transporte de agua en el quinto octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.39f.-Distribución de transporte de agua en el sexto octavo del período de la componente M2 de la marea.

TRONSPORTE OCZPZL'



Fig.39g.-Distribución de transporte de agua en el séptimo octavo del período de la componente M2 de la marea.



Fig.39h.-Distribución de transporte de agua en el último octavo del período de la componente M2 de la marea.

# ELEVACIONES MAXIMAS, RETRASOS DE LA PLEAMAR Y TRANSPORTE

#### RESIDUAL AL FINAL DEL PERIODO DE LA COMPONENTE ME DE LA

MAREA EN LA BAHIA DE LA PAZ



Fig.40.-Distribución de elevaciones máximas en un período de la componente M2 de la marea.



Fig.41.-Retrasos de la pleamar en un período de la componente M2 de la marea.



LA COMPONENTE M2 DE LA MAREA.

7 DISCUSION.

- - --

La parte profunda de la Bahía de La Paz responde casí en forma sinóptica a la per turbación de la componente M2 de la marea.

EJ. retraso en la presentación del máximo o el mínimo de la curva de marea, en orden de importancia, es debido al tiempo que tardan en llenarse o vaciarse las zonas de almacenamiento y en segundo lugar, al efecto de fricción (Fig. 41).

Analizando las' gráficas de velocidades en la Ensenada de La Paz se puede observar una circulación semejantea la encontrada por Jiménez Illescas, (1983)(Figs. 38a y 38e).

En Pos lugares someros de la Bahía las velocidades son altas, mi entras que en la parte profunda son pequeñas (Fig. 38d).

El transporte de agua tiene un comportamiento inverso a la distribución de velocidades. En las partes someras el transporte es pequeño y en las partes, profundas es grande, esto es debido a la sección transversal de los elementos de volúmen(Fig. 39d).

La variación de la superficie libre es más pronunciada en la Ensenada de La Paz y en sus alrededores debido a que es la parte más 'somera de la Bahía (Figs.37b y 37f).

La Ensenada de La Paz cuenta con un nivel más alto de agua que el resto de la Bahía, en el segundo, tercero, cuarto y quinto octavo del período de la M2, esto genera corrientes de reflujo en este lugar para este intervalo de tiempo (Figs. 37b, 37c, 37d, 37e).

En el primer, sexto, séptimo y Último octavo del período de la M2, se generan corrientes de flujo en la Ensenada de La Paz, debido a que esta tiene un nivel de agua más bajo que la Bahía (Figs. 37a, 37f, 37g 37h).

En el segundo octavo del período de la M2, se muestra una situación interesante. La Ensenada de La Paz continúa llenándose mientras que por el canal de San Lorenzo la Bahía se está vaciando, esto confirma el retraso en la onda de marea.

En la parte Norte de Isla Partidase presenta una corriente de flujo, dado que la Bahía se ha llenado, esto genera un giro de reflujo en la parte de Cabeza de Mechudo en sentido de las manecillas del reloj (Fig.39b). En el sexto octavo del período de la M2, se muestra una situación de interés La Ensenada de La Paz se está vaciando mientras quepor canal de San Lorenzo la Bahía se está llenando, esto genera un giro de reflujo en la parte Norte de la Bahía en sentido contrario de las manecillas del reloj (Fig. 39f).

La Bahía se está llenando en el primero, séptimo y último octavo del período de la M2, debido a que cuenta con un nivel más bajo de agua que el Golfo de California. El proceso de vaciado se efectua en el tercer, cuarto y quinto octavo del período de la M2, cuando la Bahía tiene el nivel de agua más alto que el Golfo de Cali formia.

La magnitud de la distribución de velocidades en la Bahía es modificada por variaciones en la batimetría, el coeficiente de fricción en el fondo y el coeficiente horizontal de viscosidad (Figs. 43 a 47)

CENTRO DE SCIPLINARIO DE CONTRO DE C



# DISTRIBUCION RE VELOCIDADES A LA MITAD DEL PERIODO DE LA COMPONENTE M2 DE LA MAREA PARA DIFERENTES COEFICIENTES DE FRICCION EN EL FONDO, CDEFICIENTES DE VISCOSIDAD

HORIZONTAL Y MALLAS DE BATIMETRIA







Fig.44.-Distribución de velocidades a la mitad del período de la componente M2<sub>4</sub>de<sub>2</sub>la marea con R=0.008, AHTL=5<sup>-</sup>x 10<sup>-4</sup> m/seg y la malla batimétrica BLP.



Fig.45.-Distribución de velocidades a la mitad del período de la componente M2<sub>4</sub>de<sub>2</sub>la marea con R=0.008, AHTL=5-x 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>/seg y la malla batimétrica BLP1.


del período de la componente M2 de la marea con R=0.003,  $AHTL=1 \times 10^{-3} \text{ m/seg}$  y la malla batimétrica BLP.





8 CONCLUSIONES.

**Este trabajo** se considera una herramienta Útil de diagnóstico de **propiedades hidrodinámicas**, aplicada a sistemas discretirados en una malla regular de puntos.

El modelo aquí aplicado es sensible a la batimetría, la turbulencia y a la fricción en la forma siguiente: la velocidad se disminuye al aumentar el coeficiente de fricción en el **fondo**, el coeficiente horizontal de viscosidad, y la profundidad (Fig5.43 . a **47**).

Las velocidades máximas de marea se encuentran en la Ensenada de La **Paz**, Canal de San Lorenzo y en la parte Norte de Isla Partida, que funciona también como un canal de circulación, con valores del orden de 24.27 cm/seg, 6.73 cm/seg y 3.04 cm/seg respectivamente.

Las velocidades de marea disminuyen en la parte profunda de la Bahía hasta aproximadamente 0.50 cm/seg y son nula5 en la linea de costa (condición do frontera).

El transporte de agua tiene una distribución similar a la distribución de velocidades siendo máximo en la parte5 más profundas de la Bahía y mínimo en la partes más someras, con valores del orden de 2.80 m<sup>2</sup>/seg y 0.10 m<sup>2</sup>/seg respectivamente.

Los resultados en general concuerdan con las mediciones de variación superficial y velocidades de la región (Figs. 15 a Las discrepancias que se pueden presentar con respecto a son pequeñas y pueden explicarse por la diferencia entre 36). estas, son una medición sinóptica de la Bahía y la5 campañas efectuadas, que proporcionaron las datos base para la5 condiciones de frontera. pueden ser los errores discrepancias Causante de estas leves introducidos por la esquematización, con lo cual se pasa de una situación continua a una situación discretas indispensable para utilizando herramienta trabajar en la simulación como las modernas computadoras.

Los resultados de este trabajo muestran la gran variabilidad en velocidades, transporte de agua y alturas del nivel del agua en la Bahía de La Paz en intervalos de tiempo muy cortos, ya que se observan cambio5 en las condiciones hidrodinámicas del orden de minutos. Esto demuestra que un estudio de la Bahía en farma de crucero, no puede ser considerado sinóptico, y a que el campo escalar medido es deformado por el campo vectorial de corrientes que lo afecta.

La deformación **del** campo de mediciones puede **ser** corregida calculando la excursión de las partículas, lo que implica que debe ser simulado el campo de corrientes para la fase específica de la marea en la que cada parámetro fue medido, ya que la distribucicín de corrientes se encuentra en continuo cambio.

condiciones hidrodinámicas El conocimiento de las e s campo de mediciones primordial para dar una imagen real del fisicoquímicas y de las características **biológicas** de esta área por esto que,es indispensable el de estudio. Es estudio interdisciplinario de este cuerpo de agua costero.

9 SUGERENC IAS.

Se recomienda tener especial cuidado en la delimitación de la5 frontera5 del **área**, así como en la determinación del tamaño de la malla regular de puntos, de lo cual depende la estabilidad del modelo.

Se sugiere que además de la M2, se consideren otros armónicos y el efecto del viento, para dar una **representación** real del comportamiento de la marea en la Bahía de La Paz.

Es primordial contar con una batimetría representativa del cuerpo de agua en estudio, por lo cual se recomienda realizar un levantamiento batimétrico en la **Bahía**, dado que los datos que existen deben ser actualizados.

Es importante considerar el **sistema** de corrientes en la Bahía, esto **por** sus multiples aplicacionesi un **ejemplo** sería para decidir la hora y la ubicación de emisores de aguas negras, con lo cual se evitaría la acumulación y **sedimentación** de sustancias tóxicas en estas aguas.

El sistema de corrientes en la Bahía debe ser considerado para determinar la distribución de plancton, las áreas de mayor productividad y el comportamiento de los procesos de sedimentación en este cuerpo de agua, 10 BIBLIOGRAFIA.

Banks, J. E., 1967. A numerical model to study tides and surges in river-shallow sea combination, M. Sc. Thesis, University of Liverpool.

Banks, J. E., 1973. A mathematical model of a river-shallow sea system used to investigate tide, surge and their interaction in the Thames-Southern North sea region. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 275, 567-609.

Cervantes, D. R., Guerrero, R. y Escalona, R., 1977. Análisis de la variación diurna de 105 principales parámetros Físicos Químicos en la Ensenada de La Paz, B. C. S. CICIMAR. 1: 10-14.

Cervantes, D. R., 1981. Distribución de nutrientes en la Ensenada de La Paz, B.C.S., durante el período Primavera-Verano 1981. Tesis de Licenciatura. Centro fnterdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S., México.

Christian Le Provost and Gilles Rougier, 1981. Numerical Modeling of the Harmonic Constituents of the Tides, with Applications ta the English Channel. Jornal of Physical Oceanography. Volume II. Number **B**, pp. 1123-1138.

Courant, R., Friedrichs, K. O. & Lewy, H., 1928. Uber die Partiellen Differenzengleichungen der Mathematischen Physik. Math. Annln 100, 32-74.

Cruz-Orozco, R., Godínez, Orta, L., Nava, Sánchez, E. y Rojo, García, P. (Prensa). Topografía, Hidrología y Sedimentos de las Márgenes de la Laguna de La Paz, Baja California Sur. Revista Científica. UABCS.

Cruz-Orozco, R. y Godínez, Orta, L. (Preparación). Determinación de la vulnerabilidad de la Ensenada de La Paz, B. c. s., al impacto de derrames.

Del Valle, 1., 1979. Aplicación de un Modelo Numérico y Análisis de Condiciones Hidrodinámicas en Bahía San Quintín, B. C. (Tesis de Maestría, CICESE).

Díaz, E. y Espinoza, M., 1979. Aspectos Sedimentológicos en la5 Lagunas, Enfermería y Balandra en la Bahía. Informe de labores, 1979. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A. C. Díaz, E., Padilla, G. y Pedrín, S. 1981. Sedimentación reciente en el Estero de Enfermería de la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Informe de labores, 1981. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C.

Dressler, R., 1981. Investigación sobre mareas y efecto del viento en el Golfo de California, mediante **u n** modelo hidrodinámico-numrico (HN). Sammlung von Publikationen Dressler. nr. 2.

Dressler, R., 1982. Investigación sobre la constituyente M2 de la marea y la circulación forzada por el viento en la Ensenada de La Paz, Baja California, mediante un modelo hidrodinámico numérico (HN). Sammlung von Publikationen Dressler, nr. 3.

Espinoza, A. J., 1977. Los principales Parámetros Físico-Químicos de las aguas de la Ensenada de La Paz, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.

García, P. J., 1978. La **Distribucción** Superficial de nitratos y silicatos en La Ensenada de La **Paz, Baja** California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad **Autónoma** de **Baja** California, Ensenada, **Baja** California, **México**.

Godin, G., 1972. The analysis of tides. University of Toronto Press.

Grijalva, N., 1972 Tidal Computations in the Gulf of California 1. (Geofisica Internacional, Vol. 12, No. 2, pp. 13-34, México, D. F.)

Hansen, W.,1962a. Hydrodynamic methods applied to oceanographic problems. (Mitteilungen des Xnstitust fuer Meereskunde der Universitaet Hamburg, I.)

Hansen, W., 1962b. Tides-thesea, ideas and observations on progress in the study of the sea. Vol.1, M. N. Hill. Intersc. Publ. Xnc., New York.

Heap si N. S. , 1729. A two-dimensional numerical sea model. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 265, 93-137.

Heaps, N. S., 1967. Storm surges. Oceanogr. Mar. B iop. Ann. Rev. 5, 11-47.

Heaps, N. S. & Ramsbottom, A. E., 1966. Wind effects on the water in a narrow-layered lake. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 259, 391-430.

Hermann F., 1969. Marine Biology. University of Washington

Press, Ed.

Instituto de Geofísica, 1985. Tabla de Predicción de Mareas. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 112-127.

Jiménez 1. A. R., 1983. Aplicación de un modelo hidrodinámico numérico a la Ensenada de La **Paz**, **B**. C. S. Tesis, Centro de Investigación Científica y de **Educación** Superior de Ensenada.

Lauwerier, H. A. , 1961. Some recent work of the amsterdam mathematical centre on the hydrodynamic of the north sea. Proc. Symp. Math. -Hydro. Methods of phys. Oc eanograph y. Mitt. Inst. Meeresk. Univ. Hamburg 1, 13-24.

Lechuga, D. H. C., 1978. La Producción Orgánica Primaria en la Ensenada de la Paz, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.

Mccraken, D. D. y Dorn, W. S., 1978. Métodos numéricos y programación Fortran. E. Limusa, México.

Morales, G. E. , 1982. Mareas y corrientes en la Ensenada de La Paz, B. C.S. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México. 73 pp.

Murray, M. T., 1963. The analysis and prediction of **tides** with a digital computer. M. Sc. Thesis, University of Liverpool.

Nihaul Jacques C. J., 1975. Modelling of marine systems. Oceanography Series, 1975, 10(2), 41-67, Elsevier Publishing Company.

Otter, J. R. H. & Day, A. S., 1960. Tidal flow computations. Engineer, L.ond. 209, 177-182.

Pico, E., 1975. Informe preliminar del Programa de Estudios Ecológicos de Bahía Concepción, Estero san Lucas y Bahía de La Paz, B.C.S. Reporte Investigaciones C. I. B. 1975. 58-66 pp.

Proudman, J., 1953. Dynamical oceanography, pp. 17, 45, 162. London: Methuen.

Proudman, J., 1955a. The propagation of tide and surge in an estuary. Proc. R. Soc. Lond. A 231, 8-24.

Proudman, J., 1955b. The effect of friction on a progressive wave of tide and surge in an estuary. Proc. R. Soc. Lond. A 233, 407-4 18.

Proudman, J., 1957. Oscillation of tide and surge in an estuary

of finite length. J. Fluid Mech. 2, 371-382.

Qurashee, G. S., 1970. Numerical methods in tidal analysis and prediction. Ph. D. Thesis, University of Liverpool.

Richtmyer, R. D., 1957. Difference methods for initial-value problems, P. 238. New York and London: Interscience.

Rossiter, J. R., 1957. Research on methods of forecasting storm surges on the east and south coasts of Great Britain. Q. J1 R. Met. Soc. 85, 262-277.

Rossiter, J. R., 1961. Interaction between tide and surge in the Thames. Geophys. J. R. Astr.Soc.6, 29-53.

Rossiter, J. R. & Lennon, G. W. 1945. Computation of tidal conditions in the Themes Estuary by the initial-value method. Prnc. Instn. Civ. Engrs. 31, 25-56.

Secretaría de Marina, 1978. Derrotero de las costas sobre el océano Pacífico de México, América Central y Colombia. Pub. S. M. No. 102, México, D. F.

Secretaría de Marina, 1979. Estudio geográfico de la región de La Paz, B. C. S., México, D. F.

Secretaría de Programación y Presupuesto, 1985. Carta de Climas de La Paz. Dirección de Geografía del Territorio Nacional.

Stoc k, G. G., 1976. Modelling of Tides and Tidal Dissipation in the Gulf of California (Tesis de Ph.D., University of California, San Diego.)

•

# LISTA DE FIGURAS

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

BIBLESTECA I.P.N. DONATIVO

CENTRO PORTOPI INARIO DE BID ٩s GA é. P. DONATIVO 

#### LISTA DE FIGURAS

.

### Figura

## Pagina

1	Localización geográfica de la zona de estudio	6
2	Localización del área de estudio	7
3	Representación de las mallas (Hv,Hu)	16
4	Representación del acoplamiento de las mallas (Hu,Hv,Z)	24
5	Distribución de isobatas en la Bahía de La Paz	25
6	Alturas de marea registradas en la primera campaña de mediciones	29
7	Alturas de marea registradas en la segunda campaña de mediciones	30
8	Alturas de marea registradas en Cabeza de Mechudo y Canal de San Lorenzo.Noviembre de 1985	32
9	Alturas de marea registradas en Cabeza de Mechudo y San Juan de la Costa.Noviembre de 1985	33
10	Alturas de marea registradas en Cabeza de Mechudo y el Quelele.Noviembre de 1985	34
11	Alturas de marea registradas en Cabeza de Mechudo y Muelle Fiscal.Noviembre de 1985	35
12	Alturas de marea registradas en Cabeza de Mechudo y Cicimar Noviembre de 1985	36
13	Alturas de marea registradas en Cabeza de Mechudo y Cib.Noviembre de 1985	37
14	Velocidades registradas en canal de San Lorenzo. Noviembre de 1985	38
15	Alturas registradas de la componente M2 en C <mark>abeza de</mark> Mechudo y Canal de San Lorenzo	44
16	Alturas registradas de la componente M2 en Cabeza de Mechudo y San Juan de la Costa	45
17	Alturas registradas de la componente M2 en Cabeza de Mechudo y el Quelele	46

DISCIPLINARIO D 15  $\mathbf{R} \in \mathbb{N}^{d}$ DOMATIVO Alturas registradas de la componente M2 en Cabeza de 18 Mechudo y Muelle Fiscal 47 19 Alturas registradas de la componente M2 en Cabeza de 48 Mechudo u Cicimar 20 Alturas registradas de la componente M2 en Cabeza de 49 Mechudo y Cib 21 Alturas simuladas en Cabeza de Mechudo y Canal de San Lorenzo 51 22 Alturas simuladas en Cabeza de Mechudo y San ľ Juan de la Costa 52 23 Alturas simuladas en Cabeza de Mechudo y el Quelele 53 Alturas simuladas en Cabeza de Mechudo u Muelle 24 54 Fiscal 25 Alturas simuladas en Cabeza de Mechudo y Cicimar 55 56 26 Alturas simuladas en Cabeza de Mechudo y Cib Alturas de la componente M2 registradas y simuladas 27 en Cabeza de Mechudo 58 Alturas de la componente M2 registradas y simuladas 28 59 en Canal de San Lorenzo 29 Alturas de la componente M2 registradas y símuladas en San Juan de la Costa 60 30 Alturas de la componente M2 registradas y simuladas 61 en el Quelele 31 Alturas de la componente M2 registradas y simuladas en el Muelle Fiscal 62 32 Alturas de la componente M2 registradas y simuladas en Cicimar 63 Alturas de la componente M2 registradas y simuladas 33 64 en el Cib 34 Velocidades registradas de la componente M2 en Canal de San Lerenzo 66 35 Velociades simuladas de la componente M2 en Canal de 67 San Lorenzo 36 Velocidades registradas y simuladas de la componente M2 en Canal de San Lorenzo 68

CENTRO

116

37a	Distribución de la superficie libre en el primer octavo del período de la componente M2	70
37b	Distribución de la superficie libre en el segundo octavo del período de la componente M2	71
37c	Distribución de la superficie libre en el tercer octavo del período de la componente M2	72
37 d	Distribución de la superficie libre a la mitad del período de la componente M2	73
37e	Distribución de la superficie libre en el quinto octavo del período de la componente M2	74
37 f	Distribución de la superficie libre en el sexto octavo del período de la componente M2	75
37 g	Distribución de la superficie libre en el séptimo octavo del período de la componente M2	76
37h	Distribución de la superficie libre al final del período de la componente M2	77
38a	Distribución de velocidades en el primer octavo del período de la componente M2	79
38b	Distribución de velocidades en el segundo octavo del período de la componente M2	80
38c	Distribución de velocidades en el tercer octavo del período de la componente M2	81
38d	Distribución de velocidades a la mitad del período de la componente M2	82
38e	Distribución de velocidades en el quinto octavo del período de la componente M2	83
38f	Distribución de velocidades en el sexto octavo del período de la componente M2	84
38g	Distribución de velocidades en el séptimo octavo del período de la componente M2	85
38h	Distribución de velocidades al final del período de la componente M2	86
39a	Distribución de transporte en el primer octavo del período de la componente M2	88
39b	Distribución de transporte en el segundo octavo del período de la componente M2	89

39c	Distribución de transporte en el tercer octavo del período de la componente M2	90
39d	Distribución de transporte a la mitad del período de la componente M2	91
39e	Distribución de transporte en el quinto octavo del período de la componente M2	92
39f	Distribución de transporte en el sexto octavo del período de la componente M2	93
39g	Distribución de transporte en el séptimo octavo del período de la componente M2	94
39h	Distribución de transporte al final del período de la componente M2	95
40	Distribución de elevaciones máximas	97
41	Retrasos de la pleamar	98
42	Distribución de transporte residual	99
43	Distribución de velocidades a la mitad del período con R=O.003, AHTL=5. E-4 y BLP	104
44	Distribución de velocidades a la mitad del período con R=0.008, AHTL=5. E-4 y BLP	105
45	Distribución de ∨elocidades a la mitad del período con R=O.008, AHTL=5. E-4 y BLP1	106
46	Distribución de velocidades a la mitad del período con R=O.003, AHTL=1. E-3 y BLP	107
47	Distribución de velocidades a la mitad del período con R=0.003, AHTL=1. E-2 y BLP	108



#### MALLA HV DE BAHIA DE LA PAZ (BLP).

.

١

Ο.	Ο.	0.	Ø.	<b>O</b> .	<b>O</b> .	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	Q.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .
Ο.	O.	<b>O</b> .	Ο.	<b>O</b> .	<b>Ö</b> .	0.	Ο.	Ο.	Ο.	0.	0.	10.	10.
<b>O</b> .	Q.	Ö.	0.	<b>O</b> .	Ο.	0.	0.	Ο.	Ο.	10.	10.	30.	30.
Ο.	<b>O</b> .	Ο.	Ο.	O.	Ο.	Ο.	5.	5.	10.	20.	30.	146.	155.
Ο.	<b>O</b> .	0.	Ο.	<b>O</b> .	Ο.	5.	10.	10.	20.	148.	189.	212.	219.
Ø.	0.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	5.	10.	49.	<b>90</b> .	144.	202.	245.	269.	275.
Ο.	Ο.	Ο.	Ö.	O.	5.	37.	71.	119.	180.	240.	284.	307.	314.
<b>O</b> .	<b>O</b> .	Ο.	<b>O</b> .	5.	31.	57.	<b>95</b> .	147.	207.	263.	305.	325.	332.
Ο.	Ö.	Ο.	О.	10.	47.	79.	120.	171.	226.	275.	308.	324.	329.
<b>Ö</b> .	Ο.	Ο.	Ο.	33.	64.	<b>99</b> .	140.	187.	235.	272.	294.	302.	304.
0.	<b>O</b> .	Ο.	5.	50.	85.	122.	158.	197.	231.	254.	262.	260.	258.
0.	О.	5.	10.	77.	115.	148.	176.	200.	220.	227.	219.	206.	200.
Ο.	<b>O</b> .	10.	61.	104.	143.	171.	189.	201.	204.	195.	172.	147.	136.
<b>O</b> .	8.	38.	74.	118.	157.	182.	193.	193.	183.	161.	123.	76.	51.
Ο.	12.	43.	82.	123.	158.	180.	186.	180.	160.	128.	81.	Ο.	0.
Ο.	10.	41.	81.	117.	150.	169.	173.	163	140.	103.	55.	Ο.	Ο.
Ο.	8.	35.	71.	106.	135.	153.	157.	145.	120.	81.	35.	Ο.	<b>O</b> .
Ο.	13.	35.	61.	90.	115.	132.	135.	124.	<b>9</b> 9.	59.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .
4.	15.	36.	54.	74.	94.	108.	112.	101.	79.	45.	Ο.	Ο.	0.
З.	14.	29.	45.	62.	77.	87.	90.	81.	63.	36.	0.	Ο.	Ø.
Ο.	8.	23.	36.	49.	62.	70.	71.	64.	52.	30.	0.	Ο.	14.
Ο.	5.	16.	27.	40.	49.	54.	53.	45.	36.	25.	Э.	Э.	39.
Ο.	О.	9.	20.	31.	38.	30.	35.	23.	13.	10.	Э.	Э.	37.
<b>0</b> .	<b>O</b>	Ο.	13.	21.	27.	27.	20.	Ο.	Ö.	<b>Q</b> .	. <b>O.</b>	З.	20.
Ο.	О.	Ο.	6.	10.	16.	16.	- 9.	Ο.	Ö.	Q.	0.	Ø.	0.
Ο.	0.	Ο.	Ö.	<b>O</b> .	8.	9.	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	0.	Ö.	Ο.
Ο.	<b>O</b> .	Э.	Ο.	<b>O</b> .	Ο.	4.	0.	Ο.	Ο.	0.	0.	0.	Ο.
Ο.	О.	4.	4.	З.	З.	Э.	0.	Ο.	Ö.	Ο.	0.	Ο.	Ο.
0.	О.	Ο.	З.	0.	<b>O</b> .	<b>O</b> .	Ο.	0.	<b>O</b> .	0.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .
Ο.	О.	Ο.	Ο.	0.	Ο.	Ο.	О.	0.	Ο.	<b>O</b> .	Ο.	Ο.	О.

.

#### MALLA HU DE BAHIA DE LA PAZ (BLP).

Ö.	Q.	<b>Ö</b>	Ø.	0.	Ö.	0.	<b>O</b> .	Ö.	<b>O</b> .	Ο.	0.	<b>O</b> .	<b>O</b> .
Ο.	Ö.	Ο.	<b>O</b> .	<b>O</b> .	<b>O</b> .	Ö.	<b>Q</b> .	<b>Ö</b> .	Ο.	0.	<b>O</b> .	10.	10.
Ο.	Ο.	Ο.	Ø.	<b>O</b> .	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	10.	10.	30.	30.
<b>Ö</b> .	О.	<b>Q</b> .	<b>O</b> .	О.	<b>O</b> .	Ø.	5.	5.	10.	20.	30.	169.	185.
Ο.	О.	Ο.	0.	Ö.	<b>O</b> .	5.	10.	10.	20.	151.	200.	233.	247.
Ο.	Ø.	Ο.	<b>O</b> .	О.	5.	10.	43.	81.	133.	194.	248.	281.	295.
<b>Ö</b> .	Ο.	Ο.	Ο.	Q.	10.	34.	63.	107.	162.	225.	278.	310.	324.
<b>O</b> .	Ö.	Ο.	Ο.	5.	27.	53.	86.	133.	189.	246.	292.	320.	332.
Ø.	<b>O</b> .	Ο.	Ø.	10.	41.	72.	108.	154.	207.	256.	292.	311.	318.
Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	25.	56.	91.	129.	171.	215.	252.	275.	282.	283.
Ο.	<b>O</b> .	Ο.	5.	46.	81.	117.	151.	183.	214.	236.	243.	237.	231.
Ø.	<b>O</b> .	5.	10.	72.	111.	146.	173.	193.	208.	215.	205.	186.	171.
Ο.	<b>O</b> .	10.	51.	91.	134.	167.	188.	196.	197.	188.	164.	130.	102.
<b>0</b> .	4.	27.	59.	101.	142.	172.	189.	189.	180.	159.	124.	71.	<b>O</b> .
0.	4.	27.	62.	101.	139.	167.	180.	178.	162.	134.	93.	35.	<b>O</b> .
Ο.	З.	23.	55.	95.	129.	155.	166.	162.	144.	113.	70.	23.	<b>O</b> .
0.	4.	22.	48.	83.	113.	135.	147.	144.	124.	91.	45.	<b>O</b> .	<b>O</b> .
Ο.	7.	27.	46.	70.	94.	113.	124.	120.	102.	72.	27.	0.	<b>O</b> .
З.	9.	26.	40.	58.	76.	92.	<b>99</b> .	97.	82.	56.	20.	Ο.	<b>O</b> .
Ο.	5.	20.	33.	48.	63.	74.	80.	77.	66.	46.	17.	Ö.	О.
0.	4.	15.	25.	37.	50.	59.	63.	59.	51.	36.	18.	<b>O</b> .	23.
0.	<b>O</b> .	9.	18.	29.	40.	45.	46.	40.	30.	21.	Э.	З.	44.
Ο.	0.	Ο.	11.	22.	29.	34.	31.	20.	<b>O</b> .	Ο.	0.	З.	35.
0.	<b>O</b> .	Ο.	5.	13.	19.	22.	18.	9.	Ö.	Ο.	<b>O</b> .	Ö.	<b>O</b> .
Ο.	О.	Ø.	<b>O</b> .	<b>O</b> .	9.	12.	9.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	Ο.	Ο.	Ο.
Ø.	Ö.	Ο.	0.	O.	Ο.	5.	4.	0.	0.	<b>O</b> .	Ο.	Ο.	<b>O</b> .
0.	Ö.	4.	5.	Q.	<b>Ö</b> .	4.	4.	Ο.	Ø.	Ο.	0.	Ο.	Ō.
0.	О.	Ο.	5.	4.	0,	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .
<b>O</b> .	Ö.	Ο.	Ο.	О.	O.	Ο.	<b>O</b> .	0.	Ο.	Ο.	0.	<b>Ö</b> .	Ο.
0.	Ö.	Ο.	Ø.	O.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	Ö.	Ο.	0.	0.	Ö.	<b>Q</b> .

#### MALLA HV DE BAHIA DE LA PAZA (BLP1).

0.	Ö.	<b>0</b> .	Ö.	Ö.	Ö.	Ö.	0.	0.	<b>O</b> .	0.	Ο.	<b>O</b> .
Ο.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	<b>O</b> .	<b>O</b> .	0.	Ø.	0.	Ο.	-1.	64.	64.
Ο.	Ø.	О.	<b>O</b> .	<b>Q</b> .	Ø,	0.	0.	-1.	27.	27.	109.	109.
Ō.	0.	Ο.	О.	0.	-1.	27.	18.	5.	36.	128.	182.	182.
Ο.	0.	<b>O</b> .	<b>O</b> .	-1.	5.	27.	73.	91.	182.	219.	256.	256.
<b>Q</b> .	Ο.	Ο.	-1.	5.	10.	21.	91.	128.	274.	384.	329.	329.
Q.	Ο.	Ö.	-1.	10.	21.	54.	128.	182.	347.	393.	365.	365.
О.	Ο.	-1.	9.	18.	36.	73.	164.	237.	310.	387.	393.	393.
<b>O</b> .	Ο.	-1.	36.	64.	91.	146.	164.	274.	347.	384.	402.	402.
Ο.	Ο.	-1.	27.	54.	109.	164.	182.	329.	384.	374.	365.	365.
Ο.	-1.	10.	21.	43.	128.	182.	201.	274.	347.	329.	274.	274.
-1.	12.	27.	54.	109.	164.	201.	219.	246.	310.	256.	182.	182.
-1.	36.	73.	146.	237.	237.	246.	246.	256.	274.	182.	128.	128.
18.	42.	73.	146.	252.	256.	246.	237.	219.	201.	146.	91.	91.
12.	54.	87.	146.	201.	237.	228.	219.	182.	164.	91.	-1.	<b>O</b> .
10.	47.	91.	146.	182.	210.	201.	201.	164.	128.	73.	-1.	<b>O</b> .
9.	27.	64.	128.	182.	210.	201.	192.	146.	109.	45.	- <b>i</b> .	Ō.
14.	32.	69.	91.	146.	182.	182.	182.	109.	91.	-1.	<b>O</b> .	<b>O</b> .
29.	42.	58.	73.	91.	109.	146.	128.	91.	69.	0.	Ō.	Ο.
29.	27.	54.	73.	87.	109.	109.	91.	73.	54.	-1.	0.	<b>Q</b> .
12.	27.	43.	54.	73.	91.	91.	91.	73.	45.	<b>-1</b> .	-1.	36.
10.	18.	27.	45.	56.	64.	51.	54.	60.	10.	5.	10.	182.
-1.	12.	21.	40.	49.	51.	47.	51.	36.	10.	5.	5.	182.
<b>O</b> .	<b>-1</b> .	18.	27.	36.	36.	36.	-1.	Ø.	Ø.	-1.	10.	182.
О.	-1.	10.	20.	21.	23.	23.	<b>-1</b> .	Ο.	0.	Ö.	0.	<b>O</b> .
<b>O</b> .	Ο.	Ο.	-1.	20.	18.	-1.	0.	· 0.	<b>O</b> .	Ο.	<b>O</b> .	Ō.
1.	Э.	-1.	<b>O</b> .	-1.	4.	-1.	Ο.	<b>Ö</b> .	0.	<b>O</b> .	Ö.	Ο.
1.	4.	4.	З.	Э.	Э.	-1.	Ö.	<b>O</b> .	Ö.	Ο.	<b>O</b> .	0.
О.	-1.	Э.	-1.	0.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	0.	Ö.	Ο.	О.	Ο.
О.	Ο.	0.	Ö.	Ο.	Ο.	Ο.	0.	О.	О.	Ο.	Ο.	О.
	$\begin{array}{c} 0, \\ 0, \\ 0, \\ 0, \\ 0, \\ 0, \\ 0, \\ 0, $	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	0.01.0.01.9.0.01.10.1.12.27.541.36.73.146.12.54.87.146.12.54.87.146.10.47.91.146.9.27.64.128.14.32.69.91.29.42.58.73.12.27.43.54.10.18.27.451.12.21.40.01.18.27.0.0.01.12.21.40.01.10.20.0.0.0.0.01.31.0.0.0.0.0.0.	0.01.0.0.01.10.0.01.9.18.0.01.36.64.0.01.27.54.0.01.10.21.431.12.27.54.1091.36.73.146.237.18.42.73.146.252.12.54.87.146.201.10.47.91.146.182.9.27.64.128.182.14.32.69.91.146.29.42.58.73.91.29.27.54.73.87.12.27.43.54.73.10.18.27.45.561.12.21.40.49.01.18.27.36.01.10.20.21.0.0.01.201.31.011.4.4.3.3.01.31.0.0.0.0.0.0.	0.01.0.0.0.01.5.0.0.01.10.10.0.01.10.11.0.01.10.12.01.36.64.13.14.237.54.10.01.10.11.12.27.54.101.146.237.237.18.42.73.146.237.18.42.73.14.252.256.12.54.87.146.182.210.14.32.69.91.146.182.210.9.27.64.128.182.210.14.32.69.91.146.182.29.42.58.73.91.10.18.27.43.54.73.91.10.18.27.36.36.01.131.01.4.3.3.3.0.0.0.0.0.0. <t< td=""><td>0.<math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>27.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>5.</math><math>10.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>5.</math><math>10.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>10.</math><math>21.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>9.</math><math>18.</math><math>36.</math><math>73.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>0.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>27.</math><math>54.</math><math>109.</math><math>164.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>27.</math><math>54.</math><math>109.</math><math>164.</math><math>0.</math><math>-1.</math><math>10.</math><math>21.</math><math>43.</math><math>128.</math><math>182.</math><math>-1.</math><math>12.</math><math>27.</math><math>54.</math><math>109.</math><math>164.</math><math>201.</math><math>237.</math><math>246.</math><math>18.</math><math>42.</math><math>73.</math><math>146.</math><math>237.</math><math>228.</math><math>10.</math><math>47.</math><math>91.</math><math>146.</math><math>12.</math><math>54.</math><math>27.</math><math>64.</math><math>128.</math><math>210.</math><math>201.</math><math>9.</math><math>27.</math><math>64.</math><math>182.</math><math>210.</math><math>201.</math><math>9.</math><math>27.</math><math>54.</math><math>73.</math><math>91.</math><math>109.</math><math>144.</math><math>221.</math><math>29.</math><math>42.</math><math>58.</math><math>73.</math><math>91.</math><math>109.</math><math>144.</math><math>27.</math><math>29.</math><math>2</math></td><td>0.01.5.27.73.0.0.01.5.10.21.91.0.0.01.10.21.54.128.0.01.9.18.36.73.164.0.01.36.64.91.146.164.0.01.27.54.109.164.182.01.10.21.43.128.182.2011.12.27.54.109.164.201.2191.36.73.146.237.237.246.246.18.42.73.146.252.256.246.237.12.54.87.146.182.110.201.192.14.32.69.91.146.182.182.182.29.42.58.73.91.109.91.12.27.43.54.73.91.91.10.18.27.45.56.64.51.541.12.21.40.49.51.47.51.01.18.27.36.<t< td=""><td>0.011.0.0.0.0.01.5.27.73.0.0.01.5.10.21.91.128.0.0.01.10.21.54.128.182.0.01.36.64.91.146.164.274.0.01.36.64.91.146.182.329.01.10.21.43.128.182.201.2741.12.27.54.109.164.201.219.2461.36.73.146.237.237.246.237.219.12.54.87.146.201.237.228.219.182.10.47.91.146.182.210.201.164.29.12.54.87.146.282.210.201.192.146.14.32.69.91.146.182.182.109.164.9.27.64.128.187.109.109.91.73.12.27.43.54.73.</td></t<><td>0.1.27.0.0.0.0.01.5.27.73.91.182.0.0.01.5.10.21.91.128.274.0.01.7.10.21.54.128.182.347.0.01.7.18.36.73.164.237.310.0.01.27.54.109.164.182.329.384.01.10.21.43.128.182.201.274.3471.12.27.54.109.164.201.219.246.3101.36.73.146.237.237.246.237.219.201.12.54.87.146.201.237.228.219.182.164.10.47.91.146.182.210.201.164.128.9.9.27.54.73.91.109.146.128.91.69.29.27.54.73.87.109.109.91.73.<td><math display="block"> \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc</math></td><td>0.1127.127.127.109.0.0.0.0.01.27.18.5.36.128.182.0.0.0.01.5.27.73.91.182.219.256.0.0.01.5.10.21.91.128.247.384.329.0.0.01.9.18.36.73.164.237.310.387.393.0.01.36.64.91.144.182.329.384.374.365.0.01.27.54.109.164.182.329.384.374.365.01.10.21.43.128.182.201.274.347.329.2741.12.27.54.109.164.182.327.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.73.1</td></td></td></t<>	0. $0.$ $-1.$ $27.$ $0.$ $0.$ $0.$ $-1.$ $5.$ $10.$ $0.$ $0.$ $-1.$ $5.$ $10.$ $0.$ $0.$ $-1.$ $10.$ $21.$ $0.$ $0.$ $-1.$ $9.$ $18.$ $36.$ $73.$ $0.$ $-1.$ $0.$ $0.$ $-1.$ $27.$ $54.$ $109.$ $164.$ $0.$ $-1.$ $27.$ $54.$ $109.$ $164.$ $0.$ $-1.$ $10.$ $21.$ $43.$ $128.$ $182.$ $-1.$ $12.$ $27.$ $54.$ $109.$ $164.$ $201.$ $237.$ $246.$ $18.$ $42.$ $73.$ $146.$ $237.$ $228.$ $10.$ $47.$ $91.$ $146.$ $12.$ $54.$ $27.$ $64.$ $128.$ $210.$ $201.$ $9.$ $27.$ $64.$ $182.$ $210.$ $201.$ $9.$ $27.$ $54.$ $73.$ $91.$ $109.$ $144.$ $221.$ $29.$ $42.$ $58.$ $73.$ $91.$ $109.$ $144.$ $27.$ $29.$ $2$	0.01.5.27.73.0.0.01.5.10.21.91.0.0.01.10.21.54.128.0.01.9.18.36.73.164.0.01.36.64.91.146.164.0.01.27.54.109.164.182.01.10.21.43.128.182.2011.12.27.54.109.164.201.2191.36.73.146.237.237.246.246.18.42.73.146.252.256.246.237.12.54.87.146.182.110.201.192.14.32.69.91.146.182.182.182.29.42.58.73.91.109.91.12.27.43.54.73.91.91.10.18.27.45.56.64.51.541.12.21.40.49.51.47.51.01.18.27.36. <t< td=""><td>0.011.0.0.0.0.01.5.27.73.0.0.01.5.10.21.91.128.0.0.01.10.21.54.128.182.0.01.36.64.91.146.164.274.0.01.36.64.91.146.182.329.01.10.21.43.128.182.201.2741.12.27.54.109.164.201.219.2461.36.73.146.237.237.246.237.219.12.54.87.146.201.237.228.219.182.10.47.91.146.182.210.201.164.29.12.54.87.146.282.210.201.192.146.14.32.69.91.146.182.182.109.164.9.27.64.128.187.109.109.91.73.12.27.43.54.73.</td></t<> <td>0.1.27.0.0.0.0.01.5.27.73.91.182.0.0.01.5.10.21.91.128.274.0.01.7.10.21.54.128.182.347.0.01.7.18.36.73.164.237.310.0.01.27.54.109.164.182.329.384.01.10.21.43.128.182.201.274.3471.12.27.54.109.164.201.219.246.3101.36.73.146.237.237.246.237.219.201.12.54.87.146.201.237.228.219.182.164.10.47.91.146.182.210.201.164.128.9.9.27.54.73.91.109.146.128.91.69.29.27.54.73.87.109.109.91.73.<td><math display="block"> \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc</math></td><td>0.1127.127.127.109.0.0.0.0.01.27.18.5.36.128.182.0.0.0.01.5.27.73.91.182.219.256.0.0.01.5.10.21.91.128.247.384.329.0.0.01.9.18.36.73.164.237.310.387.393.0.01.36.64.91.144.182.329.384.374.365.0.01.27.54.109.164.182.329.384.374.365.01.10.21.43.128.182.201.274.347.329.2741.12.27.54.109.164.182.327.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.73.1</td></td>	0.011.0.0.0.0.01.5.27.73.0.0.01.5.10.21.91.128.0.0.01.10.21.54.128.182.0.01.36.64.91.146.164.274.0.01.36.64.91.146.182.329.01.10.21.43.128.182.201.2741.12.27.54.109.164.201.219.2461.36.73.146.237.237.246.237.219.12.54.87.146.201.237.228.219.182.10.47.91.146.182.210.201.164.29.12.54.87.146.282.210.201.192.146.14.32.69.91.146.182.182.109.164.9.27.64.128.187.109.109.91.73.12.27.43.54.73.	0.1.27.0.0.0.0.01.5.27.73.91.182.0.0.01.5.10.21.91.128.274.0.01.7.10.21.54.128.182.347.0.01.7.18.36.73.164.237.310.0.01.27.54.109.164.182.329.384.01.10.21.43.128.182.201.274.3471.12.27.54.109.164.201.219.246.3101.36.73.146.237.237.246.237.219.201.12.54.87.146.201.237.228.219.182.164.10.47.91.146.182.210.201.164.128.9.9.27.54.73.91.109.146.128.91.69.29.27.54.73.87.109.109.91.73. <td><math display="block"> \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc</math></td> <td>0.1127.127.127.109.0.0.0.0.01.27.18.5.36.128.182.0.0.0.01.5.27.73.91.182.219.256.0.0.01.5.10.21.91.128.247.384.329.0.0.01.9.18.36.73.164.237.310.387.393.0.01.36.64.91.144.182.329.384.374.365.0.01.27.54.109.164.182.329.384.374.365.01.10.21.43.128.182.201.274.347.329.2741.12.27.54.109.164.182.327.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.73.1</td>	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	0.1127.127.127.109.0.0.0.0.01.27.18.5.36.128.182.0.0.0.01.5.27.73.91.182.219.256.0.0.01.5.10.21.91.128.247.384.329.0.0.01.9.18.36.73.164.237.310.387.393.0.01.36.64.91.144.182.329.384.374.365.0.01.27.54.109.164.182.329.384.374.365.01.10.21.43.128.182.201.274.347.329.2741.12.27.54.109.164.182.327.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.109.164.237.219.201.146.911.12.27.54.73.1

.

#### MALLA HU DE BAHIA DE LA PAZA (BLP1).

~	~	~	~	~	~		~	~ ~	~	~	-	4	
0.	V.	0.	0.	. U.	<u> </u>	0.	0.	<u>v</u> .	0.	<b>U</b> .	Ų.	-1. 	1.
0.	0.	0.	<u> </u>	<b>O</b> .	0.	0.	0.	0.	0.	-1.	-1.	.36.	/3.
<u>0</u> .	O.	<b>O</b> .	0.	<b>O</b> .	0.	Ο.	1.	-1.	~1.	31.	91.	210.	146.
Ο.	Ο.	0.	Ο.	0.	Ο.	-1.	18.	36.	27.	36.	109.	210.	210.
Ο.	0.	Ο.	0.	0.	-1.	9.	18.	54.	109.	219.	365.	310.	310.
<b>O</b> .	0.	0.	Ö.	0.	7.	14.	29.	54.	109.	219.	384.	365.	365.
Ο.	<b>O</b> .	Ο.	<b>O</b> .	1.	5.	10.	21.	73.	146.	256.	365.	393.	393.
Ο.	0.	Ο.	<i>Ö</i> .	18.	18.	36.	73.	146.	237.	292.	347.	393.	393.
Ο.	О.	Ø.	Ο.	29.	54.	73.	100.	164.	246.	301.	365.	384.	384.
Ο.	<b>O</b> .	Ο.	<b>1</b> .	27.	54.	109.	137.	182.	265.	310.	329.	374.	374.
Ο.	0.	-1.	5.	18.	36.	146.	155.	192.	256.	292.	292.	274.	274.
Ο.	О.	9.	27.	64.	128.	164.	182.	201.	237.	274.	256.	182.	182.
Ο.	-i.	27.	64.	91.	237.	252.	265.	237.	219.	219.	201.	137.	128.
Ο.	5.	18.	64.	<b>91</b> .	164.	210.	228.	219.	210.	182.	146.	91.	-1.
Ο.	1 Ö.	27.	64.	137.	182.	201.	219.	210.	182.	146.	109.	73.	<b>O</b> .
Ο.	5.	10.	64.	128.	182.	192.	201.	192.	173.	137.	91.	45.	Ō.
Ο.	5.	10.	54.	91.	146.	182.	182.	201.	164.	109.	62.	<b>1</b> .	<b>O</b> .
-1.	21.	36.	54.	73.	109.	128.	164.	146.	118.	82.	69.	<b>O</b> .	Ō.
5.	18.	27.	45.	64.	73.	100.	109.	118.	82.	67.	36.	Ö.	<b>O</b> .
-1.	10.	21.	36.	54.	73.	91.	91.	100.	82.	73.	36.	<b>O</b> .	-1.
Ο.	9.	18.	27.	36.	54.	67.	73.	73.	69.	60.	10.	-1.	18.
Ο.	-1.	12.	18.	32	49.	51.	54.	51.	45.	36.	5.	5.	182.
Ο.	<b>O</b> .	-1.	18.	27.	38.	42.	45.	42.	- <b>i</b> .	-1.	-1.	10.	182.
Ο.	Ø.	<b>O</b> .	10.	18.	23.	27.	29.	31.	Ö.	<b>O</b> .	Ο.	-1.	<b>-1</b> .
Ο.	Ö.	Ο.	1 .	-1.	18.	20.	20.	1.	Ο.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	Ο.
Ο.	Ο.	-1.	1.	Ö.	-1.	20.	20.	0.	Ο.	Q.	0.	0.	Ο.
Ο.	Ø.	4.	5.	1.	-1.	4.	4.	Ο.	0.	0.	Ο.	0.	0.
Ο.	Ο.	1.	5.	4.	-1.	-1.	-1.	Ο.	Ο.	<b>Q</b> .	0.	0.	Ο.
0.	O.	Ο.	1.	-1.	Ο.	Ο.	<b>O</b> .	0.	Ο.	0.	0.	0.	0.
Ο.	Ø.	0.	Ο.	Ö.	0.	Ο.	Ο.	Ø.	0.	Ο.	0.	0.	Ο.