

Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
ENERO/DICIEMBRE 2000 - VOLUMEN 10 - Nº 1 y 2



UN MODELO PARA EL CÁLCULO DE LA DISPERSIÓN LOCAL DEL EMISARIO SUBMARINO DE LIMÓN, COSTA RICA

Luis Murillo B.¹

Resumen

Se presenta una versión numérica del modelo de mezcla de Roberts con consideración de los niveles del mar, la deformación y propagación del oleaje, la estabilidad del cascajo de cobertura y las caídas hidráulicas de la tubería de descarga. Todo con el fin de predecir la dilución local de contaminantes en la zona del emisario submarino de Limón, Costa Rica. El método de cómputo de las ecuaciones consiste en su evaluación numérica directa mediante números adimensionales y macros en hojas de cálculo, con despliegue inmediato de resultados y ligaduras virtuales a los cómputos de rutinas FORTRAN que ejecutan los cálculos más complejos. Los parámetros del modelo se escogen de nomogramas que aparecen en la pantalla de la computadora y se pueden ligar a valores de dispersión inicial y caídas hidráulicas en las salidas del difusor, computadoras mediante un modelo de flujo hidráulico en tuberías (FLUJO.exe) escrito en FORTRAN. La dilución final puede evaluarse luego mediante modelos de cajón (BOX Models) apropiados, o dispersos bi y tridimensionales. Los niveles se computan en hojas ligadas internamente y los procedimientos son cíclicos.

Summary

A multi modular spreadsheet version of the Roberts Model (1989) is presented. Various modules and FORTRAN subroutines support the model. The modules allow for stability estimations, sea level computations, and other local dispersion models to compute net effluent dispersion at the Submarine Outfall of Limón, on the Atlantic Coast of Costa Rica. Equations are evaluated directly through macros and results plotted immediately. Parameters are chosen from plots directly from the screen. Final dilution can be evaluated using additional routines for the estimation of pollutant transport that use box models or two and three dimensional dispersion models. All modules are linked and procedures are sequential.

1. INTRODUCCIÓN

Se plantea la construcción de un emisario submarino para la ciudad de Limón en la Costa Atlántica de Costa Rica. Para avanzar en los aspectos técnicos de la ingeniería oceánica de este proyecto, se desarrolla aquí una versión numérica de un modelo matemático de varios módulos que reproducen el flujo en la tubería de descarga y en los difusores, computan los niveles del mar, y se basan en una versión de las ecuaciones dimensionales de Roberts (Roberts et al, 1989 I,II y II) para estimar la dilución local resultante, mediante el uso de hojas de computo y despliegues gráficos ligados virtualmente. Un módulo del modelo es también capaz de resolver flujo hidráulico en tuberías múltiplemente conexas con múltiples puntos de carga y descarga, esto puede ser importante para evaluar el flujo de la

ciudad de Limón y su efectos en la descarga final del emisario.

Para evaluar dilución global se desarrollaron modelos de cajón (Box Models) que producen valores para el mezclado final. Los resultados luego se pueden generalizar a la zona mediante modelos dispersivos ya desarrollados con anterioridad (Murillo, 1981, 1983 y 1993). Los cómputos de sobreniveles debidos a las mareas, al oleaje y las posibles tormentas, se hacen en hojas de cálculo interconectadas y siguiendo los lineamientos del SPM (Shore Protection Manual, Centro de Investigaciones en Ingeniería Costera CERC, USA).

El emisario se planea construir en la cercanía de la dársena del Puerto de Limón, que actualmente posee un alto tráfico comercial y turístico. Por esto es importante evaluar

técnicamente la posibilidad de que los residuos del emisario lleguen a esta zona portuaria y turística, con los consecuentes y trágicos resultados ambientales.

2. EL MODELO HIDRÁULICO: FLUJO, FOR

Según Darcy-Weisbach (White F., 1979)

$$h_f = \left[\frac{32fL}{\pi g D^5} \right] \quad (1)$$

en donde f está dado por:

$$f = \left[\frac{1.325}{\ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right)} \right] \quad (2)$$

con $10^{-6} \leq \varepsilon/D \leq 10^{-2}$ y $5000 \leq \text{Re} = Vd\rho/\mu$ en donde V es la velocidad del fluido con viscosidad μ en la tubería compuesta de diámetro D y que puede ser múltiplemente conexas con uniones y pérdidas secundarias dadas por los coeficientes de pérdidas menores K según:

$$h_f = K \left[\frac{V^2}{2g} \right] \quad (3)$$

Las longitudes equivalentes para los tubos con pérdidas secundarias, están dadas por:

$$L_e = \left[\frac{KD}{f} \right] \quad (4)$$

El programa FORTRAN ensambla la matriz de resistencias entre los nodos j e i según:

$$H_i - H_j = Q_{i,j}^2 / C_{i,j} \quad (5)$$

con

$$C_{ij} = \left[\frac{\pi^2 g D_{ij}^5}{32 f_{i,j} L_{i,j}} \right] \quad (6)$$

Para resolver el sistema de ecuaciones resultante se itera sobre los factores de fricción f y el gasto Q perturbando el gasto con ΔQ de forma homogénea hasta que se alcance un grado de divergencia del gasto total de la tubería igual a cero (10^{-6}) según:

$$\Delta Q = \frac{\sum \Delta h}{2 \sum \frac{Q_{i,j}}{C_{i,j}}} \quad (7)$$

en donde la suma se extiende a todos los tubos del sistema. El ensamblaje busca una matriz bien condicionada, que permita invertirse mediante el método de inversión tridiagonal independiente (Gauss-Seidel) y propio del programa. Debido a este ensamblaje, el usuario se independiza y puede numerar los tubos y nodos de forma arbitraria. La introducción de los datos, valores efectivos y constantes de la tubería, que no tiene que ser plana ni lineal, se leen de archivos de texto escritos en un orden también arbitrario y que pueden ligarse virtualmente a la hoja de cálculo del programa de computo de dilución local. Las pérdidas por altura del mar debidas a la ola de diseño, las tormentas, los cambio de densidad, la presión atmosférica y la marea, se introducen de forma paramétrica, mediante caídas hidráulicas efectivas y siguiendo recomendaciones tradicionales (Grace R., 1978; Baumgarder et al, 1994; Wood y Bell, 1993). Un ejemplo de cálculo con FLUJO se encuentra en el cuadro No. 1.

3. MODELO MEZCLA LOCAL

La dilución local se computa mediante el modelo dimensional de Roberts (1979) y Roberts et al. (1989, I, II y III), con:

A: Área, $F = u/[g_2 d]^{1/2}$, número de Froude.

g: Aceleración de la gravedad, 9.8 m/s²

$$g_2 = g(\rho_a - \rho_0)/\rho_a$$

Q: Caudal vertido, $q = Q/L$

L: Longitud del difusor, $b = g_2 q$

m: Cantidad de movimiento

$N = [(-g/\rho_a) d\rho/dz]^{1/2}$, la frecuencia de Brunt- Väisälä.

s: espaciamiento entre boquillas,

u,w: velocidades de corriente y pluma

u_j: velocidad en la boquilla j

dρ: diferencia de densidades entre el efluente y el mar.

Caso Estratificado Linealmente

$$\frac{D_m q N}{b^{2/3}} = 0.97, F \leq 0.1; 90^\circ \geq \theta \geq 0^\circ \quad (8)$$

$$\frac{D_m q N}{b^{2/3}} = 219 F^{1/6} - 0.52, 0.1 < F < 100, \theta = 90^\circ \quad (9)$$

$$\frac{D_m q N}{b^{2/3}} = 0.6 F^{1/3} + 0.73, F > 0.1, \theta = 45^\circ \quad (10)$$

$$\frac{D_m q N}{b^{2/3}} = 0.935 F^{1/6} + 0.276, F > 0.1, \theta = 0^\circ \quad (11)$$

$$\frac{h_c}{l_b} = 0.365 F^{1/6} + 1.82, F \leq 1, 90^\circ > \theta \geq 0^\circ \quad (12)$$

$$\frac{Z_c}{l_b} = 0.056 F^{-2/3} + 2.53, F \leq 1, 90^\circ > \theta \geq 0^\circ \quad (13)$$

$$\frac{h_c}{l_b} = 1.85 F^{-1/6} + 0.3, F \geq 1, 90^\circ > \theta \geq 45^\circ \quad (14)$$

$$\frac{Z_c}{l_b} = 2.5^{-1/6}, F > 1, 90^\circ > \theta \geq 45^\circ \quad (15)$$

$$\frac{h_c}{l_b} = 0.447 F^{-1/6} + 1.69, F > 1, \theta = 0^\circ \quad (16)$$

$$\frac{Z_c}{l_b} = 0.677 F^{-1/6} + 1.86, F > 1, \theta = 0^\circ \quad (17)$$

Caso NO Estratificado

$$\frac{D_m q N}{ZU} = 2.7 F^{-1/3}, F \leq 0.1, 90^\circ \geq \theta \geq 0^\circ \quad (18)$$

$$\frac{D_m q N}{ZU} = 0.58, F > 0.1, \theta = 90^\circ \quad (19.a)$$

$$\frac{D_m q N}{ZU} = 0.059 F^{-2/3} + 0.297, F > 0.1, \theta = 45^\circ \quad (19.b)$$

$$\frac{D_m q N}{ZU} = 0.088 F^{-2/3} + 0.167, F > 0.1, \theta = 0^\circ \quad (20)$$

$$D_l = 1.41 D_m \quad (21)$$

El grupo de hojas ROBERTI.xls expuesto en las tablas y figuras, presenta el modelo explícitamente como aparece en la pantalla de la computadora personal. Consta de una introducción al procedimiento (figura No. 2, INSTRUCC), pantalla de introducción de datos (cuadro No. 2, MIXED), hoja de cálculo de dilución mínima para los casos mezclado (figura No. 3, MPLOT) y estratificado (figura No. 4, SPLOT) y los valores paramétricos (Figura No. 5, PARA).

Los cómputos de densidad se hacen en la figura No. 6, RO(S,T) y en los cuadros No. 3, Tof(ro,S) y no. 4, Sof(ro,T). El modelo posee rutinas de inversión y cálculo de la densidad

ρ (S,T) en relación con la temperatura T y la salinidad S, de forma que se puedan tratar estas tres variables de forma independiente, computando una a partir de las otras dos. Esto se logra mediante esquemas iterativos de Newton-Raphson que se despliegan directamente en la pantalla.

Computo de los niveles del Mar y las Corrientes de Mareas Medias

Las corrientes medias u se correlacionan con la altura de la marea que se computa mediante programas en FORTRAN según (Ver ejemplo en la figura No. 7):

$$h(t) = H_{ref.} + \sum f_i H_i \cos(w_i t + g_i) \quad (22)$$

con las fases g_i , velocidades w_i , y coeficientes nodales f_i de los siete armónicos mayores que son computados de acuerdo a Murillo (1997). Los resultados se ligan a hojas para su despliegue gráfico e impresión en papel mediante curvas de nivel continuas que se interpolan usando polinomios de segundo orden.

El nivel de sobre-altura debido a un viento de huracán fijo (Wind Set-Up) o variable para el tiempo escogido (cálculo batistrófico para marea de tormenta) se computan siguiendo el SPM VIII y la teoría de Bodine 1971, según el esquema de cálculo explícito expuesto en la figura No. 8. Un ejemplo de cálculos se muestra en el cuadro No. 5 (SSURGEI) que proviene de la hoja SSURGEI.xls. En este artículo presentaremos los resultados en forma de tablas con imágenes que llamaremos con el mismo nombre que la correspondiente hoja de computo que es la base de cálculo respectivo.

El nivel medio y el oleaje del huracán de diseño se computa de acuerdo a SPM VII. Un ejemplo de cálculo se muestra en los cuadros No. 6 (HURRICAI/HURRICA1) y No. 7 (HURRICAI/PASO).

La variación del oleaje incidente en Limón debido a la tormenta o huracán de diseño se estima en la hoja HURRICAI.xls/VARIA. Un ejemplo de computo se muestra en la copia de esta hoja desplegada en el cuadro No. 8 con el mismo nombre (HURRICAI/VARIA).

El Computo del Nivel del Mar debido a la Ola de Diseño

Los estudios de olas, y sus efectos en el emisario, son muy importantes pues estudios hechos en la Universidad Estatal de Oregón por los profesores guía del autor (Muellenhoff y Slotta, 1971) demostraron que las olas mayores pueden dañar la tubería mal puesta de forma irreversible e irreparable. El valor medio de la ola significativa H_x se computa en este modelo siguiendo los procedimientos estándar de la ingeniería oceánica, de acuerdo al Centro de Investigaciones en Ingeniería Costera del gobierno norteamericano CERC, mediante los lineamientos expuestos en el SPM (1989).

Los cálculos del nivel originado en las olas se realizan en las hojas del libro HTWAVW.xls (ver cuadro No. 9), HTWAVE/GSPEED).

Los cálculos para el tipo de entierro de la tubería y la estabilidad del cascajo de cobertura se hacen con los procedimientos CERC estándar de Ippen y Kulin 1955 (SPM 1984), en hojas diseladas para este propósito y haciendo uso de nomogramas semiautomáticos.

La hoja GSPEED.xls cuyos resultados los muestra el cuadro No. 9 computa primero la velocidad geostrófica con corrección por temperatura (SPM, &IV). La zona de soplado o generación de olas (FETCH) se computa en la hoja FETCH.xls (cuadro No. 10) a partir de mapas de presión atmosférica y vientos medios mensuales del Mar Caribe (Long. 64°-84°, Lat 8°-18°).

Las condiciones de oleaje generado en una zona de soplado y par a una velocidad del viento dados, se computan en la hoja HTWAVEI.xls y se muestran en la figura No. 9 y en el cuadro No. 11. La hoja HTWAVEI.xls (ver cuadro No. 12, THOMS) opera según el SPM, &V y usa la teoría de THOMS (SPM) para computar las frecuencias de ocurrencia extremas correspondientes. Si se poseen datos de olas medidas se pueden aplicar métodos propuso como el análisis de la bota de distribuciones de Weibull o Gumbel. Las condiciones de oleaje extremo son así estimadas para la región del emisario en términos de altura significativa H_s y el período significativo T_s , para varias velocidades de las cuales el usuario escoge la que corresponda gráficamente en la pantalla. La hoja HTWAVE usa el Método de Bretschneider-Reid (SPM, VI) para calcular el oleaje de aguas poco profundas, con estimación de probabilidades de ocurrencia según la teoría Thoms, hecha en la hoja HTHOMS.xls y es presentada aquí en la tabla con el mismo nombre. Sin embargo, estos procedimientos se pueden ajustar a distribuciones de probabilidad localmente medidas sin problema como las hechas por PICAN en la zona de Moín (Murillo, 1977, No. 1 a No. 6).

Las diferentes condiciones para la predicción del oleaje, según el SPM, se ejecutan directamente en las hojas de cálculo y son adaptables a mediciones empíricas recientes.

Una vez estimado el oleaje local según los procedimientos anteriores, este se deforma y refracta localmente asumiendo líneas de nivel paralelas; luego se calcula el quebrantamiento según Kamphuis (1991), el crecimiento (shoaling) según Nielsen (1983), pérdidas por fricción según Horikawa 1978) y el grado de liunealidad (Parámetro de Ursell). Los cálculos se realizan en la hoja NIELSEN.xls y un ejemplo de cálculo se muestra en la figura No. 10 con los resultados graficados directamente para todo el rango de profundidades. Todo se hace usando

expansiones y aproximaciones para la teoría lineal de Airy (Nielsen P., 1983).

El oleaje se puede difractar localmente en este modelo asumiendo una profundidad media y usando las ecuaciones clásicas de Wiegel, &8. (Wiegel, R., 1964) que se computan por separado en rutinas FORTRAN externas al modelo. La hoja DIFRAI.xls reproducida en la figura No. 11 DIFRAI muestra los resultados del cómputo de los coeficientes de difracción para un oleaje estimado incidente según la flecha del diagrama.

La geomorfología usada puede variarse al gusto, según el sitio en donde se desee calcular los coeficientes. Se pueden tener paredes con variado grado reflectivo rodeando la zona de cómputo y se pueden realizar múltiples reflexiones al gusto del modelador. En la figura No. 11 se muestran los resultados para los coeficientes de difracción de toda la zona del ejemplo. Para efectos ejemplares usamos paredes arbitrariamente distribuidas. Esta distribución es arbitraria y se puede variar al gusto del experimentador y las necesidades del estudio.

Finalmente los niveles anómalos calculados, originados en los huracanes, las olas, las mareas y los vientos se usan directamente en las hojas de entrada y salida del modelo hidráulico para corregirlo por pérdidas de cambios extraordinarios del nivel del mar, que pueden dar al traste con las tuberías. Existen también hojas adicionales para realizar evaluaciones de extremos según las distribuciones de Weibull y Gumbel.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Baumgartner, D.J.; Frick, W.E.; Roberts, P.J.W; *Dilution Models for Effluent Discharges* EPA, Newport, Oregon. 1994.
- [2]. Grace R., A.; *Marine Outfall Systems: Planning, Design and Construction*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey, 599 pl. 1978.

- [3]. Horikawa K., Coastal Engineering: An Introduction to Ocean Engineering. Wiley and Sons, N.Y. 1978.
- [4]. Kamphuis JW, *Incipient Wave Breaking*, Coast Eng. 15 (91) 185-203.
- [5]. Murillo B., L.M., Modelling Tidal Hydrodynamics and Dispersion in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. M.Sc. Thesis Dep. of Oceanography and Dep. of Civil Engineering, Univ. de Oregón, USA. 1981.
- [6]. Murillo B., L.M., *Un modelo para el régimen de intercambio dispersivo del Estero de Puntarenas*. Tec. en Marcha. Vol. VI(2). I.T.C.R. 1983.
- [7]. Murillo B., L.M., *Un modelo para predecir mezclado en estuarios estratificados*: Ingeniería, UCR., Vol. 2 (1), 1992. 1993.
- [8]. Murillo B., L.M., *Ondas Estacionarias en el Pacífico Tico y sus Aplicaciones a la Ingeniería de Costas*: Tec. en Marcha. Vol 13(1). 1997.
- [9]. Murillo B., L.M., Estudios Oceanográficos, Climáticos y Náuticos a Fin de Determinar la Viabilidad de Construcción de una Nueva Terminal Portuaria en el Puerto de Moín. N. 1- 6, RECOPE-UCR. 1997.
- [10]. Muellenhoff W.,P.; Slotta L., S., *Investigation of the Forces on Submerged Cylinder Due to Surface Water Waves*. 58-IEEE 71 Eng. in the Ocean Environment Conference. 1971.
- [11]. Nielsen P., *Analytical determination of nearshore wave height variation due to refraction shoaling and friction*. Coastal Engineering, 6(1983) 233-251. 1983.
- [12]. Roberts, P.J.W., *Line Plume and Ocean Outfall Dispersion*. J.Hyd. Div. ASCE 105 No. HY5 May. 1979.
- [13]. Roberts, P.J.W., Snyder, W.H., Baumgartner, D.J., *Ocean Outfalls I. "Submerged Waste Field Formation"*. Journal of Hydraulic Engineering ASCE 115, Jan. 1989.
- [14]. Roberts, P.J.W., Snyder, W.H., Baumgartner, D.J., *Ocean Outfalls II. "Spatial Evolution of Submerged Waste Field"*. Jou. of Hyd. Engin. ASCE 115, Jan. 1989.
- [15]. Roberts, P.J.W., Snyder, W.H., Baumgartner, D.J., *Ocean Outfalls III. "Effect of Diffuser Design on Submerged Waste Field"*. Jou. of Hyd. Engin. ASCE 115, Jan. 1989.
- [16]. SPM, Shore Protection Manual (Manual de protección y diseño de estructuras costeras). V.I-II, Coastal Engineering Research Center, CERC, Vicksburg, Mississippi, USACE. 1984.
- [17]. White F., Mecánica de Fluidos, McGraw Hill, 755 pl. 1979.
- [18]. Wiegel R., L., Oceanographical Engineering. Prentice Hall, INC., N.J., 532 pl. 1964.
- [19]. Wood, Y.R.; Bell, R.G.; Ocean Disposal of Waste Water. *Advances Series in Ocean Engineering*, Vol. 8, World Scientific, Salem (USA). 1993.

5. ACERCA DEL AUTOR

Luis Murillo B.

¹Ing., Esc. Física, Programa de Investigación en Ingeniería Costera y Naval, Univ. de Costa Rica, Ph.D. Ocean Engineering, Universidad de Rhode Island, USA., URI, 1991, M.Sc. Coastal Engineering and Physical Oceanography, Universidad Estatal de Oregón., B.S. Universidad de Heidelberg, Alemania. Catedrático Univ. de Costa Rica.

Cuadro No. 1:

Ejemplo de Cálculo
 Resultados de la corrida con Flujo.for
 FLUJO EN TUBERIAS SEGUN DARCY-WEISBACH
 Sistema de Unidades M. K. S.
 *** ING. L.MURILLO B., Ph.D ***
 ***** UCR *****

Datos de Entrada del archivo FLUJO.DAT
Archivo FLUJO:DAT (Modelo Tentativo).
(explicaciones en el margen derecho)

12, 13, 3, 1.0E-6 <---- No de Tubos, No.de Nodos, f estimado inicial
 500., .30, .05, .020, 1.0E-3, .90, 1, 2 <--longitud Diametro Flujo Estimado,
 10., .30, .063, .030, 1.0E-3, 01.0, 2, 3 f Estimado Rugosidad K perd. Menores
 009., 0.25, 0.032, 0.040, 1.0E-3, 1.00, 3, 4 Nodo DE Nodo A
 008., 0.25, 0.032, 0.050, 1.0E-3, 1.00, 4, 5
 007., 0.30, 0.032, 0.060, 1.0E-3, 1.00, 5, 6
 006., 0.30, 0.003, 0.070, 1.0E-3, 1.00, 6, 7
 001., 0.20, 0.063, 0.008, 1.0E-3, 2.20, 7, 8
 001., 0.25, 0.063, 0.009, 1.0E-3, 2.20, 6, 9
 001., 0.20, 0.050, 0.010, 1.0E-3, 2.20, 5, 10
 001., 0.20, 0.031, 0.002, 1.0E-3, 2.20, 4, 11
 001., 0.25, 0.031, 0.003, 1.0E-3, 2.20, 3, 12
 001., 0.20, 0.020, 0.006, 1.0E-3, 2.20, 2, 13
 .6, .0, .0, .0, .0, .0, .0, -.1, -.1, -.1, -.1, -.1, -.1 <-- Entradas/salidas de flujo
 (Deben sumar cero)

Datos de Salida del Programa

Iteración Cero:

LARGO	DIAM	FLUJO0	FRICO	RROUGH	k-PE	DE A	nodo
500.00	.30	.050	.0200	.33333E-02	.90	1	2
10.00	.30	.063	.0300	.33333E-02	1.00	2	3
9.00	.25	.032	.0400	.40000E-02	1.00	3	4
8.00	.25	.032	.0500	.40000E-02	1.00	4	5
7.00	.30	.032	.0600	.33333E-02	1.00	5	6
6.00	.30	.003	.0700	.33333E-02	1.00	6	7
1.00	.20	.063	.0080	.50000E-02	2.20	7	8
1.00	.25	.063	.0090	.40000E-02	2.20	6	9
1.00	.20	.050	.0100	.50000E-02	2.20	5	10
1.00	.20	.031	.0020	.50000E-02	2.20	4	11
1.00	.25	.031	.0030	.40000E-02	2.20	3	12
1.00	.20	.020	.0060	.50000E-02	2.20	2	13

LAS CARGAS LEIDAS DE 10 en 10 SON (M):

.60 .00 .00 .00 .00 .00 .00 -.10 -.10 -
 .10 -.10 -.10 -.10

Quiere CONTINUAR con FLUJO.FOR SI (S) O NOÜ (N)??--> ITER ==> 0

Iteración 1

Tubo	L-FINAL	D	GASTO	f	Re	Cajda H
1	500.00	.30	.53	.20000E-01	.22547E+07	383.86
2	10.00	.30	.45	.30000E-01	.18902E+07	8.09
3	9.00	.25	.35	.40000E-01	.18029E+07	15.27
4	8.00	.25	.27	.50000E-01	.13573E+07	9.61
5	7.00	.30	.18	.60000E-01	.75970E+06	1.83
6	6.00	.30	.09	.70000E-01	.37295E+06	.44
7	1.00	.20	.10	.80000E-02	.60715E+06	.08
8	1.00	.25	.10	.90000E-02	.48573E+06	.03
9	1.00	.20	.09	.10000E-01	.59682E+06	.09
10	1.00	.20	.09	.20000E-02	.58171E+06	.02
11	1.00	.25	.09	.30000E-02	.46535E+06	.01
12	1.00	.20	.09	.60000E-02	.57296E+06	.05

EL DIFERENCIAL max DE f ES= .2461E-01

Quiere CONTINUAR con FLUJO.FOR SI (S)B O NOÜ (N)??--> ITER ==> 1

Iteración 2

Tubo	L-FINAL	D	GASTO	f	Re	Cajda H
1	509.98	.30	.59	.27041E-01	.25100E+07	656.02
2	21.09	.30	.49	.27057E-01	.20931E+07	18.87
3	17.77	.25	.39	.28508E-01	.20079E+07	26.65
4	16.76	.25	.30	.28538E-01	.15065E+07	14.16
5	18.03	.30	.20	.27195E-01	.83768E+06	2.60
6	16.94	.30	.10	.27413E-01	.41797E+06	.61
7	15.38	.20	.10	.30598E-01	.63293E+06	4.80
8	20.14	.25	.10	.28738E-01	.50635E+06	1.94
9	15.38	.20	.10	.30602E-01	.63164E+06	4.78
10	15.38	.20	.10	.30608E-01	.62975E+06	4.76
11	20.13	.25	.10	.28751E-01	.50380E+06	1.92
12	15.37	.20	.10	.30611E-01	.62866E+06	4.74

EL DIFERENCIAL max DE f ES= .2026E-04

Quiere CONTINUAR con FLUJO.FOR SI (S)B O NOÜ (N)??--> ITER ==> 2

Iteración 3

Tubo	L-FINAL	D	GASTO	f	Re	Cajda H
1	509.99	.30	.60	.27032E-01	.25419E+07	672.60
2	21.09	.30	.50	.27047E-01	.21184E+07	19.33
3	17.77	.25	.40	.28499E-01	.20335E+07	27.33
4	16.76	.25	.30	.28526E-01	.15252E+07	14.51
5	18.04	.30	.20	.27174E-01	.84742E+06	2.66
6	16.96	.30	.10	.27368E-01	.42361E+06	.63
7	15.38	.20	.10	.30590E-01	.63615E+06	4.85
8	20.15	.25	.10	.28726E-01	.50893E+06	1.96
9	15.38	.20	.10	.30590E-01	.63599E+06	4.85
10	15.38	.20	.10	.30591E-01	.63576E+06	4.85
11	20.15	.25	.10	.28728E-01	.50861E+06	1.95
12	15.38	.20	.10	.30591E-01	.63562E+06	4.85

EL DIFERENCIAL max DE f ES= .2297E-05

Quiere CONTINUAR con FLUJO.FOR SI (S)B O NOÜ (N)??--> ITER ==> 3

Iteración 4

Tubo	L-FINAL	D	GASTO	f	Re	Caída H
1	509.99	.30	.60	.27031E-01	.25459E+07	674.69
2	21.09	.30	.50	.27046E-01	.21216E+07	19.39
3	17.77	.25	.40	.28498E-01	.20367E+07	27.41
4	16.76	.25	.30	.28525E-01	.15275E+07	14.56
5	18.04	.30	.20	.27172E-01	.84864E+06	2.67
6	16.96	.30	.10	.27363E-01	.42431E+06	.63
7	15.38	.20	.10	.30588E-01	.63656E+06	4.86
8	20.15	.25	.10	.28725E-01	.50925E+06	1.96
9	15.38	.20	.10	.30589E-01	.63654E+06	4.86
10	15.38	.20	.10	.30589E-01	.63651E+06	4.86
11	20.15	.25	.10	.28725E-01	.50921E+06	1.96
12	15.38	.20	.10	.30589E-01	.63649E+06	4.86

EL DIFERENCIAL max DE f ES= .2831E-06

Fin de corrida. Para correr de nuevo de el comando ==> FLUJO <=== a nivel DOS

Recuerde que :

- * La caída neta es la suma de
- * La Caída Hidráulica para cada salida ,
- * la caída por diferencia de densidad (-0.2m) ,
- * La caída por ola mayor (-4m) ,
- * La caída por diferencia de niveles D (+25 m).

Así pues a cada caída computada por FLUJO se le resta D y se le suman las otras pérdidas.

Cuadro No. 2
MIXED

Dilución según Roberts 1976

Q es el Caudal Vertido que pasa por el difusor de Longitud L_{dif} , con flujo boyante unitario b

Caudal $Q= 0.60 \text{ m}^3/\text{s}$	$L_q = 0.00 \text{ m}$	Escalas basadas en flujo total según Roberts, 1989
$L_{dif} = 100.00 \text{ m}$	$h_b = 23.17 \text{ m}$	$L_m/L_b = 0.0275774$
$Q/L_{dif} = q_l = 0.006$	$l_m = 0.64 \text{ m}$Roberts OK
$Roa = 1.1294$	$s/l_q = 431.49$	Chorros no se mezclan
$Roo = 1.1$	$F = 17.64$	Número de Froude Densimétrico u^3/b
$grav \ g = 9.8 \text{ m}^2/\text{s}$	$Z = 10.0 \text{ m}$	Prof. Total $b = g \cdot (Roa - Roo) / Roa \cdot q_l$
$Vel \ u = 0.30 \text{ m/s}$	$h_e = 2.0 \text{ m}$	
$Vel \ u_y = 1.41 \text{ m/s}$	$g_p: g_{prime} = 0.26 \text{ m}^2/\text{s}$	$Nflota = 0.0050 \text{ 1/s}$ Brunt-Väisälä
$mom \ m = 0.0085 \text{ m}^3/\text{s}^2$	$l_m/h_b = 0.028$	$th = 0^\circ$
$b = 0.00153 \text{ m}^3/\text{s}^3$	$s/h_b = 0.079$	
$Dist \ s = 1.83 \text{ m}$	$l_{strat} = 0.00100 \text{ 1/s}$	limite de estratificación <input type="checkbox"/> estratificado <input checked="" type="checkbox"/> mezclado
$dz = 10.00 \text{ m}$	estado: Estratificado	si no
$dro = -0.000029$	$dmin = 1341.36$	<.... asignar manualmente en hoja MIXED
$Area \ Diff: Ad = 0.07 \text{ m}^2$		
$d = 0.30 \text{ m}$	$q_y = 0.1$	

Completamente Mezclado

	$F \leq 0.1$ $90^\circ \geq th \geq 0^\circ$	$F > 0.1$ $th = 90^\circ$	$F > 0.1$ $th = 45^\circ$	$F > 0.1$ $th = 0^\circ$
Dilu $D_m =$	51.9	290.0	152.9	90.0
$D_l =$	73.1	408.9	215.5	126.9
ancho $W =$	6.6	36.8	19.4	11.4
$D_x \text{ hor} =$	512.8	512.8	512.8	512.8
	.. no no no no ..

Escoja

D Min= **1341.4**

dilución mínima
dilución media
anchura de la pluma
extensión horizontal de la pluma

Cuadro No. 3
T of (Ro,S)

con1=	con2=	con3=	con4=	con5=	con6=	s0=
0.001	28.14	0.0735	0.00469	0.802	0.002	35
$... = 1 + ((0.001 * ((28.14 - 0.0735 * T_x^2) + (0.802 - 0.002 * T_x) * (S_x - 35)))$						
tx=30.000°C						
Sx=29.80‰						
De DENSO y SAL luego siga las iteraciones						
denso= 1.017855			epsilon= 1.00E-07			
sal=29.8‰			sal0=35‰ note al menos...			
Dada la densidad DENSO y la salinidad SAL compute la temperatura...						
iter	t guess	f=ro(...)	F prime	F/F prime	minfiff=	-1.8981600E-0
1	24.000 °C	-1.90E-03	-0.00028822	-6.585803		temp=30.000°C
2	30.586 °C	2.03E-04	-0.000344543	0.581204039	Continue...	estime
3	30.005 °C	1.58E-06	-0.0003445	0.004598186	Continue...	
4	30.005 °C	9.92E-11	-0.0003445	2.87844E-07	Converg.	
5	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
6	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
7	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
8	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
9	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
10	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
11	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
12	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
13	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
14	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
15	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
16	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
17	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
18	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	
19	30.005 °C	0.00E+00	-0.0003445	0	Converg.	

Cuadro No. 4
S of (Ro, T)

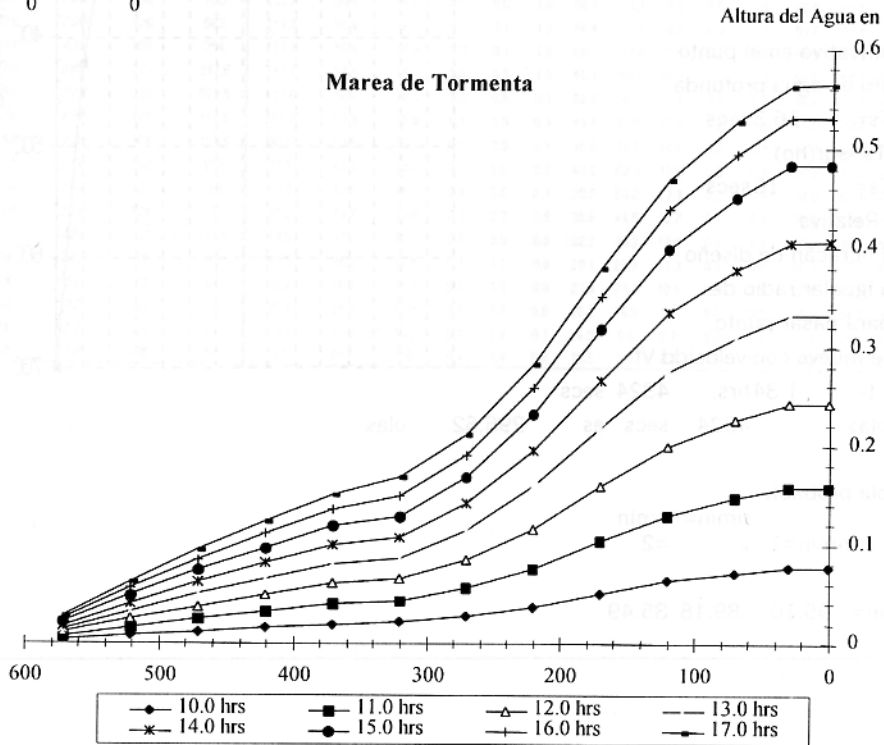
con1=	con2=	con3=	con4=	con5=	con6=	s0=
0.001	28.14	0.0735	0.00469	0.802	0.002	35°/°°
$\dots = 1 + ((0.001 * ((28.14 - 0.0735 * T_x^2) + (0.802 - 0.002 * T_x) * (S_x - 35)))$						
$t_x = 30.000^\circ\text{C}$						
$S_x = 29.80^\circ/^\circ$						
De DENSO y TEMP luego itere						
denso 1.0178556			epsilon= 1.00E-07			
Temp 30.00°C			sal0=35°/°° note al menos...			
Dada la densidad DENSO y la salinidad SAL compute la temperatura...						
iter	t guess	f=ro-(...)	F prime	F/F prime	minfiff=	-1.8981600E-03
1	16.000 °C	1.02E-02	-0.000742	-13.8	Sal	29.80°/°°
2	29.8 °C	0.00 E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	estime
3	29.8 °C	0.00 E+01	-0.000742	0.0000	Converg.	
4	29.8 °C	0.00 E+02	-0.000742	0.0000	Converg.	
5	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
6	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
7	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
8	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
9	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
10	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
11	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
12	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
13	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
14	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
15	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
16	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
17	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
18	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	
19	29.8 °C	0.00E+00	-0.000742	0.0000	Converg.	

Cuadro No. 5
Cuadro.5.xls/Resulta

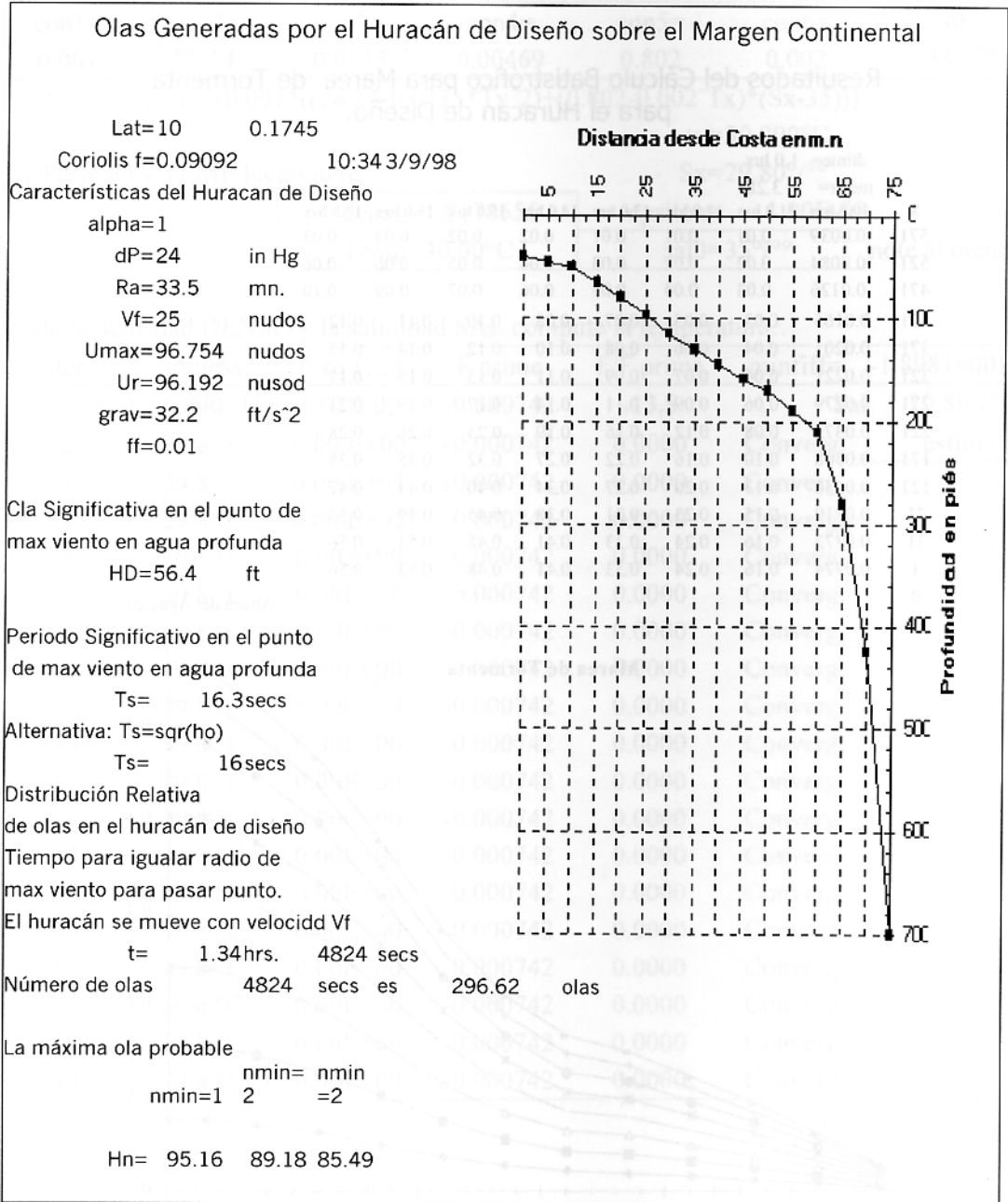
Resultados del Cálculo Batistrófico para Marea de Tormenta para el Huracan de Diseño.

dtime= 1.0 hrs
meter= 3.281

X	10.0 hrs	11.0 hrs	12.0 hrs	13.0 hrs	14.0 hrs	15.0 hrs	16.0 hrs	17.0 hrs
571	0.0039	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
521	0.0084	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06
471	0.0126	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10
421	0.0165	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12
371	0.0201	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
321	0.0221	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17
271	0.0279	0.06	0.09	0.11	0.14	0.17	0.19	0.21
221	0.0375	0.08	0.12	0.16	0.19	0.23	0.26	0.28
171	0.0508	0.10	0.16	0.22	0.27	0.32	0.35	0.38
121	0.0636	0.13	0.20	0.27	0.34	0.40	0.44	0.47
71	0.0719	0.15	0.23	0.31	0.38	0.45	0.49	0.53
31	0.0772	0.16	0.24	0.33	0.41	0.48	0.53	0.56
1	0.0774	0.16	0.24	0.33	0.41	0.48	0.53	0.56
0	0							



Cuadro No. 6
HURRICAI.xls/HURRICAI



Cuadro No. 7
HURRICAI.xls/PASO

Paso del Huracan por el Margen Continental

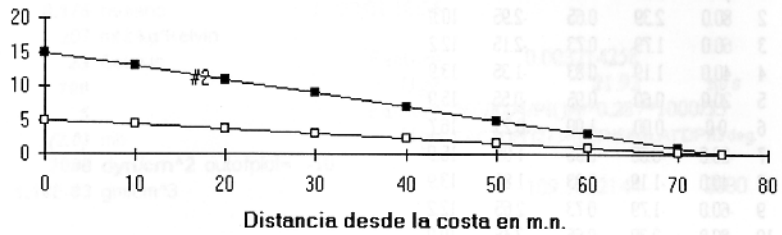
Distancia de costa Ab. MLW(ft) #2

$$y1 = -0.2 * X + 15$$

$$y2 = -0.06667 * X + 5$$

0	15	5.0
10	13	4.3
20	11	3.7
30	9	3.0
40	7	2.3
50	5	1.7
60	3	1.0
70	1	0.3
75	0	0.0

Elevación sobre el nivel medio en pies



Regresión b's
m1= -0.2 15
m2= -0.06667 5

Dx= 5 n.m. 30400 ft
Fe0= 111.67 n.m.

Ks0= 1

#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19	#20	#21
Distance	Dx	D1	D2	Dt	Fe	H0	T0	dt/Lo	40'DX/H	Kf	Ho'	Fe'	To'	D2/Lo'	Ks	Hs	N	Hmax	H10%	H1%
n.m	ft	ft	ft	ft	n.m	ft	secs				#7x#11			H/Ho'	#12x#16		n=1	1.27Hs	1.67Hs	
75	700	700	700	700	111.7	56.4	16.0	0.5	0.0	1.0	56.4	111.7	16.0	0.5	1.0	56.0	301.5	94.6	71.2	93.6
70	425	700	426	563	111.7	56.4	16.0	0.4	0.1	1.0	56.4	111.7	16.0	0.3	1.0	53.8	301.5	90.9	68.3	89.8
65	280	426	282	354	111.7	56.4	16.0	0.3	0.1	1.0	56.3	111.0	16.0	0.2	0.9	51.5	301.9	87.0	65.4	86.0
60	210	282	213	247.5	111.7	56.4	16.0	0.2	0.3	1.0	55.1	106.6	15.8	0.2	0.9	50.5	305.1	85.5	64.2	84.4
55	190	213	194	203.5	111.6	56.4	16.0	0.2	0.4	0.9	52.6	96.9	15.4	0.2	0.9	48.4	312.4	82.0	61.4	80.8
50	170	194	175	184.5	101.9	53.9	15.6	0.1	0.5	0.9	49.4	85.5	15.0	0.2	0.9	45.6	322.4	77.5	57.9	76.1
45	158	175	164	169.5	90.5	50.8	15.2	0.1	0.5	0.9	45.5	72.7	14.4	0.2	0.9	42.0	335.6	71.6	53.3	70.1
40	145	164	152	158	77.7	47.1	14.6	0.1	0.6	0.9	42.2	62.3	13.8	0.2	0.9	38.9	348.8	66.5	49.4	64.9
35	130	152	138	145	67.3	43.8	14.1	0.1	0.6	0.9	39.0	53.2	13.3	0.2	0.9	36.0	362.9	61.8	45.7	60.1
30	115	138	124	131	58.2	40.7	13.6	0.1	0.7	0.9	35.6	44.5	12.7	0.1	0.9	33.0	379.5	56.8	41.9	55.0
25	97	124	107	115.5	49.5	37.6	13.1	0.1	0.9	0.9	32.2	36.3	12.1	0.1	0.9	29.9	399.3	51.8	38.0	50.0
20	80	107	91	99	41.3	34.3	12.5	0.1	1.1	0.8	28.1	27.7	11.3	0.1	0.9	26.3	427.2	45.7	33.3	43.8
15	65	91	77	84	32.7	30.5	11.8	0.1	1.3	0.8	23.9	20.1	10.4	0.1	0.9	22.4	463.1	39.2	28.4	37.3
10	50	77	63	70	25.1	26.7	11.0	0.1	1.7	0.8	20.2	14.3	9.6	0.1	0.9	19.0	504.0	33.5	24.1	31.7
5	45	63	59	61	19.3	23.5	10.3	0.1	1.9	0.7	16.5	9.6	8.7	0.2	0.9	15.3	556.9	27.1	19.4	25.5
0	40	59	55	57	14.6	20.4	9.6	0.1	1.9	0.8	15.9	8.9	8.5	0.1	0.9	14.8	567.3	26.3	18.8	24.7

Cuadro No. 8
HURRICAI.xls/VÁRIA

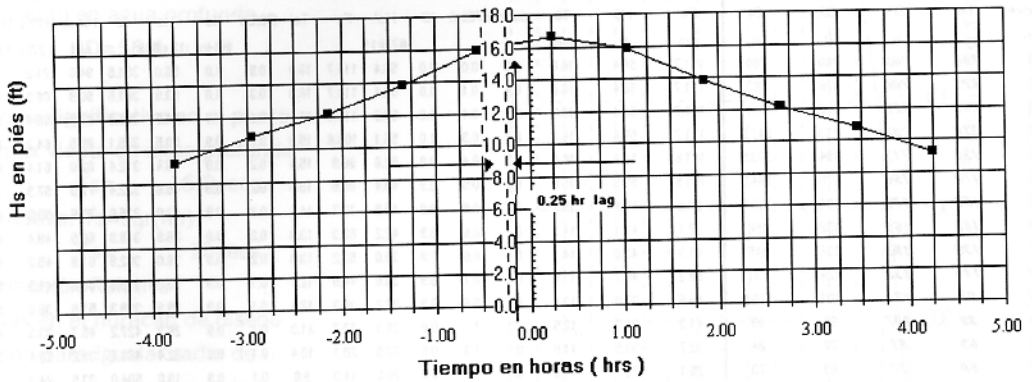
$H_{ref} = 16.7$

Variación del oleaje significativo en la Zona del Emisario

Distancia de max viento desde costa	r/R	$H_s/(H_s)R$	Tiempo de arribo de max. viento $t = -r/W + .25$	H_s	
1	100.0	2.99	0.55	-3.75	9.2
2	80.0	2.39	0.65	-2.95	10.9
3	60.0	1.79	0.73	-2.15	12.2
4	40.0	1.19	0.83	-1.35	13.9
5	20.0	0.60	0.95	-0.55	15.9
6	0.0	0.00	1.00	0.25	16.7
7	-20.0	-0.60	0.95	1.05	15.9
8	-40.0	-1.19	0.83	1.85	13.9
9	-60.0	-1.79	0.73	2.65	12.2
10	-80.0	-2.39	0.65	3.45	10.9
11	-100.0	-2.99	0.55	4.25	9.2

Tiempo luego de arribo de Max. Viento

$H_{s|max} = 16.7$ ft



Cuadro No. 9
HTWAVE1.xls/GSPEED

Velocidad Geostrófica del Viento de Generación de Olas

		Velocidad Superficial	19.33 m/s	35.14 knts
				69.57 km/hr
Radio de la Tierra= Re=	6.38E+08 cm	Del escritorio de:		
Velocidad Atmosférica = w=	7.29E-05 rad/sec	<i>Ing. Luis Marillo B., Ph.D.</i>		
latitude=LA=	10 degrees	11/22/01 18:06		
	0.175 radians			
Rair=	287 mNt/kg*Kelvin	Factor=	0.003214258	
Temperatura =T=	23 Celcius	Ug=	21.92 m/s	
A. Presión en KP=KP=	100	Factor=	360/Re/4/PI()w*0.287*1000/55	
Grados espac.mbar =Ddeg=	5	Ug=	FACTOR*(273+T)/KP/SIN(LA)*DP/Ddeg	
Espac. Isobarico DP=	(2.0) mb	outofplot=	-10	
	2000 dyn/cm^2		109.5802144	2000
Densidad=Ro=	1.18E-03 gm/cm^3			
constante=				
Velocidad de Fondo=	1,205.38 cm/s			
Velocidad Geostrófica	21.92 m/sec			

Corrección por Estabilidad Atm.(US Fleet Weather Manual, 1966)

Temp. para Corr.de Temp. Sup. Factores de Corrección por Temperatura Mar-Aire

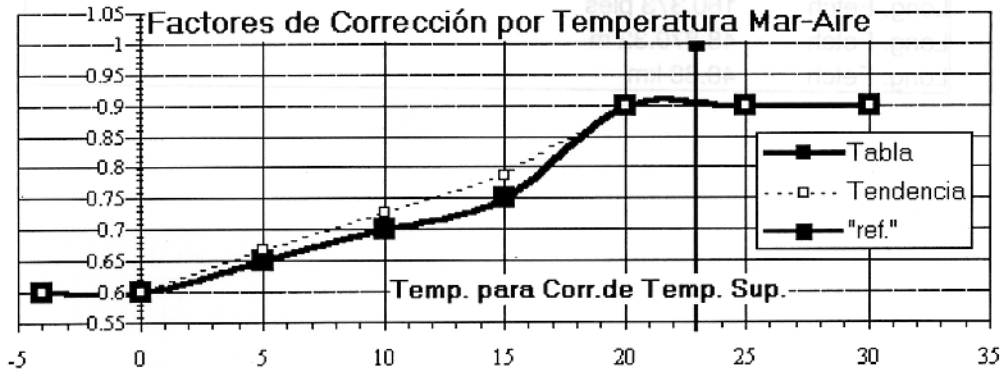
	Tabla	Tendencia	
-4	0.6	0.60	-10
0	0.6	0.60	
5	0.65	0.67	-10
10	0.7	0.73	-10
15	0.75	0.79	
20	0.9	0.90	-10
25	0.9	0.900	-10
30	0.9	0.900	-10

Line Est. ==> m= 0.01 b= 0.61
Factor Correct Sug. 0.882

Factor de Fuerza del Viento o Velocidad del Viento Ajustada

Velocidad Superficial 19.33 m/s ←Us

U_A=> 27.11 m/s = 88.96 ft/s



Cuadro No. 10
HTWAVEI.xls/FETCH

Estimado Longitud Generación de Olas para Zonas Costeras

Predominant Direction = Dir NW

Grados	Cos A	X(l)	X(l)*Cos(A)
-42°	0.743	9.2	6.84
-36°	0.809	11.6	9.38
-30°	0.866	13	11.26
-24°	0.914	15.5	14.16
-18°	0.951	21.8	20.73
-12°	0.978	25.5	24.94
-6°	0.995	27.9	27.75
0°	1.000	100	100.00
6°	0.995	34.1	33.91
12°	0.978	27	26.41
18°	0.951	20.1	19.12
24°	0.914	20.6	18.82
30°	0.866	20	17.32
36°	0.809	17.3	14
42°	0.743	15.8	11.74

Long. Fetch 26.38nm
 Long. Fetch 160,373.04 pies
 Long. Fetch 160,373 pies
 Long. Fetch 48,879.32 m
 Long. Fetch 48.88 km

Cuadro No. 11
HTWAVE1.xls/HTHOMS

Condiciones Estimadas de Oleaje para un Fetch y Velocidad Dadas.

Prof= d= 34 ft ntf= 1.47 mph to ft/s Dir. Dominante NW
 Vel= u= variable Tadj=0.16
 Gaf= g= 32.2 % tiempo total
 Fecth= f= 160373 ft NW

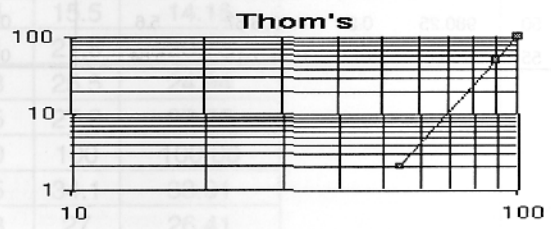
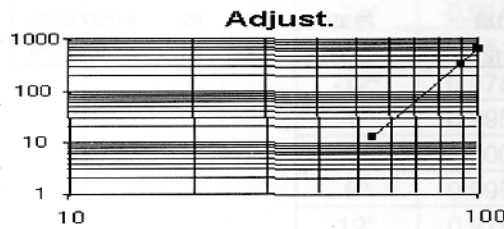
mph					Ajustadas por Prob. De Excelencia				
Velocidad	$g \cdot F / U^2$	$g \cdot d / U^2$	Tanh H(s)	T(s)	1/Y(adj)	1/Y(adj)*10	Hs=Y	I1=0.99	I2=8.93
35	1,959.70	0.42	0.27 5.02	4.78	0.456	70.95	5.02	99.5	3.864623664
45	1,185.50	0.25	0.19 6.16	5.35	0.294	45.54	6.16	99	3.880312532
50	980.25	0.2	0.16 6.67	5.6	0.189	29.35	6.67	95	4.013719532
55	798.6	0.17	0.14 7.15	5.84	0.121	18.88	7.15	90	4.186137418

Cuadro No. 12
HTWAVEI.xls/THOMS

Frecuencias del Viento de Thoms

Viento Predominante del NW 0.16 Dirección NW % of time <= tajd

Quantile	Thom's Rec. Interv. yrs	Ajust. Rec. Int. yrs	X U (mph)	Y Adjust. Rec Int. yrs	X U (mph)	Y Thom's Rec. Int. yrs	X U (mph)	Y Thom's Rec. Int. yrs	Y Adjust. Rec. Int. yrs
0.5	2	12.5	55	12.5	55	2	55	2	12.5
0.02	50	312.5	90	312.5	90	50	90	50	312.5
0.01	100	625	100	625	100	100	100	100	625



Expresiones de la forma

$$Y=I2^*I12$$

I1 of adj= 1.0922597

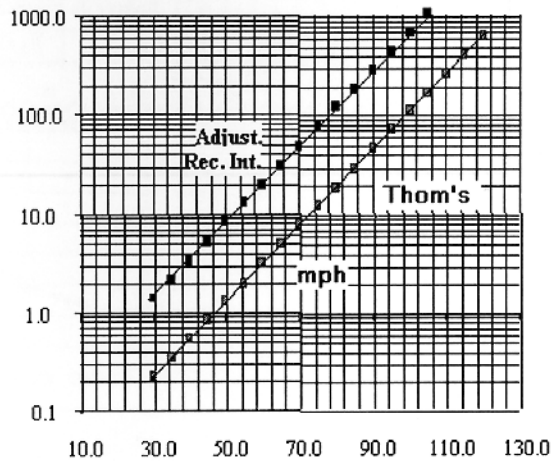
I1 of Thom= 1.09226 X=U Vel. Viento en mph

I2 of Adj= 0.0998304

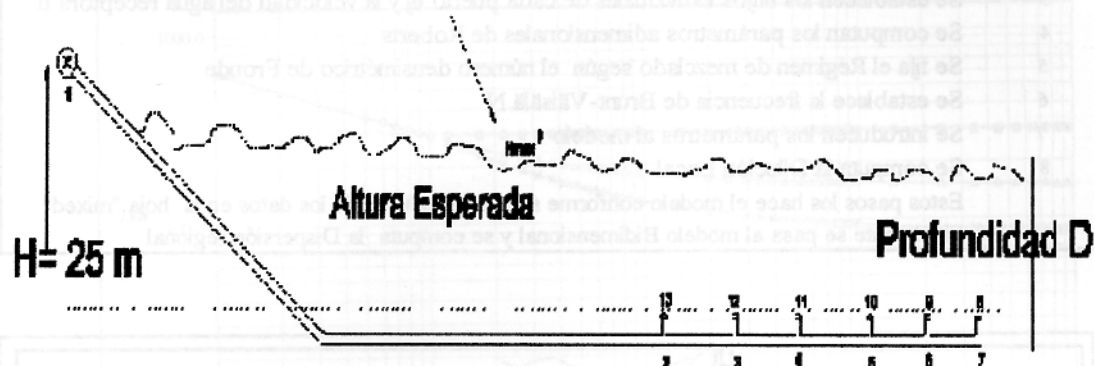
I2 of Thom= 0.01597 Y=Intervalo de Recurrencias en años

X	Y-adj	1/Y(adj)	X	Y-th
30.000	1.409	0.710	30.000	0.200
35.000	2.191	0.456	35.000	0.400
40.000	3.406	0.294	40.000	0.500
45.000	5.296	0.189	45.000	0.800
50.000	8.233	0.121	50.000	1.300
55.000	12.799	0.078	55.000	2.000
60.000	19.898	0.050	60.000	3.200
65.000	30.935	0.032	65.000	4.900
70.000	48.093	0.021	70.000	7.700
75.000	74.767	0.130	75.000	12.000
80.000	116.235	0.009	80.000	18.600
85.000	180.703	0.006	85.000	28.900
90.000	280.929	0.004	90.000	44.900
95.000	436.743	0.002	95.000	69.900
100.000	678.977	0.00147	100.000	108.600
105.000	1055.565	0.00095	105.000	168.900
110.000	1641.023	0.00061	110.000	262.600
115.000	2551.198	0.00039	115.000	408.200
120.000	3966.193	0.00025	120.000	634.600
125.000	6165.999	0.00016	125.000	986.600
130.000	99585.904	0.00010	130.000	15533.700
135.000	15902.623	0.00007	135.000	2384.400
140.000	23168.202	0.00004	140.000	3706.900

Intervalo de Recurrencia de Thoms Ajustado en Años



Esquema de la Tubería con numeración de Nodos



Considerar:

- Caída Hidráulica
- Caída por Ola Mayor
- Cambio de Nivel
- Cambio de Densidad

Figura No. 1 : Diagrama esquemático de la tubería de descarga submarina del emisario.

Figura No. 2
INSTRUCC

P r o c e d i m i e n t o s

- 1 Se determina la distribución de **salinidad y temperatura** y se deduce el **campo de masa**
- 2 Se determina el **Gasto Q** del emisario y la longitud del Difusor
- 3 Se establecen los flujos individuales de cada puerto u_j y la velocidad del agua receptora u .
- 4 Se computan los parámetros adimensionales de Roberts
- 5 Se fija el Régimen de mezclado según el número densimétrico de Froude
- 6 Se establece la frecuencia de Brunt-Väisälä N
- 7 Se introducen los parámetros al modelo
- 8 Se computa la Dilución Local

Estos pasos los hace el modelo conforme se van introduciendo los datos en la hoja "mixed"
Finalmente se pasa al modelo Bidimensional y se computa la Dispersión regional

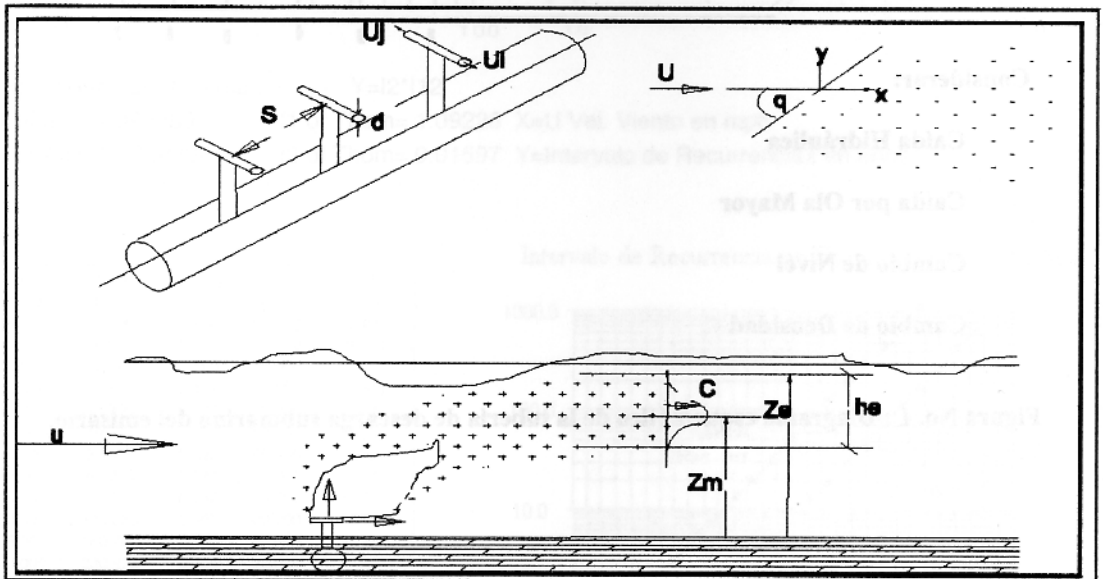


Figura No. 3
MPL0T

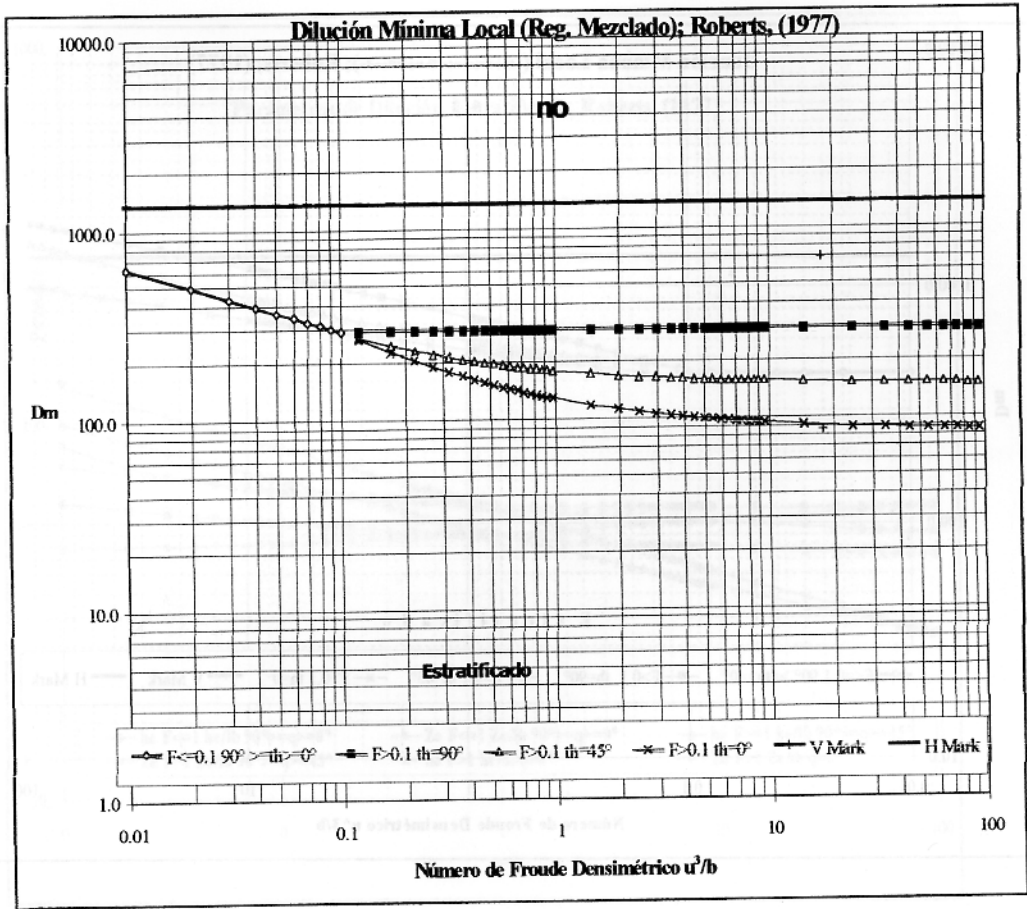


Figura No. 4
SPLIT

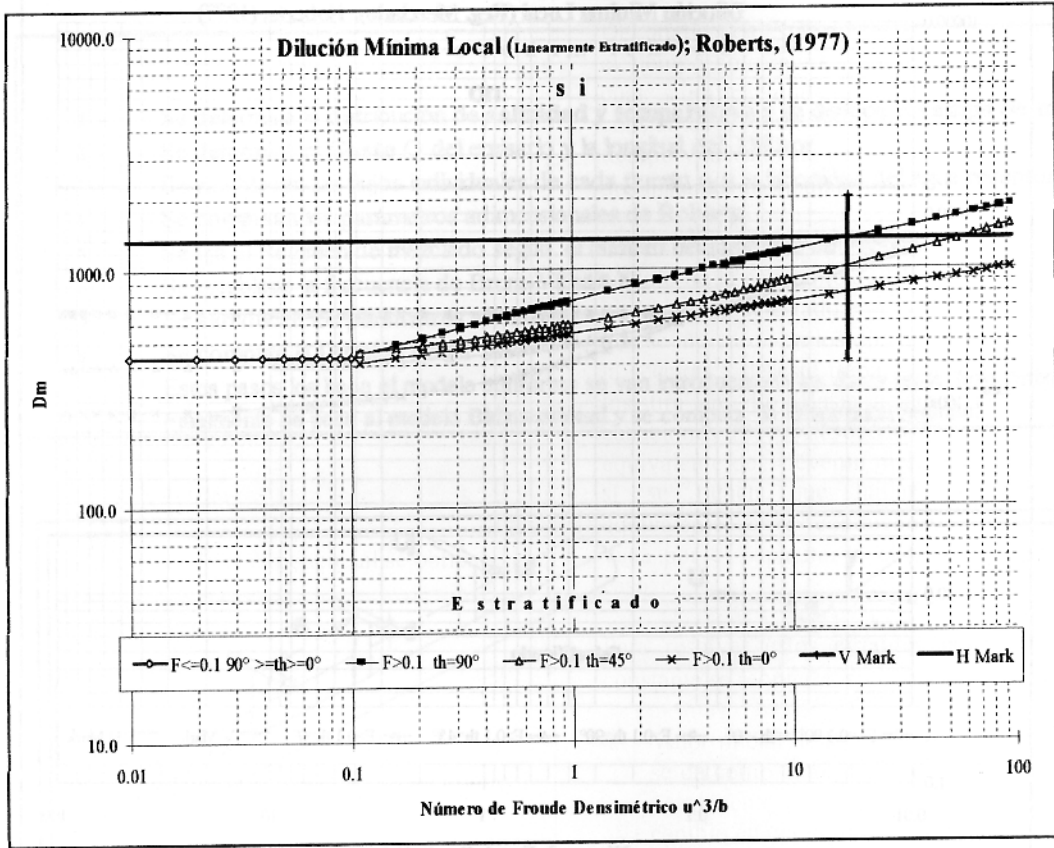


Figura No. 5
PARA

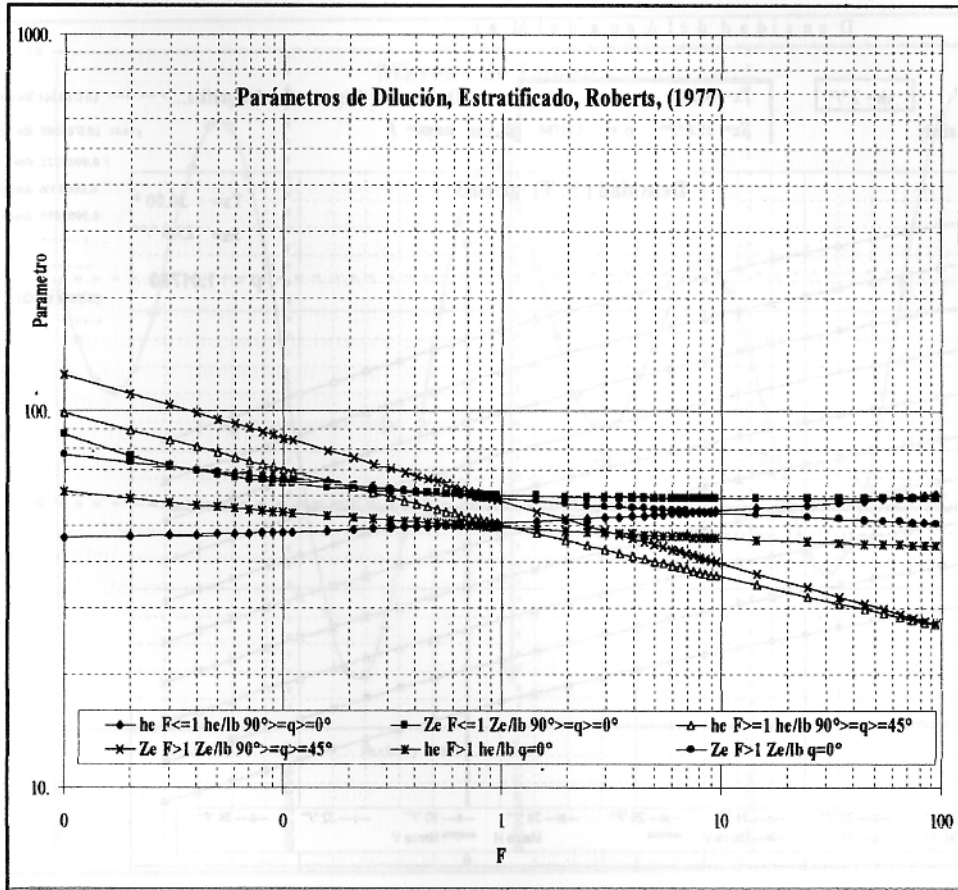


Figura No. 6
RO(S,T)

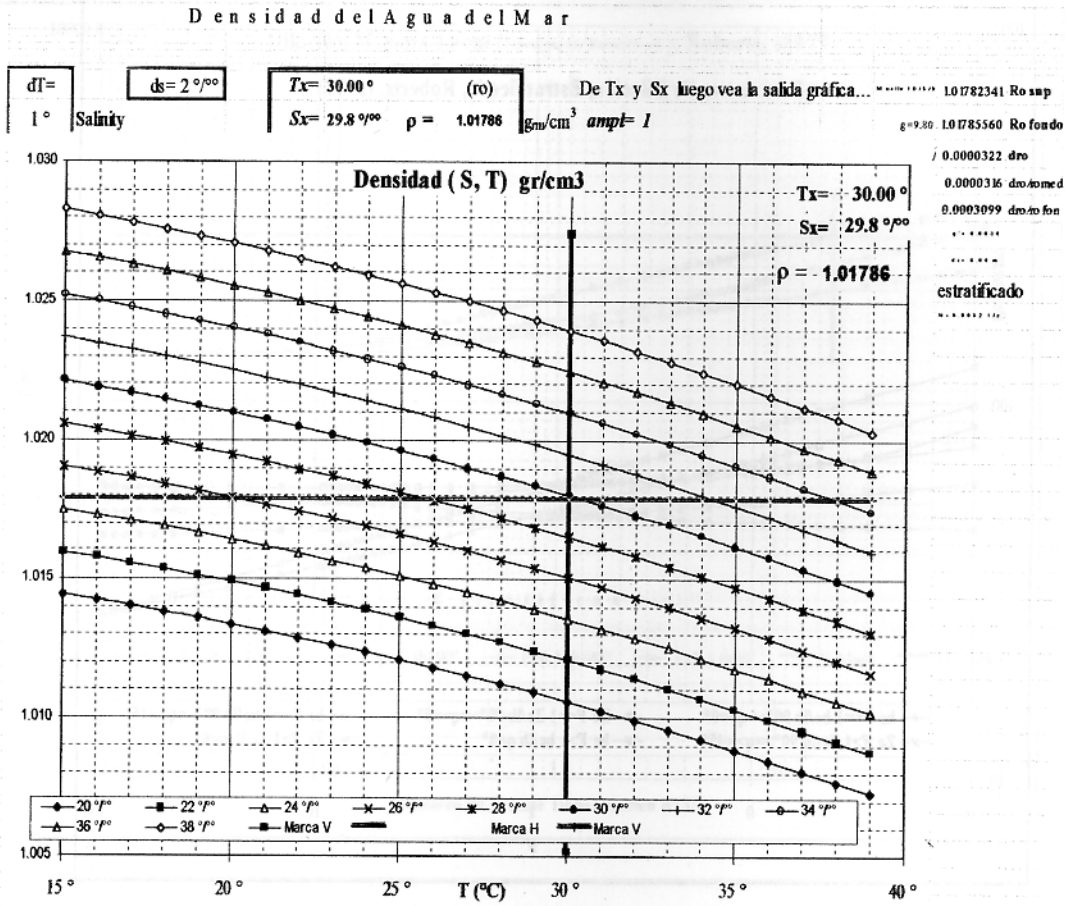


Figura No. 7
MAREAH

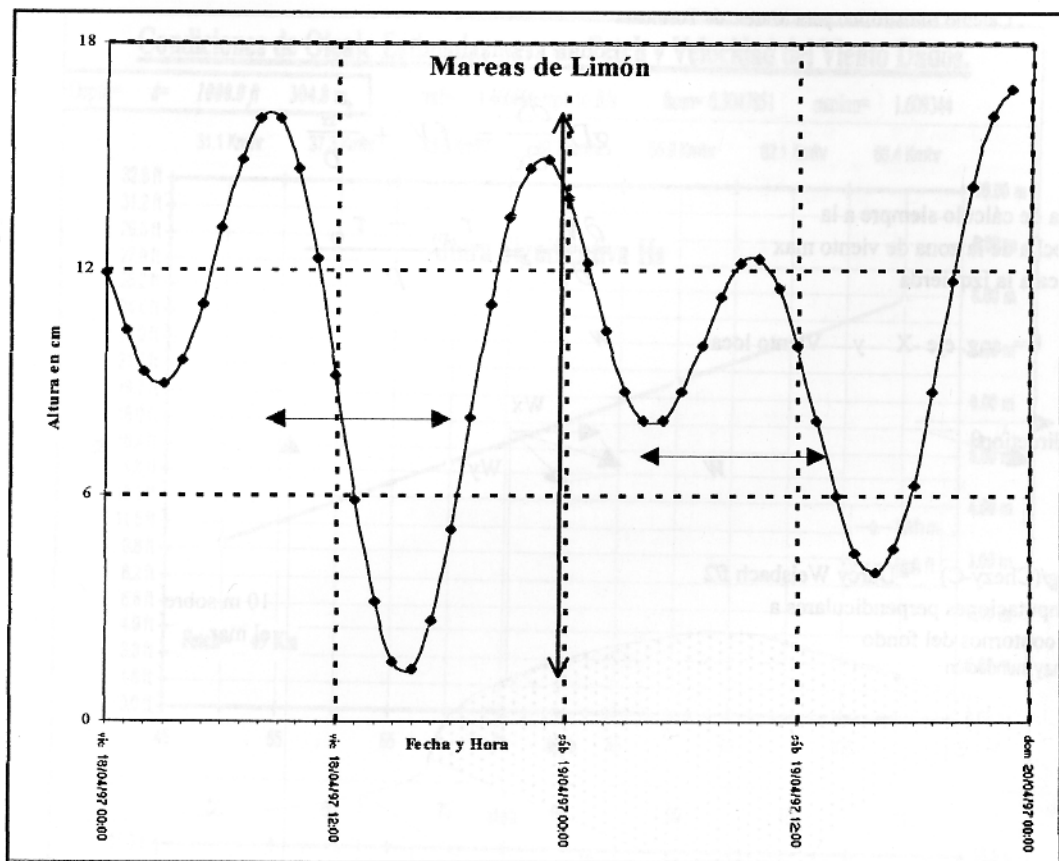


Figura No. 8
FIG8.xls/TEORIA

Cálculo Batistráfico para Marea de Tormenta

Bodine (1971)

$$gD \frac{\partial S}{\partial x} = fV + \frac{\tau_{sx}}{\rho}$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\tau_{sy} - \tau_{by}}{\rho}$$

línea de cálculo siempre a la derecha de la zona de viento máxima nunca a la izquierda

$\theta =$ ang. eje -X y Viento local



$K = g / (\text{Chezy-C})^2 = \text{Darcy Weisbach } f/2$
computaciones perpendiculares a los contornos del fondo
No hay inundación

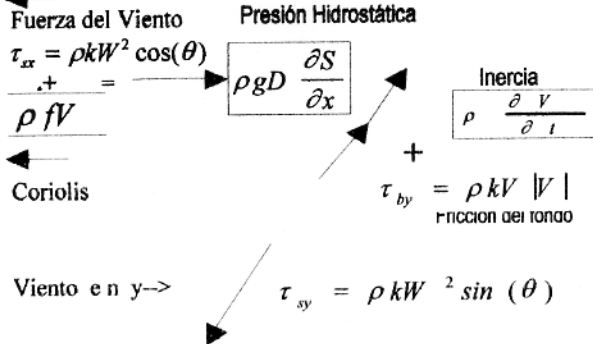
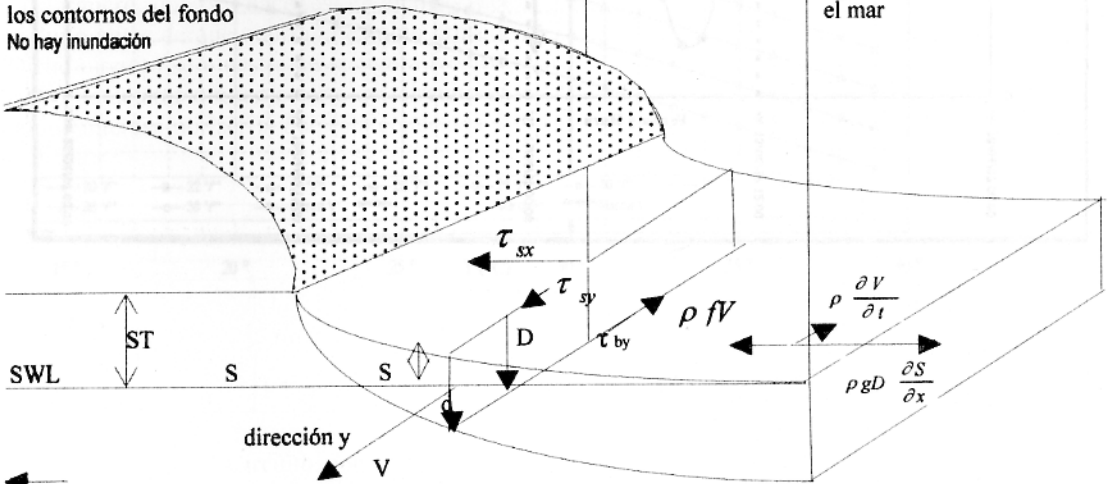


Figura No. 9
HTWAVEL.xls/HTWAVE

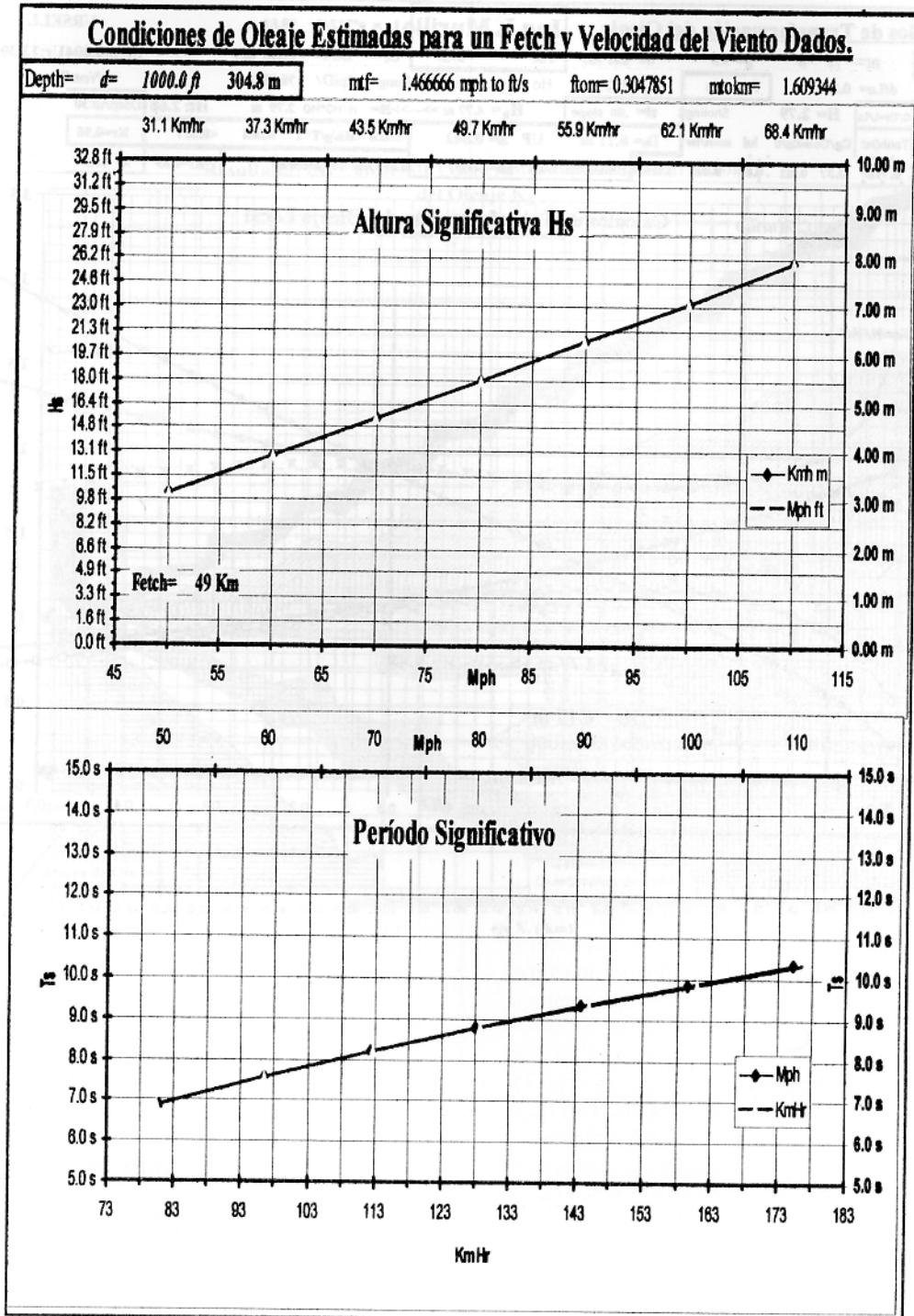


Figura No. 10
NIELSENI.xls

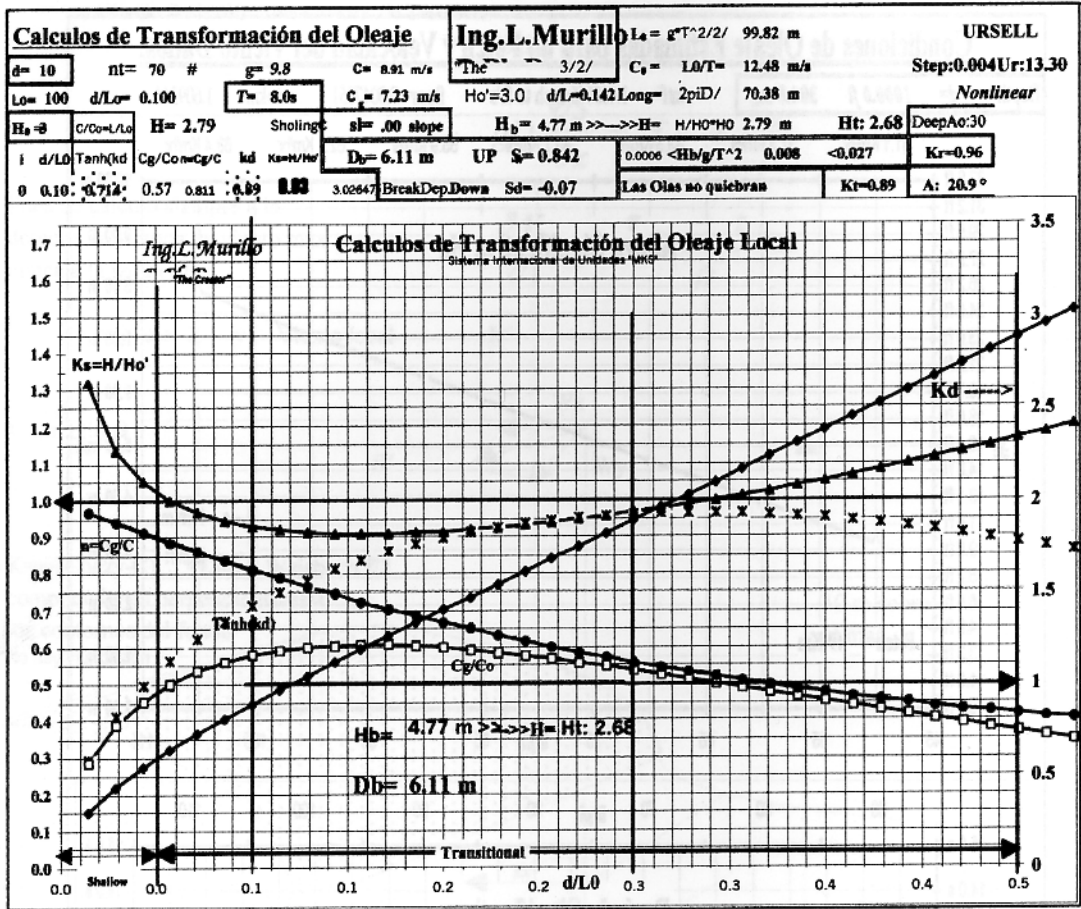


Figura No. 11
DIFRAL.xls DIFRA

