

BIBLIOGRAFIA

- 1.) Bravo, M.C.; «Estudio de la marea en el Golfo de Arauco. Parte I: Influencia en el río Bío Bío.» Informe para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, 1995.
- 2.) Franco, A.; «Tides, Fundamentals Analysis and Prediction»; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1981.
- 3.) Repetto, E.; «Tratado de Mareas y de Análisis Armónico, con Generalidades Sobre Fluctuación del nivel Fluvial»; Talleres Gráficos Argentinos de L.J. Rosso, Buenos Aires, 1927.
- 4.) Pérez, F. y Silva, J.; «Estudio de Crecidas del Río Bio Bio Bajo Aplicación a Problemas de Inundación, en la Zona de Hualqui a Concepción»; Informe para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, 1985.
- 5.) Gana, J.; «Estudio de Crecidas del Río Mapocho»; Universidad de Concepción, 1984.
- 6.) Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile; «Tabla de Mareas de la Costa de Chile y Puertos de la Costa Sud Americana»; S.H.O.A. Pub. 3009, 1992.
- 7.) Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile; «Glosario de Mareas y Corrientes»; 2da Edición, Pub. 3013, 1992.
- 8.) Ven Te Chow; «Open-Channel Hydraulics»; International Student Edition, 1959.
- 9.) Amein M. and Chu H.L.; «Implicit Numerical Modeling for Unsteady Flows»; Journal of the Hydraulics Division. Asce, Vol. 101 N° HY6, June 1975.
- 10.) Instituto Nacional de Hidráulica; «Investigación Defensas Fluviales Ribera Norte Río Bío Bío, Ajuas Abajo Puente Viejo - Concepción», Trabajo de Terreno, Informe de Avance N°3, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Portuarias, Regiones VII, VIII, y IX; Chile, Mayo 1992.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA XII CONGRESO CHILENO



Sociedad Chilena
de Ingeniería Hidráulica



Instituto Nacional
de Hidráulica - Chile

3

ESTUDIO DE LAS DESCARGAS AL MAR DE LOS DESAGÜES PLUVIALES DE SANTA TERESITA - Pcia de Buenos Aires - Argentina

AMARILLA R., SCHMIDT S., DIAS R., CECOTTI R. (1)

RESUMEN

Se realizó un estudio para determinar las características de las obras de descarga al mar de los desagües pluviales de la ciudad de Santa Teresita.

En la actualidad, las descargas al mar de los desagües pluviales se producen sin ningún tipo de recaudos adicionales lo que, frecuentemente, provoca erosiones localizadas en la playa, y descalce de los conductos en su tramo final.

Se analizaron las condiciones ambientales del lugar, tales como olas, corrientes, niveles de marea y transporte de sedimentos a lo largo de la costa.

El estudio del problema se centró en dos aspectos: la disipación de la energía del escurrimiento y las condiciones del flujo en la salida sobre la playa. La evaluación de los mismos se realizó en base a la eficiencia en la disipación y a las alteraciones que la descarga produciría sobre el medio ambiente costero.

Se ha estudiado el comportamiento hidráulico, en forma analítica y por ensayos sobre modelos físicos a escala, de distintas soluciones estructurales resultando más conveniente el dissipador de tipo impacto tal como lo propone el U. S. Bureau of Reclamation [USBR., 1974], complementado con un revestimiento de rocas a la salida del flujo sobre la playa.

(1) Departamento de Hidráulica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata. Calle 1 y 47- 1900 La Plata - Argentina - Tel/Fax: +54 21 32637

1.- INTRODUCCION

La Dirección Provincial de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires encomendó al Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata la realización del estudio de las descargas al mar de los desagües pluviales de la ciudad de Santa Teresita, ubicada el Municipio Urbano de la Costa, provincia de Buenos Aires, Argentina, en un marco compatible con el medio ambiente costero. La Figura 1 permite observar su ubicación geográfica.

Para el efectivo cumplimiento de este objetivo se ha procedido, en primer término a una recopilación de información sobre obras ejecutadas o a ejecutar y que tuvieran vinculación con la zona en estudio. Entre ellas se destacaron, por su importancia, los proyectos de Desagües Pluviales de Santa Teresita, (PDP) y Protección de Médanos y Edificación en Santa Teresita y Mar del Tuyú, (PPM), ambos elaborados por la Dirección Provincial de Hidráulica y que le dan marco al presente estudio. A esto se agregó la información referente a perfiles de playa y a variables meteorológicas y marítimas: vientos, olas y mareas, obtenidas de los estudios realizados en el área con anterioridad.

Una vez analizada la información se procedió al planteo de alternativas de obra.

Un primer examen indicó que la capacidad erosiva de los caudales de diseño descartaban la posibilidad de prescindir de la obra. Seguidamente se estudiaron un total de 7 alternativas. De ellas, 6 fueron del tipo disipadores a resalto con distintos niveles de ingreso del conducto de descarga y del fondo del cuenco de resalto y, la alternativa restante, un disipador de tipo impacto. En esta última, la energía del escurrimiento se disipa por incidencia del chorro de descarga contra una placa interpuesta en el escurrimiento.

La selección de la alternativa más conveniente se efectuó considerando aspectos ambientales, hidráulicos, constructivos y de compatibilidad con las obras de defensa costera proyectadas. Esto se complementó con la construcción y ensayo de un modelo físico a escala reducida a fin de verificar su comportamiento bajo las condiciones particulares de la obra.

Si bien el impacto ambiental de la obra fue un factor determinante a lo largo del estudio, se prestó especial atención a aspectos tales como seguridad de las personas y vehículos, remoción de arena durante las descargas pluviales intensas y capacidad del medio para restituir la playa a su condición original.

Dada la necesidad de contar con estimaciones del volumen de arena removida de las playas por las olas, se realizó un cálculo del transporte litoral especialmente para este estudio.

2.- PROYECTOS ANTECEDENTES

2.1.- Desagües Pluviales

En el proyecto de Desagües Pluviales (PDP) se indica que las descargas al mar se concentran en tres conductos de sección rectangular. Cada uno de ellos recibe dos colectores en sendas cámaras de descarga ubicadas en la avenida costanera.

Dada la similitud de las características de los tres conductos de descarga, se adoptaron los parámetros de diseño correspondientes al ramal que presentaba las condiciones de escurrimiento más severas, que son: Ancho del conducto: 2.40 m.; Alto del conducto: 1.00 m.; Caudal de diseño: 4.50 m³/s; Cota de solera del inicio del conducto: 1.80 m.

2.2.- Defensa costera

El proyecto de Protección de Médanos (PPM) prevé una protección paralela a la costa y se compone de un revestimiento de tipo colchonetas de bloques de hormigón premoldeados, apoyados sobre un talud de arena de pendiente 1:3, cubierto por una manta de geotextil y, sobre ella, una capa de piedra partida de 0.10 m. de espesor. Se prevén como anclajes, un tablestacado de hormigón en su extremo inferior y una viga apoyada sobre pilotines en su extremo superior. Por delante del tablestacado y hacia la playa, se prevé un manto de enrocado de 5 m. de ancho y 0.50 m. de espesor. Toda la obra estará cubierta por una capa de arena, formando una duna, de aproximadamente 1 m. de espesor. Los detalles de la sección transversal pueden observarse en la Figura 2.

El diseño de la obra de descarga debió ajustarse a las condiciones geométricas y estructurales de esta protección, previéndose además una adecuada vinculación entre ambas.

3.- CONDICIONES AMBIENTALES

3.1.- Niveles del Mar

El régimen de mareas en el área es semidiurno con desigualdades diurnas y amplitud media es del orden de 0.7 m. [SHN,1993]. La pleamar máxima observada, sobre el Cero IGM o nivel medio del mar, desde 1975 hasta 1979, fue +1.79 m y la bajamar máxima -1.33 m. [COPUAP,1983]. El análisis de valores extremos indica que el nivel del mar para distintos períodos de retorno, resulta: +1.81 m (10 años) y +1.89 m (100 años).

3.2.- Olas

La altura significativa máxima medida, durante el período 1974-1984 y al sur de Punta Médanos [COPUAP,1983], es del orden de 5.4 m., asociada a un período de 7/8 s. del SE. El resultado del análisis de valores extremos de alturas significativas medidas con los olígrafos, al sur de Punta Médanos, indica que la altura significativa centenal, $H_{s_{100}}$, corresponde a 6.15 m, asociada con un período de 7 s y del SSE/SE. Esta información debe considerarse representativa al sur de Punta Médanos. Por lo tanto, para que tenga significado en la zona al norte de la punta, se harán las siguientes consideraciones:

a) Las alturas al norte de la punta son típicamente 20% menores a aquellas al sur de la misma. En consecuencia: $H_{s_{100}}(\text{norte}) = 0.8 H_{s_{100}}(\text{sur}) = 4.9$ m.

b) Aplicando los criterios de transformación de olas (shoaling, refracción y fricción), [SPM,1984], el coeficiente de transformación, K, resulta para la dirección: SSE, $K = 0.51$, y para la dirección SE, $K = 0.65$ (para una profundidad de 5 m aproximadamente). En términos de la altura significativa centenal para la zona de interés resulta $H_{s_{100}}(\text{SSE}) = (0.51)(4.9) = 2.5$ m y $H_{s_{100}}(\text{SE}) = (0.65)(4.9) = 3.2$ m.

Con propósitos de diseño se adopta $H_{s_{100}} = 3.2$ m asociada con un período de 7 s y un nivel del mar, +1.89 m.

También se ejecutó un programa de observaciones visuales desde la costa concretadas 2 veces por día. Hay 2 direcciones netamente dominantes, E, y ESE correspondiendo la primera a olas que rompen normales a la costa. Las alturas observadas no superan los 2.5 m y, en general, grandes alturas se asocian a la dirección ESE.

3.3.- Perfiles de Playa

Los sedimentos de las playas de Santa Teresita son del tipo "arenas finas" con un diámetro, d_{50} medio, sobre 21 muestras, de 0.22 mm. (desvío igual a 0.02 mm.), [UNLP,1987]. Las muestras fueron tomadas al pie de la duna y sobre la playa.

Se ha realizado una estimación para el perfil de playa característico de la zona, en base a la medición de perfiles de playa en la zona a fines del año 1992 y a principios de año siguiente luego que una tormenta atacó y dañó severamente dunas y construcciones existentes. Se asumió que el perfil de playa de equilibrio tiene la forma: $h(x) = Ax^m$ [SPM,1984] donde h es la profundidad medida desde el nivel medio, A y m son parámetros y x la distancia desde la costa.

A partir de las mediciones se calcularon los parámetros característicos del perfil de playa (en condiciones de equilibrio dinámico) que resultaron $A = 0.10 \text{ m}^{1/3}$ y $m = 0.67$, aproximadamente.

3.4.- Transporte de Sedimentos Normal a la Costa debido a Olas

La comparación de perfiles antes y después de la tormenta de principios de año de 1993, permitió una estimación del grado de recesión de la línea de costa y el volumen de arena erosionado.

Se puede asumir que durante tormentas con períodos de retorno del orden de los 10 años, el volumen erosionado es de 40 m³/m lineal de costa, asociado con una recesión de la línea de costa (sobre los niveles de actividad directa del mar) de 20 m.

3.5.- Transporte de Sedimentos a lo Largo de la Costa debido a Olas

Se realizaron estimaciones del transporte de arena a lo largo de la costa a partir de mediciones y observaciones visuales de olas.

a) El Laboratorio de Hidráulica Aplicada (LHA), [INCYTH,1976], estimó el transporte de sedimentos a lo largo de la costa (Método del Flujo de Energía, MFE [SPM,1984]) en base a 4 meses de mediciones de olas. Llamando a las diferentes expresiones del transporte: Q_i : volumen transportado hacia el norte; Q_d : volumen transportado hacia el sur; Q_n : volumen neto transportado ($=Q_i - Q_d$) y Q_t : volumen total transportado ($=Q_i + Q_d$); y considerando que los valores obtenidos por el LHA fueron corregidos, [Galvin,1978], resultaron al norte de Punta Médanos, $Q_n = 403.000 \text{ m}^3/\text{año}$ (hacia el N) con las siguientes relaciones: $Q_d/Q_i = 0.34$.

b) Otra estimación del transporte se realizó en base a observaciones visuales de olas (Método de Galvin, MG, [Galvin,1972]), [Galvin, 1978], y resultó $Q_t = 576.000 \text{ m}^3/\text{año}$.

c) El Servicio de Hidrografía Naval [Lanfredi,Schmidt,1979], produjo otra estimación del transporte en base a 3 años de observaciones visuales de olas en Mar de Ajó (MFP). Los cálculos indican los siguientes valores: para el año 1976, $Q_n = 710.000 \text{ m}^3/\text{año}$, con $Q_d/Q_i = 0.30$; año 1977, $Q_n = 1.483.000 \text{ m}^3/\text{año}$, con $Q_d/Q_i = 0.16$ y año 1978, $Q_n = 425.000 \text{ m}^3/\text{año}$, con $Q_d/Q_i = 0.23$, todos hacia el N. Además se realizó con la misma información, otro cálculo (MG) obteniéndose los siguientes valores del transporte total: para el año 1976, $Q_t = 595.000 \text{ m}^3/\text{año}$; año 1977, $Q_t = 1.080.000 \text{ m}^3/\text{año}$ y año 1978, $Q_t = 555.000 \text{ m}^3/\text{año}$.

Se calculó, a partir de observaciones visuales de olas complementarias [UNLP,1993], utilizando el Método de Galvin, el transporte total, Q_t , que resultó ser de 697.000 m³/año. Dado que este cálculo se ha realizado con el número de datos más grande disponible y por lo tanto es más confiable y que las estimaciones realizadas con el Método de Galvin son parecidas, se adopta un valor de $Q_t = 700.000 \text{ m}^3/\text{año}$, para los objetivos de diseño. Para determinar el transpor-

te neto, Q_n , se tomarán las relaciones presentadas para Q_d/Q_i , que en promedio resultan igual a 0.26. Por lo tanto, $Q_i = 555.000 \text{ m}^3/\text{año}$, $Q_d = 145.000 \text{ m}^3/\text{año}$ y $Q_n = 410.000 \text{ m}^3/\text{año}$. De los cálculos realizados puede destacarse que en todos los casos $Q_i > Q_d$, lo que indica un transporte neto hacia el N.

4.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para el planteo y análisis de las diferentes alternativas de obra se la dividió en sectores que comprendan fenómenos hidráulicos posibles de ser analizados en forma independiente, y ellos fueron:

- Conducto de descarga: comprende al conducto que une la cámara de empalme proyectada para los desagües pluviales con el sector de disipación hacia la playa.
- Sector de disipación: donde se produce una fuerte pérdida de energía por turbulencia, sea éste la playa sin protección o un cuenco revestido.
- Sector de salida: aguas abajo del sector de disipación, es aquí donde se produce la distribución de la lámina de agua sobre la playa.

4.1.- Conducto de descarga

Para su estudio, y a fin de acotar las variables, se consideraron dos casos extremos: a.- Pendiente de solera mínima tal que asegure una revancha entre el pelo de agua y el techo del conducto y b.- Pendiente de solera máxima tal que la cota de salida del conducto coincida con el nivel de la playa.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los valores a utilizar en el análisis de los sectores subsiguientes.

4.2.- Sector de disipación

En este sector se concentra la mayor disipación de energía por turbulencia del escurrimiento. A esto se agrega la condición que a su salida se genere un perfil de velocidades ordenado y uniforme para minimizar su acción erosiva sobre la playa.

Se estudiaron un total de 8 alternativas agrupadas del siguiente modo:

Caso 0: la descarga se realiza sin ningún tipo de obra complementaria, esto es, saliendo directamente sobre la playa.

Caso 1: construcción de una platea de hormigón a modo de revestimiento con el fin de evitar la erosión de la playa en la zona de impacto de la lámina de agua y su resalto.

Caso 2: como consecuencia de lo observado en los casos anteriores se analizó un dissipador de impacto tal como lo propone el U.S.B.R con su fondo a cota -0.50 m.IGM.

4.2.1.- Caso 0

La caída de la lámina de agua sobre la arena provocará una fosa de erosión que dependerá del gasto, de la altura de la caída y del tamaño de las partículas de arena.

Las características del resalto se calcularon en base a las expresiones propuestas por Rand [Ven Te Chow, 1986], para resaltos provocados por vertederos de lámina destacada.

Para sedimentos de pequeños diámetros es razonable suponer que la caída de la lámina dará lugar a la formación de un cierto perfil de erosión que se estabilizará cuando el impacto del chorro sea amortiguado en su totalidad por la masa de agua acumulada debido al incremento local de la profundidad.

Según Schoklitsck [Ven Te Chow, 1986] la profundidad de la fosa medida desde el pelo de agua al egreso del resalto será de 6.81 m.

En lo que respecta a las dimensiones horizontales de la fosa de erosión, no existe coincidencia entre los distintos autores, estimándose en algunos casos que duplica la longitud del resalto en tanto otros afirman que no llega a estabilizarse nunca.

4.2.2.- Caso 1

La platea de hormigón cumpliría la doble función de confinar los límites del resalto por un lado y evitar la erosión de la playa en la zona de impacto de la lámina y bajo el resalto asociado.

La platea de hormigón se ubicará a distintas cotas a fin de evaluar la sensibilidad del diseño.

Las características geométricas del resalto hidráulico se calcularon utilizando el procedimiento del caso anterior y se detallan en la Tabla 2.

4.2.3.- Caso 2

En este caso se consideró la construcción de un cuenco amortiguador del tipo de impacto, siguiendo los lineamientos propuestos por el U.S. Bureau of Reclamation [USBR, 1974].

El diseño consta de una caja de hormigón por uno de cuyos laterales ingresa el conducto y con el lateral opuesto abierto. En su zona central se ubica una placa vertical colocada en forma transversal al escurrimiento, que ocupa todo el ancho de la caja y se encuentra suspendida frente a la salida del conducto, anclada a los laterales.

La disipación de la energía del chorro se obtiene haciéndolo chocar contra la placa vertical, por el brusco cambio de dirección de la corriente y los remolinos que esto genera.

Las características de este diseño hacen que su funcionamiento como disipador de energía sea eficiente aún bajo condiciones de tirante de restitución insuficiente.

Para el gasto de diseño adoptado, las dimensiones de la estructura se detallan en la Figura 3.

4.3.- Salida a la playa

Aguas abajo de la zona de disipación se produce la descarga sobre la playa. En los casos tratados como Caso 0 la zona de disipación es la playa misma por lo que su análisis ya fue desarrollado oportunamente.

En las variantes del Caso 1 la dimensión del cuenco de disipación se podrá considerar igual a la longitud total calculada.

Bajo este criterio, aguas abajo se podrá generar un perfil de erosión localizado debido a la conjunción de varios factores entre los que podrían mencionarse: las expresiones utilizadas en los cálculos suponen que el tirante conjugado ocurre bajo hipótesis como escurrimiento rectilíneo, distribución hidrostática de presiones, perfil uniforme de velocidades e intensidad de turbulencia normal. Estas condiciones difícilmente puedan ser cumplidas en la descarga sobre la playa debido principalmente a la ausencia de una sección de control y a la expansión que experimenta el ancho del escurrimiento.

Como consecuencia de ello es posible suponer que la macroturbulencia del resalto exceda los límites fijados por la expresión de Backmeteff.

El mecanismo de estabilización del perfil de erosión es el mismo que el analizado en el Caso 0 y consiste básicamente en la disminución de la capacidad erosiva del flujo por aumento local de la profundidad.

Para el cálculo de la profundidad máxima de erosión se utilizó la fórmula propuesta por Catakli [Lopardo, 1991] para erosión aguas abajo de cuencos amortiguadores de resalto resultando valores entre 2.00 y 2.50 m. para la profundidad de la fosa de erosión.

En lo que respecta al Caso 2, no se proponen expresiones que permitan predecir el comportamiento hidráulico de la descarga ya que el diseño fue desarrollado en base a experimentación sobre modelos a escala reducida.

En el Proyecto de Protección de Médanos la sección transversal de la obra incluye un revestimiento del pie con un manto de rip-rap de 0.50 m de espesor y 5.00 m de ancho. Esto permite incluir en el diseño de la descarga el mismo revestimiento en la protección del sector de salida a la playa.

5.- SELECCION DE LA ALTERNATIVA

El Caso 0, que considera la descarga de la lámina de agua directamente sobre la playa, ocasionaría una fosa de erosión de más de 5.00 m de profundidad que obviamente resulta inadmisibles ya que, si bien esta será restituida por la acción del oleaje en un período relativamente corto, entraña un serio riesgo para los usuarios por un lado y para la estabilidad de las obras por otro.

En el Caso 1, se consideraron varios niveles de fondo del cuenco obteniéndose en casi todos los casos longitudes mínimas necesarias para contener el resalto del orden de los 10 a 20 m. La limitación de espacio que impone la obra de protección de costa no permitiría la ejecución del cuenco.

Pero el condicionante más importante de las alternativas que proponen un disipador de resalto lo constituye el número de Froude de entrada al resalto que para todas las alternativas se encuentra entre 2.17 y 4.26.

Según el U.S.B.R [USBR, 1974], para valores de número de Froude de ingreso al resalto entre 2.5 y 4.5 se produce un régimen de transición o resalto de tipo oscilante con fuertes ondulaciones y gran inestabilidad que se propaga más allá de los límites teóricos del resalto. No llega a formarse un verdadero resalto hidráulico y a los fines de disipación de la energía por turbulencia son los menos efectivos.

El Caso 2 resuelve en parte estos problemas debido a que el diseño tiene una longitud total de 5.00 m que es compatible con la obra de defensa.

Por otra parte su funcionamiento como disipador de energía es eficiente aún bajo condiciones de tirante de restitución insuficiente, que es precisamente uno de los puntos críticos de las alternativas analizadas hasta este momento.

Como aspectos desfavorables se destacan la complejidad del diseño a los fines constructivos, su alto costo y el hecho de ser una obra enteramente elaborada en forma experimental, no proponiendo sus autores ningún método de cálculo para conocer las características del flujo aguas abajo de la obra.

Esto obligó a la realización de ensayos en modelo físico a escala a fin de verificar su funcionamiento bajo las condiciones particulares de la obra en estudio.

Se construyó un modelo a escala 1:10 de la obra que fue ensayado bajo la condición de

máxima descarga.

De acuerdo al análisis realizado precedentemente y a que su funcionamiento hidráulico observado en el modelo físico fue satisfactorio se considera el Caso 2 como el más conveniente para la obra de descarga de los desagües pluviales.

6.- ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

La necesidad de evaluar el impacto ambiental de estas obras sobre las playas, surge de la creciente preocupación pública y la toma de conciencia generalizada sobre la finita capacidad de la naturaleza de reponerse ante severos cambios impuestos por la propia actividad humana.

La implantación de estructuras como las sugeridas en este informe plantean "a priori" un problema ambiental "local". Es decir, no se prevé que tengan influencia mucho más allá de un entorno de magnitud igual al ancho de la misma playa.

La principal preocupación ambiental, desde el inicio mismo del diseño, lo constituyó la fosa de erosión resultante en condiciones de máxima descarga y sin estructura. Los resultados indicaron que la profundidad no sería menor de 5 m y que considerando una pendiente del talud (estable) de 35 grados, el diámetro sería del orden de los 15 m.

Esta alternativa fue rechazada por el peligro que significa para la seguridad de las personas y estructura.

Luego se evaluaron otras alternativas que incluían disipadores de resalto pero resultaron deficientes para evitar que grandes cantidades de energía se proyectaran a la playa y movilizaran importantes volúmenes de arena.

Finalmente se optó por un diseño que minimiza la energía que llega a la playa, en base a un disipador de impacto.

A pesar que el diseño contempla distintos métodos para atenuar la severidad de la descarga sobre la playa, no es posible evitar que, bajo condiciones críticas, se erosione la misma en el espacio comprendido entre el borde externo del revestimiento de rocas y el mar. Esto formará un canal que la atraviesa y que significa una pérdida de material del orden de los 250m³.

El medio tiene la capacidad de reponer ese volumen de arena como se ha visto anteriormente considerando, únicamente, el transporte de sedimentos a lo largo de la costa, puesto que cualquier fosa en la playa es una trampa natural de sedimentos.

El tiempo de restitución de ese volumen puede ser evaluado a partir de la estimación del volumen transportado a lo largo de la costa por las olas. El mismo se sitúa en los 700.000 m³/año o 1918 m³/día. Es necesario señalar que el canal producto de la erosión se forma en la zona de la playa donde el transporte de sedimentos a lo largo de la costa es más activo, en condi-

ciones normales del oleaje. Sin considerar el transporte perpendicular a la costa, el canal será tapado en el término de horas, por lo tanto, el residuo de la erosión luego de diseñada la estructura, no significará un impacto de magnitud para el medio ambiente costero.

7.- CONCLUSIONES

Este proyecto se inserta en el contexto de los proyectos elaborados por la Dirección Provincial de Hidráulica, cuales son, Proyectos de Desagües Pluviales de Santa Teresita y el Proyecto de Protección de Médanos y Edificación en Mar del Tuyú y Santa Teresita.

El procedimiento utilizado para el planteamiento de soluciones fue el siguiente:

- a) Evaluar las consecuencias sobre el medio ambiente de la no ejecución de la obra de descarga (Caso 0), de donde resultó que se produciría una fosa de profundidad no menor de 5 m y que considerando una pendiente del talud (estable) de 35 grados, el diámetro sería del orden de los 15 m en el momento de máxima descarga. Esta alternativa fue rechazada por el peligro que significa para la seguridad de las personas y estructura.
- b) Se analizó la construcción de disipadores de tipo resalto que fueron descartados por su baja eficiencia y, como resultado de ello, gran parte de la energía sería disipada por la propia playa con consecuencias poco previsibles para el medio ambiente.
- c) Se consideró entonces la construcción de un disipador de tipo impacto que reunía las características adecuadas en lo que respecta a eficiencia hidráulica, tamaño de la obra e impacto ambiental aceptable. Este diseño fue verificado en un modelo físico a escala 1 en 10, resultando satisfactoria su performance.

La literatura no suministra soluciones para estos casos específicos por lo que debió recurrirse a estimaciones sobre casos similares. Un caso concreto lo constituyen las ecuaciones para la estimación de la geometría de la fosa de erosión. Las mismas tienen límites de diámetro del material por encima de los valores naturales de las playas de Santa Teresita.

La implantación de estructuras como las sugeridas en este informe plantean "a priori" un problema ambiental "local". Es decir, no se prevé que tengan influencia mucho más allá de un entorno de magnitud igual al ancho de la misma playa.

A pesar de las previsiones contempladas en el diseño y dado el pequeño diámetro del material que forma la playa, no es posible evitar que en condiciones críticas de descarga haya erosión de la playa. Se estima que el material removido formará un canal de un volumen aproximado de 250 m³. Los estudios realizados sobre el transporte de sedimentos a lo largo de la costa indican que la playa recuperará el volumen erosionado en el término de algunas horas.

Por lo tanto, el residuo de la erosión luego de diseñada la estructura, no significará un impacto de magnitud para el medio ambiente costero.

8.- BIBLIOGRAFIA

- 1) Complejo Portuario de Ultramar en Aguas Profundas (COPUAP). Estudio de Prefactibilidad Técnico, Económico y Financiero de un Complejo Portuario de Ultramar en Aguas Profundas. Secretaria de Estado de Intereses Marítimos, 1983.
- 2) Tablas de Marea. Servicio de Hidrografía Naval, Armada Argentina.
- 3) Universidad Nacional de La Plata, Departamento de Hidráulica. Estudio de Protección de las Playas de Santa Teresita, marzo de 1987.
- 4) Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica. Resultados de las Mediciones de Campo. Período 7/74 - 9/75. Abril de 1976.
- 5) Galvin, C. Transporte de Sedimentos en el Area de Punta Médanos. Marzo de 1978.
- 6) Lanfredi, N. W, y Schmidt, S. A. Cálculo de Transporte Litoral. Mar de Ajó. Servicio de Hidrografía Naval, Armada Argentina. Informe Técnico 79/01, 1979.
- 7) Shore Protection Manual, U.S. Corps of Engineers. 1984.
- 8) Galvin, C., J. A Gross Longshore Transport Rate Formula. 13th Coastal Engineering Conference, 1972.
- 9) Ven Te Chow. Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial Diana. México, 1986.
- 10) Lopardo, Raúl A. Erosión Local al Pié de Aliviaderos. Curso de Postgrado de Diseño Hidráulico de Obras de Descarga. Facultad de Ingeniería U.N.L.P. Octubre de 1991.
- 11) U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Diseño de Pequeñas Presas. Compañía Editorial Continental. México. 1974.
- 12) Universidad Nacional de La Plata. Diseño de la obra y estudio del impacto ambiental de las descargas al mar de los desagües pluviales de Santa Teresita. 1993.

Tabla 1: Valores correspondientes al conducto de descarga

Caso	Q [m ³ /s]	b [m]	n	Cota inicio [m]	Cota salida [m]	Pendient e i	Tirante h [m]	Velocida d U [m/s]	Froude	Cota de Energía [m]
a	4.50	2.40	0.015	+1.80	+1.70	0.01	0.83	2.28	0.80	+2.80
b	4.50	2.40	0.015	+1.80	+0.50	0.13	0.44	4.35	2.10	+1.90

Tabla 2: Geometría del resalto sobre la platea de hormigón

Alternativa	Cota conducto [m.IGM]	Cota cuenco [m.IGM]	Tirante ingreso h ₁ [m]	Veloc. ingreso U ₁ [m/s]	Froude ingreso F ₁	Tirante egreso h ₂ [m]	Veloc. egreso U ₂ [m/s]	Froude egreso F ₂	Long. total cuenco [m]
1.a.-	+1.70	0.00	0.30	6.22	3.60	1.40	1.35	0.37	14.42
1.b.-	+0.50	0.00	0.43	4.44	2.17	1.11	1.71	0.52	7.00
2.a.-	+1.70	-0.50	0.28	6.68	4.01	1.47	1.29	0.34	16.85
2.b.-	+0.50	-0.50	0.35	5.38	2.89	1.26	1.50	0.42	10.56
3.a.-	+1.70	-1.00	0.27	7.07	4.26	1.53	1.24	0.32	19.11
3.b.-	+0.50	-1.00	0.31	6.01	3.42	1.37	1.39	0.38	13.39

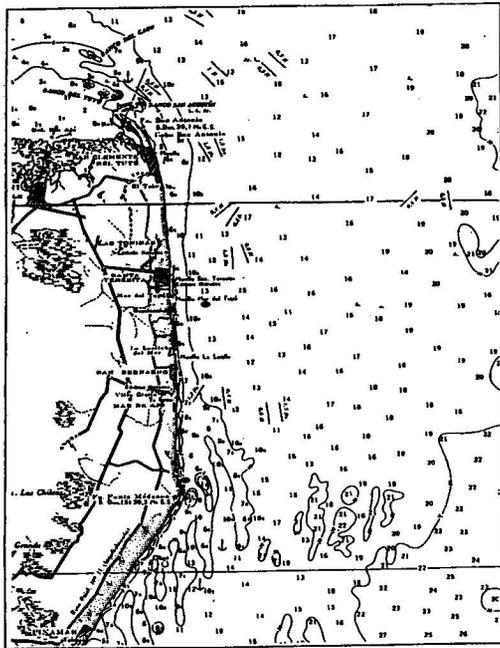


FIGURA 1: Ubicación general de la zona (profundidades en metros)

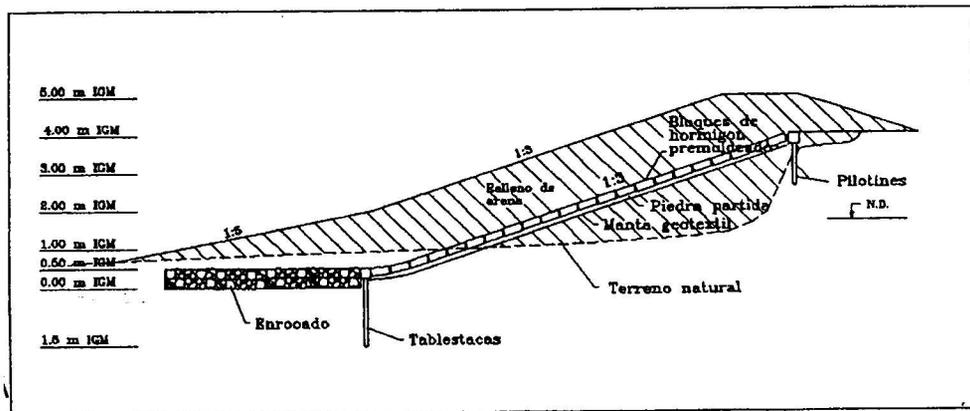


FIGURA 2: Sección transversal de la Defensa Costera.

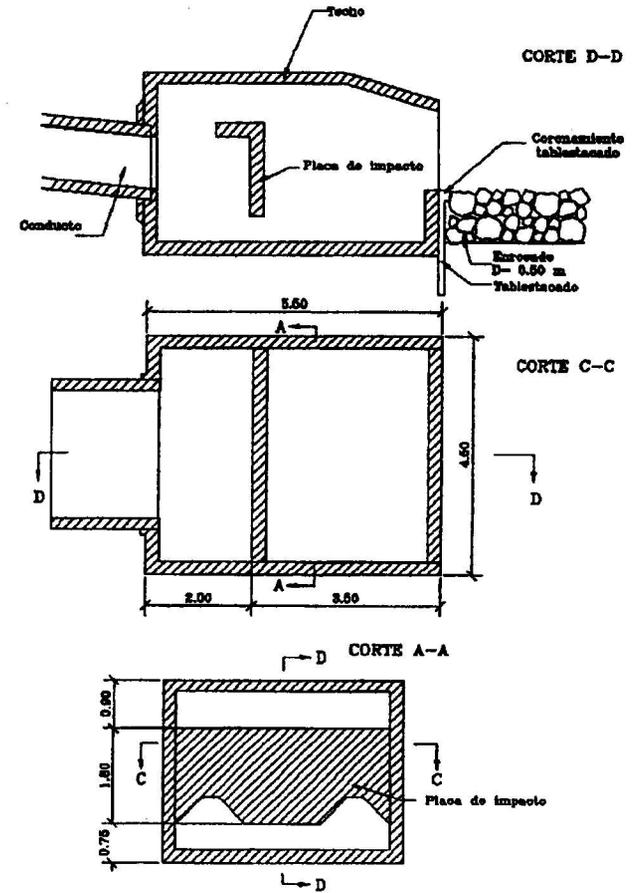


FIGURA 3: Disipador de Impacto.