

CAPITULO V

PROTECCION DE LAS OBRAS CIVILES

En este capítulo se tipifican los daños que los tsunamis causan a las Obras Civiles, en base a las experiencias obtenidas en diversos lugares del Pacífico. Se presentan las medidas generales de protección de edificaciones de zonas inundables por maremotos, y de protección de obras portuarias.

En la segunda parte, el autor reseña sus observaciones de las obras de defensa contra tsunamis existentes en la región de Sanriku, Japón, durante su visita a estas costas en 1981.

DAÑOS CAUSADOS POR TSUNAMIS EN LAS COSTAS

Ya que del presente siglo prácticamente no se tiene un registro peruano de estructuras dañadas por tsunamis, las experiencias de Japón, Alaska, Hawai y Chile sirven para tipificar los daños que un tsunami puede causar, en los siguientes:

- **Daños causados por el frente del tsunami.** Los daños son causados por el momento de flujo del tsunami, es decir la masa de agua impulsada hacia adelante, al impactar con fuerza contra edificaciones, muelles, embarcaciones, etc., siendo más graves los efectos en los vértices de las bahías en forma de V cuando son atacadas por tsunamis de período corto.

La destrucción puede incrementarse si el tsunami arrastra troncos, embarcaciones y otros objetos flotantes. Aún embarcaciones de gran tamaño pueden ser llevadas tierra adentro, como ocurrió con la nave norteamericana USA-Wateree, la cual quedó varada a 400 metros de la orilla por efecto del tsunami de Arica de 1868.

- **Daños por inundación.** En este caso, el flujo arrastra gran cantidad de material fino en suspensión. El barro y la arena pueden malograr maquinarias, tierras de cultivo, enterrar canales, etc.
- **Daños por socavamiento.** Las estructuras portuarias son las más sensibles a este tipo de daño, pues las ondas del tsunami remueven con fuerza el fondo oceánico pudiendo causar el socavamiento de tablas-tacas, cimentación de edificios y otras estructuras, y depositar el material removido en canales, etc., enterrándolos.

En consecuencia, las obras civiles que tienen mayor probabilidad de ser dañadas por un tsunami son las Edificaciones y las Obras Portuarias. Por esta razón es necesario protegerlas siguiendo las siguientes recomendaciones:

RECOMENDACIONES PARA EDIFICACIONES

- Las edificaciones deben ser de concreto armado, albañilería reforzada o acero, unidas firmemente a su cimentación.

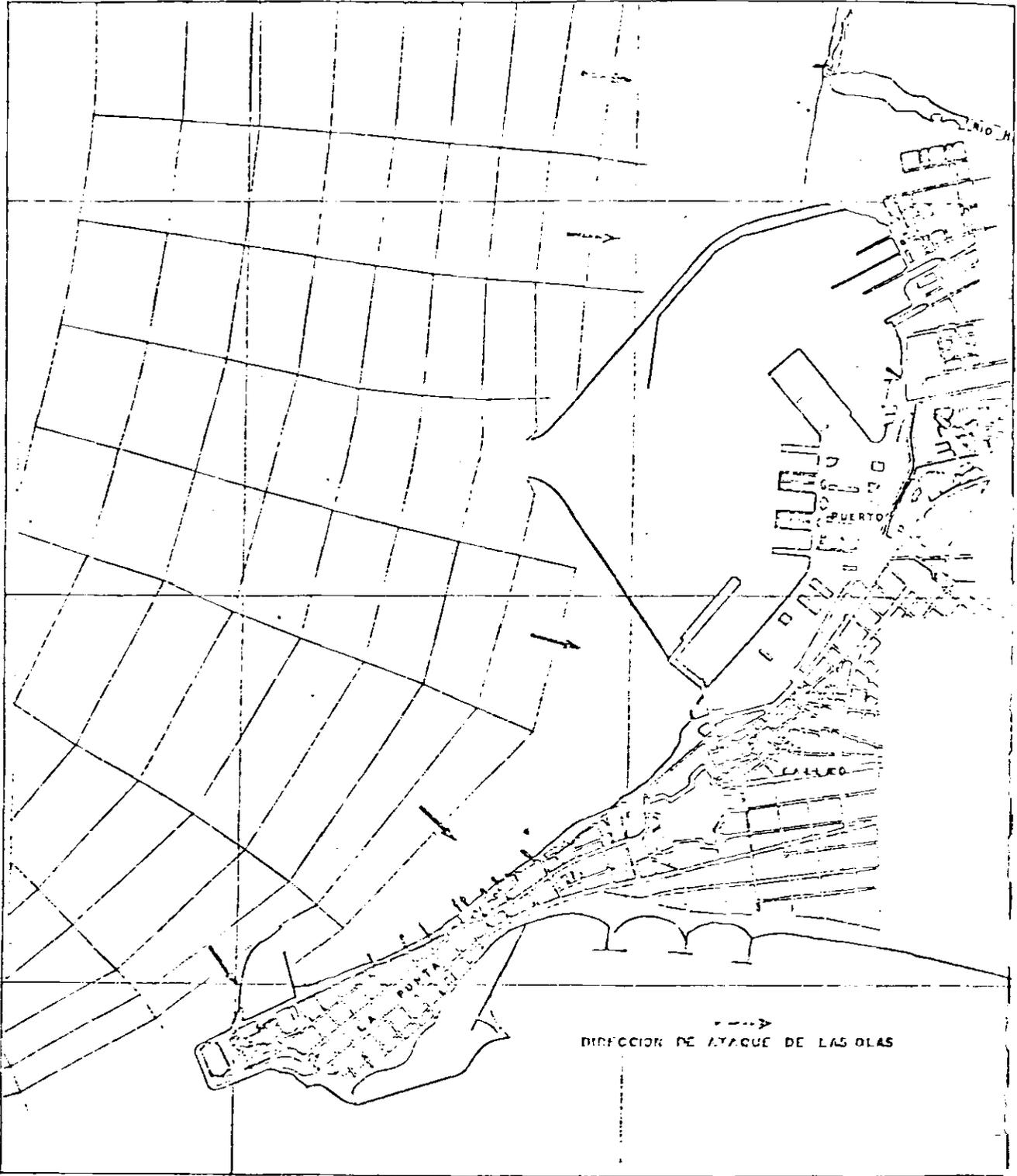


Fig. 32a DIRECCION DE ATAQUE DE LAS OLAS EN LA PUNTA - CALLAO POR SU LADO NORTE.

- Deben presentar el menor frente posible a la dirección prevista de ataque de las olas. No siempre es obvia la dirección de ataque. En el caso de La Punta, Isla San Lorenzo esta ha sido determinada trazando las curvas de refracción tal como se puede observar en la figura 32a.
- Es deseable la incorporación de muros de corte, orientados de tal manera que ayuden a la edificación a soportar el empuje del agua.
- Las edificaciones ubicadas en la "primera línea" del ataque del tsu-nami sufrirán los impactos más violentos. Por lo tanto deben ser diseñadas teniendo en cuenta este factor. En edificaciones de varios pisos da buen resultado dejar el primero como área libre, para par-ques de automóviles, jardines, etc., sirviendo los pisos superiores de refugio de emergencia.
- Para prevenir la socavación es conveniente una cimentación profunda y proteger el pie de la edificación con una losa de concreto que re-mate en mandil, colocando ahí grandes piedras o bloques de concreto enterrados.

RECOMENDACIONES PARA OBRAS PORTUARIAS.

- Para optimizar su estabilidad, los rompeolas deben estar conformados por material grueso, revestidos por bloques de piedras muy pesadas, del orden de varias toneladas. Las pendientes laterales deben ser de 1:1.5 a 1:2 (relación de la altura a proyección horizontal de la pendiente).
- Los pilotes de los muelles deben estar clavados a profundidad tal que evite daños por socavamiento. Además, la unión del pilote a la su-perestructura debe ser monolítica.
- Al efectuar el diseño de los muros de contención y tablaestacas debe suponerse la condición más desfavorable, o sea la que ocurre al re-tornar el agua desde tierra firme hacia el océano, lo que provoca empuje sobre el lado opuesto de dichas estructuras.
- Los tanques de combustible deben ubicarse de manera que no reciban el impacto directo de las olas, y rodearse de un dique de contención que repela el agua.
- No es posible proteger de manera especial los terraplenes de carrete-ras y ferrocarriles, pero se recomienda usar en ellos material lo más grueso posible.

OBRAS DE PROTECCION CONTRA TSUNAMIS EN JAPON.

En Japón los tsunamis han causado numerosas víctimas y graves da-ños materiales; por ello no es extraño que la palabra que internacio-nalmente los designa sea una palabra japonesa. Estos fenómenos han sido particularmente severos en la región de Sanriku, donde las condicio-nes batimétricas y topográficas se conjugan desfavorablemente, forman-do bahías en "V" que concentran en su vértice la energía de las olas del tsunami, alcanzando éstas alturas de 20 metros.

Sin embargo, en condiciones normales, cuando el tsunami no ataca, estas bahías son de aguas tranquilas, y el perfil de las costas se asemeja a los dedos abiertos de una mano, con altos acantilados y hermosos paisajes. Son actividades de esta región, la pesca y el cultivo de peces, mariscos y algas en granjas marinas, aunque existe también una importante siderúrgica en Kamaishi.

La región fue visitada por el grupo de asistentes al Simposio Internacional de Tsunamis 1981, entre los que se encontraba el autor. Las explicaciones estuvieron a cargo de un grupo de expertos de la Universidad de Tohoku.

A manera de informe, el autor presenta aquí un resumen de sus observaciones sobre obras de defensa existentes o en construcción (1981) en la región de Sanriku, entre Ofunato y Taro. (Ver Figura 32).

En general, las obras de defensa contra tsunamis consisten en las siguientes:

- Rompeolas, cuya ubicación se selecciona cuidadosamente, ubicándoseles generalmente a la entrada de la bahía. Son verdaderas "represas sumergidas" que amortiguan el impacto del tsunami, disminuyendo considerablemente la altura de las olas.

En su diseño generalmente se consideran: fuerzas de inercia y presión dinámica del agua; flotabilidad, peso muerto, fuerza del tsunami, y diferencia de presión hidrostática entre una y otra cara del rompeolas. Esta última fuerza es necesario evaluarla con sumo cuidado, pues se tiene como precedente que en 1968, durante el sismo de Tokachi-Oki, el rompeolas Kawaragi que protegía el puerto de Hachinohe colapsó en una longitud de 338 metros debido al gran desnivel de agua entre las caras interior y exterior del rompeolas, causado por la diferencia de fase del tsunami. El rompeolas mencionado era del tipo compuerta, en base a caissons.

La figura 34 presenta el rompeolas construido en la bahía de Ofunato que es larga y angosta. (Ver figura 33). Como se puede apreciar, el rompeolas tiene una sola abertura central que permite el paso de barcos de 100,000 toneladas de peso muerto. El canal de navegación tiene 16.3 metros de profundidad y 200 metros de ancho. La parte más profunda donde se construyó el rompeolas tiene 38 metros, y la altura total de la estructura es de 40 metros. En su construcción se empleó 1.13 millones de metros cúbicos de roca. En la parte superior del rompeolas se colocaron unos caissons de concreto armado de 10x12x11.5 metros, que fueron prefabricados en Miyako y transportados por mar hasta Ofunato.

En Kamaishi, un importante centro productor de acero, se está construyendo un rompeolas a la entrada de la bahía. A diferencia del de Ofunato, aquel tiene aberturas en el centro y en cada extremo, con lo que se consigue mejor circulación de las corrientes marinas, favorable a la producción de las granjas locales.

En general, los rompeolas son estructuras costosas porque requieren de técnica sofisticada en su construcción.

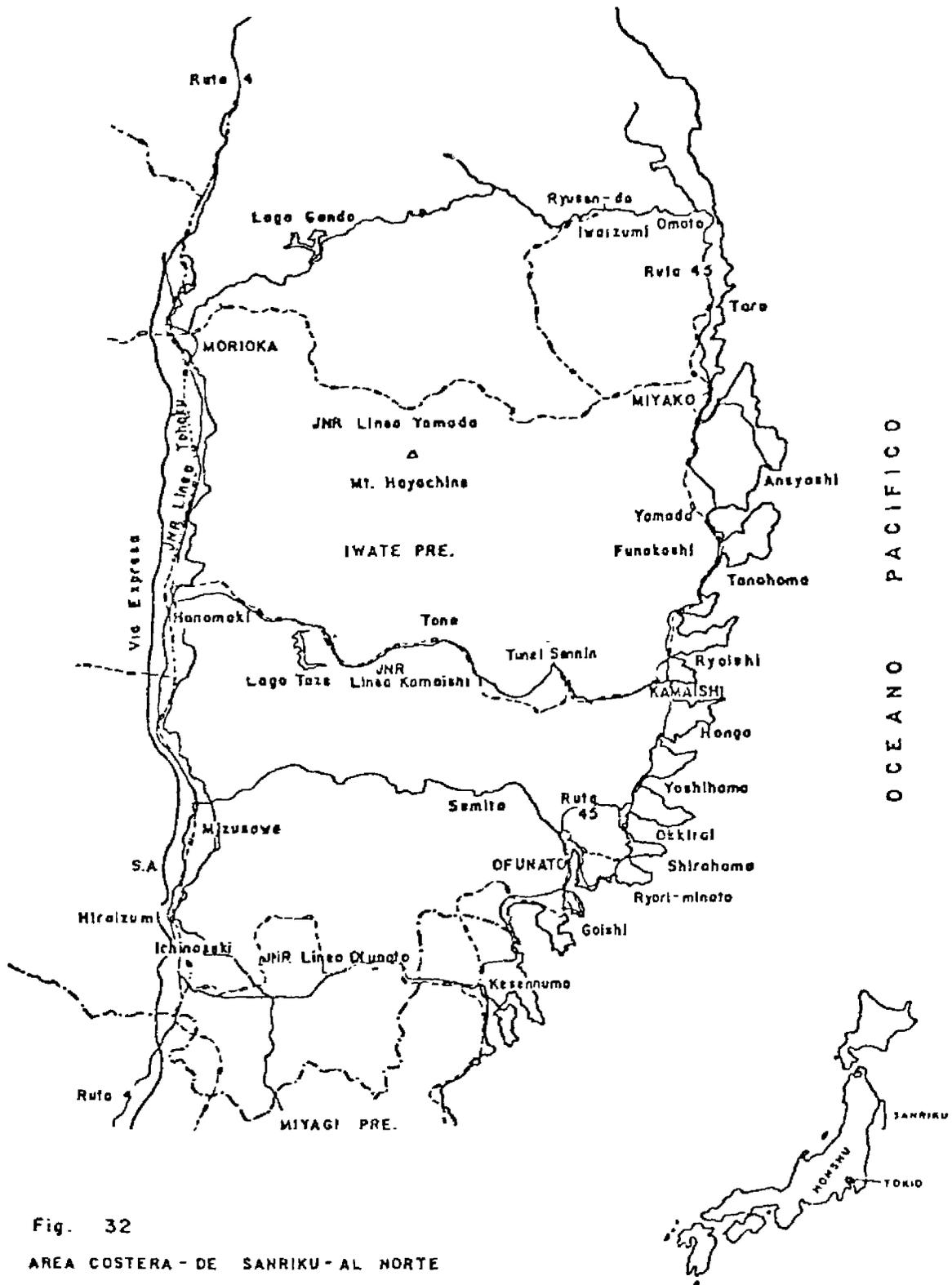


Fig. 32
 AREA COSTERA - DE SANRIKU - AL NORTE
 DE LA ISLA HONSHU - JAPON.

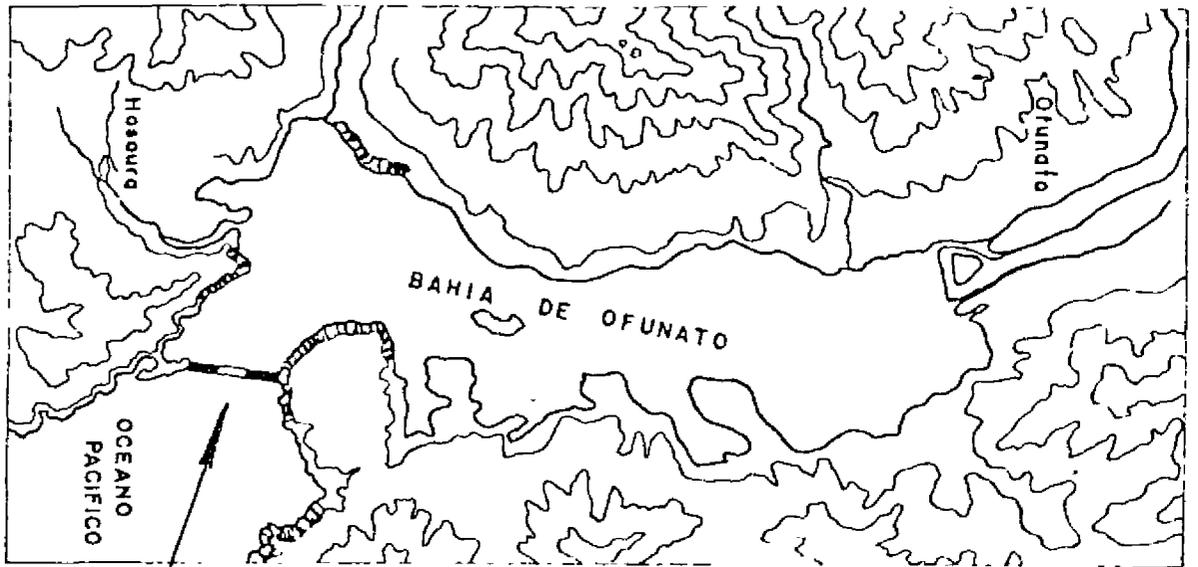
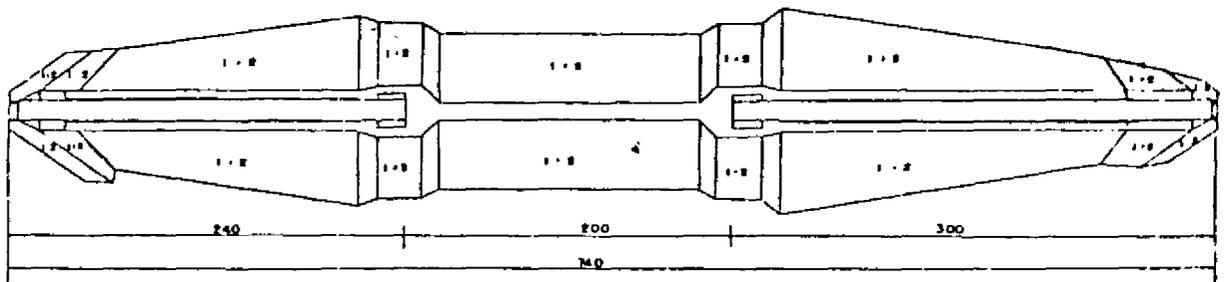


Fig. 33 UBICACION DEL ROMPEOLAS EN LA BAHIA DE OFUNATO

PLANTA



ELEVACION

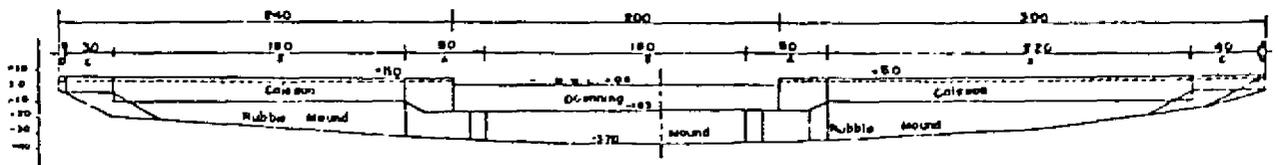


Fig. 34 ROMPEOLAS DE OFUNATO (DIMENSIONES EN METROS)

- Muros de defensa o malecones. Son las obras de defensa más populares en Sanriku. Aún los pequeños valles agrícolas de escasa población están protegidos por estas estructuras construídas en la línea de playa.

Los factores que se tienen en cuenta para su diseño son: la altura de ola, la cual se puede estimar con fórmulas empíricas y datos históricos, o empleando en su cálculo métodos numéricos a partir de un supuesto sismo tsunamigénico. También la presión dinámica causada por el tsunami, estimada por la fórmula de Hiroi: $p = 1.5 Wh$, donde p es la presión en Ton/m², W es el peso específico del agua en Ton/m³, y h la altura de la onda en el frontis del muro, en metros. Por último, se considera la socavación del pie de la estructura, fenómeno que atenta la estabilidad del muro; por ello, la pendiente del muro es más bien tendida: 1:1.5 a 1:2 (relación de la proyección vertical a la horizontal).

Los muros necesitan también de un sistema de drenaje que evite la acumulación de agua dentro o detrás de su estructura y disminuya su resistencia. Los construídos con esta característica han resistido bastante bien los tsunamis ocurridos.

Debido a su altura, unos 6 metros, los muros interfieren en las actividades diarias de pesca o en las granjas marinas. Por ello se les ha dotado de unas puertas que se cierran con ingeniosos mecanismos. Otro problema lo constituyen las aberturas necesarias para el paso de los ríos. En la localidad de Minato existe un puente que al ser accionado por un mecanismo se convierte en compuerta, impidiendo que el tsunami remonte por el cauce e inunde los valles.

Las figuras 35 y 36 siguientes presentan cortes de los muros de defensa en Taro y Yoshihama. Otras localidades poseen muros de defensa hidráulicamente más eficientes que los mostrados, pues debido a un perfil en curvatura, la ola del tsunami trepa y retorna al mar.

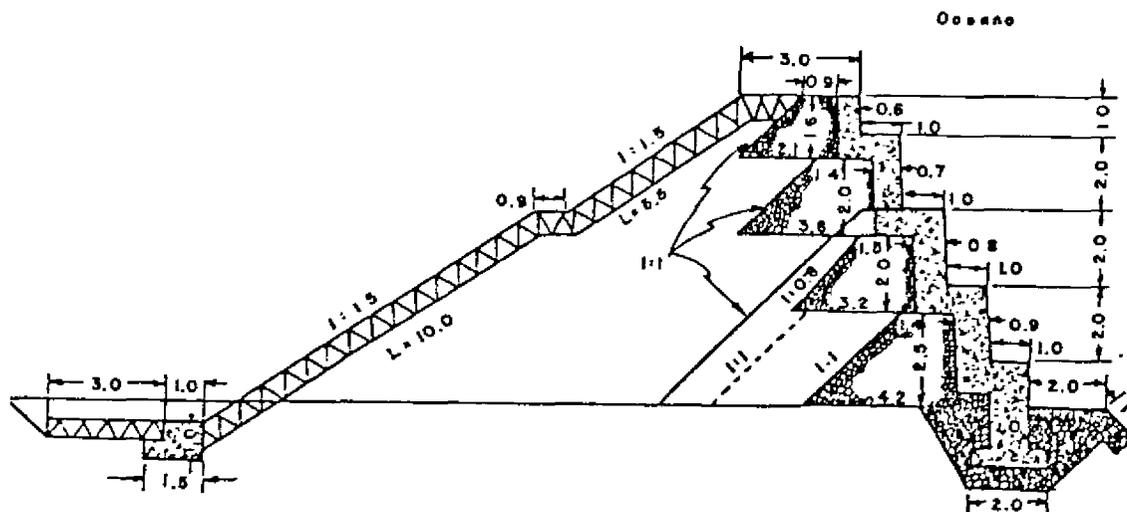


Fig 35 Muro de defensa contra tsunami en Taro

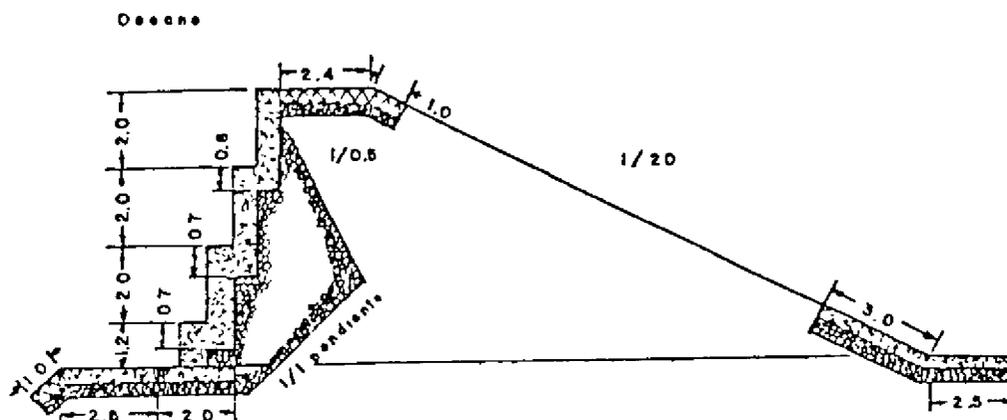


Fig. 36 Muro de defensa contra Tsunami en Yoshihama

- Un tipo de defensa menor consiste en plantar vegetación tupida, reforzada con línea de pinos. Estas líneas verdes amortiguan el impacto del frente de ondas y retrasan el avance del tsunami en tierra.
- La reubicación de las viviendas de varios puertos pesqueros, desde las partes bajas a plataformas ubicadas a mayor altura o en los flancos de pequeños valles, evitando la parte frontal por donde atacan los tsunamis.
- Construcción y mantenimiento de rutas de escape desde las zonas inundables hacia las zonas altas, siguiendo siempre un principio básico: ganar pendiente lo más rápidamente posible.

Para países con restricciones de tipo económico, como el Perú, - la construcción de obras de defensa como son los rompeolas y muros de protección es un tanto difícil. Es más provechoso abocarse al estudio de posibles emplazamientos de nuevas obras portuarias, y seleccionar a aquellas áreas donde las condiciones batimétricas y topográficas sean tales que impidan que el tsunami alcance alturas importantes. Por ejemplo, la bahía de Chimbote, cuya isla reduce la entrada de la bahía, presenta condiciones favorables.

Las tres últimas medidas de defensa mencionadas, son, en cambio, factibles de ejecutarse en países en desarrollo.

CAPITULO VI

PLANIFICACION FISICA CONTRA DESASTRES NATURALES

Se ha dicho que la Planificación Física de una urbe traslada los objetivos sociales y económicos del desarrollo a los patrones de uso del suelo; proporcionando a los futuros habitantes una adecuada calidad de vida, donde su protección y la de sus propiedades es esencial.

El primer paso es la selección del sitio por evaluación de las condiciones naturales existentes. De acuerdo a ella, la zona se divide en subzonas o microzonas con distintos grados de riesgo, confeccionándose así el Mapa de Microzonificación.

Con dicho documento se procede a definir los patrones de uso del suelo, destinando las zonas de menor riesgo para los componentes más importantes del asentamiento: áreas residenciales de alta densidad, áreas destinadas a las actividades económicas de las que depende la población, etc.; y las de mayor riesgo para áreas recreacionales o agrícolas. Por otra parte, la evaluación sirve para diseñar, por ejemplo, los sistemas de abastecimiento de agua, que suelen ser muy vulnerables en suelos arenosos saturados y poco compactos, como son los de las costas bajas.

En el Plan Maestro que define el modelo de desarrollo de una ciudad y constituye una guía para su implementación, deben incorporarse todas las medidas protectoras contra desastres naturales que puedan ocurrir en el área.

En consecuencia, la planificación física contra desastres naturales tiende a disminuir el riesgo potencial y mitigar las consecuencias de eventos destructivos o cadena de eventos, localizando y limitando al ámbito de la catástrofe, facilitando de esta manera las operaciones de rescate y socorro, rehabilitación y reconstrucción.

PLANIFICACION FISICA CONTRA TSUNAMIS DE LAS COSTAS DE LIMA METROPOLITANA.

A lo largo de los 100 kms. de costa limeña existe actualmente un apreciable número de asentamientos humanos. Para fines del presente siglo la actual población se habrá duplicado, lo que significa que cientos de miles de nuevos habitantes morarán a lo largo de la costa mencionada; vidas que será necesario proteger de los desastres naturales. Este objetivo puede lograrse a costo poco significativo si se planifican los nuevos asentamientos y las acciones tendientes a ello se inician de inmediato.

Se ha desarrollado en el país una metodología para estudios de Microzonificación (ver referencia 30 y 31) que conjuga los últimos avances de la Ingeniería con la realidad geográfica y socioeconómico de cada región, tomando en cuenta la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa, como son los deslizamientos, avalanchas, huaycos, inundaciones, etc., y los sismos y sus efectos secundarios, como son los tsunamis.

Tratándose de tsunamis, puede concluirse del presente estudio que, la costa limeña con cota topográfica inferior a los 6 metros desde el nivel del mar ubicados a menos de 0.5 kms. de la línea de costa constituye zona de mayor riesgo. La planificación física de estas costas enfrenta entonces dos situaciones:

- **Zonas habitadas.** En éstas, la planificación empieza por la delimitación de las zonas de mayor riesgo (zonas de ataque del tsunami o zonas inundables) y zonas seguras. Puesto que seguramente gran parte de las primeras están ocupadas, el siguiente paso consiste en separar los distintos problemas que posee cada una. Los problemas se reúnen en dos grandes grupos:
 - . Zonas residenciales
 - . Zonas industriales

Las primeras pueden ser de baja, mediana o alta densidad. Las últimas corresponden generalmente a habitantes de bajos ingresos, cuyas viviendas corren el riesgo de ser destruidas o seriamente dañadas, dificultando la reconstrucción y constituyéndose muchas veces en una pesada carga para la economía local.

Las medidas de protección física de los habitantes de estas zonas están dadas en los Planes de Evacuación formulados en el Capítulo IV, pero en lo que atañe al planeamiento físico éste requiere medidas adicionales como:

- . implementación del refugio temporal escogido;
- . reubicación de los habitantes de muy bajo ingreso que moran en las zonas de máximo riesgo;
- . modernización de las viviendas de los habitantes de mediano nivel de ingreso que moran en las mencionadas zonas;
- . creación de refugios de emergencia adicionales a los señalados en los Planes.

En cuanto a las zonas industriales, cuya paralización deviene no sólo en pérdidas económicas inmediata sino también en paralización de la producción y un proceso de reconstrucción o rehabilitación que puede ser largo, es preferible optar por mejorar las medidas de protección. Debe tenerse en cuenta que Lima Metropolitana comprende al Callao, el puerto comercial e industrial más importante de la Nación

- **Zonas costeras bajas que serán ocupadas a corto y mediano plazo.**

En este caso, lo más recomendable es efectuar los estudios de microzonificación antes de iniciar los proyectos de planeamiento y diseño urbano. Sin embargo, se mencionan las siguientes reglas generales a manera de guía:

- . Debe considerarse como zona inundable la zona de riesgo anteriormente mencionada. Esta área debe destinarse preferentemente a actividades recreativas, que son necesarias para los cerca de 10 millones de habitantes que tendrá Lima en el año 2,000.
- . En caso de que por razones prácticas sea necesario edificar en las áreas inundables (por ejemplo, depósitos en terminales marítimos, terminales pesqueros, etc.) es imprescindible determinar la altura y dirección de ataque de las olas, y hacer uso de las recomendaciones para edificaciones que se han dado en el capítulo anterior.

- . Si por razones de fuerza mayor se urbanizan zonas inundables, debe preverse vías de evacuación, separando el tránsito vehicular del peatonal. Una regla básica que deben observar estas vías es, que deben ir contra la pendiente (ganar altura) y paralelas a la dirección prevista de ataque de las olas, de tal manera que por ellas se llegue a la zona segura en el menor tiempo posible.

En resumen podemos mencionar que si en las costas de Lima Metropolitana, se construye a más de 6 metros de altura o a menor altura pero retirado más de 0.5 km. de la línea de costa, el riesgo de daños por tsunamis es mínimo y no es necesario tomar precauciones adicionales con respecto a defensa contra maremotos.

Sin embargo si se construye dentro de los límites indicados, se deberá tener en cuenta las recomendaciones indicadas anteriormente; pero esto último debe evitarse en lo posible.

IMPLICANCIAS DEL ESTUDIO EN EL PLANEAMIENTO REGIONAL.

Uno de los hechos que por años había llamado la atención al autor, es que todos los tsunamis importantes que han afectado la costa oeste de Sudamérica en los últimos 400 años han ocurrido entre el Callao-Perú, y el Sur de Chile. La historia no registra tsunamis importantes en la costa norte del Perú.

Durante el desarrollo del estudio el problema quedó aclarado. Si se observa un Mapa físico-político del Perú se podrá ver que las costas de los Dptos. de Lima hasta Lambayeque presentan una plataforma continental bastante amplia, es decir que se tiene aguas poco profundas a una gran distancia. Tal como se ha mostrado en el Capítulo III, la fórmula de Yamaguchi dice que la altura de ola es función de una potencia negativa de la distancia medida de la costa hasta la isobata de los 100 mts. Al estar esta línea (la isobata) a gran distancia de la costa, - la altura de ola va reduciéndose por fricción con el fondo marino, que es poco profundo, llegando a la costa bastante deprimida.

Este hecho puede ser útil para el planeamiento regional si se trata de ubicar instalaciones importantes en la orilla del mar: puertos, plantas termoeléctricas, reactores nucleares, complejos pesqueros, etc., pues se sabe que en el tramo comprendido entre Lima y Lambayeque el riesgo por tsunami es menor que en otros lugares de la costa peruana, como por ejemplo en la costa sur donde se tiene aguas profundas cerca de la costa. Aquí las olas tienen mayor altura y también llegan a la costa en menor tiempo que en el tramo anteriormente mencionado.

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

1. ABE, KATSUYUKI (1979)
"Size of Great Earthquakes of 1837-1974 inferred from Tsunami data"
Journal of Geophysical Research - Vol. 84, Ner 84.
2. AIDA ISAMU (1969)
"Numerical Experiments for the Tsunami propagation - The 1964 Niga-
ta Tsunami and the 1968 Tokachi-Oki Tsunami".
Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol. 47, pp 673-700,
Tokyo, Japan.
3. AIDA ISAMU (1978)
"Reliability of a Tsunami Source model derived from Parameters"
Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan.
4. CAMFIELD, FREDERICK (1978)
"Tsunami Engineering"
Coastal Engineering Research Center, U.S.A.
5. CASAS, ALBERTO (1974)
"Estimaciones de DAños por Sismo y Tsunamis en Zonas Bajas del Callao"
Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad
Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
6. COORDINATING COMMITTEE FOR EARTHQUAKE PREDICTION (1975)
"Earthquake Prediction Research in Japan"
Tokyo, Japan.
7. COX DOAK AND JOSEPH MORGAN (1977)
"Local tsunamis and possible local tsunamis in Hawaii"
Hawaii Institute of Geophysics. University of Hawaii, U.S.A.
8. DELGADO ALBERTO Y GARCIA CELIA (1982)
"Plan de Evacuación de Ciudades Afectadas por Tsunamis, Zona La Pun-
ta-Pucusana".
Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad
Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
9. DEFENSA CIVIL DEL PERU (1977)
"Evacuation"
Secretaría Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil, Lima, Perú.
10. DEPARTMENT OF COMMERCE, NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRA-
TION (1975).
"Tsunami, the Great Waves"
Hawaii, U.S.A.
11. DEPARTMENT OF COMMERCE, NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRA-
TION (1980)
"Catalog of Tsunami Photographs"
Boulder, Colorado, U.S.A.
12. DEPARTMENT OF COMMERCE, COAST AND GEODETIC SURVEY (1954)
"The Tsunami of November 4, 1952 as Recorded at Vide Stations"
Washington D.C., U.S.A.

13. DEPARTMENT OF COMMERCE, COAST AND GEODETIC SURVEY (1967)
"The Tsunami of March 28, 1964 as Recorded at Tide Stations"
Washington D.C., U.S.A.
14. DEPARTMENT OF COMMERCE, COAST AND GEODETIC SURVEY (1960)
"Tsunami, The story of the Seismic Sea-Wave Warning System"
U.S.A.
15. CODOY VASQUEZ Y MONGE JOAQUIN (1975)
"Metodología para la Evaluación del Riesgo de Tsunamis"
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas-
Departamento de Obras Civiles, Sección Estructuras. Santiago, Chile.
16. HAAS J.E. AND P.B. TRAINER (1973)
"Effectiveness of the Tsunami Warning System in Selected Coastal -
Towns in Alaska".
Fifth World Conference on Earthquake Engineering. Rome, Italy.
17. HATORI TOKUTARO (1970)
"Vertical Trustal Deformation and Tsunami Energy"
Bulletin of the Earthquake Research Institute. Vol. 48, pp 171-188,
Tokyo, Japan.
18. HATORI TOKUTARO (1978)
"A Follow-up of Tsunami Warning in Japan"
Japan.
19. HEBENSTREIT GERALD Y WHITAKER ROBERT (1981)
"Evaluación del Riesgo de Tsunamis que Presentan Posibles Eventos
Sísmicos: Efectos Cerca de la Superficie".
Agencia para el desarrollo Internacional, Departamento de Estado
de los Estados Unidos de Norteamérica. Science Applications, Inc.
20. INSTITUTO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA DE CHILE (1975)
"Instrucciones Generales sobre el Sistema de Alarma de Maremotos"
Valparaiso, Chile.
21. INSTITUTO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA DE CHILE (1977)
"Evaluación de Riesgo de Tsunami para la Costa Norte de Chile en-
tre Paralelos 18° y 24°S".
Valparaiso, Chile.
22. INTERNATIONAL TSUNAMI INFORMATION CENTER (U.S.A.)
"Tsunami Newsletter"
Hawaii, U.S.A.
23. INTERNATIONAL TSUNAMI SYMPOSIUM (1981)
"Abstracts"
Sendai, Ofunato, Kamaishi; Japan.
24. JAPAN NATIONAL WORKING GROUP IN TSUNAMIS (1981)
"An introductions to Tsunamis and defence works in the Sanriku
Coastal Areas"
Special Report for the International Tsunami Symposium 1981.

25. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, CITY BUREAU, MINISTRY OF CONSTRUCTION (1980)
"City Planning in Japan"
Tokyo, Japan.
26. JENNINGS PAUL AND KANAMORI HIROO (1979)
"Determination of Local Magnitude, M_1 , from Seismoscope Records"
Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 69, U.S.A.
27. JENNINGS PAUL AND KANAMORI HIROO (1978)
"Determination of Local Magnitude, M_1 , from Strongmotion Accelerograms"
Bulletin of the Seismological Society of America. Vol. 68, U.S.A.
28. KANAMORI HIROO (1979)
"A Semi-empirical Approach to Prediction of Long-period Ground Motions from Great Earthquakes"
Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 69, U.S.A.
29. KARTZEV B. y JAZANOVSKI P. (1980)
"La Naturaleza no es Indómita"
Editorial MIR, Moscú, URSS.
30. KUROIWA J., DEZA E., JAEN H. AND KOGAN J. (1978)
"Microzonation Method and Techniques Used in Peru"
Proc. 2nd International Conference on Microzonation, Vol. 1 pp 341-452. San Francisco, California, U.S.A.
31. KUROIWA, JULIO (1982)
"Simplified Microzonation Method for Urban Planning"
Proc. 3rd International Earthquake Microzonation Conference, Seattle, U.S.A.
32. KUROIWA, JULIO (1977)
"Protección de Lima Metropolitana ante Sismos Destructivos"
UNI y Secretaría Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil, 136 págs. Lima, Perú.
33. KAJIURA KIJIRO (1981)
"Tsunami Energy in Relation to Parameters of the Earthquake model"
Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan.
34. KUMIZI IIDA AND COX DOAK
"Preliminary Catalog of Tsunamis Occurring in the Pacific Ocean"
Hawaii Institute of Geophysics. Hawaii, U.S.A.
35. MINISTERIO DE MARINA, PERU. DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION
Planos Batimétricos de la Costa Peruana. Mareogramas.
36. MINISTERIO DE MARINA, PERU. DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION
"Tsunamis"
Folleto de divulgación.
37. TAROTOWN, OFUNATO CITY, IWATE PREFECTURE (1980)
"A Plan of Tsunami Warning and Refuge Practice"
Japan.