

VIII.1.3 Olas incidentes a través de una apertura en un rompeolas.

De la misma manera que en el caso anterior, existen diagramas de solución $K_D(x,y)$ para el caso de difracción a través de una apertura finita en un rompeolas, caso muy común en ingeniería costera. Obviamente, en este caso, los diagramas representan la solución a la ecuación de Helmholtz bajo condiciones de frontera laterales modificadas con respecto a las del caso anterior. Además del ángulo de incidencia sobre la estructura, ahora existe una variable más a considerar: la longitud adimensional (en longitudes de onda de la ola incidente) de la apertura, B/L . Ahora se necesita un diagrama diferente para cada apertura normalizada en número de longitudes de onda. así como para cada dirección de incidencia, haciendo muy extenso el número de diagramas necesario para un trabajo práctico. Aquí se presentan diagramas para $\theta=90^\circ$ con aperturas $B=0.5L$, L , $2L$, $3.82L$ y $5L$ así como para $B=L$ con incidencia $\theta=30^\circ$ y 45° , en las figs. VIII.8 a VIII.13.

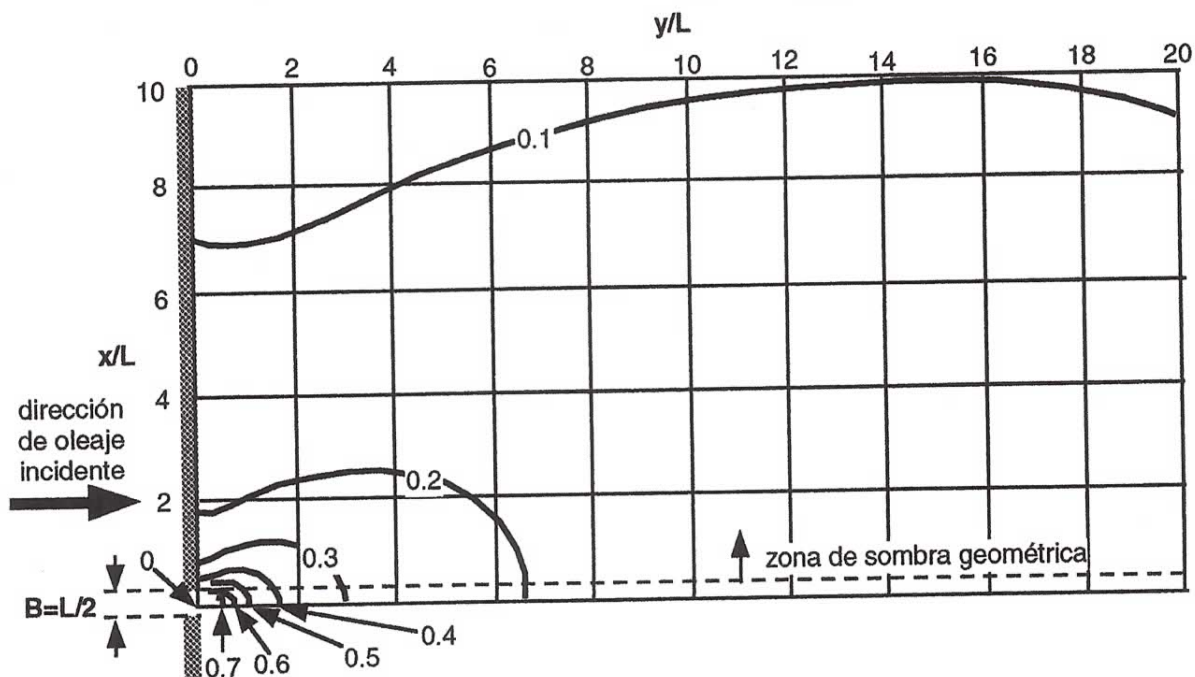


Fig. VIII.8. Diagrama de difracción para una apertura de $L/2$ en un rompeolas infinito impermeable y rígido con oleaje incidente a 90° (las isóneas representan iguales coeficientes de refracción). Solo se muestra la mitad superior, la inferior es totalmente simétrica. Fuente: Shore Protection Manual (1977).

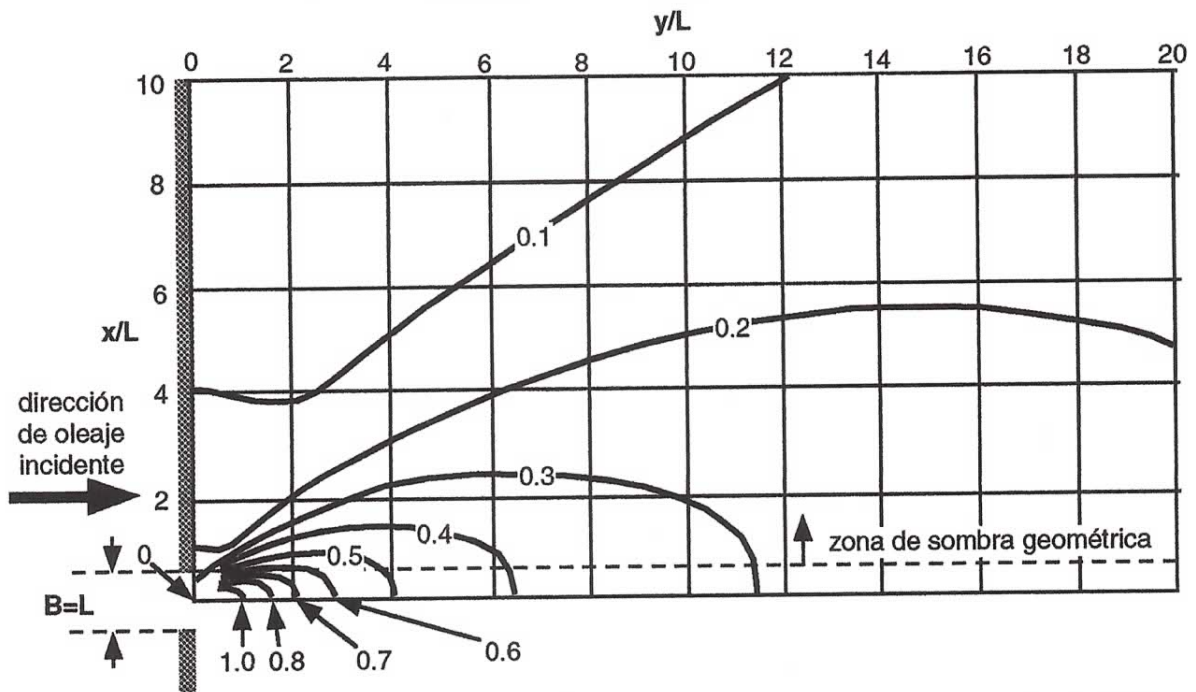


Fig. VIII.9. Diagrama de difracción para una apertura de L en un rompeolas infinito impermeable y rígido con oleaje incidente a 90° (las isóneas representan iguales coeficientes de refracción). Solo se muestra la mitad superior, la inferior es totalmente simétrica. Fuente: Shore Protection Manual (1977).

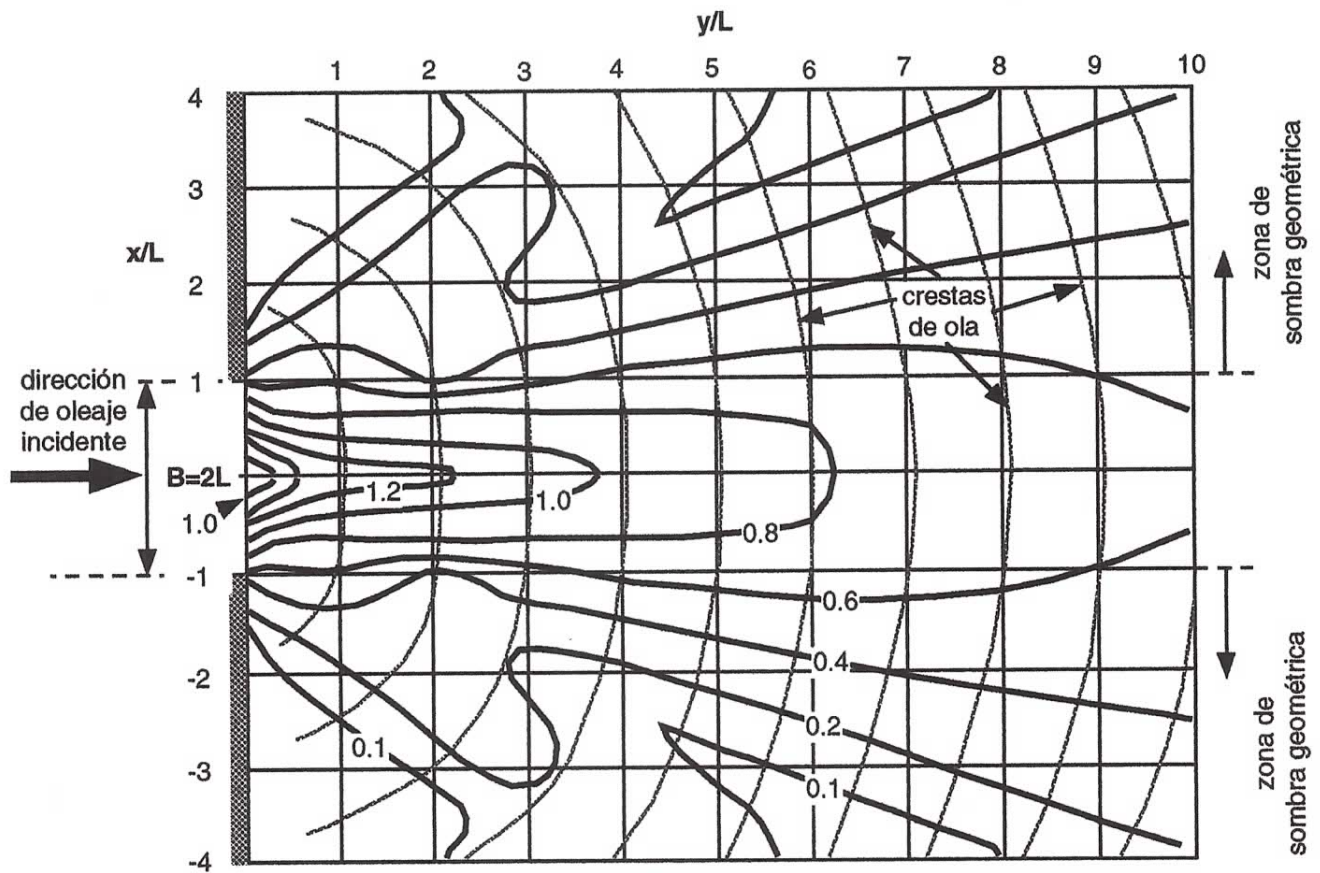


Fig. VIII.10. Diagrama de difracción para una apertura de $2L$ en un rompeolas infinito impermeable y rígido con oleaje incidente a 90° (las isolíneas representan iguales coeficientes de refracción). Las diferencias en la suavidad de las isolíneas con respecto a las figuras VIII.8, 9, 13 y 14 se debe al algoritmo utilizado para su graficación. Fuente: Shore Protection Manual (1977).

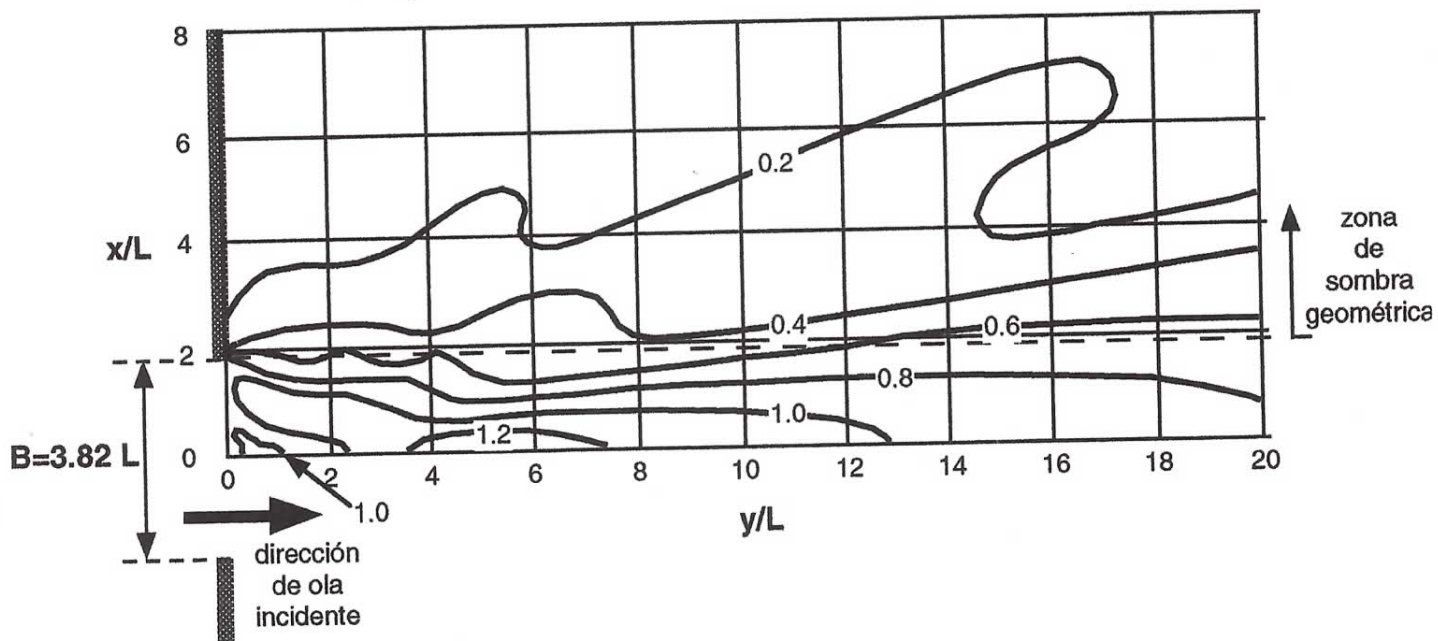


Fig. VIII.11. Diagrama de difracción para una apertura de $3.82L$ en un rompeolas infinito impermeable y rígido con oleaje incidente a 90° (las isolíneas representan iguales coeficientes de refracción). Solo se muestra la mitad superior, la inferior es totalmente simétrica. Fuente: Shore Protection Manual (1977).

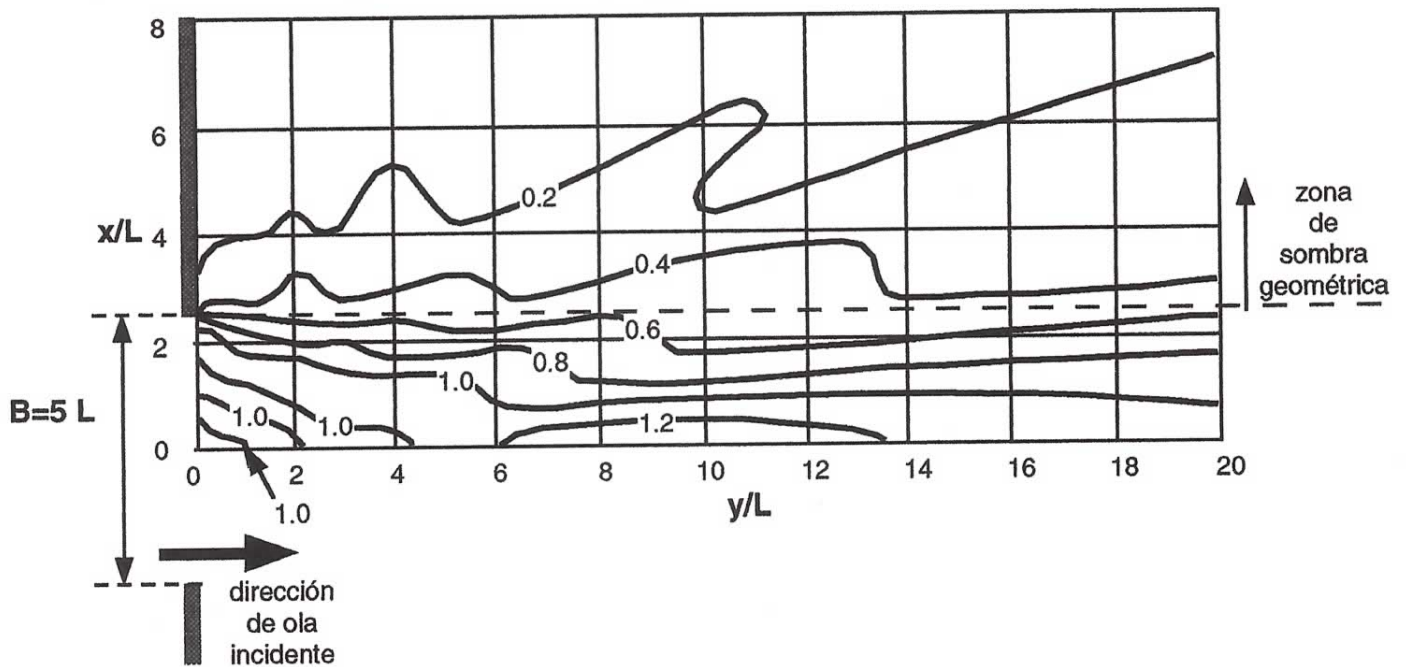


Fig. VIII.12. Diagrama de difracción para una apertura de $5L$ en un rompeolas infinito impermeable y rígido con oleaje incidente a 90° (las isolíneas representan iguales coeficientes de refracción). Solo se muestra la mitad superior, la inferior es totalmente simétrica. Fuente: Shore Protection Manual (1977).

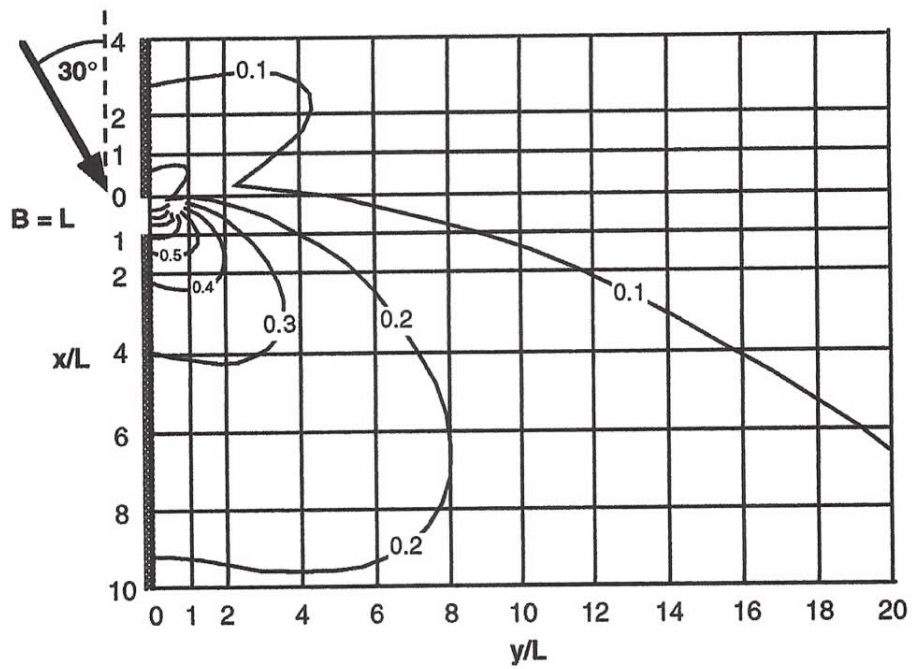


Fig. VIII.13. Diagrama de difracción para oleaje incidente oblicuo a 30° sobre una apertura $B/L=1$ en un rompeolas infinito. Fuente: Shore Protection Manual, 1977.

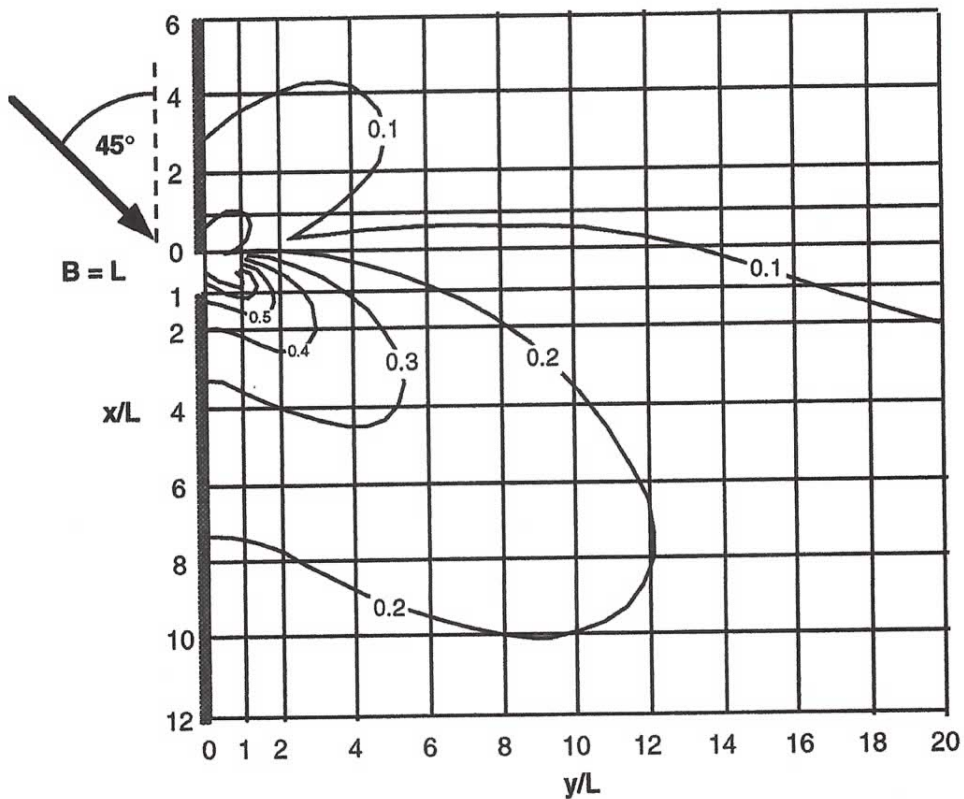


Fig. VIII.14. Diagrama de difracción para oleaje incidente oblicuo a 45° sobre una apertura $B/L=1$ en un rompeolas infinito. Fuente: Shore Protection Manual, 1977.

Obsérvese, que de acuerdo a la intuición, entre más pequeña sea la apertura B , más protegida se encuentra la zona de sombra del oleaje incidente.

Para aperturas $B > 5L$ se pueden usar dos diagramas de rompeolas seminfinito, uno para cada lado. O sea para $B > 5L$ la difracción en cada brazo es independiente de la del otro brazo, o en otras palabras, se encuentran desacopladas.

Cuando las líneas de crestas son de interés (como para acoplar diagramas de difracción y refracción) estas se pueden aproximar como arcos de círculo, en la zona de sombra, como se indica esquemáticamente en la fig.VIII.15.

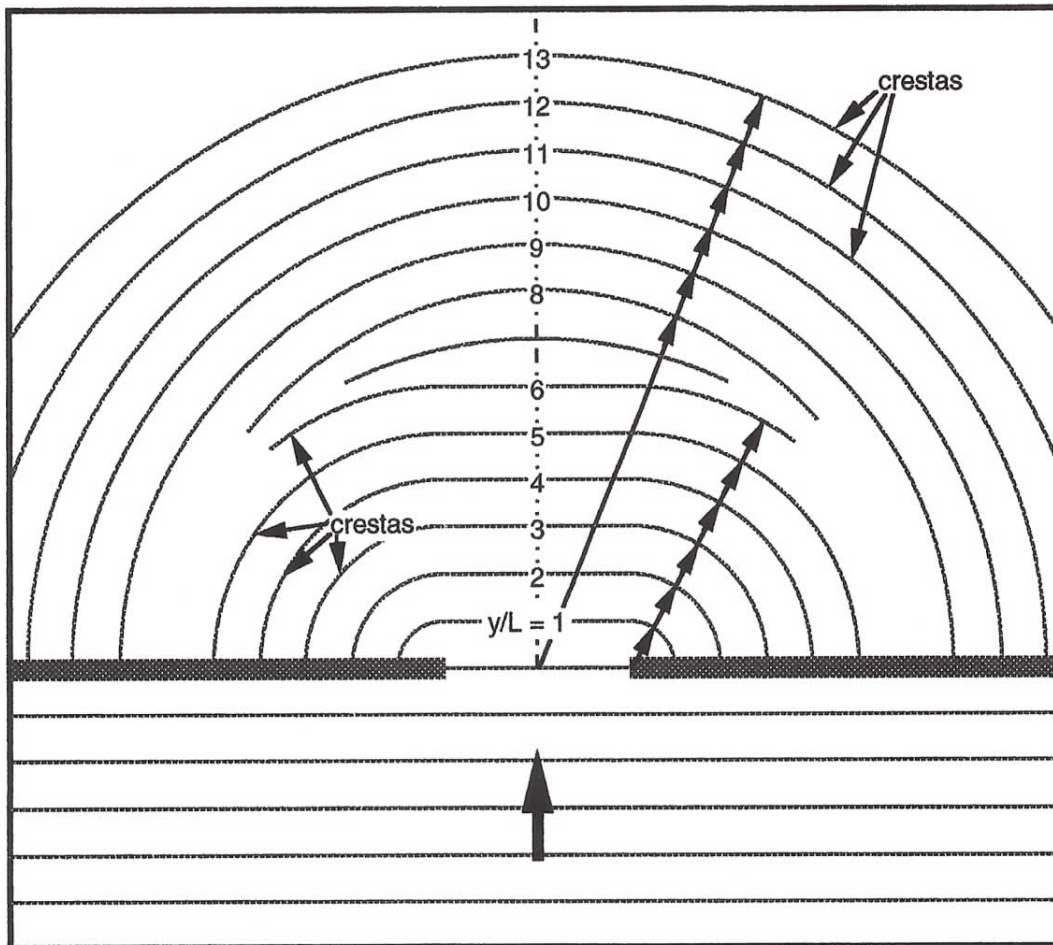


Fig.VIII.15. Esquema de geometría aproximada de crestas de oleaje incidente sobre una apertura en un rompeolas.

Para crestas al centro dentro de $Y/L < 6$ las crestas pueden aproximarse como rectas sobre el canal central y sus continuaciones en las zonas protegidas como arcos de círculo centrados en la punta del rompeolas correspondiente. Más allá, para crestas al centro con $Y/L > 8$ las crestas se pueden aproximar como arcos de círculo con centro en el origen en forma uniforme.

Para incidencia oblicua se puede hacer una aproximación aceptable aplicando un diagrama de incidencia normal pero utilizando una apertura proyectada sobre la dirección normal a la de incidencia, $(B/L)/\sin(\theta)$, como se muestra esquemáticamente en la fig.VIII.16. En la fig.VIII.17 se

muestra una comparación entre un diagrama estrictamente aplicable y la aproximación mencionada.

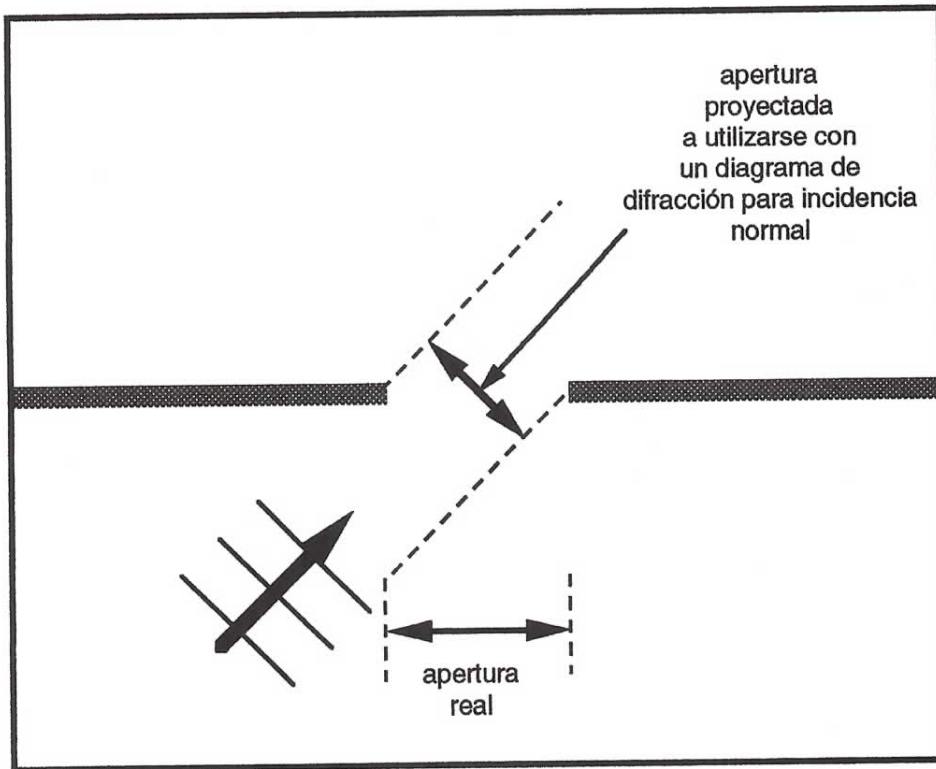


Fig.VIII.16. Esquema ilustrativo sobre la aproximación al utilizar un diagrama de incidencia normal en un problema de incidencia oblicua.

<<<<

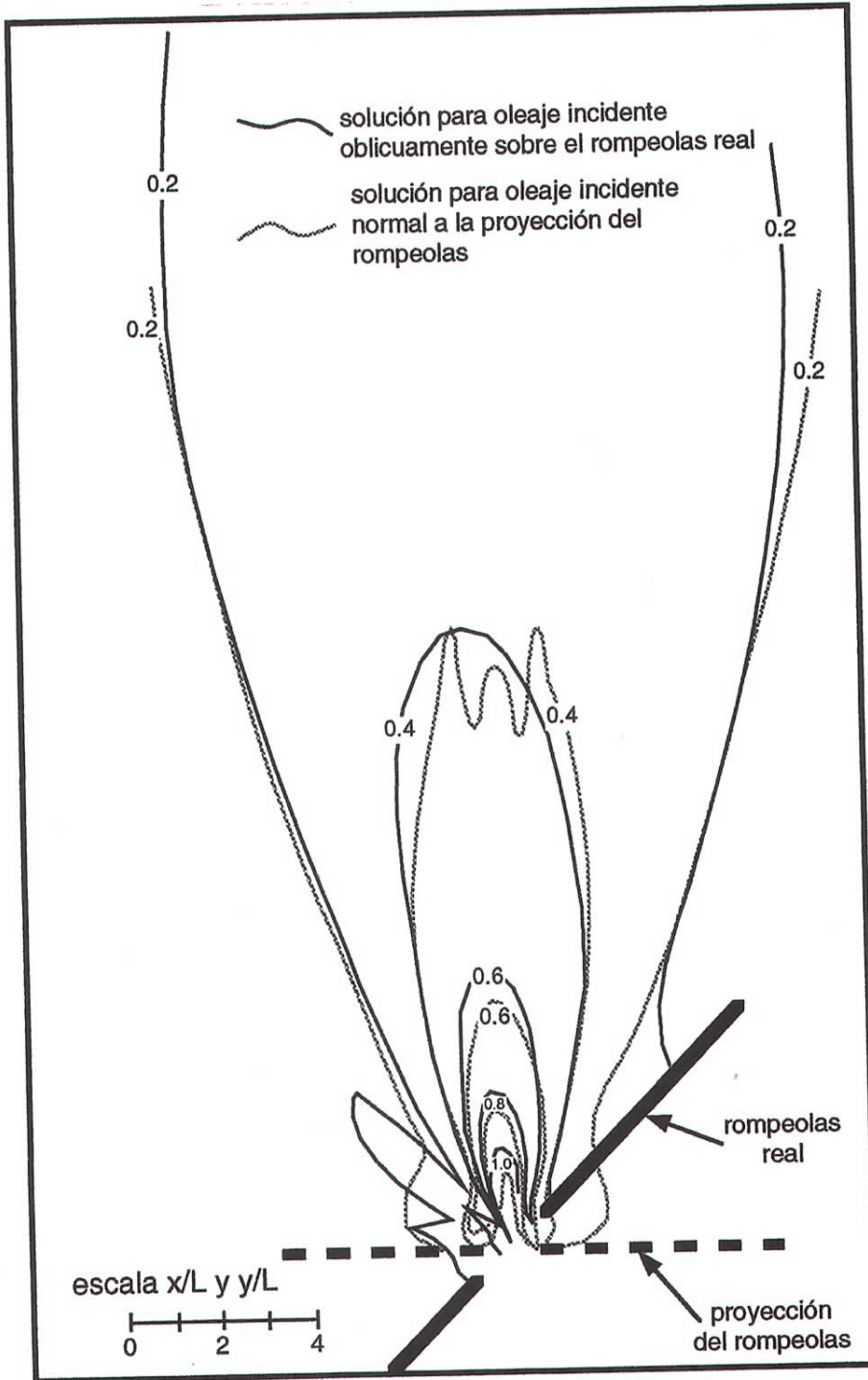


Fig.VIII.17. Diagrama de difracción comparativo entre:
a) oleaje incidente a 45° sobre un rompeolas con una apertura $B=2L$ (línea negra sólida)
b) oleaje incidente a 90° sobre un rompeolas con una apertura $B=1.4142L$ (línea gris)
Fuente: Shore Protection Manual (1977)

VIII.1.4 Olas incidentes sobre un rompeolas finito.

En la práctica, un rompeolas finito es en general suficientemente largo como para poder considerar la difracción en sus dos puntas como independiente y sobreponer el oleaje proveniente de sus dos puntas. Esta superposición requiere tomar en cuenta diferencias de fase de las olas difractadas, la que es variable para diferentes puntos detrás del rompeolas.

Para ilustrar esto hacemos referencia a la fig.VIII.18. Consideremos inicialmente un rompeolas finito y simétrico alrededor de la línea punteada perpendicular a él que pasa por su punto medio (y por el punto A), afectado por oleaje con dirección de propagación perpendicular al rompeolas ($\theta=90^\circ$). Cuando una cresta difractada de B llega a A, otra cresta difractada de C llegará a A; igualmente sucede con los valles por lo que las alturas de ola se suman directamente. Este es el caso para todos los puntos sobre el eje de simetría.

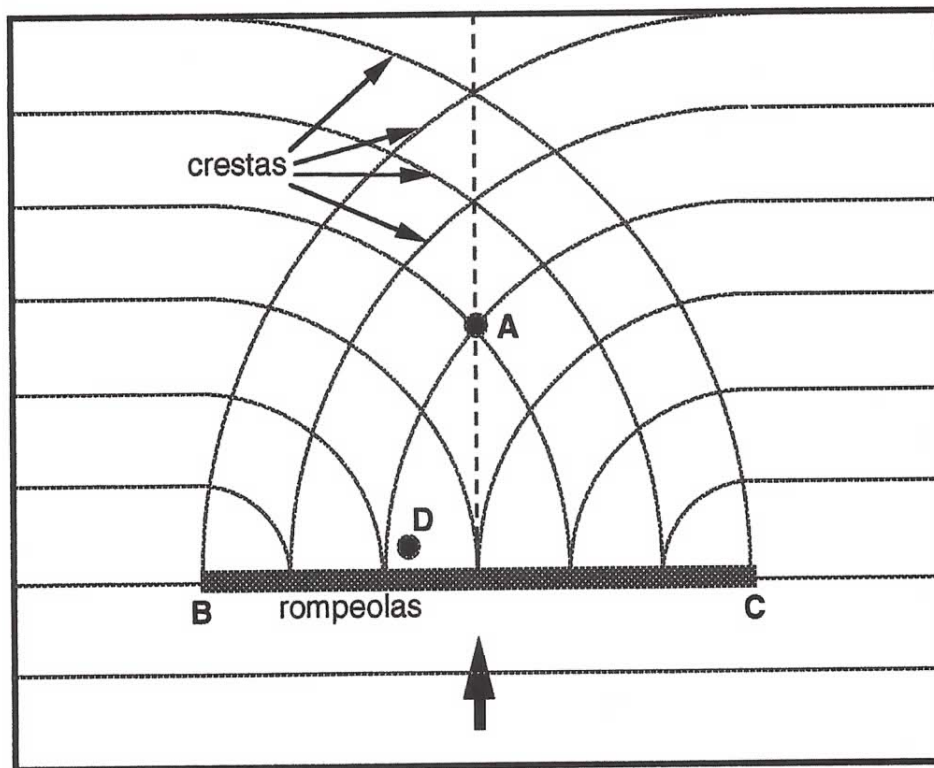


Fig.VIII.18. Esquema ilustrativo sobre la superposición de oaje difractado de ambas puntas de un rompeolas finito.

Sin embargo, fuera del eje de simetría, por ejemplo en el punto D, las olas difractadas de B y C llegan defasadas por lo que su adición no es directa, se deben superponer como 2 ondas de igual frecuencia fuera de fase para obtener la altura de ola. Recuerde que dos sinusoides de igual frecuencia y diferente amplitud, defasadas, al superponerse, producen otra senoide de igual frecuencia, pero con una amplitud diferente, misma que depende del defasamiento.

Para incidencia normal ($\theta=90^\circ$), en puntos en fase, la altura será el doble que la de la del caso de un rompeolas infinito; en puntos 180° fuera de fase las ondas se cancelarán y la superficie no se desplazará verticalmente (nodos). Esto produce un patrón de olas en forma de diamante de tipo (parcial y variablemente) estacionario en dirección paralela al rompeolas, pero progresivo en dirección perpendicular a él, como se esquematiza en la fig.VIII.19.