

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 219**

51 Int. Cl.:

A47K 3/10 (2006.01)

A63B 69/00 (2006.01)

A63G 31/00 (2006.01)

E04H 4/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2009 PCT/US2009/006303**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.06.2010 WO10065083**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2009 E 09830701 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 2369968**

54 Título: **Método y aparato para amortiguar olas en una piscina de olas**

30 Prioridad:

25.11.2008 US 200183 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.04.2021

73 Titular/es:

**LOCHTEFELD, THOMAS J. (33.0%)
9747 Olson Drive**

San Diego, CA 92121, US;

**ETTINGER, HENDRIK DIRK VAN (33.0%) y
BASTENHOF, DIRK (33.0%)**

72 Inventor/es:

LOCHTEFELD, THOMAS J.;

ETTINGER, HENDRIK DIRK VAN y

BASTENHOF, DIRK

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 819 219 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para amortiguar olas en una piscina de olas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las piscinas de olas y, en particular, a una piscina de olas que genera grandes olas de clase de surf que se amortiguan para permitir un mayor rendimiento por unidad de espacio disponible.

10 Antecedentes de la Invención

Las piscinas de olas se han vuelto populares en los parques acuáticos temáticos en los últimos años. Las piscinas de olas son cuerpos de agua artificiales en los que las olas se crean de manera muy similar a las olas en un océano. Una piscina de olas tiene típicamente una máquina de generación de olas que se ubica en un extremo y una "playa" con pendiente artificial que se ubica en el otro extremo, en donde la máquina de generación de olas crea olas periódicas que viajan de ese extremo al otro extremo. El piso de la piscina cerca del extremo de la playa está preferentemente inclinado hacia arriba de manera que a medida que se acercan las olas, el piso inclinado hace que las olas "rompan" en la playa.

20 En algunos casos, el tamaño y la potencia de las piscinas de olas se han incrementado de manera que puedan servir intermitentemente como piscinas de olas "cruzadas" capaces de producir olas de clase de surf más grandes que permitan realizar demostraciones y eventos especiales de surf, como las que involucran maniobras de surf de pie en tablas de surf con aletas de última generación. Estas piscinas cruzadas, como se les llama (es decir, sirven, por un lado, a los nadadores tradicionales/flotadores de cámaras en una cuenca entrecortada de agua agitada, y por otro lado, a los surfistas que desean olas progresivas más grandes que rompen oblicuamente a lo largo del playa) son típicamente más grandes y tienen pisos más profundos que las piscinas de olas de los parques acuáticos convencionales. En tal caso, el objetivo ha sido producir olas de clase de surf más grandes para acomodar al surfista experto ocasional, y al mismo tiempo, producir olas modestas para la mayoría de los nadadores y flotadores de cámaras del mercado masivo.

30 Sin embargo, tales piscinas de olas cruzadas tienen varias desventajas. Primero, debido al aumento en el tamaño de las olas, existe el aumento concomitante en la ocurrencia de corrientes de resaca que pueden reducir la calidad de "surfeo" de las olas y, en consecuencia, hacer que sea más difícil para los participantes realizar maniobras de surf en ellas. También pueden aumentar los riesgos asociados. Las corrientes de resaca a menudo se crean por los gradientes del nivel del agua que pueden ocurrir en la dirección a lo largo de la orilla de la piscina, como en el caso de una piscina con un piso inclinado orientado oblicuamente, en donde el agua se acumula en un lado de la piscina, un flujo inverso de agua que viaja contra el movimiento de las olas que se aproximan puede crearse en la playa inclinada, es decir, cuando el agua busca su propio equilibrio. Estas "corrientes de resaca" tienden a fluir contra las olas que se aproximan y pueden afectar negativamente cómo se disipan el agua y la energía de las olas. También pueden hacer que las olas rompan antes y de manera menos dramática, en cuyo caso, puede haber más aguas blancas y transporte masivo de agua hacia la playa. Las olas también pueden dividirse en secciones.

45 Una segunda desventaja relacionada con la piscina de olas cruzadas es que pueden producirse reflejos de olas similares a los que existen en la naturaleza. Por ejemplo, los reflejos de olas ocurren típicamente cuando hay una pared en el extremo más alejado de la piscina, o una playa o un encalladero relativamente empinado, que tiende a reflejar la energía de las olas hacia atrás a través de la piscina de olas en una dirección inversa, de manera que, como las olas progresan y se reflejan hacia atrás, pueden interferir con la próxima ola que se aproxima. Debido a tales reflejos, puede crearse una contracorriente, que puede conducir a una disminución significativa en la calidad de las olas surfables, lo que, a su vez, puede dificultar la realización de maniobras de surf.

50 Una tercera desventaja corolario relacionada con la formación de corrientes de resaca y reflejos de olas es la reducción resultante en el valor de los activos productivos de la piscina que puede resultar de tener que reducir la frecuencia de las olas en un intento de reducir estos movimientos y características no deseadas. Aunque generalmente es óptimo aumentar la frecuencia de generación de olas para aumentar el número de surfistas que pueden montar en las olas por hora (con un aumento correspondiente en los ingresos por hora al usar la misma base de activos), la desventaja de hacerlo es que, por lo tanto, puede aumentar la aparición de corrientes de resaca y reflejos de olas. Por ejemplo, se ha descubierto que si se generan olas de tamaño surfable (1,5 metros o más) cada quince segundos más o menos, es muy probable que se creen corrientes de resaca significativas y, en consecuencia, cuando se generen olas más grandes adecuadas para surfear, a menudo es necesario reducir la frecuencia de las olas para reducir la probabilidad de que se produzcan estas corrientes de resaca y reflejos de olas no deseados. Por lo tanto, una desventaja asociada que puede resultar del uso de grandes piscinas de olas cruzadas es que la frecuencia de generación de olas puede reducirse, es decir, de una ola cada minuto a noventa segundos o más, en cuyo caso, el valor del activo de la propiedad también se reduce.

65 Una cuarta desventaja es que tales piscinas de olas cruzadas tienden a ser más grandes e inherentemente más caras de construir. Esto es especialmente cierto cuando las piscinas de olas se instalan en áreas donde la tierra es escasa

y, por lo tanto, la construcción de piscinas de olas cruzadas más grandes, simplemente para aumentar el tamaño de las olas, no suele ser muy rentable. Renovar una piscina de olas existente para hacerla más grande también requiere una cantidad significativa de esfuerzo y gasto.

5 Una quinta desventaja de la piscina de olas cruzadas se produce en situaciones donde las piscinas de olas se usan para albergar exposiciones y competiciones de surf. Como se discutió, debido a los riesgos asociados con hacer que las olas de surf sean más grandes, se han hecho algunos esfuerzos para construir piscinas de olas cruzadas que sean lo suficientemente grandes como para 'diluir' los problemas que se discutieron anteriormente de reflejo de olas y la corriente de resaca. Por ejemplo, una forma de hacer que las piscinas de olas sean menos reflectantes y reducir la aparición de corrientes de resaca es disminuir la pendiente del piso de la piscina, lo que a su vez requiere que se aumente la distancia entre el lugar donde rompen las olas y el lugar donde se sientan los espectadores. Desafortunadamente, esta solución tiene el efecto perjudicial de alejar a los espectadores (que normalmente se sientan en gradas o tribunas inmediatamente detrás de la playa y por encima de la línea de flotación) de las olas, lo que puede dificultarles ver y disfrutar de la ola y acción del surf.

15 Lo que se necesita, por lo tanto, es un diseño mejorado y dedicado de la piscina de surf cruzada que permita producir olas de calidades más grandes y frecuentes de una manera segura, sin tener que aumentar el tamaño de la piscina de olas, mientras que, al mismo tiempo, permita que se controlen las características de ruptura de las olas, y se reduzcan las corrientes de resaca y los reflejos de olas, lo que de otro modo sería perjudicial para la formación de olas surfeables.

20 El documento US 6,738,992 B2 forma la técnica anterior más cercana para el objeto de acuerdo con la reivindicación 1 y describe una piscina de olas que tiene una masa de agua en su interior con un nivel medio de agua estancada que comprende un generador de olas sustancialmente en un primer extremo de dicha piscina de olas para propagar las olas que viajan a través de dicha masa de agua desde dicho primer extremo hacia un segundo extremo, opuesto a dicho primer extremo; una primera porción de piscina que comprende un piso extendido desde dicho primer extremo en la dirección de dicho segundo extremo, dicho piso que comprende una sección inclinada que se extiende hacia arriba hasta al menos una profundidad del rompeolas, al ser la profundidad del rompeolas el punto en el que las olas comienzan a romper; una segunda porción de piscina que se extiende desde dicha sección inclinada hacia dicho segundo extremo; la segunda porción de piscina que comprende una sección enrejada que se ubica sustancialmente entre dicha sección inclinada y dicho segundo extremo, en donde dicha sección enrejada comprende un piso elevado perforado por encima de un piso inferior.

35 Resumen de la Invención

La presente invención representa una mejora con respecto a los diseños anteriores de piscinas de olas en la medida en que comprende un método y un aparato para reducir los reflejos perjudiciales de las olas y las corrientes de resaca dentro de una piscina de olas al proporcionar una cámara de amortiguación de olas preferentemente aguas abajo de la línea de ruptura que absorbe la energía de las olas y amortigua las olas, en donde pueden producirse olas de mayor calidad para surfear dentro de la piscina de olas a mayores frecuencias sin aumentar el tamaño de la piscina o el riesgo de diseño del piso.

45 La presente invención preferentemente comprende una piscina de olas con un generador de olas y un piso inclinado orientado oblicuamente que crea olas que comienzan a romperse en o cerca de la línea de ruptura, en donde una de las mejoras que se proporcionan por la presente invención es una cámara de amortiguación de olas que se ubica preferentemente aguas abajo de la línea de ruptura, en donde la cámara comprende preferentemente un piso perforado elevado o "falso" relativamente poco profundo que se extiende por encima de un piso sólido de la cámara relativamente profundo, en donde la combinación del piso elevado sobre el piso sólido y la porosidad del piso elevado ayudan para hacer que la energía de las olas sea absorbida y las olas se amortigüen.

50 En general, la presente piscina de olas puede construirse de forma muy similar a una gran piscina con un piso inferior y paredes de extremo, junto con paredes laterales, preferentemente hechas de hormigón u otro material convencional incrustado en el suelo. Se proporciona preferentemente un dispositivo generador de olas en el extremo profundo de la piscina que puede usarse para crear olas periódicas que viajan a través de la piscina de olas hacia el extremo opuesto menos profundo. El dispositivo generador de olas puede ser de cualquier tipo convencional, como los que se operan hidráulica, mecánica o neumáticamente. Preferentemente, el dispositivo tiene suficiente potencia para crear olas de mayor calidad para surfear como se conoce en la técnica.

60 En el extremo de la piscina que genera olas, el piso inferior tiene preferentemente una sección relativamente horizontal, aunque no necesariamente, seguida aguas abajo por una sección inclinada que ayuda a producir las olas rompientes. La sección inclinada se extiende preferentemente en una pendiente predeterminada desde la sección horizontal hacia arriba hasta la línea de ruptura, que está preferentemente en la profundidad de ruptura de las olas, en donde la pendiente determina el tipo de acción de ruptura de la ola que debe ocurrir. La sección inclinada también se orienta preferentemente de forma oblicua y se adapta de manera que a medida que las olas periódicas viajan a través de la piscina de olas, las olas se afectarán por la pendiente de la sección inclinada y, finalmente, se romperán y desprenderán oblicuamente hacia el extremo opuesto en el punto de ruptura prescrito. La sección inclinada se inclina

preferentemente para optimizar el tamaño y la calidad de las olas en dependencia del tipo de olas que se desean, ya sean olas en forma de barril u olas de derrames, etc., como se discutirá. La sección inclinada se orienta preferentemente de forma oblicua en aproximadamente un ángulo de cuarenta y cinco grados con respecto a la dirección de desplazamiento de las olas, aunque este ángulo puede variar, por ejemplo, de 30 a 60 grados o más.

Una mejora proporcionada por la presente invención es la inclusión de una cámara de amortiguación de olas que se sitúa aguas abajo de la sección inclinada, es decir, en la porción de aguas abajo de la piscina de olas. La cámara de amortiguación de olas comprende preferentemente un piso perforado elevado o "falso" relativamente poco profundo que se extiende por encima de un piso sólido de la cámara, relativamente profundo. El piso elevado está provisto preferentemente de múltiples aberturas, o perforaciones, que permiten que una cantidad predeterminada de agua y energía de las olas pase a través, tanto hacia arriba como hacia abajo y a través de las aberturas, en donde la velocidad a la que se permite que el agua pase a través del piso elevado en ambas direcciones se determina por su "porosidad", es decir, el área perforada dividida por el área total del piso elevado. En virtud de la porosidad del piso elevado y la profundidad del piso elevado en relación con la profundidad de la parte inferior del piso sólido, y al tener en cuenta la altura de las olas, así como otras características y factores de las olas, la energía de las olas puede absorberse y amortiguarse en un grado significativo, en donde puede crearse una capa límite de vórtices y remolinos de absorción de energía tanto por encima como por debajo del piso elevado, lo que ayuda a reducir significativamente y disipar eventualmente las olas que se aproximan. Esto, a su vez, ayuda a eliminar la cantidad y la gravedad de las corrientes de resaca y los reflejos de olas que de otro modo pueden ocurrir dentro de la piscina de olas, lo que a su vez, ayuda a permitir que las próximas olas que se aproximan se formen y rompan adecuadamente sin interferencias.

La piscina de olas de la presente invención se construye, en cierto modo, de manera muy similar a una piscina de olas convencional con un generador de olas provisto en el extremo profundo y un piso inclinado que se extiende hacia arriba hacia el extremo poco profundo. El generador de olas en tal caso es preferentemente de un tipo convencional que genera olas periódicas que viajan a través de la masa de agua desde el extremo profundo hacia el extremo poco profundo, en donde el piso inclinado actúa sobre las olas y hace que las olas fluyan hacia arriba y acumulen impulso hasta que las olas se curven hacia adelante y comiencen a romperse. Pero en lugar de permitir que las olas rompan en una playa o un encalladero como en las piscinas de olas pasadas, el piso inclinado de la presente invención preferentemente termina en o cerca de la profundidad de ruptura, es decir, a lo largo de la línea de ruptura, y preferentemente, aguas abajo de la sección inclinada, se proporciona una cámara de amortiguación de olas para ayudar a amortiguar y disipar las olas, y eliminar o reducir las corrientes de resaca y los reflejos adversos de las olas que de otro modo pueden formarse en la piscina de olas. A pesar de que puede proporcionarse una pared de extremo en el extremo lejano, la cual en una piscina de olas ordinaria puede causar reflejos de olas no deseados, la cámara de amortiguación de olas de la presente invención preferentemente amortigua y disipa las olas y la energía de las olas de manera que queden pocos o ningún movimiento adverso en las olas para cuando se acerquen las próximas olas que se aproximan y se actúe sobre ellas por la pendiente inclinada.

En un aspecto, la presente invención representa una mejora con respecto a los diseños anteriores de piscinas de olas en el sentido de que la cámara de amortiguación de olas comprende preferentemente un piso elevado perforado especialmente diseñado que ayuda a absorber la energía de las olas y, por lo tanto, reduce la altura de las olas (después de que comienzan a romperse) y eventualmente disiparlas de manera que para cuando se acerquen las próximas olas que se aproximan, las corrientes de resaca y los reflejos de olas que de otro modo podrían interferir con las próximas olas que se aproximan hayan disminuido sustancialmente o no existan. Esto permite que la zona de oleaje de la piscina de olas (aguas arriba de la línea de ruptura donde finalmente rompen las olas) esté relativamente libre de movimientos no deseados, incluidas las corrientes de resaca y los reflejos de olas, lo que ayuda a producir olas de surf más grandes y de mejor calidad a mayores frecuencias, y por lo tanto, aumentar el rendimiento sin aumentar el tamaño de la piscina. Mientras que en las piscinas de olas tradicionales, la energía de una ola que rompe en la playa normalmente crea aguas blancas y transporte de masa a la playa, la zona de post-rompimiento de la presente invención amortigua y disipa las olas, de manera que las corrientes de resaca y los reflejos de olas que ocurren normalmente en y alrededor de la zona de surf se reducen sustancialmente, de manera que pueden producirse olas de mayor calidad para surfear a mayores frecuencias.

Un factor que influye en la medida en que el piso elevado puede amortiguar y absorber la energía de una ola que se aproxima es la porosidad del piso elevado. El término "porosidad", en este sentido, se define como el área perforada del piso dividida por el área total del piso. En consecuencia, cuando la porosidad es cero, el piso es esencialmente sólido, y cuando la porosidad es uno, el piso es esencialmente transparente. En el presente caso, se encontró que la porosidad ideal del piso elevado está preferentemente en algún punto intermedio, como entre $0 < \gamma \leq 0,5$, y más específicamente, dentro del rango de aproximadamente $0,05 < \gamma \leq 0,25$, en donde la porosidad se representa por γ . A este respecto, la porosidad ideal puede determinarse para cualquier aplicación dada teniendo en cuenta una serie de factores diferentes, que incluyen, entre otros, la profundidad del rompeolas, la altura de las olas, la profundidad de la piscina, la profundidad del piso elevado en relación con la profundidad del piso de la cámara, el período de ola, la longitud de ola y la forma de la ola. Es el movimiento restrictivo del agua que fluye a través de las aberturas en ambas direcciones, es decir, el agua que fluye hacia arriba y hacia abajo y a través de las perforaciones lo que ayuda a determinar las características de amortiguación de las olas del piso elevado.

Otro factor que influye en las características de amortiguación de las olas de la piscina de olas es la relación entre la profundidad sumergida del piso elevado y la profundidad del piso sólido de la cámara debajo de él. Normalmente, esto puede expresarse en términos de la distancia debajo del piso elevado (hacia abajo desde el piso elevado hasta el fondo del piso sólido de la cámara debajo de él) en relación con la distancia por encima del piso elevado (hacia arriba desde el piso elevado hasta el nivel medio de agua estancada en la piscina). A este respecto, la relación preferida puede ser la siguiente: la distancia entre el piso elevado y el piso sólido de la cámara es preferentemente de dos a cuatro veces (y más preferentemente de dos y media a tres veces) la profundidad del piso elevado debajo del nivel medio de agua estancada. Si esta relación es demasiado baja, lo que significa que el piso elevado es demasiado profundo en relación con el piso sólido de la cámara, no habrá suficiente espacio debajo del piso elevado para que los vórtices y remolinos de absorción de energía se formen y circulen correctamente, en donde las características de amortiguación del piso elevado pueden verse disminuidas. Por otro lado, si esta relación es ideal, lo que significa que la profundidad sumergida del piso elevado en relación con la profundidad del piso sólido de la cámara debajo de él es ideal, las características de amortiguación de las olas también pueden ser ideales. Aunque aumentar la relación puede ayudar a aumentar aún más las características de amortiguación al proporcionar más espacio debajo del piso elevado en el que se forman los vórtices y remolinos de absorción de energía, llega un punto de retorno decreciente, en donde el costo de hacer la cámara más profunda puede superar los beneficios que pueden lograrse al hacer el piso sólido de la cámara más profundo. En consecuencia, en cada caso, existe preferentemente una relación o rango óptimo que proporcione la mejor tasa de amortiguación posible en relación con la profundidad del piso de la cámara y el gasto necesario para construir la piscina con una profundidad de esa magnitud.

Otro factor por considerar es que, preferentemente, la altura de las olas que se propagan por el generador de olas en la piscina de olas es mayor o igual que la profundidad del piso elevado debajo del nivel medio de agua estancada, lo que es particularmente cierto para las olas de tipo barril.

Además, para asegurar que las olas se formen y rompan adecuadamente, la parte superior de la sección inclinada preferentemente no es más profunda que la profundidad del rompeolas ya que, de lo contrario, es posible que las olas no rompan adecuadamente. Y, el piso elevado se extiende preferentemente a la misma profundidad que la parte superior de la sección inclinada y sustancialmente horizontalmente hacia el segundo extremo. A este respecto, debe tenerse en cuenta que está bien que el piso elevado sea menos profundo que la profundidad del rompeolas, aunque si es demasiado superficial, puede ocurrir una contracorriente no deseada.

Otros factores que pueden influir en las características de amortiguación de la piscina de olas se relacionan con las características reales de las olas que se forman dentro de la piscina de olas y, en particular, la altura de las olas, el período de las olas, la longitud de las olas y la forma del rompeolas. Por ejemplo, si la altura de la ola es relativamente alta, lo que significa que tiene mayor energía potencial que una ola más pequeña, puede verse que se gastará más energía cuando rompan las olas, en donde será más importante para la porosidad de la ola del piso elevado ser más alto para permitir que pase suficiente agua y energía de las olas a través de él para amortiguar efectivamente las olas. Con más energía de las olas, se necesitará más influencia sobre las olas, para permitir que las olas se amortigüen y disipen sustancialmente.

En una modalidad alternativa, el piso elevado puede construirse al usar múltiples capas de láminas perforadas, en donde cada una se separa por un espacio de una distancia predeterminada, y en donde cada capa puede tener una porosidad diferente. Y, entre capas adyacentes, la porosidad de la capa superior es preferentemente mayor que la porosidad de la capa inferior. Por ejemplo, cuando el piso elevado consta de tres capas, la capa superior tiene preferentemente una porosidad relativamente alta, mientras que la capa intermedia tiene una porosidad intermedia y la capa inferior tiene una porosidad relativamente baja. También son posibles y contempladas otras variaciones con diferentes números de capas y disposiciones de porosidad.

En otra modalidad alternativa, el piso elevado puede inclinarse, junto con el piso sólido de la cámara, si se desea. Aplicando una pendiente al piso elevado, la tasa de amortiguación del mismo puede alterarse en la dirección en la que viaja la ola, es decir, a medida que cambia la profundidad sumergida del piso elevado, también cambia la tasa de amortiguación. Como se explicó anteriormente, el piso elevado preferentemente no se extiende más profundo que la profundidad del rompeolas, en donde las olas pueden no romperse adecuadamente en tal caso.

En otra modalidad alternativa, la porosidad del piso elevado puede variar aguas abajo. Por ejemplo, una porción aguas arriba del piso elevado puede tener una porosidad relativamente alta, seguida de una sección de porosidad intermedia, seguida de nuevo por una sección que tiene una porosidad relativamente baja. Al crear variaciones en la porosidad del piso elevado, la porosidad ideal puede coincidir con la altura ideal de las olas en cualquier punto dado a lo largo del piso elevado, es decir, cuando las olas rompen y comienzan a disminuir, la porosidad de la porción aguas abajo puede ser menor para tener en cuenta la menor energía que gastarán las olas. De esta manera, a medida que las olas viajan sobre la cámara de amortiguación de olas y avanzan, la porosidad puede reducirse para adaptarse mejor a las condiciones de menor altura de las olas que existirán aguas abajo a medida que las olas se disipen. La porosidad real en cualquier ubicación dada puede variar, pero el rango de porosidad está preferentemente dentro del mismo régimen discutido anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en planta que muestra una modalidad de la piscina de olas de la presente invención con una sección de piso horizontal seguida aguas abajo (de izquierda a derecha) por una sección inclinada que se orienta oblicuamente y una cámara de amortiguación de olas con un piso elevado perforado después de la línea de ruptura;

La Figura 2 es una sección transversal que se toma a lo largo de la sección A-A de la Figura 1 que muestra el generador de olas en el extremo izquierdo lejano, seguido aguas abajo (de izquierda a derecha) por la sección horizontal del piso y la sección inclinada, y luego, la cámara de amortiguación de olas con el piso elevado perforado después de la línea de ruptura;

La Figura 3 es una sección transversal que se toma a lo largo de la sección C-C de la Figura 1 que muestra el generador de olas en el extremo izquierdo lejano, seguido aguas abajo (de izquierda a derecha) por la sección horizontal del piso y la sección inclinada, y luego, la cámara de amortiguación de olas con el piso elevado perforado después de la línea de ruptura;

La Figura 4 es una sección transversal que se toma a lo largo de la sección B-B de la Figura 1 que muestra el generador de olas en el extremo izquierdo lejano, seguido aguas abajo (de izquierda a derecha) por la sección horizontal del piso y la sección inclinada, y luego la cámara de amortiguación de olas con el piso elevado perforado después de la línea de ruptura;

La Figura 5 es una sección transversal que se toma a lo largo de la sección A-A de la Figura 1 que muestra el generador de olas en el extremo izquierdo lejano, seguido aguas abajo (de izquierda a derecha) por la sección horizontal del piso y la sección inclinada, y luego la cámara de amortiguación de olas con el piso elevado perforado después de la línea de ruptura, en donde se identifican los diversos parámetros de diseño relevantes para la tasa de amortiguación de la cámara de amortiguación de olas;

La Figura 6 es un gráfico que muestra las variaciones del número complejo de la ola K_i (la tasa de amortiguación) versus la porosidad para tres alturas de ola iniciales diferentes, en donde la tasa pico de amortiguación ocurre en varias porosidades en dependencia de la altura de la ola;

La Figura 7 es un gráfico que compara la distribución de la altura de una ola que viaja sobre tres pisos elevados perforados diferentes que tienen tres porosidades diferentes, en donde cuando la porosidad es óptima, la altura de la ola finalmente llega a cero (se muestra por la línea continua y flechas negras);

La Figura 8 comprende una serie de seis dibujos que muestran una sola ola que viaja a través de la piscina de olas de la presente invención con la cámara de amortiguación de olas que tiene una porosidad ideal, en donde la ola rompe en o cerca de la línea de ruptura y comienza a disiparse a medida que avanza a través de la cámara de amortiguación de olas, en donde la forma de la ola y la distribución de la altura indican que con el tiempo la ola eventualmente se disipará después de reflejarse desde la pared del extremo;

La Figura 9 comprende una serie de seis dibujos que muestran una sola ola que viaja a través de la piscina de olas de la presente invención con la cámara de amortiguación de olas que tiene una porosidad de cero, que es esencialmente un piso elevado sólido, en donde la ola rompe en o cerca de la línea de ruptura y mientras continúa a través de la cámara de amortiguación de olas, se reduce solo ligeramente en altura, y luego, al reflejarse en la pared del extremo lejano, la ola continúa viajando sustancialmente a la misma altura y forma;

La Figura 10 comprende una serie de seis dibujos que muestran una sola ola que viaja a través de la piscina de olas de la presente invención con la cámara de amortiguación de olas que tiene una porosidad de uno, que es esencialmente un piso transparente, en donde la ola rompe en o cerca de la línea de ruptura y se convierte en un oleaje que no se rompe que continúa a través de la cámara de amortiguación de olas, en donde con el tiempo, el oleaje continúa y se refleja en la pared del extremo lejano, en donde el oleaje continúa viajando sustancialmente de la misma manera con pocos cambios de forma o altura;

La Figura 11 es una vista en planta de la piscina de olas de la presente invención que muestra los patrones de corriente que pueden ocurrir a lo largo de la sección inclinada orientada oblicuamente que resulta desde la cámara de amortiguación de olas que tiene un piso elevado con una porosidad óptima, en donde las flechas diagonales representan los patrones de corriente en la dirección a lo largo de la orilla, las flechas de derecha a izquierda representan las corrientes de resaca que viajan en la dirección inversa, y la pequeña flecha hacia arriba representa una corriente de restauración que ayuda a mantener la piscina en equilibrio, en donde la intensidad de las flechas representa las fortalezas de aquellas corrientes en relación con las que se muestran en las Figuras 12 y 13;

La Figura 12 es una vista en planta de la piscina de olas de la presente invención que muestra los patrones de corriente que pueden ocurrir a lo largo de la sección inclinada orientada oblicuamente que resulta desde la cámara de amortiguación de olas que tiene un piso elevado con una porosidad de cero, en donde las flechas diagonales representan los patrones de corriente en la dirección a lo largo de la orilla, las flechas de derecha a izquierda representan las corrientes de resaca que viajan en la dirección inversa, y la pequeña flecha hacia arriba representa una corriente de restauración que mantiene la piscina en equilibrio, en donde la intensidad de las flechas representa las fortalezas de aquellas corrientes en relación con las que se muestran en las Figuras 11 y 13;

La Figura 13 es una vista en planta de la piscina de olas de la presente invención que muestra los patrones de corriente que pueden ocurrir a lo largo de la sección inclinada orientada oblicuamente que resulta desde la cámara de amortiguación de olas que tiene un piso elevado con una porosidad de uno, en donde las flechas diagonales representan los patrones de corriente en la dirección a lo largo de la orilla, las flechas de derecha a izquierda representan las corrientes de resaca que viajan en la dirección inversa, y la pequeña flecha hacia arriba representa una corriente de restauración que mantiene la piscina en equilibrio, en donde la intensidad de las flechas representa las fortalezas de aquellas corrientes en relación con las que se muestran en las Figuras 11 y 12;

La Figura 14 es un gráfico que muestra la tasa de amortiguación en relación con la porosidad de un piso elevado dado, en donde se muestran los efectos de la profundidad sumergida del piso elevado sobre la tasa de amortiguación para tres diferentes relaciones de profundidad sumergida (profundidad del piso elevado dividida por la profundidad del piso de la cámara debajo del piso elevado);

5 La Figura 15 es una sección transversal que muestra una modalidad alternativa de la presente invención que muestra la cámara de amortiguación de olas con un piso elevado que tiene múltiples capas en donde cada capa tiene una porosidad diferente;

La Figura 16 es una sección transversal que muestra una modalidad alternativa de la presente invención que muestra la cámara de amortiguación de olas que tiene un piso elevado inclinado y un piso de cámara inclinado;

10 La Figura 17 es una vista en planta que muestra una modalidad alternativa de la presente invención que muestra la cámara de amortiguación de olas con un piso elevado en donde la porosidad del piso elevado varía desde la línea de ruptura hacia la pared del extremo de la piscina; y

15 La Figura 18 es una vista en sección transversal que muestra la propagación de las olas sobre la cámara de agua de amortiguación de olas de la presente invención y en particular el piso elevado, en donde se muestran vórtices y remolinos de absorción de energía que se forman por encima y por debajo del piso elevado como resultado de las diversas condiciones que se crean por las olas.

Descripción Detallada de la Invención

20 La Figura 1 es una vista en planta y las Figuras 2 a la 4 son vistas en sección que muestran una modalidad de la piscina de olas 1 de la presente invención que preferentemente tiene un primer extremo 2 (se muestra en el extremo izquierdo lejano de las Figuras 1 a la 4) y un segundo extremo 4 (se muestra en el extremo derecho lejano de las Figuras 1 a la 4). Preferentemente, la piscina de olas 1 se construye de forma muy parecida a una piscina grande con un piso inferior y paredes de extremos, junto con paredes laterales, preferentemente hechas de hormigón u otro material convencional incrustado en el suelo. Preferentemente extendido a lo largo de un lado (se muestra a lo largo de la parte superior de la Figura 1) hay una primera pared lateral 6 y preferentemente extendido a lo largo del lado opuesto (se muestra a lo largo de la parte inferior de la Figura 1) hay una segunda pared lateral 8. El segundo extremo 4 comprende preferentemente una pared de extremo 12, aunque también se contemplan modalidades con una playa, un encalladero o una costa inclinada que se extienden a lo largo del segundo extremo 4. En vista en planta, la piscina de olas 1 tiene preferentemente forma rectangular, aunque no necesariamente, es decir, las paredes laterales también pueden estar en ángulo.

35 En la modalidad preferida, uno o más generadores de olas 3 se ubica(n) preferentemente en el primer extremo 2 que es/son capaces de liberar energía y/o un flujo másico de agua en la masa de agua 7 dentro de la piscina de olas 1 suficiente para crear una ola 5 (se muestra en las Figuras 2 a la 4) que viaja a través de la masa de agua 7 y a través de la piscina de olas 1. El generador de olas 3 puede ser de cualquier tipo convencional, como los que se operan mecánica, hidráulica o neumáticamente, como se conoce en la técnica. Preferentemente, el generador de olas 3 tiene suficiente potencia para crear olas de mayor calidad para surfear que viajan a través de la piscina de olas 1.

40 La piscina de olas 1 comprende preferentemente una primera porción de formación de olas aguas arriba 9 que comprende preferentemente un piso sustancialmente horizontal 11 seguido aguas abajo por una sección inclinada 13 que actúa sobre las olas 5 para hacer que comiencen a romperse, es decir, a lo largo o cerca de una línea de ruptura 10 que se muestra en la Figura 1. En las Figuras 1 a la 4, "aguas abajo" se refiere a la dirección que se extiende desde el primer extremo 2 al segundo extremo 4, es decir, de izquierda a derecha en esos dibujos. El piso horizontal 11 se extiende preferentemente de manera sustancialmente horizontal por una distancia predeterminada aguas abajo del primer extremo 2, en donde la sección inclinada 13 preferentemente comienza a inclinarse hacia arriba, en donde la sección inclinada 13 se orienta preferentemente de forma oblicua con respecto a la dirección de desplazamiento de las olas 5, y por lo tanto, la distancia que se extienda del piso horizontal 11 aguas abajo dependerá de qué tan lejos se extienda la sección inclinada 13 aguas abajo, que difiere en los diferentes lados de la piscina de olas 1. Por ejemplo, en la modalidad que se muestra en la Figura 1, la distancia más corta que se extiende entre el primer extremo 2 y la sección inclinada 13 es a lo largo de la primera pared lateral 6 (a lo largo de la sección B-B) y la distancia más lejana que se extiende entre el primer extremo 2 y la sección inclinada 13 es a lo largo de la segunda pared lateral 8 (a lo largo de la sección C-C). Preferentemente, la distancia más corta que se extiende a lo largo del piso horizontal 11 entre el primer extremo 2 y la sección inclinada 13 es aproximadamente de veinte a veinticinco pies (6,10 a 7,62 metros), lo que puede ocurrir a lo largo de la primera pared lateral 6, que permite olas 5 de tamaño suficiente y magnitud para desarrollarse y propagarse antes de ser afectada por la sección inclinada 13, es decir, el piso horizontal 11 se extiende preferentemente al menos de veinte a veinticinco pies (6,10 a 7,62 metros) para permitir una ola que tenga una altura de cuatro a cinco pies (1,22 a 1,52 metros) para desarrollarse correctamente. Esta distancia puede ser más corta o más larga dependiendo de la altura de ola deseada para cualquier aplicación dada. Aunque el piso horizontal 11 es preferentemente sustancialmente horizontal, la presente invención contempla que el piso horizontal 11 pueda estar provista de una ligera pendiente sin apartarse de la invención, es decir, la tolerancia permitiría que el piso horizontal 11 comience con una pendiente ascendente muy gradual que aumenta sobre la distancia de la piscina 1, o una pendiente descendente gradual que comienza a inclinarse hacia arriba sobre la distancia de la piscina 1, etc.

65 En cualquier caso, la sección inclinada 13 está preferentemente inclinada de manera que pueda actuar sobre las olas 5 para hacer que comiencen a romperse y derramarse hacia adelante a medida que viajan a través de la piscina de

olas 1, en donde la pendiente de la sección inclinada 13 determina la naturaleza y el carácter de las olas rompientes que se forman, es decir, si están derramando olas o haciendo barriles, etc. La sección inclinada 13 se inclina preferentemente para optimizar el tamaño y la calidad de las olas de manera que puedan producirse olas adecuadas para surfear. Por ejemplo, cuando la pendiente es relativamente suave, como por debajo del 5 %, puede formarse una
 5 ola de derrame, mientras que, cuando la pendiente es más pronunciada, como entre el 5 % y el 10 %, normalmente se creará una ola de barril. Cuando la pendiente es más alta, la tendencia es que se cree una ola de Teahupoo.

Por estas razones, la pendiente de la sección inclinada 13 está preferentemente entre aproximadamente el 1 % y el 10 % (en la dirección en la que viaja la ola) dependiendo del tipo de ola que se desee crear. Por ejemplo, para crear
 10 una ola de derrame con un período de ola de aproximadamente ocho segundos, la pendiente preferida de la sección inclinada 13 es de aproximadamente el 5 % o menos, aunque la pendiente real puede depender de la altura y longitud de ola que se desee (en donde la longitud de ola depende del período de la ola y la profundidad de la piscina). Por otro lado, para crear una ola de barril con un período de ola de aproximadamente quince segundos, la pendiente preferida de la sección inclinada 13 está entre aproximadamente el 5 % y el 10 %, aunque nuevamente, la pendiente
 15 real puede depender en última instancia de la altura y longitud de ola que se desee (en donde la longitud de ola depende del período de ola y la profundidad de la piscina).

La profundidad preferida del piso horizontal 11 en la primera porción de formación de olas 9 (designada como "Profundidad de la piscina" en la Figura 5 y designada de otra manera como d_{piscina} o D_p en toda su extensión) depende
 20 de varios factores, como se discutirá. Por ahora, es suficiente decir que la Profundidad de la piscina o la d_{piscina} del piso horizontal 11 es preferentemente aproximadamente tres veces la altura deseada de la ola que se propagará en la porción de formación de olas 9. Y debido a que la altura ideal de las olas para el surf es preferentemente entre aproximadamente tres pies (0,91 metros) y ocho pies (2,44 metros), la profundidad preferida del piso horizontal 11 o de la d_{piscina} es preferentemente de nueve pies (2,74 metros) a veinticuatro pies (7,32 metros) en dependencia del
 25 tamaño real de las olas a producir.

Al ser este el caso, puede verse que la profundidad del piso horizontal 11 y la pendiente de la sección inclinada 13 determinarán juntas la longitud que la sección inclinada 13 que tiene que extenderse en la dirección en la que viajan
 30 las olas antes de alcanzar su altura máxima, que es preferentemente en la profundidad del rompeolas - el punto en el que las olas comenzarán a romperse y continuarán avanzando. Por ejemplo, si la profundidad del piso horizontal 11 es de nueve pies (2,74 metros), y la pendiente de la sección inclinada es del 10 %, y la profundidad del rompeolas es de tres pies (0,91 metros), la longitud de la sección inclinada 13 necesariamente sería aproximadamente sesenta pies (18,29 metros) (esto se basa en una relación de pendiente de uno a diez, y diez multiplicado por la profundidad delta de seis pies (1,83 metros)). Asimismo, si la profundidad del piso horizontal 11 es de veinticuatro pies (7,32 metros), y la
 35 pendiente de la sección inclinada es del 5 %, y la profundidad del rompeolas es de ocho pies (2,44 metros), entonces, la longitud de la sección inclinada 13 será aproximadamente trescientos veinte pies (97,54 metros) (esto se basa en una relación de pendiente de uno a veinte y veinte multiplicada por la profundidad delta de dieciséis pies (4,88 metros)). Por estas razones, puede verse que el tamaño y la longitud de la sección inclinada 13 en la piscina 1 dependerán en gran medida de si la piscina de olas 1 se diseña para crear olas en forma de barril u olas de derrames. Por esta razón,
 40 se ha encontrado que, desde el punto de vista del costo de construcción, a menudo es más deseable construir piscinas de olas con secciones inclinadas más pronunciadas que produzcan olas de tipo barril en lugar de secciones inclinadas más suaves para producir olas de tipo derrame.

Cabe señalar que debido a que la sección inclinada 13 se orienta preferentemente de forma oblicua con respecto a la
 45 dirección de desplazamiento de las olas, la longitud real de la sección inclinada 13 de un extremo al otro es en realidad más larga que la distancia de la sección inclinada 13 en cualquier sección transversal dada. En el primer ejemplo anterior, incluso si la sección inclinada 13 comienza a inclinarse hacia arriba a veinte pies (6,10 metros) del primer extremo 2 (a lo largo del primer muro lateral 6), la sección inclinada 13 puede no comenzar a inclinarse hacia arriba hasta ciento veinte pies (36,58 metros) desde el primer extremo 2 en el lado opuesto (a lo largo de la segunda pared lateral 8). Y la medida en que esto sea así dependerá del ángulo oblicuo de la sección inclinada y del ancho total de
 50 la piscina de olas 1.

Por ejemplo, si la piscina de olas 1 tiene cincuenta pies (15,24 metros) de ancho y el ángulo de oblicuidad es de cuarenta y cinco grados, puede verse que la sección inclinada 13 comenzará a inclinarse hacia arriba cincuenta pies
 55 (15,24 metros) más aguas abajo a lo largo de la segunda pared lateral 8 que a lo largo de la primera pared lateral 6. Al ser este el caso, en el ejemplo anterior, la longitud real de la sección inclinada 13 (en la dirección en la que viaja la ola) será de unos ciento diez pies (33,53 metros), es decir, sesenta pies (18,29 metros) más cincuenta pies (15,24 metros), para tener en cuenta el ángulo oblicuo de la sección inclinada. Sin embargo, debe observarse que se contemplan las piscinas de olas que tienen un piso con una pendiente continua en lugar de un piso horizontal seguido de una sección inclinada, en cuyo caso, la longitud y el tamaño de la piscina podrían reducirse en cierta medida.
 60

Por supuesto, como se discutirá con más detalle a continuación, uno de los objetivos de la presente invención es amortiguar las olas que se generan en la piscina de olas 1 cuando se derraman o rompen hacia el segundo extremo 4, por lo que preferentemente, la sección inclinada 13 se termina mucho antes de que alcance el nivel medio de agua estancada en la piscina. De hecho, preferentemente, la sección inclinada 13 termina en la profundidad del rompeolas de la pendiente de la sección inclinada 13. A este respecto, para ayudar a asegurar que las olas rompan
 65

adecuadamente antes de que se amortigüen por la cámara de amortiguación de olas 19, la sección inclinada 13 se extiende preferentemente hacia arriba una distancia suficiente aguas abajo del primer extremo 2, en donde preferentemente termina en la profundidad del rompeolas que, en la mayoría de los casos, es la profundidad que se extiende a lo largo de la línea de ruptura 10.

Este punto o profundidad puede estimarse/determinarse matemáticamente al tener en cuenta una serie de factores que se conocen en la técnica, incluida la longitud de la ola, el período de la ola, la altura de la ola, la profundidad de la piscina, la pendiente de inclinación, la forma de la ola, etc. En términos generales, los siguientes cálculos son necesarios para estimar/determinar la profundidad del rompeolas para una ola dada: El índice de profundidad del rompeolas (relación entre la altura de ruptura y la profundidad de ruptura) se define como: donde g es la constante gravitacional, T es el período de ola y

$$\gamma_b = \frac{H_b}{d_b}, \quad (1)$$

donde H_b es la altura de la ola en el punto de ruptura y d_b es la profundidad del agua en el punto de ruptura. Para calcular el índice de profundidad del rompeolas podemos usar la siguiente fórmula:

$$\gamma_b = b - a \frac{H_b}{gT^2}, \quad (2)$$

donde g es la constante gravitacional, T es el período de ola,

$$a = 43,8 (1 - e^{-19 \tan \beta}), \quad (3)$$

y

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5 \tan \beta})}, \quad (4)$$

donde β es la pendiente del encalladero. Luego encontramos la profundidad del rompeolas de acuerdo con (1)

$$d_b = \frac{H_b}{\gamma_b}.$$

Estos cálculos son válidos con pendientes de hasta aproximadamente el 10 %.

Con la altura de ola conocida, el período de ola y la profundidad de la piscina (del piso horizontal 11), puede determinarse la longitud de ola, y con la longitud de ola conocida, la altura de ola y la pendiente de la sección inclinada 13, puede determinarse la forma del rompeolas (Iribarren), y con la forma conocida del rompeolas y la altura de las olas, puede determinarse la profundidad del rompeolas (ruptura). No obstante, estos cálculos se destinan para proporcionar estimaciones de las profundidades preferidas de los rompeolas, en donde aún sería necesario realizar pruebas con modelos para garantizar que estas estimaciones sean precisas.

Otra forma de ayudar a reducir la longitud total de la sección inclinada 13 y, por lo tanto, el tamaño de la piscina de olas 1 es proporcionar una pendiente relativamente pronunciada seguida de una pendiente relativamente suave adicionalmente aguas abajo. Para hacer esto, en una modalidad alternativa, la primera porción aguas arriba de la sección inclinada 13 puede ser más empinada, tal como aproximadamente del 10 % al 30 %, y el resto de la inclinación puede ser aproximadamente del 1 % al 10 %. Por ejemplo, en el ejemplo anterior, si la pendiente total de la sección inclinada 13 es del 10 %, entonces la porción inicial de diez pies (3,05 metros) de la pendiente puede aumentarse a una pendiente del 30 %, en donde, la longitud total de la sección inclinada 13 puede reducirse desde unos sesenta pies (18,29 metros) a unos cuarenta pies (12,19 metros), es decir, la sección inclinada 13 se eleva tres pies (0,91 metros) durante los primeros diez pies (3,05 metros) de distancia, y luego se elevaría otros tres pies (0,91 metros) durante los siguientes treinta pies (9,14 metros) de distancia, en donde la pendiente terminaría en la profundidad del rompeolas de tres pies (0,91 metros). Cabe señalar que las Figuras 1 a la 5 no están a escala en el sentido de que no muestran la pendiente real de la sección inclinada 13, ni muestran la transición de la pendiente de ser relativamente empinada, es decir, 20 % a 30 %, a ser relativamente suave, es decir, del 1 % al 10 %.

La configuración preferida del piso horizontal 11 o la porción de formación de olas 9 de la piscina 1 y la sección inclinada 13 ayudan a producir olas que son deseables para surfear. Y debido a que la sección inclinada 13 se orienta de forma oblicua con respecto a la primera y segunda paredes laterales 6, 8, respectivamente, cualquier ola que se forme dentro de la porción de formación de olas 9 comenzará a romperse antes a lo largo de la primera pared lateral

6 que a lo largo de la segunda pared lateral 8. A la inversa, por las mismas razones, cualquier ola que se forme dentro de la porción de formación de olas 9 a lo largo de la pared lateral opuesta 8 comenzará a romperse adicionalmente aguas abajo. En consecuencia, la configuración oblicua de la sección inclinada 13 generalmente crea una ola periódica 5 que tiende a desprenderse de forma oblicua y progresiva a medida que avanza a través de la masa de agua 7, en donde la ola eventualmente se romperá en un ángulo a medida que avanza a lo largo de la línea de ruptura 10. Y, como se discutirá más adelante en relación con las Figuras 11 a la 13, a medida que rompen las olas, comenzará a formarse un patrón de corriente que hará que el agua fluya en la dirección a lo largo de la orilla, en donde este movimiento puede causar la formación de corrientes adicionales, tales como corrientes de resaca no deseadas y reflejos de olas, en donde uno de los principales objetivos de la presente invención es reducir el grado en que se forman estas corrientes y movimientos.

Una mejora que se proporciona por la presente invención es la inclusión de una segunda porción 15 que comprende una cámara de amortiguación de olas 19 que se extiende sustancialmente aguas abajo de la sección inclinada 13 como se ve en las Figuras 1 a la 4. La cámara de amortiguación de olas 19 comprende preferentemente un piso inferior sólido de la cámara 21 que tiene una profundidad predeterminada, y un piso perforado elevado o "falso" 20 que se extiende sustancialmente por encima de ella, en donde la cámara 19 se extiende preferentemente entre las paredes laterales 6, 8 y entre la sección inclinada 13 y la pared de extremo 12. El piso elevado 20 se extiende preferentemente de manera sustancialmente horizontal sobre el piso de la cámara 21, aunque no necesariamente, y a través de la cámara de amortiguación de olas 19 a una profundidad predeterminada con relación al nivel medio de agua estancada dentro de la piscina 1. El piso elevado 20 se ubica preferentemente en la profundidad del rompeolas de la piscina 1, teniendo en cuenta una serie de factores, como se discutirá, y preferentemente está hecho de un material suficientemente rígido y resistente, como acero, fibra de vidrio, Kevlar, o fibras con alto contenido de carbono, etc., para soportar el peso de los participantes que caminan sobre él, y preferentemente es suave y está recubierto o está hecho de un material que evite la oxidación que no cause lesiones a los participantes en sus pies descalzos. El piso elevado 20 se soporta preferentemente por cualquier medio convencional, como vigas que se extienden a lo largo y/o ancho de la cámara de amortiguación de olas 19. En modalidades alternativas, el piso elevado 20 puede estar provisto de múltiples capas, cada una con una porosidad diferente, y/o con porosidades diferentes/cambiantes a medida que se extiende aguas abajo, como se discutirá. También puede inclinarse en lugar de estar horizontal.

El piso elevado 20 tiene preferentemente perforaciones 16 de un tamaño, forma y proliferación o densidad predeterminadas. La forma preferida de las perforaciones 16 es circular u ovalada, aunque se contempla cualquier forma que se realice de la manera deseada. El tamaño de cada abertura y el número de aberturas por unidad de área del piso elevado 20 dependerán de la porosidad deseada del piso elevado 20. La porosidad del piso elevado 20 es esencialmente igual al área de las aberturas dividida por el área total del piso 20. En consecuencia, puede verse que un piso elevado que tiene una porosidad de cero es esencialmente un piso sólido, mientras que un piso elevado que tiene una porosidad de 1,0 es esencialmente un piso transparente. El rango de porosidad preferido del piso elevado 20 que se contempla por la presente invención está dentro del régimen $0 < \text{porosidad} \leq 0,50$ aunque el rango real es probablemente más como $0,05 < \text{porosidad} \leq 0,25$ en dependencia de las condiciones deseadas. Más adelante se discutirá más sobre cómo la porosidad y otros factores pueden afectar la tasa de amortiguación de la cámara de amortiguación de olas 19. Baste decir en este punto que cuando la porosidad del piso elevado 20 (así como otras condiciones) son ideales, se permite que el agua sobre el piso elevado 20 pase a través de las perforaciones de una manera óptima, en donde múltiples remolinos y vórtices que absorben energía pueden crearse por encima y por debajo del piso elevado 20 lo suficiente como para reducir la energía de las olas y amortiguar las olas.

Para una mejor comprensión de cómo la tasa de amortiguación se ve afectada por varias configuraciones y factores asociados con la piscina de olas 1, incluida la porosidad del piso elevado 20, ahora se hace referencia a la Figura 5, que es una sección transversal de la piscina de olas 1 que muestra los siguientes parámetros que son pertinentes a la tasa de amortiguación de las olas: 1) el nivel medio de agua estancada 14 de la piscina (se muestra como una línea discontinua), 2) la profundidad del piso horizontal 11 debajo del nivel medio de agua estancada 14 designado como "Profundidad de la piscina" o $d_{piscina}$, 3) la altura de la ola 5 que se crea por el generador de olas 3 por encima del nivel medio de agua estancada 14 designado como "Altura de ola" o H, 4) la longitud de la ola 5 designada como "Longitud de ola" o L, 5) la profundidad del piso elevado 20 en relación con el nivel medio de agua estancada 14 designada como "profundidad del piso" o d_{piso} , (que en la modalidad preferida es igual a la profundidad del rompeolas como se discutió), 6) la profundidad de la cámara de amortiguación de olas 19 debajo del piso elevado 20 (que es la distancia entre el piso elevado 20 y el piso sólido de la cámara 21) designado como "Profundidad de la cámara" o $d_{cámara}$, 7) la forma del rompeolas designada como iribarren (ξ_b), y 8) la porosidad del piso elevado 20 designado por el símbolo γ .

Cada uno de estos factores es pertinente para la determinación o el cálculo de la tasa de amortiguación de la cámara de amortiguación de olas 19 y, en particular, el piso elevado 20 que se determina por las características de la piscina de olas 1 y las olas que crea. Más específicamente, la tasa de amortiguación K de la cámara de amortiguación de olas 19 depende de los siguientes factores: (1) la porosidad del piso elevado 20 (γ), (2) la relación entre la profundidad sumergida del piso elevado 20 en relación con la profundidad de la cámara de amortiguación de olas 19 debajo del piso elevado 20 ($d_{piso}/d_{cámara}$), (3) la altura de la ola incidente en relación con la profundidad del piso horizontal 11 ($H/d_{piscina}$), (4) la longitud de la ola (L), (5) el período de ola (T), y (6) la forma del rompeolas de iribarren (ξ_b). En tal caso, la tasa de amortiguación puede determinarse con base en los parámetros mencionados anteriormente y de acuerdo con la siguiente relación de dispersión compleja alterada:

$$K = F\left(\gamma, \frac{d_{\text{piso}}}{d_{\text{cámara}}}, \frac{H}{d_{\text{piscina}}}, L, T, \xi_b\right)$$

donde K es el número complejo de la ola ($K = K_r + iK_i$), y en donde la parte imaginaria K_i representa la tasa de amortiguación. Esta ecuación puede resolverse numéricamente mediante el método de Newton Raphson como se conoce en la técnica.

El objetivo aquí es diseñar una piscina de olas que pueda producir la altura y la forma de olas ideales que sean adecuadas para el surf, pero que también pueda lograr la tasa de amortiguación óptima, de manera que puedan evitarse las corrientes de resaca y los reflejos perjudiciales de las olas, en donde la piscina de olas puede hacerse más pequeña y más compacta mientras que al mismo tiempo permite un aumento en las frecuencias de olas y por lo tanto un mayor grado de retorno sobre el valor del activo de la propiedad. La reducción en el tamaño de la piscina de olas no solo puede resultar en un menor costo de construcción, sino que los movimientos reducidos del agua pueden permitir que se creen olas a mayores frecuencias, sin crear efectos de olas indeseables y movimientos de agua en la piscina, en donde más olas por unidad de tiempo pueden resultar en un mayor rendimiento.

Varios factores intervienen en la determinación de la tasa de amortiguación. A este respecto, la Figura 6 muestra que cuando se generan olas de diferentes alturas dentro de la piscina de olas 1, difiere la porosidad ideal del piso elevado 20 que produce las características óptimas de amortiguación de las olas. Dicho de otra manera, la porosidad ideal para cualquier piso elevado 20 dado que proporcione la tasa de amortiguación óptima depende de la altura de la ola que el piso elevado 20 está diseñado para amortiguar. En consecuencia, cuando se construye cualquier piscina de olas 1, es importante determinar la naturaleza y el carácter de las olas para las que se está diseñada la piscina de olas antes de seleccionar el diseño apropiado.

A este respecto, en la Figura 6, puede observarse que la variación del número complejo de la ola K_i (la tasa de amortiguación) se representa gráficamente frente a la porosidad para tres alturas de ola inicial diferentes 24, 25 y 26. Las alturas de las olas en este caso se representan generalmente por la relación H/d_{piscina} , que es la altura de las olas (H) dividida por la profundidad del piso horizontal 11 o la Profundidad de la piscina (d_{piscina}). Puede verse que en este caso las tres alturas de olas diferentes que se trazan se representan por tres líneas diferentes, en donde la línea continua 24 (designada como $H1/d_{\text{piscina}} 1$) representa una ola que es más corta en altura que la ola que se representa por la línea discontinua 25 (designada como $H2/d_{\text{piscina}} 2$) y la línea discontinua 26 (designada como $H3/d_{\text{piscina}} 3$). Solo se muestran comparaciones relativas; no se proporcionan valores reales. Por estas razones, puede verse que cuando la altura de las olas es relativamente baja, es decir, según lo designado por la línea continua 24 o $H1/d_{\text{piscina}} 1$, la tasa de amortiguación óptima puede lograrse cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad relativamente baja, es decir, alrededor de 0,05 a 0,10, en dependencia de las condiciones reales de las olas/piscina. Por otra parte, cuando la altura de la ola es relativamente alta, es decir, según lo designado por la línea discontinua 26 o $H3/d_{\text{piscina}} 3$, puede observarse que la tasa de amortiguación óptima se logra cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad relativamente alta, tal como alrededor de 0,15 a 0,30, nuevamente en dependencia de las condiciones reales. Además, cuando la altura de las olas está en un rango intermedio, es decir, según lo designado por la línea discontinua 25 o $H2/d_{\text{piscina}} 2$, puede verse que la tasa de amortiguación óptima se logra cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad intermedia, tal como alrededor de 0,10 a 0,20, nuevamente en dependencia de las condiciones reales. Para los propósitos de estos ejemplos, se supone que las otras condiciones $d_{\text{piso}}/d_{\text{cámara}}$, L , T y ξ_b son constantes.

La Figura 6 también muestra que, con respecto a cada altura de ola, la tasa de amortiguación aumenta de cero a un valor máximo y luego disminuye de nuevo a cero a medida que la porosidad aumenta de cero a la porosidad óptima y más adelante hasta uno, en donde la porosidad óptima ocurre en la tasa máxima de amortiguación. Esto puede explicarse de la siguiente manera: Cuando la porosidad del piso elevado 20 es cero (0,0), que es esencialmente un piso sólido, no se forman remolinos o vórtices de capa límite y, por lo tanto, no se disipa energía independientemente de la altura de la ola 5. Del mismo modo, cuando la porosidad es demasiado alta, es decir, cuando está más cerca de 1,0, que es cuando el piso elevado 20 es casi transparente, puede verse que no se disipa la energía de las olas en absoluto independientemente de la altura de la ola 5. Pero cuando la porosidad del piso elevado 20 es ideal u óptima, lo que corresponde a cuando la tasa de amortiguación está en su tasa máxima (que nuevamente es una función de la altura de las olas), se permite que el agua pase a través de las perforaciones de manera óptima, en donde se crean vórtices y remolinos de absorción de energía por encima y por debajo del piso elevado 20, como se muestra en la Figura 18, suficientes para reducir la energía de las olas y amortiguar y disipar las olas. Cuando la porosidad es óptima, es decir, cercana al valor para el cual la formación de vórtice alcanza un valor máximo, puede verse que se maximizan la tasa de amortiguación y por lo tanto las pérdidas de energía asociadas con el piso elevado 20.

A este respecto, para que el piso elevado 20 amortigüe de manera efectiva las olas, la porosidad (γ) está preferentemente dentro del régimen de $0 < \gamma \leq 0,50$, aunque preferentemente se tienen en cuenta muchos factores, incluida la altura de las olas y los otros factores que se discutieron anteriormente para determinar la porosidad óptima

para cualquier aplicación dada. Y, al tener en cuenta estas consideraciones, se ha descubierto que el régimen de porosidad preferido que daría como resultado que se alcancen las tasas de amortiguación máximas en un amplio espectro de condiciones estaría generalmente en el rango de aproximadamente 0,05 a 0,25, nuevamente dependiendo de la altura de las olas y los demás factores y consideraciones discutidas en la presente descripción.

Las Figuras 7 a la 10 muestran que la porosidad del piso elevado 20 puede tener un impacto significativo en las características de amortiguación de olas de la piscina de olas 1. Por ejemplo, la Figura 7 muestra un gráfico que compara tres olas diferentes que viajan sobre tres configuraciones diferentes del piso elevado 20 con tres porosidades diferentes. Lo que se muestra es que cuando la porosidad es óptima, es decir, la línea continua, las olas se amortiguan significativamente y la altura de las olas finalmente llegan a cero (ya que la ola se refleja en la pared del extremo 12, mientras que, cuando la porosidad es demasiado alta o demasiado baja, las olas no se disipan, sino que continúan sustancialmente a la misma altura a lo largo de su curso normal.

En este caso, las tres alturas de olas resultantes diferentes se representan por las tres líneas (continua 27, discontinua 28 y continua discontinua 29) frente al progreso que hacen las olas a medida que viajan por el piso elevado 20, en donde el lado izquierdo representa la altura de las olas cuando entran en la cámara de amortiguación de olas 19, y el lado derecho representa la altura de las olas cuando golpean la pared del extremo 12, y las flechas muestran la dirección en que viajan las olas, incluidas las flechas inversas que muestran cada ola que se refleja en un dirección inversa a través de la cámara de amortiguación de olas 19.

Cada una de las tres líneas 27, 28 y 29 representa una ola sujeta a diferentes condiciones de porosidad que viaja hacia adelante y atraviesa la cámara de amortiguación de olas 19, en donde cada ola se refleja finalmente en la pared del extremo 12 y viaja en dirección inversa a través de la cámara de amortiguación de olas 19. Se muestran las siguientes tres condiciones:

Primero, la línea continua 27 (con flechas negras continuas) representa una ola que viaja a través de la cámara de amortiguación de olas 19 cuando la porosidad del piso elevado 20 es ideal u óptima. Tenga en cuenta que la altura vertical de la línea 27 comienza en el extremo izquierdo 30 en su punto máximo, y desciende gradual y continuamente, lo que indica que la ola se amortigua, disminuye y reduce su altura. También tenga en cuenta que la línea 27 continúa cayendo cuando golpea la pared del extremo 12 y se refleja hacia atrás, en donde finalmente la altura de la ola llega a cero, es decir, en la parte inferior, lo que indica que la ola se disipó por completo. Esto representa el efecto de amortiguación significativo que se crea por el piso elevado 20 cuando la porosidad es ideal. En segundo lugar, la línea discontinua 28 (con flechas en blanco) representa una ola que viaja a través de la cámara de amortiguación de olas 19 cuando la porosidad del piso elevado 20 es cero, que es efectivamente un piso elevado sólido. Tenga en cuenta que la altura vertical de la línea 28 comienza en el extremo izquierdo 30 en su pico, y que la altura de la ola inicialmente desciende sustancialmente de la misma manera que antes con la línea continua 27, pero debido a que la porosidad no es ideal, como la ola continúa progresando, desciende en altura solo ligeramente y luego termina permaneciendo aproximadamente a la misma altura a lo largo de la cámara de amortiguación de olas 19, es decir, se convierte en una línea horizontal. A este respecto, puede verse que la línea 28 se nivela rápidamente y se vuelve completamente horizontal, lo que indica que la altura de la ola permanece sustancialmente igual en todo su recorrido a través de la cámara de amortiguación de olas 19. Incluso después de que la ola se refleje, la ola permanece sin amortiguarse y sin disiparse.

En tercer lugar, la línea continua discontinua 29 (con flechas de línea) representa una ola que viaja a través de la cámara de amortiguación de olas 19 cuando la porosidad del piso elevado 20 es uno, que es efectivamente un piso elevado transparente. Obsérvese que la altura vertical de la línea 29 comienza en el extremo izquierdo 30 en su punto máximo, y que inicialmente se reduce en altura sustancialmente de la misma manera que antes. Pero en este caso, a pesar de que la altura de la ola desciende ligeramente, es decir, un poco más que la línea 28, debido a que la porosidad aún no es ideal, la ola termina manteniéndose aproximadamente a la misma altura en el resto de la cámara de amortiguación de olas 19. Como la línea discontinua 28, la línea continua discontinua 29 también eventualmente se nivela y se vuelve sustancialmente horizontal a medida que la ola se refleja en una dirección inversa. Esto también muestra que la ola eventualmente aumenta en altura a medida que viaja hacia atrás sobre la parte superior 17 de la sección inclinada 13.

Las tres condiciones anteriores también se muestran gráficamente en las Figuras 8 a la 10, en donde cada conjunto de dibujos muestra la misma ola entrando en la cámara de amortiguación de olas 19, pero debido a que cada piso elevado 20 que se muestra en las diferentes figuras está provisto de una porosidad diferente, el efecto de amortiguación causado por la cámara de amortiguación de olas 19 en cada caso difiere de un conjunto a otro. Cada una de las Figuras 8 a la 10 contiene seis dibujos que representan instantáneas de la misma ola a medida que avanza a través de la cámara de amortiguación de olas 19 y sobre el piso elevado 20 - la Figura 8 muestra lo que le sucede a una ola cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad ideal, la Figura 9 muestra lo que le sucede a una ola cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad de cero, y la Figura 10 muestra lo que le sucede a una ola cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad de uno.

Como se muestra en la Figura 8, la ola 32 comienza a romperse y entra en la cámara de amortiguación de olas 19 en el extremo izquierdo, en donde en el momento que la ola 32 se ha acercado a la línea de ruptura 10, comenzó a curvarse y romperse hacia adelante. Y cuando la ola 32 comienza a viajar sobre el piso elevado 20, como se muestra

en el segundo dibujo, puede verse que la ola 32 dejó de curvarse y una cresta de agua blanca comenzó a formarse en la parte superior. Y debido a que la porosidad del piso elevado 20 es ideal, el tercer dibujo muestra que a medida que la ola 32 continúa su viaje por el piso elevado 20, continúa la reducción de su tamaño, es decir, cuando se ha movido aproximadamente dos tercios del camino a través del piso elevado 20, la altura de la ola es significativamente menor que cuando entró en la cámara 19. El cuarto dibujo muestra que en el momento en que la ola 32 está a punto de golpear la pared del extremo 12, se encoge aún más, en donde la ola 32 comenzó a aplanarse considerablemente. El quinto dibujo muestra que en el momento en que la ola 32 se reflejó en la pared del extremo 12 y alcanzó aproximadamente la mitad de la cámara de amortiguación de olas 19, la ola apenas se nota. El sexto dibujo muestra que con el tiempo la ola 32 se disipa completamente y que no quedan olas residuales o movimientos de agua dentro de la cámara de amortiguación de olas 19. Ésta es la condición ideal.

Es importante señalar aquí que, aunque la ola rompiente se disipa rápidamente dentro de la cámara de amortiguación de olas 19, debido a que la sección inclinada 13 se orienta en un ángulo oblicuo dentro de la piscina 1, la ola rompiente 32 continuará desprendiéndose a lo ancho de la piscina 1, al permitir así a los surfistas seguir surfeando y montando las olas rompientes. Es decir, aunque esta vista en sección transversal muestra la ola rompiendo solo por un momento, es decir, en o cerca de la línea de ruptura 10, puede verse que debido a que la sección inclinada 13 se extiende en un ángulo oblicuo, las olas que causan que la línea de ruptura rompa continuarán rompiéndose y desprendiéndose lateralmente en todo el ancho de la piscina.

La Figura 9 muestra una ola 34 similar que tiene la misma altura y tamaño de ola inicial que comienza a romperse y entrar en la cámara de amortiguación de olas 19, en donde se muestra cómo cambia la ola 34 como resultado de que el piso elevado 20 tiene una porosidad de cero a lo largo del tiempo. Estos dibujos muestran esencialmente un piso elevado 20 que se representa por un piso sólido que es equivalente a un piso que tiene una porosidad de cero. El segundo dibujo muestra que en el momento en que la ola 34 se movió al piso elevado 19, la ola 34 dejó de romperse y una cresta de agua blanca comenzó a formarse en la parte superior. En este punto, la altura de la ola se redujo un poco y no hay mucha diferencia entre la ola 32 y la ola 34. El tercer dibujo, sin embargo, muestra que para cuando la ola 34 se mueve a aproximadamente dos tercios del camino a través del piso elevado 20, la ola alcanza su cresta y no tiene una altura menor que momentos después de entrar en la cámara 19. Asimismo, el cuarto dibujo muestra que la altura de la ola 34 permanece sustancialmente igual mientras continúa hacia adelante y está a punto de golpear la pared del extremo 12. El quinto dibujo muestra que incluso después de reflejarse por la pared del extremo 12, la ola 34 aún no cambia mucho en altura o forma. El sexto dibujo muestra la ola 34 progresando sobre la parte superior 17 de la sección inclinada 13, en donde la cresta comienza a descender, y la ola se redondea para formar más una estela u oleaje, en donde el tamaño de la ola 34 permanece relativamente sin cambios.

Asimismo, la Figura 10 muestra otra ola 36 que tiene la misma forma y altura inicial que comienza a romperse y entrar en la cámara de amortiguación de olas 19, en donde puede verse a lo largo del tiempo cómo cambia la ola 36 como resultado de que el piso elevado 20 tiene una porosidad de uno. Debido a que una porosidad de uno es esencialmente un piso transparente, estos dibujos ni siquiera muestran un piso elevado 20. El segundo dibujo muestra que el momento en que la ola 36 se mueve a la cámara de amortiguación de olas 19, dejó de romperse y una cresta de agua blanca comenzó a formarse en la parte superior. En este punto, la altura de la ola solo se reduce ligeramente y no hay mucha diferencia entre esta ola y las otras dos olas que se discutieron anteriormente. El tercer dibujo, sin embargo, muestra que, si bien la ola 36 se redujo ligeramente en altura, se aplanó para formar una estela u oleaje redondeado. Es decir, para cuando la ola 36 se movió aproximadamente dos tercios de su recorrido, la ola 36 se convierte en una estela u oleaje redondeado que todavía contiene una cantidad significativa de masa y energía de ola, es decir, se disipó poca o ninguna energía. El cuarto dibujo muestra que la ola 36 continúa con esta misma forma y tamaño en el momento en que golpea la pared del extremo 12, y el quinto dibujo muestra que la ola 36 esencialmente no cambia su forma y tamaño incluso después de que se refleja en la pared del extremo 12. Los sextos dibujos muestran la ola 36 que viaja con la misma forma y tamaño en dirección inversa sobre la parte superior 17 de la sección inclinada 13.

Además de lo anterior, se aplican las siguientes suposiciones y/o consideraciones en relación con la profundidad del piso elevado 20:

Primero, para cualquier conjunto dado de parámetros, la profundidad máxima sumergida d_{piso} del piso elevado 20 debe ser igual o menor que la profundidad del rompeolas de la sección inclinada 13, es decir, el piso elevado 20 puede estar ligeramente por encima del punto de ruptura, pero no puede ser más profundo que el punto de ruptura. Esto se debe a que, si el piso elevado 20 es más profundo que la profundidad del rompeolas, las olas no se desarrollarían ni romperían adecuadamente en la cámara de amortiguación de olas 19. Y debido a que el piso elevado 20 se extiende preferentemente de manera sustancialmente horizontal desde la sección inclinada 13 hacia la pared de extremo 12, la parte superior 17 de la sección inclinada 13 debería estar a la misma profundidad que el piso elevado 20, en donde ambos se ubican preferentemente en la profundidad del rompeolas.

En segundo lugar, la profundidad sumergida del piso elevado 20 d_{piso} debe ser igual o menor que la altura de la ola 5 que se produce dentro de la porción de formación de ola 9. Esto ayuda a permitir que las olas rompan correctamente. Aunque la profundidad sumergida del piso elevado 20 puede ser menor que la altura de las olas no debería ser mucho menor, es decir, si el piso elevado 20 es demasiado poco profundo, por ejemplo, puede producirse una contracorriente no deseada.

En tercer lugar, la profundidad sumergida del piso elevado 20 d_{piso} debe ser relativamente poco profunda en comparación con la profundidad total del piso sólido de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 (Profundidad de la cámara o $d_{cámara}$), en donde la relación óptima de la profundidad sumergida del piso elevado 20 en relación con la profundidad de la cámara de amortiguación de olas 19 debajo del piso elevado 20 ($d_{piso}/d_{cámara}$) está preferentemente en el rango de aproximadamente de un medio a un cuarto, siendo la relación preferida aproximadamente un tercio. Dicho de otra manera, la profundidad de la cámara de amortiguación de olas 19 debajo del piso elevado 20 $d_{cámara}$ es preferentemente de dos a cuatro veces la profundidad del piso elevado 20, al ser la relación preferente alrededor de dos y medio a tres en la mayoría de los casos. En consecuencia, si el piso elevado 20 está cuatro pies (1,22 metros) por debajo del nivel medio de agua estancada, el piso sólido de la cámara 21 debería extenderse idealmente hacia abajo de diez a doce pies (3,05 a 3,66 metros) debajo del piso elevado 20, en donde la profundidad total ideal del piso sólido de la cámara 21 por debajo del nivel medio de agua estancada 14 sería entonces de unos catorce a dieciséis pies (4,27 a 4,88 metros).

A este respecto, la Figura 14 muestra las variaciones del número complejo de la ola K_i (la tasa de amortiguación) que se representa frente la porosidad para tres profundidades sumergidas diferentes de piso elevado 20. Las tres profundidades diferentes del piso elevado 20 en este caso se representan por la relación (Df/Dc) que es la relación entre la profundidad del piso elevado 20 (en relación con el nivel medio de agua estancada) y la distancia a la que se extiende el piso sólido de la cámara 21 debajo del elevado piso 20, es decir, la relación se expresa como $d_{piso}/d_{cámara}$. Puede verse que en este caso las tres relaciones diferentes se representan por tres líneas diferentes, en donde la línea continua 38 (designada como $Df1/Dc1$) representa una relación menor que la que se representa por la línea discontinua 40 (designada como $Df2/Dc2$), y la línea discontinua 40 (designada como $Df2/Dc2$) representa una relación menor que la se representa por la línea continua discontinua 42 (designada como $Df3/Dc3$). Por estas razones, puede verse que la tasa de amortiguación es más óptima cuando la relación de profundidad es relativamente pequeña. Es decir, cuando la relación de profundidad es relativamente pequeña, como lo muestra la línea continua 38, lo que significa que la profundidad del piso elevado 20 es relativamente poco profunda en comparación con la profundidad total de la cámara 19, se logra una tasa de amortiguación relativamente alta, como se muestra por el pico de la línea 38. En este caso, el valor pico óptimo de la tasa de amortiguación K_i se produce preferentemente cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad relativamente baja, como entre aproximadamente 0,05 y 0,10, nuevamente, en dependencia de las condiciones reales. Pero cuando se aumenta la profundidad del piso elevado 20 (el piso elevado 20 se vuelve más profundo en relación con la profundidad del piso sólido 21), como se muestra con la línea discontinua 40 y la línea continua discontinua 42, puede verse que la tasa de amortiguación se reduce significativamente, en donde puede verse que independientemente de la porosidad del piso elevado 20, cuando la relación entre el piso elevado 20 y la profundidad de la cámara 19 ($d_{piso}/d_{cámara}$) aumenta demasiado, prácticamente no se producirá amortiguación. Para los propósitos de este ejemplo, se supone que las otras condiciones $H/d_{piscina}$, L , T y ξ_b son constantes.

Por ejemplo, cuando se considera la línea discontinua 40, puede verse que la tasa de amortiguación máxima alcanzable en ese caso es solo una fracción de la tasa de amortiguación máxima alcanzable cuando la relación de profundidad es relativamente pequeña como se muestra en la línea 38. Asimismo, con respecto a la línea continua discontinua 42, puede verse que la tasa de amortiguación máxima alcanzable en ese caso, independientemente de la porosidad del piso elevado 20, es cero. Esto indica que, si la profundidad del piso elevado 20 es demasiado grande, o en otras palabras, cuando el piso elevado 20 es demasiado profundo en relación con la profundidad del piso sólido de la cámara 21, entonces, las características de amortiguación del piso elevado 20, independientemente de su porosidad, se reducirán significativamente o incluso se eliminarán. De acuerdo con una estimación, para que el piso elevado 20 amortigüe efectivamente las olas, la distancia que se extiende del piso de la cámara 21 por debajo del piso elevado 20 debe ser igual o mayor que aproximadamente el doble de la profundidad del piso elevado 20 con respecto al nivel medio de agua estancada 14, es decir, $d_{cámara} \geq 2 (d_{piso})$.

La razón por la que la tasa de amortiguación se reduce de manera tan significativa cuando la relación de profundidad del piso elevado 20 a la profundidad de la cámara 19 ($d_{piso}/d_{cámara}$) es mayor que un cierto mínimo es porque debe haber una profundidad suficiente debajo del piso elevado 20 para que se formen vórtices de absorción de energía y, por tanto, que la energía de las olas se distribuya y disipe. Es decir, el concepto general de la amortiguación de olas es que la energía de las olas debe distribuirse sobre la profundidad de la piscina, que en este caso, es la profundidad total de la cámara de amortiguación de olas 19, y cuando las olas viajan sobre el piso elevado 20, se permite que la energía de las olas pase a través de las perforaciones 16, de manera que las olas realmente "sientan" el fondo del piso de la cámara 21, y debido a que se permite que la energía de las olas pase tanto hacia arriba como hacia abajo a través de las perforaciones 16, la energía de las olas debe ser distribuida tanto por encima como por debajo del piso elevado 20, es decir, tanto en d_{piso} como en $d_{cámara}$. A este respecto, la porosidad del piso elevado 20 representa un obstáculo y, por lo tanto, restringe el paso de la energía de las olas sobre la columna de agua debajo de él, en donde esto resulta en la formación de vórtices y remolinos de absorción de energía tanto por encima como por debajo del piso elevado 20. En consecuencia, si la profundidad del piso sólido de la cámara 21 es demasiado pequeña en relación con la profundidad del piso elevado 20, no habrá suficiente espacio debajo del piso elevado 20 para que las olas distribuyan su energía, lo que da como resultado una menor amortiguación de las olas.

Con base en la fórmula de la tasa de amortiguación anterior, así como los parámetros que se mencionaron anteriormente, y otros factores y consideraciones que se discutieron anteriormente, y al usar la metodología descrita a continuación, se determinaron los siguientes diseños preferentes para piscinas de olas de muestra:

5 Ejemplo Uno: Cuando se desea producir olas de barril que varían en altura de tres a ocho pies (0,91 a 2,44 metros) de altura, con un período de aproximadamente quince segundos, la profundidad preferida del piso horizontal 11 o la Profundidad de la piscina es típicamente de aproximadamente tres veces la altura de la ola. En consecuencia, si la altura de ola deseada es de tres pies (0,91 metros), la profundidad de la piscina preferida sería de nueve pies (2,74 metros) de profundidad, y de la misma manera, si la altura de ola deseada es de ocho pies (2,44 metros), la profundidad de la piscina preferida sería de veinticuatro pies (7,32 metros) de profundidad. Estos representan los valores de profundidad de piscina mínimos y máximos preferidos $d_{piscina}$ para cada circunstancia.

15 La pendiente preferida de la sección inclinada 13 para crear olas de tipo barril, que tiene un período de quince segundos, está preferentemente entre aproximadamente el 5 % y el 10 %, la cual es la pendiente que se extiende hacia arriba desde el piso horizontal 11. Al mismo tiempo, la sección inclinada 13 termina preferentemente en la profundidad del rompeolas, y el piso elevado 20 se extiende preferentemente de manera sustancialmente horizontal desde la sección inclinada 13 hacia la pared del extremo 12 a esa misma profundidad. En este ejemplo, con base en los factores anteriores, se determinó que la profundidad preferida del rompeolas es aproximadamente la misma que la altura de la ola dividida por 1,6, con un rango preferido para crear olas rompedoras del tipo de inmersión que es aproximadamente la altura de la ola dividida por 1,0 a 1,6. En consecuencia, cuando la altura de la ola es de tres pies (0,91 metros) y la profundidad de la piscina preferida es de nueve pies (2,74 metros), la profundidad sumergida preferida del piso elevado 20 sería de aproximadamente 1,875 pies (3 dividido por 1,6) o 0,57 metros. Por otro lado, cuando la altura de la ola es de ocho pies (2,44 metros) y la profundidad de la piscina preferida es de veinticuatro pies (7,32 metros), la profundidad sumergida preferida del piso elevado 20 sería de aproximadamente cinco pies (8 dividido por 1,6) o 1,52 metros. Con base en lo anterior, puede verse que la profundidad preferida del piso elevado 20 está entre aproximadamente 1,875 pies (0,57 metros) (cuando se hacen olas de barril de tres pies o 0,91 metros de altura) y cinco pies o 1,52 metros (cuando se hacen olas de barril de 2,44 metros de altura). La profundidad real puede variar y calcularse con base en la altura de ola inicial deseada, etc.

30 También se ha determinado que la profundidad ideal de la cámara de amortiguación de olas 19 (que se extiende debajo del piso elevado 20) es aproximadamente tres veces la profundidad del piso elevado 20, o en otras palabras, lo que esto significa es que la profundidad total de la cámara 19 es preferentemente aproximadamente cuatro veces la profundidad del piso elevado 20, es decir, la relación entre la distancia sobre el piso elevado 20 y la distancia debajo del piso elevado 20 (al piso de la cámara 21) es aproximadamente un tercio. En consecuencia, cuando la ola tiene tres pies (0,91 metros) de altura y el piso elevado tiene 1,875 pies (0,57 metros) de profundidad (por debajo del nivel medio de agua estancada), la profundidad total del piso de la cámara 21 es preferentemente de aproximadamente 7,5 pies (1,875 veces 4) o 2,29 metros. Al mismo tiempo, la profundidad del piso de la cámara 21 por debajo del piso elevado 20 es preferentemente de aproximadamente 5,625 pies (1,875 veces 3) o 1,71 metros. Asimismo, cuando la ola tiene ocho pies (2,44 metros) de altura y el piso elevado 20 está a cinco pies (1,52 metros) por debajo del nivel medio de agua estancada, la profundidad total del piso de la cámara 21 es preferentemente de unos veinte pies (5 veces 4) o 6,10 metros, mientras que la profundidad del piso de la cámara 21 por debajo del piso elevado 20 es preferentemente de unos quince pies (5 veces 3) o 4,57 metros.

45 En el contexto de este ejemplo, la porosidad ideal que ayudaría a lograr la tasa de amortiguación máxima para el piso elevado 20 estaría en el régimen de 0,05 a 0,15, lo que significa que solo alrededor del 5 % al 15 % del piso elevado estaría compuesto de las aberturas para permitir el paso del agua. En otras palabras, la tasa máxima de amortiguación se lograría cuando solo alrededor del 5 % al 15 % del piso elevado 20 permite el paso del agua, en donde esa cantidad forma óptimamente vórtices y remolinos de absorción de energía suficientes para permitir que tenga lugar la máxima cantidad de amortiguación de las olas. Además, cuando la altura de las olas está en el extremo superior del espectro dentro de cada régimen, la porosidad también debe ser relativamente alta, es decir, cuando las olas tienen ocho pies (2,44 metros) de altura, la porosidad ideal debería ser de alrededor de 0,15, mientras que, cuando las olas tienen tres pies (0,91 metros) de altura, la porosidad ideal debe ser de alrededor de 0,05.

55 Ejemplo dos: Cuando se desea producir olas de derrames que varían en altura de tres a ocho pies (2,44 metros), con un período de aproximadamente ocho segundos, la profundidad preferida del piso horizontal 11 o la Profundidad de la piscina es típicamente aproximadamente tres veces la altura de la ola. En consecuencia, si la altura de ola deseada es de tres pies (0,91 metros), la profundidad de la piscina preferida sería de nueve pies (2,74 metros). Asimismo, si la altura de ola deseada es de ocho pies (2,44 metros), la profundidad de la piscina preferida sería de veinticuatro pies (7,32 metros). Estos representan los valores de profundidad de la piscina mínimos y máximos preferidos $d_{piscina}$ para cada circunstancia. Y, para crear olas de tipo derrame, la pendiente preferida de la sección inclinada 13 es preferentemente igual o inferior al 5 %, que es la pendiente que se extiende desde el piso horizontal 11. Al mismo tiempo, como se discutió anteriormente, la sección inclinada 13 preferentemente termina en la profundidad del rompeolas, en donde la parte superior 17 de la sección inclinada 13 y el piso elevado 20 también se ubicarían a la misma profundidad.

65 En este ejemplo, con base en los factores anteriores, se determinó que la profundidad preferida del rompeolas es equivalente a aproximadamente la altura de la ola dividida por 0,8, con un rango preferido para crear olas de derrame

de aproximadamente la altura de la ola dividida entre 0,6 y 1,0. En consecuencia, cuando la altura de la ola es de tres pies (0,91 metros) y la profundidad de la piscina preferida es de nueve pies (2,74 metros), la profundidad sumergida preferida del piso elevado 20 sería de aproximadamente 3,75 pies (3 dividido por 0,80) o 1,14 metros. Por otro lado, cuando la altura de la ola es de ocho pies (2,44 metros), la profundidad de la piscina preferida sería de veinticuatro pies (7,32 metros), y la profundidad preferida del piso elevado 20 sería de aproximadamente diez pies (8 dividido por 0,80) o 3,05 metros. Con base en lo anterior, puede verse que la profundidad del piso elevado 20 en este ejemplo debe estar entre aproximadamente 3,75 pies o 1,14 metros (cuando se producen olas de derrames que tienen tres pies o 0,91 metros de altura) a 10,0 pies o 3,05 metros (cuando se hacen olas de derrames de 2,44 metros de altura). La profundidad real puede calcularse con base en la altura de ola inicial deseada, etc.

También se determinó que la profundidad ideal de la cámara de amortiguación de olas 19 debajo del piso elevado 20 es aproximadamente dos veces y media la profundidad del piso elevado 20. En consecuencia, cuando la altura de la ola es de tres pies (0,91 metros) de altura, y el piso elevado 20 está 3,75 pies o 1,14 metros por debajo del nivel medio de agua estancada 14, la profundidad del piso de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 es preferentemente de aproximadamente 9,375 pies (3,75 veces 2,5) o 2,86 metros, en donde la profundidad total de la cámara 19 es de aproximadamente 13,125 pies (3,75 más 9,375) o 4,0 metros. Por otro lado, cuando la ola tiene ocho pies (2,44 metros) de altura y el piso elevado 20 está a diez pies (3,05 metros) por debajo del nivel medio de agua estancada 14, la profundidad del piso de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 es preferentemente de aproximadamente veinte y cinco pies (10,0 veces 2,5) o 7,62 metros, en donde la profundidad total de la cámara 19 es de unos treinta y cinco pies (25 más 10) o 10,67 metros.

En el contexto de este ejemplo, la porosidad ideal que ayudaría a lograr la tasa máxima de amortiguación para el piso elevado 20 estaría en el régimen de 0,10 a 0,20, lo que significa que solo alrededor del 10 % al 20 % del piso elevado 20 estaría compuesto por aberturas para permitir el paso del agua. En otras palabras, la tasa de amortiguación máxima se lograría cuando solo alrededor del 10 % al 20 % del piso elevado 20 deja pasar el agua, en donde esa cantidad forma óptimamente vórtices y remolinos de absorción de energía que permiten que tenga lugar la amortiguación adecuada. Y, dentro de este rango, cuando las olas son más altas, la porosidad también debería ser mayor. Por ejemplo, cuando las olas tienen ocho pies (2,44 metros) de altura, es probable que la porosidad ideal sea de alrededor de 0,20, mientras que, cuando las olas tienen tres pies (0,91 metros) de altura, es probable que la porosidad ideal sea de alrededor de 0,10.

Ejemplo tres: En otro ejemplo, cuando se desea producir olas de barril de cinco pies (1,52 metros) de altura, con un periodo de quince segundos, en una piscina de olas que tiene un piso horizontal 11 de quince pies (4,57 metros) de profundidad, se aplica lo siguiente:

La pendiente de la sección inclinada 13 es preferentemente de aproximadamente un 10 % para permitir que se produzcan olas de tipo barril. Y, en este ejemplo, con base en los factores anteriores, se determina que la profundidad preferida del rompeolas es de aproximadamente tres pies (0,91 metros). En consecuencia, en este ejemplo, con la altura de la ola de cinco pies (1,52 metros) y la profundidad de la piscina preferida de aproximadamente quince pies (4,57 metros), la profundidad sumergida preferida del piso elevado 20 sería de aproximadamente tres pies (0,91 metros). Tenga en cuenta que si este valor es mucho mayor a tres pies (0,91 metros), las olas no romperán correctamente, y si este valor es mucho menor a tres pies (0,91 metros), existe el riesgo de que se produzca una contracorriente.

También se determinó que la profundidad ideal de la cámara de amortiguación de olas 19 debajo del piso elevado 20 es aproximadamente tres veces la profundidad del piso elevado 20, o aproximadamente nueve pies (3 veces 3) o 2,74 metros, lo que hace que la profundidad total de la cámara 19 debajo del nivel medio de agua estancada 14 sea de aproximadamente doce pies (9 más 3) o 3,66 metros. Dicho de otra manera, la profundidad total de la cámara 19 por debajo del nivel medio de agua estancada 14 es preferentemente de aproximadamente doce pies (3,66 metros), mientras que la profundidad del piso de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 es de aproximadamente nueve pies (2,74 metros). La importancia de esta relación puede verse en el hecho de que si la profundidad del piso de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 se reduce a seis pies (1,83 metros), esto representaría una relación de solo dos, entre la profundidad de la cámara y la profundidad del piso elevado ($d_{piso}/d_{cámara}$), es decir, tres pies (0,91 metros) en comparación con seis pies (1,83 metros), en donde la tasa de amortiguación se reduciría efectivamente a la mitad. Por otro lado, si la profundidad del piso elevado 20 se hace más pequeña, la tasa de amortiguación no se vería tan afectada, excepto que eventualmente, si el piso elevado 20 se hiciera demasiado poco profundo, se produciría una contracorriente.

En el contexto de este ejemplo, la porosidad ideal que ayudaría a lograr la tasa máxima de amortiguación para el piso elevado 20 estaría en el régimen de 0,05 a 0,15, lo que significa que alrededor del 5 % al 15 % del piso elevado estaría compuesto por aberturas que permitiría el paso del agua, en donde esa cantidad forma óptimamente vórtices y remolinos de absorción de energía por encima y por debajo del piso elevado 20 suficiente para permitir que se produzca la amortiguación.

El análisis o metodología que puede usarse para diseñar una piscina de olas 1 para cualquier aplicación dada es preferentemente el siguiente:

1) Elija la altura de la ola que desea crear en la piscina de olas, que normalmente tiene entre tres pies (0,91 metros) y ocho pies (2,44 metros) de altura, en dependencia del nivel de experiencia de surf, la piscina de olas se diseña para adaptarse. También deben seleccionarse otras propiedades de la ola, incluida la longitud y el período de la ola.

5 2) Determine la profundidad del piso de la piscina, que es la profundidad del piso horizontal 11. En la modalidad preferida, esto es aproximadamente tres veces la altura de ola deseada.

3) Determine el tipo de ola que se producirá. Si se trata de una ola de barril, puede establecerse la pendiente de la sección inclinada 13 en aproximadamente 5 % a 10 %, y si es una ola de derrame, puede establecerse la pendiente de la sección inclinada 13 en menos del 5 %. La decisión de seleccionar el tipo de ola debe, además de considerar qué tipo de ola es la más adecuada para surfear, incluir una consideración de los costos de construcción, es decir, debe elegirse una pendiente más pronunciada para reducir el tamaño y por lo tanto el costo de construcción.

4) Determine la profundidad del rompeolas de la sección inclinada 13. Esto generalmente se determina mediante el uso de fórmulas conocidas que tienen en cuenta la altura de la ola, el período de la ola, la profundidad de la piscina, la pendiente de la sección inclinada 13 y la forma del rompeolas (Iribarren). Con base en estos cálculos, se determinó que, en términos generales, pueden usarse las siguientes pautas: Para producir olas de tipo barril, la profundidad preferida del rompeolas puede determinarse al dividir la altura de ola preferida por 1,0 a 1,6, y para producir olas de tipo derrame, la profundidad preferida del rompeolas puede determinarse al dividir la altura preferida de la ola entre 0,6 y 1,0. La parte superior de la sección inclinada 13 no debe ser más profunda que la profundidad del rompeolas para garantizar que las olas rompan correctamente.

5) Establezca la profundidad del piso elevado 20 (así como la parte superior 17 de la sección inclinada 13) igual a (o muy cerca) de la profundidad del rompeolas, y extienda el piso elevado 20 a través de la cámara de amortiguación de olas 19 de manera sustancialmente horizontal en o cerca de la profundidad del rompeolas. A este respecto, debe tenerse en cuenta que el piso elevado 20 puede ser un poco menos profundo que la profundidad del rompeolas, o estar ligeramente inclinado, como se explica más adelante en relación con una modalidad alternativa, pero no debe ser más profundo que la profundidad del rompeolas, ya que las olas no se romperán correctamente si la sección inclinada 13 es menor que la profundidad de rotura.

6) Establezca la profundidad del piso sólido de la cámara 21 con base en los parámetros que se discutieron anteriormente como sigue: Cuando se producen olas de tipo barril, la relación de profundidad preferida entre el piso elevado 20 y la cámara 19, según lo designado por $(d_{\text{piso}}/d_{\text{cámara}})$, es preferentemente 0,33 (1/3). Dicho de otra manera, la profundidad del piso de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 debe ser tres veces la profundidad del piso elevado 20. Otra forma de ver esto es que la profundidad total de la cámara 19 en relación con el nivel medio de agua estancada debe ser cuatro veces la profundidad del piso elevado 20. Cuando se producen olas de tipo derrame, la relación de profundidad preferida entre el piso elevado 20 y la cámara 19, como se designa por $(d_{\text{piso}}/d_{\text{cámara}})$, es preferentemente de aproximadamente 0,40 (1/2,5). Dicho de otra manera, la profundidad del piso de la cámara 21 debajo del piso elevado 20 debe ser dos veces y media la profundidad del piso elevado 20. Otra forma de ver esto es que la profundidad total de la cámara 19 en relación con el nivel medio de agua estancada debe ser tres veces y media la profundidad del piso elevado 20.

7) Finalmente, debe determinarse la porosidad ideal que ayudaría a lograr la tasa máxima de amortiguación para el piso elevado 20 para una altura de ola particular. El régimen general que debe usarse está preferentemente dentro del rango de entre 0,0 y 0,50, con un rango más preferido de aproximadamente 0,05 a 0,25. Y más específicamente, cuando se producen olas de tipo barril, debe usarse el régimen de porosidad de 0,05 a 0,15, y cuando se producen olas de tipo derrame, debe usarse el régimen de porosidad de 0,10 a 0,20. Y, dentro de estos rangos, una regla general a seguir es que cuando las olas son más altas, la porosidad también debería ser más alta.

Además de reducir la altura y el tamaño de las olas, la cámara de amortiguación de olas 19 actúa preferentemente sobre el agua dentro de la piscina de olas 1 para reducir las corrientes de resaca y los reflejos de olas de la manera que se muestra en las Figuras 11 a la 13. La dirección de cada flecha en las Figuras 11 a la 13 representa cómo se mueven las corrientes, y la intensidad de cada flecha representa la fuerza relativa de esas corrientes - cuanto más intensas son las líneas, más fuerte es la corriente. En consecuencia, al igual que con los otros ejemplos que se discutieron anteriormente, la Figura 11 muestra cómo se mueven las corrientes y la fuerza de esas corrientes cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad ideal, mientras que la Figura 12 muestra cómo se mueven las corrientes y la fuerza de esas corrientes cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad de cero, y la Figura 13 muestra cómo se mueven las corrientes y la fuerza de esas corrientes cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad de uno. En términos generales, estos dibujos son vistas en planta de la piscina de olas 1 con varios patrones de corriente, que incluyen los siguientes: 1) la corriente a lo largo de la orilla que generalmente sigue oblicuamente en la dirección a lo largo de la orilla de la sección inclinada 13 que se representa por las flechas 44, 50 y 56, 2) corrientes de resaca que viajan en dirección inversa hacia abajo en la sección inclinada 13 que se representa por las flechas 46, 52 y 58, y 3) el flujo de agua de restauración de regreso al lado opuesto de la piscina de olas 1 que se representa por las flechas 48, 54 y 60.

Más específicamente, la Figura 11 muestra los patrones de corriente y la fuerza cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad ideal, en donde las flechas 44, 46 y 48 representan las corrientes reales, y la delgadez de las líneas indican que las corrientes no son tan fuertes como en las Figuras 12 y 13. También puede verse que las flechas 44 son un poco más intensas que las flechas 46, lo que indica que las corrientes a lo largo de la orilla son más fuertes que las

corrientes de resaca, y esas flechas 46 son un poco más intensas que la flecha 48, lo que indica que las corrientes de resaca son más fuertes que las corrientes de restauración.

La Figura 12 muestra los patrones de corriente y las fuerzas cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad cero, en donde las flechas 50, 52 y 54 son más intensas que las flechas comparables que se muestran en las Figuras 11 y 13. Esto denota que las corrientes que se producen en este caso son las más fuertes en general. Por ejemplo, las flechas 50 que representan las corrientes a lo largo de la orilla son significativamente más intensas que las flechas 44 en la Figura 11 y las flechas 56 en la Figura 13, lo que indica que las corrientes a lo largo de la orilla son significativamente más fuertes cuando la porosidad es cero que en los otros casos. Asimismo, se muestra que las corrientes de resaca son significativamente más fuertes en este caso que en las Figuras 11 y 13, es decir, las flechas 52 en la Figura 12 son más intensas que las flechas 46 en la Figura 11 y las flechas 58 en la Figura 13. Además, las corrientes de restauración en este caso se muestran significativamente más fuertes que en las Figuras 11 y 13, es decir, la flecha 54 es más intensa que la flecha 48 en la Figura 11 y la flecha 60 en la Figura 12. También puede verse que en la Figura 12, las flechas 50 son más intensas que las flechas 52, lo que indica que las corrientes a lo largo de la orilla son más fuertes que las corrientes de resaca, y esas flechas 52 son más intensas que la flecha 54, lo que indica que las corrientes de resaca son más fuertes que las corrientes de restauración.

La Figura 13 muestra los patrones de corriente y la fuerza cuando el piso elevado 20 tiene una porosidad de uno, en donde la intensidad de las flechas 56, 58 y 60 en esta figura se encuentra entre la intensidad de las flechas que se encuentran en las Figuras 11 y 12. Esto denota que la fuerza de las corrientes que se producen en este caso se encuentra entre las que se muestran en las Figuras 11 y 12. Por ejemplo, las flechas 56 que representan las corrientes a lo largo de la orilla en esta figura son más intensas que las flechas comparables 44 que se muestran en la Figura 11, pero no tan en negrita como las flechas comparables 50 que se muestran en la Figura 12, lo que indica que las corrientes a lo largo de la orilla en este caso son más fuertes que las que se muestran en la Figura 11, pero no tan fuertes como las que se muestran en la Figura 12. Asimismo, las flechas 58 que representan las corrientes de resaca son más intensas que las flechas comparables 46 que se muestran en la Figura 11, pero no tan en negrita como las flechas comparables 52 que se muestran en la Figura 12, lo que indica que las corrientes de resaca en este caso son más fuertes que las que se muestran en la Figura 11, pero no tan fuertes como los que se muestran en la Figura 12. Y la flecha 60 que representa la corriente de restauración es más intensa que la flecha comparable 48 que se muestra en la Figura 11, pero no tan en negrita como la flecha comparable 54 que se muestra en la Figura 12, lo que indica que las corrientes de restauración en este caso son más fuertes que las que se muestran en la Figura 11, pero no tan fuertes como los que se muestran en la Figura 12. Además, puede verse que en la Figura 13, las flechas 56 son más intensas que las flechas 58, y esas flechas 58 son más intensas que la flecha 60, lo que indica las diferencias apropiadas en las fortalezas de corrientes.

Puede verse en estos dibujos que a medida que rompen las olas periódicas, se crea una corriente a lo largo de la orilla que viaja en una dirección oblicua a lo largo de la línea de ruptura, en donde debido a la acción repetida de las olas, es decir, a medida que las olas continúan desprendiéndose de forma oblicua y progresivamente a través de la sección inclinada 13, comenzará a formarse un patrón de corriente que hará que el agua fluya lateralmente a lo largo de la dirección de la orilla hacia la segunda pared lateral 8. De hecho, en una situación típica en la que las olas no se amortiguan, sino que se reflejan en la pared de extremo 12, ya que tiende a acumularse más agua a lo largo de la segunda pared 8, entonces más agua tendrá que fluir hacia abajo de la sección inclinada 13, al formar así mayores corrientes de resaca. También será necesario restaurar más agua hacia la primera pared 6 para mantener el nivel del agua dentro de la piscina en equilibrio.

Pero cuando las olas se amortiguan por la cámara de amortiguación de olas 19 con un piso elevado 20 que tiene una porosidad ideal, hay menos agua que fluiría en la dirección a lo largo de la orilla y, por lo tanto, menos acumulación de agua a lo largo de la segunda pared 8 y, por lo tanto, menos corrientes de resaca que fluyen contra las olas que se aproximan. Asimismo, cuando las olas se amortiguan y disminuyen en el momento en que se reflejan hacia atrás y alcanzan la sección inclinada 13, no hay movimiento de ola residual que se refleje contra las olas que se aproximan, lo que reduce aún más las posibilidades de que las olas se afecten negativamente. El resultado general es que se producen menos corrientes de resaca y reflejos de olas que pueden interferir y afectar negativamente la ruptura de las próximas olas que se aproximan. Y, para mantener la piscina de olas 1 en un equilibrio sustancial, y producir olas ideales para surfear con una frecuencia de al menos cuatro olas por minuto, es decir, una ola cada quince segundos, los reflejos de olas no deben ser más del 5 % y las corrientes de resaca deben ser como máximo $Froude = 0,1$.

La presente invención permite aumentar las frecuencias de las olas en las piscinas de olas, es decir, pueden generarse más olas periódicas en un período de tiempo más corto, ya que no existen fuertes corrientes de resaca ni reflejos de olas que puedan afectar negativamente a cada ola que se aproxima. Además, en un entorno comercial de piscina de olas, una mayor frecuencia de olas resulta ventajosamente en un mayor rendimiento del usuario, lo que significa mayores ingresos y una mayor tasa de rendimiento de los activos fijos. La reducción de las corrientes de resaca y los reflejos de olas también permiten que las olas se hagan más grandes y potentes sin tener que aumentar el tamaño de la piscina, ni aumentar el riesgo de lesiones a los participantes, etc. También hace un uso más eficiente de los recursos existentes, como la tierra, ya que no es necesario agrandar las piscinas de olas para aumentar el tamaño, la calidad y la frecuencia de las olas. Además, como se mencionó anteriormente, un beneficio adicional de la presente invención

es que las áreas de observación de los espectadores detrás de la piscina pueden ubicarse más cerca de las olas, lo que puede mejorar la experiencia de los espectadores.

En la Figura 15 se muestra una modalidad alternativa en donde el piso elevado 20 se reemplazó por un piso elevado de múltiples capas 62. En este caso, lo que se muestra es el piso 62 que tiene tres láminas o capas perforadas diferentes 63, 64, 65, cada una se separa por un espacio de una distancia predeterminada, en donde cada capa tiene una porosidad diferente. En este ejemplo, la capa superior 63 tiene preferentemente una porosidad que es mayor que la capa intermedia 64, y la capa intermedia 64 preferentemente tiene una porosidad que es mayor que la capa inferior 65. También son posibles y se contemplan otras variaciones con diferentes capas y disposiciones de porosidad. Aunque se muestran tres capas, puede verse que pueden proporcionarse dos, o cuatro o prácticamente cualquier número de capas.

Al configurar el piso elevado 62 de esta manera, ciertos vórtices y remolinos de absorción de energía se producen por la capa superior 63, que son diferentes de los vórtices y remolinos de absorción de energía que se producen por las capas 64 y 65, en donde la combinación de estos vórtices y remolinos de absorción de energía puede hacer que el piso 62 sea más eficaz para proporcionar las características generales de amortiguación de la cámara de amortiguación de olas 19.

En otra modalidad alternativa, que se muestra en la Figura 16, el piso elevado 20 se reemplazó por un piso elevado inclinado 66. El piso elevado 66 también se muestra con dos capas 67, 68, en donde la capa superior 67 tiene una porosidad mayor que la capa inferior 68. El piso elevado inclinado 66 se extiende preferentemente desde la parte superior 17 de la sección inclinada 13 que está preferentemente en la profundidad del rompeolas, como se discutió, y luego se inclina gradualmente hacia arriba. La pendiente en la que el piso elevado 66 se extiende hacia arriba puede estar en el rango desde horizontal hasta aproximadamente 1:20, aunque el piso elevado 66 no debe alcanzar el nivel medio de agua estancada, ya que esto puede crear una contracorriente no deseada. Al aplicar una pendiente al piso elevado 66, la tasa de amortiguación del mismo puede alterarse a medida que la profundidad sumergida del piso elevado 20 cambia con respecto a la dirección en la que viaja la ola. Como se explicó anteriormente, siempre que el piso elevado 66 no se extienda más profundo que la profundidad del rompeolas, las olas romperán correctamente, aunque si se vuelve demasiado poco profundo, puede producirse una contracorriente no deseada.

En esta modalidad, el piso de la cámara 21 también se muestra inclinado hacia arriba, lo que reduce la profundidad de la cámara 19 y, a su vez, reduce el coste de construcción de la misma. La alteración de la profundidad del piso 21 de la cámara en combinación con la alteración de la profundidad del piso elevado 66 ayuda preferentemente a cambiar la tasa de amortiguación del piso elevado 66 a lo largo de la misma, al permitir así que la tasa de amortiguación se altere de manera que pueda permanecer óptima en relación con la altura de la ola a medida que avanza. Es decir, a medida que las olas se amortiguan y se disipan con el tiempo, su altura se reducirá y, por lo tanto, las características de amortiguación de las olas de la cámara de amortiguación de olas 19 no necesitarán ser tan severas a lo largo de la cámara 19, es decir, las características de amortiguación de las olas del piso elevado 20 pueden modificarse (reducirse) en proporción al grado en que la altura de las olas se reduce a medida que avanzan las olas.

En la Figura 17 se muestra otra modalidad, en donde el piso elevado 20 se reemplazó por un piso elevado de porosidad variada 70. En este caso, una primera porción aguas arriba 71 del piso 70 tiene preferentemente una porosidad relativamente alta, seguida aguas abajo por una segunda porción 72 que tiene una porosidad intermedia, seguida de nuevo por una tercera porción 73 que tiene una porosidad relativamente baja. Debido a que la sección inclinada 13 y la línea de ruptura 10 se extienden oblicuamente con respecto a la piscina de olas 1, cada porción 71, 72 y 73 se extiende preferentemente de manera oblicua con respecto a las paredes laterales 6, 8. La porosidad real en cualquier ubicación dada puede variar pero preferentemente está dentro del mismo régimen que se discutió anteriormente, excepto que la parte aguas arriba 71 tiene preferentemente una porosidad relativamente alta dentro de ese régimen, y la parte aguas abajo 73 tiene preferentemente una porosidad relativamente baja dentro de ese régimen.

Por ejemplo, si el régimen de porosidad para una aplicación particular está entre 0,05 y 0,15, la porción aguas arriba 71 puede tener una porosidad de 0,15, mientras que la porción intermedia 72 puede tener una porosidad de 0,10 y la porción aguas abajo 73 puede tener una porosidad de 0,05. Cada porción puede tener una porosidad sustancialmente constante, o la porosidad también puede variarse gradualmente de un extremo al otro. Aunque se muestran tres porciones, puede verse que pueden proporcionarse dos, o cuatro, o virtualmente cualquier número de porciones de porosidad variable.

Al crear variaciones en la porosidad del piso elevado 70 que se extiende aguas abajo, los rangos de porosidades ideales pueden combinarse con las alturas de olas ideales a través del piso 70. Por ejemplo, como se indicó anteriormente, dentro de cualquier régimen de porosidad dado, es deseable que la porosidad sea mayor cuando la ola 5 es mayor. Como tal, al variar la porosidad del piso elevado 70, la porosidad en cualquier punto dado a lo largo del piso 70 puede coincidir con la altura de ola que se espera que exista en ese punto. Es decir, a medida que la ola viaja sobre la cámara de amortiguación de olas 19, se reducirá en altura y, por lo tanto, puede ser apropiado que la porosidad del piso elevado 20 se reduzca progresivamente para adaptarse mejor a las condiciones de menor altura de ola que existen aguas abajo. Por ejemplo, si la ola 5 comienza a cuatro pies (1,22 metros) de altura y luego, mediante la amortiguación, se reduce a tres pies (0,91 metros) de altura, la porosidad ideal en esa circunstancia puede

ser 0,15 para el área donde la ola tiene cuatro pies (1,22 metros) de altura, pero a medida que la ola avanza aguas abajo y desciende a tres pies (0,91 metros) de altura, la porosidad ideal del piso 70 en el punto aguas abajo puede ser menor, tal como 0,10, para coincidir con la altura de la más baja. Esto puede determinarse de manera que la porosidad ideal coincida con la altura ideal de las olas en cualquier punto dado a lo largo del piso elevado 70, ayudando así a amortiguar las olas de manera más eficiente.

La Figura 18 muestra cómo el piso elevado 20 con perforaciones 16 puede influir en el movimiento del agua por encima y por debajo del piso elevado 20 para provocar la amortiguación de las olas 5. La flecha grande 90 en la parte superior indica la dirección en la que viajan las olas 5. Como puede verse, en dependencia de dónde se ubique la cresta 75 o el valle 77 de la ola 5 con respecto al piso elevado 20, y en particular, una perforación 16 en particular, el agua fluirá hacia arriba o hacia abajo a través de las perforaciones 16, o hacia los lados, como se muestra por las flechas 79, 80, 81 y 82. Por ejemplo, cuando el valle 77 de la ola 5 está directamente sobre una perforación 16 en particular, el agua tenderá a fluir hacia arriba a través de las perforaciones 16, como lo muestra la flecha 79, que es el medio por el cual puede restablecerse el equilibrio dentro de la masa de agua 7. Asimismo, cuando la cresta 75 de la ola 5 está directamente sobre una perforación 16 en particular, puede verse que el agua tenderá a fluir hacia abajo a través de las perforaciones 16, como lo muestran las flechas 80, lo que de nuevo ayuda a que la masa de agua 7 permanezca en equilibrio sustancial.

Además, puede verse que entre cualquier cresta 75 en particular y cualquier valle 77 en particular, en cualquier ola 5 en particular, el agua tenderá a moverse hacia los lados, no necesariamente hacia arriba y hacia abajo, en relación con las perforaciones 16. Por ejemplo, debajo de la pendiente descendente 76 de la cresta 75, el agua tenderá a fluir hacia los lados (hacia adelante) como lo muestra la flecha 89 hacia el valle 77 de la ola 5, mientras que, debajo del lado ascendente 78 de la cresta 75, el agua tenderá a fluir hacia los lados (hacia atrás) como muestra la flecha 90 hacia el valle 77 de la ola 5.

Los que crean estos movimientos hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados son vórtices y remolinos de absorción de energía que giran por encima y por debajo de las perforaciones 16 en el piso elevado 20, como se muestra en la Figura 18. En cada caso, los vórtices se forman y reaccionan a los movimientos hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados del agua inmediatamente por encima y por debajo del piso elevado 20, en donde el agua circula entonces de la manera que se muestra en la Figura 18. Por ejemplo, cuando el agua fluye hacia arriba, véase la flecha 79, a través de las perforaciones 16, ya que está debajo del valle 77 de la ola 5, puede verse que los vórtices 81 que se forman al frente de cada perforación 16 giran en sentido horario, mientras que, los vórtices 82 que se forman en la parte trasera de cada perforación 16 giran en sentido antihorario. Concomitantemente, cuando el agua fluye hacia abajo, véase las flechas 80, a través de las perforaciones 16, ya que está debajo de las crestas 75 de las olas 5, puede verse que los vórtices 83 que se forman al frente de cada perforación 16 giran en sentido antihorario, mientras que, los vórtices 84 que se forman en la parte trasera de cada perforación 16 giran en sentido horario.

Asimismo, cuando el agua se mueve hacia los lados con respecto a cada perforación 16, como directamente debajo del lado ascendente 78 de la ola 5, puede verse que los vórtices 85 que se forman sobre el piso elevado 20 giran en sentido horario, mientras que los vórtices 86 que se forman debajo del piso elevado 20 giran en sentido antihorario. Al mismo tiempo, cuando el agua se mueve hacia adelante con respecto a cada perforación 16, ya que está debajo de la pendiente descendente 76 de la ola 5, puede verse que los vórtices 87 que se forman sobre el piso elevado 20 giran en sentido antihorario, mientras que, los vórtices 88 que se forman debajo del piso elevado 20 giran en sentido horario.

En virtud de estos movimientos variados de vórtices y remolinos que se producen por encima y por debajo del piso elevado 20, la energía de las olas que viajan sobre el piso elevado 20 puede absorberse y amortiguarse. Es decir, como cada perforación 16 permite que el agua pase, tanto hacia arriba como hacia abajo, y se crean diferentes movimientos de agua por encima y por debajo de cada perforación 16, el agua circulará de la manera adecuada, de manera que se creen vórtices y remolinos de absorción de energía para ayudar a absorber la energía de las olas y amortiguar las olas. Además, la medida en que estos movimientos pueden amortiguar las olas dependerá de los diversos factores que se discutieron anteriormente, incluida la altura de las olas, la porosidad del piso elevado 20, la profundidad del piso elevado 20 en relación con el piso de la cámara 21, etc., que necesitan tenerse en cuenta al diseñar un piso elevado 20 para cualquier aplicación o condición particular. Por ejemplo, cuando la altura de la ola es relativamente alta y, por lo tanto, la diferencia entre las crestas 75 y los valles 77 es grande, puede verse que se necesitará más agua para fluir hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados en relación con las perforaciones 16 para los vórtices y remolinos apropiados que se crean, en cuyo caso, para adaptarse a los mayores movimientos que se crean por ellos, será necesario aumentar la porosidad del piso elevado 20. Esto explica por qué es deseable que la porosidad del piso elevado 20 sea mayor cuando la altura de las olas es mayor. Asimismo, puede verse que al tener un piso de cámara más profundo 21 en relación con la profundidad del piso elevado 20, con mayor espacio para que ocurra el movimiento del agua, el movimiento del agua que fluye hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados con respecto a las perforaciones 16 sería menos inhibido, en donde los vórtices y remolinos que se forman por encima y por debajo del piso elevado 20 también serían menos inhibidos, ya que puede distribuirse más energía de las olas sobre las columnas de agua debajo del piso elevado 20. Esto permite que los vórtices y remolinos se desarrollen y giren adecuadamente, en cuyo caso, las propiedades de absorción de energía de los mismos también pueden mejorarse.

Cabe señalar que la Figura 18 no está a escala en el sentido de que la profundidad del piso de la cámara 21 por debajo del piso elevado 20 es idealmente de dos y media a tres veces la profundidad del piso elevado 20 en relación con el nivel medio de agua estancada 14.

- 5 Las modalidades preferidas y alternativas se muestran y discuten en la presente descripción. No obstante, las variaciones que no se describen específicamente en la presente descripción están dentro de la contemplación de la presente invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Puede verse que, si bien se han descrito las modalidades, configuraciones, dimensiones y medidas preferidas y alternativas, solo deben verse como ilustrativas y no como limitaciones de la invención. En términos generales, el objetivo es proporcionar una piscina de olas que produzca olas deseadas por surfistas expertos que puedan amortiguarse de la manera discutida en la presente descripción, en donde las olas se rompen dentro de la masa de agua 7 y luego se amortiguan de la manera discutida.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Una piscina de olas (1) que tiene una masa de agua (7) en la misma con un nivel medio de agua estancada (14) que comprende:

un generador de olas (3) sustancialmente en un primer extremo (2) de dicha piscina de olas (1) para propagar olas (5) que viajan a través de dicha masa de agua desde dicho primer extremo (2) hacia un segundo extremo (4), opuesto a dicho primer extremo (2);
 una primera porción de piscina (9) que comprende un piso (11) que se extiende desde dicho primer extremo (2) en la dirección de dicho segundo extremo (4), comprendiendo dicho piso (11) una sección inclinada (13) que se extiende hacia arriba hasta al menos una profundidad del rompeolas, al ser la profundidad del rompeolas el punto en el que las olas (5) comienzan a romper;
 una segunda porción de piscina (15) que se extiende desde dicha sección inclinada (13) hacia dicho segundo extremo (4) que comprende una cámara de amortiguación de olas (19) que se ubica sustancialmente entre dicha sección inclinada (13) y dicho segundo extremo (4);
 en donde dicha cámara de amortiguación de olas (19) comprende un piso elevado perforado (20) por encima de un piso inferior (21); y
 en donde dicho piso elevado (20) tiene una porosidad predeterminada (γ), el área perforada del piso dividida por el área total del piso, dentro del rango de $0 < \gamma \leq 0,5$, de manera que se crean una capa límite de vórtices y remolinos de absorción de energía por encima y por debajo de dicho piso elevado (20), como resultado del paso del agua hacia arriba y hacia abajo a través de las perforaciones (16), que ayuda a amortiguar las olas que viajan a través de dicha cámara de amortiguación de olas (19).

2. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha piscina de olas comprende al menos una de las siguientes características:

1) dicha primera porción de piscina (9) comprende una sección horizontal (11) seguida aguas abajo por dicha sección inclinada (13), en donde dicha sección inclinada se orienta oblicuamente con respecto a la dirección de desplazamiento de las olas (5);
 2) dicha sección inclinada (13) alcanza un pico a una altura máxima que es sustancialmente equivalente a la profundidad del rompeolas de la misma, y en donde dicho piso elevado (20) se extiende sustancialmente horizontal desde dicha sección inclinada (13) hasta dicho segundo extremo (4) y se coloca no más profunda que la profundidad de ruptura de dicha sección inclinada (13); o
 3) dicho piso elevado (20) se extiende sustancialmente horizontal o a lo largo de una inclinación de no más de aproximadamente una pendiente de 1:20.

3. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho piso elevado (20) tiene una porosidad dentro del rango de $0,05 \leq \gamma \leq 0,25$, y la porosidad de dicho piso elevado se determina con base en la siguiente fórmula:

$$K = F \left(\gamma, \frac{d_{piso}}{d_{cámara}}, \frac{H}{d_{piscina}}, L, T, \xi_b \right)$$

en donde K es la tasa de amortiguación, γ es la porosidad de dicho piso elevado, $d_{piso}/d_{cámara}$ es la relación entre la profundidad de dicho piso elevado (20) y la distancia entre dicho piso elevado y dicho piso inferior (21), H/d_{piso} es la altura de la ola incidente en relación con la profundidad máxima de dicha primera porción de piscina, L es la longitud de la ola, T es el período de la ola y la forma del rompeolas se define por iribarren ξ_b .

4. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha segunda porción de piscina (15) forma un espacio cerrado entre dicho piso elevado (20) y dicho piso inferior (21), y la distancia a la que dicho piso inferior (21) se extiende por debajo de dicho piso elevado (20) es aproximadamente de dos a cuatro veces la distancia que dicho piso elevado (20) se extiende por debajo del nivel medio de agua estancada (14) de dicha masa de agua (7).

5. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la porosidad de dicho piso elevado (20) está dentro del rango de entre aproximadamente 0,05 y 0,25 y la distancia a la que dicho piso inferior (21) se extiende por debajo de dicho piso elevado (20) es de aproximadamente de dos y media a tres veces la distancia que dicho piso elevado (20) se extiende por debajo del nivel medio de agua estancada (14) de dicha masa de agua (7).

6. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho piso elevado (20) comprende al menos una de las siguientes características:

1) una primera capa (63, 67) y una segunda capa (64, 68) en donde dicha primera capa tiene una porosidad mayor que la de dicha segunda capa;

- 2) una primera capa (63, 67) y una segunda capa (64, 68) en donde dicha primera capa tiene una porosidad que es mayor que la de dicha segunda capa, dicha primera capa se extiende por encima de dicha segunda capa, y se proporciona un espacio predeterminado entre dichas primera y segunda capas;
- 3) la porosidad de dicho piso elevado (20) varía en diferentes ubicaciones del mismo;
- 4) la porosidad de dicho piso elevado (20) está menos cerca de dicho segundo extremo (4) que cerca de dicho primer extremo (2);
- 5) dicho piso elevado (20) se extiende a lo largo de una pendiente; y
- 6) dicho piso elevado (20) y piso inferior (21) se extienden a lo largo de una pendiente.
7. Un método de amortiguación de olas (5) en una piscina de olas (1) que tiene una masa de agua (7) en la misma con un nivel medio de agua estancada (14) que comprende:
- proporcionar un generador de olas (3) que se ubica sustancialmente en un primer extremo (2) de dicha piscina de olas (1);
- propagar olas (5) que viajan a través de dicha masa de agua (7) desde dicho primer extremo (2) hacia un segundo extremo (4), sustancialmente opuesto a dicho primer extremo (2);
- permitir que las olas (5) viajen a través de una primera porción de piscina (9) que comprende un piso (11) que tiene una sección inclinada (13) que se extiende hacia arriba sustancialmente desde dicho primer extremo (2) hacia dicho segundo extremo (4), y que provoca que las olas comiencen a romperse en o cerca de dicha sección inclinada (13);
- permitir que las olas (5) viajen a través de una segunda porción de piscina (15) que comprende una cámara de amortiguación de olas (19) que se ubica sustancialmente entre dicha sección inclinada (13) y dicho segundo extremo (4), en donde dicha cámara de amortiguación de olas (19) comprende un piso inferior (21) y un piso elevado perforado (20) encima de él;
- en donde dicho piso elevado (20) tiene una porosidad predeterminada (γ), el área perforada del piso dividida por el área total del piso, dentro del rango de $0 < \gamma \leq 0,5$; y
- en donde las olas se provocan por dicho piso elevado (20) en donde las olas se amortiguan por la generación de una capa límite de vórtices y remolinos de absorción de energía que se extiende por encima y por debajo de dicho piso elevado (20), como resultado del paso del agua hacia arriba y hacia abajo a través de las perforaciones (16), cuando las olas pasan a través de dicha cámara de amortiguación de olas (19).
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicha sección inclinada (13) se orienta oblicuamente con respecto a la dirección de desplazamiento de las olas (5), en donde las olas que se propagan tienden a romperse oblicuamente con respecto a la dirección de desplazamiento de las olas.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicho piso elevado (20) tiene una porosidad (γ) dentro del rango de $0,05 < \gamma \leq 0,25$.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicho piso elevado (20) tiene una porosidad dentro del rango de $0,05 \leq \gamma \leq 0,25$ y el método comprende amortiguar las olas que viajan sobre dicho piso elevado (20) en donde la porosidad de dicho piso elevado se determina con base en la siguiente fórmula:
- $$K = F\left(\gamma, \frac{d_{piso}}{d_{cámara}}, \frac{H}{d_{piscina}}, L, T, \xi_b\right)$$
- en donde K es la tasa de amortiguación, γ es la porosidad de dicho piso elevado, $d_{piso}/d_{cámara}$ es la relación entre la profundidad de dicho piso elevado y la distancia entre dicho piso elevado (20) y dicho piso inferior (21), H/d_{piso} es la altura de la ola incidente en relación con la profundidad máxima de dicha primera porción de piscina, L es la longitud de la ola, T es el periodo de la ola y la forma del rompeolas se define por ξ_b .
11. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicho piso elevado (20) se extiende una distancia por encima de dicho piso inferior (21) que es aproximadamente de dos a cuatro veces la distancia a la que dicho piso elevado (20) se extiende por debajo del nivel medio de agua estancada (14) de dicha masa de agua (7).
12. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el método comprende la etapa adicional de permitir que las olas (5) viajen hacia dicho segundo extremo (4) y que reflejen las olas con una pared de extremo (12) que se ubica en dicho segundo extremo (4), en donde dicha cámara de amortiguación de olas (19) ayuda a reducir los reflejos y las corrientes de resaca que de otro modo podrían ocurrir dentro de dicha piscina de olas (1).
13. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el método comprende la etapa adicional de propagar olas (5) que, durante la operación, tienen una altura mayor o igual a la profundidad de dicho piso elevado (20) por debajo del nivel medio de agua estancada (14) de dicha masa de agua (7).

14. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha cámara de amortiguación de olas (19) absorbe la energía de las olas (5) en dicha piscina de olas (1) mediante la generación de una capa límite de vórtices y remolinos de absorción de energía que se extiende por encima y por debajo de dicho piso elevado (20) como resultado de permitir que una cantidad predeterminada de agua y energía de las olas pase hacia arriba y hacia abajo a través de las perforaciones en dicho piso elevado (20).
- 5

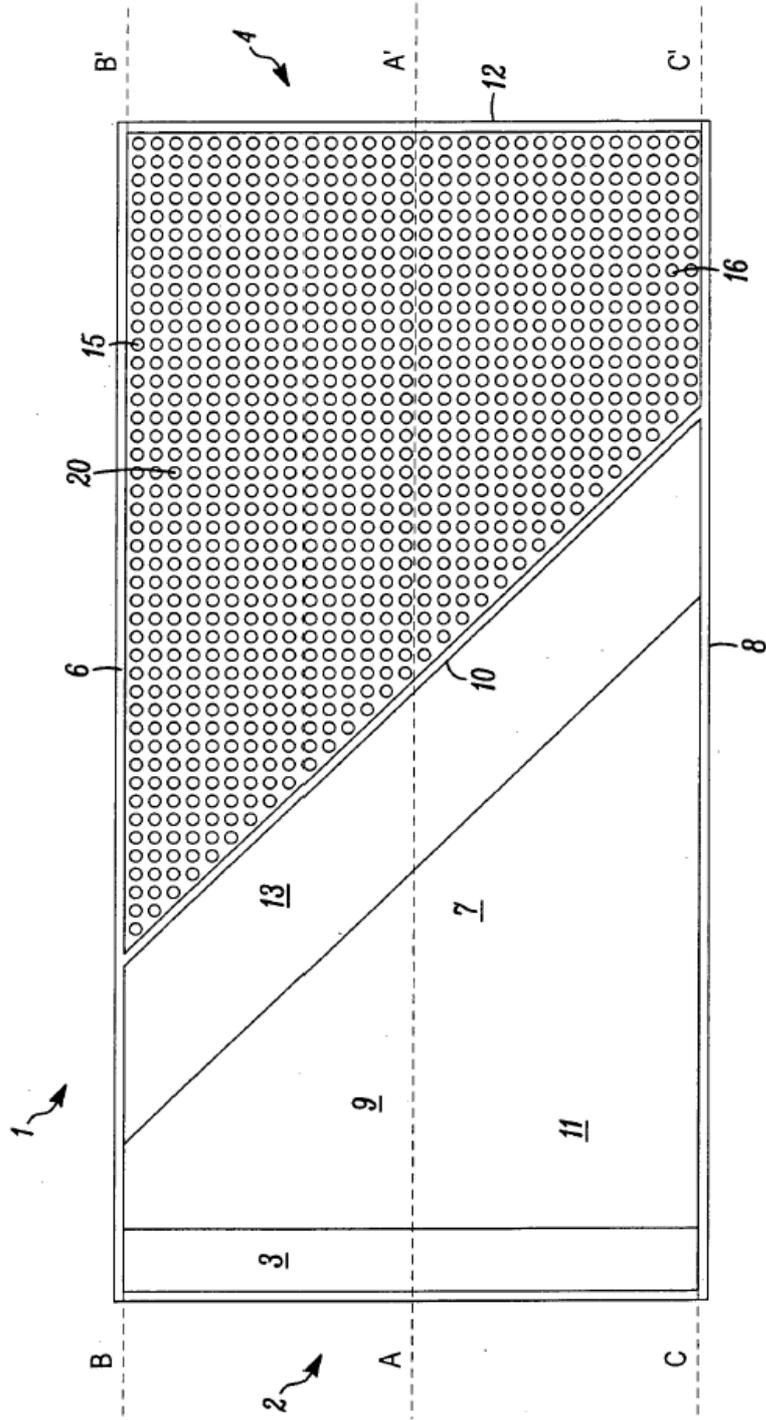


Figura 1

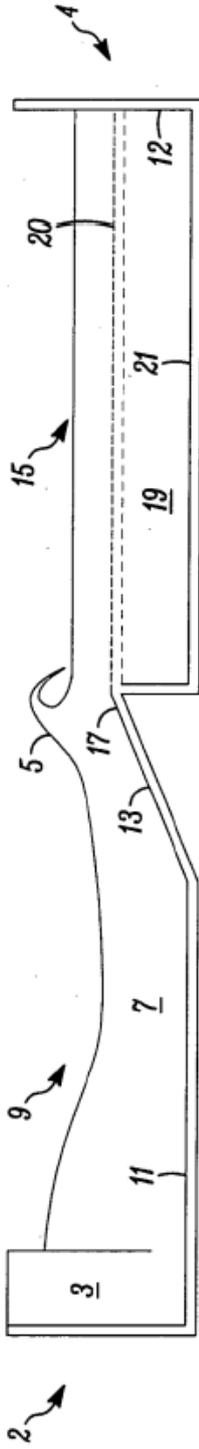


Figura 2

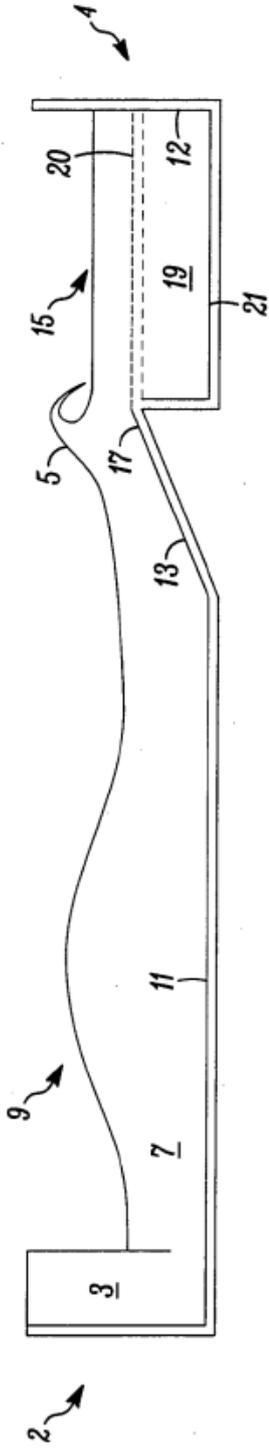


Figura 3

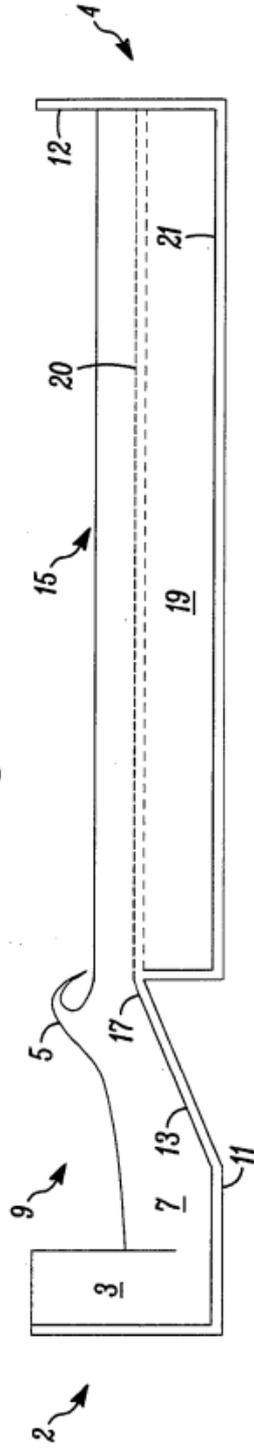


Figura 4

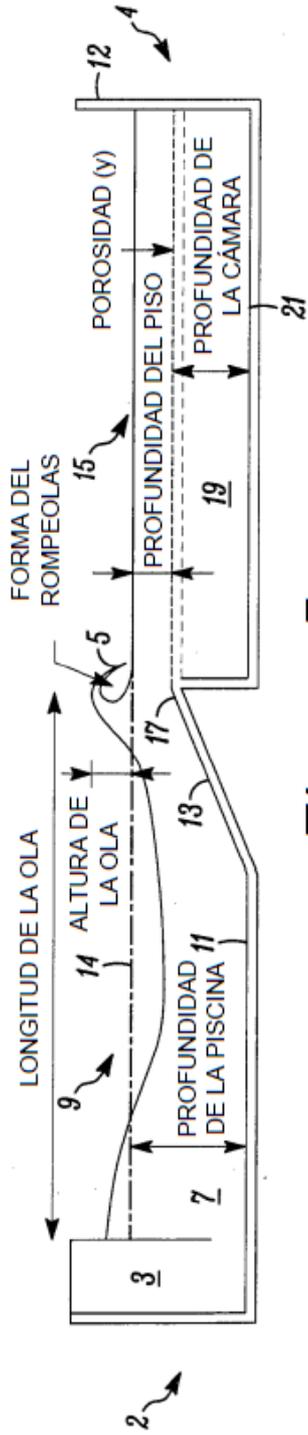


Figura 5

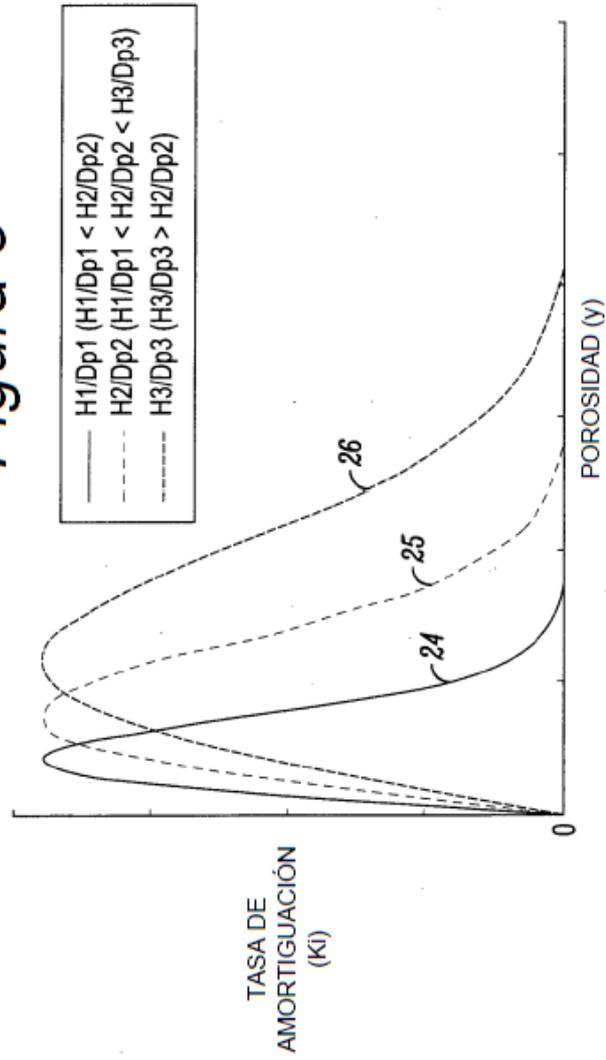


Figura 6

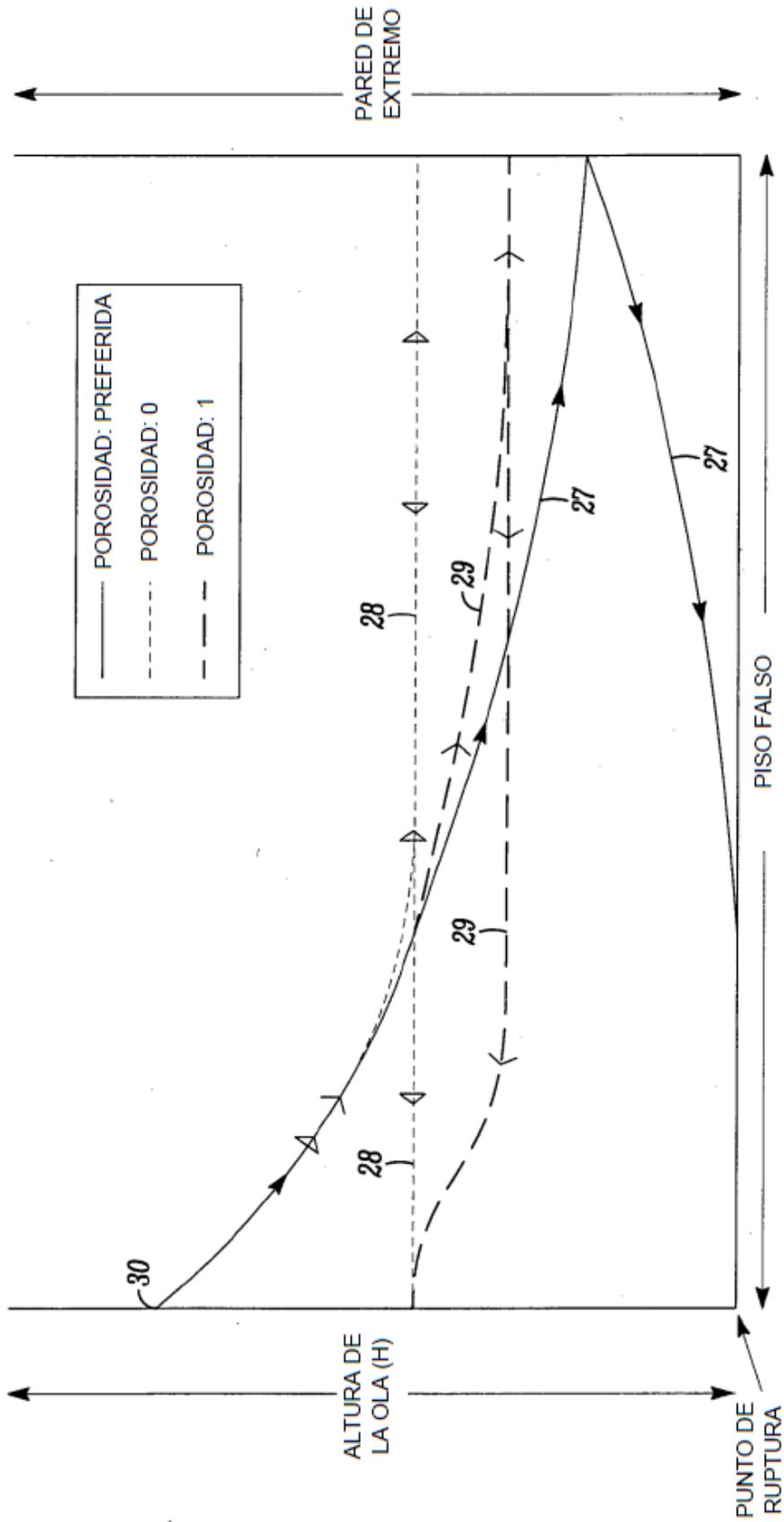


Figura 7

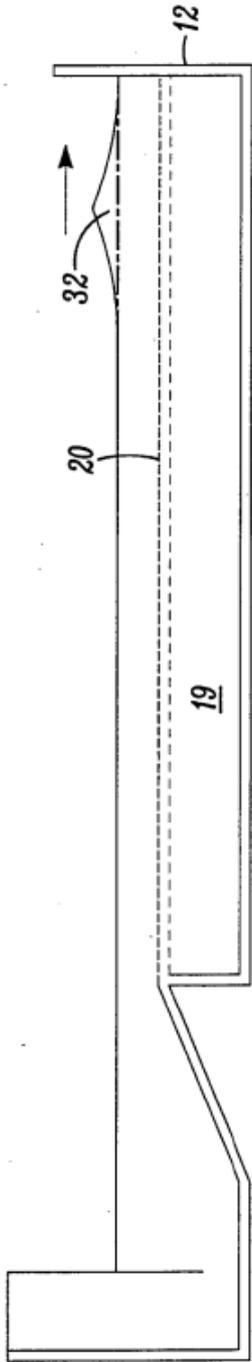


Figura 8D

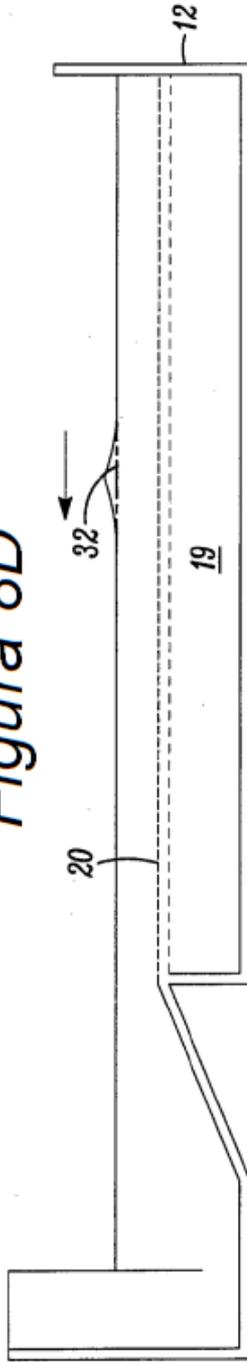


Figura 8E

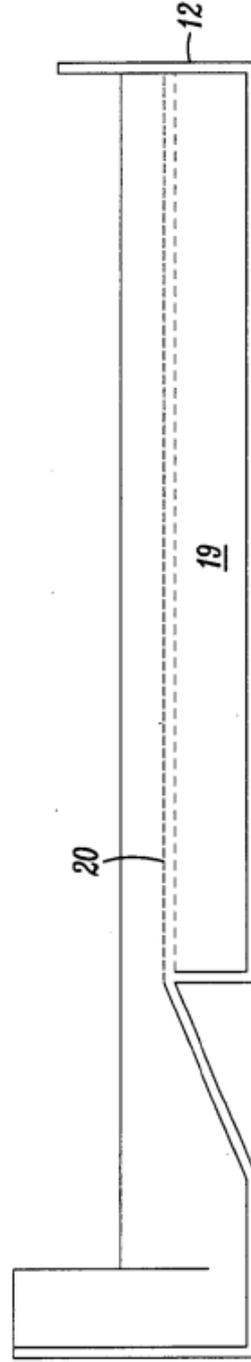


Figura 8F

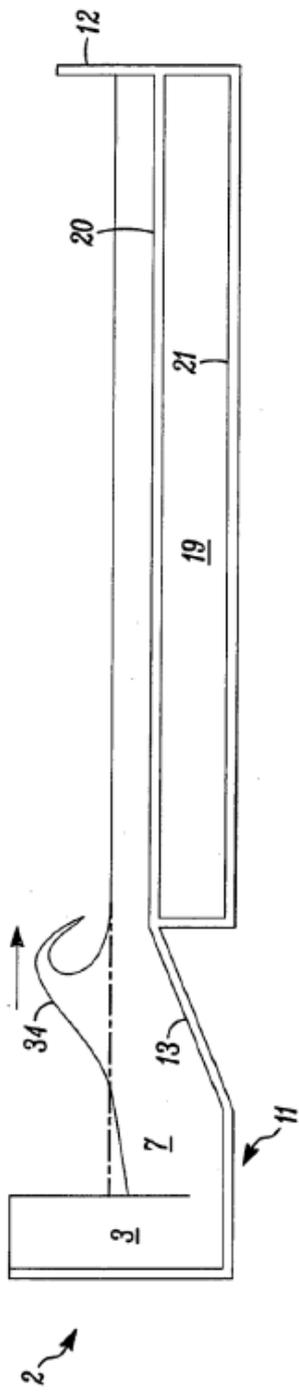


Figura 9A

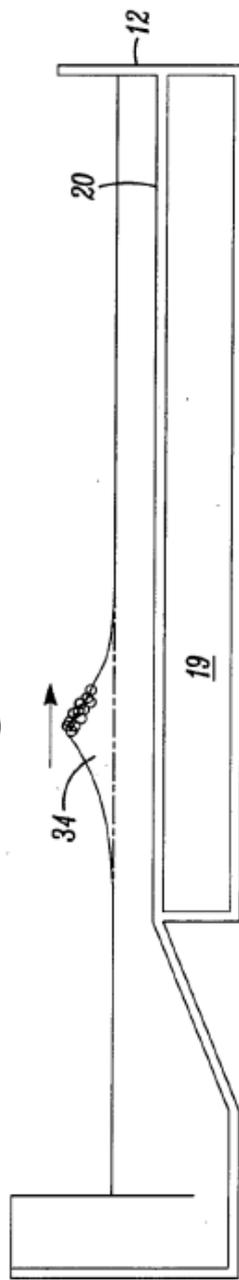


Figura 9B

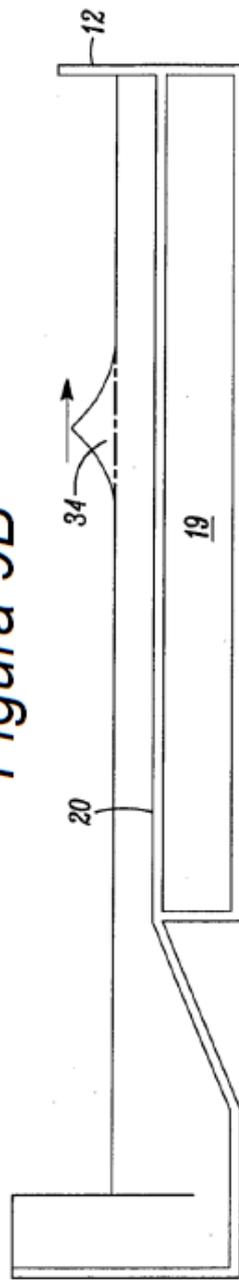


Figura 9C

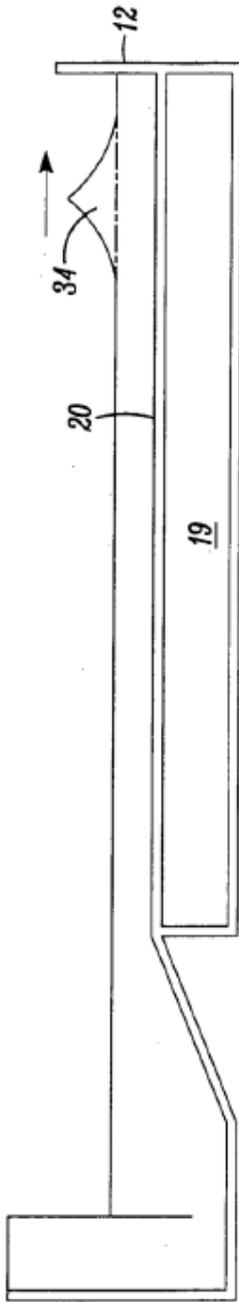


Figura 9D

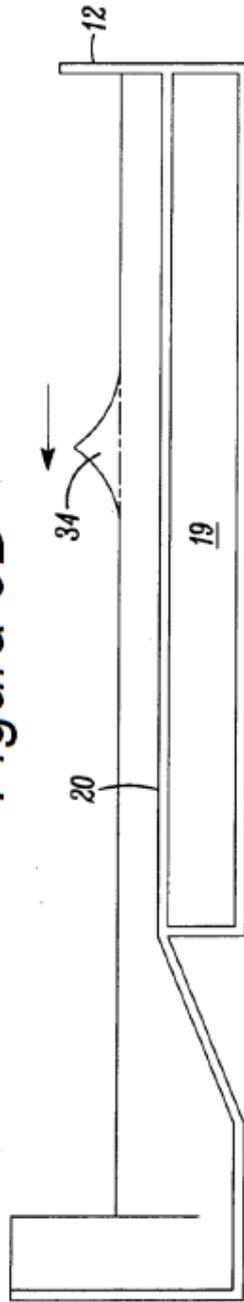


Figura 9E

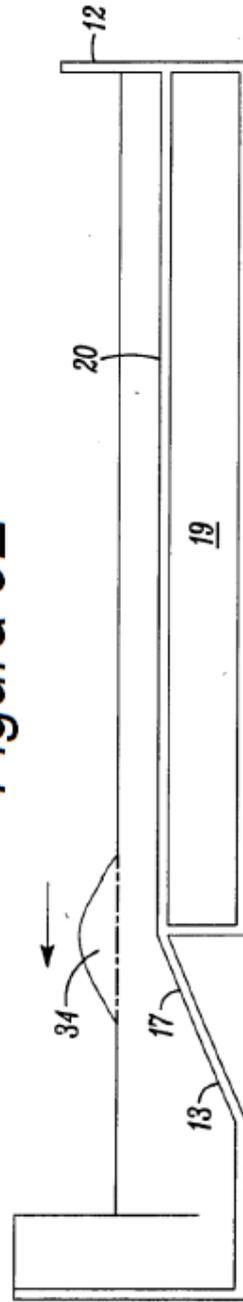


Figura 9F

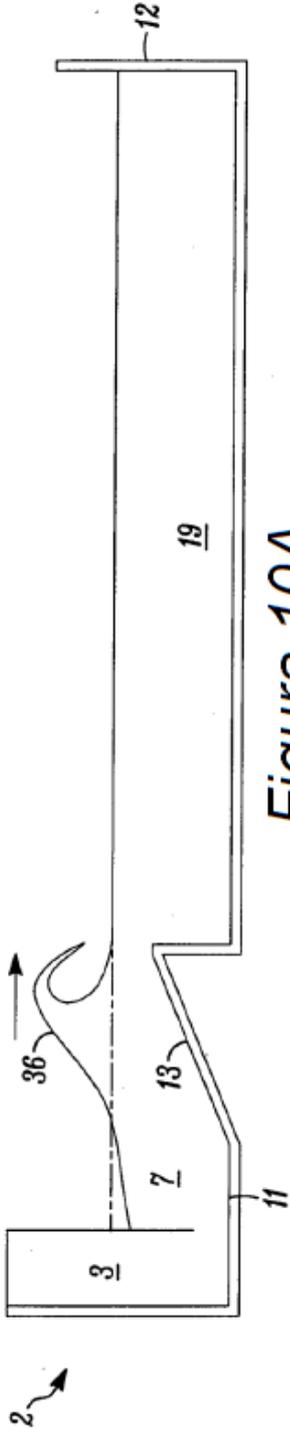


Figura 10A

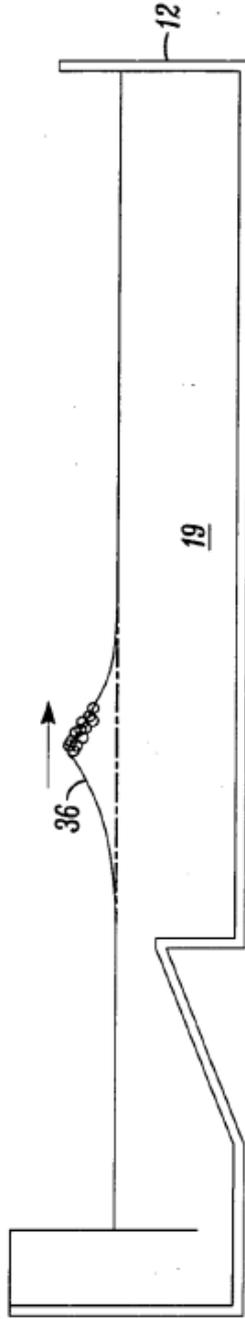


Figura 10B



Figura 10C

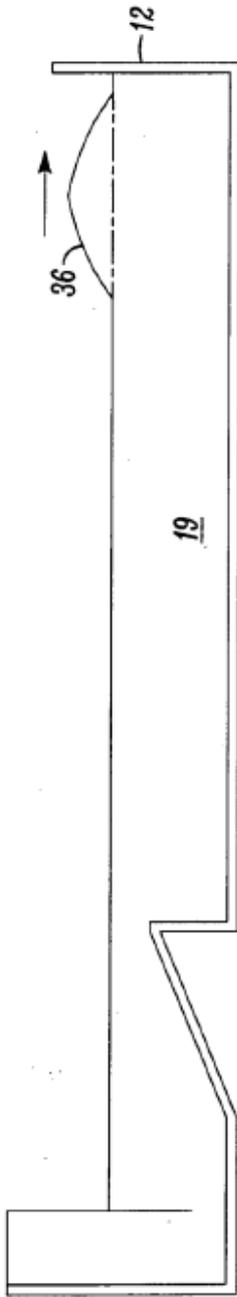


Figura 10D

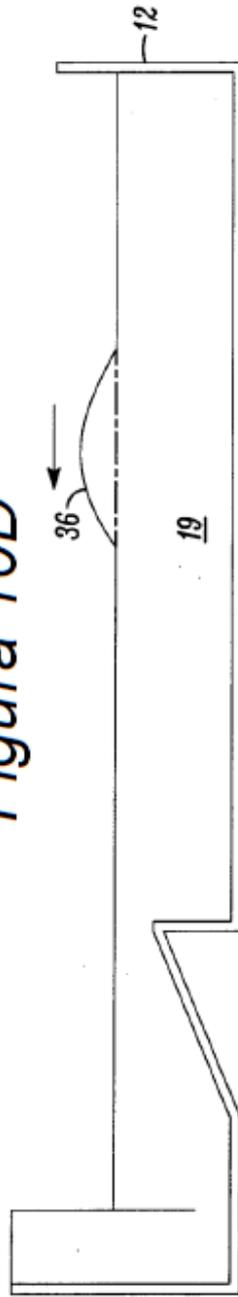


Figura 10E

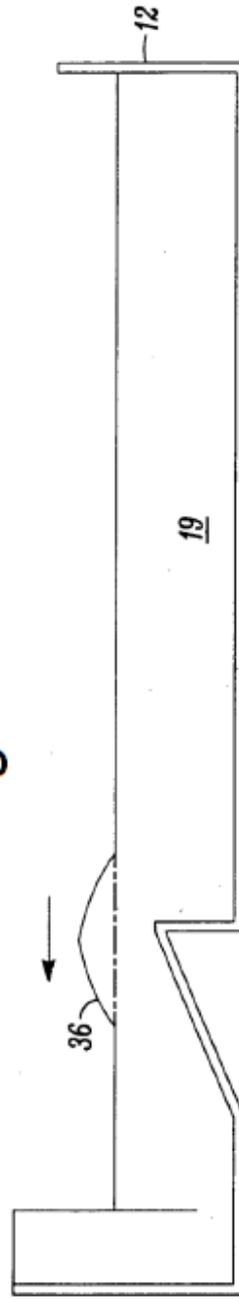


Figura 10F

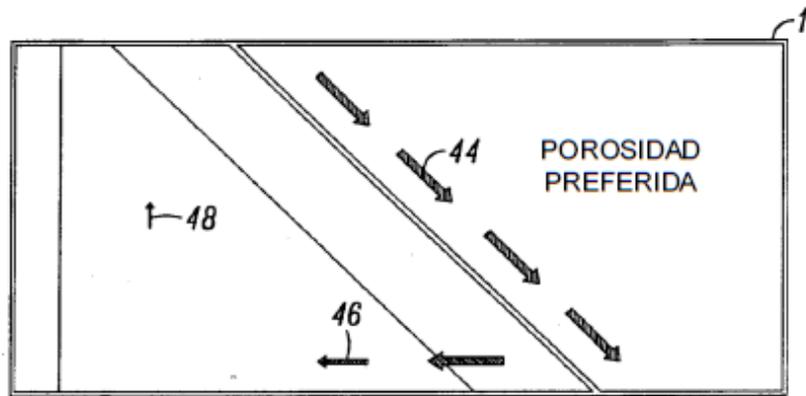


Figura 11

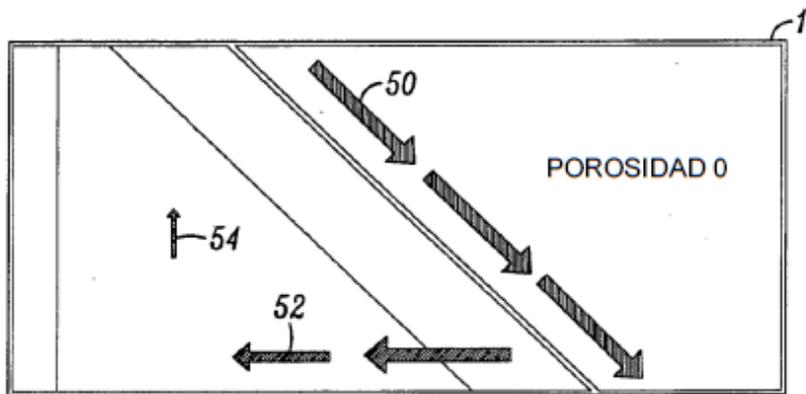


Figura 12

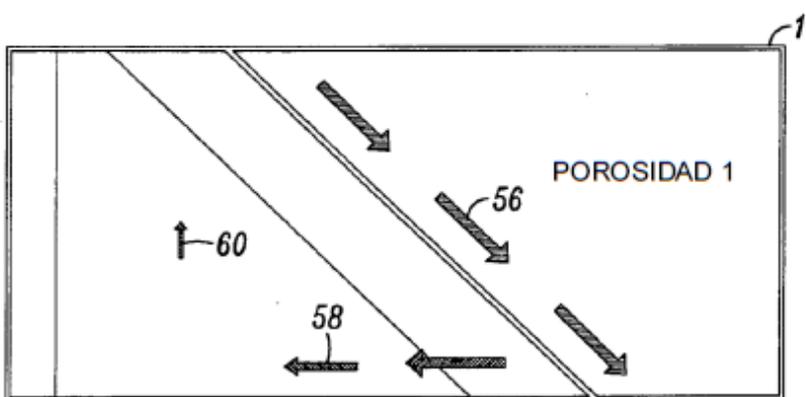


Figura 13

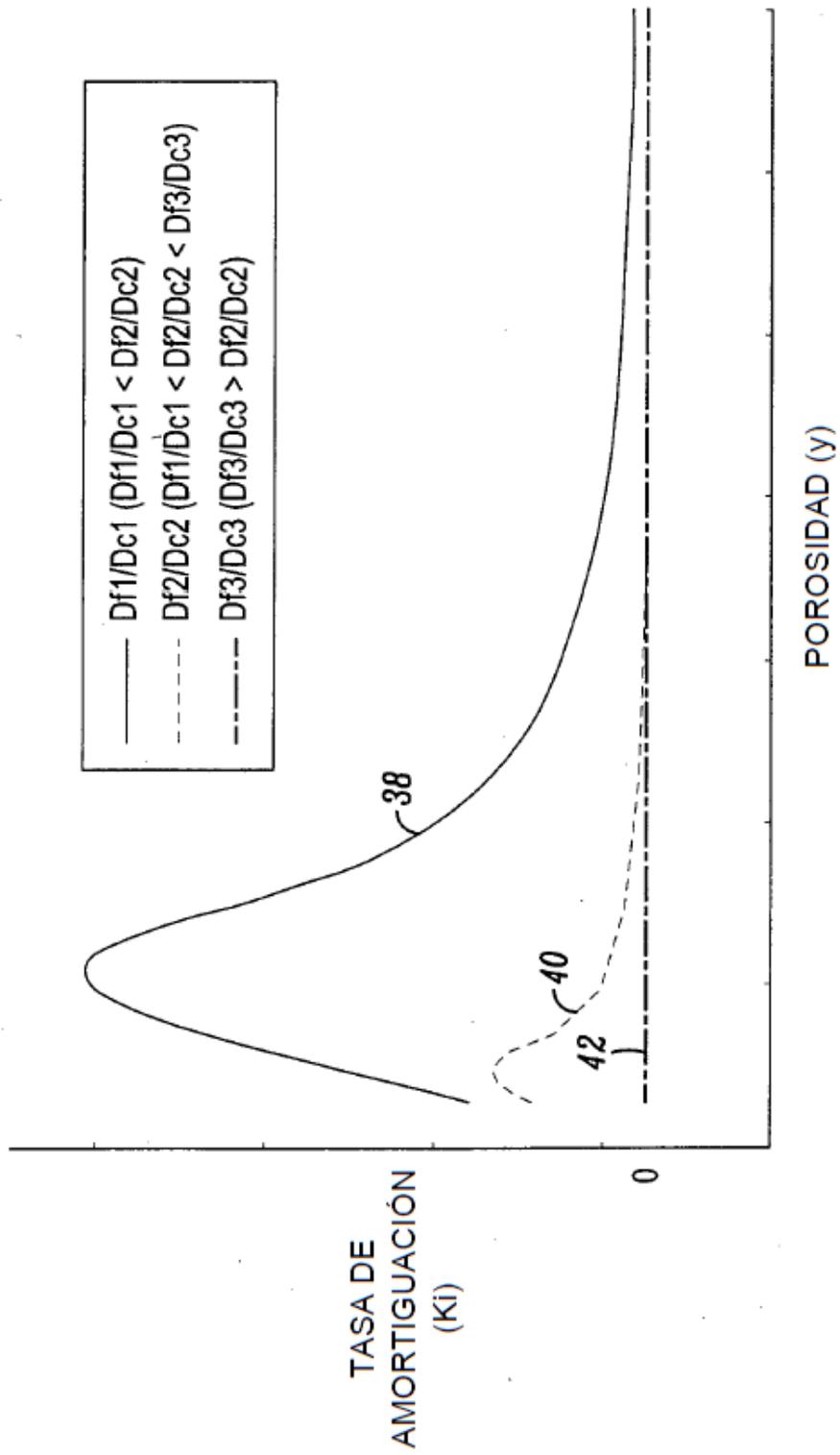


Figura 14

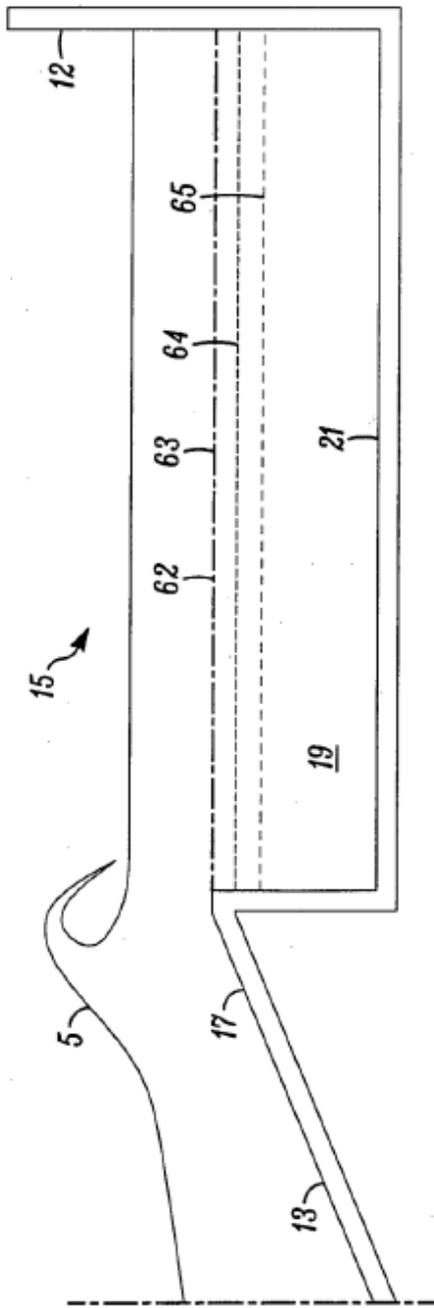


Figura 15

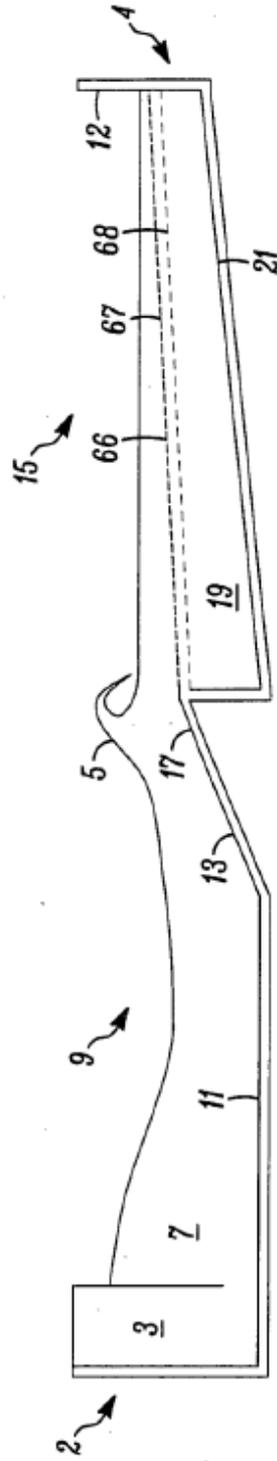


Figura 16

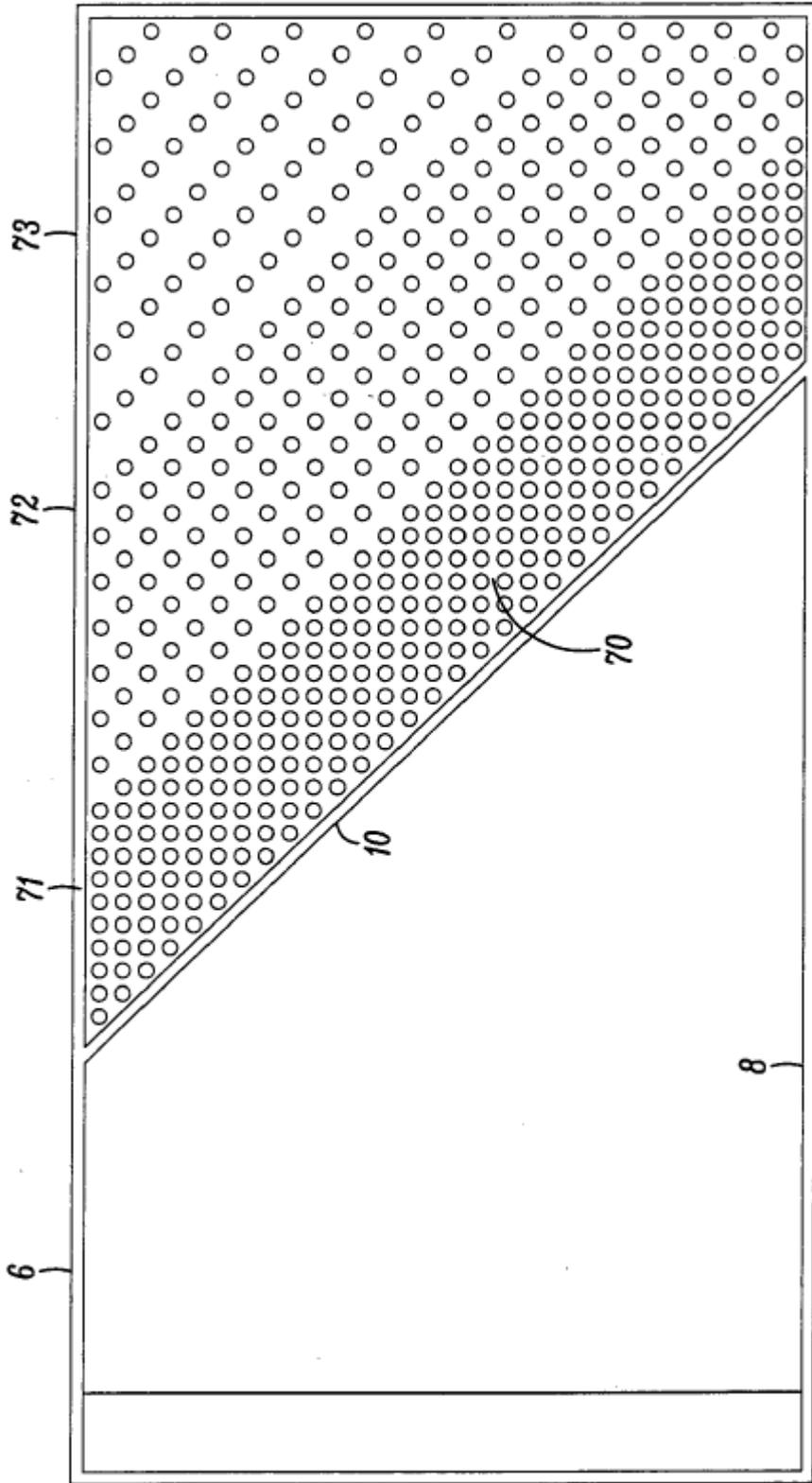


Figura 17

