

# “Sistema modular para la formación de arrecifes artificiales”

MX/a/2024/004311



## Descripción de la Tecnología

Los arrecifes son ecosistemas marinos diversos indispensables para mantener ciclo de vida y biodiversidad de los océanos. Hospedan un número importante de distintos organismos vivos, evitan la erosión del lecho marino al frenar las corrientes marinas del fondo, y evita la pesca de arrastre con rascadores de fondo al atorarse las redes, rastas o anzuelos en el lecho marino. Desafortunadamente, los mares sufren grandes pérdidas de arrecifes naturales debido al cambio de temperatura en las aguas, además, crecen en promedio sólo 1 cm por año. Estas condiciones señalan una tendencia desfavorable para las especies marinas y de afectación a la morfología de las playas. Ante este panorama, los arrecifes artificiales (ARs por sus siglas en inglés) podrían ser una alternativa o herramienta que permita el desarrollo de corales naturales creados a partir de ellos, al brindar una forma base y de tamaño adecuado.

Se presenta un sistema modular que permite la construcción de al menos tres tipos de módulos de corales artificiales dependiendo de las necesidades específicas del sitio. Preferentemente pueden ser piezas que geoméricamente corresponden a un octavo de una esfera a manera de bóveda con un espesor dado, o una cuarta parte de una semiesfera partida por el ecuador. También pueden ser generados a partir de una parábola, hipérbola o elipse en sólido de revolución.

Preferentemente el módulo debe ser manufacturado de concreto u hormigón de alta durabilidad, diseñado para condiciones de exposición a la corrosión y de servicio requerido para estructuras construidas cercanas al mar (ACI 201.2, resistente a la intemperie, ataque químico, abrasión y/u otro proceso de deterioro), que pueda repeler el ataque de las sales del mar o del cuerpo de agua, requiere buena resistencia a la abrasión y un peso considerable para poder quedarse en la locación deseada en el lecho marino, además de una estructura de acero a partir de una malla electrosoldada o similar, que permita disipar los esfuerzos de tensión y mejorar sus características mecánicas, que pueda adaptarse a cambios diferenciales de temperatura y resistir esfuerzos de flexión, torsión o tensión de forma conjunta o separada

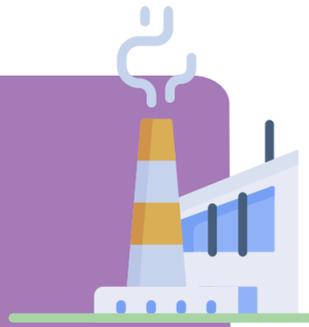
## Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología

El sistema modular podría ser utilizado en:

- Zonas arrecifales dañadas a causa de desastres naturales y de las actividades humanas.
- Zonas que, de acuerdo a su morfología, podrían ser candidatas para sembrar un arrecife artificial, beneficiando desarrollo de especies marinas y a la hidrodinámica de la playa para evitar procesos como pérdidas de playa
- Zonas que, de acuerdo a su morfología, podrían ser candidatas para siembra y cosecha de organismos vivos propios de un arrecife que promuevan su reproducción y posteriormente puedan ser reubicados en otro cuerpo de agua, tales como un lecho marino diverso o un acuario.

Algunas ventajas de la presente invención respecto a lo encontrado en el estado de la técnica se enlistan a continuación:

- Dado que son módulos construidos con un solo tipo de pieza, el costo de fabricación se proyecta para un solo molde.
- Al ser un solo tipo de pieza, se agilizan los tiempos de fabricación.
- Al menos permiten colocarse de tres maneras distintas, creando así diferentes geometrías, facilitando la logística de traslado, de sumersión e instalación, puesto que el peso de cada pieza es menor que si se considerara la instalación de un módulo de una sola pieza.
- Los módulos son escalables y desmontables
- Los módulos son intercambiables, por lo que se puede remover un módulo en caso de que se dañase y cambiarlo por uno nuevo.



## Nivel de madurez de la tecnología



Se han realizado prototipos 3D con distintos materiales a nivel laboratorio. De acuerdo con la escala de la NASA y del estándar internacional ISO/FDIS 16290:2013 “Space Systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment” se estima que esta invención tiene un TRL de 3 que corresponde a la Prueba experimental en laboratorio, siendo una primera prueba de concepto.

## Información de mercado

El uso de arrecifes artificiales ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, impulsado por una combinación de factores como la creciente conciencia sobre la conservación marina, la pérdida de hábitats naturales y el aumento de la actividad turística y recreativa relacionada con el buceo y el snorkel. Los principales sectores económicos donde tiene incidencia este uso son el ecoturismo (directo e indirecto), la pesca comercial controlada, y en la conservación misma del medio ambiente, generada por el sector gubernamental y/o privado.

De acuerdo con SAGARPA (2010) “en países como España, Italia, Francia, Japón y Corea han implementado este tipo de estructuras con mucho éxito, mientras que en México estas estructuras predominan en Jalisco, Colima, Michoacán, Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Las potencialidades de estas estructuras en México es el apoyo del 83% de los pescadores del país y el 65% de la producción para consumo humano directo. A su vez, apoyan entre 25-48 especies comerciales que son asociadas a esas estructuras.” El Programa para el Medio Ambiente de la ONU resalta que El mundo está en camino de perder hasta 90% de sus arrecifes de coral en los próximos 30 años, por lo que se requiere la acción del sector privado y gubernamental para mitigar su deterioro, además, menciona que invertir en los arrecifes de coral para prevenir su actual tasa de disminución podría generar ingresos de US\$ 37,000 millones en el Triángulo de Coral y US\$ 35,000 millones en Mesoamérica para 2030. (UNEP, 2018).

En México, se ha invertido en distintos proyectos para crear arrecifes artificiales con distintos métodos, y ha requerido de la colaboración gobierno-academia-industria. Es el caso, por ejemplo, de Reef Ball en Puerto Morelos en el que se invirtió \$2,500,000.00 pesos, donde se colocaron 765 módulos ARs. (SEMARNAT, 2016).

