

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN
UNIDAD DE MANEJO DE LA PESCA Y ACUICULTURA
Km. 22 carretera al Pacífico Edificio La Ceiba 3er. Nivel, Bárcena, Villa Nueva
PBX: (502) 6640-9320 FAX: (502) 6640-9321
e-mail: unipesca@maga.gob.gt



PROYECTO:

**“CREACIÓN Y DESARROLLO DE ARRECIFES ARTIFICIALES EN LAS COSTAS DE
LOS DOS LITORALES DE GUATEMALA: OCÉANOS PACÍFICO Y ATLÁNTICO”
Informe de avance Julio 2007-Marzo 2008**

Guatemala, Abril de 2008

Contenido

| | |
|--|----|
| I. Introducción | 2 |
| II. Arrecifes artificiales como herramienta para favorecer a los recursos susceptibles de pesca..... | 3 |
| 2.1 Efectos de los filones artificiales (Figley, 2004):..... | 3 |
| 2.2 Arrecifes artificiales, tipo Reef balls..... | 4 |
| III. Metodología | 5 |
| 3.1 Fabricación:..... | 5 |
| 3.2 Transporte, tirado y hundimiento: | 10 |
| 3.2 Mano de obra..... | 12 |
| IV. Resultados..... | 12 |
| 4.1 Unidades construidas por comunidad | 12 |
| 4.2 Costos..... | 14 |
| 4.3 Mapas de ubicación | 17 |

I. Introducción

Los arrecifes artificiales (AAs), son una herramienta de manejo en medios marinos los cuales se usan con diferentes fines, la utilización de estos ha evolucionado rápidamente sobre todo en los últimos años, ya que se emplean en todas las regiones a nivel mundial.

Los AAs son una técnica para el favorecimiento ecológico en los medios acuáticos sobre todo los marinos.; y, estos se usan con varios fines, como: a) incrementar la biomasa de poblaciones de recursos pesqueros que son extraídos de forma comercial por la pesca industrial y artesanal, de forma recreacional como la pesca deportiva; y, hasta por la pesca de subsistencia; b) sitios recreacionales para buceo; c) mejorar las condiciones de las olas para practicar deportes acuáticos como surfear; d) protección de playas; y, e) restauración y simulación de arrecifes naturales.

El propósito previsto para el arrecife artificial, es lo fundamental que dicta el diseño y la localización. La deficiencia en identificar claramente los propósitos de un AA en un principio, y utilizar el propósito del AA como la fuerza impulsora para la ubicación del arrecife, el diseño, construcción, y las decisiones de manejo subsecuentes, puede provocar deficiencia del mismo.

Para contribuir al desarrollo de alternativas productivas, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, a través de la Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura –UNIPESCA- planteó el desarrollo de un proyecto para la creación de arrecifes artificiales en el Pacífico de Guatemala, como una prueba piloto, al observar los resultados obtenidos se gestionó ante el Gobierno de Japón el apoyo para desarrollar un proyecto en ambas costas; el proyecto ha llamado la atención en los pescadores y el objetivo sería convertir este proyecto en un programa permanente de trabajo de UNIPESCA mediante el cual se consolide un sistema de arrecifes artificiales en ambos litorales del país.

El proyecto consiste en la construcción, transporte y colocación de estructuras formadoras de arrecifes artificiales, tipo “Reef balls, modelo Lo-pro” en la zona marino costera de ambos litorales.

Debido a la capacidad de dichas estructuras para la creación de nuevos habitats y desarrollo de la vida marina en general, el proyecto tiene el potencial para incrementar la productividad pesquera de las

zonas, así como para desarrollo de la pesca artesanal, deportiva costera y ecoturismo, con especies de peces como los pargos (*Lutjanus spp.*), corvinas (Familia Sciaenidae), róbalo (*Centropomus spp.*) y otras, que podría atraer turismo nacional y extranjero, y ser una fuente de ingresos para pescadores artesanales que pudieran convertirse en guías de pesca deportiva. Otra de las alternativas podría ser el desarrollo del ecoturismo asociado al buceo en zonas de poca profundidad, lo cual requiere la presencia de áreas con alta diversidad de vida submarina. El fin último es el mejoramiento de las condiciones de vida de los pescadores artesanales de Guatemala, a través del incremento de la productividad pesquera en general, y el desarrollo de la pesca deportiva costera y el ecoturismo asociado al buceo.

De junio a la fecha ya se han construido, transportado y hundido 983 estructuras formadoras de arrecifes artificiales, de estas 300 se colocaron frente a la aldea Tulate en Retalhuleu; 200 frente a la costa del Puerto de Champerico en Retalhuleu; 23 frente al muelle del Puerto de Champerico (solicitud de los pescadores de subsistencia del muelle); 150 unidades en la comunidad de Las Lisas, Santa Rosa que fueron sumergidas en dos puntos diferentes frente a la comunidad y 310 en Monterrico y la Curbina, Taxisco, Santa Rosa; de estas 310 que se construyeron, transportaron y hundieron en estas dos aldeas el proyecto financio la construcción de 100 unidades y el transporte de todas. En esta ocasión se contó con el apoyo del Licenciado Gustavo Fratty quien financio la construcción (materiales y mano de obra) de 210 estructuras de AA, esto es una clara demostración de cómo el proyecto empieza a venderse por sí solo en la iniciativa privada y se inician aportes financieros de suma importancia para el crecimiento del mismo.

II. Arrecifes artificiales como herramienta para favorecer a los recursos susceptibles de pesca

Los arrecifes artificiales han sido medidas de manejo que se han estado implementando en muchas regiones para tratar el problema de reducción de la producción pesquera. En los arrecifes artificiales, la colonización es rápida, las altas densidades de peces, y las capturas grandes, se han utilizado como evidencia para la producción creciente de los peces en los arrecifes.

2.1 Efectos de los filones artificiales (Figley, 2004):

?? Los arrecifes artificiales pueden mediar la pérdida de habitat.

- ?? Aumenta la biodiversidad haciendo el ambiente de la arena más complejo.
- ?? Proporcionan refugio de la pesca excesiva o perjudicial imposibilitando el uso de redes y de arrastres en un área.
- ?? Amplía la limitación del habitat para la especie de arrecife dependiente y especies asociadas.
- ?? Mejora en la calidad del agua debido al retiro de nutrientes/bacterias/fitoplancton por filtro-alimentación de peces de arrecifes.
- ?? Mitigación para la pérdida inevitable del habitat.
- ?? Oportunidades para la investigación científica.

2.2 Arrecifes artificiales, tipo Reef balls

El diseño de los Reef balls se ha ido mejorando continuamente; semeja una semiesfera hueca con agujeros de distintos tamaños en su cuerpo, que por la técnica empleada en su fabricación, cada una será única y diferente al resto, ya que el personal encargado del colado de los moldes controla la localización y tamaño de los agujeros que va dejando en cada molde al vaciar el concreto. Tanto el hueco central como los agujeros del cuerpo se conforman con la ayuda de globos de hule especiales que permiten variar el espesor de la pared al poder modificar su volumen inflándose a voluntad del encargado del moldeo.

Los agujeros tienen una abertura mayor en la cara exterior y menor en el interior y varios agujeros se pueden comunicar entre sí si se desea. En la parte de la corona del elemento se tiene una abertura de mayor tamaño. Estas características agregan estabilidad a los elementos al neutralizar el efecto hidrofoil de las corrientes.

Los arrecifes artificiales a evaluar corresponden a estructuras artificiales de concreto "Reef Ball", modelo Lo-pro, las cuales son utilizadas en el presente proyecto.

Las corrientes al pasar por los agujeros de los elementos Reefballs producen un gran número de corrientes secundarias en diferentes direcciones que tienden a minimizarse entre ellas. Por la abertura superior se produce una corriente ascendente que arrastra gran cantidad de nutrientes. Estos efectos provocan la atenuación efectiva del oleaje a la vez que inducen a los organismos a establecerse alrededor de los elementos, por lo que pronto se convierten en atractivos naturales que alojan gran diversidad de vida. Los Reefballs forman un entorno que

atrae vida marina, da refugio y fomenta el desarrollo de la cadena trófica. Una vez cubiertos por algas y corales son un gran atractivo visual para los nadadores (www.reefball.org).

La mayor parte del peso de cada elemento se localiza en la parte inferior para mejor estabilidad. Cuando los elementos se colocan en zonas de oleaje de alta energía como el caso de arrecifes colocados a baja profundidad o cercanos a la costa, los elementos son anclados convenientemente para evitar ser arrastrados por la acción del oleaje.

En arrecifes artificiales con Reefballs se alcanzan productividades espectaculares de desarrollo de biomasa. Debido a que el objetivo de Guatemala es que el arrecife artificial tenga el potencial para incrementar la productividad pesquera de las zonas, con especies de peces como los pargos (*Lutjanus spp.*), corvinas (Familia Sciaenidae), róbalo (*Centropomus spp.*). En el caso de Guatemala, debido a las especies objetivo, demersales, el tipo de arrecife artificial construido fue dirigido al tipo de arrecife de bajo perfil (low profile).

III. Metodología

3.1 Fabricación:

La fabricación de los arrecifes se realiza en diez moldes adquiridos por UNIPESCA con el presente proyecto, con la finalidad de tener una producción de igual número de estructuras diarias; todos los materiales de construcción (arena, piedrín, cemento y algunos accesorios) se han adquirido directamente en las comunidades donde se ejecuta el proyecto.

La fabricación con lleva de tres fases:

?? **Armado:** Los moldes deben de ser anclados mediante un sistema especial a una base de madera; se colocan dentro de ellos boyas pequeñas (las cuales han sido sustituidas por pelotas plásticas por el costo de estas); cada molde lleva un total de 12 pelotas, las cuales tiene una utilidad de tres días en promedio. También se introduce una boya central; estas son utilizadas para formar los vacíos de las estructuras, y es llenada con aire. Una vez armado el molde se procede a pasar a la siguiente fase.



Vista de moldes armados, se puede observar el sistema de anclaje



Batería de 10 moldes armados



Proceso de armado por el personal contratado



*Vista del interior del molde armado con boya central
Y pelotas*

?? **Mezcla y llenado de moldes:** La mezcla para el llenado de moldes es preparada con piedrín, arena, cemento, silica, microsilica, fibra de vidrio y agua.

La mezcla se prepara con estos materiales y químicos en mezcladoras industriales, con la finalidad de obtener una mezcla homogénea; y se va depositando con cubetas en cada uno de los moldes hasta llenarse, llenos los moldes con cemento se dejan secar por un periodo de 18 horas aproximadamente.



Preparación de la mezcla



Molde lleno de mezcla

?? **Desarmado:** posteriormente al secado se procede a desarmar el molde, desinflando la boya central y retirando del sistema de anclaje las piezas de los moldes; y, se colocan las estructuras ya formadas en un área que no estorben para los siguientes días de trabajo.



Proceso de desarmado



Proceso de desarmado



Proceso de traslado de estructuras

3.2 Transporte y hundimiento:

Para el proceso de transporte, tirado y hundimiento, se han alquilado los servicios de alquiler de embarcaciones de pescadores artesanales, con la finalidad de que ellos se apropien del proyecto y además por lo menos durante los días que se trabaja en esta actividad reduzcan la presión de pesca; y, además generar una alternativa de trabajo.

El transporte se realiza cargando las embarcaciones con dos estructuras cada una, con la ayuda de un polipasto y estas salen a mar por las barras de acceso (en Tulate y Las Lisas), posteriormente dentro del mar se pasan a una sola lancha cuatro estructuras y esta es quien lleva al punto de tirada cuatro para ahorrar combustible; así se van contratando viajes de entre tres y cuatro estructuras.



Proceso de montaje de las estructuras a las embarcaciones, en Tulate



Traslado de las estructuras en Tulate, Retalhuleu



Tirado de las estructuras en mar

Para el caso de Champerico, estas fueron trasladadas al muelle y bajadas a las lanchas por medio de winch; una vez cargadas las lanchas con dos o tres unidades estas las transportaron hasta el punto seleccionado.

En Monterrico se realizo una nueva forma de transporte y hundimiento, esta consistió en amarrar un tonel de 54 galones de plástico sellado a cada estructura y fue halado por la embarcación por la reventazón y posteriormente al mar, para hundirlas solamente se soltó el cabo que sujetaba el arrecife al tonel



Proceso de traslado de área de construcción a muelle en Champerico, Retalhuleu



Cargado de estructuras a la lancha en Champerico desde le muelle

En ambos casos para poder botar las estructuras al mar, se necesita la presencia de seis a ocho personas

3.2 Mano de obra

Toda la mano de obra contratada para la fabricación, transporte, hundimiento y vigilancia de equipo y materiales ha sido local en las comunidades como un apoyo del proyecto a la generación de empleo local.

IV. Resultados

4.1 Unidades construidas por comunidad

| Comunidad | Estructuras útiles¹ (construidas y colocadas) |
|----------------------------------|--|
| Aldea Tulate, Retalhuleu | 300, hundidas en un solo punto |
| Puerto de Champerico, Retalhuleu | 223, hundidas en dos puntos 200 en uno a 18 km del puerto; y, 23 frente al muelle |
| Aldea Las Lisas, Santa Rosa | 150, se sumergieron en dos puntos frente a la aldea. |
| Aldea Monterrico, Santa Rosa | 100 sumergidas en dos puntos diferentes; por otro lado a través de financiamiento privado (Lic. Gustavo Fratty) se construyeron 210 unidades más en las que UNIPESCA prestó el equipo y aportó el pago del transporte y hundimiento de las mismas. |

Se han fabricado, transportado y sumergido un total de 983 estructuras formadoras de arrecifes artificiales; de estas 773 todos los procesos fueron financiadas en su totalidad por el proyecto; las restante 210 fueron co-financiadas es decir el Lic. Gustavo Fratty aportó la mano de obra y materiales para la construcción y el proyecto aportó todo el equipo para la fabricación, mano de obra y combustible para el transporte y el hundimiento de las mismas.

Los arrecifes han sido colocados en los siguientes puntos:

¹ Existe alrededor de un 5% de unidades que se fragmentan en el proceso de secado, movimiento o transporte estas no han sido cuantificadas, pero hay que tomar en cuenta que tienen un costo tanto en materiales como en mano de obra

| Punto | Coordenadas (Datum WS 84) | Referencia | Distancia de la costa Aproximada (MN) | Profundidad Aproximada | | |
|----------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|------------------------|------|----------|
| | | | | Metros | Pies | Brazadas |
| Puerto de Champerico | N14 17 25.3 W91 55 03.0 | Frente al Muelle de Champerico, Retalhuleu | 0.15 | 7 | 22 | 4 |
| | N14 17 25.3 W91 55 01.0 | | | | | |
| | N14 17 23.2 W91 55 01.1 | | | | | |
| | N14 17 23.3 W91 55 03.1 | | | | | |
| Puerto de Champerico | N14 10 07.4 W91 58 43.6 | Frente al Puerto de Champerico, Retalhuleu | 16 | 30 | 105 | 17 |
| | N14 10 07.3 W91 58 30.5 | | | | | |
| | N14 09 54.9 W91 58 30.7 | | | | | |
| | N14 09 54.6 W91 58 43.7 | | | | | |
| Las Lisas | N13 47 58.2 W90 17 33.1 | Frente la aldea las Lisas | 3 | 30 | 105 | 17 |
| | N13 47 58.2 W90 16 56.1 | | | | | |
| | N13 47 06.7 W90 16 56.1 | | | | | |
| | N13 47 07.1 W90 17 33.5 | | | | | |
| Monterrico | N13 53 12.7 W90 28 48.5 | Frente a las instalaciones del CEMA y CECON | 0.2 | 14 | 45 | 8 |
| | N13 53 12.6 W90 28 42.0 | | | | | |
| | N13 53 05.0 W90 28 42.2 | | | | | |
| | N13 53 04.9 W90 28 48.6 | | | | | |
| Tulate | N14 01 47.2 W91 45 45.1 | Frente aldea Tulate, Retalhuleu | 18 | 30 | 105 | 17 |
| | N14 01 26.4 W91 45 45.1 | | | | | |
| | N14 01 26.4 W91 46 05.3 | | | | | |
| | N14 01 47.4 W91 46 05.2 | | | | | |

La información está en Unidades Geográficas (grados, minutos y segundos) y con Datum WGS 84. En cada punto se tomaron las esquinas del área que ocupan las estructuras de AA.

4.2 Costos

Costo por unidad / comunidad

| Comunidad | Costo/unidad |
|----------------|--------------|
| Tulate | Q 724.90 |
| Champerico | Q 609.89 |
| Las Lisas | Q 805.88 |
| Monterrico | Q 601.20 |
| Costo Promedio | Q 685.47 |

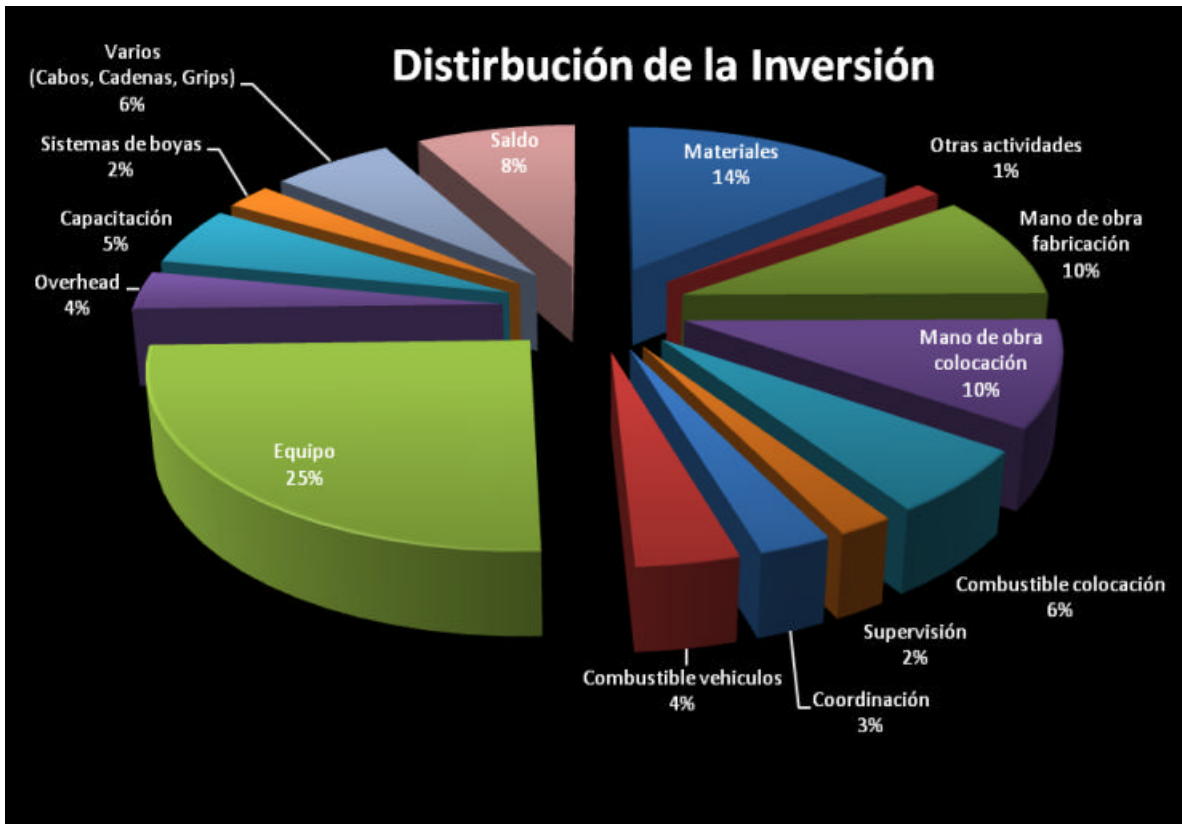
En el cuadro anterior, se puede observar cómo han variado los costos por unidad en cada comunidad, esto está ligado directamente a que en Tulate y Las Lisas el material, no llega directamente a la playa; si no hay que desembarcarlo y trasladarlo en embarcaciones al lugar de trabajo atravesando el canal.

El incremento del precio de los combustibles impactó severamente en el proyecto, ya que a raíz de esto todos los materiales de construcción subieron de precio por lo que se limitó la fabricación de estructuras de AA.

Inversión

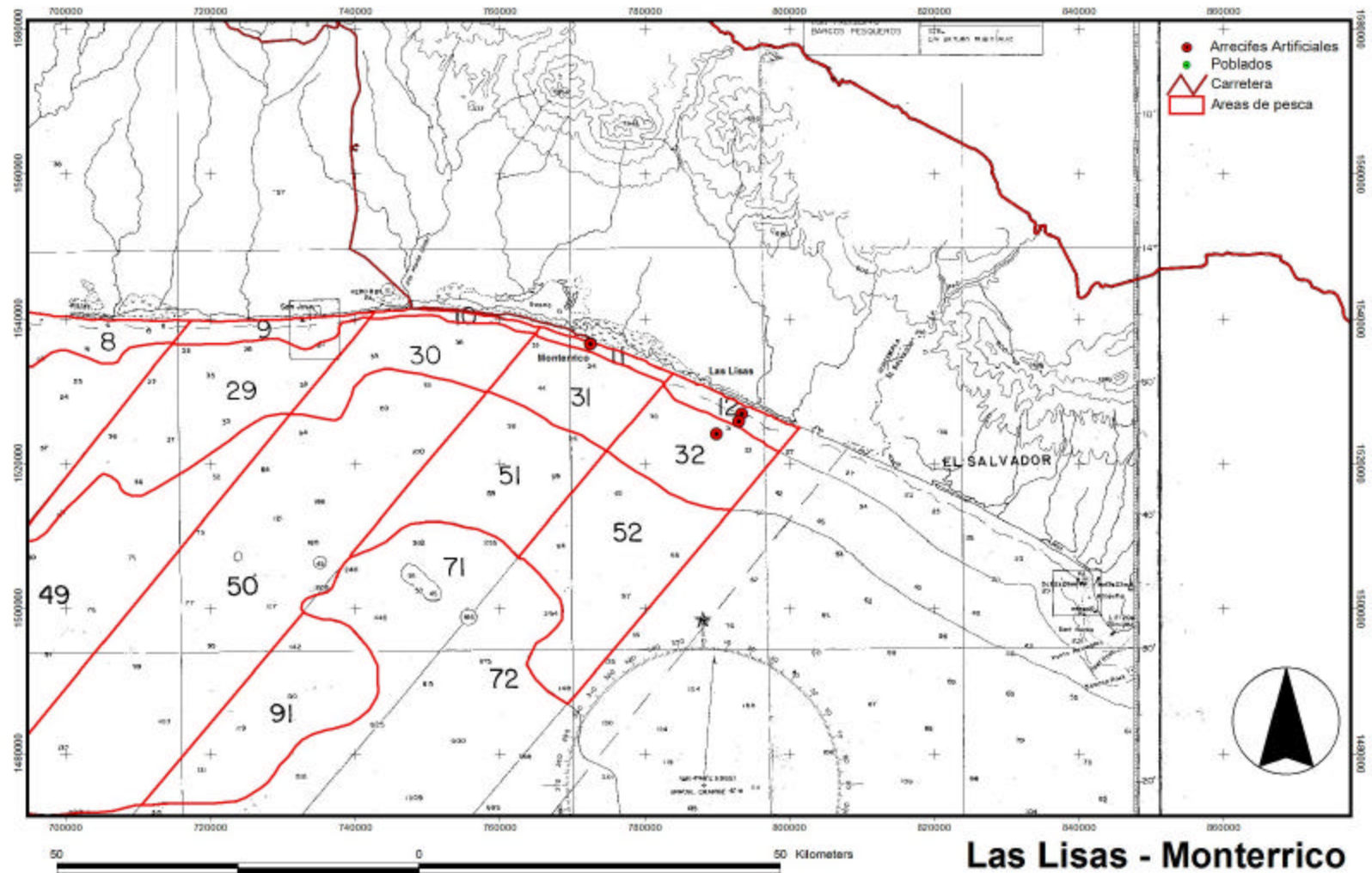
| Rubro | Costos |
|---|-----------------------|
| Materiales | Q 181,832.74 |
| Otras actividades | Q 16,500.00 |
| Mano de obra fabricación | Q 124,860.00 |
| Mano de obra colocación | Q 127,440.00 |
| Combustible colocación | Q 77,615.70 |
| Supervisión | Q 26,730.00 |
| Coordinación | Q 35,000.00 |
| Combustible vehículos | Q 50,000.00 |
| Equipo | Q 329,660.00 |
| Gastos administrativos | Q 45,500.00 |
| Capacitación | Q 70,000.00 |
| Sistemas de boyas | Q 30,000.00 |
| Varios (Cabos, Cadenas, Grips, entre otros) | Q 79,861.56 |
| Saldo | Q 105,000.00 |
| Total | Q 1,300,000.00 |

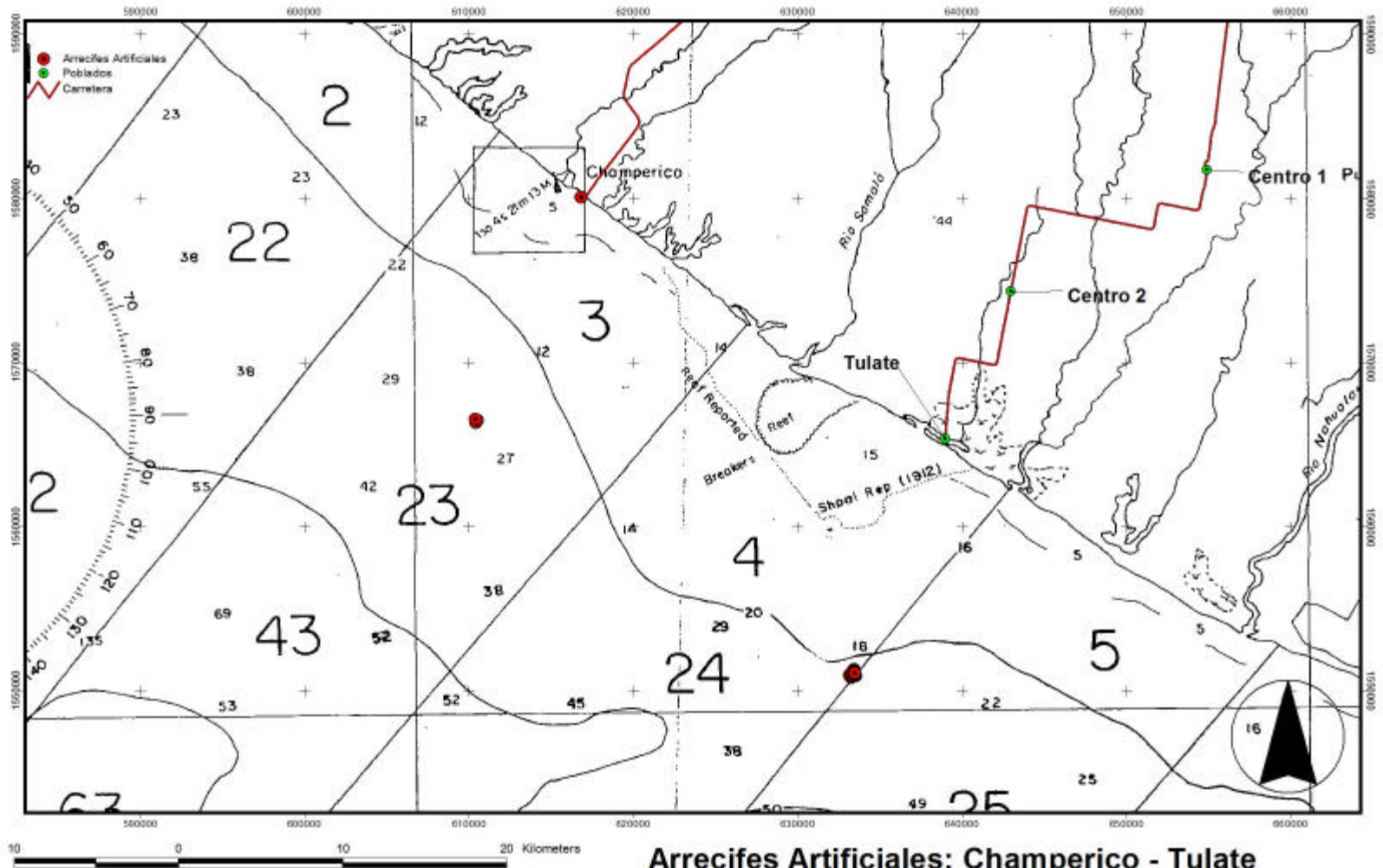
A abril del 2008 se han ejecutado un total de Q 1, 195,000.00; con estos recursos se han cubierto todos los gastos de construcción, transporte y hundimiento de las 773 estructuras formadoras de arrecifes artificiales. Esta inversión contempla todos los gastos incurridos incluyendo toda la compra de equipo y accesorios para la construcción como moldes, compresor de aire, hidrolavadora, herramienta, entre otros. Igualmente se ha adquirido equipo para realizar actividades de monitoreo como equipos de buceo, robot sub acuático, entre otros.



El proyecto invirtió alrededor de Q 250,000.00 lo que equivale al 20% del monto total, fue ejecutado en pago de mano de obra local a familiares o pescadores artesanales; alrededor de Q 182,000.00 equivalente al 14% del total se adquirieron materiales para la construcción (cemento, arena y piedrín esencialmente) estos también fueron comprados en las comunidades donde se desarrolló la fabricación de los mismo; al igual que el combustible que fue utilizado en la colocación que es de alrededor de Q 78,000.00. Estos gastos locales de alguna forma ayudan a dinamizar las economías en estas comunidades y además generan empleos temporales pero completamente nuevos.

4.3 Mapas de ubicación





Arrecifes Artificiales: Champerico - Tulate