

00322

59



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

LA FORMACIÓN ARRECIFAL DE CALETA DE CHON,  
ZIHUATANEJO, GUERRERO, MÉXICO: UNA APROXIMACIÓN  
DESDE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I Ó L O G A  
P R E S E N T A:  
MARGARITA GARCÍA MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MA. EDITH PONCE MARQUÉZ



2003



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PAGINACION**

**DISCONTINUA**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: "La Formación Arrecifal de Caleta de Chon, Zihuatanejo, Guerrero, México: Una aproximación desde la Ecología del Paisaje"

realizado por Margarita García Martínez

con número de cuenta 9429740-7 , quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

**Atentamente**

Director de Tesis

Propietario

M. en C. María Edith Ponce Márquez

Propietario

Dr. Jorge González González

Propietario

M. en C. Gloria Alfaro Sánchez

Suplente

Dra. Dení Rodríguez Vargas

Suplente

M. en C. Carlos Federico Candelaria Silva

**Consejo Departamental de Biología**

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



## LOS COPOS DE NIEVE

AL ALCANZAR LA CUMBRE DE LA VIDA, AQUEL JOVEN FORMULÓ UNA SOLA PREGUNTA AL MAESTRO DE LOS DÍAS Y DE LAS NOCHES.

" DIME, ¿QUÉ CAMINO DEBO SEGUIR PARA SER PERFECTO? "

EN AQUELLOS INSTANTES, LA MONTAÑA SE VIO SUMERGIDA EN UNA ESPESA NEVADA. Y EL MAESTRO, EXTENDIENDO LAS PALMAS DE SUS SARMENTOSAS MANOS, RECOGIÓ ALGUNOS DE LOS DELICADOS COPOS.

"OBSERVA ESTAS FRÁGILES Y HERMOSAS ESTRELLAS DE NIEVE · LE DIJO · .TODAS SON DISTINTAS. SIN EMBARGO, LAS UNAS SIGUEN A LAS OTRAS, SIN SABER QUE VAN A SU AUTODESTRUCCIÓN."

Y EL MAESTRO SUSPIRÓ. Y VOLVIÉNDOSE HACIA EL JOVEN, EXCLAMÓ:

CADA SER QUE VIENE AL MUNDO, COMO TODOS Y CADA UNO DE ESTOS COPOS DE NIEVE, ES DIFERENTE A LOS DEMÁS. POR ESO ESTARÁ PERDIDO SI SE EMPEÑA EN SEGUIR AL RESTO. SÓLO DEBE SEGUIRSE A SÍ MISMO..."

J. J. BENÍTEZ

## *DEDICATORIA*

*A mi papá Sergio*

*A mi mamá Gris*

*A mi hermana Mori*

*A mi hermano Sergio*

## AGRADECIMIENTOS

*Gracias a mi familia por todo el apoyo, sin el cual no hubiera podido llegar al final de este camino y principio de otro nuevo, por sus enseñanzas, sus gritos, enojos y hasta indiferencia; porque eso me hizo más fuerte y luchona.*

*Gracias mamá por tu ternura, compañía y comprensión en mis momentos más difíciles.*

*Gracias papá por creer en mi y apoyar mis decisiones*

*Gracias Moni por tu ayuda y por ser mi ejemplo a seguir como mujer profesionalista.*

*Gracias Sergio por ser como eres.*

*Gracias a la M. En C. Ma. Edith Ponce por su paciencia, enseñanzas, confianza, pláticas y en especial por su amistad.*

*Gracias a la Dr. Deni Rodríguez por las atenciones, tiempo y valiosos comentarios respecto a este trabajo.*

*Gracias al Dr. Jorge González por las interesantes pero complicadas clases de filosofía que algunas veces me hicieron bolas pero finalmente me impulsaron hoy a decidir que hacer para ser.*

*Gracias a la M. En C.. Gloria Alfaro por su invaluable apoyo.*

*Gracias al M. En C.. Carlos Candelaria por su manera de ser.*

*Gracias al personal del laboratorio de Fisiología y Herbario de la Facultad de Ciencias UNAM por las facilidades otorgadas.*

*Gracias a Gustavo por el tiempo y en el tiempo...*

*Gracias a mis amigos del taller y equipo de buceo de la Facultad de Ciencias UNAM: Brian Man, Eman, Mau, Moni, Loy y Germán.*

*A ti oso gracias por hoy y ayer.*

*A mi hermanita Moni aunque casi le saco canas verdes*

*Gracias a mis amigos por haber estado cuando los necesité y cuando no también; por sus consejos, verdades y vivencias y por soportar mi mal genio: Ale, Reyna,, Magda, Tere, Gaby, Hector, Roberto Vilchis, Carlos Robinson, Arturo, Claudia e Ismael.*

*Gracias Victor por aparecer en mi vida forever and ever 11*

*Y a todos lo que no menciono pero que no son menos importantes, por compartir el devenir de la vida.*

## INDICE

Resumen .....	ii
---------------	----

### PARTE I. PRESENTACIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Introducción .....	1
Antecedentes .....	4
Justificación ..	17
Marco Teórico .....	18
Objetivos ..	21

### PARTE II. METODOLOGÍA

Area de estudio .....	22
Metodología de campo.....	27
Metodología de laboratorio y gabinete.....	29

### PARTE III. RESULTADOS

Resultados .....	33
Discusión .....	76
Conclusiones .....	83
Perspectivas .....	86
Literatura citada .....	87



## RESUMEN

El presente estudio describe la estructura de los paisajes presentes en la formación arrecifal en Caleta de Chon, Zihuatanejo, Gro., con base en la presencia de Grupos Morfofuncionales (GMF) y las características arquitectónicas y geomorfológicas, que a su vez proporcionan la información básica al determinar la biota, su diversidad y su distribución espacial y temporal.

El conocimiento básico sobre los arrecifes se ha conseguido utilizando, entre otros métodos, los propuestos por la Ecología del Paisaje, la cual busca establecer las relaciones ente los seres vivos y las estructuras que constituyen su medio.

Para entender los conceptos teóricos de esta disciplina, se utilizó la Teoría de Procesos Alterados, la cual explica la base epistemológica de todo proceso natural.

Para la descripción de los diferentes paisajes se eligió el método de filmación de transectos, los cuales fueron colocados radialmente con respecto al centro de la Caleta abarcando su totalidad y se mantuvo un área constante de muestreo de 1,350cm<sup>2</sup> por cada cuadro (metro) aproximadamente.

Se registraron 16 GMF (incluyendo 6 tipos de sustrato inerte), así como tamaño, forma y agregación de las colonias de coral, complejidad del sustrato y la profundidad. Asimismo se tomaron muestras de coral de diferentes colonias de *Pocillopora* con distintos grados de blanqueamiento con el fin de obtener datos sobre el "estado" del coral.

Posteriormente se analizaron las filmaciones y se estimó con puntos aleatorios el porcentaje de cobertura de cada GMF y su distribución espacio-temporal. Básicamente se lograron diferenciar tres paisajes, el paisaje coralino, el paisaje rocoso y el paisaje arenoso los cuales fueron descritos basándose en los GMF presentes, a su vez con los datos de profundidad se obtuvo un mapa de modelo sombreado de relieve, el cual permitió conocer gráficamente como varía la profundidad en el área de estudio y fue complementario a la descripción de los paisajes.

Esto fue importante, ya que se logró apreciar una diferenciación al interior del territorio, que de otra forma, por su misma complejidad, resulta casi imposible de abordar a simple vista y al descomponerlo en paisajes facilitó la interpretación y forma de obtener conocimiento.

Por otra parte al analizar las muestras de coral (análisis de concentración de clorofila A y C), los resultados obtenidos no aportaron información útil que permitiera conocer el estado del coral en esta localidad.

Finalmente los resultados obtenidos pueden ser utilizados en futuras investigaciones ecológicas sobre la dinámica funcional de las formaciones coralinas, además este tipo de estudios tiene aplicaciones para la implementación de acciones de monitoreo, conservación y manejo de recursos.

## **PARTE I. PRESENTACIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

### **Introducción**

Los arrecifes coralinos constituyen uno de los recursos naturales de gran interés e importancia, tanto ecológica como económica, debido a que sostienen una comunidad de centenares de especies animales y vegetales además de contener una gran diversidad de hábitats como grietas, declives profundos, cuevas, agujeros, estanques someros y canales de barrido producidos por las corrientes, el oleaje y la marea, entre otros factores (Ponce, 1987; Rogers, 1985).

Los arrecifes coralinos se consideran ecosistemas tropicales, que solo se manifiestan en áreas marinas de ciertas condiciones, se encuentran en aguas poco profundas, con temperaturas altas (promedio anual mayor a 20°C). Dada esta condición no existen más que en latitudes comprendidas entre 30° Norte y 30° Sur, salvo en presencia de corrientes marinas cálidas como en el caso de las Bermudas (Lozano, 1983). Las salinidades adecuadas para los arrecifes coralinos están entre 35-38 ppm y es necesaria una elevada transparencia, no soportan los materiales minerales en suspensión, por lo que se explica la ausencia de los corales en zonas volcánicas activas o desembocaduras de ríos (Lewis, 1981; Ponce, 1987; Chávez e Hidalgo, 1988). Se consideran las más grandes y posiblemente las más complejas estructuras construidas por organismos vivos y uno de los ecosistemas más diversos y productivos del planeta, en donde se han combinado modos de producción autotróficos y heterotróficos, debido a que su estructura trófica contiene una gran biomasa de organismos fotosintéticos, incluyendo la presencia de sus algas simbiotas, las zooxantelas. Esta simbiosis juega un importante papel ya que los corales consumen productos sintetizados por las algas, las cuales también aumentan la capacidad del coral para producir su esqueleto, de modo que las zooxantelas ayudan a la construcción del arrecife y

contribuyen a la producción primaria. (Goreau *et al.*, 1979; Lewis, 1981; Odum, 1985; Salvat, 1987; Chávez e Hidalgo, 1988).

La estructura primaria de los arrecifes coralinos esta constituida por los corales hermatípicos, algas calcáreas y otros organismos sésiles, que contribuyen significativamente a su formación. Dicha estructura conforma una gran cantidad de microhábitats que sirven de refugio a diversos organismos entre los que se encuentran diferentes especies de algas, briozoarios, crustáceos, moluscos, poliquetos, equinodermos y peces.

Sin embargo, es importante mencionar que aún siendo un ecosistema bien constituido con una gran diversidad de especies, no es de ningún modo invulnerable a las perturbaciones provocadas por la naturaleza y mucho menos por la acción destructiva del hombre. Las actividades humanas que deterioran considerablemente los arrecifes son las vertientes de terrígenos continentales, el de productos químicos, extracción desmesurada de corales y otros organismos, el rompimiento de coral por anclaje de embarcaciones, entre otros (Ponce, 1987; Rogers, 1985).

Por lo anterior, se ha presentado la necesidad de realizar estudios en las zonas arrecifales. Los estudios básicos permiten obtener la información sobre el estado del arrecife, como reconocer las fuentes del daño, así como cuantificar su magnitud y proponer formas de solución.

En este trabajo se ha considerado la realización de investigaciones descriptivas que proporcionen la información básica al determinar la biota del arrecife, su diversidad y su distribución espacial y temporal, al mismo tiempo que permite hacer un inventario de los recursos existentes (Wells, 1995). El conocimiento básico sobre los arrecifes se ha conseguido utilizando entre otros métodos, los propuestos por la ecología del paisaje, que busca establecer las relaciones entre los seres vivos y las estructuras que constituyen su medio.

Este estudio realizado en Caleta de Chon, Zihuatanejo, Gro., es un trabajo prospectivo (González González, 1992), de reconocimiento inicial usando estrategias de colecta, procesamiento y captura de información a través de videotransectos (imágenes), que permiten obtener un gran número de datos en el menor tiempo posible, la realización de la caracterización general, preliminar y visualización del panorama arrecifal de la localidad de trabajo, que servirá de punto de partida de futuros trabajos en la región, para el aprovechamiento y conservación de las pequeñas comunidades arrecifales presentes en el Pacífico Tropical Mexicano (PTM). Asimismo este trabajo se realizó dentro del Taller "Comunidades Litorales de la Región de Zihuatanejo, Guerrero" y forma parte del Proyecto de Biodiversidad Marina de la misma región; que se lleva a cabo en el Laboratorio de Ficología y Herbario de la Facultad de Ciencias, de la UNAM.

A este respecto, el presente trabajo pretende conocer la estructura de los paisajes en un cierto espacio-tiempo por medio de descripciones que nos permitan una representación de la realidad. Usando las bases teóricas y metodológicas de la ecología del Paisaje se describe a éste con base en la presencia de grupos morfofuncionales en "Caleta de Chon". Se determinan las características arquitectónicas y geomorfológicas que constituyen las formaciones coralinas y se regionaliza la caleta de acuerdo a sus diferentes conformaciones paisajísticas.

Dentro de la parte I se menciona la problemática, la intención y los objetivos de este estudio; además, se mencionan trabajos similares realizados en otras partes del mundo y de México. Asimismo usando la propuesta de la Teoría de los Procesos Alterados (González -González, 1991), se incorporan las bases teóricas de la ecología del Paisaje.

En la parte II se describe el área y la metodología utilizada en la realización de este estudio.

La parte III incluye los resultados, es decir, la descripción de la estructura de los paisajes en la "Caleta de Chon" y la cobertura de los grupos que la conforman; la discusión, conclusiones y perspectivas.

## Antecedentes

A diferencia de la ecología tradicional, la ecología del paisaje considera la heterogeneidad de los patrones espaciales de los ecosistemas y los cambios de estructura y función a través del tiempo, (Turner y Gardner, 1991; Maldonado - Gasca, 1998).

Considerando lo anterior, a continuación y haciendo un poco de historia, se presentan algunas propuestas que contienen los diferentes instrumentos epistemológicos usados para realizar el análisis del paisaje como objeto de estudio y se describen sus funciones.

El término "Paisaje" ha tenido diferentes acepciones y ha experimentado grandes cambios, pero la percepción visual original y connotación estética ha sido adoptada para la literatura y el arte, más que para la evaluación ecológica (Naveh, 1994). Sin embargo numerosas enciclopedias y algunos diccionarios comprenden además de una acepción culta, una científica:

*Paisaje:* Porción de la superficie terrestre, provista de límites naturales, donde los componentes naturales (rocas, relieve, clima, aguas, suelos, vegetación, mundo animal) forman un conjunto de interrelación e interdependencia (*Pequeña Enciclopedia Soviética, vol. 5, pág. 350*).

En las lenguas germanas, "landscape" y su equivalente etimológico "Landschaft", además, tienen una connotación geográfica-espacial de suelo. Desde el renacimiento y especialmente en los siglos XVIII y XIX, esta connotación espacial adquirió un significado más asequible, en el cual el paisaje es entendido como una realidad espacial - visual del ambiente (Naveh, 1994).

El término Paisaje fue introducido como un término científico – geográfico a principios del siglo XIX por A. Von Humboldt, quien lo definió como "*Der Total charakter einer Erdgegend*" el carácter total de una región de la Tierra. Con el

nacimiento de la geografía, geología clásica y las ciencias de la Tierra; el significado del término ha sido limitado a la caracterización de las formas fisiográficas, geológicas y geomorfológicas de la corteza terrestre (Naveh, *op. cit.*).

Los geógrafos rusos le han dado una interpretación más amplia, al incluir fenómenos inorgánicos y orgánicos al concepto de paisaje, llamando a este "geografía del paisaje" (Naveh, *op. cit.*).

En geografía se aceptan distintas formas de definir el paisaje: "la parte visible del espectro territorial que podemos captar con nuestros sentidos" (Gómez y Salvador, 1992), la fisionomía que resulta de la combinación espacial entre elementos físicos y acción humana, "el complejo de sistemas relacionados que forman una parte conocible de la superficie de la Tierra" (Zonneveld, 1995). O como dijera Hettner en 1905, es "la materialización objetiva de la relación, la espacialidad y el tiempo" (Martínez de Pisón, 1998).

El *paisaje* se concibe como la imagen del territorio que es percibida y valorada por el hombre, considerándose, así, más una creación de la mente humana que una realidad en sí misma (Martínez de Pisón, 1983).

Por otra parte es en Alemania donde surgen las primeras ideas acerca del paisaje desde el punto de vista científico. Carl Troll (1971) biogeógrafo alemán, incorporó al concepto de paisaje las aportaciones contemporáneas de la Ecología y definió el paisaje como "la entidad total espacial y visual" del espacio con vida humana, consideró al paisaje como una entidad holística integrada significando un "todo" que es más que la suma de sus partes y que debe ser estudiada en su totalidad. A principios de 1939, Troll acuñó el término "ecología del paisaje".

Asimismo, para entender al paisaje, diversos autores han llevado al desarrollo de la "Teoría de la Jerarquía" (Forman, 1995), que se refiere a la forma en que un mismo paisaje se organiza en unidades mayores y menores que

aparecen y desaparecen de la vista según se modifica la escala de observación. El punto clave está en encontrar la escala de observación que permita visualizar el más alto nivel de integración posible entre todos los componentes del paisaje.

Como aplicación en la ecología del paisaje el paradigma jerárquico provee una línea guía para definir los componentes funcionales de un paisaje y define varios componentes en diferentes escalas y los relaciona (Urban *et. al.*, 1987).

Zonneveld (1972), estudia al paisaje como una entidad holística constituida de diferentes elementos, que se relacionan entre sí y en 1979 da la siguiente definición de *paisaje* "...(una) parte del espacio sobre la superficie de la Tierra, que consiste de un complejo de *sistemas* formados por la actividad de rocas, agua, aire, plantas, animales y hombre y que por su fisonomía forma una entidad reconocida" (En Naveh, 1994). En esta propuesta se incluyen los siguientes niveles jerárquicos para la distribución de las unidades del paisaje en el espacio (relaciones corológicas):

1. *El Ecotopo* (o sitio), es una unidad holística conformada por la porción más pequeña y multidimensional, caracterizada por la homogeneidad de al menos un atributo de terreno, geósfera, atmósfera, vegetación, suelo, roca y agua.

2. *La faceta de terreno, geofacies* (o microcore), es una combinación de ecotopos, formando un patrón de relaciones espaciales y está fuertemente relacionada a propiedades de al menos un atributo del terreno (principalmente su forma).

3. *El sistema de terreno* (o mesocore), es una combinación de facetas de terreno, que forman una unidad de mapeo sobre una escala reconocida.

4. *El paisaje principal* (o macrocore) es una combinación de sistemas de tierra en una región geográfica.



Por otra parte Bertrand (1968) en su definición de paisaje manifiesta: "El paisaje es una unidad de espacio geográfico, caracterizado por un tipo de combinación dinámica y por consiguiente, inestable de elementos geográficos diferenciados- físicos, biológicos y antrópicos- que, al actuar dialécticamente, los unos sobre los otros, hacen del paisaje un conjunto geográfico indisociable que evoluciona en bloque, tanto bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen, como bajo el efecto de la dinámica propia de cada uno de los elementos considerados por separado". Asimismo, propone seis niveles jerárquicos para la distribución de dichas unidades de paisaje en el espacio:

1.*Zona*. División mayor de la superficie terrestre, cuya dimensión se mide en millones de kilómetros cuadrados. (Grandes franjas climáticas y biomas del planeta).

2.*Dominio (macroestructuras)*. División de una zona, de centenares de miles o muchas decenas de miles de kilómetros cuadrados de extensión. (Combinación de morfoestructura\* y clima).

3.*Región natural (mesoestructuras)*. División de un dominio, cuya extensión se puede expresar en miles o centenares de Kilómetros cuadrados. (Organización geomorfológico-hidrológica, vegetación, suelo y uso humano relacionados con ella).

4.*Geosistema*. División de una región natural, medible normalmente en unidades o decenas de kilómetros cuadrados (combinación del potencial abiótico, explotación biológica y acciones humanas).

5.*Geofacies*. División de un geosistema que se diferencia por una combinación específica entre la forma de explotación biótica natural y la acción humana, con área de dimensiones de hasta centenares de metros cuadrados. Se corresponde con la "unidad elemental del paisaje" que puede ser percibida de forma directa por

\*Morfoestructura: condiciones orográficas, altitudinales y de composición litológica.

el hombre. Todas las geofacies están vinculadas por su pertenencia a un mismo ambiente climático y morfoestructural que viene a ser el marco estructural de referencia que los relaciona.

6. *Geotopo*. División de una geofacies, de sólo unas decenas o algún centenar de metros cuadrados, que se diferencian dentro de ella por una particular combinación de vegetación y suelo.

Así, la relación entre paisajes deja ver un escalafón de niveles donde una unidad de paisaje siempre formará parte de otra mayor al tiempo que contendrá en su interior unidades menores, con todas las cuales mantiene estrechos lazos de dependencia (García y Muñoz, 2002).

El paisaje es una estructura perceptible en la que se manifiestan las relaciones mutuas totales de los elementos de su ambiente; una estructura que, por su propia naturaleza, solo es abordable e interpretable de forma global, pero que puede y debe ser deslindada en unidades y subunidades dimensionalmente jerarquizadas (Troll, 1960). El disponer de una taxonomía propia se considera indispensable, la labor prioritaria de los que realizan este tipo de estudios debe ser la elaboración de la taxonomía, a través de unidades paisajísticas cada vez más reducidas y simples, desde las zonas planetarias hasta los paisajes elementales. Así conforme aumenta la aproximación, el campo de visión se reduce gradualmente, al tiempo que aumenta el detalle de la observación, permitiendo una mayor diferenciación de paisajes menores y un mejor reconocimiento de sus elementos (García y Muñoz, *op.cit.*)

El paisaje nos muestra a través de escenarios que pueden ser claramente percibidos por el hombre, imágenes complejas en las que es posible detectar la esencia de los diversos componentes ambientales que participan en el territorio. Asimismo, su carácter integral permite que los contenidos aparezcan no de forma

disgregada, sino integrada en complejos o sistemas que nos acercan al entendimiento real del espacio (García y Muñoz, *op.cit.*).

El paisaje refleja el estado o situación del territorio en un momento determinado, así como el lugar que ocupan y la forma como participan en él cada uno de los componentes ambientales, el tipo de relaciones existentes entre ellos y el peso de la intervención de cada uno en los procesos que son claves para el funcionamiento del territorio.

Sólo como consecuencia de su percepción y valoración por parte del hombre, el paisaje adquiere verdadero significado y se convierte en un instrumento útil para el análisis y la ordenación territorial.

Pese a la valiosa carga informativa que puede resultar de observar (de un golpe de vista) el territorio, la "imagen del paisaje" expresa sólo una parte de la realidad, donde ni todos los componentes ni todas las fuerzas presentes se manifiestan, (Muñoz, 1981).

Es importante destacar que el desarrollo del *paisaje* o su formación, resulta de tres mecanismos que operan dentro de los límites del paisaje: procesos geomorfológicos específicos que toman lugar sobre un tiempo largo, patrones de colonización de los organismos y disturbios locales de ecosistemas individuales en un corto tiempo. Así:

La *ecología del paisaje* se enfoca sobre tres características del paisaje:

1. Estructura
2. Función
3. Cambio a través del tiempo

Es muy importante conocer la estructura y función del *paisaje* para entender como se mantiene o cambia a lo largo del tiempo, utilizando diferentes escalas para su evaluación y conocimiento. Recientemente, los *paisajes* se han definido como fenómenos complejos que constan de sistemas interconectados física, biológica y culturalmente.

La **estructura** del paisaje es la configuración espacial de muchos y diferentes componentes vivos y no vivos de este sistema. Esta caracteriza la forma de su organización interior, refleja los patrones organizativos existentes entre los componentes y elementos del sistema, así como el ordenamiento sistemático de sus elementos y las regularidades que determinan su esencia, morfología, coherencia e integridad. "La estructura es aquel invariante o almacén estable del paisaje, que garantiza la integridad y coherencia del sistema, o sea, la existencia de nexos, conexiones y relaciones que sostienen la capacidad de funcionar y producir de un paisaje" (Mateo y Ortíz, 2001).

Bertrand (1968) explica la estructura del paisaje apoyado en los "niveles de manifestación espacio-temporal". Por una parte, reconoce a los componentes de mayor escala de manifestación o macroestructuras, de grandes dimensiones y que requieren de mayor tiempo para evidenciar las transformaciones propias de su evolución, por lo que se les puede considerar como "los más estables e independientes del sistema". Por otra parte están los componentes de escala media (mesoestructuras) que se manifiestan en menores dimensiones espaciales y que requieren de períodos de tiempo más cortos para evidenciar su funcionamiento, por lo que son comparativamente con los anteriores más dinámicos, cambiantes y dependientes.

En ecología, la estructura de los paisajes, esta compuesta de tres elementos que cubren la tierra: parches, corredores y matrices, donde, dependiendo de la escala de aproximación al terreno, resultan cambios, tanto en el patrón espacial que los combina, como en sus contenidos ambientales (Forman, 1995; Zonneveld,

1995). La matriz es el tipo de cobertura que ocupa la mayor área superficial del *paisaje*. Es el tipo de elemento presente en el *paisaje*, más extenso el cual juega el papel dominante en el funcionamiento del mismo. Los corredores son elementos lineales de un tipo de cobertura relativamente homogénea. Son franjas estrechas de suelo o agua. El parche es un área superficial no lineal diferente en apariencia de sus alrededores. Los parches a menudo están embebidos en una matriz (James, 2001).

El tamaño, forma y configuración de los parches y corredores varía, con los cambios en la escala espacial o resolución de la perspectiva del observador. Juntos parches y corredores forman mosaicos de ecosistemas interconectados. Esto es, un parche observado a una escala puede contener algunos parches más pequeños si observamos a una escala más fina y cada uno de estos parches puede constar de algunos parches todavía más pequeños (James, *op.cit.*).

La **Función** es el mecanismo de interrelaciones sinérgicas en el paisaje, como el proceso de balance e intercambio de los flujos de energía, materia e información en su interior y con el medio exterior que garantiza las propiedades y el aseguramiento vital del sistema. El funcionamiento determina, por lo tanto, la productividad y la estabilidad del sistema. La estabilidad es un concepto relativo, con dos variantes, la *potencial* y la *tecnogénica* ( Zvonkova, 1985).

Por estabilidad potencial (también llamada estabilidad genética o solidez) se concibe la capacidad del paisaje de mantener su estructura y funcionamiento en independencia del tipo y la fuerza de impacto. Es la capacidad del sistema de conservar la estructura en condiciones cambiantes del medio. Depende de las propiedades intrínsecas y de las relaciones sinérgicas en el paisaje. Es la capacidad para mantenerse en estado de equilibrio después de una perturbación intensa (Bertrand, 1968; Drdos, 1992). El "equilibrio" supone normalmente la permanencia de las estructuras y pautas funcionales preexistentes, aunque puede considerarse también como una forma de estabilidad y de equilibrio la instauración

de nuevos modos de funcionamiento tras la perturbación (Munn, 1993). Por estabilidad tecnogénica (o capacidad homeostática del paisaje) se entiende la capacidad del paisaje para regresar al estado de partida después de una intensa perturbación (Mateo y Ortíz, 2001). La habilidad homeostática o posibilidad de "recuperación" y "restauración" del estado original de un paisaje que ha sido objeto de un esfuerzo o tensión ya terminado, depende de que una serie de mecanismos de defensa internos actúen con eficiencia antes de sobrepasar un "umbral de recuperación", tras el cual se suponen alteraciones de fondo que impiden retornar a las estructuras que precedieron al daño (Drdos, 1992).

Los mecanismos del paisaje que tienden a rescatar o defender su "estabilidad" estructural son complejos y dependen de procesos reguladores. Entre ellos destacan la "elasticidad" o capacidad del sistema para retornar de forma gradual a su estado original después de haber sido afectado por un impacto, así como la "resiliencia" o capacidad para absorber los trastornos y recuperar con rapidez su estado de equilibrio (Rebele, 1994; Mateo y Ortíz, 2001). Ambas dependen, a su vez, de la firmeza de las estructuras internas y del tipo y la intensidad de los impactos provocados por las fuerzas alterantes (Rebele, 1994).

Un amplio intervalo de atributos físicos, biológicos y culturales, influyen en los procesos bióticos y abióticos del *paisaje* o en su función. Dentro de los atributos físicos se incluyen la geología superficial, topografía y la distribución estacional de la precipitación. Asimismo, los atributos biológicos incluyen la distribución y abundancia de productores primarios (organismos fotosintéticos), consumidores (herbívoros, carnívoros, omnívoros) y descomponedores (fauna y microorganismos). Por otra parte, los atributos culturales incluyen la configuración espacial de infraestructuras, así como los patrones en el uso del suelo. La configuración espacial de parches, corredores y matrices, ejerce una fuerte influencia sobre la función del *paisaje*. Por ejemplo, corredores de origen físico, biológico o cultural, pueden constituir barreras para el movimiento del viento, agua o de la flora y fauna. Estos corredores pueden también servir como conductos

para los organismos patógenos y semillas o constituir un hábitat para la vida silvestre. La función del *paisaje*, por consiguiente, esta estrechamente relacionada con su estructura (James, 2001).

Los **cambios** en la estructura y función del *paisaje* ocurren en respuesta a uno o más factores causantes o disturbios. Estos cambios pueden ser de origen físico, biológico o cultural. Cambios en la estructura y función del *paisaje*, por ejemplo, pueden resultar de disturbios que ocurrieron solo una vez hace muchos años, o de disturbios recurrentes, conocidos como regímenes de disturbios.

Disturbios físicos incluyen eventos climáticos, tales como huracanes, tornados e inundaciones; otros eventos climáticos incluyen la sequía, las ondas de calor o repentinas heladas y constituyen disturbios con consecuencias a nivel local y regional. Volcanes, terremotos e incendios son otros tipos de disturbios físicos. Algunos de estos pueden remodelar la forma del suelo o reducir el área superficial cubierta anteriormente por árboles u otro tipo de vegetación.

Los disturbios biológicos por ejemplo, incluyen la dispersión y colonización de especies invasivas. Dichas especies, pueden alterar la cadena trófica y cambian el curso de la sucesión en lagos, selvas, bosques y otros ecosistemas. Las barreras fisiográficas, tales como los océanos y montañas han llevado a confinar poblaciones de plantas, animales y microorganismos a regiones y hábitats relativamente distintos.

Los disturbios culturales están constituidos por las actividades humanas que alteran la estructura del *paisaje* y su función. Como las poblaciones humanas han crecido y la demanda por alimento y otros recursos se ha intensificado, las actividades humanas han causado un cambio significativamente grande en el medio. Este crecimiento ha incrementado la demanda de alimento, de otros bienes y servicios derivados directa o indirectamente de los *paisajes*; por ejemplo el deterioro de los arrecifes por extracción de recursos provoca cambios en la

estructura, la fisiología y la constitución de las poblaciones de organismos y microorganismos de estos arrecifes (James, 2001).

En los últimos años se ha observado la incorporación de estudios de ecología del paisaje en zonas marinas, ya que la gran mayoría de dichas investigaciones se habían realizado en ambientes terrestres.

Los arrecifes coralinos y sus recursos han sido utilizados por el hombre con diversos fines, incluyendo la generación de ingresos y la subsistencia a través de pesquerías y actividades turísticas o recreativas y en la investigación científica. En los últimos años, la intensidad del uso de los arrecifes ha ido en aumento, principalmente debido al crecimiento poblacional en las zonas costeras, de tal forma que estos ecosistemas han sido objeto de degradación y daño en la mayor parte del mundo (Wells, 1995; Sale, 1999).

Esto ha traído como consecuencia la realización de diversos estudios, en las zonas arrecifales; asimismo, se ha destacado la importancia de la conservación como única vía para la resolución del problema de la degradación de los arrecifes coralinos, con el fin de lograr que estos ecosistemas puedan proporcionar los mayores beneficios a las presentes generaciones sin que se pierda su potencial para satisfacer las necesidades y ambiciones de las generaciones futuras (Chávez e Hidalgo, 1988; Craik *et al.*, 1990; Done, 1995; Gómez, 1997) y sigan sirviendo como hábitat para centenares de especies animales y vegetales.

Actualmente se cuenta con pocos estudios sobre la estructura de paisajes arrecifales, dentro de los cuales se encuentran los trabajos efectuados por Morton (1974), quien utilizó 32 categorías de formas de crecimiento para la clasificación del margen arrecifal en las Islas Salomon. Bradbury y Young (1981) emplearon 9 atributos estructurales (vivos y no vivos) para establecer la zonación de la plataforma y laguna arrecifales en Isla Heron en la Gran Barrera. Preobrazhensky (1981) definió y nombró 9 paisajes arrecifales en el banco Fantome del Mar de



Timor, caracterizándolos en función de la complejidad morfológica de las colonias coralinas, de su cobertura y del aspecto general del paisaje. Bradbury *et al.* (1986) describieron la comunidad arrecifal de Discovery Bay, Jamaica con la ayuda de 17 atributos estructurales. Chancerelle (1996) diferenció 7 paisajes en Moorea, Polinesia Francesa, clasificados con base en 17 variables arquitectónicas cuantitativas.

En nuestro país son pocos los trabajos que consideran los aspectos paisajísticos o que clasifican áreas arrecifales en función de atributos estructurales. Por mencionar algunos estudios se encuentran los realizados por Jordán (1989) en Quintana Roo y Muckelbauer (1990) en Cozumel, quienes determinaron los efectos de la topografía del sustrato en el desarrollo de las comunidades coralinas. Asimismo, Jordán (1979), Tunell *et al.* (1993) y Gutiérrez *et al.* (1993), caracterizaron comunidades arrecifales y determinaron la zonación en arrecifes del norte y sur de Q. Roo y en Sian Ka'an respectivamente. Maldonado-Gasca (1998) identificó 12 paisajes en la zona arrecifal de Mahahual, Q. Roo; Aguilar (1998) caracterizó la comunidad bentónica del mismo arrecife, Membrillo-Venegas (1999) describió los paisajes arrecifales en la laguna del arrecife Alacranes, en Yucatán y Garza-Pérez (1999) realizó un análisis comparativo de cuatro comunidades coralinas arrecifales del Caribe quienes consideraron grupos morfofuncionales y características arquitectónicas y geomorfológicas en su análisis. Los GMF también se conocen como *ecoformas*, ya que existen especies que presentan diferentes características morfológicas dependiendo de las presiones ambientales a las que están expuestas y diferentes especies que muestran una morfología similar en función de las características del ambiente. Es decir la morfología de las especies está muy relacionada con la función de estas en el ecosistema y refleja las fuerzas ecológicas que influyen en la distribución, abundancia y diversidad de las comunidades (Preobrazhensky, 1981; Litter *et al.* 1983; Phillips *et al.*, 1997).

Con lo que respecta a la zona de estudio, Zihuatanejo, Gro., y áreas adyacentes se han realizado diversos estudios, cada uno con diferentes objetivos, pero no hay antecedentes sobre comunidades coralinas. Dentro de los estudios de la región, se encuentran los siguientes trabajos: Caso (1957, 1963, 1964, y 1965), quien realizó estudios sobre la distribución de equinodermos; Nájera (1967), Pérez (1967) y Chávez (1972) determinaron la zonación de algas en la región supralitoral, mesolitoral e infralitoral; Tovar y Sánchez (1974) efectuaron estudios sobre variaciones de algunos grupos planctónicos en la Bahía; Baqueiro (1975) y Baqueiro y Stuardo (1977) sobre almejas que se explotan comercialmente. Además, se han realizado trabajos relacionados con la biología, ecología y pesquerías de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier) y *P. gracilis* Streets (Martínez *et al.* 1976; Weinborn, 1977; Briones y Lozano, 1977; Gracia, 1978 y Aramoni, 1983). Otro estudio fue llevado a cabo por Salcedo *et al.* (1988), quienes elaboraron un inventario de macroalgas y macroinvertebrados bentónicos que habitan las regiones rocosas litoral y sublitoral en la región.

### **Justificación**

Como anteriormente se mencionó, parte de la solución al problema de la degradación y daño de los arrecifes coralinos es la realización de investigaciones descriptivas que proporcionen la información básica al determinar la biota de los arrecifes, su diversidad y su distribución espacial y temporal, al mismo tiempo que permitan hacer un inventario de los recursos existentes (Wells, 1995).

Una de las técnicas usadas es la de "Los principios de la ecología del paisaje", esta es una propuesta que se enfoca en tres aspectos relacionados: la estructura, la función y el cambio de los paisajes a través del tiempo. Este enfoque ecológico más reciente, lleva a definir a los elementos que componen el paisaje de acuerdo a: 1) Criterios arquitecturales medibles, 2) El desarrollo de la heterogeneidad espacial y su influencia en los procesos bióticos y abióticos y 3)

Las interacciones espacio temporales entre paisajes heterogéneos (Zonneveld, 1990; Turner y Gardner, 1991; Jongman, 1995).

Al describir la estructura de los paisajes de la “Caleta de Chon” en un espacio-tiempo estamos traduciendo las cualidades manifiestas, objetivas y concretas de la entidad, a características de percepción subjetivas y abstractas para conformar una unidad de conocimiento. Esto permite obtener la información necesaria de los eventos en la naturaleza de tal forma que podemos entonces emitir un juicio, evaluar esta localidad y posteriormente con el conocimiento generado (dichas descripciones) tratar de implementar posibles vías de solución a la problemática de la degradación de los arrecifes coralinos.

### **Marco Teórico**

Como se ha visto, la Ecología del Paisaje tiene bases y fundamentos teórico-metodológicos propios como otras disciplinas de la biología que pretenden explicar, conocer y comprender a la naturaleza lo cual implica el establecimiento de una relación específica entre el objeto de estudio y el sujeto cognoscente. Para entender los conceptos teóricos de esta disciplina (Ecología del Paisaje) he querido utilizar los principios de la Teoría de Procesos Alterados; dicha teoría nos ayudará en la comprensión integral del desarrollo de los procesos de la naturaleza y del conocimiento de los cuales el hombre y su ciencia forman parte (González-González, 1991).

La Teoría de Procesos Alterados es una concepción procesal que abarca toda la realidad (el universo e inmerso en él la naturaleza); esta realidad no es mas que una serie continua de procesos, entidades y fenómenos con existencia verdadera y por lo tanto como material, objetiva y concreta, cuyas manifestaciones son susceptibles de ser conocidas pero que existen con o sin nuestro conocimiento, con o sin nuestro consentimiento. En la naturaleza sólo existen procesos de manifestación espacio-temporales y no objetos o entidades eternas y

estáticas, estos procesos se modifican constantemente en su devenir, es decir es el conjunto de relaciones entre fenómenos, entidades y sus manifestaciones que se ubican y devienen en un espacio-tiempo, constituyendo un *continuum* (Gonzalez-Gonzalez, 1991).

Es de esta forma que para adquirir conocimiento de la naturaleza, en este caso del paisaje, debemos producir una ruptura en la continuidad del proceso y delimitarlo espacio-temporalmente para construir eventos discretos diferentes que permitan aproximarnos al objeto de estudio para reconstruir el proceso.

Desde el punto de vista de esta teoría en todo proceso existen tres tipos de alteraciones y orígenes de cambio, que son 1) cambios en el devenir de cada entidad (ser), expresados en función de sus propias potencialidades y capacidades (cambios por la información genética de los seres vivos), es decir procesos intrínsecos de cambio o procesos de autodesarrollo (alteración desde el interior); 2) modificaciones que resultan de la interacción de la entidad con otras entidades y con las condiciones externas que le rodean (cambios del entorno), es decir, procesos extrínsecos de transformación, de alteración circunstancial, de coincidencias e interacción transformadora; procesos transformados, (cualquier desarrollo ontogenético se expresa dependiendo de las condiciones donde se encuentra). Esta segunda causa de alteración de los procesos aporta un cierto componente aleatorio, porque el devenir de una entidad se ve alterado directa o indirectamente por la existencia coincidente del devenir de otras entidades a las que altera y por las que es alterado; se podría decir, entonces, que un proceso transformado es un devenir de devenires. Desde este punto de vista, la realidad es un proceso transformado complejo, que a su vez, está constituido por un inconmensurable conjunto de conjuntos de procesos transformados. Finalmente la tercera alteración la constituye los cambios ocasionados por cualquier sujeto observador cuando analiza al proceso transformado; esta reconoce la alteración de conocimiento, es decir es la transformación de la entidad real en unidad de conocimiento, asumiendo que todo proceso transformado al ser integrado al

conocimiento se modifica en proceso alterado (Teoría de Procesos Alterados); esta implica el cambio (consciente o inconsciente) del objeto de conocimiento, en otras palabras constituye un momento de confrontación proceso de obtención de información de la realidad y su interpretación.

Bajo esta perspectiva, el conocimiento es, entonces, una abstracción, es solo una representación que pretende reflejar lo más fielmente posible la realidad, pero a través de él es posible elaborar representaciones cada vez más objetivas de dicha realidad.

Con los principios de la TPA podemos conocer el estado del proceso transformado que es, según la ecología del paisaje, el territorio a través de determinar uno o más momentos delimitados espacio-temporalmente, es decir, construir la realidad eventual como un componente discreto que es el paisaje a través de una descripción que no es mas que una traducción de las cualidades manifiestas del territorio.

## **Objetivos**

### *Objetivo General*

Describir los paisajes con base en la presencia de grupos morfofuncionales, y las características arquitectónicas y geomorfológicas que constituyen las formaciones coralinas presentes en la localidad de estudio, Caleta de Chon.

### *Objetivos Particulares*

1. Hacer uso de las bases metodológicas de la ecología del paisaje como herramienta para la descripción de paisajes en la Caleta de Chon.
2. Determinar los grupos morfofuncionales presentes en la Caleta de Chon.
3. Hacer la regionalización de la Caleta de acuerdo a sus diferentes paisajes.
4. Probar el uso de análisis de video, como una metodología útil y no destructiva, para la caracterización de los paisajes arrecifales.
5. Realizar un análisis de la concentración de clorofila en muestras del grupo morfofuncional coral del género *Pocillopora* en diversas especies, para establecer los límites del estado del coral (sano, deteriorado, muerto).

## PARTE II. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

### Area de Estudio

El área de estudio que a continuación se describe, se basa en los trabajos realizados por Candelaria Silva (1985) y López Gómez (1993).

La zona de estudio queda comprendida en la zona montañosa del Estado de Guerrero, que es una de las tres provincias fisiográficas de la unidad morfotectónica continental VIII, de las 9 reportadas para las costas mexicanas. Esta unidad se clasifica como costa de colisión continental con predominio de costas primarias formadas por movimientos diastróficos, con fallas (costas de escarpes de falla) (Carranza-Edwards, *et al.*, 1975). Frente a esta unidad existe una plataforma continental muy angosta, que se ensancha ligeramente en las cercanías del delta del Río Balsas y del Batolito de Oaxaca, tiene principalmente fondos rocosos y el talud continental empieza a la altura de los Morros del Potosí, con una fuerte pendiente (Weinborn, 1975).

La Bahía de Zihuatanejo se encuentra localizada a los 99° 30' y 100° N y los 16° 30' y 17° W (Fig.1). Es de tipo cerrado, con un litoral de 3 km y delimitada por Punta San Esteban y Punta Garrobo. Presenta playas arenosas sólo en su parte interna, separadas por puntas rocosas.

El litoral de la región de Zihuatanejo tiene una orientación general NW-SE, con una extensión aproximada de 30 km en línea recta. La fisiografía costera es heterogénea, alternando formaciones rocosas escarpadas con playas de sustrato arenoso, grava, guijarros o cantos rodados, con pendientes variables. Las geoformas más notables son promontorios, farallones, puntas rocosas, bahías, caletas, islas, islotes, esteros y una laguna costera.

Con relación al tipo de sustrato predominante se pueden reconocer dos grandes áreas, que ocupan extensiones más o menos equivalentes a lo largo de esta región. La porción superior hacia el NW, predominan los afloramientos rocosos (70%), donde se intercalan distintos tipos de playas. Por el contrario, en la mitad inferior (SE) el porcentaje de sustrato arenoso (80%) es mucho mayor.

Las características de su fisiografía permiten separarla como una zona independiente de las seis en que se divide a las costas vecinas de Michoacán y Guerrero (Anónimo, 1973). Las rocas en la parte continental son cuarcitas, mármoles y filitas metamórficas principalmente, correspondientes a la era Paleozoica y se encuentran limitadas por arenas y gravas continentales, que forman terrazas aluviales del Pleistoceno y Reciente frente a las desembocaduras de los Ríos Ixtapa al norte y Petatlán al sur.

La zona se caracteriza por ser una zona de subducción, donde muy próximo a su línea costera corre paralelamente una gran fosa submarina denominada "Trinchera Mesoamericana", cuyo lado más cercano al margen es casi vertical. Frente a la región de Zihuatanejo, la plataforma continental es angosta, reportándose una amplitud de 5 km en las cercanías de Petatlán y hacia el delta del río Balsas, entre Michoacán y Guerrero (Coronado-Molina y Amezcua-Linares, 1988).

El principal aporte de agua dulce lo constituye el Río Balsas, situado a 14Km al norte de la Isla Ixtapa (Baqueiro, 1979). La bahía de Zihuatanejo recibe la descarga de pequeños arroyos que forman esteros en su parte alta; al sur el Río Petatlán es el aporte de agua dulce más cercano; al norte, el Río Ixtapa desemboca frente al sector norte de la Isla.

El clima del área corresponde al subtipo Aw o (W)i (García, 1973), es decir, cálido subhúmedo con dos periodos de lluvia separados por sequías intraestivales, con lluvias abundantes en verano y escasas lluvias invernales



(menos del 5% del total anual), así como temperaturas relativamente altas (temperatura mínima invernal de 18°C). La precipitación pluvial anual es de 1103mm (Tovar y Sánchez, 1974).

En la Bahía de Zihuatanejo la marea tiene una amplitud promedio de 51cm, alcanzando un máximo de 60cm de amplitud con la marea de sicigias (Pérez, 1967). Tovar y Sánchez (1974), reportaron para las aguas superficiales de la región de Zihuatanejo, valores máximos de temperatura de 32°C en el verano y mínimos de 20°C en primavera, así como salinidades máximas de 36 en otoño y mínimas de 32 en verano, otoño e invierno. Baqueiro (1975) indicó para esta misma zona, valores de temperatura máxima de 30°C a finales del verano y mínima de 23°C al inicio de primavera, una salinidad máxima de 35.5 en otoño y una mínima de 32.5 en verano y otoño. Briones y Lozano (1977) reportaron una temperatura superficial del agua que alcanza un valor máximo de 30.8°C durante el verano y un mínimo de 24.4°C en primavera y una salinidad máxima de 31.3 en abril y mínima de 33.5 en octubre.

Los vientos en la época de lluvias son predominantes del sureste y durante la época de la sequía predominan los del noreste (Yáñez- Arancibia, 1978). Esto provoca un cambio en la corriente litoral debida al oleaje, dominando al noreste de abril a septiembre y al sureste de octubre a marzo (Briones y Lozano, 1977).

El litoral de Zihuatanejo, al igual que todo el estado de Guerrero, se ve influenciado de manera general por un doble sistema de corrientes que se alternan estacionalmente: la Corriente Costanera de Costa Rica y la Corriente de California. La primera de ellas es un ramal ascendente de la Contracorriente Ecuatorial, que transporta aguas de origen tropical, caracterizadas por sus temperaturas superficiales elevadas, alta salinidad y escasa concentración de oxígeno. La Corriente de California tiene una circulación descendente derivada de la Corriente del Pacífico Norte, acarreado aguas de origen subártico, caracterizadas por sus bajas temperaturas, baja salinidad y alto contenido de

oxígeno (Hubbs y Roden 1964). Durante mayo se desarrolla una pequeña ramal de la Corriente Costanera de Costa Rica que se propaga hacia el NW, bañando directamente las costas de Guerrero. De junio a agosto se alcanza el máximo desarrollo de esta corriente. En septiembre no es muy claro el patrón de circulación cercano al litoral, pero aparentemente se mantiene un flujo ascendente. Esta pauta se comienza a modificar a partir de octubre, cuando se inicia un movimiento descendente, el cual pudiera no estar relacionado de manera directa con la Corriente de California sino más bien con circulaciones locales. Posteriormente, la influencia de la Corriente de California se mantiene de noviembre a abril (Wyrcki 1965).

La acción del oleaje es variable dependiendo de la configuración del litoral y de la época del año. La dirección sigue una tendencia general S-N, por lo que las áreas situadas en la parte protegida de los morros, puntas o salientes, o al interior de caletas, serán las menos expuestas. Durante la época de lluvias y de huracanes se incrementa su intensidad.

La región de Zihuatanejo cuenta con dos vías principales de comunicación. Hay conexión aérea nacional e internacional a través del Aeropuerto Ixtapa-Zihuatanejo. El acceso por vía terrestre es mediante la carretera federal no. 200 que comunica hacia el SE con Acapulco, Guerrero, a 240 km y hacia el NW con Lázaro Cárdenas, Michoacán, a 90 km. El acceso a las diferentes áreas litorales adyacentes se realiza por medio de embarcaciones de pesca o de pequeños yates turísticos, que parten de la Bahía de Zihuatanejo o de Ixtapa Zihuatanejo. La navegación se efectúa por lo general de forma paralela a la línea de costa.

La "Caleta de Chon" se encuentra localizada entre los 17° 36' 53" latitud Norte y entre los 101° 33' 13" longitud Oeste. Solo cuenta con acceso marino por medio de embarcaciones pequeñas o caminando a través de una vereda entre "Playa las Gatas" y "Caleta de Chon". (Fig.1)

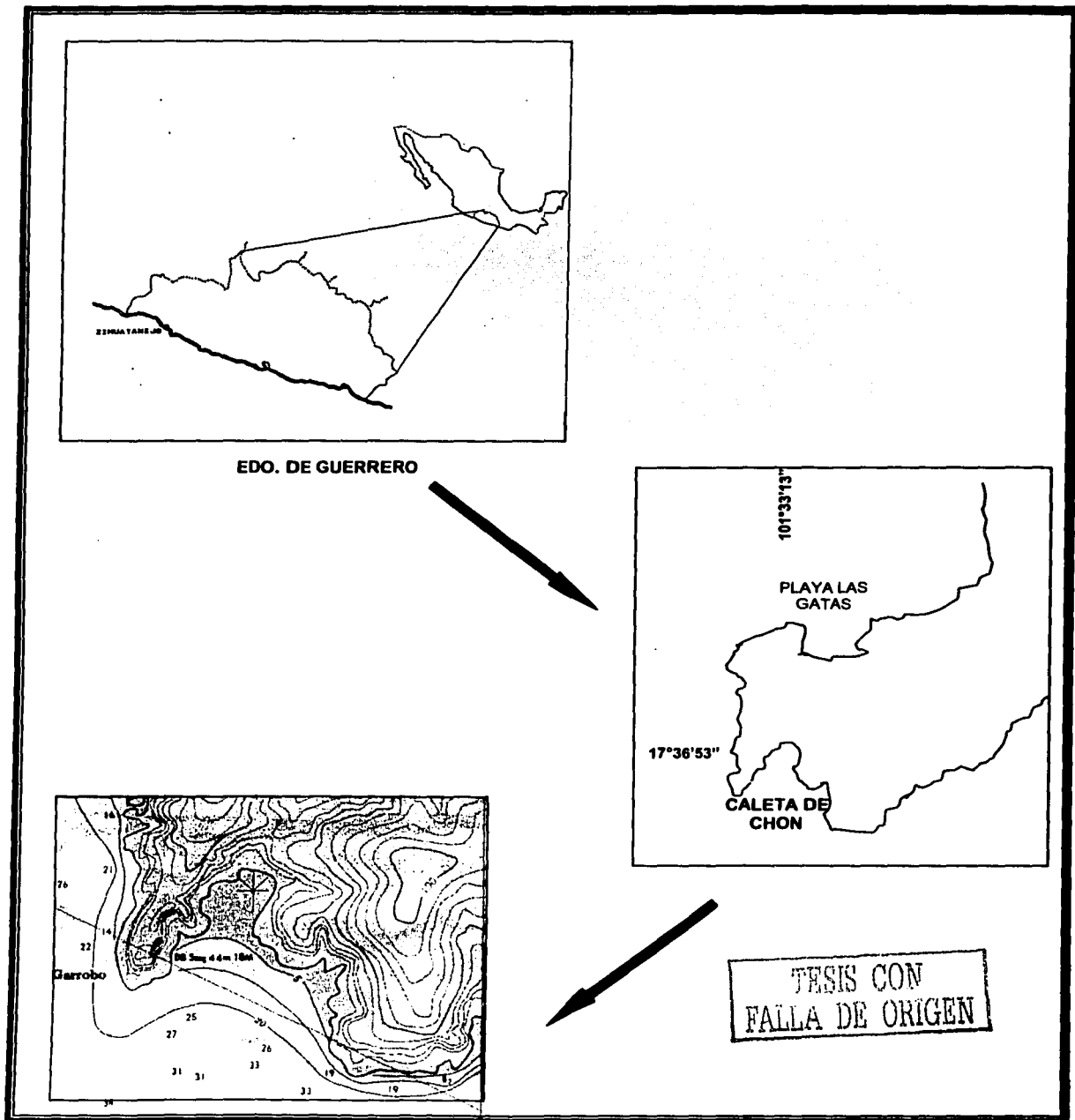


Fig. 1 – Ubicación geográfica de la Caleta de Chon en Zihuatanejo, Gro. México.

## **Metodología de campo**

Se realizaron tres salidas de campo a la localidad "Caleta de Chon", Zihuatanejo, Gro; de las cuales la tercer salida fue la que aportó los datos necesarios para el análisis y la descripción de los diferentes paisajes arrecifales.

El método elegido para la caracterización de la estructura del paisaje es la filmación de videotransectos, el cual es un método no destructivo que permite analizar comunidades bentónicas y satisface los requerimientos necesarios para establecer un sistema de monitoreo, ya que provee medidas cuantitativas de cambio temporal en los paisajes (Membrillo-Venegas, 1999). Además el videotransecto permite realizar análisis univariados de cobertura, diversidad y dominancia de la comunidad, y con un análisis multivariado, se pueden comparar diferentes sitios (Aronson y Swanson, 1988).

Las ventajas de este método son: 1) Se puede obtener un registro permanente de cada sitio, 2) Se reduce el tiempo de colecta. Las desventajas son: 1) La calidad y resolución de las imágenes pueden dificultar el trabajo en el laboratorio al no reflejar la complejidad del sustrato y 2) El "poder" taxonómico del video es menor a la colecta de muestras y su identificación al microscopio (Osborne y Oxley, 1997).

En la primer salida que se llevó a cabo del 13 al 17 de Diciembre de 2000 se hizo una prospección visual en la zona de estudio, inicialmente se desplegaron tres transectos y se reconoció la zona de estudio, además se observaron las características generales y dominantes de la localidad. Asimismo se hizo una descripción general de la zona, se diferenciaron los grupos morfofuncionales (descritos más adelante) y se anotó su distribución a lo largo y ancho de la formación arrecifal.

En la segunda salida que se realizó del 25 al 30 de mayo de 2001 se puso en práctica el método de filmación de videotransectos, elegido para la caracterización de paisajes, lo que sirvió para probar su utilidad y eficacia en la obtención de imágenes que tuvieran la suficiente calidad y resolución para el análisis y descripción de paisajes arrecifales. En esta salida y con la ayuda de equipo de buceo autónomo (SCUBA) se tendieron 5 transectos, de los cuales se filmaron 3 transectos. Los 5 transectos fueron colocados radialmente con respecto al centro de la caleta abarcando su totalidad (Fig. 1). La filmación se llevó a cabo manteniendo la cámara siempre a 40 cm y de manera perpendicular al sustrato esto se consiguió con la ayuda de un bastón, lo anterior con el fin de mantener un área constante de muestreo de  $1,350 \text{ cm}^2$  por cada cuadro aproximadamente.

Para esto se utilizó una cámara de video SONY modelo CCDER-TR51 Hi-8 colocada en una caja hermética acondicionada con una lente gran angular. Además de los videotransectos, se hicieron estimaciones visuales sobre las características ambientales.

En la tercer salida que se llevó a cabo del 22 al 28 de octubre de 2001, se tendieron 9 transectos, de los cuales se filmaron solo 8 transectos que fueron colocados radialmente con respecto al centro de la caleta abarcando su totalidad; el transecto que no fue filmado corresponde a un canal de arena sin crecimiento de coral ni roca; el método de filmación fue similar al anterior es decir, de manera perpendicular al sustrato y con la cámara siempre a 40 cm de este con ayuda de un bastón, además de que se empleó el mismo equipo de video. Se filmaron el transecto No.1 que midió 25m y estaba orientado hacia el W, el transecto No.2 de 43m orientado hacia NW, el transecto No.3 de 50 m orientado hacia el NW, el transecto No.4 de 53m orientado hacia NW, el transecto No.5 de 60m orientado hacia el N, el transecto No.6 de 69m orientado hacia NE, el transecto No.7 de 55m, orientado hacia el NE, el transecto No.8 de 45m orientado hacia el E. Además se tomaron datos de la profundidad a cada metro a lo largo de cada

transecto, con el fin de obtener una imagen de relieve del área de estudio y la temperatura.

Una vez terminados los videotransectos se tomaron muestras de coral de diferentes colonias de *Pocillopora* con distintos grados de blanqueamiento, de apariencia normal, decoloradas de las puntas y cubiertas por algas (pedacería) de los transectos 3, 5 y 8, ya que en estos se presenta una gran cobertura de coral y abarca una gran porción de la Caleta, se colectó un total de 30 ramas individuales de distintas colonias, se tomaron muestras de la parte donde inicia el coral, en la parte media y en la más somera y las profundidades y cuadros (metros del transecto) en donde se colectaron, lo anterior con ayuda de un cincel y martillo; una vez obtenidas las muestras fueron transportadas al laboratorio en agua de mar filtrada en una hielera manteniéndolas a temperatura baja esto con el fin de obtener en el laboratorio datos sobre el "estado" del coral.

### **Metodología de laboratorio y gabinete**

Primero, para obtener el modelo de relieve de la Caleta de Chon, se trabajó con los datos de la profundidad. En papel milimétrico se dibujaron las curvas de nivel que resultaron al unir las profundidades de cada transecto cada metro. Posteriormente se utilizó el programa ILWIS Ver. 1.3 (Sistema de Información Geográfica "SIG") para obtener el modelo digital del terreno (en Palacio y Luna, 1993) y finalmente se trabajó con el programa ILWIS Ver. 3.0 para la obtención del modelo de relieve (Fig. 5 y 6)

Por otra parte una vez obtenidos los videotransectos, se llevó a cabo un análisis detallado de las imágenes, estas fueron observadas en un monitor de alta resolución. En cada cuadro observado (la imagen del monitor), que corresponde a cada metro a lo largo de cada transecto, se colocó un acetato transparente en el cual se ubicaron al azar 10 puntos (solo 10 puntos por cada imagen); en total se utilizaron 10 acetatos cada uno con 10 puntos al azar previamente definidos y a su

vez cada uno fue rotado hasta cuatro veces, esto con el fin de tener una mayor cantidad de grupos de 10 puntos al azar.

En la literatura se sugiere utilizar de 40 a 80 cuadros con 5 a 10 puntos cada uno para cada videotransecto, con lo que se obtienen buenos niveles de precisión para las estimaciones de cobertura. (Aronson y Swanson, 1988; Osborne y Oxley, 1997).

En el presente estudio se utilizaron 26 cuadros fijos para el transecto No.1, 44 para el transecto No.2, 51 para el transecto No.3, 54 para el transecto No.4, 61 para el transecto No.5, 70 para el transecto No.6, 56 para el transecto No.7, y 46 para el transecto No.8 (los cuadros analizados corresponden a la longitud en metros de cada transecto tomando en cuenta el metro cero al inicio de cada transecto), lo cual generó un total de 408 cuadros analizados, 4080 puntos en total de los ocho transectos.

Los datos a obtener con el conteo por puntos fueron los grupos morfofuncionales (GMF) presentes y su proporción en cada cuadro, los cuales se utilizaron para la caracterización de los paisajes. La utilización de GMF como descriptores de la estructura de las comunidades coralinas arrecifales se planteó como opción viable por Osborne y Oxley (1997).

Los seres vivos son manifestaciones de una forma compleja de organización de la materia y la energía y como tal poseen la capacidad de expresarse de maneras distintas en su devenir espacio-temporal, este ser o entidad se expresa de acuerdo a su función en el ecosistema, a la interacción con otras entidades y a las condiciones ambientales, cada forma diferente de manifestación de la entidad en la naturaleza puede ser reconocida dentro de una unidad morfofuncional distinta.

Estos datos fueron registrados en una tabla. Los GMF fueron considerados dependiendo de su observación e identificación visual en campo y en los videos. Una vez identificados los GMF, se elaboró un mapa corocromático resaltando a cada grupo con un color diferente a lo largo de cada transecto, con el fin de visualizar de manera general su distribución y proporción en los transectos para facilitar la descripción de los paisajes (Fig. 7).

Con estos datos se delimitaron los paisajes de una forma más precisa, es decir se ubicaron los GMF dominantes de cada paisaje en cada metro a lo largo de cada transecto, esto con el fin de obtener una imagen representativa de cada paisaje en la Caleta de Chon; lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 1. Delimitación de los paisajes considerando GMF dominantes en cada transecto.**

<b>PAISAJES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I. El GMF coral domina en este paisaje</b>	-----	23-34	14-18	15-18	26-60	32-34	25-47	24-45
			23-25	29-35		38-40	51-55	
			28-29	44-53		47-58		
			35-38			61-69		
<b>II. Los GMF de algas (filamentos y costras), domina este paisaje</b>	0-25	0-22	0-4	0-14	21-25	2-8	15-24	20-23
		35-43	9-13	19-28		14-31	48-50	
			19-22	36-43		35-37		
			26-27			41-46		
			30-34			59-60		
			39-50					
<b>III. El GMF Arena domina en este paisaje</b>	0-25	19-22	5-8	-----	0-20	0-1	0-14	0-19
						9-13		

\*Los números corresponden a los metros en el transecto.

----- No presente o abundancia no significativa.



Ya delimitados los paisajes se hizo una representación cartográfica a escala de cada uno de estos utilizando el programa para computadora AUTOCAD Ver. 2000 (Fig. 18, 23, 27 y 28).

Posteriormente se obtuvieron los valores de abundancia relativa expresados como porcentaje de cobertura de:

- a) todos los GMF en cada transecto
  - b) cada GMF en los 8 transectos
  - c) cada GMF en el área de estudio (Caleta de Chon)
  - d) cada GMF en los diferentes paisajes (una vez que estos fueron delimitados)
- basado en la siguiente fórmula (Osborne y Oxley, 1997):

$$\text{Porcentaje de Cobertura} = \frac{\text{Total de puntos por forma de vida}}{\text{Total de puntos por videotransecto}} \times 100$$

Para conocer el "estado" del coral se trabajó con las muestras, en las que se realizó la extracción y cuantificación de clorofila. Primero el tejido de cada fragmento fue separado del esqueleto mecánicamente por raspado con ayuda de acetona, posteriormente los tubos se aforaron a 10ml con acetona al 90%. Los tubos donde el pigmento se puso en solución fueron cubiertos con papel aluminio y se dejaron reposar durante 24 horas a 4° C, luego se centrifugaron durante 5 minutos a 5000 r.p.m., se tomaron lecturas espectrofotométricas de absorbancia de cada muestra a 750nm, 664nm, 647nm y 630nm (Jeffrey, *et. al.* 1997).

Con lo anterior se obtuvieron datos de la concentración de clorofila A y C de cada muestra, además se consideró la profundidad y se identificaron algunas especies, lo anterior se resume en la tabla 6. Posteriormente se llevo a cabo un análisis estadístico, con el programa Statistica Ver. 98.

### PARTE III. RESULTADOS

#### Resultados

Con el análisis visual de las imágenes de video tomadas durante el muestreo de campo se definieron los GMF en cada transecto a partir de los cuales fueron delimitados y descritos los paisajes en la Caleta de Chon. En total fueron 16 GMF utilizados para dicha descripción (entre ellos 6 tipos de sustrato inerte). (Tabla 2).

TABLA 2. Grupos morfofuncionales y grupos taxonómicos que los representan.

TABLA DE GRUPOS MORFOFUNCIONALES		
Grupos	GMF	Géneros o especies y clave que los representa
Coral escleractíneo	<u>Coral ramificado</u> Org. de forma colonial formados por un esqueleto calcáreo con ramas erectas, de diferentes tamaños con o sin verrugas en las cuales se albergan pequeños pólipos que emergen de los poros del esqueleto formando un tejido con coloración que va de óxido a verde olivo.	<i>Pocillopora damicornis</i> <i>Pocillopora elegans</i> <i>Pocillopora capitata</i> <i>Pocillopora meandrina</i>  <b>C</b> Coral sin daños o enfermedades aparentes con el 100% de su superficie de tejido vivo y coloración normal.  <b>C*</b> Coral de diferentes especies con puntas Blanqueadas  <b>CAL</b> Coral con el 90% de tejido vivo pero cubierto por una delicada película de algas
	<u>Coral Incrustante</u> Org. con forma de costra adherida al sustrato (roca y coral), recubriéndolo y de color amarillo óxido.	<b>V</b> Coral de tipo incrustante del género <i>Pavona</i>
Esponja	<u>Esponja Incrustante</u> Forma incrustante acojinada que cubre rocas y pequeñas porciones de coral, su superficie presenta protuberancias irregulares y su consistencia es frágil y blanda los colores varían entre azules, lilas y amarillos.	<i>Fam. Callispongidae</i>  <b>E</b> Esponjas incrustantes de diversos colores

Alga	<p><u>Filamentosa</u> Formas que asemejan un tapete acojinado sobre el sustrato rocoso con 30mm o más de espesor con colores que varían entre verdes cafés, rosas y tonos rojizos.</p> <p><u>Costrosa</u> Costras adheridas totalmente a las rocas, que son su sustrato y a algunas ramas de coral con colores blanco, rosa, verde y negro.</p>	<p><b>T</b> Macizos rocosos cubiertos por diversas algas filamentosas (como gelidiales, caulerpa, padina, dictiotales).</p> <p><b>COS</b> Macizos rocosos cubiertos por algas costrosas, diversos tonos. (Codium, feofita costrosa, amphiroa plana, coralinas cos.)</p>
Poliqueto	<p><u>Serpúlidos y sabélidos</u> Animales sedentarios que viven dentro de tubos calcáreos de los cuales sobresale una corona con tentáculos plumosos en forma de espiral con tonos blanco, amarillo, pardo y anaranjado y fijos generalmente al sustrato coralino.</p>	<p><b>Po</b> Poliquetos tubulares, que forman tubos calizos presentes en las colonias de coral</p>
Equinodermo	<p><u>Erizos</u> Org. con caparazón calcáreo subesférico sobre el cual se insertan espinas huecas de diferentes longitudes, su color es negro aunque las espinas también presentan tonalidades viloleta y azul. Otro organismo de igual forma pero con pequeñas ventosas en lugar de espinas y de color rosa.</p> <p><u>Estrellas</u> Org. asteroideo, es decir que presenta un disco central relativamente pequeño del cual emergen cinco brazos regulares. El color varía entre tonos oscuros con pequeñas motas en su superficie y claros (beige) estas últimas más aplanadas pequeñas y sin motas.</p>	<p><i>Diadema mexicanum</i> <i>Echinometra van bruntii</i> <b>Z</b> <i>Toxopneustes roseus</i> <i>Hesperocidaris asteriscus</i></p> <p><i>Mithrocladia bradleyii</i> <i>Pharao pyramidata</i> <i>Pentaceraaster cumingii</i> <b>S</b> <i>Oreaster occidentalis</i></p>

Substratos inertes	<u>Coral Muerto</u>	<b>CM</b> Colonias enteras o fragmentos de tejido muerto, el esqueleto calcáreo totalmente blanco o cubierto por una fina capa de algas
	<u>Pedacería</u>	<b>P</b> Fragmentos separados de coral muerto esqueleto calcáreo sin tejido cubiertos o no por algas.
	<u>Roca</u>	<b>R</b> Rocas sin aparente cobertura algal de tamaño pequeño (65-200mm de diámetro)
	<u>Grava</u>	<b>G</b> Partículas de 2mm a 64mm de diámetro Tonos grises y negros
	<u>Arena</u>	<b>A</b> Con tamaño de partícula que va de 0.02 a 2mm.
	<u>Roca- Arena</u>	<b>RA</b> Rocas de diferente tamaño cubiertas totalmente por arena

La escala utilizada para definir el tamaño del grano de los substratos inertes se basa en (Sánchez y Ponce, 1996).

Con los valores de abundancia relativa considerando todos los GMF, se pudo observar que el tapete algal fue el grupo dominante en el transecto 1, 2, 3 y 6, las algas costosas dominaron en el transecto 4, el coral con puntas blanqueadas el transecto 5 y la arena el transecto 7 y 8; aunque el coral como grupo considerando todos sus estados, dominó en los transectos 5, 7 y 8. Asimismo al considerar estos valores se observó una muy baja cobertura de los GMF correspondientes a erizos, estrellas, esponjas y poliquetos por lo que se consideró sumar la cobertura de estos cuatro grupos y se registró como uno solo (organismos bentónicos denotado con la letra B); a su vez hubo imágenes con muy baja resolución lo cual hizo imposible la determinación de los GMF presentes en los transectos pero fueron consideradas para los valores de porcentaje de cobertura, (denotado ND que significa no determinado) (Tabla 3. Fig. 2.1 a 2.8).

**TABLA 3. Porcentaje de Cobertura considerando todos los GMF, en cada transecto.**

GRUPOS	TRANSECTOS							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T	<b>33.46</b>	<b>42.5</b>	<b>27.25</b>	20.55	8.69	<b>30.57</b>	6.43	6.30
C	1.54	7.95	9.02	11.48	24.59	11	<b>20.71</b>	<b>24.56</b>
C*	0	5.68	8.63	9.44	<b>28.20</b>	7.43	<b>10.53</b>	<b>3.91</b>
CAL	0	0	0	0.55	0.33	1.14	<b>1.96</b>	<b>0.87</b>
CM	0.38	0	0.78	0.93	0	1.14	<b>2.5</b>	<b>5.65</b>
V	0	0	0	0	0	1.28	0	0
COS	<b>6.15</b>	<b>14.77</b>	<b>22.74</b>	<b>27.04</b>	<b>14.10</b>	<b>25.28</b>	<b>14.64</b>	<b>17.83</b>
A	<b>27.69</b>	<b>9.32</b>	<b>6.08</b>	<b>0.74</b>	<b>14.92</b>	<b>10.57</b>	<b>22.86</b>	<b>28.70</b>
P	<b>16.93</b>	<b>7.27</b>	<b>2.35</b>	<b>4.81</b>	<b>4.10</b>	<b>2.14</b>	<b>3.03</b>	<b>1.96</b>
G	<b>10.77</b>	<b>7.95</b>	<b>18.04</b>	<b>19.44</b>	<b>1.80</b>	<b>3.28</b>	<b>7.68</b>	<b>3.48</b>
R	<b>3.08</b>	<b>0.91</b>	<b>4.12</b>	<b>2.22</b>	<b>2.29</b>	<b>3</b>	<b>4.65</b>	<b>3.48</b>
RA	0	1.59	0	0	0.82	0	0	1.96
B	0	0.68	0.59	1.30	0	0.86	1.43	0.43
N.D	0	1.36	0.39	1.48	0.16	2.29	3.57	0.87
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

\*Los números resaltados en negro corresponden a los mayores porcentajes de cobertura y la clave de los grupos se muestra en la tabla 2.

En las figuras que a continuación se muestran se puede observar como varía el porcentaje de cobertura de todos los GMF en cada transecto y que grupos morfofuncionales presentan los valores extremos tanto mayores como menores. Los grupos que presentan el mayor porcentaje de cobertura, teniendo más del 25% de la cobertura en algún transecto (que se considera un valor alto, en comparación con los valores obtenidos de los otros GMF) son los correspondientes a tapetes algales, algas costrosas, coral y arena. Esto es importante ya que básicamente son estos grupos los que caracterizan los diferentes paisajes que son descritos más adelante.

En cambio los GMF que siempre (en todos los transectos) presentaron valores muy bajos de cobertura, menor al 5% son los correspondientes a las rocas pequeñas, rocas cubiertas por arena, los organismos bentónicos, el coral incrustante *Pavona*, coral muerto, y coral cubierto por una delgada capa de algas; a su vez los GMF que tuvieron fluctuaciones en sus valores de cobertura son los correspondientes a la pedacería y grava que a veces muestra valores altos y en otras ocasiones muy bajos.

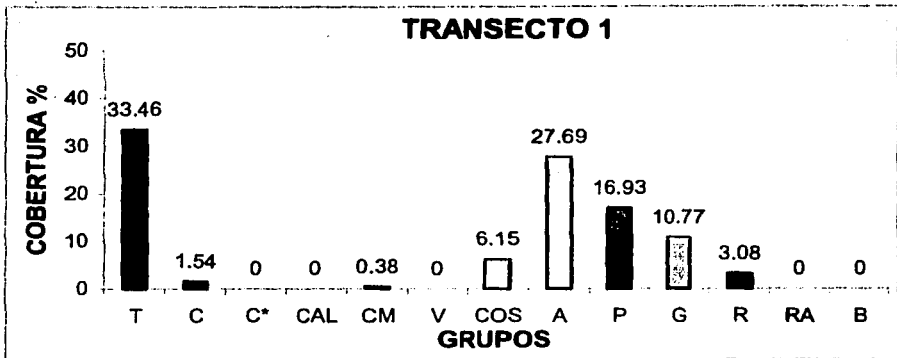


Fig. 2.1- Cobertura de GMF en el transecto 1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

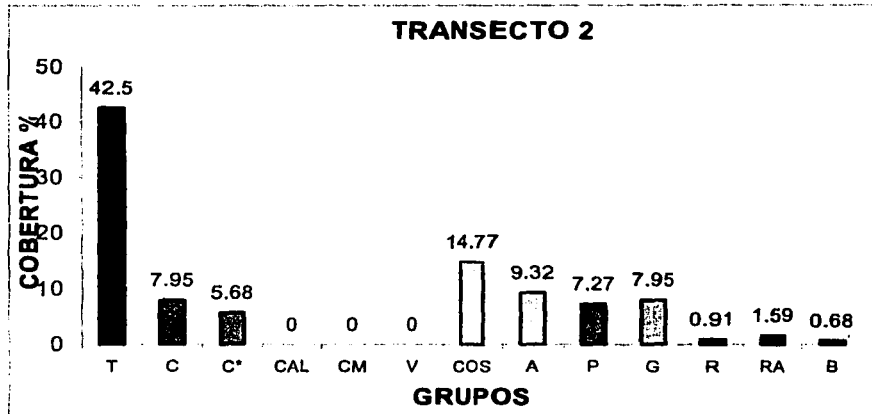


Fig. 2.2- Cobertura de GMF en el transecto 2

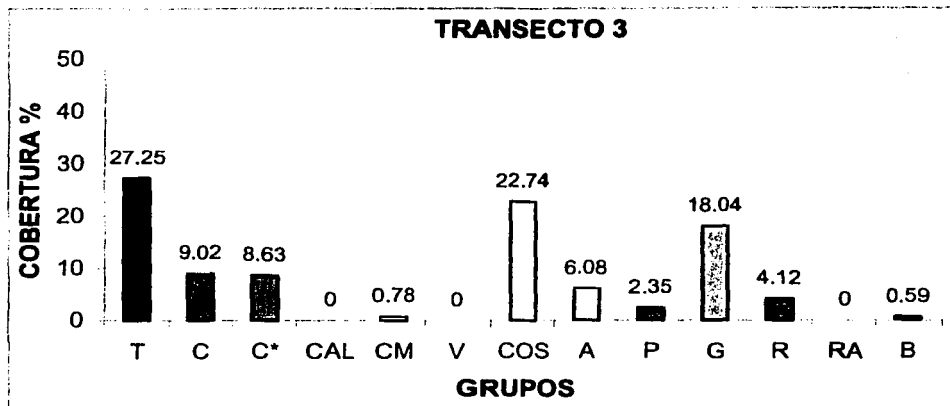


Fig. 2.3- Cobertura de GMF en el transecto 3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

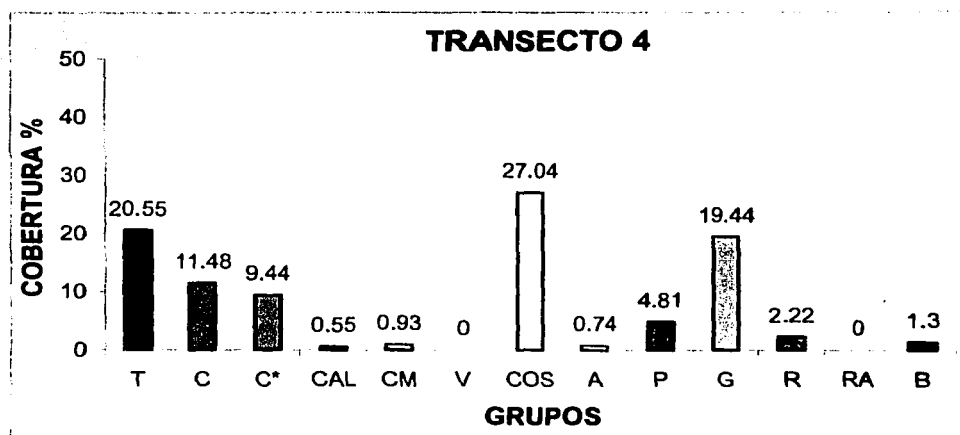


Fig. 2.4- Cobertura de GMF en el transecto 4

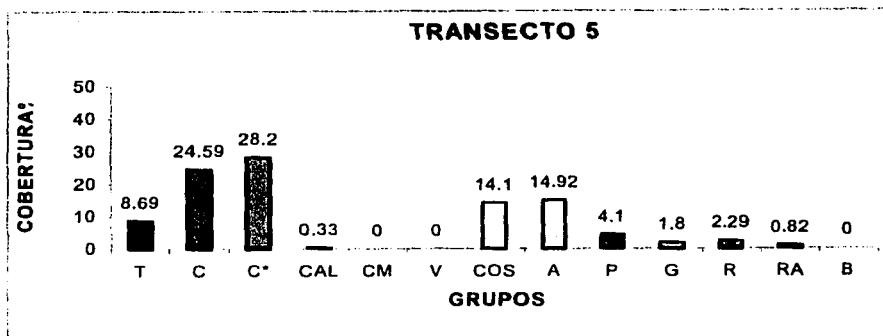


Fig. 2.5- Cobertura de GMF en el transecto 5

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

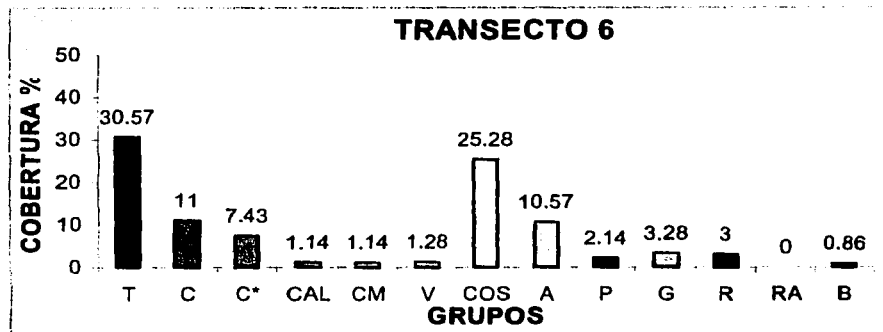


Fig. 2.6- Cobertura de GMF en el transecto 6



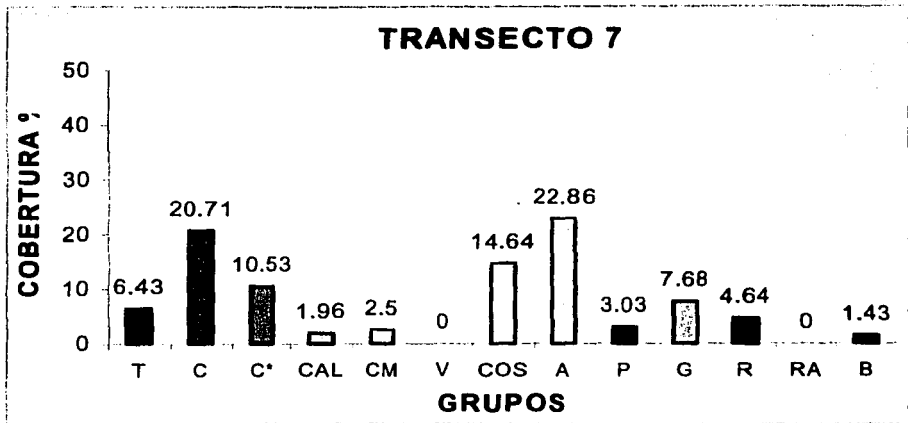


Fig. 2.7- Cobertura de GMF en el transecto 7

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

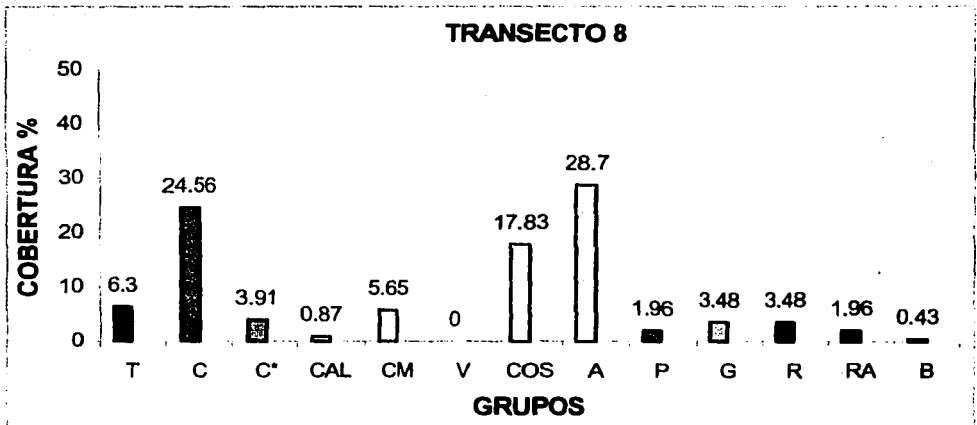


Fig. 2.8- Cobertura de GMF en el transecto 8

Como se muestra en la tabla 4; considerando a cada grupo morfofuncional en los 8 transectos se observó que el tapete algal tuvo su mayor abundancia relativa (a. r.) en el transecto 6 y la menor abundancia relativa en el transecto 8; el coral sano tuvo la mayor a.r. en el transecto 5 y la menor en el transecto 1; el coral con puntas blanqueadas tuvo la mayor a.r también en el transecto 5 y la menor a.r en el transecto 1 (que fue cero); el coral cubierto por algas presentó la mayor a.r. en el transecto 7 y estuvo ausente en los transectos 1, 2 y 3; el coral muerto presentó la mayor a.r. en el transecto 8 y estuvo ausente en los transectos 2 y 5; el coral incrustante del género *Pavona* solo se presentó en el transecto 6; las algas costrosas tuvieron la mayor a.r. en el transecto 6 y la menor a.r. en el transecto 1; el grupo arena presentó la mayor a.r. en el transecto 8 y la menor en el transecto 4; la pedacería tuvo su mayor a.r. en el transecto 1 y la menor en el transecto 8; la mayor a.r. de la grava se presentó en el transecto 4 y la menor en el transecto 5; la roca tuvo su mayor a.r. en el transecto 7 y la menor en el transecto 2, la roca cubierta por arena presentó la mayor a.r. en el transecto 8, seguido del transecto 2 y 5 respectivamente, ya que en los otros transectos estuvo ausente; finalmente el grupo de los organismos bentónicos (formado por los cuatro GMF) tuvieron su mayor a.r. en el transecto 7 y estuvieron ausentes en el transecto 1 y el 5 ( Fig. 3.1 a 3.13).

TABLA 4. Porcentaje de cobertura de cada grupo en los 8 transectos

Tran Secto	Grupos Morfofuncionales												
	T	C	C*	CAL	CM	V	COS	A	P	G	R	RA	B
1	10.16	<b>0.66</b>	0	0	1.72	0	<b>2.08</b>	12.56	<b>24.44</b>	7.93	6.56	0	0
2	21.84	5.80	5.94	0	0	0	8.44	7.15	17.78	9.91	<b>3.28</b>	33.33	10.34
3	16.24	7.63	10.45	0	6.90	0	15.06	5.41	6.67	26.06	17.21	0	10.34
4	12.97	10.28	12.11	10.71	8.62	0	18.96	<b>0.70</b>	14.44	<b>29.74</b>	9.84	0	24.14
5	6.19	<b>24.87</b>	<b>40.86</b>	7.14	0	0	11.17	15.88	13.89	<b>3.12</b>	11.47	23.81	0
6	<b>25</b>	12.77	12.35	28.57	13.79	<b>100</b>	<b>22.99</b>	12.91	8.33	6.51	17.21	0	20.69
7	4.20	19.24	14.01	<b>39.29</b>	24.14	0	10.65	22.34	9.44	12.18	<b>21.31</b>	0	<b>27.59</b>
8	<b>3.39</b>	18.74	4.28	14.29	<b>44.83</b>	0	10.65	<b>23.04</b>	<b>5</b>	4.53	13.12	<b>42.86</b>	6.90
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\*Los números en negritas corresponden a las mayores y menores abundancias

En las siguientes figuras se puede observar como varía el porcentaje de cobertura de cada GMF en todos los transectos, es decir en que transecto se presentan los máximos valores y en que transecto los mínimos. Al analizar las gráficas observamos que los porcentajes de cobertura nos dan una idea de donde se manifiesta con mayor regularidad cada grupo morfofuncional, lo cual nos dice como es su distribución espacial en el área de estudio, y así podemos entonces realizar la caracterización de los paisajes.

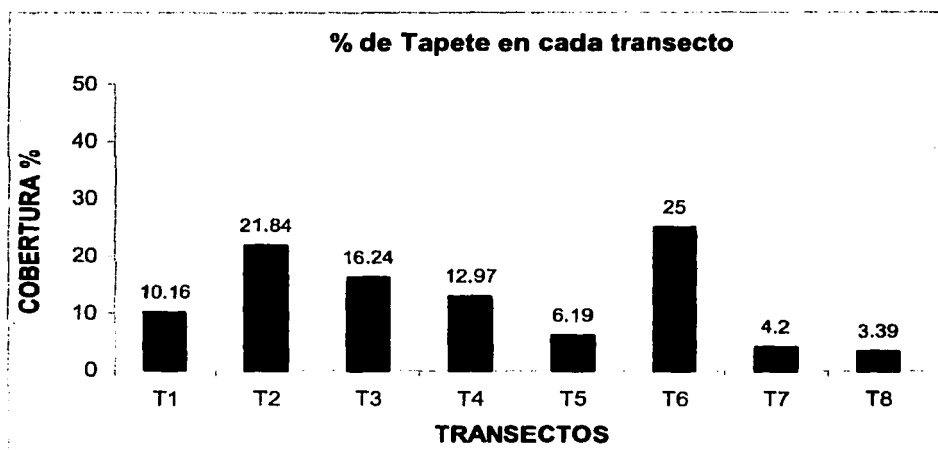


Fig 3.1- Cobertura de Tapete algal sobre roca en los 8 transectos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

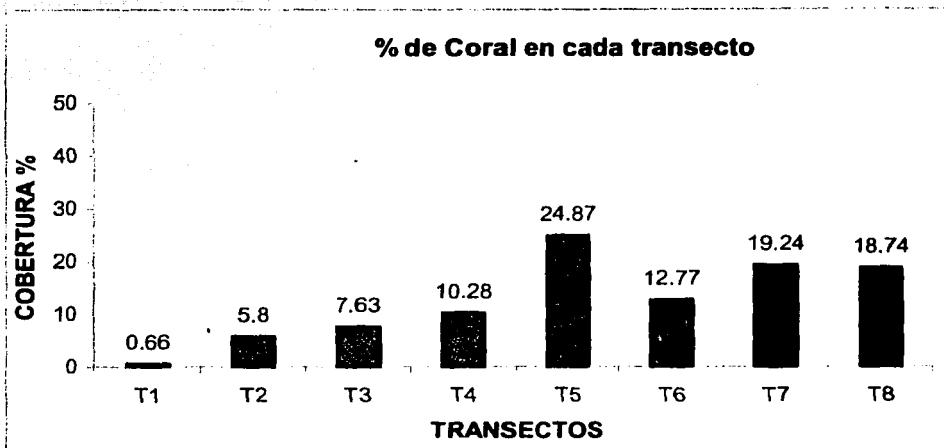


Fig. 3.2- Cobertura de coral en los 8 transectos

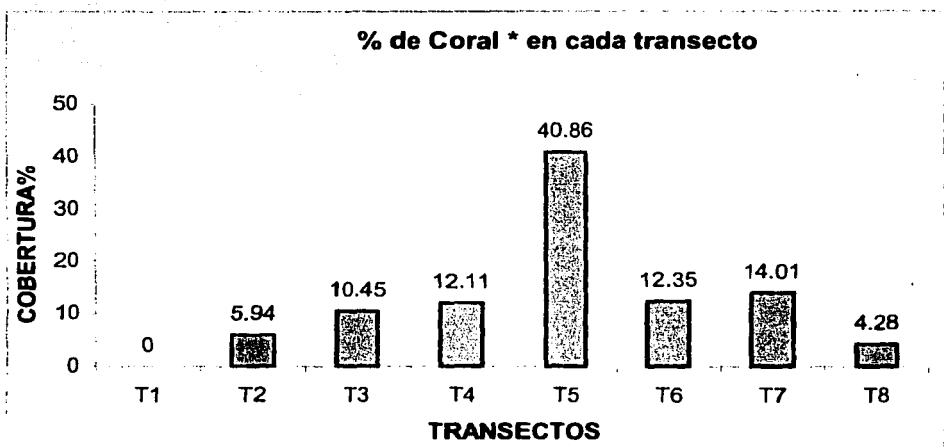


Fig. 3.3- Cobertura de coral con puntas blanqueadas en los 8 transectos

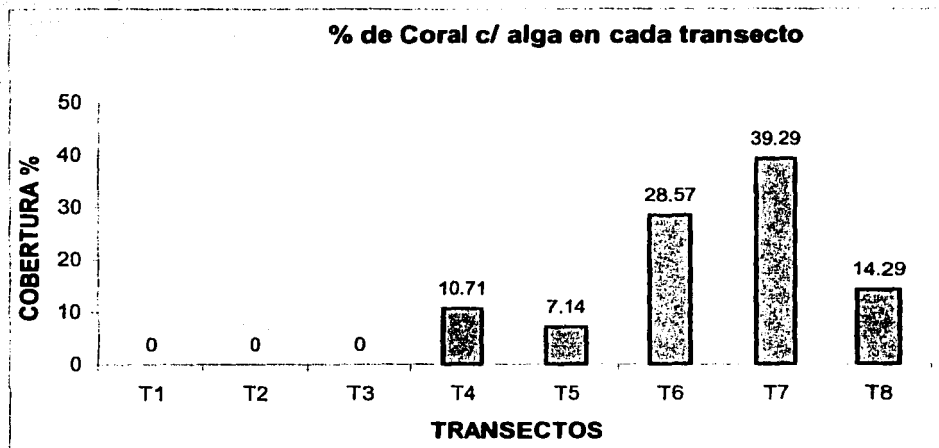


Fig. 3.4- Cobertura de coral cubierto por algas en los 8 transectos

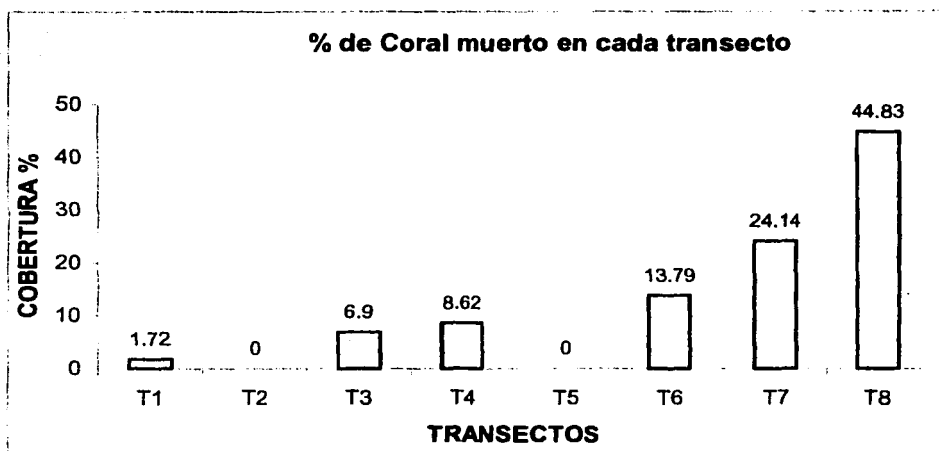


Fig. 3.5- Cobertura de coral muerto en los 8 transectos

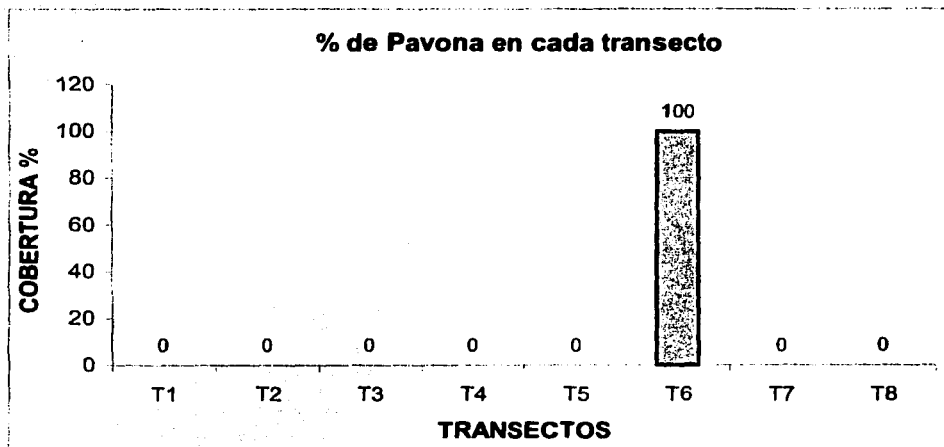


Fig 3.6- Cobertura de coral incrustante *Pavona* en los 8 transectos

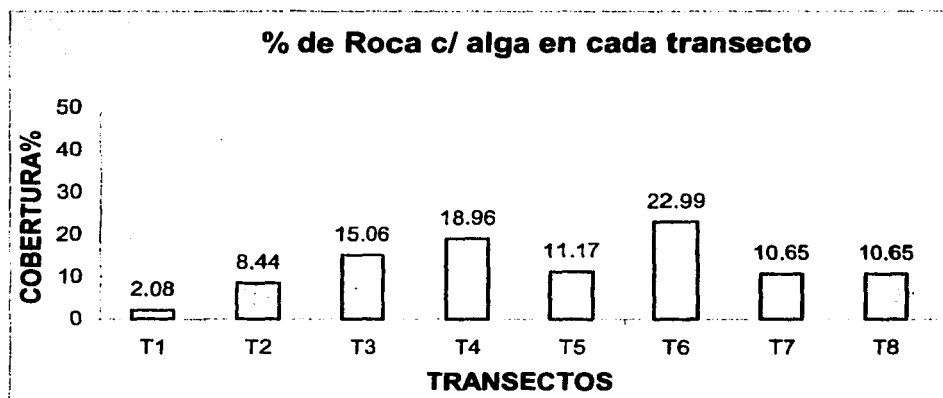


Fig 3.7- Cobertura de algas costrosas sobre roca en los 8 transectos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

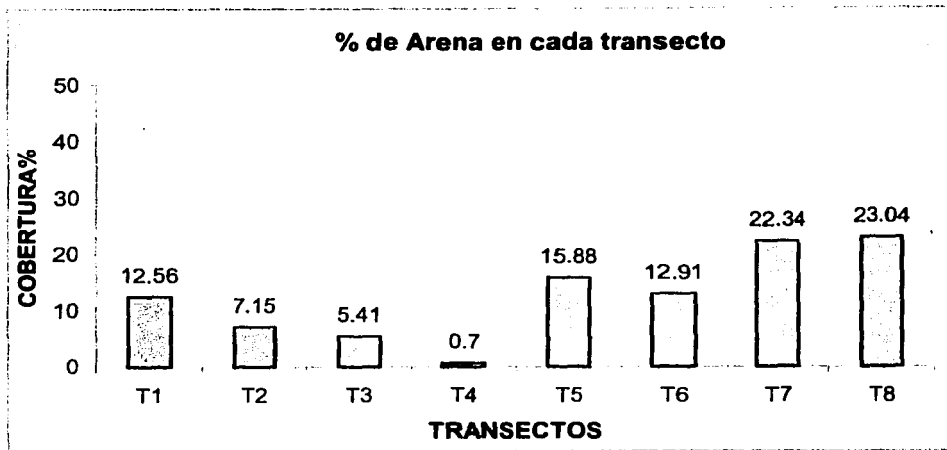


Fig. 3.8- Cobertura de arena en los 8 transectos

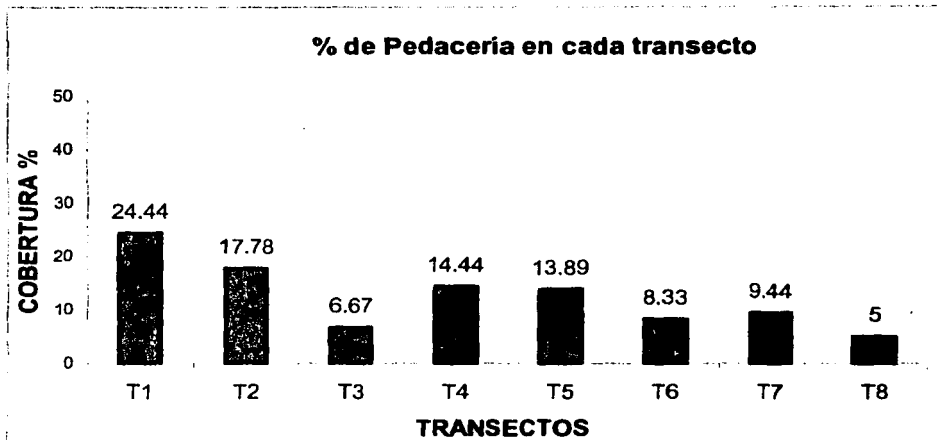


Fig. 3.9 Cobertura de pedacería de coral en los 8 transectos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

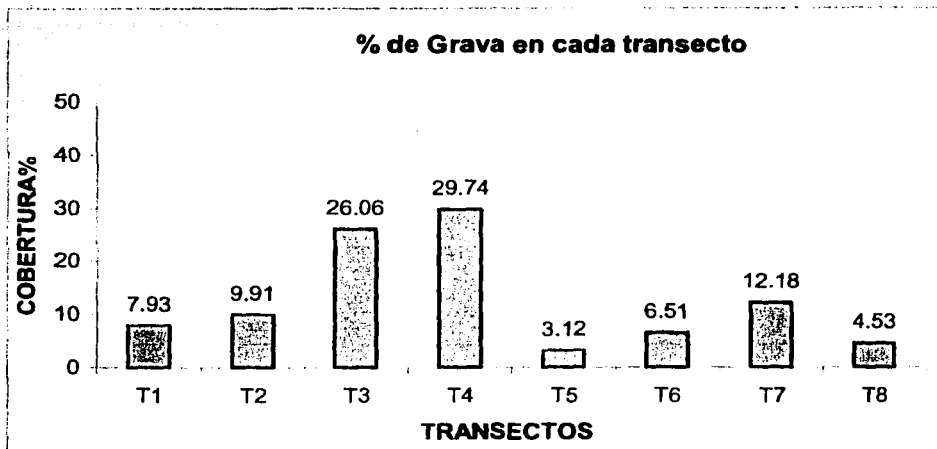


Fig. 3.10- Cobertura de grava en los 8 transectos

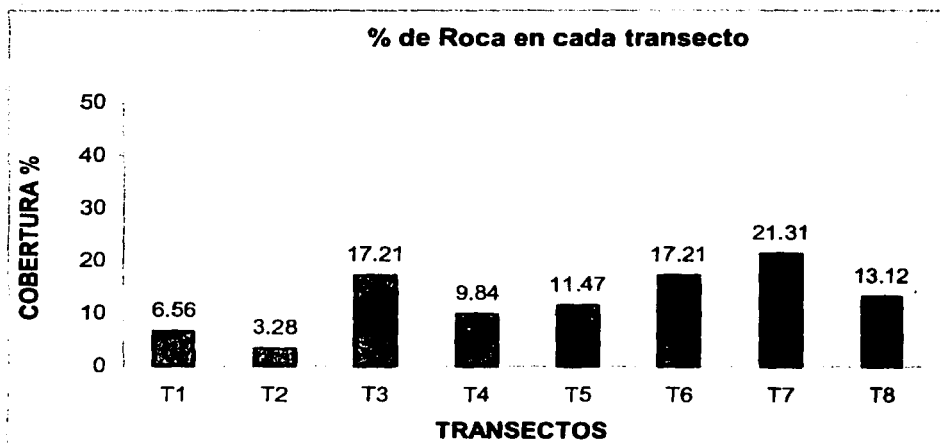


Fig. 3.11- Cobertura de rocas pequeñas en los 8 transectos



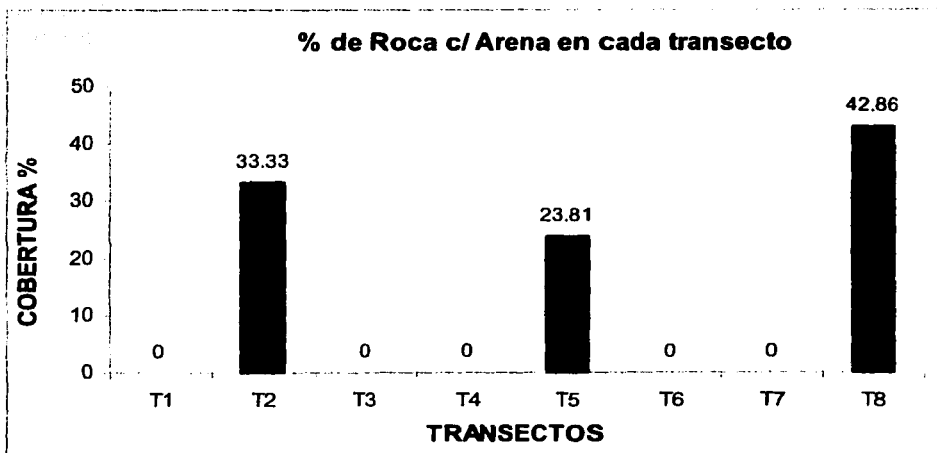


Fig. 3.12- Cobertura de rocas con arena en los 8 transectos

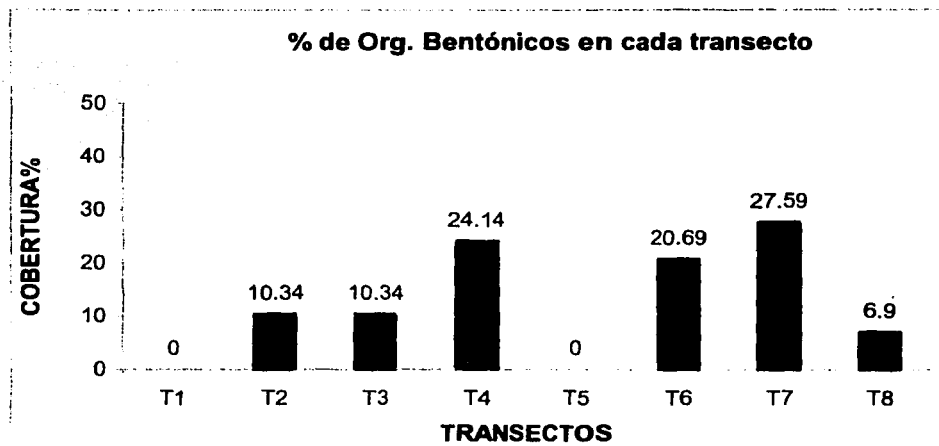


Fig 3.13- Cobertura de organismos bentónicos (estrellas, erizos, esponjas y polioquetos en los 8 transectos

Considerando la totalidad de las muestras, se pudo observar que el 0.22% estuvo cubierto por coral incrustante del género *Pavona*, el 0.51% por rocas totalmente cubiertas por arena, el 0.69% por corales cubiertos por una fina capa de algas, el 0.71% por el grupo de los cuatro GMF (esponjas, erizos, estrellas y poliquetos), el 1.42% por coral muerto, el 2.99% por roca, el 4.41% por pedacería de coral, el 8.65% por grava, el 10.32% por coral con puntas blanqueadas, el 14.04% por arena, el 14.78% por coral, el 18.87% por macizos rocosos cubiertos por algas costrosas y el 20.98% por los tapetes algales; el 1.40% estuvo representado por la superficie no identificable. Cabe mencionar que el grupo de coral ramificado en total constituyó el 27.21% de la cobertura total en la Caleta, lo cual representa el mayor porcentaje de cobertura en comparación con los otros grupos.

Así para la Caleta de Chon, los grupos vivos dominantes fueron los correspondientes a coral en primer término, tapetes algales en segundo y algas costrosas en tercero, abarcando casi el 70% de la cobertura total. (Fig. 4.2).

Los GMF vivos menos dominantes fueron el coral incrustante *Pavona* y los organismos bentónicos (esponjas, erizos, estrellas y poliquetos) que presentaron una cobertura total de 0.93% y el GMF no vivo estuvo representado por las rocas cubiertas de arena que es el 0.51% de la cobertura total (Fig. 4.1).

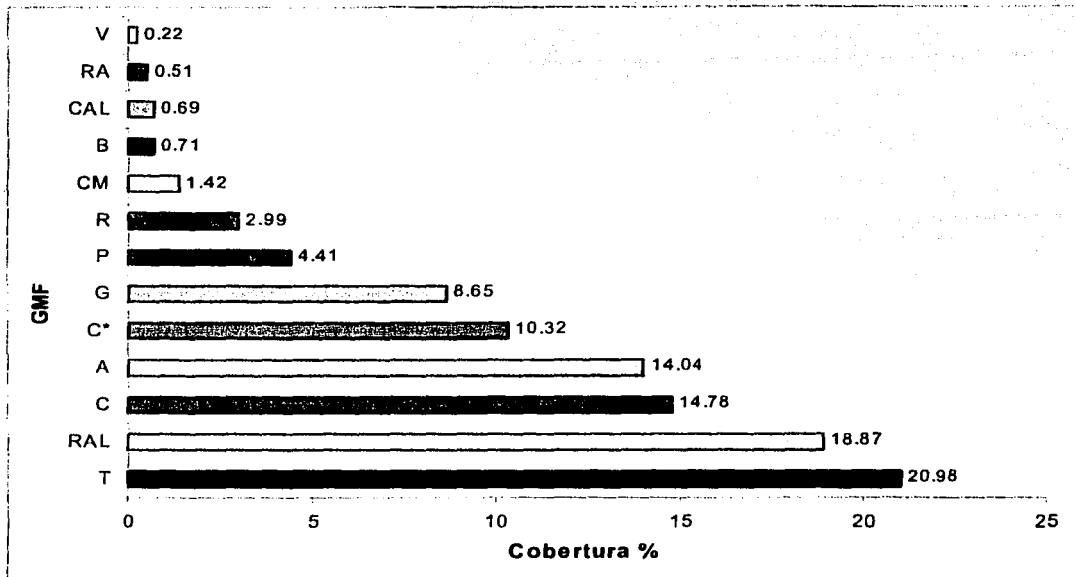


Fig. 4.1- Cobertura de grupos morfofuncionales en la Caleta de Chon.

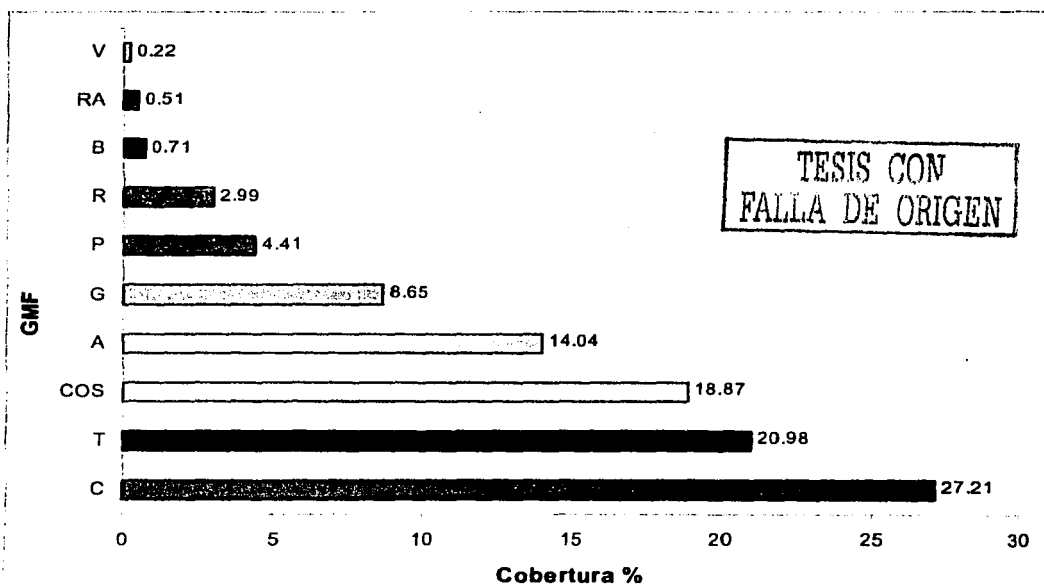


Fig. 4.2- Cobertura de grupos morfofuncionales en la Caleta de Chon considerando al coral como un solo grupo.

## CARACTERIZACIÓN DE LOS PAISAJES

Antes de caracterizar los paisajes y haciendo uso del SIG, se obtuvo un mapa de modelo sombreado de relieve del área de estudio, con el fin de mostrar gráficamente una imagen de la topografía de la Caleta de Chon (Fig. 5 y 6).

La caracterización de los paisajes se realizó considerando, entre otros datos, los resultados precedentes, los paisajes fueron descritos tomando en cuenta los porcentajes de cobertura de los GMF dominantes y su distribución espacial; a su vez se muestran fotografías de cada GMF con el fin de proporcionar una aproximación visual y complementaria para la descripción.

Asimismo el mapa corocromático fue un elemento importante que permitió apreciar de un solo golpe de vista el panorama general de la distribución de los GMF en la caleta lo que aportó la información necesaria para delimitar cada paisaje (Fig. 7).

Los datos anteriores dieron por resultado la presencia de tres paisajes diferentes, estos fueron clasificados como:

- Paisaje Coralino
- Paisaje Rocoso
- Paisaje Arenoso

El Paisaje Coralino estuvo determinado por la presencia de los GMF coral, coral con puntas blanqueadas, coral cubierto por una fina capa de algas, coral muerto y coral incrustante del género *Pavona*; el Paisaje Rocoso fue determinado por la presencia de grandes macizos rocosos (cubiertos por algas filamentosas y costrosas), grava y rocas pequeñas y finalmente el Paisaje Arenoso fue determinado principalmente por la presencia del GMF arena.

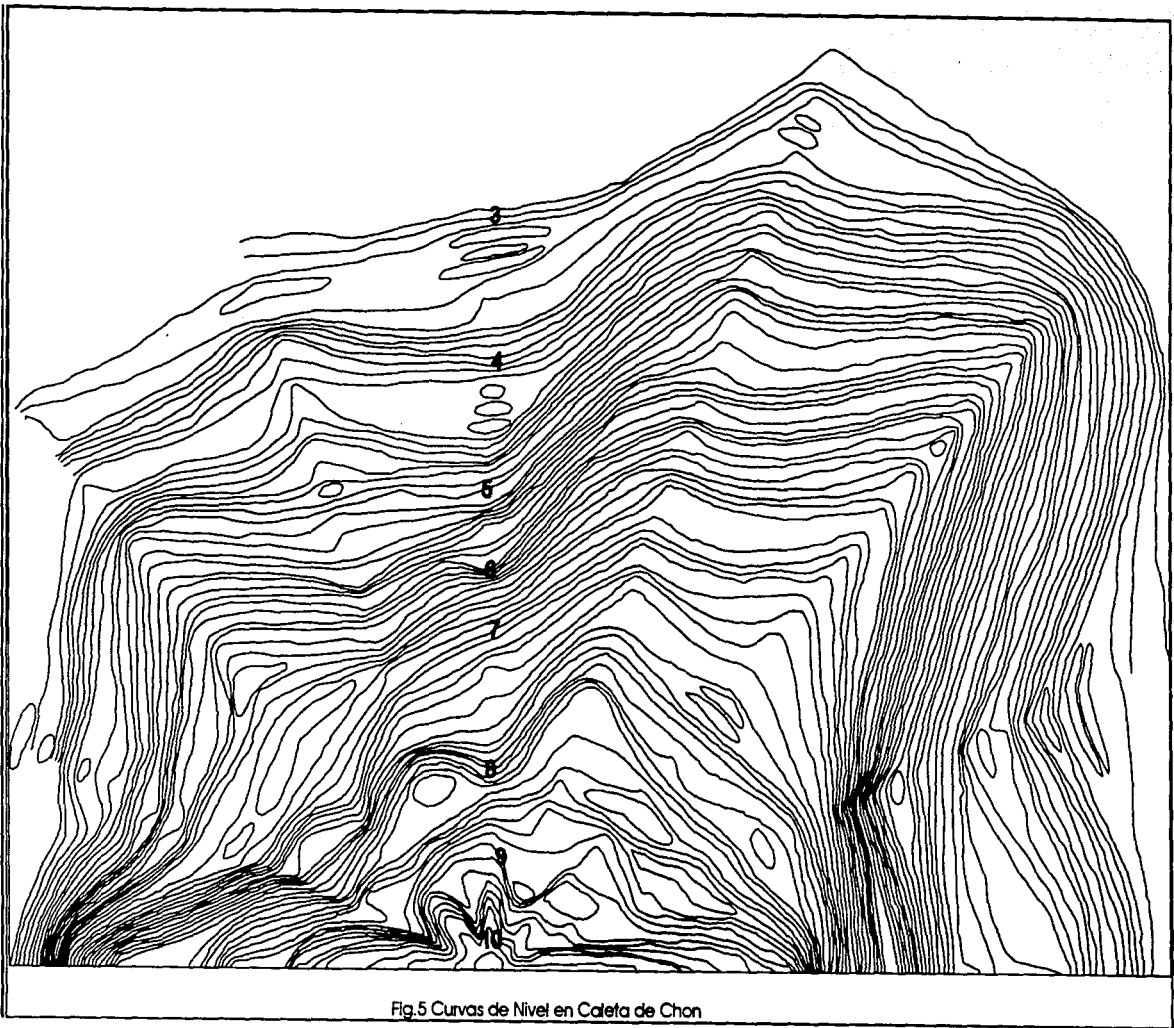


Fig.5 Curvas de Nivel en Caleta de Chon

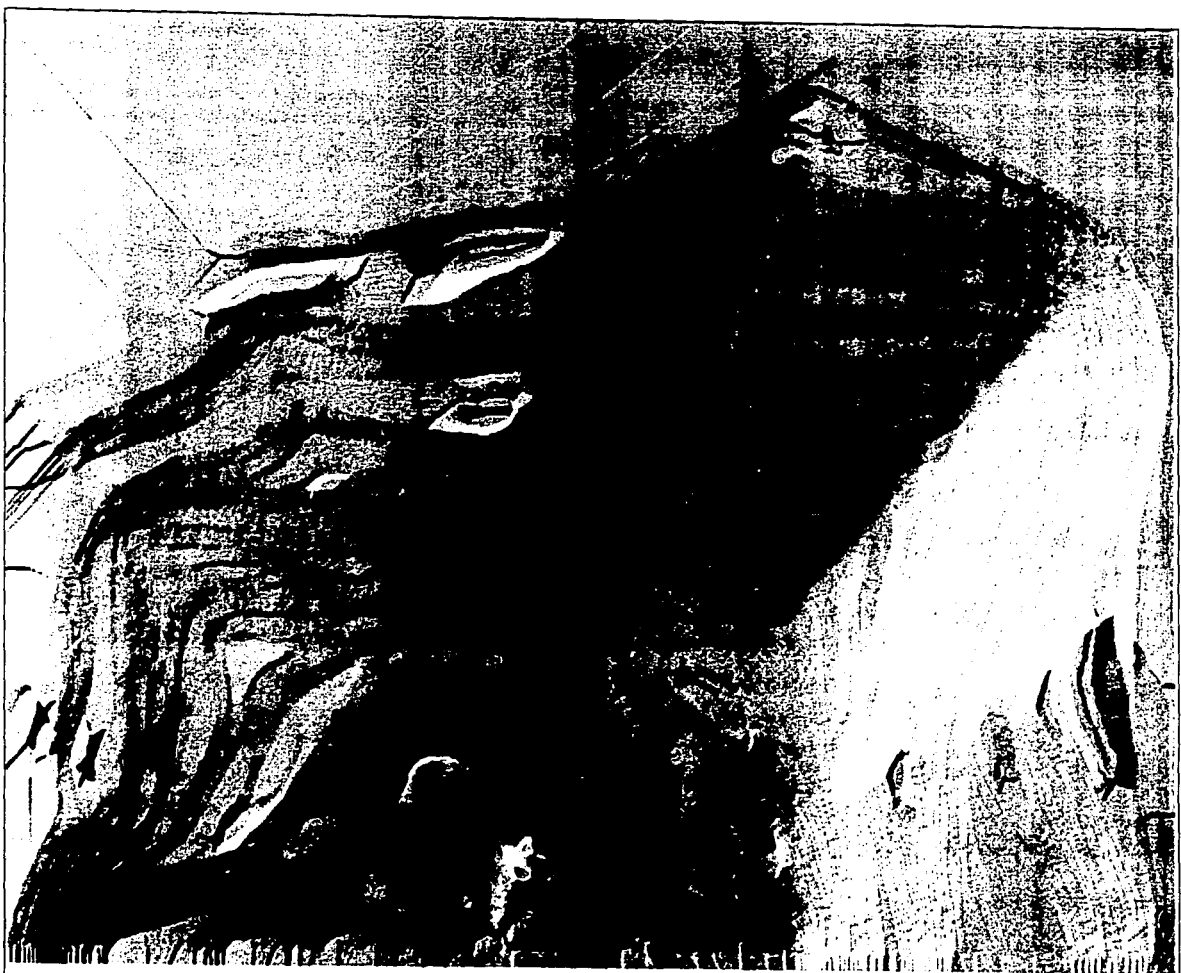


Fig. 6 Mapa de modelo sombreado de relieve de Caleta de Chon

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

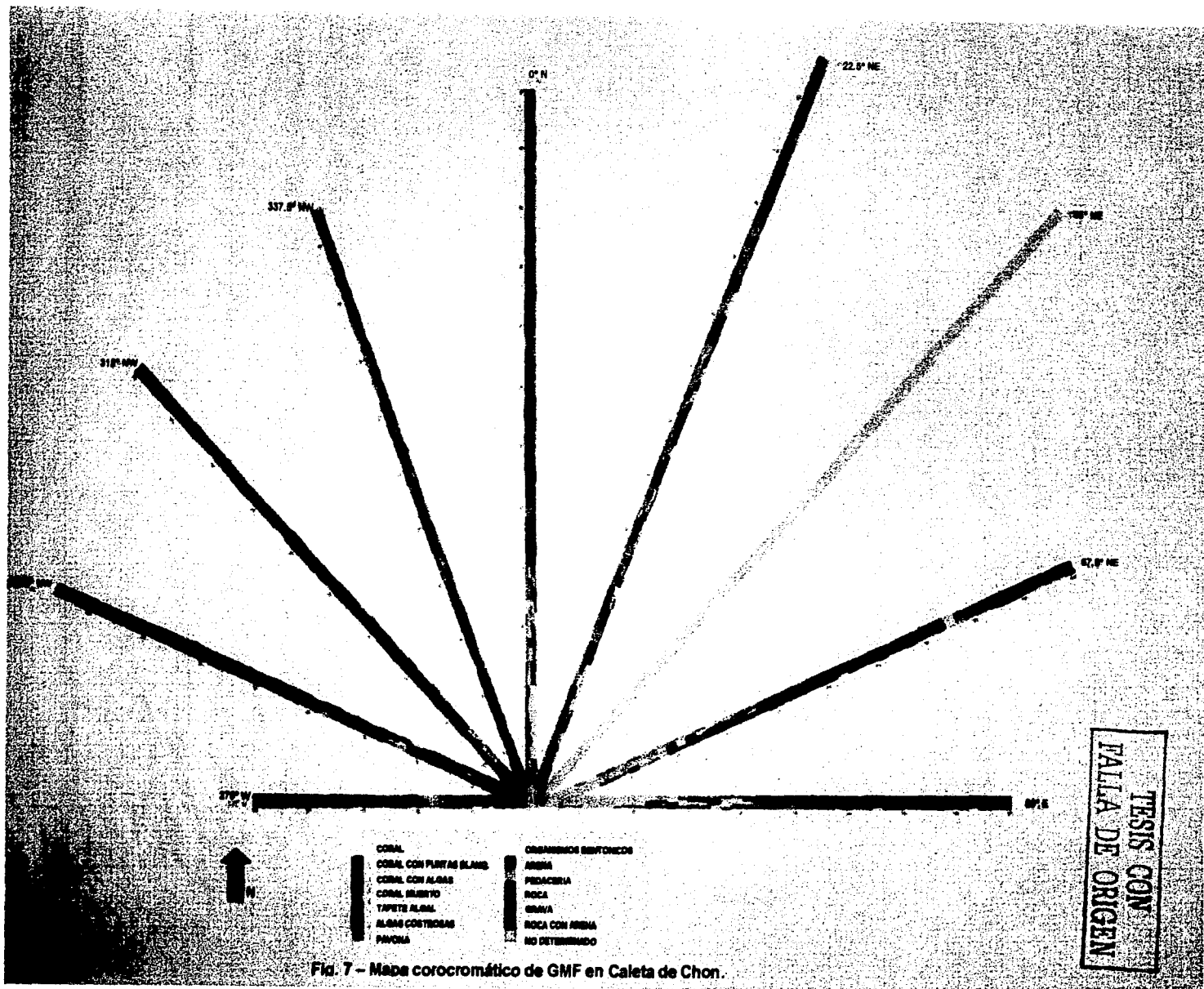


Fig. 7 - Mapa corocromático de GMF en Caleta de Chon.

## DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE CORALINO

De entre los tres paisajes, este paisaje presentó una cobertura total de 36.38% y se ubicó en la parte noreste y noroeste (NE y NW) en el área de estudio (fig. 18). La característica principal de este paisaje fue la presencia de coral escleractinio del género *Pocillopora* con las especies, *P. elegans*, *P. damicornis*, *P. meandrina*, *P. capitata* y *P. sp.* representados como coral (35.03% de cob. total), coral con puntas blanqueadas (25.35% de cob. total), coral cubierto de una fina capa de algas (1.07% de cob. total) y coral muerto (2.95% de cob. total), constituyendo el 64.4% de la cobertura de este paisaje (Fig. 8.1).

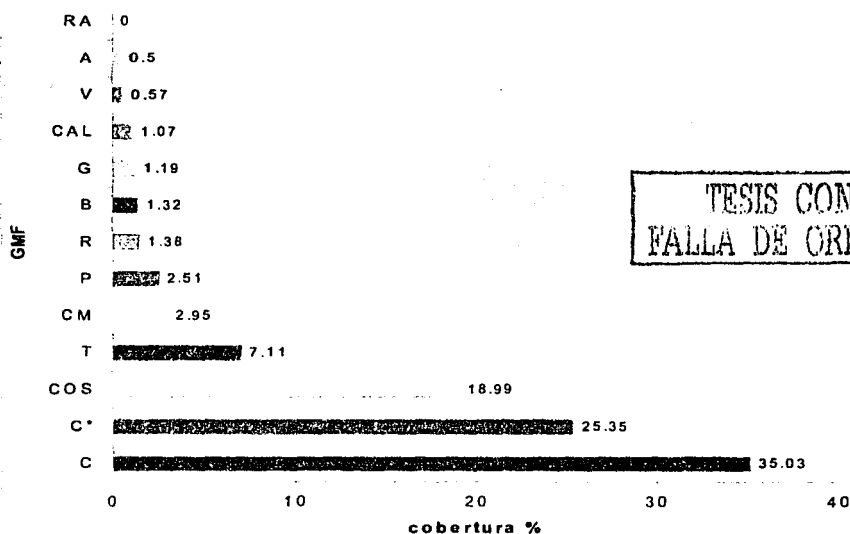


Fig. 8.1- Cobertura de grupos morfofuncionales en el Paisaje Coralino.

Asimismo, este paisaje presentó el mayor porcentaje de cobertura viva y esta constituido por las algas costrosas 18.99% de la cobertura total, tapetes algales 7.11% de cobertura, organismos bentónicos (estrellas, erizos, esponjas y



poliquetos) 1.32% de cobertura y coral incrustante *Pavona* 0.57% de la cobertura total en este paisaje (Tabla 5).

Por otra parte la complejidad topográfica es alta ya que las colonias de coral que conforman dicho paisaje que son diferentes especies y por lo tanto de tamaños variables (de 3cm a 20cm, obs. pers.), se encuentran entre los 8m y los 2.4m de profundidad. Los componentes coralinos se encontraron agregados en colonias dispersas en las zonas más profundas y donde la complejidad topográfica es baja casi plana y en colonias congregadas o de forma continua en zonas donde la complejidad topográfica es mayor y la pendiente es más pronunciada, que es donde se ubica la mayor parte de este paisaje (transecto 5 a partir del cuadro 26, T. 6 a partir del c. 32, T. 7 del c.25 y T. 8 del c.24).

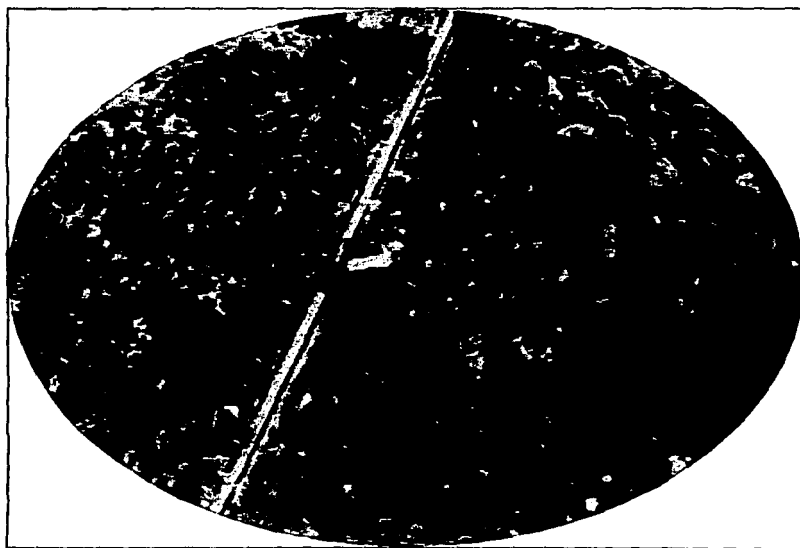


Figura 9. Coral del género *Pocillopora* en Caleta de Chon

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

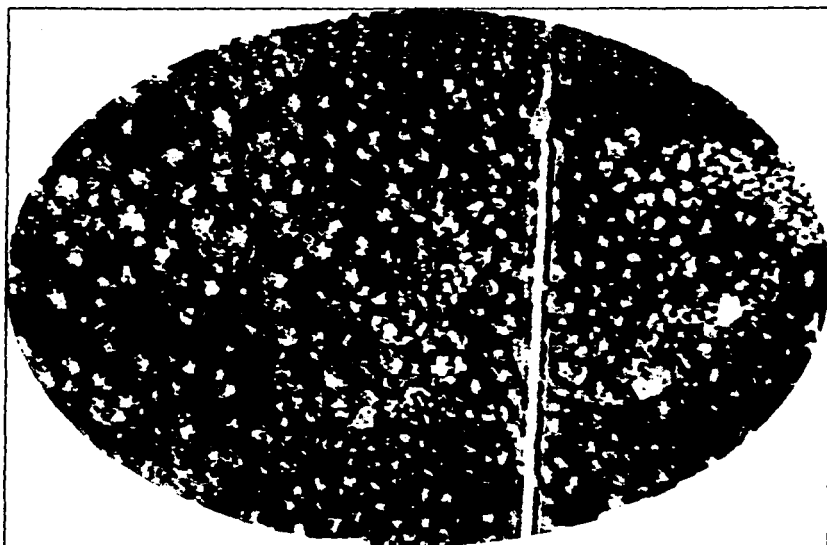


Figura 10. Coral con puntas blanqueadas del género *Pocillopora* en Caleta de Chon.

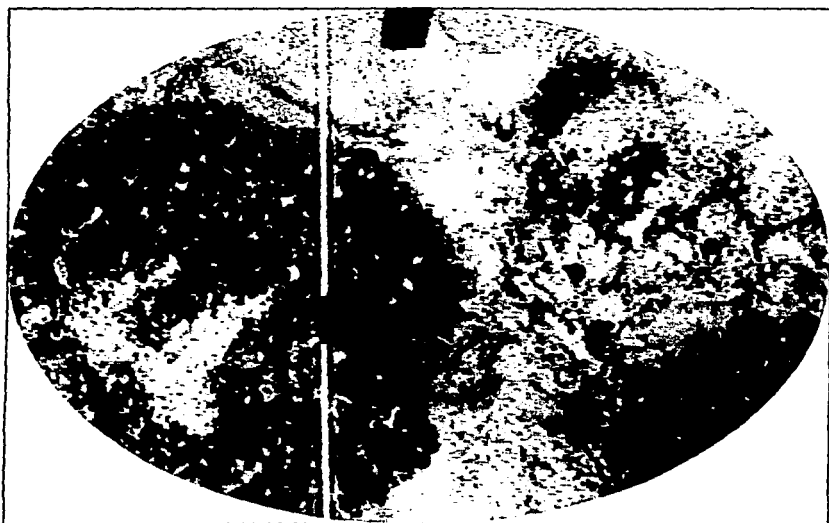


Figura 11. Coral del género *Pocillopora* cubierto por algas en Caleta de Chon.



Figura 12. Coral muerto del género *Pocillopora* en Caleta de Chon.

Respecto a la temperatura, esta no varió mucho en la Caleta y se mantuvo entre los 29° C en las partes mas someras y 27° C en las más profundas, esta se consideró dentro de los límites para el adecuado crecimiento, desarrollo y permanencia del coral. Asimismo los macizos rocosos (que se encuentran cubiertos por algas filamentosas y costrosas) se encontraron en una elevada proporción entre las colonias de coral y la presencia de las algas fue también muy evidente sobre estructuras muertas de coral y en la pedacería; los cúmulos de erizos se distribuyeron de manera óptima entre estos macizos rocosos y también entre las colonias de coral, respecto a los poliquetos y las esponjas estas prefieren el sustrato coralino que es donde más fueron vistos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

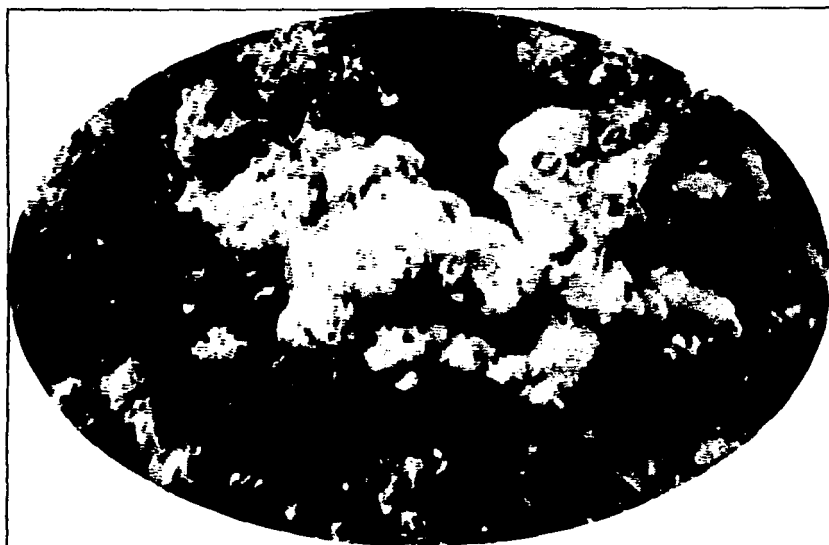


Figura 13. Coral Incrustante *Pavona* en caleta de Chon.

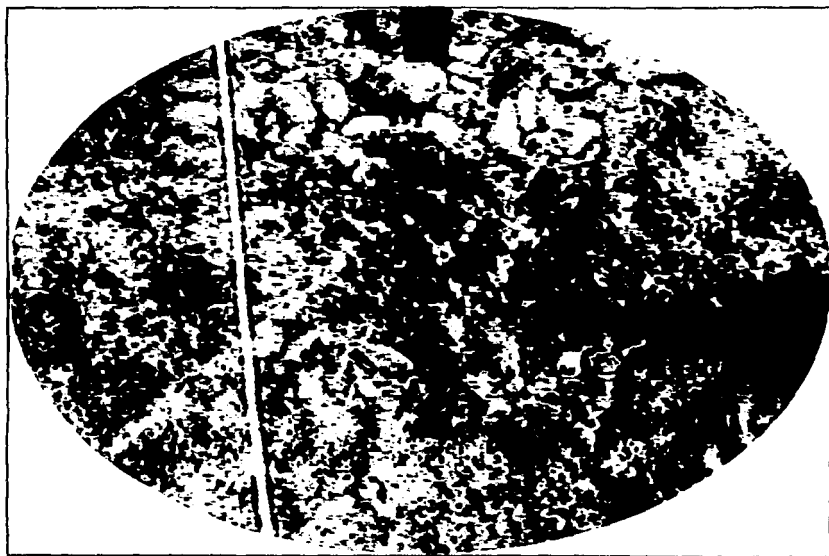


Figura 14. Esponja en Caleta de Chon

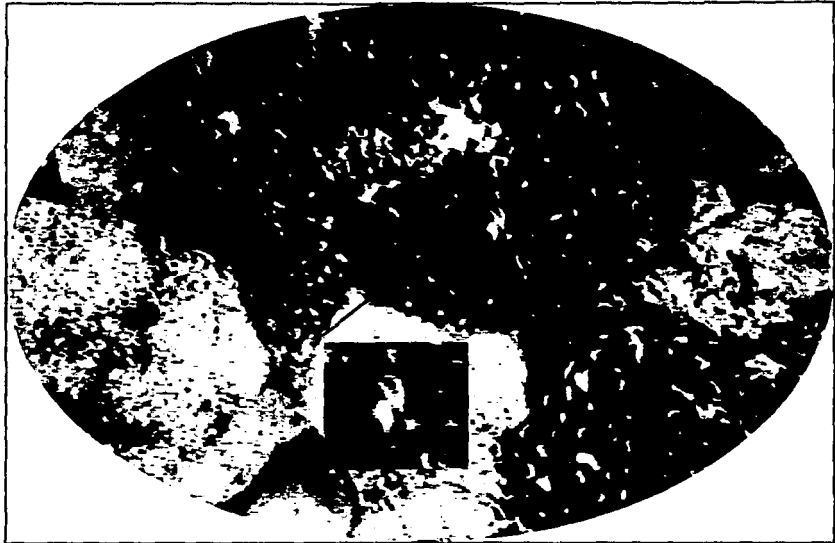


Figura 15. Poliquetos en Caleta de Chon

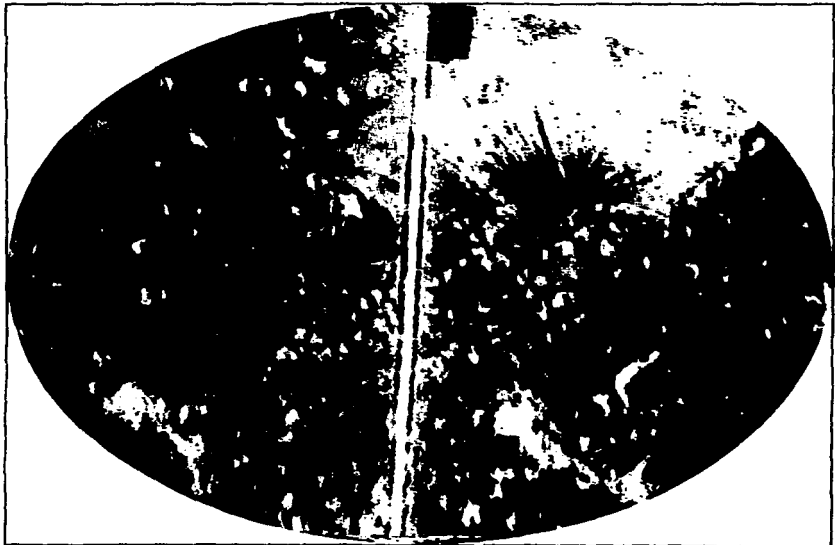


Figura 16. Erizo en Caleta de Chon

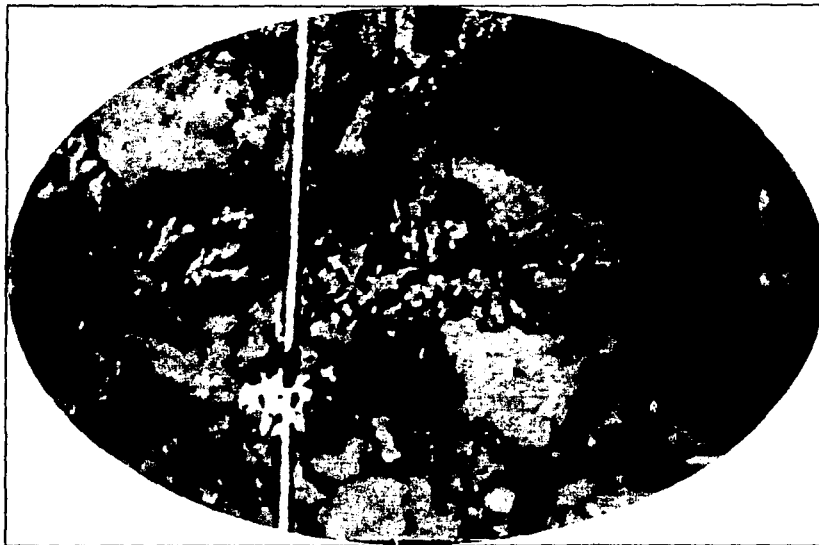
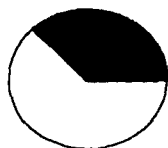
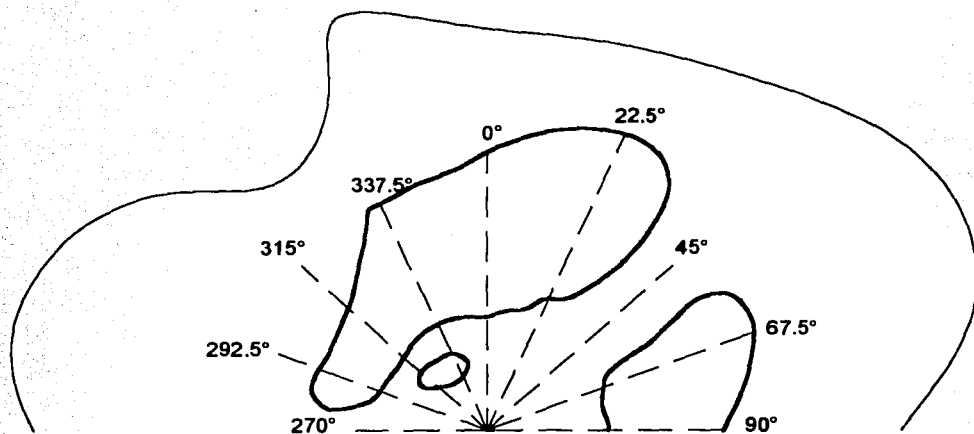


Figura 17. Pedacería de coral en Caleta de Chon

Dentro de este paisaje también se encuentran GMF inertes, el grupo dominante con cobertura no viva en este paisaje, (después del coral muerto) fue la pedacería de coral (2.51% de cobertura total); posterior a este grupo se presentaron las rocas pequeñas con 1.38% de cobertura; la grava tuvo una cobertura total de 1.19%; el grupo inerte que tuvo la menor cobertura en el paisaje coralino fue la arena con el 0.5% y el grupo de las rocas cubiertas por arena estuvo ausente en este paisaje (Tabla 5).

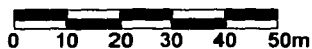
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# PAISAJE CORALINO



PORCENTAJE DE COBERTURA: 36.38 %

ESCALA GRAFICA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 18 - Cobertura del paisaje Coralino.

## DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE ROCOSO

Este paisaje presentó una cobertura total de 41.65%, localizándose en su mayoría en el lado noroeste (NW) de la Caleta. A su vez su distribución considera la presencia de varios parches de diferentes tamaños de los cuales algunos se ubican dentro del paisaje coralino (fig. 23 y 28).

Asimismo se puede decir que este paisaje es el que presentó un intervalo mayor de diferentes profundidades en su distribución encontrándose desde los 10.2m (que es la máxima profundidad registrada en la zona de estudio), hasta los 3m. La característica principal, es decir lo que define a este paisaje fue la presencia de grandes macizos rocosos cubiertos por algas filamentosas (35.33% de la cob. total) y algas costrosas (21.76% de la cob. total) que juntas conforman más de la mitad del porcentaje que cubre este paisaje (57.09%), además la presencia de grava (16.26% de cob. total) y las rocas pequeñas de forma redondeada (3.96 % de cob. total) (fig. 8.2).

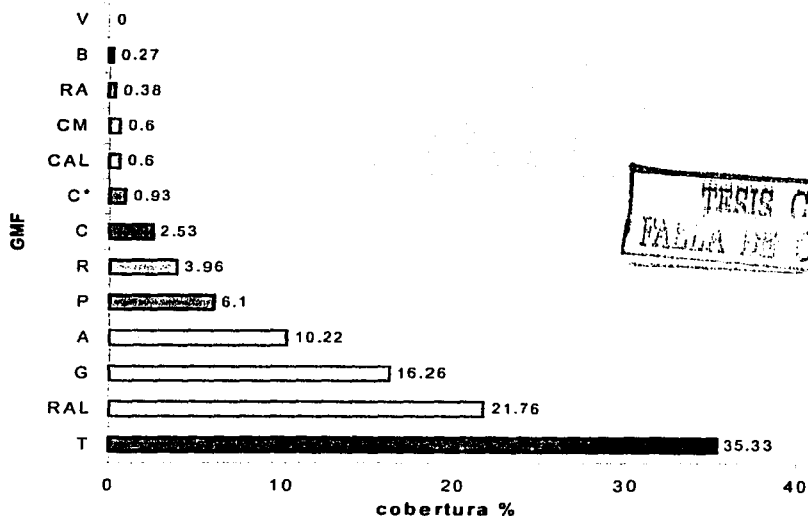


Fig. 8.2- Cobertura de grupos morfofuncionales en el Paisaje Rocoso.



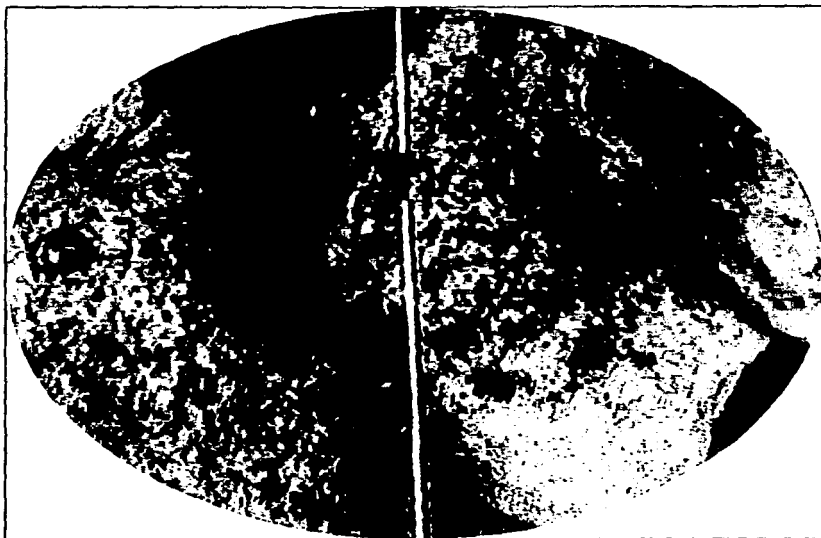


Figura 19. Tapete algal en Caleta de Chon.

Es importante mencionar que este paisaje fue el más heterogéneo en cuanto a la presencia y porcentaje de cobertura de GMF vivos y no vivos, ya que ambos se encuentran casi en igual proporción dentro del paisaje.

Como se observa en la figura 8.2 después de los macizos rocosos cubiertos por algas y grava, se encuentra el grupo conformado por arena con una cobertura de 10.22%, la razón de que este grupo tuviera un alto porcentaje dentro de este paisajes se debe a que se básicamente encuentra como sustrato entre los macizos rocosos por lo que su abundancia en este paisaje es también alta en comparación con el resto de los grupos de cobertura no viva (pedacería, roca, roca cubierta por arena y coral muerto, en donde juntos, los cuatro grupos forman el 11.4% de la cobertura total, la pedacería presenta el 6.1% de la cobertura total, seguido de las rocas pequeñas con el 3.96% de cobertura, el grupo de coral muerto con el 0.6% de la cobertura y finalmente las rocas cubiertas por arena con

el 0.38% de la cobertura total de este paisaje; el resto de los grupos, los de cobertura viva (coral, coral con puntas blanqueadas, coral cubierto con algas y el grupo de los organismos bentónicos) constituyen el 4.33% de la cobertura total en este paisaje, el coral presentó el 2.53% de la cobertura total; el grupo de coral con puntas blanqueadas tuvo una cobertura del 0.93% y el coral cubierto por algas representó solo el 0.6% de la cob. total. El grupo con la menor cobertura en el paisaje rocoso fue el de los organismos bentónicos representados por los erizos, estrellas y esponjas (0.27% de la cob. total) ya que el coral del género *Pavona* estuvo ausente de este paisaje (Tabla 5).

El paisaje rocoso presentó una complejidad topográfica alta (mayor a la del paisaje coralino), por la presencia de macizos rocosos de muy diversos tamaños, además de que se ubicó desde los 10.2m hasta 3m, aunque por lo general estas grandes rocas también se ubicaron dentro del paisaje coralino hasta los 2.4m de profundidad.

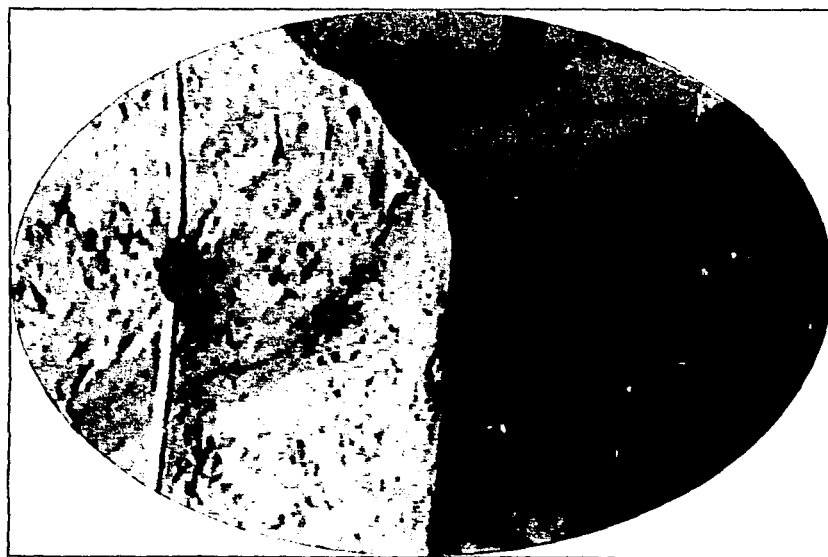


Figura 20. Roca con alga costrosa en Caleta de Chon.

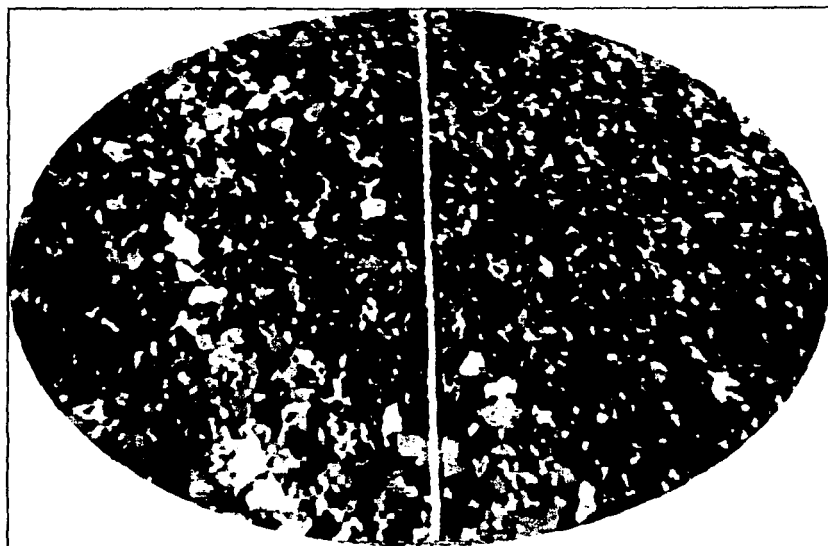


Figura 21. Grava en Caleta de Chon.

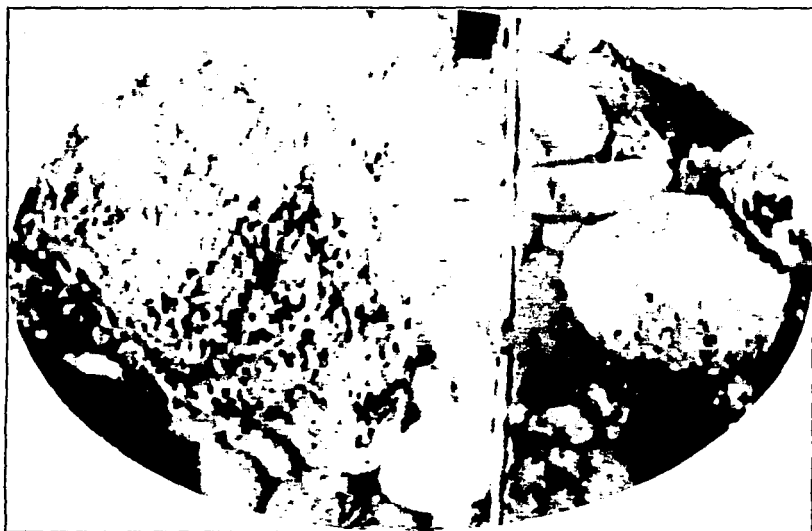
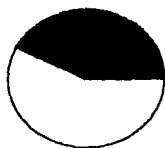
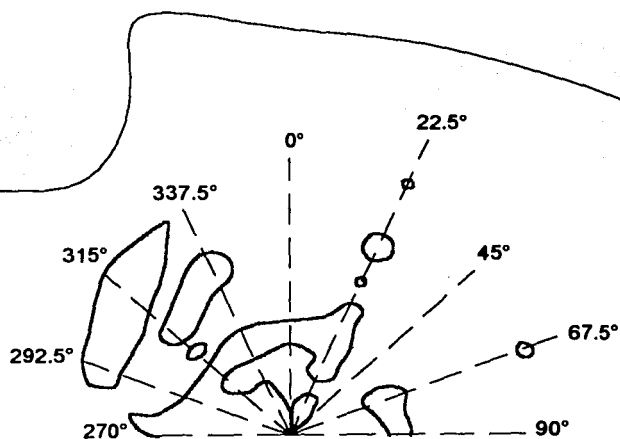


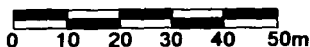
Figura 22. Rocas pequeñas en Caleta de Chon.

# PAISAJE ROCOSO



PORCENTAJE DE COBERTURA: 41.65%

ESCALA GRAFICA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 23 - Cobertura del paisaje Rocoso.

## DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE ARENOSO

Este paisaje presento una cobertura total de 21.97% (de las muestras obtenidas de la filmación de los transectos) y se encontró principalmente hacia el lado norte (N) y noreste (NE) del área de estudio. Asimismo básicamente lo encontramos en las zonas más profundas registradas en la Caleta a 10.2m y a 6.7m en la mínima profundidad. Además se consideró en la representación cartográfica un transecto (T.X) que no fue filmado en el que se observó un corredor de arena que medía 55m y se registró desde 10.2m hasta 5.4m (obs. per.)(Fig. 27). La característica principal de este paisaje fue la presencia del grupo arena que constituyó el 48.75% de la cobertura total del paisaje; el segundo grupo en importancia dentro de este paisaje fue el tapete algal (20.21% de la cobertura total), posterior a este grupo se encontraron las algas costrosas (9.37% de la cob. total); enseguida se encontró la pedacería (7.6% de la cob. total) y después la grava que cubrió un 6.98% (fig.8.3).

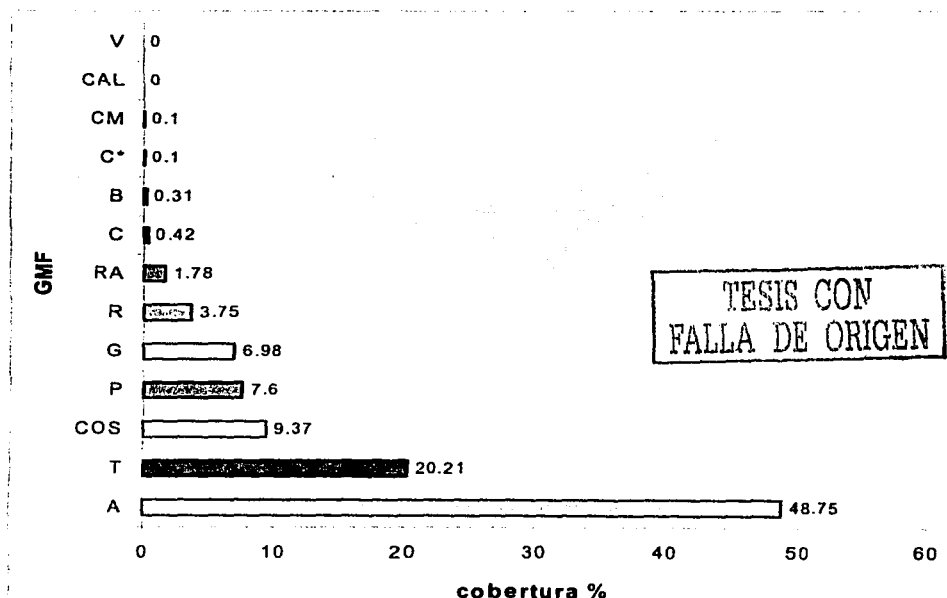


Fig. 8.3- Cobertura de grupos morfofuncionales en el Paisaje Arenoso.

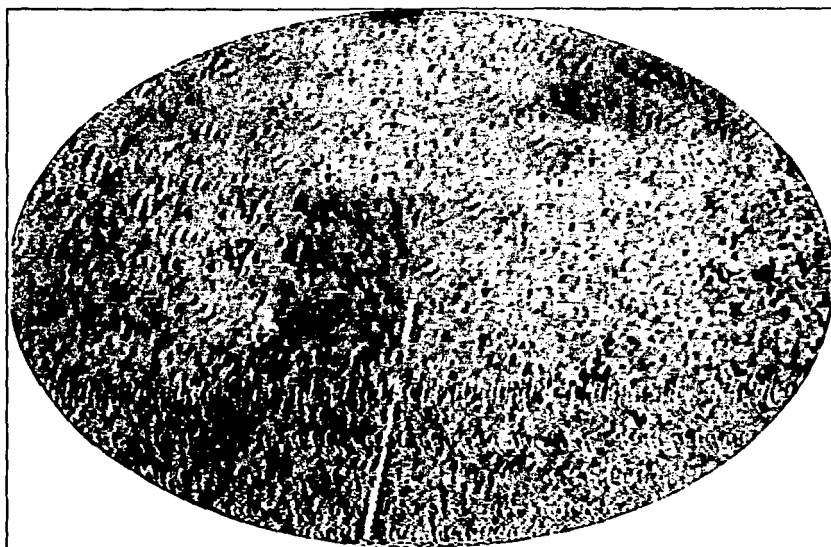


Figura 24. Arena en Caleta de Chon.



Figura 25. Estrella en Caleta de Chon.

Con valores de abundancia más pequeños se encontraron a los grupos de las rocas pequeñas que presentaron el 3.75% de la cobertura total y las rocas cubiertas por arena que constituyeron el 1.78% de la cob. total y en finalmente al coral muerto con tan solo el 0.1% de la cobertura total. Los grupos morfofuncionales vivos en este paisaje (excepto las algas), estuvieron pobremente representados en este paisaje, menos del 1% de la cobertura total (0.83%) y son el coral con 0.42%, coral con puntas blanqueadas con 0.1% y organismos bentónicos con 0.31%. A su vez no se encontró coral cubierto por algas y coral del género *Pavona* en este paisaje (Tabla 5).

La complejidad topográfica en este paisaje fue muy baja ya que es prácticamente plano. Este paisaje fue el que presentó el menor porcentaje de cobertura viva y dentro de los organismos bentónicos registrados, solo se ubicaron algunas estrellas y erizos. Normalmente son paisajes pobres respecto a la riqueza de especies o GMF y poco diversos (aunque esto no es una regla general) (Membrillo Venegas, 1999). Además como ya se mencionó este paisaje se encontró desde 10.2m hasta casi 7m de profundidad.

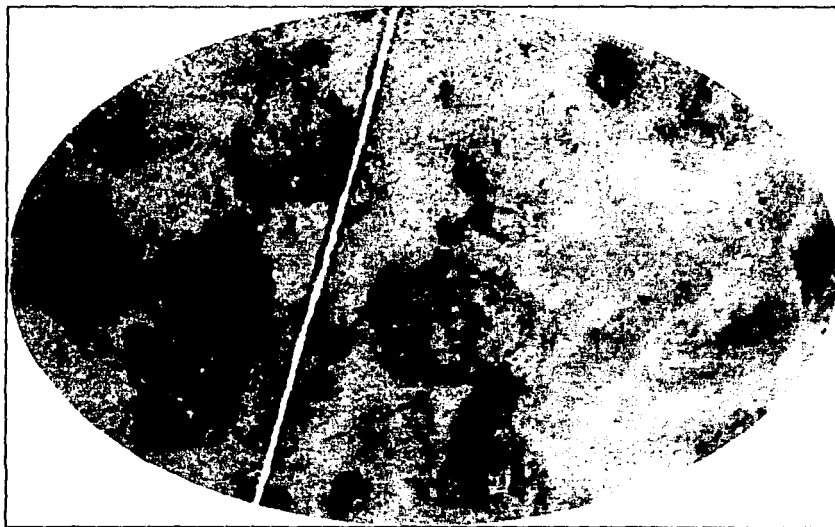
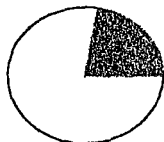
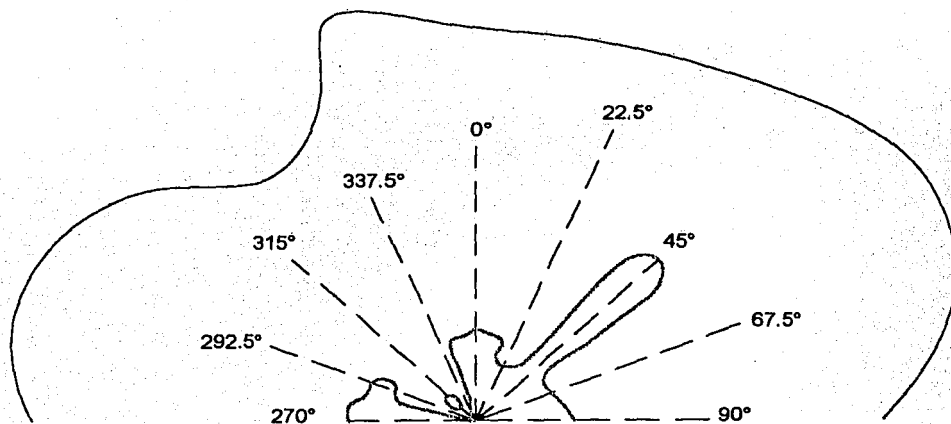


Figura 26. Rocas cubiertas por arena en Caleta de Chon.

Un aspecto importante es que en el transecto 1 se traslapan 2 paisajes, el paisaje rocoso y el paisaje arena, esto es posible si se considera que en este transecto se presenta casi en igual proporción a los grupos dominantes de cada uno de estos paisajes, lo que hace imposible la diferenciación entre uno y otro.

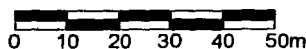


# PAISAJE ARENOSO



PORCENTAJE DE COBERTURA: 21.97 %

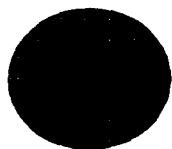
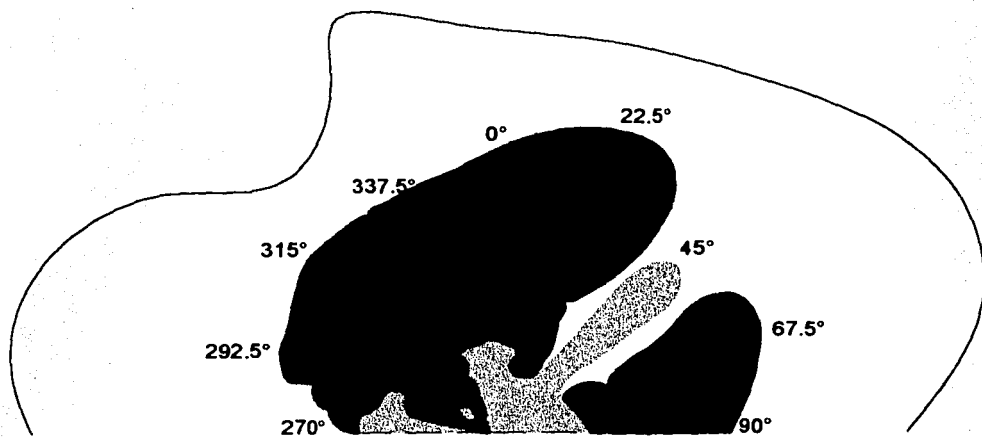
ESCALA GRAFICA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

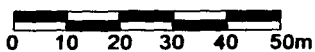
Fig. 27 - Cobertura del paisaje Arenoso.

# PAISAJES EN CALETA DE CHON



PORCENTAJE TOTAL: 100 %

ESCALA GRAFICA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 28 - Cobertura de los paisajes en Caleta de Chon.

La siguiente tabla muestra los valores de porcentaje de cobertura en cada paisaje, es decir la proporción de GMF; básicamente los GMF dominantes presentes en la localidad es lo que se consideró para la delimitación y descripción de los paisajes en Caleta de Chon.

TABLA 5. Porcentaje de cobertura de cada GMF por paisajes.

<b>GMF</b>	<b>ROCOSO</b>	<b>CORALINO</b>	<b>ARENA</b>
Tapete	<b>35.33</b>	7.11	<b>20.21</b>
Coral	2.53	<b>35.03</b>	0.42
Coral c/puntas blan	0.93	<b>25.35</b>	0.10
Coral c/ algas	0.60	1.07	0
Coral muerto	0.60	2.95	0.10
Pavona	0	0.57	0
Roca c/ alga cost	<b>21.76</b>	<b>18.99</b>	9.37
Arena	10.22	0.50	<b>48.75</b>
Pedacería	6.10	2.51	7.60
Grava	<b>16.26</b>	1.19	6.98
Roca	3.96	1.38	3.75
Roca c/ arena	0.38	0	1.78
Org. Bentónicos	0.27	1.32	0.31
N.D.	1.04	2.01	0.62
% Total	100	100	100

\*Los números resaltados corresponden a los valores más altos de cobertura.

## ANÁLISIS DE CLOROFILA A Y C EN MUESTRAS DE CORAL

El análisis de varianza (ANOVA) dio por resultado que no existen diferencias significativas en la concentración de clorofila A y C respecto al tipo de muestra (coral, coral con puntas blanqueadas y pedacería), tampoco se relaciona la concentración de la clorofila con la profundidad, por lo que no parecen ser datos importantes en la diferenciación de GMF. Sin embargo hay diferencias entre las especies que sugieren fisiologías distintas que resultarían muy interesantes de estudiar (Tabla 6).

**TABLA 6. Concentración de clorofila A y C, profundidades y especies en muestras de coral ramificado.**

Tipo de muestra	Transec	Metro	Prof	Clor A	Clor C	Especie
Normal	2	31	5.8	10.27872	8.40602	<i>Elegans</i>
Normal	2	31	5.8	7.20196	7.27442	<i>Meandrina</i>
Normal	2	24	6.5	6.84091	6.70095	<i>Elegans</i>
Normal	2	24	6.5	8.06542	8.4591	<i>Sp</i>
Normal	3	52	2.8	0.60539	0.75497	<i>Sp</i>
Normal	5	22	9.2	0.87784	1.4265	<i>Capitata</i>
Normal	5	22	9.2	4.2104	5.99452	<i>Capitata</i>
Normal	5	31	5.8	3.93005	9.02267	<i>Meandrina</i>
Normal	5	31	5.8	2.03313	2.81813	<i>Meandrina</i>
P. decoloradas	2	19	6.9	6.24659	5.63721	<i>Elegans</i>
p. decoloradas	2	19	6.9	3.18487	5.78429	<i>Capitata</i>
P. decoloradas	2	30	6	7.68625	8.77643	<i>Capitata</i>
P. decoloradas	2	30	6	7.42755	5.88237	<i>Sp</i>
P. decoloradas	3	30	5	0.50301	1.78589	<i>Sp</i>
P. decoloradas	3	33	4.5	2.38284	6.7205	<i>Elegans</i>
P. decoloradas	3	44	3.4	5.31944	9.365	<i>Damicornis</i>
P. decoloradas	3	52	2.8	6.29435	7.77143	<i>Elegans</i>
P. decoloradas	3	52	2.8	2.28923	6.44253	<i>Elegans</i>
P. decoloradas	5	22	9.2	0.56291	1.23867	<i>Sp</i>
P. decoloradas	5	22	9.2	2.04542	3.5077	<i>Capitata</i>
P. decoloradas	5	22	9.2	4.45051	8.55801	<i>Sp</i>
Pedacería	2	12	8	6.60805	11.40675	<i>Capitata</i>
Pedacería	3	23	6.8	0.07476	1.00808	<i>Elegans</i>
Pedacería	3	23	6.8	5.77495	4.15457	<i>Sp</i>
Pedacería	3	23	6.8	3.72398	4.25954	<i>Meandrina</i>
Pedacería	5	27	7.1	3.27066	3.67668	<i>Elegans</i>
Pedacería	5	27	7.1	2.57271	1.22273	<i>Damicornis</i>
Pedacería	5	27	7.1	3.19692	4.62898	<i>Elegans</i>
Pedacería	5	28	6.7	0.98388	0.71262	<i>Sp</i>
Pedacería	5	28	6.7	2.07003	6.84211	<i>Sp</i>
Pedacería	5	28	6.7	17.45395	11.90347	<i>Sp</i>

## Discusión

Con los resultados anteriormente descritos podemos conocer de manera general la estructura de los paisajes, los GMF que los conforman, su proporción y donde se ubican en la Caleta de Chon. Como se pudo ver, la mayoría de los GMF se encontraron en los tres paisajes, aunque con porcentajes de cobertura variable entre uno y otro y no presentaron un intervalo de profundidad definido.

El paisaje coralino presentó la más alta diversidad y cobertura de GMF vivos, lo que es consistente con la afirmación de que los arrecifes coralinos contienen una gran variedad de hábitats y condiciones para la permanencia de la vida como son grietas, declives profundos, cuevas, agujeros, estanques someros, etc., lo que permite el establecimiento de numerosas especies dentro de él, además de que por su complejidad también les provee de refugio.

En el paisaje rocoso se observó la dominancia de grandes macizos rocosos los cuales representan la superficie ideal para la fijación de las algas, aunque estas "no son muy exigentes al elegir donde desarrollarse" ya que pueden establecerse también en conchas, pedacería de coral, otros organismos vivos, madera y hasta en metal (Candelaria, 1985), lo que explica la elevada proporción de estos dos GMF de cobertura viva (filamentos y costras) en este paisaje, constituyendo su característica principal; respecto a los organismos bentónicos que se presentaron en este paisaje, estrellas, erizos y esponjas, (excepto poliquetos tubulares) se ubico en mayor proporción a los erizos los cuales juegan un papel importante en la relación erizo-alga ya que las algas constituyen la dieta básica de estos y así ayudan a mantener la estructura de los arrecifes; los otros organismos bentónicos tuvieron una cobertura menor. El coral en este paisaje estuvo representado por algunas colonias, las cuales en su mayoría se desarrollaron en los espacios que había entre las rocas. Los resultados obtenidos nos muestran que la diversidad en este paisaje fue menor en comparación con la del P. coralino, pero mayor que la del P. arenoso.

Por su parte el paisaje arenoso fue el que presentó el menor porcentaje de cobertura viva, esto sugiere que la arena no es el sustrato más indicado para el establecimiento de otros GMF. El GMF con el mayor porcentaje de cobertura viva fue el de las algas, las cuales básicamente se ubicaron sobre las rocas presentes en este paisaje; el coral estuvo pobremente representado (menos del 1%) esto también sugiere que además de que la arena no es el mejor sustrato para su fijación, hay un efecto de abrasión debido al movimiento del agua en combinación con la presencia de partículas de arena en suspensión lo que tiende a raspar y cubrir los pólipos de coral, asimismo disminuye la cantidad de luz que es necesaria para el crecimiento de estos organismos. El grupo de los organismos bentónicos estuvo representado por estrellas y erizos constituyendo solo el 0.31% de cobertura en este paisaje, sin embargo estos son organismos vágiles por lo que su distribución no se limita solo a este paisaje; no se encontraron esponjas ni poliquetos tubulares (organismos sésiles) en este paisaje. A su vez este paisaje fue el que presentó la menor diversidad.

Para la clasificación de los paisajes, estos fueron nombrados de acuerdo a las características y a la cobertura de los GMF visualmente dominantes y difieren mucho de los paisajes descritos en el Caribe, (que en conjunto con la barrera de Belice, Guatemala y Honduras, representan la segunda barrera arrecifal más grande del mundo después de la Gran Barrera Arrecifal Australiana, Garza-Pérez, 1999); es decir, para la delimitación de los paisajes tanto del Pacífico como del Caribe se utilizaron los mismos criterios (la presencia de GMF y su cobertura), pero debido a que en el Caribe se presenta una gran heterogeneidad de hábitats y mayor diversidad, (que a su vez está dada entre otros factores, por los mesológicos, mismos que le confieren de algún modo su manifestación, abundancia y distribución), además de presentar GMF distintos, es que se le otorgan nombres diferentes; sin embargo, es la cobertura de los GMF lo que se toma en cuenta al delimitar y nombrar los paisajes. Así, lo que yo ví en el Pacífico y lo llamé "Paisaje Coralino" es diferente al "Jardín Coralino" del Caribe

(Maldonado Gasca, 1998), por que son GMF diferentes, aunque los dos presenten al coral como GMF dominante.

El nombre otorgado a los paisajes también varía de acuerdo al autor, esto se debe a que la percepción individual que cada uno tiene del paisaje como evento dentro del proceso es diferente, es decir percibir un paisaje es un proceso complejo que incluye no solo la simple observación sino que además se ve complementado con nuestro conocimiento (alteración de la entidad real) y experiencia (información previa); esto hace que diferentes personas realmente vean paisajes distintos de un mismo lugar (que existe independientemente de la conciencia) y que su apreciación también varíe; lo cual permite que el sujeto cognoscente describa su propia percepción. Para entender y describir el paisaje se deben realizar varios tipos de análisis y posteriormente emitir un juicio propio de acuerdo a las herramientas que utilizamos para dicha descripción, lo que nos permitirá reconocer los diferentes elementos y estructuras en los paisajes.

Una vez obtenidos los paisajes, que no son sino las partes de un todo mayor, podemos integrar el conocimiento adquirido para tener un panorama general de la Caleta de Chon, que resultaría casi imposible de abordar sin dividirla en sus diferentes paisajes.

Es de esta forma que podemos ver que los grupos de las algas en primer lugar y los corales en segundo, fueron los dominantes en la Caleta de Chon y representan a los principales componentes de la cobertura bentónica, lo que explica por que estos grupos son considerados como los responsables de la mayor parte de la producción primaria en la mayoría de los arrecifes coralinos (Littler y Littler, 1985; Reichelt, *et. al.*, 1986).

Considerando que las algas presentan intervalos de tolerancia a factores físicos y químicos mayores que los corales y que además buena parte de las algas presentan estrategias de vida denominadas "oportunistas", la proporción de estos

dos grupos en un arrecife nos puede dar una idea sobre el estado o condición de salud del arrecife. Una alta cobertura de las algas puede ser indicador de diferentes perturbaciones; sean naturales o antropogénicas (estas causan la mortalidad en los corales y favorecen el desarrollo algal) y por consecuencia puede ser un buen indicador de la condición de este ecosistema (Morand y Briand, 1996; Connell, 1997). Un estudio llevado a cabo en la Gran Barrera en Australia (Mc Cook *et. al.*, 1997), nos indica que una alta abundancia de macroalgas se considera como consecuencia de una disminución de cobertura coralina y por tanto de la degradación del estado general de un arrecife.

No obstante, en la "Caleta de Chon" los grupos de las algas dominantes (filamentos y costras), presentan valores de cobertura sobre el coral (coral, coral muerto y pedacería) muy bajos y representan solo el 6.52% de la cobertura total en el área de estudio, por lo que sería arriesgado asegurar que el ecosistema se esté degradando; sin embargo este valor (que es relativamente bajo), nos indica que se está presentando un problema de daño en el coral lo cual podría cambiar la dinámica y composición de los demás organismos bentónicos, produciendo a su vez, cambios en la estructura y función del ecosistema; es de esta forma que el presente trabajo sirve como base para futuros proyectos en donde se realice un análisis mas detallado que nos permita conocer la (s) causa (s), medir su magnitud y generar posibles vías de solución.

Con relación a los otros grupos morfofuncionales, los organismos bentónicos (erizos, estrellas, esponjas y poliquetos), se pudo ver que su cobertura en los paisajes fue relativamente baja (0.71%), sin embargo pese a este valor, se dice que aunque la cobertura de estos grupos sea pequeña, el efecto de estos sobre la dinámica de la comunidad arrecifal es muy relevante (Muckelbauer, 1990), ya que las especies raras son las que presentan los mayores cambios ecológicos y evolutivos (Adjeroud, 1997). Además se ha visto que este grupo de organismos y otros como peces, moluscos, crustáceos y equinodermos (ofiuros y pepinos), que en este caso no fueron registrados por la videografía (obs. pers.),



por su intensa herbivoría son esenciales para mantener la estructura de los arrecifes y en ausencia de estos herbívoros los arrecifes pueden ser asfixiados por excesivos crecimientos algales. (Graham y Wilcox, 2000).

En cuanto a la distribución de los GMF vivos, se considera que esta es el resultado de la interacción que se da entre procesos biológicos internos (factores intrínsecos), la interacción entre el uso de los recursos y la habilidad de adaptación de estos a cambios ambientales (factores extrínsecos) y por consiguiente también regulan la estructura de las comunidades bentónicas en el paisaje; esto es evidente, por ejemplo, con el efecto de las corrientes, las cuales influyen en los patrones de distribución de los GMF; en la caleta observamos que en la parte más profunda (en donde se encuentra la arena), la cobertura del GMF coral fue considerablemente menor que en la parte somera, esto se debe a que al haber corrientes se propicia el levantamiento de sedimentos que al estar en suspensión puede ser causante del deterioro o mortalidad de los corales y al dejar estructuras muertas, provee de sustrato a grupos de algas competidoras (Rogers, 1993). Asimismo, la luminosidad también influye en los procesos de distribución, en este caso en las zonas más profundas penetra una menor cantidad de luz lo que explica que el coral se encuentre en las partes menos profundas de la localidad en donde la luz es abundante.

Por otra parte el GMF constituido por las algas presentó un rango más heterogéneo de distribución, esto se debe a la gran capacidad de adaptación de las algas a diferentes condiciones ambientales; estas se ubicaron en toda la localidad desde las partes profundas hasta las someras.

Respecto a los organismos bentónicos se observó que el mayor porcentaje de cobertura se ubicó en la zona arrecifal, lo que coincide con la literatura la cual señala que estas estructuras, al presentar una gran diversidad de hábitats, proveen a otros organismos de las condiciones necesarias para su permanencia y

desarrollo, haciéndolo uno de los ecosistemas más diversos, complejos y productivos del planeta (Lewis, 1981; Chávez e Hidalgo, 1988).

Respecto al diseño de muestreo, la elección de la dirección de los transectos fue hecha considerando que de esta forma se puede abarcar en buena medida el área de estudio y siguiendo estos ejes radiales se logró la identificación de zonas diferentes entre sí, lo que permitió delimitar distintos paisajes que fue el objetivo de este trabajo.

Con el uso de la videografía submarina se obtuvieron imágenes permanentes de los sitios que fueron muestreados lo que permite volver a analizar las muestras en caso de considerarse necesario y para hacer comparaciones posteriores. Asimismo esta técnica ha probado su eficiencia al ser comparada con otros métodos de muestreo en comunidades bentónicas; es un método rápido y fácil que permite que el área muestreada sea mayor que si se hace recolectando las muestras; a pesar de su bajo poder taxonómico, permite la identificación de formas de vida, que es el nivel utilizado para este estudio (Carleton y Done, 1995; Aronson y Swanson, 1996; Osborne y Oxley, 1997)

En cuanto al número de puntos en la pantalla para estimar la cobertura de GMF en cada cuadro de video, se utilizó una metodología propuesta en otros trabajos. Aronson y Swanson (1996) establecen que 10 puntos al azar por cuadro son suficientes; Osborne y Oxley (1997) proponen 5 puntos ubicados uno en cada esquina y uno en el centro de la pantalla. Maldonado-Gasca (1998) estimó que entre 12 y 15 puntos al azar eran suficientes para obtener buenos niveles de estimación de cobertura (> 80%). Membrillo-Venegas (1999) dispuso que 13 puntos colocados sistemáticamente en la pantalla de modo que esta se dividiera en cuatro partes con 5 puntos cada una se cubren prácticamente todos los sectores de la imagen y da buenos niveles de estimación de la cobertura.

Asimismo, el análisis de GMF fue adecuado para los objetivos del presente estudio. Los únicos GMF que pudieron crear cierta confusión al momento de observar las imágenes fueron los correspondientes a las algas (tapetes y costras) ya que su diferenciación fue sumamente difícil por la resolución del video. Además analizar a nivel de GMF se ha realizado en trabajos similares con buenos resultados (Done *et. al*, 1981; Bradbury *et. al.*, 1986; Chancerelle, 1996).

Por otra parte con el mapa obtenido del modelo sombreado de relieve se puede observar el patrón de profundidad en la Caleta de Chon, el cual varía entre 10.2m en la zona más profunda y 2.4m en la zona más somera; esta representación gráfica complementa la descripción de cada paisaje. Asimismo se observa que en la parte NE de la Caleta (en el transecto 6 y X, principalmente) los valores de profundidad obtenidos en cada cuadro fueron más repetitivos, la profundidad no varió radicalmente entre un cuadro y otro, es decir se mantuvo casi la misma profundidad en varios cuadros del transecto, a diferencia de la parte W (transectos 1, 2, 3 y 4) en donde se aprecia que los valores de profundidad cambiaron paulatinamente entre un cuadro y otro.

## **Conclusión**

La TPA es una teoría que pretende explicar a la naturaleza, es una visión general del mundo, la cual explica la base epistemológica de todo proceso natural y la Ecología del Paisaje es una herramienta, una metodología que permite una mayor aproximación de la realidad. El presente trabajo tuvo como objetivo utilizar esta herramienta para dar a conocer la estructura de los diferentes paisajes submarinos bentónicos de la Caleta de Chon en cierto espacio-tiempo, en donde se desarrolla una formación arrecifal de importancia ecológica, económica y social. Dicho conocimiento obtenido es la transformación de la entidad real, es decir la *alteración subjetiva* de los procesos (consciente o inconsciente).

El paisaje se concibe como un evento complejo resultado del devenir de cada uno de los individuos, que lo conforman y por las características arquitectónicas (tamaño medio de estructuras coralinas y de la biota arrecifal no coralina) y las características geomorfológicas (profundidad, relieve, inclinación, agregación y complejidad topográfica), que se expresan en función de sus propias potencialidades y capacidades y de las diferentes condiciones ambientales bióticas y abióticas que transcurren en el espacio y en el tiempo.

La importancia de dividir un espacio en paisajes distintos permite apreciar una diferenciación al interior del territorio, ya que la realidad geográfica es tan compleja que resulta casi imposible abordarla de un solo golpe de vista en sus paisajes, razón por la cual el método sugiere la desintegración en unidades de paisaje que facilitan la interpretación y la forma de obtener conocimiento (proceso alterado) de esa realidad.

Básicamente, en esta localidad se diferenciaron tres paisajes, el Paisaje Coralino, el Paisaje Rocoso y el Paisaje Arenoso, los cuales fueron descritos basándose en los GMF presentes. La evaluación realizada también permitió

conocer la cobertura de cada GMF en los diferentes paisajes lo que finalmente nos muestra como es su estructura.

Es claro que este trabajo permitió alcanzar los objetivos propuestos, al identificar y describir los diferentes paisajes arrecifales utilizando grupos morfofuncionales y establecer la regionalización del área de estudio que es la Caleta de Chon. Cada paisaje es un momento en la dinámica del ecosistema, que ofrece una imagen completa e integral del territorio, lo cual constituye el punto de partida de estudios posteriores que se enfoquen en su funcionamiento y dinámica temporal.

Por otra parte, el uso de la videografía submarina como técnica de muestreo de comunidades bentónicas resultó ser adecuada para cumplir con los objetivos de este estudio, sin alterar o dañar las comunidades presentes.

Respecto al mapa que representa el modelo sombreado de relieve, este nos permitió conocer gráficamente como varía la profundidad en la zona de estudio utilizando las herramientas que nos ofrece un Sistema de Información Geográfica "SIG", el cual se puede definir como la "Base de Datos Computarizada" que contiene información espacial (Cebrian y Mark, 1986) o como un conjunto de herramientas que reúne, introduce, almacena, recupera, transforma y cartografía datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos (Burrough, 1988); lo cual para el presente trabajo representa una tecnología que apoya y aporta información importante en los estudios de Ecología del Paisaje y Ecología Marina.

Con relación a los análisis de la concentración de clorofila A y C con los tipos de muestra los resultados obtenidos no aportaron ninguna información valiosa para conocer el estado del coral en esta localidad; indicándonos que se requiere de otro tipo de análisis para lograr este objetivo en particular.

Finalmente, es importante mencionar que dada la importancia ecológica, económica y social que representan los arrecifes es necesario realizar un esfuerzo para conservarlos, ya sean grandes arrecifes o pequeñas comunidades coralinas como lo es "Caleta de Chon".

## **Perspectivas**

A partir de este trabajo se pueden abordar temas relacionados con la ecología de algunas especies y los factores que determinan su distribución espacial. Así mismos provee de un marco de referencia para evidenciar cambios posteriores debido a disturbios naturales o antropogénicos;

Sienta las bases para la realización de estudios de esta naturaleza en otras zonas de Zihuatanejo con el fin de conocer su estructura y con esto se pueden hacer comparaciones entre zonas; o se puede llevar a cabo en la misma zona para conocer el cambio en la distribución espacial de los paisajes y sus componentes a través del tiempo.

Conociendo la estructura del paisaje se pueden realizar otros estudios y proyectos a escalas más pequeñas que contribuyan en el conocimiento de la diversidad total de esta área y como influye en la composición y función de los paisajes o a escalas más grandes como los que emplean técnicas de percepción remota. Puede ser útil para complementar y verificar imágenes de fotografía aérea y crear mapas.

También puede servir de base para definir áreas que por su valor ecológico o estético requieren protección (Chancerelle, 1996). Se pueden establecer programas de monitoreo ambiental a través de los cuales sea posible detectar perturbaciones (sus causas, efectos y como aminorarlos).

Finalmente, a través del uso de técnicas como la Ecología del Paisaje, es posible la realización de estudios prospectivos que nos permite hacer una caracterización general en tiempo y espacio de los diversos ecosistemas, que se encuentran en nuestro país.

## Literatura citada

- ADJEROUD, M. 1997. Factors influencing spatial patterns on coral reefs around Moorea, French Polynesia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 159:105-119
- AGUILAR, D. 1998. Estructura de la comunidad bentónica del arrecife de Mahaua, Quintana Roo, México. Tesis de maestría CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 82p.
- ANÓNIMO, 1973. Convenio de colaboración entre la Comisión del Río Balsas y el Instituto de Biología de la U.N.A.M, para un estudio de reconocimiento de la región costera de los estados de Michoacán y Guerrero. *Inst. Biol. Univ. Nal. Autón, México*, 17p. Mimeog.
- ARAMONI, S. G., 1983. Alimentación de las langostas *Panulirus inflarus* (Bouvier) y *P. Gracilis* Streets en Zihuatanejo, Gro. y su relación con el bentos. Tesis profesional, Fac. Ciencias, UNAM, 66p.
- ARONSON, R.B. y D. W. SWANSON.1996. Video survey of coral reef: uni and multivariate applications. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. Panamá*
- ARONSON, R.B. y D. SWANSON.1988. Video survey of coral reef: uni and multivariate applications. *Proceeding of the 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium.:* In Press
- BAQUEIRO, C.E.,1975. Observaciones sobre la biología y ecología de las "almejas roja, negra y blanca" (*Megapitaria aurantiaca*, *M. squalida* y *Dosinia ponderosa*) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro. Tesis Profesional. Fac. Ciencias UNAM, 117p.
- BAQUEIRO, C.E., 1979. Sobre la distribución de *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (Gray) en relación a la granulometría del sedimento (Bivalvia: Veneridae): Nota científica. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 4 (1): 27-79.
- BAQUEIRO, C. E. y J. STUARDO, 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow., 1831), *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1938) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro., México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 4(1): 161-208
- BERTRAND, G. 1968. Paysage et géographie physique globale, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39 (3): 249-272.



- BRADBURY, R. H. y P.C. YOUNG. 1981. The effects of a major forcing function, wave energy, on a coral reef ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5: 229-241.
- BRADBURY, R. H., Y. LOYA, R. E. REICHEL T y W. T. WILLIAMS. 1986. Patterns in the structural typology of benthic communities on two coral reefs on the central Great Barrier Reefs. *Coral Reefs* 4: 161-167.
- BRIONES, F.P. y E. LOZANO, 1977. Aspectos generales sobre la biología y pesquerías de las langostas (*Panulirus inflatus* y *P. gracilis*) en Zihuatanejo, Gro. y áreas circunvecinas. Tesis profesional, Fac. Ciencias U.N.A.M 50p.
- BURROUGH, P. 1988. Principles of Geographical Information Systems for Land resources assessment. Oxford, Oxford University Press.
- CANDELARIA, S. C. 1985. Caracterización de la Ficoflora de la Localidad de Puerto Escondido, Guerrero. Tesis profesional, Fac. Ciencias U.N.A.M 172p.
- CARLETON, J. H. y T. J. DONE. 1995. Quantitative video sampling of coral reef benthos: large-scale application. *Coral Reefs* 14:35-46
- CARRANZA-EDWARDS, A.,M. GUTIÉRREZ-ESTRADA y R. RODRÍGUEZ-TORRES, 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *An. Centro. Cienc. del mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 2 (1): 81-88.
- CASO, M.E., 1957. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. III. Algunas especies de los holoturoideos litorales de la costa Pacífica de México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 28: 309-338.
- CASO, M.E., 1963. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Descripción de una nueva especie de holoturia de un nuevo subgénero (*Paraholothuria* n. sg.). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 34:367-380.
- CASO, M.E. 1964. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Descripción de un nuevo subgénero del género *Microthele* (*Paramicrothele*) *zihuatansensis*. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 35: 105-114.
- CASO, M.E. 1965. Estudio sobre los equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de Zihuatanejo y de la Isla de Ixtapa (primera parte). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 36: 253-291.
- CEBRIÁN DE MIGUEL, J. A. y MARK, D. 1986. Modelos topográficos digitales, en *Métodos cuantitativos en Geografía: enseñanza, investigación y planeamiento*, Madrid, A. G. E., pp. 292-334.

- CHANCERELLE, Y. 1996. Caractérisation des paysages récifaux sous – marins de l'île de Moorea (Polynésie Française). Thèse Doctorale. Université Française du Pacifique. 165 p.
- CHÁVEZ, M. L., 1972. Estudio de la flora marina de la Bahía de Zihuatanejo y lugares adyacentes. *Mem. IV Congr. Nac. Ocean. (México)*: 265-271.
- CHÁVEZ E. A. y E. HIDALGO. 1988. Los arrecifes coralinos del Caribe noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. U. N. A. M.* 15(1): 167-176
- CONNELL, J. H. 1997. Disturbance and recovery of coral assemblages. *Coral Reefs* 16, Suppl: S101-S113.
- CORONADO-MOLINA C. y AMEZCUA- LINARES F. 1988. Distribución de los peces demersales de la costa de Guerrero en el Pacífico de México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 15 (2):67-94
- CRAIK, W., R. KENCHINGTON y G. KELLEHER. 1990. Coral reef management. En: Dubinsky, Z. (Ed) *Coral reefs*. Elsevier, Amsterdam. Pp. 453-467
- DONE, T. J., R. A. KENCHINGTON y L. D. ZELL. 1981. Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. Manila.* 1: 299-308
- DONE, T. J. 1995. Ecological criteria for evaluating coral reefs and their implications for managers and researchers. *Coral Reef* 14: 183-192
- DRDOS, J. 1992. On the carrying capacity of environment, *Geografía y Desarrollo*, nums. 3/7, Revista del Colegio de Geógrafos Posgraduados, A.C., México, pp. 19-24.
- FORMAN, R. 1995. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*, Cambridge University Press, N.Y.
- GARCÍA, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). *Inst. Geog. Univ. Nal. Autón. México.* 264p.
- GARCÍA, R. A. y MUÑOZ, J.J. 2002. El paisaje en el ámbito de la Geografía. *Temas selectos de Geografía de México.* 140p.
- GARZA-PERÉZ, J.R. 1999. Análisis comparativo de cuatro comunidades coralinas, arrecifales del Caribe Mexicano. Tesis de Maestría, CINVESTAV, I.P.N. Unidad Mérida. 64pgs.

- GÓMEZ, E.D. 1997. Reef management in developing countries: A case study in the Phillipines. *Coral Reefs* (1997) 16 Suppl: S3-S8
- GÓMEZ, F. Y SALVADOR, P. 1992. Urbanización, paisajes y espacios naturales en el entorno de las grandes ciudades: el saler y la albufera de Valencia, en Martín J. F., Actas de las Quintas jornadas sobre el paisaje. Segovia, España 31-48
- GONZALEZ, GONZALEZ, J. 1991. Los procesos transformados y los procesos alterados: Fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico, *UROBOROS* 1 (2): 45-90
- GONZALEZ, GONZALEZ, J. 1992. Flora ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. *CIENCIAS*. 6:13-33
- GOUREAU, T., N. GOUREAU y T. GOUREAU. 1979. Corales y arrecifes coralinos. *Investigación y Ciencia*. 37: 18-33
- GRACIA, G. A., 1978. Fecundidad en la langosta *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) (Crustacea Decapoda: Paniluridae). Tesis profesional, Fac. Ciencias Univ. Autón. México, 37p.
- GRAHAM, E. L. Y WILCOX, W. L. 2000. Algae. Prentice- Hall, Inc. 640p.
- GUTIÉRREZ, C. D., C. GARCÍA, M. LARA, C. PADILLA, J. PIZAÑA y R. MACÍAS. 1993. Caracterización de los arrecifes coralinos de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Q. Roo. Sian Ka'an Serie Documentos. (1): 1-47.
- HUBBS, C. L. y RODEN G. I. 1964. Oceanography and marine life along the Pacific Coast of Middle América. In: Wauchope R. (Ed.). A Handbook of Middle American Indians. University of Texas Press. Texas, USA. 143-186.
- JAMES, A. 2001. Landscape Ecology. *Encyclopedia of Life Sciences*. Macmillan Publishers, Ltd, pp.1-7
- JEFFREY, S. W.; R. F. C.MANTOURA y S. W. WRIGHT. 1997. Phytoplankton Pigments in oceanography: guidelines to modern methods. UNESCO. Publishing. France. 661p.
- JONGMAN, R.H.G. 1995. Introducción. En: R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak y O.F.R. van Tongeren (Eds). Data analysis in community landscape ecology. Cambridge University Press. Cambridge. Pp: 1-9
- JORDÁN, D. E. 1979. Estructura y composición de los arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. *An. Centro Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 6(1): 69-86.

- JORDÁN, D. E. 1989. Efecto de la morfología del sustrato en el desarrollo de la comunidad coralina. *An. Centro Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 16(1): 105-118.
- LEWIS, J.B. 1981. Coral reef ecosystem. En: A.R. Longhurst (Ed.) *Analysis of marine ecosystem.* Academic Press, London. Pp. 127-159
- LITTLER, M. J., P. R. TAYLOR y D. S. LITTLER. 1983. Algal resistance to herbivory on a Caribbean barrier reef. *Coral Reefs* 2: 111-118
- LITTLER, M. J., y D. S. LITTLER. 1985. Factors controlling relative dominance of primary producers on biotic reefs. *Proc. 5<sup>th</sup>. Int. Coral Reef Congr. Tahiti.* 4:35-39
- LOPEZ GOMEZ, NORMA A. 1993. Caracterización de la Ficoflora sublitoral de Acapulco y Zihuatanejo Gro. Tesis de Licenciatura UNAM 89p.
- LOZANO, C.F. 1983. Oceanografía, Biología Marina y Pesca. Tomo I Ed. Paraninfo S.A. 357-364.
- MALDONADO-GAZCA, A. 1998. Estructura del paisaje arrecifal bentónico de Mahahual, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría CINEVESTAV-IPN Unidad Mérida. 88p.
- MARTÍNEZ, A., E. LOZANO, P. BRIONES y S. CORTES, 1976. Aspectos generales de la biología, ecología y semicultivo de las langostas (*Panulirus gracilis* y *P. inflatus*) en la Isla Ixtapa, Gro. y áreas circunvecinas. Informe final 4ª etapa, Programa uso de la zona costera de los estados de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S.R. H. Y Centro de *Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, contrato CRB-038/76-E. 50p.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 1983. Cultura y Ciencia del Paisaje, *Agricultura y Sociedad*, 27: 9-32.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 1998. El concepto de Paisaje como instrumento de conocimiento ambiental, en Martínez de Pisón (ed.), *Paisaje y medio ambiente*, Fundación Duques de Soria-Univ. De Valladolid, España, p.p 45-56
- MATEO J. M. Y M. A. ORTÍZ. 2001. La Degradación de los paisajes como concepción teórico-metodológica", Serie Varia, Nueva Época, núm. 1. Inst. Geografía, UNAM, México.
- MC COOK L. J., PRICE I. R. y D. W. KLUMPP. 1997. Macroalgae on the GBR: Causes or consequences, indicators of models of reef degradation? *Proc. 8<sup>th</sup> Int Coral Reef Sym* 2:1851-1856.

- MEMBRILLO-VENEGAS, N. 1999. Descripción de los paisajes arrecifales en la laguna del arrecife Alacranes, Yucatán México. Tesis de maestría, CINVESTAV, I.P.N. Unidad Mérida. 100 pgs.
- MORAND, P. y X. BRIAND. 1996. Excessive growth of macroalgae: A symptom on environmental disturbance. *Botánica Marina* 39:491:516
- MORTON, J. 1974. The coral reefs of the British Salomon Island, a comparative study of their composition and ecology. *Proc. 2<sup>nd</sup>. Int. Coral reef Symp.* 2: 31-53.
- MUCKELBAUER, G. 1990. The shelf of Cozumel, México: topography and organisms. *Erlangen* 23: 185-240.
- MUNN, R. E. 1993. Monitoring for ecosystem integrity, en Woodley, S. *et al.*, Ecological integrity and the management of ecosystems, St. Lucie Press, Florida, pp. 105- 115.
- MUÑOZ, J. 1981. Paisaje vivencia y Paisaje objeto en los planteamientos integrados del análisis geográfico. En Bustos, G. I *Coloquio Ibérico de Geografía*, Universidad de Salamanca, España, pp 55-66
- NÁJERA, R.A. 1967. Algas de la familia Dictyotaceae (División Phaeophyta) de la Bahía de Zihuatanejo, México. Tesis Profesional, Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 90 p.
- NAVEH, Z. 1994. Landscape Ecology: Theory and application. Springer-Verlang.
- ODUM, E.P. 1985. Ecología. Interamericana S.A. México. Pp. 380-386
- OSBORNE, K. y W.G. OXLEY. 1997. Sampling benthic communities using video transects. En: S. English, C. Wilkinson y V. Baker. (Eds.). Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science. Townsville. Pp363-376.
- PALACIO, J. L y LUNA L. 1993. Sistemas de Información Geográfica. Introducción al manejo del Integrated Land and Water Management Information System (ILWIS). Ver. 1.3. *Instituto de Geografía UNAM*.
- PÉREZ, G.M., 1967. Algas de la familia Corallinaceae (División Rhodophyta) de la Bahía de Zihuatanejo, México. Tesis Profesional, Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 115p.
- PHILLIPS, J. C., G. A. KENDRICK y P. S. LAVERY. 1997. A test of functional group approach to detecting shifts in macroalgal communities along a disturbance gradient. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 153: 125-138

- PONCE-MARQUEZ M.E. 1987. Posibles efectos de los sólidos suspendidos en algunas especies de corales del arrecife "El Garrafón" Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Tesina de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- PREOBRAZHENSKY, B. V. 1981. Mapping the reef biocenoses: A landscape method. *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.* Manila. 2: 321-328.
- REICHELTL, R. E., Y. LOYA y R. H. BRADBURY. 1986. Patterns in the use of space by benthic communities on two coral reefs of the great barrier reef. *Coral Reefs*. 5:73-79
- REBELE, F. 1994. Urban Ecology and special features of urban ecosystems, *Global Ecology and Biogeography letters*, 4: 173-187.
- ROGERS, C. S. 1985. Degradation of Caribbean and Western Atlantic coral reefs of decline of associated fisheries. *Proc. Fth. International Coral Reef Congress, islas Vírgenes* 1: 1-7.
- ROGERS, C. S. 1993. Hurricanes and coral reefs: the intermediate disturbance hypothesis revisited. *Coral Reefs* 12:127-137.
- SALCEDO, M. S., GREEN G., GAMBOA, C. A. y GÓMEZ, P. 1988. Inventario de macroalgas y macroinvertebrados bentónicos, presentes en áreas rocosas de la región de Zihuatanejo, Guerrero, México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 15 (1): 73-96
- SALE, P.F. 1999. Recruitment in space and time. *Nature* 397: 25-26
- SALVAT, B. 1987. Human impacts on coral reefs: Facts and recommendations. Antenne Museum EDHE. Moore. 165-184.
- SANCHEZ, R. P. y PONCE M. E., 1996. Métodos Hidrobiológicos II. Estudio y colecta de organismos marinos, estuarino, lagunares y de agua dulce. UAM Iztapalapa. 208 p.
- TOVAR, M. E. y A.M. SÁNCHEZ, 1974. Descripción de las variaciones estacionales de algunos grupos planctónicos en relación con elementos ambientales en la Bahía de Zihuatanejo. Tesis Profesional, Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 34p.
- TROLL, G. 1960. Die Geographische Landschaft and ihre Erforschung. *Studium generale*, 4/5: 163-181.
- TROLL, G. 1971. Landscape ecology (geo-ecology) and bio-ceonology- a terminology study. *Geoforum* 8: 43-46.

TUNNELL, J. W., A. RODRÍGUEZ, R. LEHMAN Y C. BEAVER. 1993. An ecological characterization of the southern Quintana Roo coral reef system. Texas A y M University, USA. 36p.

TURNER, G.M. y R.H. GARDNER. 1991. Quantitative methods in landscape ecology: An introduction. En: G.M. Turner y R.H. Gardner (Eds.) Quantitative methods in landscape ecology. The analysis and interpretation of landscape heterogeneity. Springer – Verlag, N.Y. pp 3-14

URBAN, L. D; O'NEAL V. R; SHUGART H. H. 1987. Landscape Ecology. A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. *ByoScience* Vol. 37 No. 2 pp.119-127

WEINBORN, J. A., 1975. Estudio preliminar de la biología, semicultivo y ecología de los palinuridos de Zihuatanejo *Panulirus gracilis* Streests y *P. inflatus* (Bouvier). Informe final 3ª etapa, Programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H. Y Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, contrato OCE- 03-74. 52P.

WEINBORN, J. A., 1977. Estudio preliminar de la biología, semicultivo y ecología de los palinuridos de Zihuatanejo, Gro. México *Panulirus gracilis* Streests y *P. inflatus* (Bouvier). *An Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 4(1):27-79.

WELLS, S.M. 1995. Science and management of coral reefs: problems and prospects. *Coral Reefs* 14:177-181.

WYRTKI, R. 1965. Corrientes superficiales del Océano Pacífico oriental tropical. *Bull. Am. Trop. Tuna. Com.* 9(5):270-295

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Centro. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp.*, 2: 1-306.

ZONNEVELD, I. S. 1972. Textbook of photo – Interpretation, Vol. 7 (Chapter 7: Use of aerial photo interpretation in geography and geomorphology). ITC. Enschede.

ZONNEVELD, I.S. 1990. Scope and concepts of lanscape ecology as an emerging science. En: I.S. Zonneveld y R.T.T. Forman (Eds.) *Changing Landscapes: An ecological Perspective*. Springer-Verlag. N.Y. pp.3-20

ZONNEVELD, I.S. 1995. Land Ecology, an introduction to Landscape Ecology as a base for Land Evaluation, Land Management and Conservation, SPB, Amsterdam.

**ZVONKOVA, T. V. 1985. Fundamentos Geográficos de los peritajes ecológicos (en ruso). Editora de la Universidad Estatal de Moscú.**