

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES



**IMPACTO DEL USO RECREATIVO SOBRE LA FAUNA
MACROBENTÓNICA EN PLAYAS ARENOSAS DE LA
CIUDAD DE BAHÍA DE CARÁQUEZ, MANABÍ, ECUADOR**

Presentada por:

ALAN EMILIO GARCÍA BERMÚDEZ

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN CIENCIAS AMBIENTALES**

LIMA – PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“IMPACTO DEL USO RECREATIVO SOBRE LA FAUNA
MACROBENTÓNICA EN PLAYAS ARENOSAS DE LA
CIUDAD DE BAHÍA DE CARÁQUEZ, MANABÍ, ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

ALAN EMILIO GARCÍA BERMÚDEZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Marta Williams León
PRESIDENTE

Mg.Sc. Zulema Quinteros Carlos
PATROCINADORA

Mg.Eng. María Cristina Miglio Toledo
MIEMBRO

Dr. Edgar Sánchez Infantas
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios por haberme colmado de bendiciones y darme una familia como la que tengo.

A mis Padres, Emilio Manuel García y Yenny Elizabeth Bermúdez, porque supieron darme la confianza necesaria y el apoyo incondicional para recorrer el camino hasta llegar a esta etapa de mi vida, soy el resultado de sus grandes enseñanzas, espero no defraudarlos.

A mis hermanos Tarin, Jesús y Yenny quienes con su cariño y amistad me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mi sobrina María Elizabeth por ser la alegría de mi vida

AGRADECIMIENTO

Al finalizar mis estudios de postgrado quiero dejar constancia de mi eterno agradecimiento a las siguientes instituciones y personas.

A PRONABEC organismo peruano de becas al facilitarnos y brindarnos el apoyo becario de intercambio cultural. A la Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado y Maestría en Ciencias Ambientales a todas sus autoridades por habernos brindado la oportunidad de recibirnos en sus aulas para alcanzar una profesión superior digna y respetable.

Mi agradecimiento especial para la Blga. Zulema Quinteros Carlos, M. Sc. Directora de mi Tesis, Biol. María Laura García, M. Sc. Tutora externa; Lcdo. Ac. Patricio Panta Vélez, M. Sc.; Ing. Ag. Vinicio Alvarado, M. Sc.; Ing. Agrícola Julissa Ávila Artola, por sus acertadas orientaciones en la elaboración de esta tesis.

A la Universidad Técnica de Manabí, carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, mi Alma Mater por acogerme una vez más en el desarrollo de mi investigación.

A los Señores miembros del tribunal de Tesis por su espíritu de colaboración.

Finalmente a cada uno de mis amigos y compañeros por los excelentes momentos.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Comunidades Macrobentónicas de las playas arenosas.....	6
2.3. Relaciones Fauna-Sedimento.....	7
2.4. Impactos en el Bentos	9
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Área de Estudio.....	12
3.2. Metodología	15
3.2.1. Campo.....	15
3.2.2. Laboratorio	18
3.2.3. Caracterización de la diversidad.....	19
3.2.4. Caracterización de las actividades antrópicas	21
3.2.5. Determinación y jerarquización de los impactos de las actividades antrópicas sobre la fauna macrobentónica	22
3.2.6. Plan de manejo ambiental.....	27
3.2.7. Plan de control de los aspectos ambientales significativos	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Físico.....	29
4.1.1. Penetrabilidad.....	29
4.2. Biológico.....	30
4.2.1. Abundancia.....	30
4.3. Riqueza Específica y Diversidad	33

4.4.	Variación de los organismos durante los tres meses de muestreo	33
4.4.1.	Comparación de Riqueza, Abundancia y Diversidad	35
4.5.	Riqueza Específica.....	36
4.6.	Diversidad.....	37
4.6.1.	Equidad de Pielou (J')	38
4.7.	Análisis de Clústers.....	38
4.8.	Análisis Multivariado de Correspondencia.....	41
V.	CONCLUSIONES	43
VI.	RECOMENDACIONES	45
VII.	BIBLIOGRAFÍA	47
VIII.	ANEXO MATRIZ DE LEOPOLD	53
IX.	ANEXO FOTOGRÁFICO	55
X.	ANEXO ENCUESTA A VISITANTES	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización geográfica de las diferentes playas de Bahía de Caráquez	12
Tabla 2. Actividades antrópicas en playas arenosas de Bahía de Caráquez.....	21
Tabla 3. Actividades antrópicas que generan impactos ambientales en las principales playas de Bahía de Caráquez. (A= alto, B=bajo, M= medio)	23
Tabla 4. Aspectos ambientales y su potencial de impacto ambiental.....	27
Tabla 5. Aspectos ambientales y sus controles a ejecutar	28
Tabla 6. Penetrabilidad de la arena en las diferentes playas de Bahía de Caráquez	29
Tabla 7. Abundancia de organismos presentes en las diferentes playas de Bahía de Caráquez.....	30
Tabla 8. Índices de Diversidad para las tres playas en estudio.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de las Playas de Bahía de Caráquez. Arriba: Playa El paseo de Roberto y Playa El Faro. Abajo: Playa Punta Bellaca.	13
Figura 2. Estaciones de Muestreo.....	17
Figura 3. Jerarquización de impactos generados por cada actividad recreativa y antrópicas.	24
Figura 4. Jerarquización de impactos de mayor magnitud	25
Figura 5. Variables ambientales que tienes mayor impacto por actividades recreativas	26
Figura 6. Penetrabilidad (cm) de la arena en las diferentes playas de Bahía de Caráquez..	29
Figura 7. Relación de Penetrabilidad vs número de poliquetos en playa Roberto	31
Figura 8. Relación de Penetrabilidad vs número de poliquetos en playa El Faro	31
Figura 9. Relación de Penetrabilidad vs número de poliquetos en playa Punta Bellaca	31
Figura 10. Relación de Penetrabilidad vs número de bivalvos en playa Roberto	32
Figura 11. Relación de Penetrabilidad vs número de bivalvos en playa El faro	32
Figura 12. Relación de Penetrabilidad vs número de bivalvos en playa Punta Bellaca	32
Figura 13. Variación de la población de individuos en el periodo de estudio playa: Paseo Roberto.....	33
Figura 14. Variación de la población de individuos en el periodo de estudio playa: El Faro	34
Figura 15. Variación de la población de individuos en el periodo de estudio playa: Punta Bellaca.....	35
Figura 16. Riqueza específica en las diferentes playas de Bahía de Caráquez	36
Figura 17. Abundancia de organismos macrobentónicos en las diferentes playas de Bahía de Caráquez.....	37
Figura 18. Índice de Diversidad en las diferentes playas de Bahía de Caráquez	37
Figura 19. Índice de equidad (J') en las diferentes playas de Bahía de Caráquez.....	38
Figura 20. Análisis de clúster inter-específico y entre las playas en estudio del mes de mayo 2015.....	38
Figura 21. Análisis de clúster interespecífico y entre las playas en estudio del mes de junio 2015.....	39
Figura 22. Análisis de clúster interespecífico y entre las playas en estudio del mes de julio 2015.....	39

Figura 23. Análisis general de clúster interespecífico y entre las playas en estudio de los tres meses de muestreo.....	40
Figura 24. Análisis multivariado del conjunto de especies estudiadas.....	41

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 1. Playas de Bahía de Caráquez: Paseo de Roberto, El Faro y Playa Punta Bellaca.....	14
Fotografía 2. Medición de la cara de la playa.....	15
Fotografía 3. Criba metálica	18
Fotografía 4. Lavado y preservación de los organismos macrobentonicos	18
Fotografía 5. Identificación de los organismos macrobentonicos	19
Fotografía 6. Peces medición frontal.....	56
Fotografía 7. Cangrejos de playa	57
Fotografía 8. Gusanos vermes	57
Fotografía 9. Medición de bivalvos	58
Fotografía 10. Caracoles de playa de diversas formas y tamaños	59
Fotografía 11. Conchas marinas diminutas	59
Fotografía 12. Estrellas de mar.....	60

RESUMEN

El intermareal es un vínculo crítico entre los sistemas terrestres y marinos. La comunidad macrobentónica intermareal contiene diversos organismos consumidores de nutrientes y que a su vez son presas de organismos superiores como aves y peces de la región costera. A pesar de que las playas arenosas cubren la mayor parte de la zona intermareal en el mundo y que están experimentando usos y presiones antrópicas muy elevadas, éstas han sido objeto de escasos estudios ecológicos. Como las actividades humanas muchas veces crean y constituyen perturbaciones en los ecosistemas naturales, evaluar los impactos que éstas producen es de suma importancia para un manejo apropiado de las zonas costeras. Con este fin el bentos de fondos blandos está siendo utilizado como indicador de perturbaciones ambientales en sistemas lodosos y fango-arenosos, pero aún no se ahonda mucho en los temas de aspectos recreacionales y turísticos. El presente trabajo estudia la comunidad macrobentónica de tres playas arenosas de la ciudad de Bahía de Caráquez y compara los principales atributos de esta comunidad con respecto a los niveles de usos. Se evaluó la comunidad macrobentónica de las tres playas arenosas de Bahía de Caráquez durante los meses de mayo a julio del 2015. Se tomaron muestras biológicas mediante cribas metálicas. En el laboratorio los organismos fueron identificados por grupos taxonómicos y a su vez, se obtuvieron datos físicos. Se determinó que las playas de mayor uso son las Playas Paseo Roberto y El Faro, y éstas presentan mayor equidad que la playa Punta Bellaca, la cual presenta mayor abundancia de especies, evidenciando que el aumento del uso de las playas desde el punto de vista recreacional supone una fuerte presión física para la macro fauna bentónica, y por ello la disminución de especies. Se encontraron en total 1287 organismos pertenecientes a 7 taxones diferentes. Los poliquetos fueron la clase dominante (701 individuos) seguidos por crustáceos (257) y bivalvos (149); en cambio la fauna acompañante (peces) (3) y estrellas de mar (15). El paseo de Roberto y El Faro mostraron la mayor riqueza de especies y diversidad mientras que para la playa Punta Bellaca mostró la mayor abundancia.

PALABRAS CLAVE: Fauna macrobentónica, playas arenosas, bioindicadores, uso recreativo, Bahía de Caráquez.

ABSTRACT

The intertidal zone is a critical link between land and marine systems. The intertidal macrobenthic community contains various nutrients and consuming organisms which in turn are prey of higher organisms such as birds and fish in the coastal region. Although the sandy beaches covering most of the intertidal zone in the world and uses and are experiencing very high human pressure, these have been few ecological studies. As human activities often create disturbances in natural ecosystems, assessing the impacts they produce is of utmost importance for proper management of coastal areas. To this end the benthos of soft bottoms is being used as an indicator of environmental perturbations in muddy and muddy-sandy systems, but not much importance has been given to into recreational and tourism aspects. This paper studies the macrobenthic community of three sandy beaches of the city of Bahia de Caráquez and compares the main attributes of this community regarding levels of use.

Macrobenthic community of the three sandy beaches of Bahia de Caráquez was evaluated during the months of May to July 2015. Biological samples were taken through metal screens; laboratory organisms were identified by taxonomic groups. In turn, physical data were obtained. It was determined that the beaches, that are the most widely used and the Paseo and the Faro beaches, which have a higher equity than Punta Bellaca beach , which has more abundant species, showing that the increased use of the beaches from the recreational pointer , view represents a strong physical pressure to the macro benthic fauna thus decreasing species. 1287 organisms belonging to 7 different taxa were found in total. Polychaetes were the dominant class (701 individuals) followed by crustaceans (257) and bivalves (149); instead bycatch (fish) (3) and starfish (15).

The walk to Roberto and El Faro had the highest species richness and diversity while for the beach Punta Bellaca showed the greatest abundance

KEYWORDS: macrobenthic fauna, sandy beaches, biondicadores, recreational use, Bahia de Caráquez.

I. INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas cubren las tres cuartas partes del sistema intermareal en el mundo (Short, 1999) y han estado sujetas a un gran desarrollo y a diferentes actividades que por lo general se han ido dando sin demasiada planificación. Existe, a nivel mundial, un aumento de las actividades que se realizan en la costa, debido a la tendencia del crecimiento de ciudades en la zona litoral y por el auge del turismo.

Los ecosistemas de playas arenosas reciben cada vez más una variedad de impactos antropogénicos como son la contaminación, forestación inapropiada, extracción de arena, explotación de especies costeras, infraestructura y turismo intensivo. Uno de los problemas que se enfrenta a la hora de planificar un manejo o desarrollo es evaluar cuáles son los impactos (positivos o negativos) que produce cada actividad antropogénicos y estimar cual es la capacidad del medio para recuperarse luego de un disturbio (resiliencia). A su vez, es importante también poder evaluar las propias medidas del manejo para saber en qué magnitud se cumplen los objetivos deseados. Es esencial un entendimiento de las respuestas del ecosistema a las diferentes perturbaciones para un manejo apropiado del sistema (Lercari *et al.*, 2002). Por lo tanto, son necesarios programas específicos de muestreo en la costa para monitorear los disturbios causados por las actividades humanas en las comunidades bentónicas de sustrato blando cercanas a la costa (English *et al.*, 1997). Dentro del aumento de la población mundial actual, se observa un incremento en la tendencia a vivir en zonas costeras (Miller & Ditton, 1986) y la ciudad de Bahía de Caráquez no se escapa a esta realidad. El turismo en el mundo se ha convertido en una industria de billones de dólares en las últimas décadas y su influencia ha transformado las sociedades costeras y su medio ambiente; esta actividad también juega un papel importante en la economía de la región y se prevé que aumente en el correr de los próximos años. Las actividades recreativas de las costas están aumentando enormemente y están claramente dirigidas a costas arenosas, incluyendo playas arenosas (Brown & McLachlan, 1990).

Las playas arenosas son fuente de numerosos recursos para los humanos, por ser espacios naturales abiertos, paisajes marino-terrestres estéticos, y por poseer aguas limpias, peces, mariscos, conchas, etc. (James, 2000), de los cuales la población puede hacer uso sin ningún costo adicional. A su vez, existe una reciente demanda por parte del público por un desarrollo turístico sin costos ambientales (Miller & Ditton, 1986).

En la utilización sostenible del recurso, es importante tener en cuenta las posibles consecuencias negativas de la sobreexplotación o del mal uso de las playas y que la población local depende de ecosistemas litorales saludables para el desarrollo de ciertas actividades y la llegada de insumos turísticos. En este aspecto, uno de los objetivos necesarios es proveer de información clara y detallada con respecto a los impactos de las actividades humanas y de esta forma se tomen medidas para poner en funcionamiento planes de manejo, es muy importante poder evaluar y dar seguimiento a estas medidas.

Dentro del aumento de la población mundial actual, se observa un incremento en la tendencia a vivir en zonas costeras (Miller & Ditton, 1986). Y la ciudad de Bahía de Caráquez no se escapa a esta realidad.

El turismo en el mundo se ha convertido en una industria de billones de dólares en las últimas décadas y su influencia ha transformado las sociedades costeras y su medio ambiente; esta actividad también juega un papel importante en la economía de la región y se prevé que aumente en el correr de los próximos años. Las actividades recreativas de las costas están aumentando enormemente y están claramente dirigidas a costas arenosas, incluyendo playas arenosas (Brown & McLachlan, 1990).

Las playas arenosas son fuente de numerosos recursos para los humanos, por ser espacios naturales abiertos, paisajes marino-terrestres estéticos, y por poseer aguas limpias, peces, mariscos, conchas, etc. (James, 2000), de los cuales la población puede hacer uso sin ningún costo adicional. A su vez, existe una reciente demanda por parte del público por un desarrollo turístico sin costos ambientales (Miller & Ditton, 1986).

En la utilización sostenible del recurso, es importante tener en cuenta las posibles consecuencias negativas de la sobreexplotación o del mal uso de las playas y que la población local depende de ecosistemas litorales saludables para el desarrollo de ciertas actividades y la llegada de insumos turísticos. En este aspecto, uno de los objetivos necesarios es proveer de información clara y detallada con respecto a los impactos de las actividades humanas y de esta forma se tomen medidas para poner en funcionamiento planes de manejo, es muy importante poder evaluar y dar seguimiento a estas medidas.

El efecto de las actividades humanas en las playas, (pisoteo intenso y tránsito de vehículos) sobre la comunidad intermareal, es más bien poco o nada conocido (Brown & McLachlan, 1990; James, 2000; Moffett *et al*, 1998).

Según James (2000) la falta de conocimiento de las interacciones entre el sistema socio-cultural y el sistema natural de las playas puede resultar en cambios inaceptables del ambiente natural de las playas. Esto es más probable que ocurra a través de una pobre planeación, que no considere los efectos del uso de las playas en el sistema natural; la falta de información disponible sobre estas interacciones puede exacerbar la situación. Además obtener información detallada y cuantitativa sobre el estado y la dinámica de la biota de las playas y el uso de estas por los humanos, desarrollar herramientas para un buen monitoreo, así como modelos predictivos, es un proceso complejo y lleva mucho tiempo. La investigación básica y la interdisciplinaria, llevada a cabo por universidades y otros centros de investigación, es la vía recomendable para el entendimiento del problema, se requiere información sobre el ambiente biofísico de las playas para el manejo, y hasta el presente, nuestro conocimiento sobre el ambiente físico está bien desarrollado mientras que el lado biológico esta pobremente desarrollado, sobre todo en sustratos blandos.

En este contexto la ciudad de Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador, no cuenta con estudios ecológicos de la macrofauna bentónica en la zona intermareal de sus playas arenosas. El presente trabajo pretende proveer de un conocimiento de la composición, distribución, y abundancia de los organismos intermareales en las playas de la ciudad de bahía de Caráquez y comenzar a evaluar las posibles perturbaciones causadas por las actividades recreativas en las playas y proponer líneas de base para futuros estudios de impacto ambiental en esta zona, así como para la toma de decisiones con respecto al manejo.

Para el presente trabajo de tesis se propuso como objetivo general “Evaluar el impacto de las actividades recreativas humanas sobre la fauna macrobentónica” y como objetivos específicos los siguientes:

- Determinar la abundancia y diversidad de los macroinvertebrados de las localidades estudiadas
- Caracterizar las actividades antrópicas que generan impactos sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la ciudad de Bahía de Caráquez
- Determinar y Jerarquizar los impactos de la actividad recreativa sobre la fauna macrobentónica

- Proponer un plan de manejo de la actividad recreativa que minimice los impactos sobre los organismos allí presentes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

El Ecuador presenta gran variabilidad de sistemas en la zona intermareal y submareal, relacionados principalmente con la geomorfología de la costa y el fondo marino. Estos sistemas soportan una compleja interacción entre los ambientes marinos, de agua dulce y terrestres, y proporcionan hábitats para una gran diversidad de organismos marino-costeros, que principalmente dependen de las variaciones geomorfológicas en un determinado hábitat (PMRC, 1993).

Según Norse (1993), no existe un acuerdo universal para definir los sistemas marino-costeros. Mientras que la categorización de los ecosistemas terrestres se basa principalmente en los tipos de vegetación presente (lo que frecuentemente puede evaluarse por medio de imágenes satelitales); en los sistemas marinos ese factor es poco relevante, con la excepción de los sistemas de manglares y de pastizales marinos (*seagrass beds*).

Una clasificación de sistemas marinos, basada en los principales elementos de afectaciones ambientales es de manera útil para categorizar los sistemas intermareales para acceder a una rápida y precisa caracterización de la biota (*MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2001*)

De los grupos potenciales (perifiton, macrofitos, zooplancton, zoobentos, peces, etc.) que han sido considerados en los monitoreos biológicos de aguas continentales, la experiencia a nivel mundial ha mostrado que los invertebrados bentónicos ofrecen innumerables ventajas sobre otros grupos biológicos (Hynes, 1962; Hawkes, 1979; Sladeczek, 1973; Rosemberg & Resh, 1993; Cao *et al.*, 1997).

Destacándose que: (1) se encuentran en todos los sistemas acuáticos (e. g Lenat *et al.*, 1980), por lo que favorecen los estudios comparativos, (2) su naturaleza sedentaria, que permite un efectivo análisis espacial de los efectos de perturbaciones (Slack *et al.*, 1973; Hawkes, 1979; Penny, 1985; Hellawell, 1986; Abel, 1989), (3) comparados con otros grupos, tienen ciclos de vida largos, lo cual permite estudiar cambios temporales (Gaufin, 1973; Slack *et al.*, 1973; Weber, 1973; Lenat, 1980; Penny 1985; Hellawell, 1986; Abel, 1989), (4) presentan ventajas técnicas asociadas a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, los que pueden ser realizados con equipos simples y baratos

(Hawkes, 1979; Wiederholm, 1980; Suess, 1982; Penny, 1985; Hellowell, 1986) (5) la identificación de los grupos mayores está bien estudiada y se dispone de claves para la identificación de las taxa (Hawkes, 1979; Suess, 1982; Hellowell, 1986; Abel, 1989; Galdean *et al.*, 2000) (6) existen numerosos métodos para el análisis de datos (índices bióticos, de diversidad y de comparación), desarrollados y utilizados en biomonitoreos a nivel comunitario (Hellowell, 1986; Norris & Georges, 1993; Resh *et al.*, 1996) y de respuestas individuales mediante aproximaciones experimentales (Hawkes, 1979; Suess, 1982).

Según Resh *et al* (1996) muchos estudios sobre comunidades del bentos y su comportamiento frente a los impactos ambientales se han realizado pero no es suficiente ya que los sistemas deben de ser evaluados constantemente tomando como referencia dicho organismos pertenecientes a estos ecosistemas. Se describen las diferentes asociaciones de macroinvertebrados bentónicos del lago costero Budi, Sur de Chile, de naturaleza salada. Se relaciona la abundancia y biomasa de especies con los niveles de materia orgánica y tipos de sedimento en relación a cuerpos de contaminación. El uso de determinaciones físicas y químicas ha sido el método más clásico para evaluar la entrada, distribución y dispersión de una substancia, contaminante o no, en el ambiente y su asimilación en los tejidos vivos. Los estudios guardan relación con las substancias contaminantes que son vertidos a los cuerpos acuáticos, ríos, lagos y mares, a través de efluentes urbanos e industriales, además de los diversos contaminantes de entrada difusa, como plaguicidas de uso agrícola. Sin embargo, una vez que estas sustancias dejan de ser evacuadas o su entrada es de régimen esporádico, las evaluaciones físico-químicas dejan de ser un buen indicador, puesto que solo son un reflejo instantáneo de la condición ambiental.

2.2.COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS DE LAS PLAYAS ARENOSAS

La macrofauna de playas arenosas la componen los organismos invertebrados que quedan retenidos por una malla de 0,5 a 1 mm o más (Holmes & McIntyre, 1971).

El macrobentos de playas de sustrato blando esta principalmente constituido por bivalvos, crustáceos, y poliquetos. En la zona cercana al límite con la zona submareal también pueden encontrarse equinodermos. La mayoría de la macrofauna intermareal vive en

agujeros que hacen en la arena y se quedan en ellos cuando baja la marea. Este periodo de exposición representa un estrés fisiológico para estos organismos debido principalmente a la desecación. Posible shock térmico, exposición al aire y cese de la alimentación. (Peterson, 1998). La mayoría de estos organismos son activos al subir la marea, sobre todos los filtradores y detritívoros (Southward, 1975). Cuando están cubiertos por agua, los organismos quedan expuestos a la acción del oleaje y la resuspensión del sedimento por lo que muchos animales construyen y modifican continuamente sus cuevas en esos momentos (Peterson, 1998).

Los anélidos poliquetos constituyen entre el 35 y el 65% de las especies de animales macroscópicos marinos de fondos blandos. Los poliquetos son importantes modificadores del sustrato, regulan efectivamente el reclutamiento de otros organismos y junto con otros organismos de la comunidad renuevan nutrientes y funcionan como verdaderos barrenderos de las playas ya que se alimentan de organismos muertos y detritus (Salazar, 1998).

2.3.RELACIONES FAUNA-SEDIMENTO

Entre los principales factores que controlan a las playas están el relieve de la franja adyacente a la playa, el tipo y cantidad de material que la forma y el carácter de la interacción olas-playa. El diámetro de los sedimentos puede ser muy variado, pero depende de gran medida de la fuente de aporte de material sedimentario y del grado de exposición de la playa al oleaje. El perfil de una playa depende básicamente de dos factores; el diámetro de los sedimentos que la componen y de las características del oleaje. El perfil de equilibrio de una playa está directamente relacionado con la energía de la ola en el rompiente y guarda una correlación directa con el tamaño del grano de los sedimentos. Existe una buena correlación entre el diámetro de la arena y la pendiente de la playa; a mayor tamaño de grano el sedimento, mayor pendiente de la playa. A su vez, la pendiente será mayor cuando más expuesta este la playa. Por lo tanto la pendiente y el tamaño del grano son datos útiles y fáciles de medir en estos ambientes (Secco, 2001).

La intensidad de la ola determinara el grado de selección del sedimento superficial y la proporción de la arena, limo y arcilla que podamos encontrar (Wu, 1998).

Las costas con mayor acción de corrientes litorales y de marea pueden resuspender y transportar arenas más finas, dejando depositados las más gruesas, mientras que las arenas más finas y mejor seleccionadas se encontraran en áreas protegidas (Eliot, 1978). A su vez las características del sedimento son claves en la estructura de la comunidad bentónica de fondos blandos (Peterson, 1998). Las playas arenosas son hábitats físicamente rigurosos en los cuales los patrones comunitarios han sido correlacionados con factores físicos tales como el tamaño del grano, la pendiente de la playa y procesos de "swash" o de batido de las olas (McLachlan *et al.*, 1993,1995; Defeo *et al.*, 2001). Las asociaciones faunísticas, por lo tanto varían con la exposición de la playa al oleaje (Rakocinski *et al.*, 1991); una consecuencia de las variaciones en la intensidad de la energía de la ola es la creación de gradientes en el diámetro promedio de grano de sedimento que podrá afectar la organización de las comunidades (Peterson, 1998). Sin embargo, no puede dejarse de lado otros elementos, como la concentración de alimento, la densa dependencia y las interacciones tróficas, que también pueden influir (Wu, 1998; Defeo, 2001).

Las playas protegidas tienen menor energía de oleaje que implica una menor resuspensión de sedimento y abrasión; tienen arenas finas con mayor contenido de materia orgánica en sus sedimentos, facilitando la alimentación de los depositivos. Al bajar la marea tienen mayor compactación, permitiendo una mejor retención del agua y materia orgánica. Por otro lado las comunidades de playas reflectivas expuestas a alta energía de oleaje están compuestas por unas pocas especies adaptadas. En estos ambientes, una gran proporción de la energía existente en los organismos intermareales se gasta en mantener la posición en la masa móvil de sedimentos (Carter, 1988). En playas reflectivas, el impacto de las olas en la zona intermareal es mayor, dificultando la permanencia de los organismos en el sustrato y la supervivencia por la alta abrasión; además cuando la marea esta baja, existe gran percolación y bajo contenido de agua y materia orgánica en el sedimento, dificultando aún más la supervivencia de los organismos intermareales. En este contexto, la Hipótesis de Exclusión del Swash ha ganado amplia aceptación en el mundo entero, para explicar el control de la abundancia y diversidad de especies de la macrofauna de playas arenosas (a nivel de comunidades), por el clima de "swash", determinado por la altura de la ola y la pendiente de la cara de la playa o zona intermareal. Esta hipótesis predice un incremento consistente de la riqueza de especies, abundancia y biomasa, desde condiciones reflectivas

a condiciones disipativas (Defeo *et al.*, 2001). La riqueza de especies Macrobentónicas muestra un incremento lineal, mientras que la abundancia se incrementa de manera logarítmica desde condiciones reflectivas a disipativas (McArdle & McLachlan, 1992).

Según Barnes (1997), en playas protegidas con poca pendiente pueden encontrarse unos 8000 organismos por un metro cuadrado y unas 24 especies. En playas muy reflectivas donde la tasa de mortalidad de los organismos es alta debido a la abrasión y la escasa retención de alimento y agua en el sedimento, puede encontrarse una sola especie de isópodo, pocas de anfípodos y una o dos especies de poliquetos (Barnes, 1997) o ninguna especie en la zona intermareal (McLachlan *et al.*, 1995).

2.4.IMPACTOS EN EL BENTOS

La macrofauna bentónica es un componente importante en la cadena trófica marina (Jean & Fruguet, 1994), los organismos intermareales son muy importantes en la regeneración de nutrientes a la columna de agua. A su vez, la infauna constituye una fuente importante de alimento para los peces que se alimentan en el fondo (Holmes & McIntyre, 1971), gasterópodos y equinodermos durante la marea alta (Peterson, 1998); y aves marinas y animales terrestres como cangrejos durante la marea baja (Wu, 1998; Peterson, 1998).

A pesar de su importancia potencial, se conoce muy poco sobre las consecuencias de los disturbios naturales o inducidos por el hombre, en la estructura y dinámica de las comunidades de playas arenosas (Lercari *et al.*, 2002). Los pocos estudios existentes han sido generalmente a nivel de poblaciones, de corto plazo (Jaramillo *et al.*, 1996) y univariados, con énfasis preponderante en las variaciones de la abundancia (Peterson *et al.*, 2000). Sin embargo, las aproximaciones a niveles superiores, que impliquen análisis comunitarios con técnicas multivariadas más apropiadas para ilustrar las respuestas de la fauna a los disturbios, no han sido consideradas (Lercari *et al.*, 2002).

En las playas arenosas, el tamaño de grano, que afecta la porosidad y la compactación del sedimento, parece ser el principal factor que determina las poblaciones bentónicas. Es por lo tanto probable que los organismos que habitan la zona litoral se vean afectados por el pisoteo, ya que la presión humana ejerce compactación y resuspensión de sedimento. El

efecto dependerá de la naturaleza del sitio, del tipo de suelo y del tipo y nivel de las actividades recreativas (Saunders *et al.*, 2000).

La vida marina en la zona intermareal esta soportada por las capas subyacentes que determinan la resiliencia a la presión del suelo. En fondos blandos, el peso de la persona se dispersa en un área mayor que si fuera en un fondo rocoso, resultando en una menor presión unitaria. Sin embargo, las comunidades encontradas en estos hábitats pueden ser muy vulnerables, inclusive a bajos niveles de actividades, particularmente las que viven en las capas más superficiales de la arena (Saunders *et al.*, 2000). Por otro lado, la depredación es un factor también importante, según Carter (1988), las aves pueden llegar a consumir más de 50 bivalvos por hora en la zona intermareal, o el 20% total de la población de invertebrados intermareales (Brown & McLachlan, 1990); y está demostrado que la presencia humana afecta a la presencia de las aves (Raffaelli *et al.*, 1996). Por lo tanto, teniendo en cuenta que puede existir un cierto balance entre los impactos positivos y los negativos aplicados a la comunidad bentónica y que esta fauna es muy plástica (Peterson *et al.*, 2000; Shoeman., 2000).

La presencia humana puede no necesariamente causar un impacto negativo en la comunidad del bentos. Por otra parte, si los disturbios son puntuales y no son muy intensos, o el sistema presenta una alta resiliencia, se puede recuperar en los intervalos entre los eventos de disturbio. Además, la recuperación también puede ocurrir si el intervalo entre los disturbios es largo (Keough & Quinn, 1998).

La zona intermareal es el área donde los usuarios de la playa tienen mayor influencia. Como los organismos que habitan esta zona son poco móviles y dependen del sustrato, reflejan condiciones ambientales locales (Bilyard 1987, citado por Wu, 1998). También reflejan rápidamente los cambios del ambiente, por el corto ciclo de vida de las especies de estas comunidades. A su vez, se presenta en grandes abundancias y son fáciles de muestrear (Lenat *et al.*, 1980 citado por Wu, 1998). La estructura de las comunidades bentónicas puede responder a muchos tipos de estrés porque incluyen organismos con un amplio rango de tolerancias fisiológicas, tipos de alimentación e interacciones tróficas y una alta diversidad de requerimientos ecológicos (Wu, 1998; Jean & Fruguet, 1994). Por

todas estas razones, han sido ampliamente usados como indicadores de estatus ambiental (Wu, 1998).

Los cambios en la diversidad y la proporción de densidad de ciertos organismos (oligoquetos y moluscos) determinan condiciones ambientales (Engle *et al.*, 1994). Sobre esta base se han elaborado índices bentónicos de condiciones ambientales según la diversidad (índice de Shannon y Wiener), la abundancia de oligoquetos y la proporción de moluscos bivalvos, poliquetos y anfípodos en la abundancia béntica total (Engle & Sommers, 1999).

Los mayores y más recientes aportes sobre ecología de playas arenosas los han realizado; McLachlan con sus trabajos en Australia, Sudáfrica; y Estados Unidos (1980, 1985, 1990); Jaramillo en Chile (1993) y Defeo en Uruguay (1995, 2001, 2002). A su vez, otros autores también exploran la importancia de los factores biológicos y antropogénicos en la estructura de poblaciones o comunidades.

Los trabajos realizados en la Bahía de la Paz y el Golfo de California son de tipo taxonómicos y están enfocados a los grupos principales de invertebrados bentónicos. Así el trabajo de Salazar-Vallejo *et al.* (1988) que estudiaron los poliquetos de México y Bastida Zavala (1991) que se enfocó en los poliquetos del sureste de la bahía de la Paz. Ambos trabajos son útiles para la identificación de poliquetos.

III. METODOLOGÍA

3.1.ÁREA DE ESTUDIO

El estudio estuvo dirigido en tres playas pertenecientes a la ciudad de Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador (Tabla 1, Figura 1 y Fotografía 1) y sus datos geográficos de la siguiente manera; al norte, el Océano Pacífico, el estuario del río Chone, Cantón San Vicente; al sur los cantones Portoviejo y Rocafuerte; y, al oeste el Océano Pacífico con una extensión territorial de 764 km².

Bahía de Caráquez Caracterizada por un clima cálido y húmedo con temperaturas que oscilan entre 25 y 31 grados Celsius (76 a 90 F). La estación lluviosa se extiende de diciembre a mayo. Y con una Humedad media relativa que oscila de 54 a 82 %.

Las playas de Bahía de Caráquez se encuentran afectadas por la desembocadura del río Chone a excepción de la playa punta bellaca, y a su vez quedan en el lado sur de la península con dirección hacia el pacífico , y sus playas de características areno-limosas.

Tabla 1. Localización geográfica de las diferentes playas de Bahía de Caráquez

PLAYAS DE BAHÍA CARÁQUEZ	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
El Paseo de Roberto	0°35`52,0``	80°25`18,4``
El Faro	0°35`42,3``	80°25`26,5``
Punta Bellaca	0°37`11,7``	80°27`17,6``

El nivel de intensidad en el uso de cada playa se estimó considerando aspectos como accesibilidad, infraestructura turística, popularidad, y la opinión consensuada de varias personas encuestadas al respecto.



Figura 1. Localización geográfica de las Playas de Bahía de Caráquez. Arriba: Playa El paseo de Roberto y Playa El Faro. Abajo: Playa Punta Bellaca.



Fotografía 1. Playas de Bahía de Caráquez: Paseo de Roberto, El Faro y Playa Punta Bellaca

3.2. METODOLOGÍA

Se realizaron muestreos quincenales durante los meses de mayo, junio y julio de 2015 en temporada de mediana de influencia turística.

3.2.1. CAMPO

El perfil de la playa se midió en la “cara de la playa”, es decir, en la zona intermareal que está expuesta al aire en ese momento (de la primera berma a la línea de agua), esto se lo realizó entre dos personas con la ayuda de un nivel y una cinta métrica (Fotografía 2).



Fotografía 2. Medición de la cara de la playa

La pendiente se expresa como una razón, es decir como una proporción entre la altura de la playa sobre la distancia en lo horizontal. Se tomó una muestra de arena dentro del transecto en la cara de la playa, de aproximadamente 200 g para analizar el tipo de sedimento. También se midió la penetrabilidad del sustrato, definida como la profundidad de penetración vertical de una barra metálica de 1,5 kg de peso dentro de la arena (Pedragosa, 2012).

Así mismo se tomaron datos biológicos que consistió en la colecta de organismos esto fundamentado en el hecho de que las especies bentónicas muestran una zonación perpendicular a la costa relacionada con el nivel de marea (Peterson, 1998).

Durante la marea baja la mayoría de los animales intermareales están en reposo y la mayor actividad de ellos se da solo cuando los cubre el mar. Además los organismos infaunales se distribuyen entre los primeros 15 cm o hasta los 30 cm según sea el caso, pero la mayoría se encuentra entre los primeros 5-10 cm de la superficie (Holmes y McIntyre, 1971).

En cada playa se efectuaron 2 transeptos perpendiculares a la línea de costa separados entre sí cada 50 m, abarcando desde la línea de marea alta hasta el límite superior de la zona submareal. Las unidades de muestreo en cada transepto fueron tomadas en 3 secciones (niveles) cada una; una en la zona superior swash (línea de marea) (estación A); 2 en la zona húmeda o zona de swash (estaciones B - C); y una en la zona sumergida (cerca del límite con el submareal) (estación D). En cada estación se tomaron 3 cribados de sedimentos, (replicas) separados a una distancia aproximada de 1 metro alineados con la línea de costa (Figura 2).

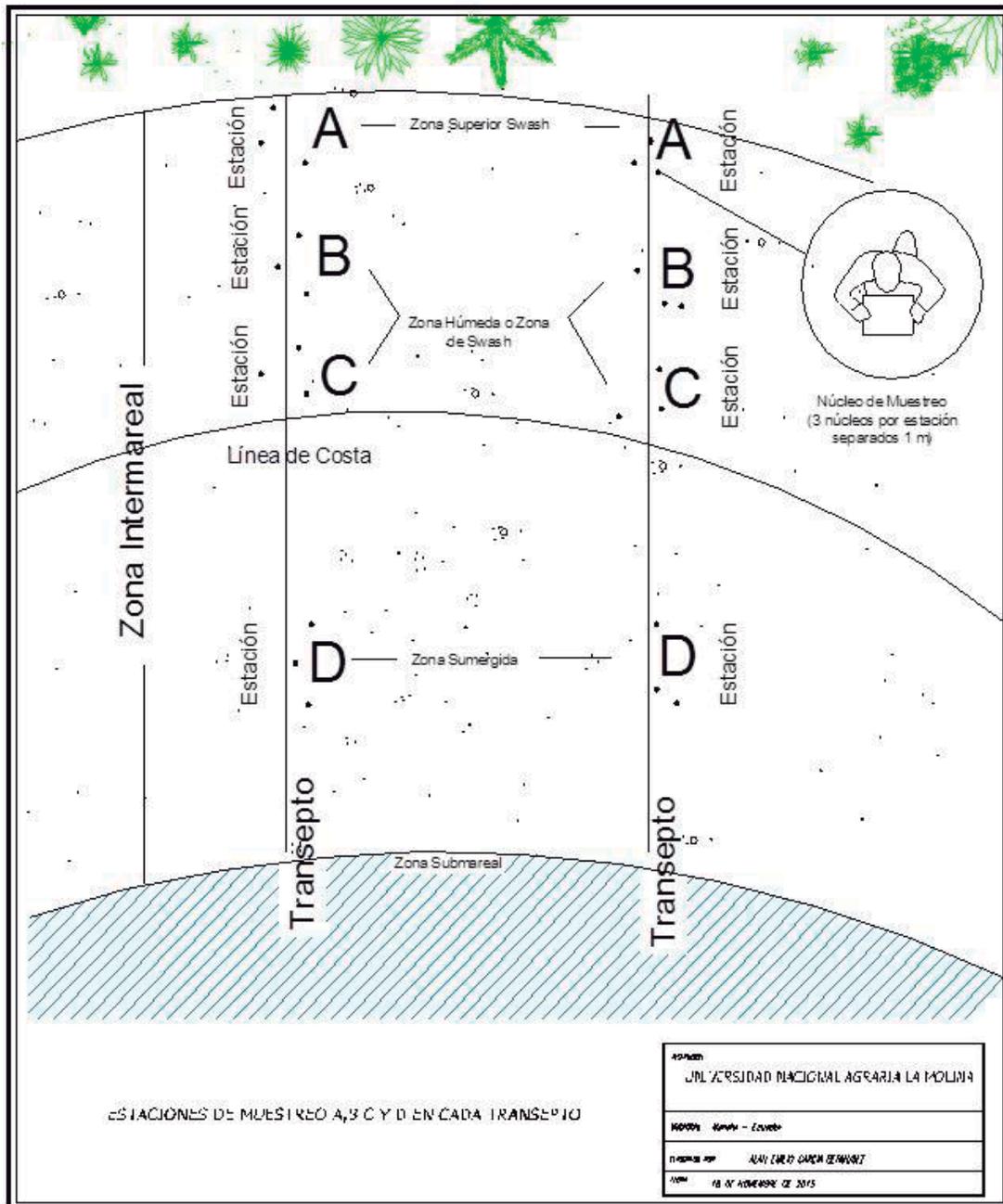
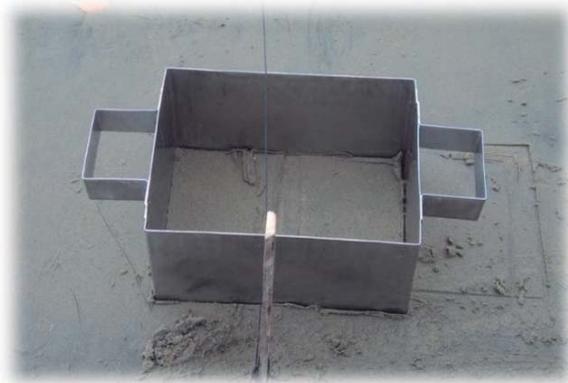


Figura 2. Estaciones de Muestreo

El muestreo consistió en la recolección de muestras de sedimento utilizando una criba metálica de 0,36 m de largo y 0,28 m de ancho con un área de 0,10 m², para el cual fue introducido a 20 cm del sustrato. De esta manera, en cada playa se tomaron 18 cribados cubriendo un área total de 1,8 m² por sitio (Fotografía 3).



Fotografía 3. Criba metálica

Las muestras de sedimento fueron lavadas en el mismo lugar con agua de mar y filtradas través de un tamiz con malla de 0,5 mm. Los organismos retenidos fueron fijados en formol al 10% para su preservación y colocadas dentro de un cooler para su posterior traslado hacia el laboratorio para su recuento e identificación de especies (Fotografía 4).



Fotografía 4. Lavado y preservación de los organismos macrobentónicos

3.2.2. LABORATORIO

En el laboratorio de microscopia de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías en la Universidad Técnica de Manabí, se procedió a la identificación de los organismos al mayor nivel taxonómico posible a través de claves propuestas por Boltovskoy (1981) (Fotografía 5).



Fotografía 5. Identificación de los organismos macrobentónicos

3.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD

Se hizo en base a la abundancia; de acuerdo a las playas monitoreadas, riqueza específica; en base en número de especies y el total de individuos como también la diversidad de Shannon–Wiener y por último la equidad de Pielou; que toma el índice de Shannon-Wiener y el número máximo de especies en la muestra.

3.2.3.1. ABUNDANCIA

Una vez identificadas las especies, se llevó a cabo el conteo de cada espécimen recolectado y se procedió a calcular la abundancia (ind/m^2) de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Abundancia} = \frac{N}{A}$$

Donde:

- N = Número total de individuos
- A = Área de la playa monitoreada

3.2.3.2. RIQUEZA ESPECÍFICA

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Para valorar la riqueza específica se empleó el

índice de Margalef (1969), cuya formulación es la siguiente:

$$Riqueza\ Específica = \frac{S - 1}{Ln(N)}$$

Donde:

- S = número de especies
- N = número total de individuos

3.2.3.3.DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER (H')

Este índice considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies que componen la comunidad o hábitat están representadas en la muestra, calculada a partir de la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{n=1}^s \frac{n_i}{N} * \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Donde:

- H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener
- n_i = número de individuos de la especie i
- N = número total de individuos

3.2.3.4.EQUIDAD DE PIELOU (J')

El índice de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, con la siguiente fórmula:

$$Equidad (J') = \frac{H'}{Log_2(S)}$$

Donde:

- H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener
- S = número máximo de especies en la muestra

3.2.3.5. SIMILARIDAD DE BRAY-CURTIS

El índice de Similaridad de Bray-Curtis fue usado para determinar el grado de semejanza o diferencia entre las comunidades de cada estación de muestreo

$$BC = \frac{\sum_{j=1}^n |X_{1j} - X_{2j}|}{\sum_{j=1}^n (X_{1j} + X_{2j})}$$

Donde:

- BC = Coeficiente de Distancia de Bray –Curtis
- \sum = sumatoria (desde 1 hasta n)
- X_{1j} = abundancia de la especie j colectada en la estación 1
- X_{2j} = abundancia de la especie j colectada en la estación 2
- $| |$ = valor absoluto

3.2.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

Las actividades antrópicas que se observaron en el lugar de cada playa del estudio son las siguientes

Tabla 2. Actividades antrópicas en playas arenosas de Bahía de Caráquez

PLAYAS ARENOSAS	ACTIVIDADES
Playa Paseo Roberto	Deporte acuáticos
	Caminatas por orilla
	Vóley playa
	Fulbito playa
Playa El Faro	Caminatas por orilla
	Vóley playa
	Fulbito playa
Playa Punta Bellaca	Caminatas por la orilla
	Vóley playa
	Fulbito playa

3.2.5. DETERMINACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS SOBRE LA FAUNA MACROBENTONICA

Por tres meses se determinaron las actividades (Tabla 2). Mediante la observación y seguimiento para cada playa se consideraron deportes acuáticos, caminatas por la orilla, vóley y fútbol playa, otras actividades antrópicas se consideraron la remoción de arena para actividades constructivas; A partir de ello se clasificaron en % de impactos ambientales que causa cada actividad en las 3 playas estudiadas.

Tabla 3. Actividades antrópicas que generan impactos ambientales en las principales playas de Bahía de Caráquez. (A= alto, B=bajo, M= medio)

VARIABLES		PLAYA PASEO ROBERTO				PLAYA FARO				PLAYA BELLACA					
		Deporte acuáticos	Caminitas por orilla	Voley playa	Futbito playa	Caminitas por orilla	Voley playa	Futbito playa	Remoción de arena superficial	Caminitas por la orilla	Voley playa	Futbito playa			
Medio	Componente	Factores Ambientales													
		FISICO	Zona intermareal	Penetrabilidad	B	A	B	M	A	B	M	B	A	B	
				Estructura de suelo	M	M	A	M	B	M	B	M	M	A	B
				Abrasividad	B	A	M	M	A	M	M	M	A	M	M
				Cangrejo fantasma	A	A	B	A	A	M	M	B	A	M	M
				Poliquetos	A	A	B	B	M	B	B	B	M	B	B
				Estrella de mar	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	B
				Gasteropodos	M	B	B	M	M	B	B	B	B	B	B
				Bivalvos	M	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B
				Gusanos de mar	B	M	B	M	M	B	B	B	B	B	B
				Fauna mareal	M	M	M	M	M	B	B	B	M	B	B
				Densidad de especies	M	B	B	B	M	B	M	M	B	M	M
				Macrobenthos	B	M	B	B	B	M	M	M	B	M	M
				Paisaje	Perdida de paisaje	A	A	M	M	B	M	M	A	A	M
Fauna	B				A	M	B	M	M	B	M	M	B	B	
SOCIOECONOMICO Y DEMOGRAFICO	Recreativa	B	A	M	M	A	M	M	B	M	M	M			

A partir de la matriz de Leopold (Tabla 3), se consideró índices alto, medio y bajo para cada actividad realizada respecto a los factores ambientales físicos, biológicos y sociales. Mediante la observación y muestreo se determinó el resultado de la matriz. Se determina la jerarquización de los impactos con índices más altos.

Teniendo los impactos (%) producidos por la actividad recreativa y antrópica sobre la fauna macrobentónica, se determinó después de 3 meses de muestreo en las zonas intermareal de mayor relevancia para la playa Paseo Roberto en color azul, El Faro en color naranja y Punta Bellaca en color amarillo (Figura 3).

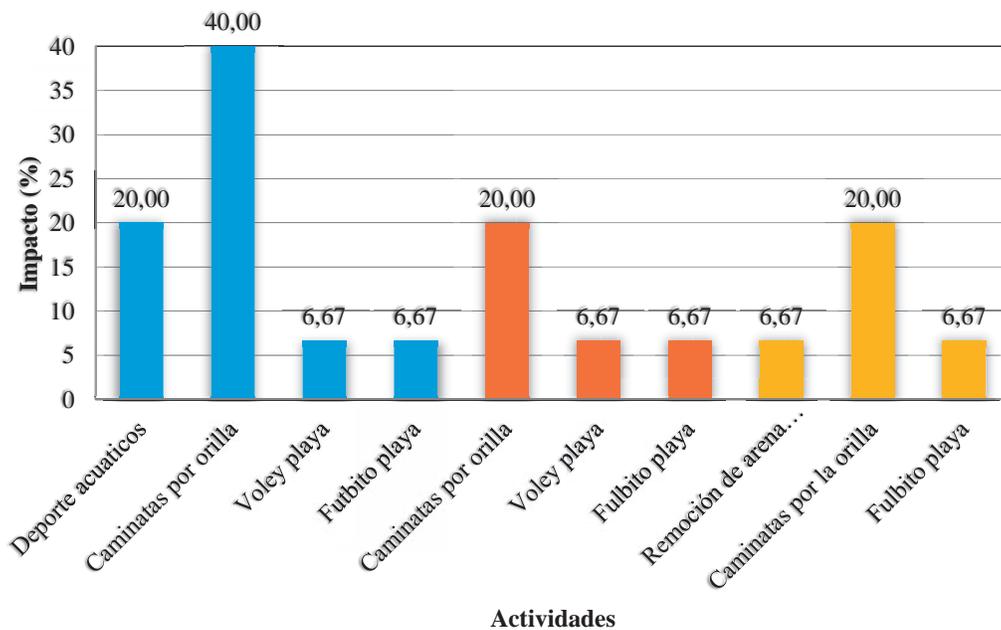


Figura 3. Jerarquización de impactos generados por cada actividad recreativa y antrópicas.

Se caracterizaron las actividades recreacionales y antrópicas que generan mayor impacto sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la ciudad de bahía de Caráquez. Estas a su vez son las actividades de mayor impacto de acuerdo al orden jerárquico presentado en la figura anterior. Se determina que la actividad de caminatas por las orillas son las que causan mayor impacto ambiental (Figura 4).

ACTIVIDADES QUE OCASIONAN MAYORES % DE IMPACTO DE MAGNITUD ALTA

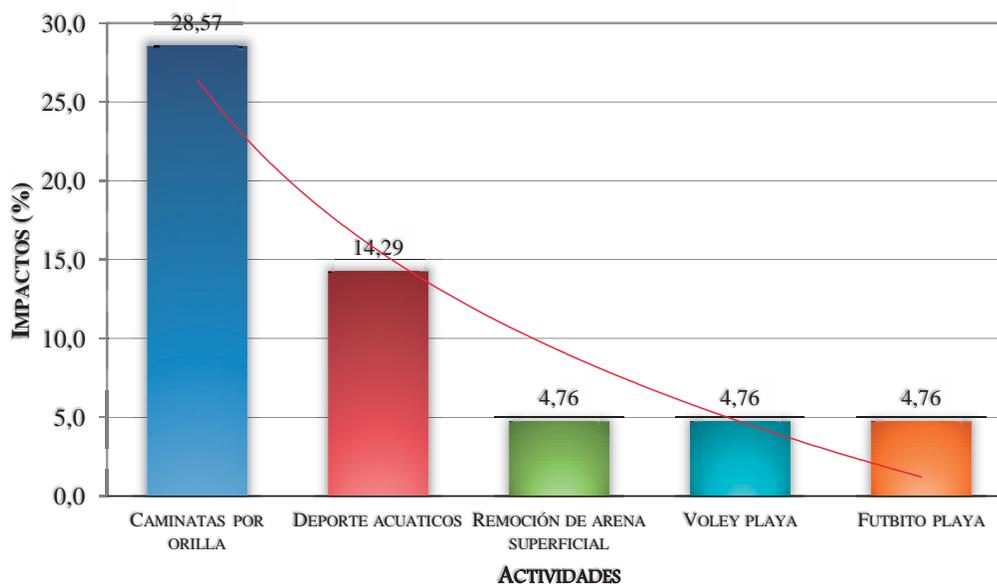


Figura 4. Jerarquización de impactos de mayor magnitud

De las variables ambientales se consideran los factores físicos, abrasividad, penetrabilidad y estructura del suelo; entre los factores biológicos se tiene a las especies macrobénticas y dentro de los factores sociales se considera a la opinión mediante encuestas a la población que frecuenta cada playa.

Se observa que las actividades impactan biológicamente en los cangrejos, poliquetos y fauna, físicamente, abrasividad, penetrabilidad y estructura del suelo y socialmente la opinión de los visitantes (Figura 5).

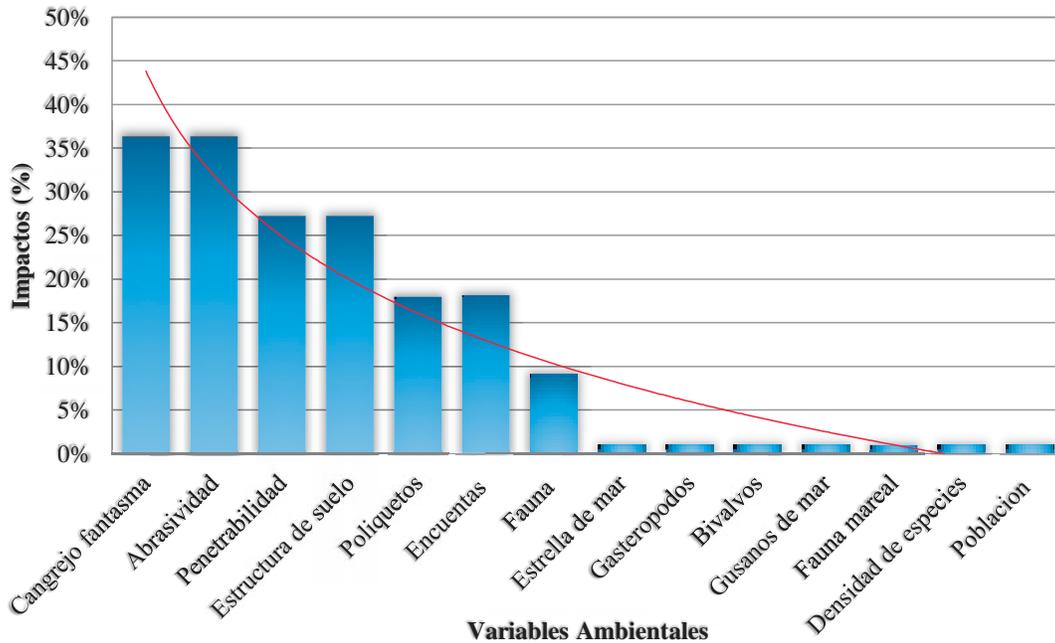


Figura 5. Variables ambientales que tienes mayor impacto por actividades recreativas

Por ser la actividad de caminatas por la orilla, la de mayor impacto se puede decir que el impacto afecta directamente, siendo la actividad de mayor frecuencia en toda la época del año. Su impacto ambiental sobre la diversidad de macrobentos se observa en la última figura. Se debe que dicha actividad se ve afectada por el peso y tamaño de cada persona que visita y la frecuencia que paso que realizan.

Las caminatas a su vez generan abrasividad por el paso que dejan, las olas socavan cada pisada de acuerdo a la penetrabilidad. La abrasividad es la mayor característica de las playas arenosas.

A diferencia del vóley y fulbito playa que se realizan temporalmente, tal actividad impacta la mitad que el impacto que producen las caminatas por la orilla, ya que las actividades se realizan los fines de semana.

La remoción de arena superficial se realiza en la playa Punta Bellaca en la cual las actividades recreacionales son menores respecto a la playa El Faro y Paseo Roberto. Se observó que tal actividades temporal por lo que su impacto sobre la fauna macrobentónica no muestra alteración en las muestras tomadas en los tres meses, pero sí afecta la pérdida de paisaje.

3.2.6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Se realizó la identificación de los aspectos ambientales a generarse en relación a las actividades antrópicas, con el apoyo del servicio de mantenimiento de playas por localidad, se reconocieron e identificaron los aspectos e Impactos Ambientales significativos (Tabla 4).

Tabla 4. Aspectos ambientales y su potencial de impacto ambiental

ASPECTO AMBIENTAL (AA)	POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL
Generación de compresión	Mayores fuerza de presión
Generación de tensión superficial	Cambio de nivel de capa freática
Generación de residuos no peligrosos	Afectación de la fauna macrobiótica
Remoción de material arenoso	Pérdida de suelo, afectación de la fauna macrobentica
Generación de pozas en orillas – abrazión por oleaje	Cambio en la calidad del suelo

3.2.7. PLAN DE CONTROL DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

Tabla 5. Aspectos ambientales y sus controles a ejecutar

APECTO AMBIENTAL (AA)	Criterios de Significancia				Puntaje	Significativo	Controles a ejecutar
	Compromiso	Extensión de los impactos	Recuperabili dad	Repetibilidad			
Generación de compresión	8	5	4	2	19	Si	Horario y vías para caminatas
Generación de tensión superficial	8	5	4	2	19	Si	Horario y vías para caminatas
Generación de residuos no peligrosos	3	1	2	1	7	No	Control de residuos en tachos por color
Remoción de material arenoso	5	3	2	2	12	No	Zonificación para extracción de material
Generación de pozas en orillas – abrasión por oleaje	8	3	4	2	17	Si	Cuidado con sobrepisadas

Se obtiene un potencial impacto ambiental significativo en generación por compresión y tensión superficial, para ello se adecuará un plan de control ambiental mediante horario y vías para transitar.

Se ha determinado que debido a las pozas que dejan los visitantes y las pisadas y sobrepisadas por la orilla de las playas arenosas, el efecto directo es la abrasión por el oleaje natural y que una vez generadas, el efecto de abrasión ocurre hasta la desaparición del mismo.

La temática de los inventarios de los recursos ambientales turísticos se aborda desde 1978 por la Organización Mundial de Turismo (OMT). Basándose en una calificación de 1 a 8 puntos para el control y manejo de playas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.FÍSICO

4.1.1. PENETRABILIDAD

Existió diferencia significativa en la penetrabilidad de la arena en las diferentes playas de Bahía de Caráquez ($P < 0,05$) (Tabla 6). La mayor penetrabilidad en la arena se presentó en la playa El Paseo de Roberto con $6,17 \pm 0,58$ cm seguido de El faro $5,92 \pm 0,29$ cm y por ultimo Punta Bellaca con $5,50 \pm 0,67$ cm (Figura 6).

Tabla 6. Penetrabilidad de la arena en las diferentes playas de Bahía de Caráquez

VARIABLE FÍSICA	PLAYAS DE BAHÍA DE CARÁQUEZ		
	EL PASEO DE ROBERTO	EL FARO	PUNTA BELLACA
Penetrabilidad (cm)	$6,17 \pm 0,58^A$	$5,92 \pm 0,29^{AB}$	$5,50 \pm 0,67^B$

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

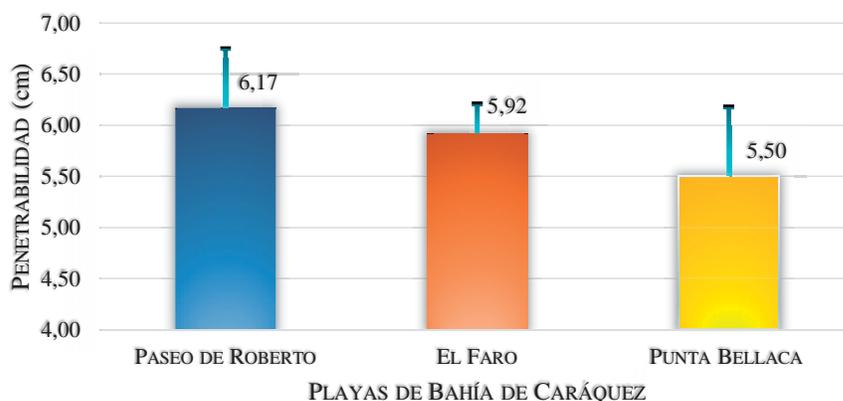


Figura 6. Penetrabilidad (cm) de la arena en las diferentes playas de Bahía de Caráquez

4.2.BIOLÓGICO

4.2.1. ABUNDANCIA

Se encontraron 1287 organismos pertenecientes a 7 taxa diferentes para las tres playas estudiadas durante el tiempo de estudio. Los poliquetos fueron la clase dominante (701 individuos) seguidos por crustáceos (257) y bivalvos (149); en cambio la fauna acompañante (peces) (3) y estrellas de mar (15) fueron los menos encontrados (Tabla 7).

Tabla 7. Abundancia de organismos presentes en las diferentes playas de Bahía de Caráquez

ORGANISMO	PLAYAS DE BAHÍA DE CARÁQUEZ			TOTAL
	EL PASEO DE ROBERTO	EL FARO	PUNTA BELLACA	
Crustáceos	74	85	98	257
Poliquetos	223	211	267	701
Estrellas de Mar	1	9	5	15
Gasterópodos	48	33	25	106
Bivalvos	35	54	60	149
Gusanos (Vermes)	32	16	8	56
Fauna Acompañante (Peces)	2	1	-	3
Total	415	409	463	1287

En cuanto a la abundancia, en la playa Punta Bellaca se obtuvieron la mayor cantidad de organismos macrobentónicos (463) seguido de El Paseo de Roberto (415) y en menor cantidad El Faro (409) (Figura 7).

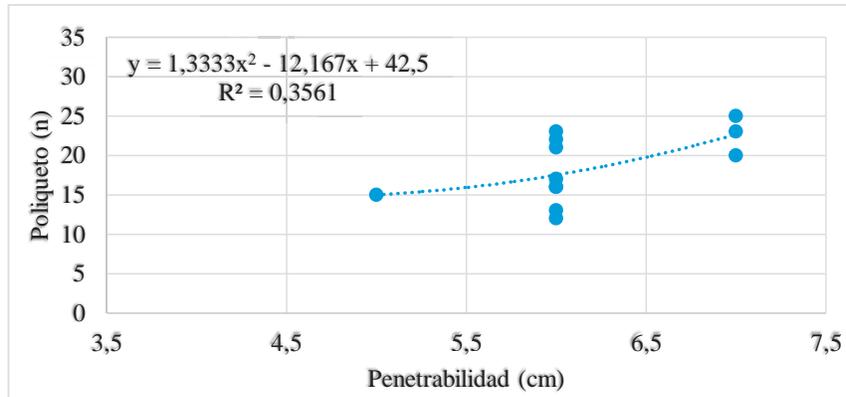


Figura 7. Relación de Penetrabilidad vs número de poliquetos en playa Roberto

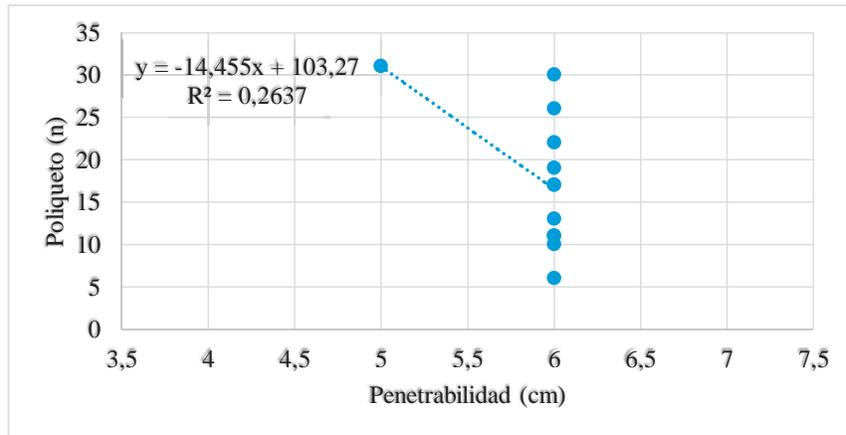


Figura 8. Relación de Penetrabilidad vs número de poliquetos en playa El Faro

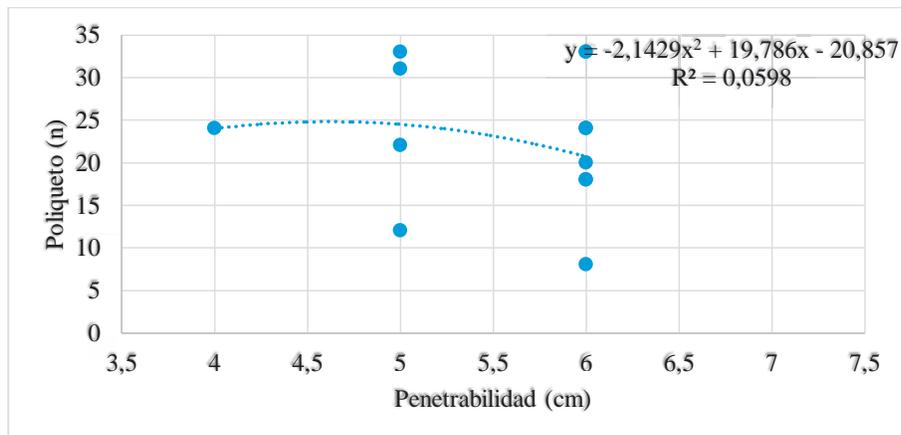


Figura 9. Relación de Penetrabilidad vs número de poliquetos en playa Punta Bellaca

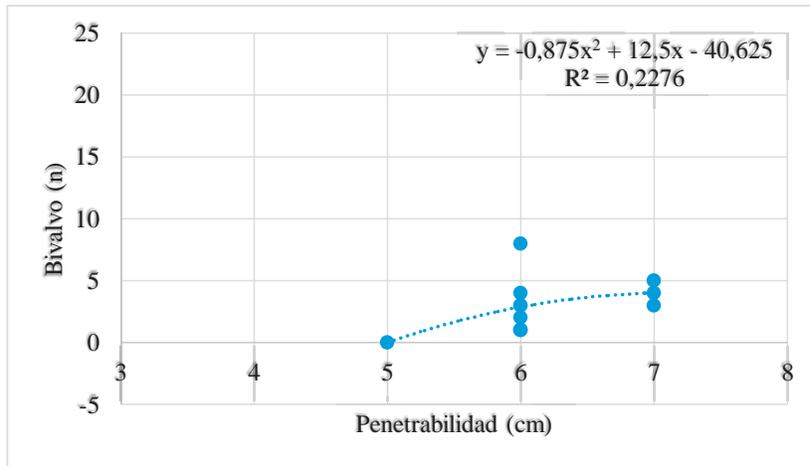


Figura 10. Relación de Penetrabilidad vs número de bivalvos en playa Roberto

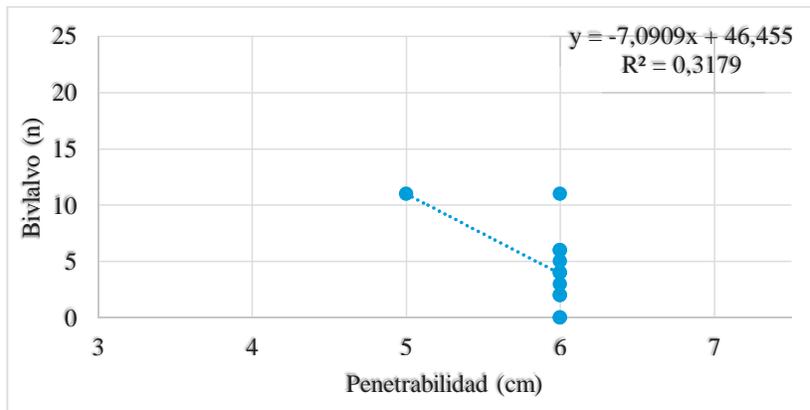


Figura 11. Relación de Penetrabilidad vs número de bivalvos en playa El faro

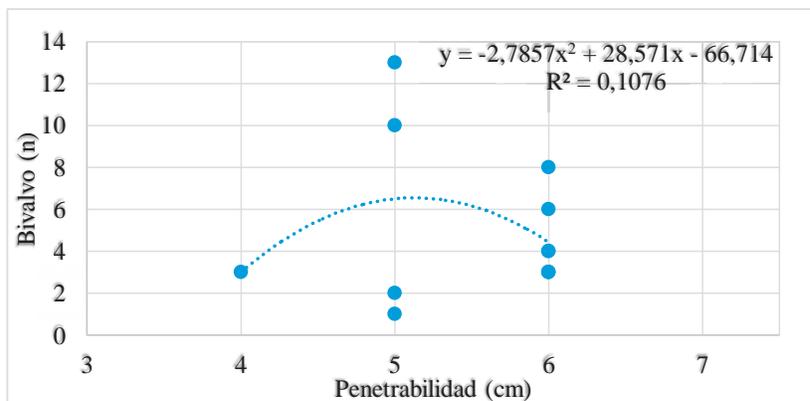


Figura 12. Relación de Penetrabilidad vs número de bivalvos en playa Punta Bellaca

4.3. RIQUEZA ESPECÍFICA Y DIVERSIDAD

La diversidad medida como un indicador del estado de salud de un ecosistema se debe considerar en un lapso de tiempo más o menos amplio, porque las especies que caracterizan un lugar han pasado por un proceso de adaptación por la temperatura, geografía, alimentación, las playas estudiadas presentan variabilidad en época de turismo por ello se consideró época de estiaje para tener una diversidad mayor, por tal caso se analizó en función del tiempo de menos actividad y actividad media turística considerando los meses de mayo a julio.

4.4. VARIACIÓN DE LOS ORGANISMOS DURANTE LOS TRES MESES DE MUESTREO

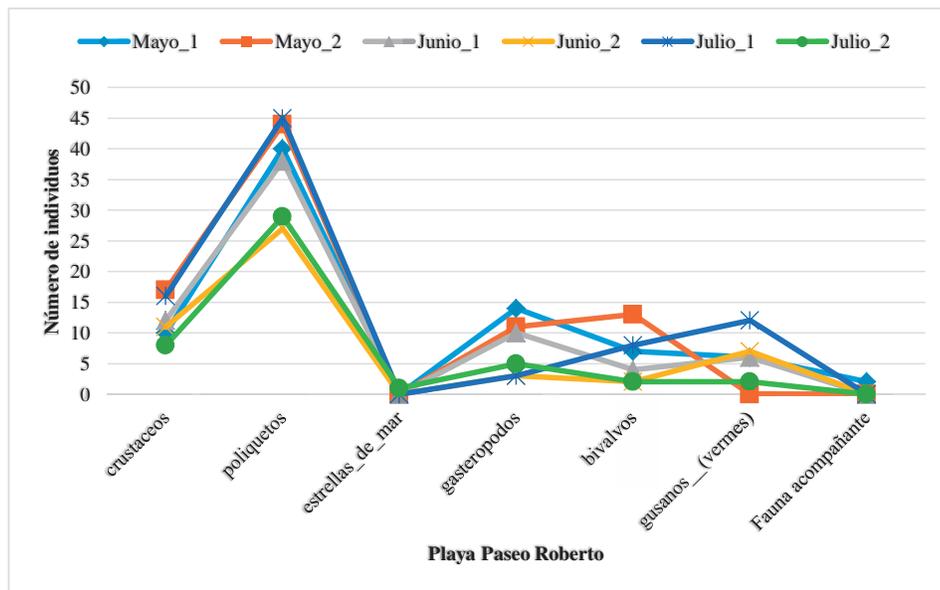


Figura 13. Variación de la población de individuos en el periodo de estudio playa: Paseo Roberto

En esta playa los poliquetos abundan en mayor proporción que el resto de especies pero fundamentalmente es abundante en todos los meses de evaluación disminuyendo de 45 a menos de 30 organismos en la segunda quincena de junio (junio_2) y julio (julio_2) lo que lo hace un pésimo indicador, no así el caso de gusanos vermes que denotan variaciones como se puede ver en el mes de mayo en la primera quincena se presenta en un número bajo (5 individuos) y decae a 0 en la segunda evaluación, la segunda quincena de junio y primera de julio hay un crecimiento importante que sobrepasan los 10 individuos, lo que

significa que en estas fechas existen bajos impactos debido a las condiciones ambientales o antrópicas presentes en ese instante. Los gasterópodos son otro indicador importante que decrece paulatinamente en el paso del tiempo empieza alrededor de 15 individuos en el primer muestreo disminuyendo la segunda quincena de mayo hasta la primera quincena de julio aumentando levemente el número de individuos en la segunda quincena de julio. Los bivalvos demuestran un problema en el muestreo ya que entre la primera y segunda quincena de mayo hay un crecimiento importante de individuos (de aprox. 7 a 15) y la primera de junio hay un descenso brusco a menos de 5 individuos que va decreciendo, de no ser error de muestreo hay alguna actividad en esas fechas que altera su crecimiento de manera muy importante.

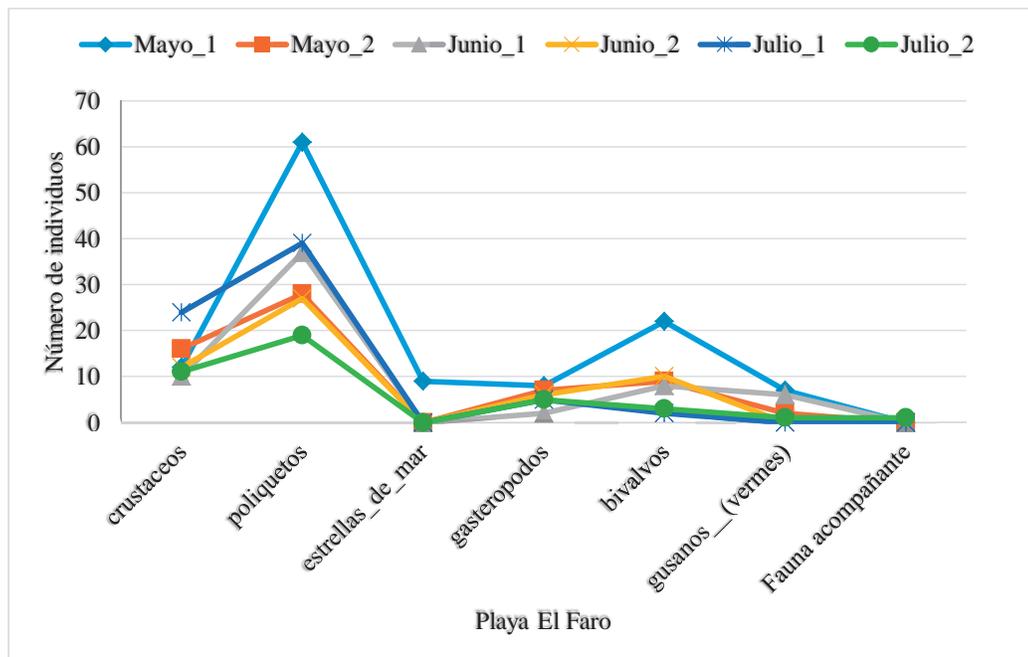


Figura 14. Variación de la población de individuos en el periodo de estudio playa: El Faro

El análisis de este cuadro y el siguiente es similar pero con el análisis de las actividades que se generan en esas fechas, tratando de dar respuesta a que hace que la población disminuya o aumente y relacionándolo con la matriz de Leopold en donde se aprecian aspectos de compactación.

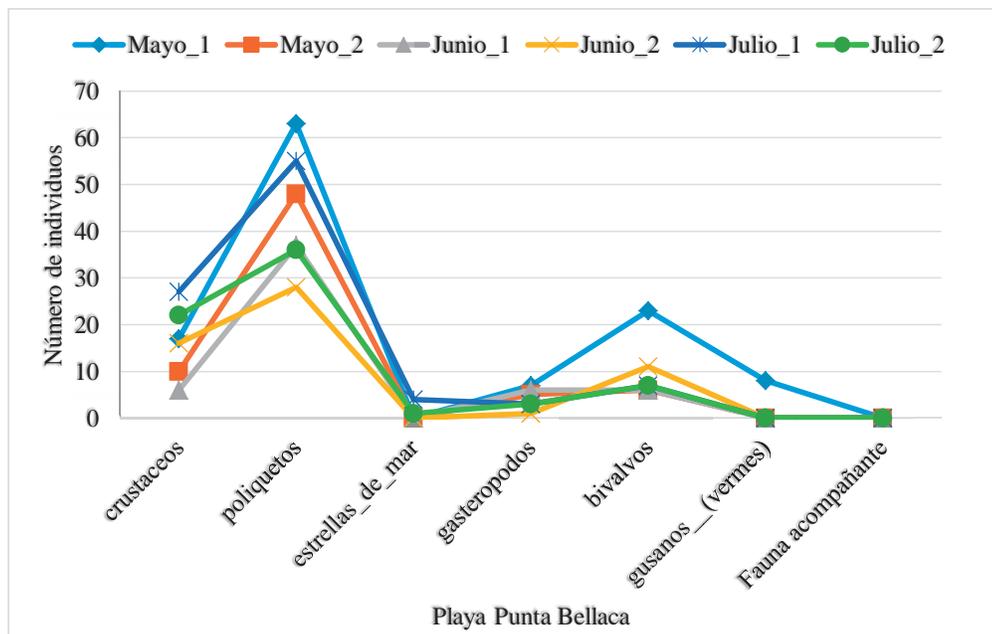


Figura 15. Variación de la población de individuos en el periodo de estudio playa: Punta Bellaca

4.4.1. Comparación de Riqueza, Abundancia y Diversidad

Tabla 8. Índices de Diversidad para las tres playas en estudio

ÍNDICE	PLAYAS DE BAHÍA DE CARÁQUEZ		
	EL PASEO DE ROBERTO	EL FARO	PUNTA BELLACA
Individuos	415	409	463
Dominancia_D	0,347	0,335	0,398
Simpson_1-D	0,653	0,665	0,603
Shannon_H	2,738	2,789	2,429
Margalef	0,995	0,998	0,815
Equitatividad _J	0,688	0,701	0,663

Los datos muestran cierta similitud en cuanto a taxones e individuos. Hay diferencias numéricas pero de alguna manera son mínimas comparadas con otros ecosistemas, pero dentro de los márgenes de comparación posibles hay cierta dominancia de una especie en Punta Bellaca. Al parecer la cantidad de Poliquetos que no es un buen indicador ya que se encuentra con cierta dominancia en todas las playas. Un índice importante es la equitatividad según algunos autores medida con el índice de Pielou. Hay una leve

diferencia pero El Faro muestra mayor equitatividad con respecto al resto y Punta Bellaca es la que tiene menor índice de equitatividad, la dominancia de Berger-Parker y de Simpson muestran datos similares, mayor dominancia en Punta Bellaca, seguido por paseo de Roberto y el Faro en último lugar, que coincide con el índice de Pielou que descarta la dominancia y señala la equitatividad en mayor grado en esta playa.

4.5. Riqueza Específica

La riqueza específica de Margalef, la diversidad de Shannon y la abundancia se comparan en las siguientes figuras:

La riqueza específica tiene los valores más altos en dos playas: El Paseo de Roberto y El Faro; en cambio Punta Bellaca presenta el menor registro, aunque tiene la mayor abundancia de especies (Figura 16).

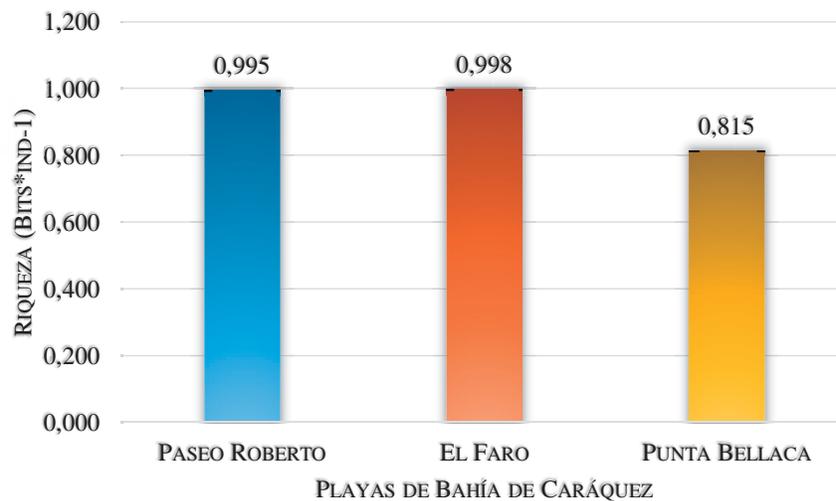


Figura 16. Riqueza específica en las diferentes playas de Bahía de Caráquez

La riqueza específica es analizada a través del índice de Margalef y como se puede apreciar están cerca de 1 y están basados en el conteo de las especies muestreadas durante los tres meses, la playa con menor como lo es Punta Bellaca aunque como se ve es la que tiene mayor abundancia de especies, pero así mismo la que tiene una diversidad muy baja en relación con las dos playas restantes. Aquí sería necesario un análisis de las condiciones en las que esta playa se encuentra, más próxima de una carretera, a un pueblo y la que tiene mayor afluencia de visitantes.

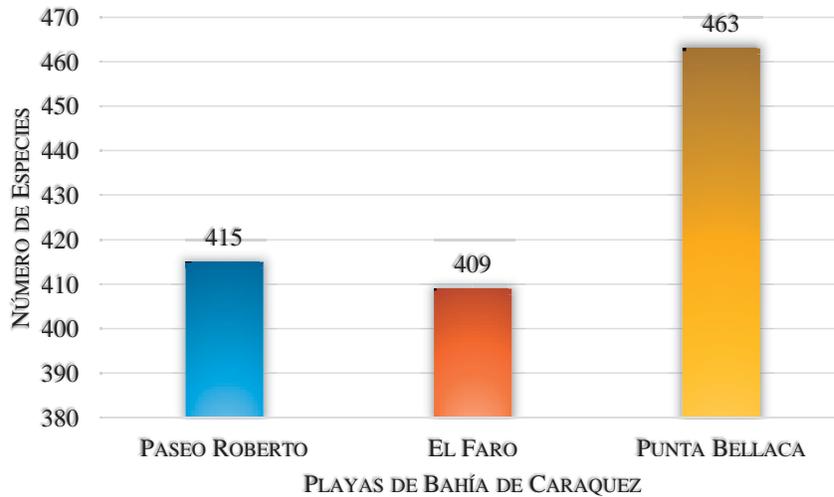


Figura 17. Abundancia de organismos macrobentónicos en las diferentes playas de Bahía de Caráquez

4.6.Diversidad

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, el valor máximo se registró en la playa El faro (1,951 bits/ind) seguido de El Paseo de Roberto (1,915 bits/ind) y los menores en Punta Bellaca (1,699 bits/ind) (Figura 18).

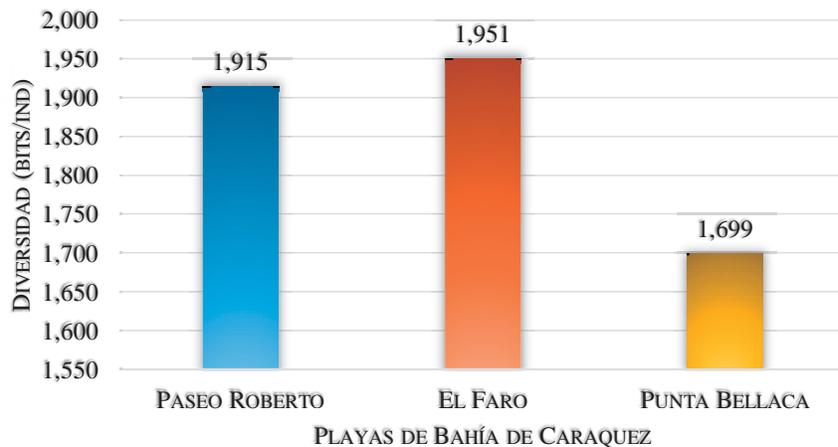


Figura 18. Índice de Diversidad en las diferentes playas de Bahía de Caráquez

La diversidad puede ser analizada desde el punto de vista de adaptación de esas especies, cómo se distribuyen en otras playas y cómo en Punta Bellaca esa diversidad se ha visto afectada.

4.6.1. Equidad de Pielou (J')

El índice de Equidad de Pielou (J') estuvo comprendido entre 0,663—0,701; hallándose los mayores valores en la playa El Faro (Figura 19).

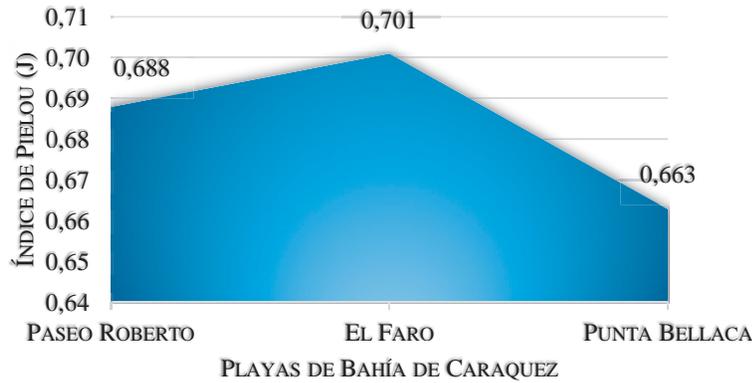


Figura 19. Índice de equidad (J') en las diferentes playas de Bahía de Caraquez

La equidad de Pielou es mayor para El Faro. Como se analizó arriba los valores cercanos al 1 presentan un equilibrio perfecto, por ende se podría decir que El faro está en un buen equilibrio a diferencia de Punta Bellaca que muestra el índice más bajo.

4.7. Análisis de Clústers

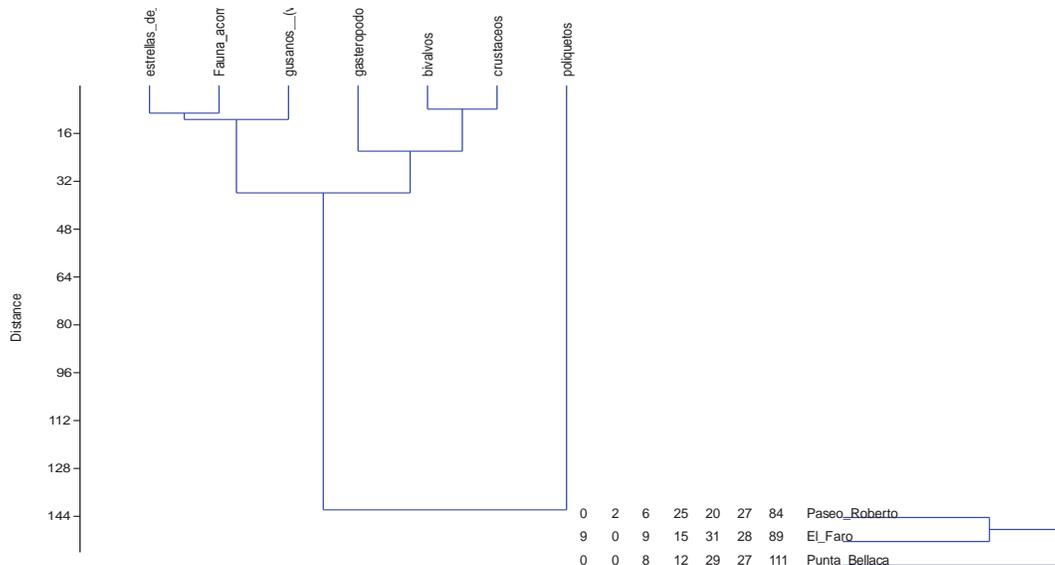


Figura 20. Análisis de clúster inter-específico y entre las playas en estudio del mes de mayo 2015

El análisis de clúster para el mes de mayo muestra una diferenciación de los poliquetos con respecto al resto de especies, hay pocas o ninguna especie de estrellas de mar y fauna acompañante por lo que se encuentran estrechamente vinculadas. Con respecto a las playas el clúster muestra una separación muy importante de punta bellaca con respecto a las otras.

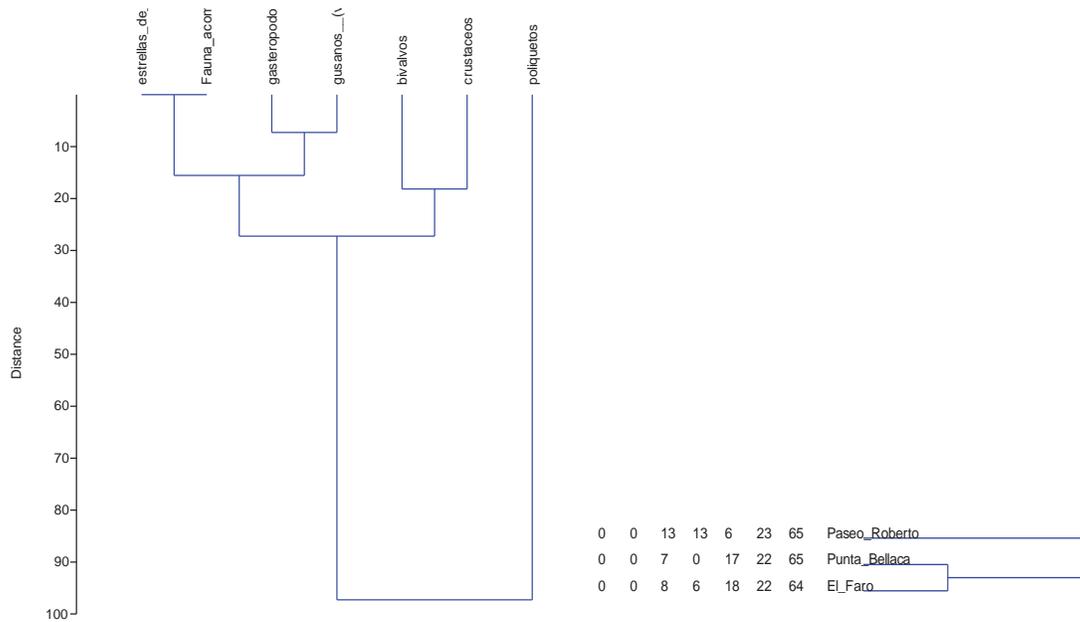


Figura 21. Análisis de clúster interespecífico y entre las playas en estudio del mes de junio 2015

El análisis es similar con la diferencia de que por algún motivo en este análisis playa Roberto se diferencia de las otras dos que lucen con similitudes.

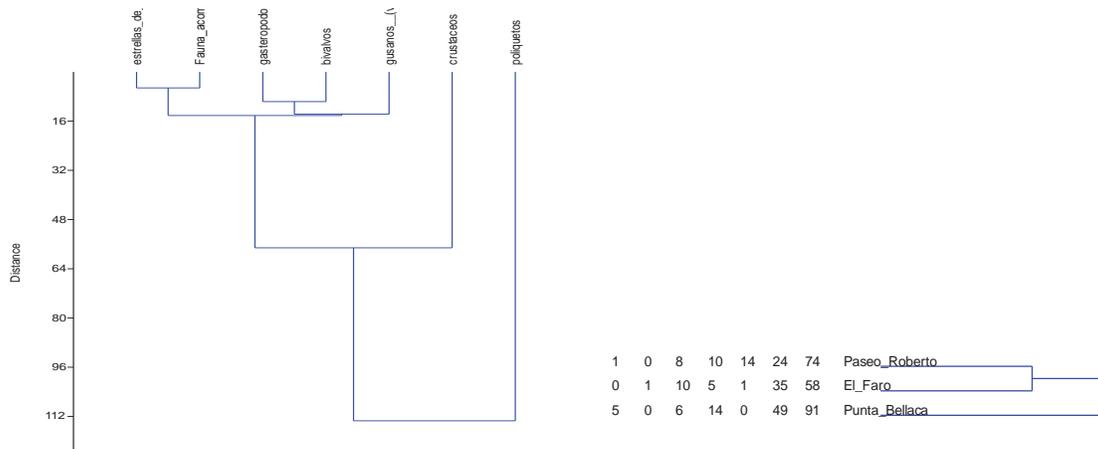


Figura 22. Análisis de clúster interespecífico y entre las playas en estudio del mes de julio 2015

Nuevamente Punta Bellaca a diferenciarse de las dos playas. Se muestran a los crustáceos y poliquetos diferentes al resto ya que se encuentran a mucha distancia en número del resto de especies.

Análisis General de Clúster

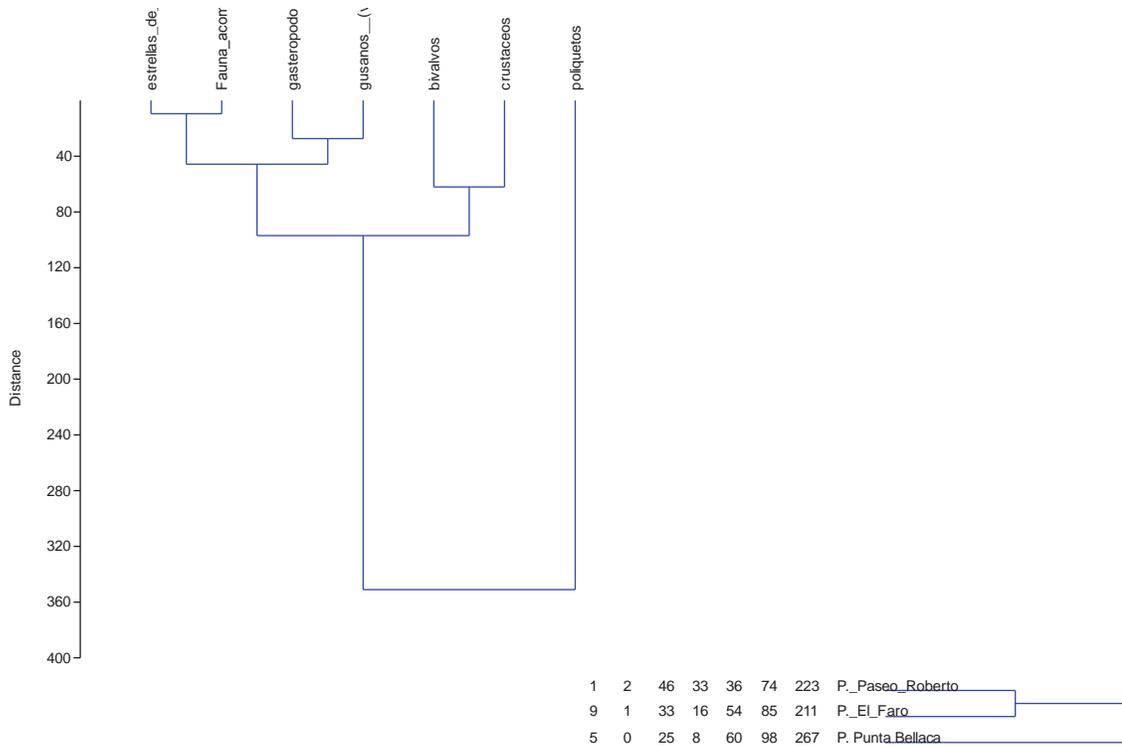


Figura 23. Análisis general de clúster interespecífico y entre las playas en estudio de los tres meses de muestreo

Se observa que lo más importante que los clúster mensuales es la diferenciación entre las especies observadas durante el ensayo se verá que los poliquetos se encuentran en extrema distancia, debido a sus características de reproducción y la capacidad a los impactos antrópicos presentes en cada playa; A diferencia de Punta Bellaca como playa se diferencia largamente de las dos playas restantes que tienen buenas similitudes, es por ello que se considera Playa Bellaca como blanco entre las 3 playas. Lo que se puede observar en la Matriz de Leopold.

4.8. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE CORRESPONDENCIA

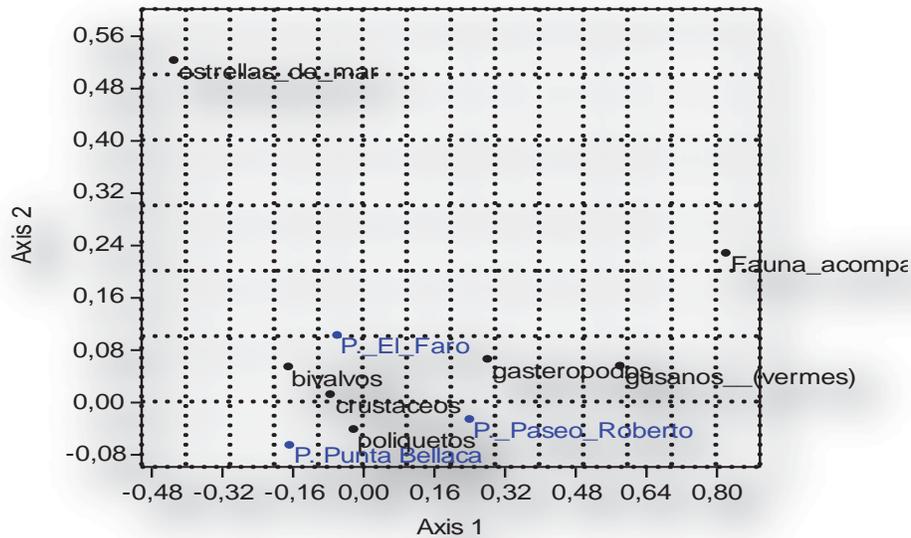


Figura 24. Análisis multivariado del conjunto de especies estudiadas

En el análisis multivariado se aprecian que las 3 playas están próximas a la muestra de poliquetos, por ello se podría decir que por estar más cercana presenta equitatividad, por el contrario presenta mayor abundancia que en playa El Faro y Paseo Roberto. Se demuestra equitatividad de la playa El Faro, debido a la proporción de especies, cabe decir que las especies más lejanas como estrellas de mar se encuentran en poca cantidad, su diversidad no se podría decir que está afectada por una actividad específica en las playas observadas.

Para caracterizar el principal uso de las playas, el índice de conservación (CI) y el índice de potencial de recreación (RI) se aplicaron tras McLachlan *et al* (2013). Para cada indicador de un sencillo sistema de puntuación que se desarrolla en base a tres factores claves con el fin de evaluar el potencial / idoneidad de una playa para la conservación y o recreación

Las playas arenosas son ecosistemas muy dinámicos con condiciones hostiles para la vida, por lo que se espera que el número de taxones adaptado a vivir en estas condiciones sea baja en comparación con otros sistemas costeros. Sin embargo, la biodiversidad de esta macroinfauna que se encuentra en las playas de las costas Ecuatorianas fue relativamente alta con un número de 7 taxas. Este valor es similar a los reportados en latitudes cercanas, tales como los de 9 taxones que se encuentran en Bahía Málaga en el Pacífico norte de

Colombia (Carlos E. Guevara-Fletcher et al. 2011), Las playas mostraron una amplia gama de tipos morfodinámicos y una tendencia al aumento general de la riqueza de especies de reflexión a las playas disipativas se observó, de acuerdo con McLachlan *et al.* (1993). El paseo de Roberto y El Faro mostraron la mayor riqueza de especies y diversidad mientras que para la playa Punta Bellaca mostró la mayor abundancia. Los altos valores de riqueza y diversidad que se encuentran en las playas El Paseo de Roberto y Playa El Faro apoyan la tendencia general de las variables bióticas para aumentar con la exposición, según lo informado por otros autores (Dexter 1983, Jaramillo y McLachlan 1993, Rodil *et al.* 2007). La abundancia y la riqueza de la macroinfauna están directamente relacionados con el suministro de alimentos (Rodil *et al.* 2012), por lo que también es posible que la desembocadura del río Chone aumenta la disponibilidad de alimentos, lo que permite la creación y el desarrollo de más especies.

Este estudio evaluó la estructura de invertebrados (macrofauna) conjunto de los fondos sumergidos de tres playas arenosas en relación con varias características físicas y antrópicas de base recreacional.

La composición y los tipos de sedimentos asociados a cada playa de la ciudad de Bahía de Caráquez están relacionados con los patrones de circulación de corriente. En la región interna los altos porcentajes de arena fina, limo, y arcilla se acumulan debido a las corrientes de marea más débiles, al mismo tiempo, el efecto de agua dulce es mayor, en las localidades externas de una de las playas (El Paseo de Roberto). Sedimentos están ausente debido principalmente a la influencia de las corrientes de marea y oleaje fuertes.

Crustáceos, poliquetos y moluscos son por lo general dominantes entre la macroinfauna de playas arenosas (McLachlan y Brown 2006). En nuestro estudio, se establece similar aproximación en cuanto a la dominancia de estos grupos encabezando la lista los poliquetos y crustáceos isópodos y poliquetos fueron los más abundantes y se incluyen diversos taxones.

La zonificación de la macroinfauna, definida como la distribución de las especies a lo largo de la zona intermareal de las playas de arenosas, se ha llevado a cabo en todo el mundo (Defeo *et al.* 1992, Jaramillo et al. 2000, Schlacher y Thompson 2013). Macroinfauna través de la costa de distribución es muy variable, que van de uno a cinco zonas biológicas, aunque tres son los más comunes (ver Schlacher y Thompson 2013).

V. CONCLUSIONES

Las playas o ecosistemas arenosos requieren de prácticas de manejo específicas para evitar su degradación mientras estas continúen utilizándose por sus servicios recreacionales. Existe el aspecto o necesidad urgente de entender los ecosistemas y hábitats costeros desde puntos de vista biológicos, para así diseñar planes de manejo asociados a este recurso, este estudio prevé investigar los efectos de las actividades de recreación.

Las playas estudiadas dentro de la ciudad de Bahía de Caráquez son de orden disipativo al tipo de sedimento que las constituye con arenas finas o medias y un porcentaje de limo.

La riqueza y diversidad total encontrada total en el área de estudio fueron de términos altos mostrando que tienen condiciones favorables para esta fauna o aun esta poco perturbada.

Terminado el presente trabajo de investigación se han llegado a las siguientes conclusiones.

- Se tomaron muestras físicas in situ, biológicas determinadas en el laboratorio de microorganismos marinos costeros y socioculturales mediante encuestas.
- En cuanto a la abundancia, en la playa Punta Bellaca se obtuvieron la mayor cantidad de organismos macrobentónicos (463) seguido de El Paseo de Roberto (415) y en menor cantidad El Faro (409)
- Se observaron las principales actividades recreacionales y antrópicas que impactan ambientalmente en las playas arenosas cercanas a Bahía de Caráquez.
- Se encontró variación similar entre las muestras biológicas de la fauna macrobénticas en la zona intermareal en los meses mayo a julio debió a la baja actividad antrópica de dichos meses para las tres playas arenosas.
- Las playas Paseo Roberto y El Faro presentan una diversidad mayor que Punta Bellaca, se tiene como resultado una distancia de los poliquetos, resultando esta menos equitativa. La equitatividad de El Faro es debida a la diversificación de especies más no a su abundancia.

- Se encontró relación de las actividades recreacionales y los principales parámetros físicos, como son las caminatas por las orillas de la playa. Producto de caminatas se produce penetrabilidad en los suelos arenosos por los visitantes.
- Como consecuencia del oleaje sobre las pisadas que dejan los visitantes se observa abrasión la cual arrastra suelo arenoso, dejando expuestos la diversidad de macrobentos.
- El impacto ambiental generado por las actividades recreativas es visible en estos 3 meses se hizo seguimiento físico, biológico y social para determinar el impacto en las playas arenosas. El efecto es que realmente hay un impacto pues los resultados presentan ciclos de comportamientos similares, pero las variaciones entre la diversidad de especies de una playa a otra son relativamente similar por lo que se consideró como blanco a la playa Punta Bellaca.
- Se consideró para playa Paseo Roberto un aproximado de 450 personas por hora que transitaron en estos meses de estudio, por lo que cada persona aproximadamente deja una profundidad de 5 a 10 cm, se estimó que por el efecto de retorno de una ola demora entre 20 y 30 segundos dejando de 25 cm de profundidad para dicha playa.
- En la playa el Faro la actividad recreacional es menor que playa Paseo Roberto, no hay presencia de deportes acuáticos, se observar actividades de fútbol y vóley playa, a diario se pueden observar aproximadamente 150 personas/hora realizando caminatas, se obtiene un aproximado de 5 a 10 cm de profundidad por pisadas, por lo que la muestra de poliquetos no se ve afectada.
- Para la playa Punta Bellaca se observó una frecuencia de 50 personas por hora, por lo que la profundidad dejada por persona es de 5 cm para que las olas regresen, siendo de menor frecuencia las actividades que se realizan en dicha playa no tiene un efecto negativo, es por ello que representa la playa arenosa con mayor abundancia de organismos pero a su vez es la de menor diversificación de especies asociado a que es la playa menos afectada por la influencia del Estuario del rio Chone teniendo una carga menor de nutrientes y demás biotas alimenticias.

VI. RECOMENDACIONES

La presente investigación constituye aproximaciones para tratar de estimar los efectos de los usos antrópicos de recreación turística en la ciudad de Bahía de Caráquez, para poder diferenciar de los tipos de sedimento, y completando con censos de personas en las playas acogidas para cuantificar el nivel de uso según sus temporadas en las playas de mayor acogida, comparándola con sucesos naturales y demás factores naturales.

Los ambientes costeros reciben grandes entradas de materia orgánica y sería la pregunta que quede planteada, y de gran interés de cómo afectaría a una posible reducción de las poblaciones Macrobentónicas.

- Con fines de minimizar los impactos ambientales que dejan las actividades se debe evitar generar sobre pisoteo en la zona de orillas de las playas arenosas.
- Considerar establecer zona para vóley playa y fulbito playa donde no impacte ambientalmente con la zona en la que se encuentran los organismos más vulnerables.
- Otra recomendación importante es tener muestras de playas donde no se realizan actividades recreacionales para observar y comprar su comportamiento sobre la densidad de especies.
- Otra característica visible que dejan las actividades recreacionales es la socavación la que arrastrada por olas deja al descubierto la fauna de macrobentos entre los 5 y 10 cm de profundidad, para un análisis exhaustivo entre la socavación y las actividades pueden considerarse en un aproxima investigación.
- Se recomienda realizar encuesta en época de mayor frecuencia de visitantes, para obtener la percepción del público que concurre, para establecer una gestión de manejo ambiental en dichas playas arenosas.

- Se recomienda capacitar y sensibilizar a los visitantes de la importancia de la diversidad biológica en las playas.
- De llevar un manejo ambiental en las playas se recomendaría evaluar con muestreos periódicos lo que serviría como una futura investigación de manejo de la gestión ambiental de playas arenosas.
- Se podrían establecer horarios en las cuales las olas regresan con menor frecuencia para que el efecto de abrasión por olas tenga una disminución en su impacto.
- Se obtiene un potencial impacto ambiental significativo en generación por compresión y tensión superficial, para ello se adecuará un plan de control ambiental mediante horario y vías para transitar.
- Tomando en cuenta la influencia del pisoteo y de las actividades recreativas midiendo los demás aspectos y en base a eso proponer herramientas de gestión aplicadas a playas y ecosistemas acuáticos.
- Se ha determinado que debido a las pozas que dejan los visitantes y las pisadas y sobrepisadas por la orilla de las playas arenosas, el efecto directo es la abrasión por el oleaje natural y que una vez generadas, el efecto de abrasión ocurre hasta la desaparición del mismo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ABEL P. 1989. Water Pollution biology. Ellis Horwood, England. 466 pp.
- ALBA-TERCEDOR. 2004. Universidad de Málaga, facultad de Ciencias, Tesis Doctoral
Calidad Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Rio Chillan.
- AUDOIN, J. AND MILNE, E. 1832. Classification and description of these annelids that
inhabit the coast of France. *Annals of Natural Sciences, Paris, Ser. ser.1, 27: 337-347.*
- BARNES, R. 1995. *Zoología de los invertebrados*, sexta edición, Págs. 215-217.
- BARBOUR, M. 1997. The re-invention of biological assessment in the U.S. *Human and Ecological Risk Assessment*, 3(6): 933-940.
- BASTIDA, J. 1991. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del sureste de la Bahía de La Paz, B.C.S., México: *Taxonomía y Aspectos Biogeográficos*. Tesis de grado, Universidad Autónoma de Baja California Sur; México, 158 pp.
- BEEBY, A. 1992. *Applying ecology*. Chapman & Hall, London. 441 pp.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del zooplancton del atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar de Plata, Argentina. 936 pp.
- BROWN, A. & MCLACHLAN, A. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Science Publishers B. V., 328pp.
- CAICEDO Y PALACIOS. 2004. Universidad de Málaga, facultad de Ciencias, Tesis Doctoral
Calidad Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Rio Chillan,
- CARTER, R. 1982. Recreation pressure and environmental change in a small beach/dune complex at Tyrella, Co. Down. *Irish Journal of Environmental Science*, 1(2): 62-70.
- CARTER, R. 1988. *Coastal Environments*: Academic Press Ltd, 617 pp.
- CAO, Y., BARK, A. & WILLIAMS, P. 1997. Analysing benthic macroinvertebrate community changes along a pollution gradient: a framework for the development of biotic indices. *Water Research*, 31(4): 884-892.
- DEFEO, O., GÓMEZ, J. & LERCARI, D. 2001. Testing the swash exclusion hypothesis in Sandy beach populations. *Marine Ecology Progress Series*, 212: 159-170.
- DE LA LANZA. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación, Págs., 37-42.
- ELLIOT, T. 1978. *Sedimentary Environments and Facies*. Elsevier, New York.

- ENGLE, V. & SUMMERS, J. 1999. Refinement, validation, and application of a benthic condition index for the northern Gulf of Mexico estuaries. *Estuaries*, 3A: 624-635.
- ENGLE, V., SUMMERS, J. & GASTON, G. 1994. A benthic index of environmental condition of Gulf of Mexico estuaries. *Estuaries*, 17: 372-384.
- ENGLE, V. & SUMMERS, J. 1999. Refinement, validation, and application of a benthic condition index for the northern Gulf of Mexico estuaries, *Estuaries*, 3A: 624-635.
- ENGLISH, S., WILKINSON, C. & BAKER, V. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. 2 ed. Australian Institute of Marine Science, 390 pp.
- FAO. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacifico Centro Oriental*. Volumen 1, Roma.
- GAUFIN, A. 1973. Use of aquatic invertebrates in the assessment of water quality. In *Biological methods for the assessment of water quality*, eds. J. Cairns, Jr. & K.L. Dikson. ASTM special publication 528 96-116.
- GALDEAN, N., CALLISTO, M. & BARBOSA, F. 2000. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 3:545-552.
- GUETTI, P. 1980. Biological indicators of the quality of running waters. *Bolletín Zoologique*, 47:381-390.
- GUETTI, P. 1997. *Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (IBE): I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Provincia autónoma di Trento. Agencia Provinciale per la protezione dell'ambiente. Trento. Italia. 222 pp.
- HAWKES, H. 1979. Invertebrates as indicators of river quality. In. A. James & L. Evison, *Biological indicators of water Quality*. John Wiley & Sons. 2: 1-45.
- HELAWELL, J. 1986. *Biological indicators of Freshwater pollution and environmental management*. New York. Elsevier Science. 546 pp.
- HOLMES, N. & MCINTYRE, A. 1971. *Methods for the study of Marine Benthos*. IBP Handbook 16: 323 pp.
- HYNES, H. 1962. The significance of macroinvertebrates in the study of mild river pollution. In: Robert, A. (ed.) *Biological problems in water pollution*. US Publ. Hith.Ser. 567 pp.
- JAMES, R. 2000. From beaches to beach environments: linking the ecology, human-use and management of beaches in Australia. *Ocean & Coastal Management*, 43: 495-514

- JARAMILLO, E. & MCLACHLAN, A. 1993. Community and population responses of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in south-central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 37: 615-624.
- JARAMILLO, E., CONTRERAS, H. & QUIJON, P. 1996. Macroinfauna and human disturbance in a Sandy beach of south-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 614-655.
- JEAN, G. & FRUGET, F. 1994. Aquatic macroinvertebrates as ecotoxicological indicators. *Verhandlungen der International Vereinigung für Limnologie*, 25: 2004-2007
- KEEN, M. 1971. Sea Shell of tropical west America. Marine mollusk from Baja California to Peru. Stanford University, press, Stanford; California second edition.
- KEOUGH, M. & QUINN, G. 1998. Effects of periodic disturbances from trampling on rocky intertidal algal beds. *Ecological Applications*, 8(1); 141-161.
- LERCARI, D., DEFEQ, O. & CELENTANO, E. 2002. Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed Sandy beach. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 1397-1404.
- LENAT, D., SMOCK, L. & PENROSE, D. 1980. Use of benthic macroinvertebrates as indicators of environmental quality. In Worf D.L. (Ed) *Biological Monitoring for Environmental Effects*. Heath, Lexington, MA: 97-112.
- LINDEGART, M. & HOSKIN. 2001. Patterns of distribution of macro-fauna in different types of estuarine, soft sediment habitats adjacent to urban and non-urban areas. *Estuaries, Coastal and Shelf Science*, 52: 237-247.
- LYDY, M., CRAWFORD, C. & FREY, J. 2000. A comparison of selected, Similarity, and Biotic Indices for detecting changes in benthic-invertebrate community structure and stream quality. *Archives on Environmental Contamination Toxicology*, 39: 469-379.
- MARGALEF, R. 1969. El concepto de polución en Limnología y sus indicadores biológicos. *Agua Supply*, 7:105-133
- MARGALEF, D. 1969. *Perspective in Ecological Theory*. Chicago Univ. Press, II 1 pp.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Omega, 951 pp.
- MCARDLE, S. & MCLACHLAN, A. 1992. Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. *Journal of coastal research*, 2; 398-407.
- MCLACHLAN, A. 1980. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Marine Environmental Research*, 4: 59-63.

- MCLACHLAN, A. 1985. The biomass of macro- and interstitial fauna on clean and wrack-covered beaches in Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 21: 587-599.
- MCLACHLAN, A. 1990. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands, *Journal of Coastal Research*, 6: 657-664.
- MCINTYRE, A. 1961. Quantitative differences in the fauna of boreal mud associations. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 41: 599-61.
- MOFFETT, M., MCLACHLAN, A., WINTER, P. & DE RUYCK, A. 1998. Impact of trampling on Sandy beach macrofauna. *Journal of Coastal Conservation*, 4: 87-90.
- NORRIS, R. & GEORGES, A. 1993. Analysis and interpretation of benthic macroinvertebrates surveys. In: Rosenberg, D.M. & V.H. Resh. 1993. (Eds) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, N.Y. 488 pp.
- NORSE, E. 1993. *Marine Biological Diversity*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- ORTH, R. The importance of sediment in seagrass communities. *Ecology of Marine Benthos*. The Belle W. Baruch Library in Marine Science. Coull C. (Ed). 6: 281-300
- PEDRAGOSA, M. 2012. Variabilidad longitudinal de la comunidad macrobentónica de una playa arenosa: efecto del gradiente morfodinámico. Tesis de grado. Universidad de la Republica, Facultad de Ciencias, UNDESIMAR. 42 p.
- PENNY. 1985. The use of macroinvertebrates in the assessment of point source pollution. In: *Biological monitoring in fresh water*. Water and soil. Miscellaneous publication. Wellington, NZ. 83:205-215.
- PETERSON, C. 1998. Intertidal zonation of marine invertebrates in sand and mud. *American Scientist*, 79: 236-249.
- PRAT, N., GONZÁLEZ, G. & X. MILLET, X. 1986. Comparación crítica de dos índices de calidad del agua: ISQA y BILL. *Artículos técnicos* 31:33-49.
- PROGRAMA DE MANEJO DE RECURSOS COSTEROS. 1993. Plan de manejo de la ZEM-Bahía-San Vicente-Canoa. Guayaquil, Ecuador.
- PUJANTE A., MARTÍNEZ-LÓPEZ, F. Y TAPIA, G. 1995. Macroinvertebrados y calidad de las aguas de los ríos próximos a la central térmica de Andorra (Teruel, España). *Limnética*, 11(2):1-8
- PUJANTE., PODRAZA, P. Y MILLET. 2004. Universidad de Málaga, facultad de Ciencias, Tesis Doctoral Calidad Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Chillan.

- RESH, V., MYERS, M. AND HANNAFORD, M. 1996. Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental Quality. Pp647-667 in: *Methods in Stream ECOLOGY*.
- ROLDÁN, G. 1988. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Ecología, Rev.Acad. Colombia Ciencia*. Vol XXIII, 88: 375-387.
- ROSENBERG, D. & RESH, V. 1993. *Freshwater bio monitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, N.Y. 488 pp.
- SAUNDERS, C., J. SELWYN, S. RICHARDSON, V. MAY & C. HEEPS. 2000. A Review of the Effects of Recreational Interactions within UK European Marine Sites. UK CEED Marine in association with Bournemouth University, Center for Coastal Conservation and Education, 265 pp.
- SCHOEMAN, D., MCLACHLAN, A. & DUGAN, J. 2000. Lessons from a disturbance experiment in the zone of an exposed Sandy beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 869-884.
- SALAZAR-VALLEJO. 1991. Panorama y fundamentos para un programa nacional en biodiversidad marina. pp 6-38.
- SANDERS, H. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay 111. The structure of the soft bottom community. *Limnol. Oceanography* 5: 138-15.
- SECO, R. 2001. Peligros litorales. Apuntes de curso. Maestría en manejo Sustentable de zonas Costeras. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Págs. 48-51.
- SHORT, A. 1999. *Handbook of beach and Shoreface Morphodynamics*
- SIMON, J. & DAUER. 1978. Reestablishment of a benthic community following natural defaunation. *Ecology of Marine Benthos*. The Belle W. Baruch Library in Marine Science, Coull C. (Ed). 138-153.
- SLACK K., AVERET, R., GREESON, P. & LIPSCOMB, R. 1973. Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological samples. U.S. Department of Interior, Geological survey, Washington, DC. 4(5):1-165.
- SLADECEK, V. 1973. Systems of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih.* 7:1-218
- SUESS, M. 1982. Examination of water for pollution control. A reference handbook. Pergamon Press 3
- TUFFERY, G. Y VERNEAUX, J. 1967. Une metode zoologique pratique de determination de la qualite biologique des aux courants. Índices biotiques *Annual Scientific*. University Besacon Zoologie 3: 79 -90.

- VERDONSCHOT, P. 2000. Integrated ecological assessment methods as a basis for sustainable catchment management. *Hydrobiologia*, 422/423:389-412
- WEBER, C. 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. EPA-670/4-73-001. Cincinnati OH., USA.
- WHITLACH, R. 1997. Seasonal changes in the community structure of the macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biological Bulletin*, 152: 275-294.
- WIEDERHOLM, T. 1989. Use of benthos in lake monitoring. *Journal of the water pollution control federation*, 52: 537-547
- WIGLEY, R. & MCINTYRE, A. 1964. Some quantitative comparisons of offshore meiobenthos and macrobenthos south of Martha's Vineyard. *Limnol. Oceanogr.*9: 485- 49
- WOODIWISS, F. 1978. Biological water assessment methods. Severn Trent River Authorities, U.K
- WU, J. 1998. The Distribution of Benthic Infauna in the Nearshore Zone of Adelaide's Northern Metropolitan Coast. Thesis of the Masters of Ecology and Management, University of Adelaide, Australia, 71 pp

VIII. ANEXO MATRIZ DE LEOPOLD

VARIABLES		PLAYA PASEFO ROBERTO			PLAYA FARO			PLAYA BELLACA							
Medio	Componente	Factores Ambientales	Actividades												
			Deporte acuaticos	Caminnatas por orilla	Voley playa	Futbito playa	Caminnatas por orilla	Voley playa	Futbito playa	Remoción de arena superficial	Caminnatas por la orilla	Voley playa	Futbito playa		
FISICO	Zona intermareal	Penerabilidad	B	B	A	B	M	A	B	M	B	B	A	B	B
		Estructura de sieb	M	M	M	A	B	M	A	B	M	A	M	M	A
		Abrsividad	B	A	M	M	A	M	M	M	M	A	M	M	M
	Macrobenthos	Cangrejo fannasma	A	A	B	B	A	M	M	M	B	A	M	A	M
		Polquetos	A	A	B	B	M	B	B	B	M	M	B	B	B
		Estrella de mar	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B
		Gasteropodos	M	B	B	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B
		Bivalvos	M	M	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	B
		Gusanos de mar	B	M	B	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B
		Fauna mareal	M	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B
Macrobenthos	Densidad de especies	M	B	B	B	M	M	B	M	M	B	M	B	M	
	Poblacion	B	M	B	B	B	M	M	M	M	B	M	B	M	
	Perdida de paisaje	A	A	M	M	B	B	M	M	A	A	M	M	M	
SOCIOECONOMICO Y DEMOGRAFICO	Recreativa	Fauna	B	A	M	B	M	M	B	M	M	M	B	B	B
		Encuestas	B	A	M	M	A	M	M	B	B	B	M	M	M

A: Alto

M: Medio

B: Bajo

IX. ANEXO FOTOGRÁFICO



Fotografía 6. Peces medición frontal



Fotografía 7. Cangrejos de playa



Fotografía 8. Gusanos vermes



Fotografía 9. Medición de bivalvos



Fotografía 10. Caracoles de playa de diversas formas y tamaños



Fotografía 11. Conchas marinas diminutas



Fotografía 12. Estrellas de mar

X. ANEXO ENCUESTA A VISITANTES

ENCUESTA N° 1

Nombre:

1. Está de acuerdo que se realicen actividades recreacionales:

Si o no, De ser No su respuesta podría responder ¿por qué?

.....

2. Si está de acuerdo usted cree que están actividades causen impacto ambiental.

Si o no.

.....

3.Cuál de las actividades mencionadas causa mayor impacto ambiental según su percepción, (caminatas, vóley, futbol, deportes acuáticos y excavaciones) para su playa.

.....

4. Podría decir que actividad realiza en dicha playa.

.....

5. Podría usted decirme su peso aproximado.

.....

Muchas gracias.