

## ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
 CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES	
1.1.- EROSIÓN DE PLAYAS	5
1.1.1.- CAUSAS	6
1.1.2.- PLOBLEMÁTICA LOCAL	8
1.1.3.- PROPUESTAS CONTRA LA EROSIÓN MARINA	10
1.2.- ECOSISTEMAS MARINOS	11
1.2.1.- ARRECIFE NATURAL	11
1.2.2.- ARRECIFE ARTIFICIAL	13
1.2.3.- BENEFICIOS DE LA CREACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES	15
1.2.4.- ARRECIFES ARTIFICIALES CONTRA LA EROSIÓN MARINA	16
1.2.5.- TIPOS DE ARRECIFES ARTIFICIALES	20
1.2.6.- IMPACTO AMBIENTAL	21
1.3.- MATERIALES COMPUESTOS	23
1.3.1.- TIPOS Y CLASIFICACIONES	24
1.4.- CEMENTO	26
1.4.1.- CEMENTO PORTLAND TIPO I	27
1.4.2.- PROCESO DE MANUFACTURA DEL CEMENTO	29
1.5.- NEUMÁTICOS	30
1.5.1.- CLASIFICACIÓN	32

1.5.2.- RECICLADO .....	33
1.5.3.- OPCIONES DE RECICLADO .....	35
 <b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA</b>	
<b>2.1.- MATERIALES Y EQUIPOS .....</b>	<b>38</b>
2.1.1.- MATERIALES .....	38
2.1.2.- EQUIPOS .....	38
<b>2.2.- ELABORACIÓN DE PROBETEROS .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.- CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>39</b>
2.3.1.- CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS .....	39
2.3.1.1.- MÓDULO DE FINURA .....	40
2.3.1.2.- DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO GRUESO Y FINO DE LA LLANTA .....	42
2.3.1.3.- DENSIDAD ABSOLUTA DE LA LLANTA SECA .....	42
2.3.2.- OBTENCIÓN DE LA HUMEDAD ABSOLUTA DEL POLVO DE PIEDRA Y DE LA GRAVILLA .....	44
<b>2.4.- ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO .....</b>	<b>44</b>
2.4.1.- PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS .....	45
2.4.2.- LLENADO DE LAS PROBETAS .....	45
2.4.3.- CURADO DE PROBETAS .....	45
<b>2.5.- PRUEBAS DE REVENIMIENTO AL CONCRETO FRESCO .....</b>	<b>46</b>
<b>2.6.- PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO .....</b>	<b>48</b>
<b>2.7.- CABECEADO DE LAS PROBETAS .....</b>	<b>48</b>
<b>2.8.- PRUEBAS DE COMPRESIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>2.9.- ANÁLISIS FRACTOGRÁFICOS .....</b>	<b>51</b>
 <b>CAPÍTULO 3.- RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
<b>3.1.- CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>53</b>
3.1.1.- MÓDULO DE FINURA .....	53

3.1.2.- DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO GRUESO Y FINO DE LA LLANTA -----	56
3.1.3.- DENSIDAD ABSOLUTA DE LA LLANTA SECA -----	57
3.1.4.- CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS PÉTREOS Y FORMULACIÓN DE LA MEZCLA -----	59
3.2.- REVENIMIENTO AL CONCRETO FRESCO -----	72
3.3.- PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO -----	73
3.4.- CABECEADO DE LAS PROBETAS -----	73
3.5.- PRUEBA DE COMPRESIÓN -----	75
3.6.- ANÁLISIS FRACTOGRAFICO -----	86
CONCLUSIONES -----	91
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	93

## INTRODUCCIÓN

Aparejado al explosivo desarrollo turístico de las costas se han presentado una serie de problemas que esta actividad conlleva, como la afectación a los ecosistemas por el uso intensivo de las playas y de las aguas, construcción de obras de infraestructura en ocasiones no bien planificadas, así como afectaciones a las playas por una administración inadecuada de ellas. Además, dentro de los inconvenientes están los ocasionados por la naturaleza, que si bien estos antes pasaban desapercibidos, hoy en día no lo son, ya que afectan el atractivo turístico y el patrimonio de los dueños, concesionarios u operadores. Estos últimos se deben básicamente a la erosión provocada por diversos fenómenos meteorológicos, como tormentas tropicales, ciclones, huracanes o fuertes vientos que provocan oleajes extraordinarios.

En ocasiones cierto tipo de obras, de las denominadas genéricamente "duras", que se efectúan con el fin de restituir o proteger playas turísticas resultan inadecuadas y/o contraproducentes desde el punto de vista de la ingeniería costera; como son las estructuras con piedra, madera, concreto, cascajo, etc. Además este tipo de estructuras no son estéticas, ni seguras para los usuarios. Lo anterior motivó a que se llevaran a cabo, desde hace algunos años, trabajos que primero fueron de investigación en gabinete, en laboratorios hidráulicos y de materiales, para desarrollar un sistema operacional que permitiese construir arrecifes artificiales mediante barreras separadas de la costa, de tal suerte que se cumplieran varias condiciones: aprovechamiento al máximo de los materiales nativos, que el equipo de construcción fuese económico, ligero, fácil de transportar y que requiera de mano de obra no especializada de la localidad.

Asimismo, la inquietud provocada por el deterioro de algunas zonas arrecifales de nuestro país, originadas por una combinación de contaminación de las aguas, destrucción mecánica ocasionada por las anclas de las embarcaciones, apertura de pasos navegables y por las redes de arrastre, motivó a investigar sobre la posibilidad de utilizar los recursos naturales del mar para dar lugar a un proceso de bioelectrodeposición sobre mallas de acero desplegado para construir estructuras que ofrecieran refugio y alimento a diversas especies marinas.