



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

DISEÑO DETALLADO DE UN CATAMARÁN PARA
RECOLECCIÓN DE DESECHOS FLOTANTES

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO NAVAL

Presentada por:

José A. Delgado Mendoza

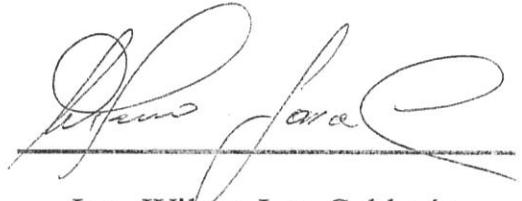
Guayaquil – Ecuador

2004

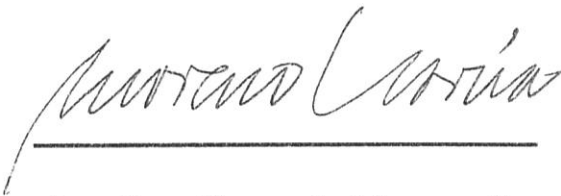
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



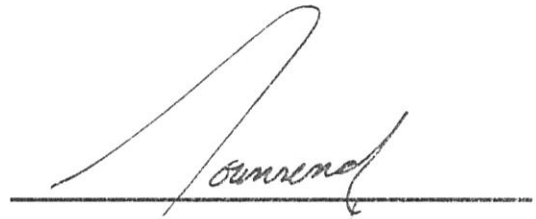
Ing. Bolívar Vaca Romo
Presidente del Tribunal



Ing. Wilmo Jara Calderón
Director de Tesis

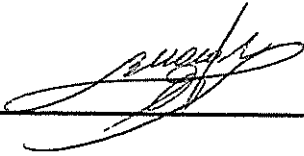


Ing. Juan Fernando Moreno G.
Miembro Principal

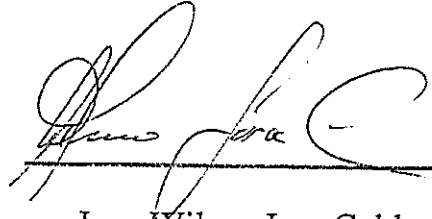


Ing. Patrick Townsend V.
Miembro Principal

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



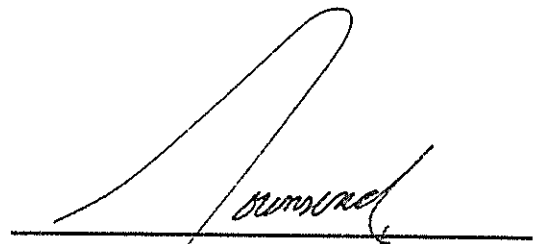
Ing. Bolívar Vaca Romo
Presidente del Tribunal



Ing. Wilmo Jara Calderón
Director de Tesis

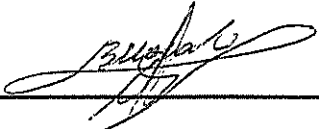


Ing. Juan Fernando Moreno G.
Miembro Principal

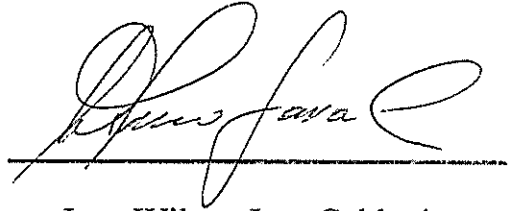


Ing. Patrick Townsend V.
Miembro Principal

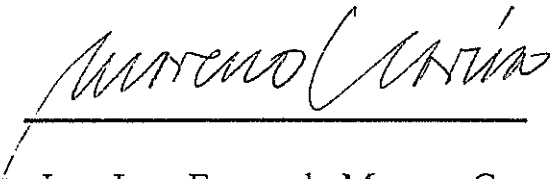
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



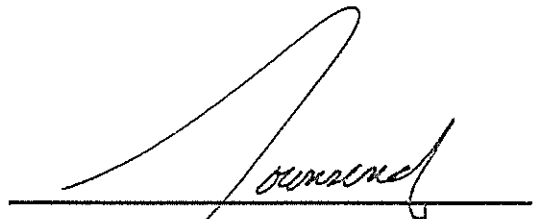
Ing. Bolívar Vaca Romo
Presidente del Tribunal



Ing. Wilmo Jara Calderón
Director de Tesis

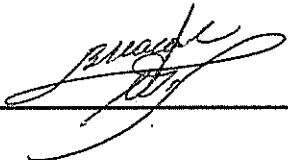


Ing. Juan Fernando Moreno G.
Miembro Principal

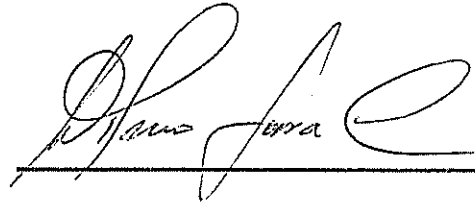


Ing. Patrick Townsend V.
Miembro Principal

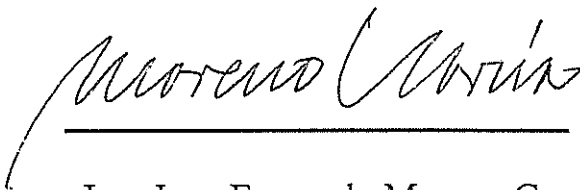
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



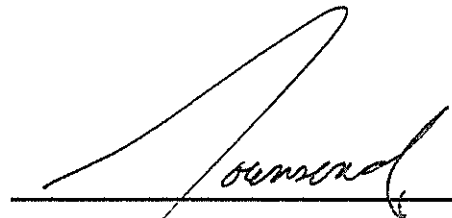
Ing. Bolívar Vaca Romo
Presidente del Tribunal



Ing. Wilmo Jara Calderón
Director de Tesis



Ing. Juan Fernando Moreno G.
Miembro Principal



Ing. Patrick Townsend V.
Miembro Principal

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Wilmo Jara Calderón, por su
paciencia y apoyo al dirigir esta tesis.

A la Facultad de Ingeniería Marítima
y Ciencias del Mar por todo lo que
allí aprendí en Ciencia y Valores.

A mis compañeros de clase, amigos
para toda la vida.

DEDICATORIA

A MI DIOS TODOPODEROSO

A MI MADRE SÍMBOLO DE BONDAD
Y SACRIFICIO

A MI PADRE QUIEN FUE EJEMPLO
DE RESPONSABILIDAD

A MI ESPOSA COMPAÑERA
SOLIDARIA Y AMOROSA

A MI HIJO EL SOL DE MIS DIAS

DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento De Graduación, Exámenes y Títulos Profesionales de la de la ESPOL).

José A. Delgado Mendoza

RESUMEN

Los cuerpos de agua en el Ecuador tienden a convertirse por la falta de conciencia ambiental y cívica en vertederos de basuras. El estero Salado en la ciudad de Guayaquil es un ejemplo de este problema.

Las autoridades locales están en el camino de encontrar una solución a este problema y justamente a través de esta tesis se busca contribuir a este esfuerzo.

En base a datos y estudios recientemente realizados ha sido posible escribir esta propuesta que busca entregar a la ciudad una embarcación capaz de recoger los desechos sólidos flotantes mediante un mecanismo de banda transportadora. Los desechos se almacenan en una canasta recolectora la misma que es vaciada en muelle.

La embarcación sugerida es posible construirla localmente. Esta tesis se presenta como una guía para hacerlo.

RESUMEN

Los cuerpos de agua en el Ecuador tienden a convertirse por la falta de conciencia ambiental y cívica en vertederos de basuras. El estero Salado en la ciudad de Guayaquil es un ejemplo de este problema.

Las autoridades locales están en el camino de encontrar una solución a este problema y justamente a través de esta tesis se busca contribuir a este esfuerzo.

En base a datos y estudios recientemente realizados ha sido posible escribir esta propuesta que busca entregar a la ciudad una embarcación capaz de recoger los desechos sólidos flotantes mediante un mecanismo de banda transportadora. Los desechos se almacenan en una canasta recolectora la misma que es vaciada en muelle.

La embarcación sugerida es posible construirla localmente. Esta tesis se presenta como una guía para hacerlo.

INDICE GENERAL

RESUMEN-----	VI
INDICE GENERAL -----	VII
INDICE DE FIGURAS-----	XI
INDICE DE TABLAS -----	XIV
ABREVIATURA Y SIMBOLOS -----	XVI
INTRODUCCION -----	XIX
CAPITULO 1 -----	21
SITUACION DEL ESTERO SALADO -----	21
1.1 DESCRIPCION DEL ESTERO SALADO -----	21
1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS -----	22
1.3. REFERENCIA CRONOLÓGICA DE LOS PRINCIPALES HECHOS EN LA HISTORIA DEL ESTERO SALADO. -----	22
1.4. PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN EN EL ESTERO SALADO -----	25
1.5. ESTADO ACTUAL DE LA CONTAMINACION POR DESECHOS FLOTANTES EN EL ESTERO SALADO-----	27
1.6. PLANES DE DESCONTAMINACION DEL ESTERO SALADO-----	30
1.6.1 PROYECTO PIRES-----	30
ZONIFICACION DEL ESTERO SALADO-----	32
1.7.1. ZONA I-----	33
1.7.2. ZONAL II-----	35
1.7.3. ZONA III-----	37
1.8. CARACTERIZACION DE LOS DESECHOS FLOTANTES-----	39

1.9. CONDICIONES HIDROLOGICAS Y DE NAVEGABILIDAD DEL ESTERO	
SALADO-----	40
CAPITULO DOS-----	42
SELECCION DEL SISTEMA DE RECOLECCION DE DESECHOS SÓLIDOS	42
-----	-----
2.1 NECESIDADES -----	42
2.2 PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN-----	45
2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS-----	46
2.3.1 RECOLECCIÓN POR CINTA TRANSPORTADORA -----	46
2.3.2. PALA Y SISTEMA HIDRÁULICO DE ELEVACIÓN-----	47
2.3.3 MIXTA: EXTENSIÓN DE LA PROA QUE SE ABRE MÁS PARRILLA	
HIDRÁULICA Y CANASTA RECOLECTORA -----	48
2.4 MATRIZ DE DECISIÓN-----	49
ELECCION DE EQUIPOS PRINCIPALES Y ACCESORIOS-----	51
2.5.1 DISEÑO DE LA CANASTILLA DE RECOLECCION -----	51
2.6 DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA -----	52
2.6.1 PRUEBA DE LA BANDA DE RECOLECCION -----	55
CAPITULO 3-----	57
DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACIÓN -----	57
3.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO-----	57
3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS-----	58
3.3. RECORRIDOS DE LIMPIEZA -----	59
3.4. RESTRICCIONES DE DISEÑO -----	60

3.5	<i>DIMENSIONES PRINCIPALES</i>	60
3.5.1	<i>Desplazamiento Vs. Eslora</i>	65
3.5.2	<i>Manga Vs. Eslora</i>	66
3.5.3	<i>Semimanga / Calado vs. la eslora</i>	67
3.5.4.	<i>Coefficiente Bloque</i>	68
3.6	<i>DISTRIBUCION GENERAL</i>	70
3.7.	<i>ESTIMACION DE PESOS</i>	71
3.8	<i>CALCULO DEL NUMERO CUBICO (CUNO)</i>	71
3.9	<i>SISTEMA PROPULSOR</i>	76
3.10	<i>CALCULO DE LA RESISTENCIA</i>	77
CAPITULO 4		79
DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACION		79
4.1	<i>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RECOLECTOR</i>	79
4.2.	<i>CÁLCULOS DE SECCIÓN MEDIA</i>	81
4.3	<i>ESTRUCTURA TRANSVERSAL DE CONECCION</i>	83
4.4	<i>PLANOS DE LINEAS FORMAS, ESTRUCTURALES Y ARREGLO GENERAL</i>	84
4.6.	<i>FLOTABILIDAD</i>	90
4.7	<i>COSTO DE MATERIALES</i>	92
CONCLUSIONES		96
RECOMENDACIONES		98
BIBLIOGRAFÍA		99
ANEXO A		100
ANEXO B		105

ANEXO C	107
ANEXO D	108
ANEXO E	110
ANEXO F	111
ANEXO G	114
ANEXO H	117
ANEXO I	119

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. VISTA SATELITAL DE GUAYAQUIL, PUEDE APRECIARSE SU SISTEMA -----	21
FIGURA 2: VISITANTES DISFRUTANDO DE LOS BAÑOS DE MAR DEL AMERICAN PARK .-----	24
FIGURA 3: BAÑOS DE MAR DEL AMERICAN PARK. FOTO CORTESÍA DEL ARCHIVO HISTÓRICO DEL-----	25
FIGURA 4: POBLADOR DE LAS RIBERAS DELESTERO SALADO. -----	28
FIGURA 5 : ESTERO SALADO, ZONA I, IMAGEN -----	34
FIGURA 6 : ESTERO SALADO, ZONA I I, MOSAICO DE IMÁGENES -----	36
FIGURA 7. ESTERO SALADO, ZONA III, IMAGEN LANDSAT MULTIESPECTRAL.1986-----	38
FIGURA 8 . TIPO DE BASURA EN EL ESTERO SALADO. FUENTE: ESTUDIO DE LAHMEYER CIMENTACIONES -----	39
FIGURA 10. RECOLECTOR POR CINTA TRANSPORTADORA.-----	46
FIGURA 11 RECOLECTOR POR SISTEMA HIDRÁULICO DE ELEVACIÓN	47
FIGURA 12. RECOLECTOR DE PROA ABIERTA. -----	48
FIGURA 13 SISTEMA DE BANDA RECOLECTORA INSTALADO EN UN MODELO, LABORATORIO DE HIDRODINÁMICA FIMCM -----	56
FIGURA 14.- BANDA Y MOTOR DE ACCIONAMIENTO -----	56

FIGURA 15. VARIACIÓN DE LAS ÁREAS DE CUBIERTA VS. LA ESLORA	62
FIGURA 16. DESPLAZAMIENTO VS. ESLORA	65
FIGURA 17 - VARIACIÓN DE LA MANGA Y SEMIMANGAS VS. LA ESLORA	66
FIGURA 18 VARIACIÓN DE LA RELACIÓN SEMIMANGA / CALADO VS. LA ESLORA	67
FIGURA 19 VARIACIÓN DEL COEFICIENTE BLOQUE VS. LA ESLORA	68
FIGURA 20. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN PRELIMINAR	69
FIGURA 21 DISTRIBUCIÓN GENERAL	70
FIGURA 22: FIGURA PARA ESTIMACIÓN DE PESO Y COSTOS EN PEQUEÑAS EMBARCACIONES DE PESCA	71
FIGURA 23 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS	74
FIGURA 24. LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD - LIGERO	74
FIGURA 25 LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD - CARGADA	75
FIGURA 26. ESQUEMA DE LA SECCIÓN MEDIA	80
FIGURA 27 PLANO DE LÍNEAS DE FORMA	85
FIGURA 28 ARREGLO GENERAL	86
FIGURA 29 PLANO DE ESTRUCTURALES	87
FIGURA 30	87
FIGURA 31. SISTEMA DE LA BANDA RECOLECTORA, SOPORTE , CAMA Y ACOPLES CON LOS CASCOS	88

FIGURA 32 MONTAJE DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN CON LOS CASCOS -----	89
FIGURA 33.RECOLECCIÓN DESDE LA GABARRA VICTORIA -----	105
FIGURA 34. INFORMACIÓN DEL DIARIO EL UNIVERSO. OCTUBRE 17,1999 -----	107
FIGURA 35. CERTIFICACIÓN DE VALIDEZ DE LA PROPUESTA TÉCNICO CIENTÍFICA -----	107
FIGURA 38 ARREGLO DE LA CANASTILLA -----	110
FIGURA 39 SISTEMA ELECTROMECAÁNICO QUE ACCIONA LA BANDA TRANSPORTADORA DEL MODELO -----	121
FIGURA 40: MODELO EN EL TANQUE DE PRUEBAS -----	121

INDICE DE TABLAS

TABLA I. RESEÑA HISTÓRICA DEL ESTERO SALADO-----	24
TABLA II: TIPO DE DESECHOS EN LA BASURA-----	27
TABLA III: CARACTERÍSTICAS DE LOS DESECHOS FLOTANTES -----	28
TABLA IV. TRAMOS COMPRENDIDOS EN LA ZONA I-----	33
TABLA V. TRAMOS COMPRENDIDOS EN LA ZONA II -----	35
TABLA VI. TRAMOS DEL E. SALADO COMPRENDIDOS EN LA ZONA III -	37
TABLA VII. BATIMETRÍA DEL ESTERO SALADO-----	41
TABLA VIII. MATRIZ DE DECISIÓN -----	50
TABLA IX. PARTES DE LA CANASTILLA-----	52
TABLA X PARÁMETROS DE LA BANDA TRANSPORTADORA -----	55
TABLA XI. CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE GUAYAQUIL. FUENTE: INOCAR,2003 -----	58
TABLA XII. RECORRIDOS DEL RECOLECTOR -----	59
TABLA XIII .CARACTERÍSTICAS DE EMBARCACIONES SIMILARES-----	61
TABLA XIV REQUERIMIENTOS DE ÁREA DE CUBIERTA -----	62
TABLA XV DIMENSIONES PARA ANÁLISIS REGRESIONAL -----	64
TABLA XVI DIMENSIONES PRELIMINARES-----	69
TABLA XVII. PESO ESTIMADOS PARA LA CONDICIÓN LIGERA -----	73
TABLA XVIII PESO ESTIMADOS PARA LA CONDICIÓN CARGADA -----	73
TABLA XIX.- CALCULO DE LA POTENCIA-----	78

TABLA XX.- CALCULO DEL MODULO SECCIONAL DE LA EMBARCACIÓN Y ESFUERZOS MÁXIMOS -----	82
TABLA XXI.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA TRANSVERSAL DE CONEXIÓN ENTRE LOS CASCOS -----	82
TABLA XXII. CALCULO DEL PESO DE LAS UNIONES TRANSVERSALES-	83
TABLA XXIII.- PROGRAMA PROLINES CALCULO DEL CATAMARÁN EN CARGA LIGERA -----	91
TABLA XXIV.- PROGRAMA PROLINES CALCULO DEL CATAMARÁN EN	92
TABLA XXV._ TABLA DE COSTOS APROXIMADOS DE EQUIPOS -----	94
TABLA XXVI.- LISTADO DE MATERIALES -----	95
TABLA XXVII PROMEDIOS ANUALES DE PESO DE LOS DESECHOS RECOGIDOS EN -----	106
TABLA XXVIII.- CARACTERÍSTICAS DE LA EMBARCACIÓN-----	108
TABLA XXIX. EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN -----	109

ABREVIATURA Y SIMBOLOS

ρ	Densidad
∇	Volumen de carena
Δ	Desplazamiento en toneladas
σ	Esfuerzo
α	Angulo de la banda con la horizontal
σ_{cr}	Esfuerzo crítico
A_M	Area de sección media
AW	Area del plano de agua
b	Manga del semi casco
B	Manga
BHP	Potencia al freno
BML	Distancia entre el metacentro y centro de boyantez longitudinal
BMT	Distancia entre el metacentro y centro de boyantez transversal
C_B	Coefficiente de bloque
CG	Centro de gravedad
C_p	Coefficiente prismático
C_w	Coefficiente de plano de agua
C_x	Coefficiente de sección media
D	Puntal
DESP	Desplazamiento
FIMCM	Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar
F_n	Número de Froude
ft	Pies (feet)

g	Aceleración de la gravedad
GM	Altura metacéntrica
H	Calado
I_g	Inercia respecto el centro de gravedad propio
in	Pulgadas (inches)
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
I_T	Inercia total
KB	Posición vertical del centro de boyantez
KG	Posición vertical del centro de gravedad
KML	Altura del metacentro longitudinal
KMT	Altura del metacentro transversal
kn	Nudos (knots)
kW	Kilovatios
L	Eslora
L/B	Relación Eslora – Manga
LAD	Línea de agua de diseño
lb	Libras
LCB	Posición del centro de boyantes longitudinal
LCB	Posición longitudinal del centro de boyantez
LCF	Posición longitudinal del centro de flotación
LCG	Posición del centro de gravedad longitudinal
L_{pp}	Eslora entre perpendiculares
m	Metros
m/s	Metros sobre segundo
mm	Milímetros
MS	Módulo seccional (SM)
P	Peso

s	Espaciamiento entre longitudinales
SHP	Potencia al eje
SM	Superficie mojada
SS	Sólidos en suspensión
T	Calado
t	Espesor del estructural
Ton	Toneladas
USD	Dólar norteamericano
V	Velocidad
VCB	Posición vertical del centro de boyantez
VOL	Volumen
Z	Módulo seccional
Z _x	Posición del centro de gravedad vertical

INTRODUCCION

La recolección de los desechos flotantes es una necesidad inmediata para el Estero Salado, pero también para otros cuerpos de agua que sufren este problema a diferente escala. En el caso de Guayaquil, la casi inexistente recolección de basura en las zonas adyacentes al Estero Salado ha obligado a los pobladores a disponer de manera arbitraria de sus desechos arrojándolos a dicho cuerpo de agua. La basura flotante tiende a amontonarse provocando la obstrucción del flujo de agua, anulando la posibilidad de regeneración natural, afectando su navegabilidad pero sobre todo haciendo de este brazo de mar una zona altamente contaminada con las conocidas consecuencias para el medioambiente y la salud humana

Debido a esto, la necesidad de una embarcación ligera cuyo peso y tamaño permita su acceso a estas zonas hace evidente que la misma cuenta con un sistema de recolección que sea práctico, ligero y sencillo pero consistente y productivo.

Si la intención del proyecto es la de limpiar un cuerpo de agua que esta sumido en la contaminación, habría que pensar entonces en que la operación de la embarcación no genere más contaminación. Aunque se sugiere el uso de la propulsión convencional por razón de disponibilidad en el mercado nacional, esta tesis recomienda también la posibilidad de utilizar un sistema de propulsión sobre la base de una energía

renovable y limpia, que no genere contaminantes y que en caso de accidente la posibilidad de contaminar el cuerpo de agua se reduzca a cero. La aplicación de esta propulsión limpia y de otras consideraciones tecnológicas alternativas del diseño general estará sujeta al interés del potencial armador.

Conciliar estas necesidades es la tarea que nos resta desarrollar.

CAPITULO 1

SITUACION DEL ESTERO SALADO

1.1 DESCRIPCION DEL ESTERO SALADO

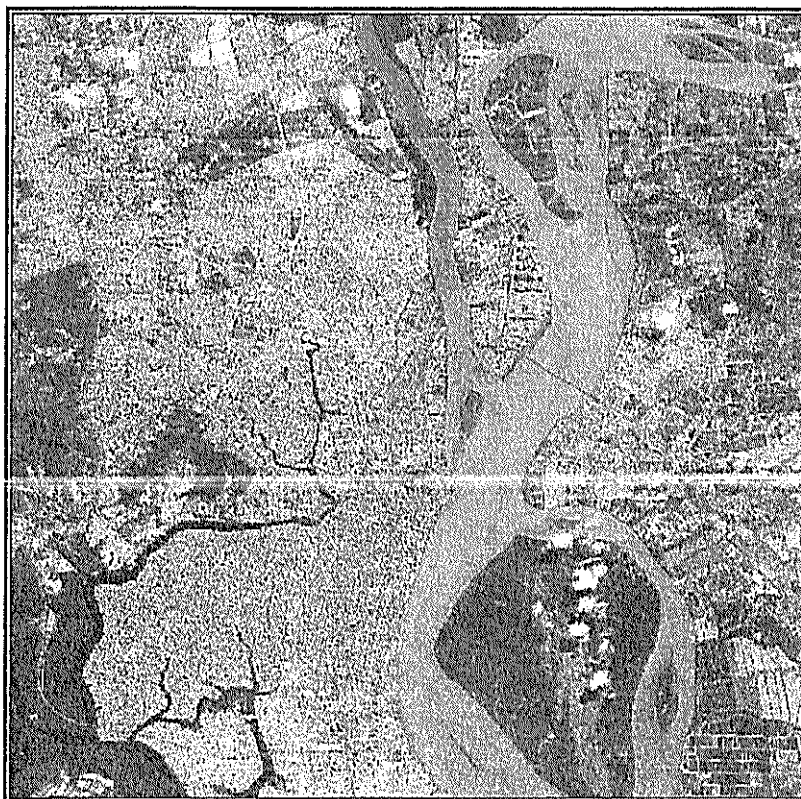


Figura 1. Vista satelital de Guayaquil, puede apreciarse su sistema hidrográfico compuesto por los ríos Daule, Babahoyo, Guayas y por el Estero Salado¹

Situado al Occidente del río Guayas y al Oeste del Golfo de Guayaquil el Estero Salado forma parte de un sistema estuarino muy grande que se extiende desde la Isla Puna al sur, hasta la ciudad de Guayaquil al norte cubriendo una distancia mayor de

¹ Imagen adquirida el 08-08-2003 a las 15h:30, Lat/long -2.16522° / -79.8844° copyright ©Digital Globe

90 Km. Esta caracterizado por muchos canales pequeños y manglares. Es ancho en su tramo cercano al mar pero conforme penetra en tierra se torna estrecho.

El Estero Salado es un cuerpo de agua que, al igual que el río Guayas, es uno de los referentes geográficos que identifican Guayaquil desde su fundación. Sus diversas ramificaciones abrazan la ciudad en un recorrido de 30 Km. que incluye el Puerto Marítimo de Guayaquil, el más importante del país. Los sectores Noroeste, Sur, Oeste, y Suroeste de la ciudad, se han desarrollado a partir de sus riberas, por lo que esta íntimamente relacionado con la población.

1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS

Según el historiador Julio Estrada Icaza [1] la primera descripción fidedigna del Estero data de mediados del siglo XVIII cuando Don Jorge Juan y Don Antonio de Ulloa, acuciosos investigadores españoles que mucho hicieron por el estudio de la región escribieron:

Don Jorge Juan paso a reconocer el Estero Salado cuyo brazo es tan considerable que en las cuatro leguas que navegó por el desde la ciudad hasta su boca, encontró siempre 14 brazas de agua, y en algunos parajes mas todavía.

En 1770 el ingeniero Manuel Requena realiza un levantamiento hidrográfico en la cual traza una ruta en el Estero Salado que llega hasta el estero de Palobamba (algo

mas al norte que el Estero de Chongon) donde se registran 8 brazas². En el trayecto la profundidad mínima son 6 brazas.

En 1783 la utilidad principal del Estero Salado radicaba en servir “para evacuar las inmundicias” de la ciudad³. Sea cual fuere el periodo en que se inicio su utilización como vía navegable y ese silencio casi absoluto, sobre todo de los piratas que tan detallistas fueron en sus descripciones de puertos y ríos navegables, prueba sin duda su escaso aprovechamiento.

1.3. REFERENCIA CRONOLÓGICA DE LOS PRINCIPALES HECHOS EN LA HISTORIA DEL ESTERO SALADO.

ANO	RESEÑA
1.740	Juan y Ulloa deja constancia de la existencia del Estero Salado.
1.841	Vicente Rocafuerte abre una trocha –un corte en el manglar – que fue motivo de celebración en la Aurora del 9 de Octubre.
1.862	Se construyen los "Baños del Salado".
1.872	Se construye un Puente sobre el Salado.
1.878	Decreto Municipal que asignaba un impuesto sobre la exportación para la "limpieza de canales y canalización de esteros".
1.883	El Grai. Ignacio de Veintimilla destruyó el puente y los Baños (fue durante las luchas de Alfaro contra el dictador Veintimilla).
1.884	Leandro Serrano y Baltasar Arauz reconstruyen el Puente del Salado con balcones.
1.892	Geografía de Teodoro Wolf, primera descripción de la dualidad manglar-saltral.

² Una braza equivale a 1.617m

³ Cabildo del 5.XI.1783, ACR, XXI,464

1.922	Inauguración del American Park.
1.928	Inauguración de la Plaza de Toros en los terrenos del American Park.
1.929	Rodolfo Baquerizo Moreno pide reforma al contrato de ocupación del terreno del American Park.
1.938	Exposición de Verano del American Park, iniciativas ecuatorianas en la Industria, Comercio y Agricultura.
1.940	Desarrollo del Barrio Orellana.
1.950	Ubicación de la Universidad Estatal de Guayaquil y del Guayaquil Tennis Club.
1.966	El Alcalde Assad Bucaram sustituye al American Park por el "Parque Guayaquil".

Tabla 1. Reseña histórica del Estero Salado

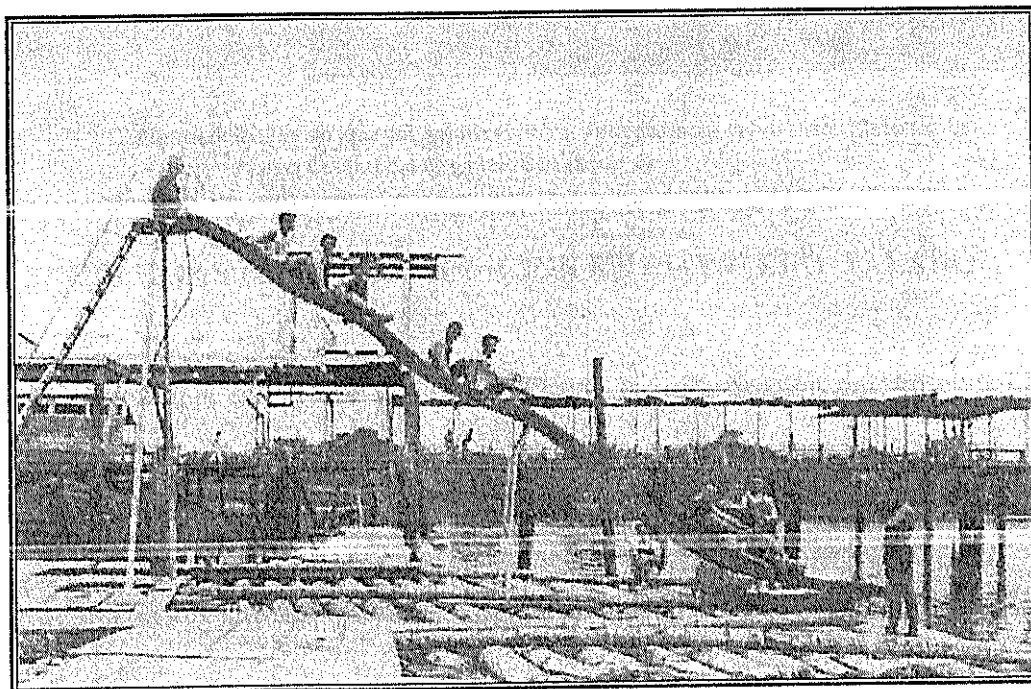


Figura 2: Visitantes disfrutando de los Baños de mar del American Park .
Foto cortesía del Archivo histórico del Banco Central del Ecuador,
Guayaquil ©

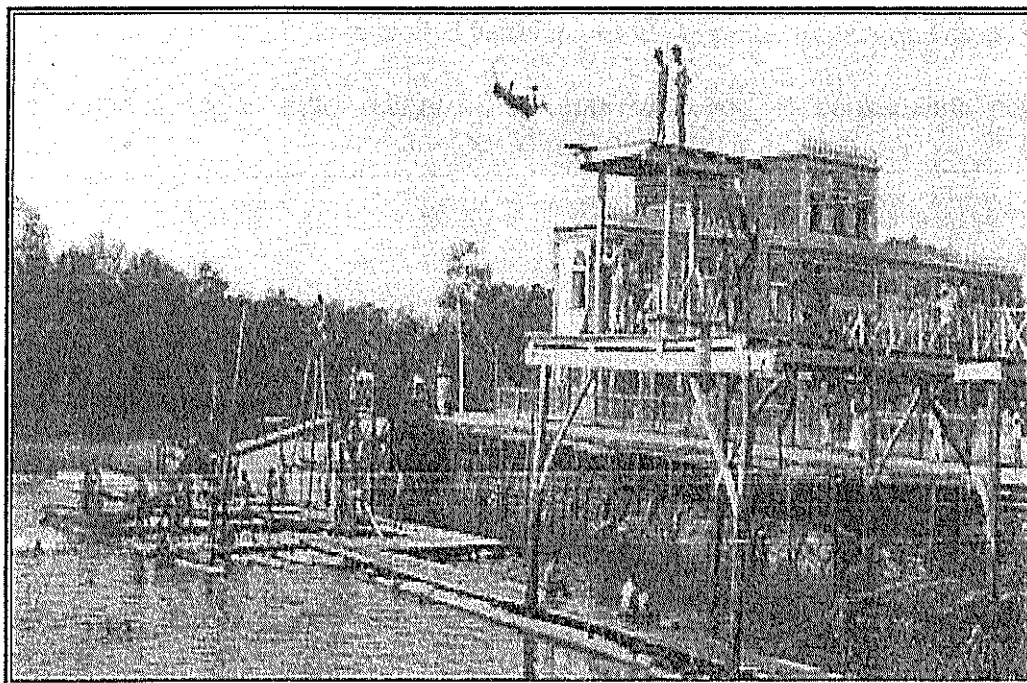


Figura 3: Baños de mar del American Park. Foto cortesía del Archivo Histórico del Banco Central del Ecuador, Guayaquil ©

1.4. PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN EN EL ESTERO SALADO

Podría decirse que es a partir del año 1922 con la inauguración del American Park que se inicia la época de surgimiento turístico del Estero Salado, pero fue el alcalde Assad Bucaram que en 1966 sustituye este atractivo sitio de diversión por el parque Guayaquil con sus jardines y bancas. Por esa misma época el Estero Salado empieza a sufrir las consecuencias de la descarga de efluentes de las industrias asentadas en las estribaciones norte del estero, de igual manera se hace evidente la contaminación por las aguas servidas y el vertido de basura de los pobladores del suburbio oeste.

El desarrollo urbanístico de la ciudad también ha sido el pretexto para que ramales del Estero Salado hayan sido rellenados o represados con el consecuente colapso ecológico generado al brazo de mar.

En la actualidad el grado de contaminación varía de acuerdo al tipo de descarga y desechos que recibe, entre los que constan los industriales y aguas servidas domésticas. Con la finalidad de conocer y establecer el nivel de contaminación en el Estero Salado, el Municipio de Guayaquil en 1996 gestionó un crédito no reembolsable con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para financiar los diagnósticos y selección de alternativas para un proyecto de remediación del Estero Salado. La consultora Lahmeyer Cimentaciones fue la elegida y realizó un importante estudio en 1998, de acuerdo a los resultados del mismo 65% de la contaminación es derivada de las descargas domésticas y 35% se atribuye a las descargas industriales.

Ver anexo A

Otra fuente contaminante es el vertido de los desechos sólidos en las márgenes y en el mismo cauce del Estero, de acuerdo a los resultados obtenidos del muestreo se tiene que el total de basura (biodegradables, plásticos, maderas y otros) llega a 18.785 kg/mes, esto es cerca de 19 toneladas considerando los dos márgenes. Esto equivale a decir que aproximadamente 230 toneladas de desechos sólidos son vertidos por año al Estero Salado.⁴

⁴ Lahmeyer Cimentaciones, 1998

1.5. ESTADO ACTUAL DE LA CONTAMINACION POR DESECHOS FLOTANTES EN EL ESTERO SALADO

Dentro de la contaminación del Estero Salado generado por los desechos sólidos, la presencia de desechos flotantes es la que mas llama la atención (figura 4). Ramales libres o represados presentan un aspecto de basurales por las grandes cantidades depositadas por los habitantes de las zonas que no cuentan con servicio público de recolección. La presencia de plásticos en la basura que flota en el Estero Salado y la que se acumula a lo largo de sus orillas es mayoritaria. De acuerdo a un análisis realizado en la basura del Estero⁵ a la altura del estadio de Barcelona en Julio 2002, fue posible identificar en un área equivalente a un metro cuadrado, los siguientes materiales flotantes en cuanto a porcentaje de presencia.

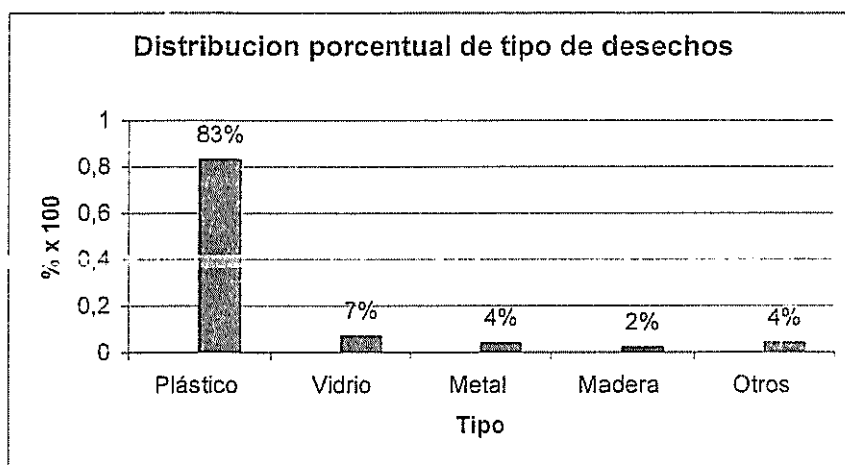


Tabla II: Tipo de desechos en la basura

⁵ José Delgado Mendoza, Análisis volumétrico de basura flotante en el Estero Salado, Puente Barcelona S.C. 8 de julio 2002

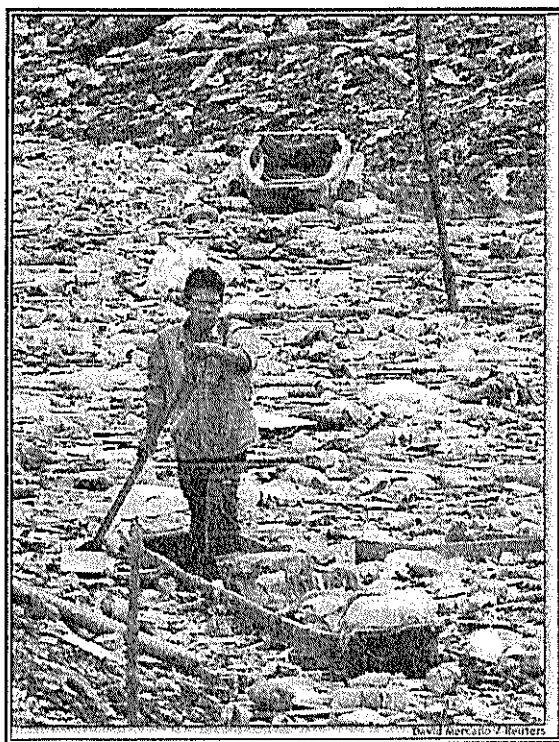


Figura 4: Poblador de las riberas del Estero Salado
Foto tomada del Diario EL UNIVERSO ©

Dentro de los materiales plásticos encontrados es posible identificar 10 categorías:

MATERIAL	CARACTERISTICAS
Fundas de plástico	Extensa variedad de materiales y densidades la gran mayoría menores a 30 centímetros
Fragmentos sólidos	Restos de juguetes, de cajas de bebidas, etc.
Botellas	Varios tamaños y materiales, predominan las botellas de bebidas gaseosas, de aceites de cocina y aceite de motor para vehículos
Fragmentos de espuma	De todos los tamaños, también recipientes como vasos
Tarrinas	De varios colores y de dos tamaño (normal y mediano)
Tapas de botellas	Amplia variedad de tamaño y calidad
Botellas de aceite para motor	Varios tamaños y material

Tabla III: Características de los desechos flotantes

Hay que anotar que el rango de tamaño de desechos flotantes analizados varia entre 20 y 50 cm. A efectos de los cálculos posteriores consideraremos el valor de 30 cm.

Por otra parte, la organización ambientalista Comité Ecológico del Litoral (CEL), viene realizando desde 1993 Jornadas de limpieza de las riberas del Estero Salado, estas mingas se realizan una vez por año. A lo largo de 10 años se pudieron recoger en 13 diferentes áreas un total de 204 toneladas de desechos en las riberas del Estero.

Anexo B

Después de 10 años de organizar y ejecutar este tipo de jornadas ecológicas de limpieza que resultaban muy simbólicas y cívicas puede decirse que al menos un miembro de cada familia de Guayaquil pudo concienciarse de la situación del Estero y participar en su limpieza y recuperación. Realizando estas mingas hasta cierto punto riesgosas para los jóvenes estudiantes secundarios de Guayaquil por la cercanía con el estero y el manipuleo de diversos tipos de basura, es que el autor de esta tesis se plantea la posibilidad de contar con una embarcación que realice la limpieza del Estero Salado.

Esta idea pudo plasmarse de mejor manera en las aulas de la facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la ESPOL en las asignaturas de Diseño Naval I y Diseño Naval II, en donde las ideas pasan a ser cálculos y planos de formas. El

proyecto del recolector de desechos flotantes empieza entonces a ser conocido y a ser comentado por autoridades locales y las entidades vinculadas al tema. Anexo C

1.6. PLANES DE DESCONTAMINACION DEL ESTERO SALADO

Para atender el problema de la contaminación se ha previsto el "**Plan Integral de la recuperación del Estero Salado**", mejor conocido como proyecto PIRES. Este estudio presentara diversas alternativas que enfocaran soluciones tendientes a resolver los problemas de contaminación detectados. Su realización es además una respuesta a la demanda de la población y de varias generaciones que crecieron junto al Estero y que hoy observan con nostalgia la destrucción ecológica del mencionado brazo de mar. Los habitantes de Guayaquil aspiran que se logre rescatar sus cualidades y belleza natural, de manera que vuelva a ser un lugar de esparcimiento familiar como lo fue en décadas anteriores.

Las principales actividades que este proyecto realizará se enumeran a continuación:

1.6.1 PROYECTO PIRES

SISTEMA DE INTERCEPCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

- Revisión, reparaciones y limpieza de los colectores de aguas servidas

MODIFICACIONES Y MEJORAS EN PARTES DE LA RED DE AGUAS LLUVIAS

- Construcción de estaciones de bombeo: El Progreso , Ferroviaria
- Pretratamiento mecánico y descarga fluvial el sitio de El Progreso
- Colector y tratamiento de las aguas servidas en las lagunas Sauces-Guayacanes
- Uso de letrinas y pozos sépticos en áreas marginales
- Evacuación de las aguas servidas en las cuencas sureste del Estero

MEDIDAS TRANSITORIAS Y COMPLEMENTARIAS

- Sistema de aireación en ciertos tramos
- Dragados de lodos en ciertos tramos del estero Salado
- Operativos de limpieza
- Estabilización de taludes

PROGRAMAS ACOMPAÑANTES

- Monitoreo de descargas, programa de control.
- Educación Ambiental
- Reasentamiento de la población en las crillas

➤ Integración arquitectónica y paisajista del Estero Salado

Uno de los objetivos de este proyecto es el de construir una embarcación para ayudar a la limpieza del Estero Salado, dicha barcaza tipo catamarán en acero fue diseñada y construida en Julio del 2003. Los datos sobre esta embarcación se encuentra en el Anexo D

ZONIFICACION DEL ESTERO SALADO

Para la realización de esta tesis hemos tomado en cuenta la misma distribución establecida por la consultora Lahmeyer Cimentaciones cuya área de influencia de su estudio fue dividida en tres zonas de acuerdo a la situación geográfica y urbanística de cada una.

Es importante aclarar también que al momento de la presentación de esta tesis la zona I ha sido completamente liberada de desechos flotantes, trabajo realizado a través del Catamarán recolector que el Municipio hizo construir para este efecto.

1.7.1. ZONA I

Corresponde a las áreas urbanas con servicios urbanísticos, agua potable y alcantarillado suficientemente adecuados. Existiendo residencias e industrias que descargan sus aguas domesticas y servidas a canales y al Estero Salado:

La zona comprende los tramos interiores del Estero Salado hasta el Puente de la calle 17. Geográficamente comprende los tramos A, B, C, D. Esta zona se presenta como la mas conflictiva, pues ahí se han asentado las diversas industrias de la ciudad de Guayaquil, muchas de ellas no disponen de tratamiento de las aguas residuales y vierten sus aguas directamente a los canales de drenaje pluvial, a los colectores del alcantarillado sanitario o directamente al Estero Salado.

Tramo A	Ramal interior que se dirige al norte, represado entre las ciudadelas Urdesa y Kennedy.
Tramo B	Ramal interior que se dirige al noroeste, comprendido entre el parque deportivo Miraflores y el puente de unión entre las ciudadelas Kennedy y Urdesa, al pie de la gasolinera. Cerca al límite norte del Campus de la Universidad de Guayaquil. En este punto se unen los tramos A y B.
Tramo C	Sección entre la confluencia de las secciones A y B y el Puente 5 de Junio.
Tramo D	Comprendido entre los Puentes 5 de Junio y el de la calle 17.

Tabla IV. Tramos comprendidos en la zona I

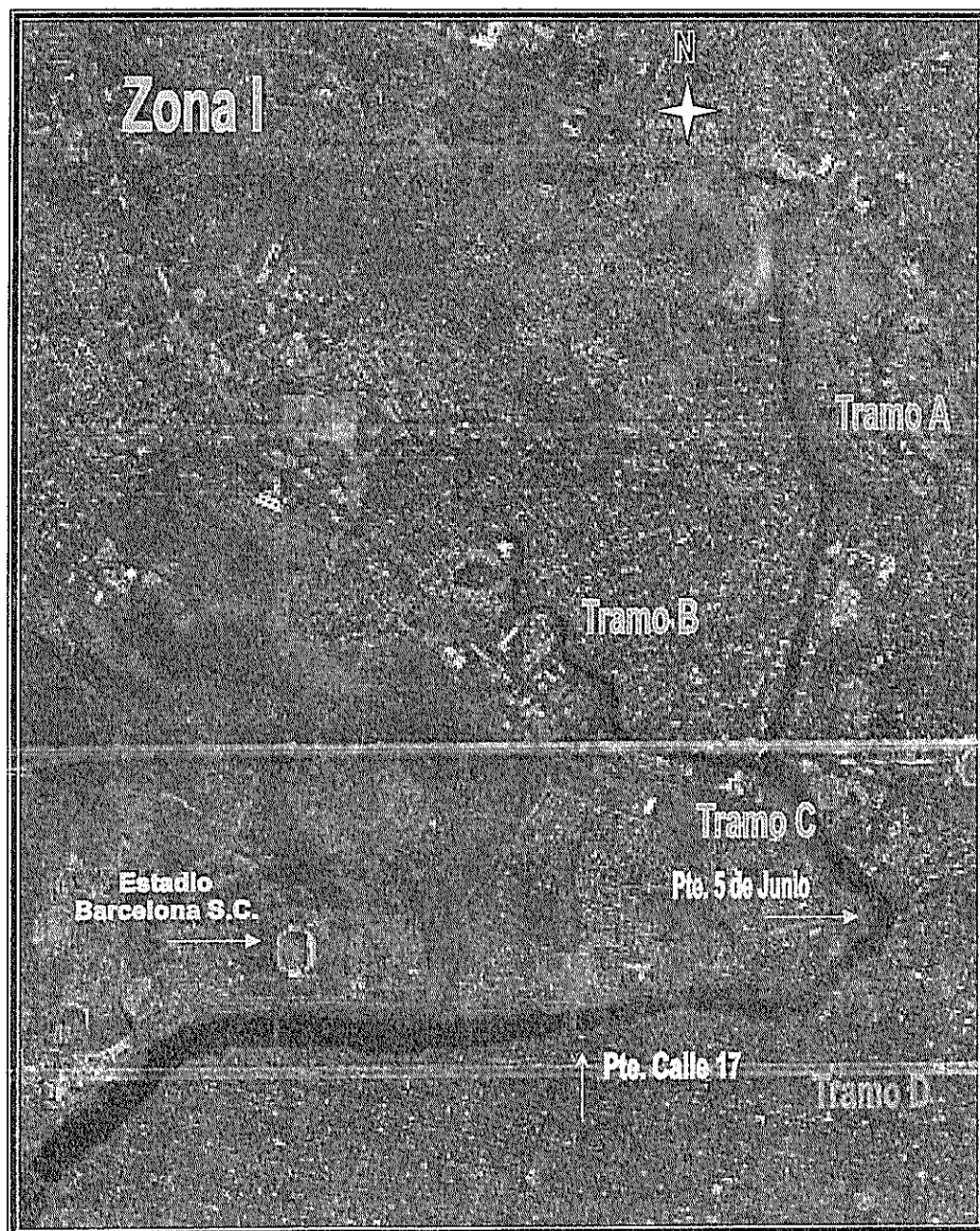


Figura 5 : Estero Salado, Zona I, Imagen
Landsat Banda Pancromática, 1996

1.7.2. ZONAL II

Esta zona esta formada por áreas urbanas recientes, no planificadas, que fueron invadidas por gente de bajos recursos económicos, que no disponen de todos los servicios urbanísticos mínimos. En la mayor parte de esta zona existe servicio de alcantarillado y servicio directo de agua potable. La población ha rellenado parte de los esteros para asentarse. Existe acumulación de basuras: Hacia el sur se localiza el Puerto Marítimo, donde se efectúan las diversas actividades portuarias, correspondientes al principal puerto del Ecuador. Esta zona involucra los esteros entre el Puente de la calle 17 hasta Cuatro Bocas y el estero Cobina. La construcción de las viviendas sobre las orillas del Estero, es uno de los graves problemas de la zona, pues ante la falta de servicios básicos como la recolección de basura, la eliminación de los diversos desperdicios se la efectúa lanzándolos directamente en el agua, lo cual contribuye visiblemente a la contaminación del Estero.

Tramo E	Sección entre el Puente de la calle 17 y el Puente Portete.
Tramo G	Comprendido entre el estero Santa Ana y el extremo sur de la Isla Trinitaria, cerca de Puerto Marítimo.
Tramo H	De Puerto Liza a Cuatro Bocas.
Tramo I	Sección entre Cuatro Bocas y el Puerto Marítimo.
Tramo estero Cobina	Ubicado entre el río Guayas y el Sur de la Isla Trinitaria. En este estero esta ubicado el Puerto Marítimo.

Tabla V. Tramos comprendidos en la zona II

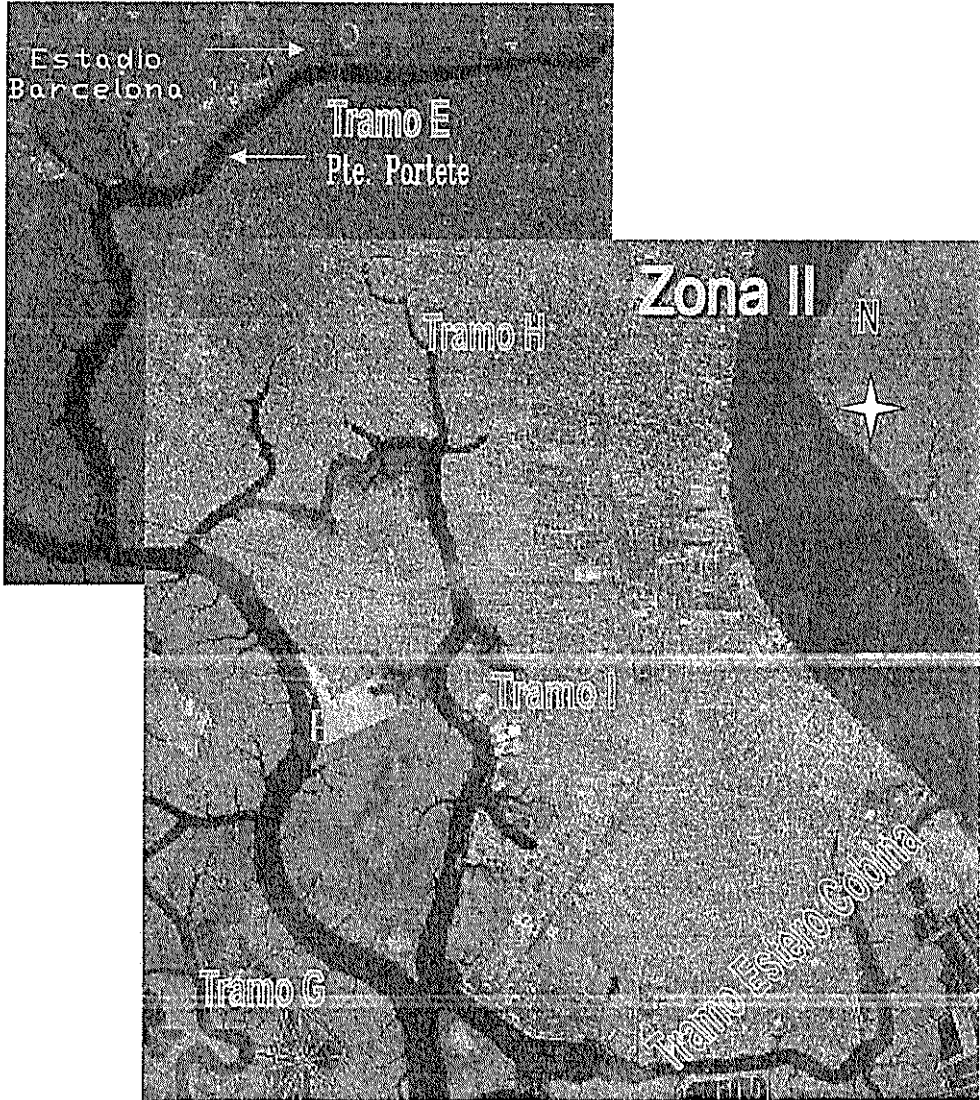


Figura 6 : Estero Salado, Zona II, Mosaico de Imágenes Landsat Banda Pancromática

1.7.3. ZONA III

En las áreas de esta zona, existe menos interferencia de moradores. Se incluyen los esteros Piano Seco, Montón, Madre de Costal y el Salado, ubicados al Oeste y Sur de la isla Santa Ana y al Norte y Oeste de la isla Esperanza.

Tramo Puerto Hondo	Sección entre el ramal interno que llega a Puerto Hondo y los Esteros Piano Seco, Estero Mongon, Estero Madre de Costal.
Ramales varios	Principalmente abarca el Estero y los esterillos al Oeste y Sur de la isla Santa Ana y Norte y Oeste de la isla la Esperanza.

Tabla VI. Tramos del E. Salado comprendidos en la zona III

Dentro de esta zona se consideraran tramos en los cuales se han desarrollado cultivos de especies bioacuáticas en cautiverio como el camarón que se podrían ver afectados, por la utilización del agua con bajo oxígeno disuelto.

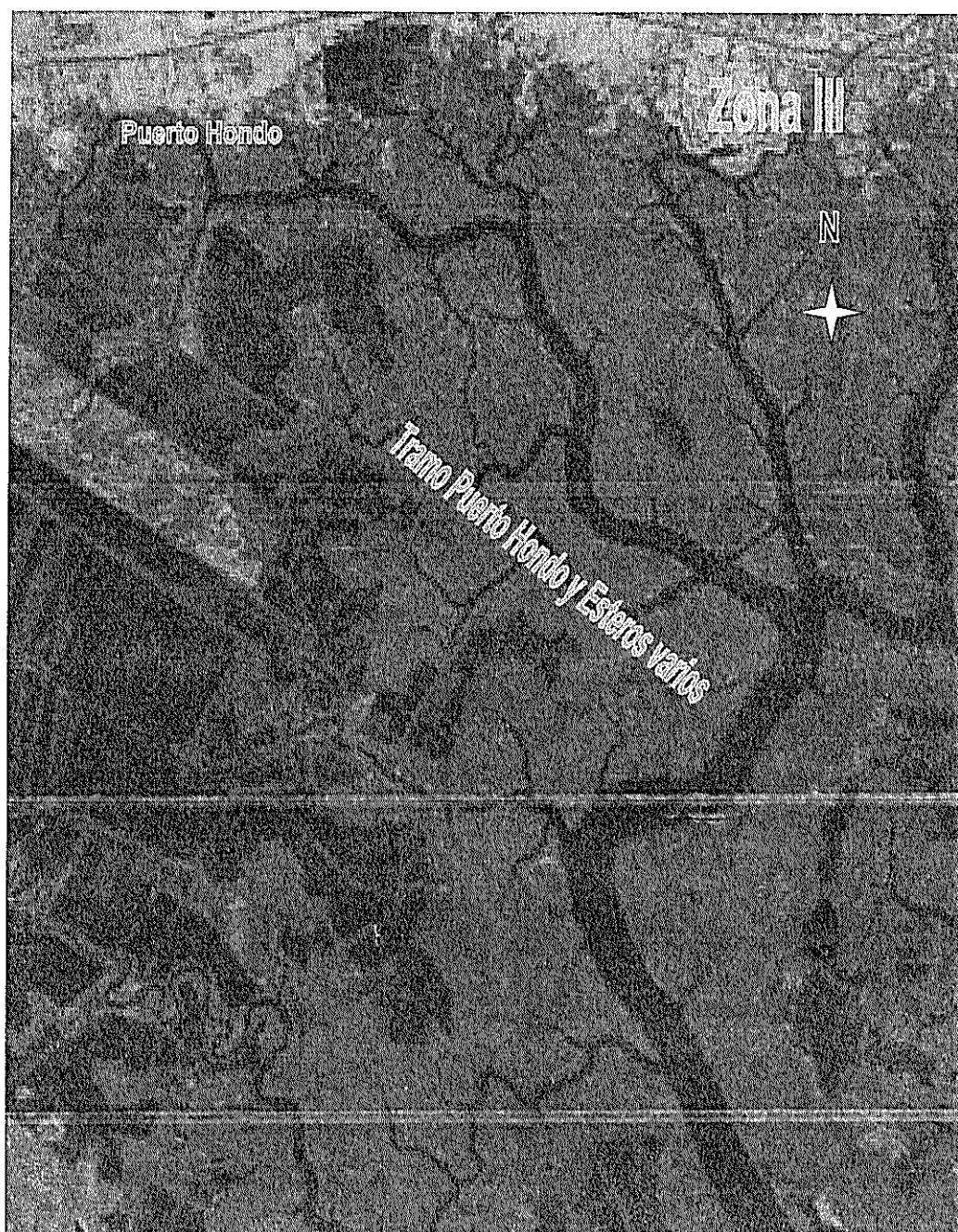


Figura 7. Estero Salado, Zona III, Imagen Landsat Multiespectral.1986

1.8. CARACTERIZACION DE LOS DESECHOS FLOTANTES

La consultoría efectuada por Lahmeyer-Cimentaciones hace una caracterización del tipo de basura encontrado en la zona I. Los resultados se presentan en el siguiente grafico.

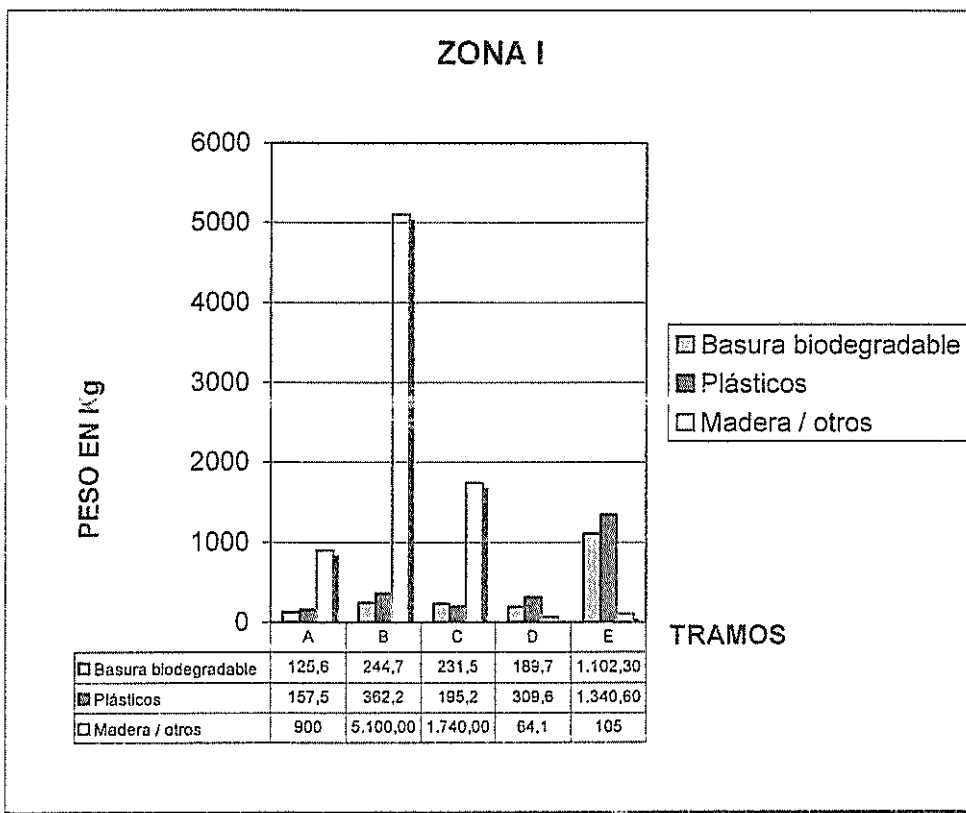


Figura 8 . Tipo de basura en el Estero Salado. Fuente: Estudio de Lahmeyer Cimentaciones

1.9. CONDICIONES HIDROLOGICAS Y DE NAVEGABILIDAD DEL ESTERO SALADO

Es importante saber cómo interactúan los tramos del Estero Salado. Conociendo la batimetría, se establecen los volúmenes y superficies de cada tramo, por los diferentes niveles del mar. De los resultados una característica es evidente: la marea mueve grandes cantidades de agua en las partes altas del Estero Salado y en comparación al volumen promedio del cuerpo de agua.

Considerando, además, el desplazamiento cuádruple diario de esta masa de agua y que una gota puede “viajar” hasta 15 Km.⁶, en un solo cambio de mareas, se aprecia que es perfectamente justificable considerar los tramos A - E como un solo cuerpo de agua que sufre en conjunto la contaminación recibida en cualquier parte de este sistema hidráulico tan complejo.

Lahmeyer Cimentaciones realizó un estudio de batimetría de los tramos altos A hasta F, disponiendo así por vez primera de información y datos confiables sobre las características del Estero Salado. Los resultados principales son:

⁶ Lahmeyer Cimentaciones, 1998

TRAMO	LONGITUD	SUPERFICIE	VOLUMEN	VOLUMEN
		Marea media	Marea media	Marea alta
	m	m ²	m ³	m ³
A	3.882	119.000	301.000	507.000
B	4.271	104.000	160.000	350.000
C	1.158	117.000	351.000	410.000
D	1.696	201.000	968.000	1.071.000
E	2.918	504.000	3.175.000	3.431.000
F	4.853	1.264.000	12.151.000	14.093.000
TOTAL:	18.778	2'309.000	17'106.000	19'862.000

Tabla VII. Batimetría del Estero Salado

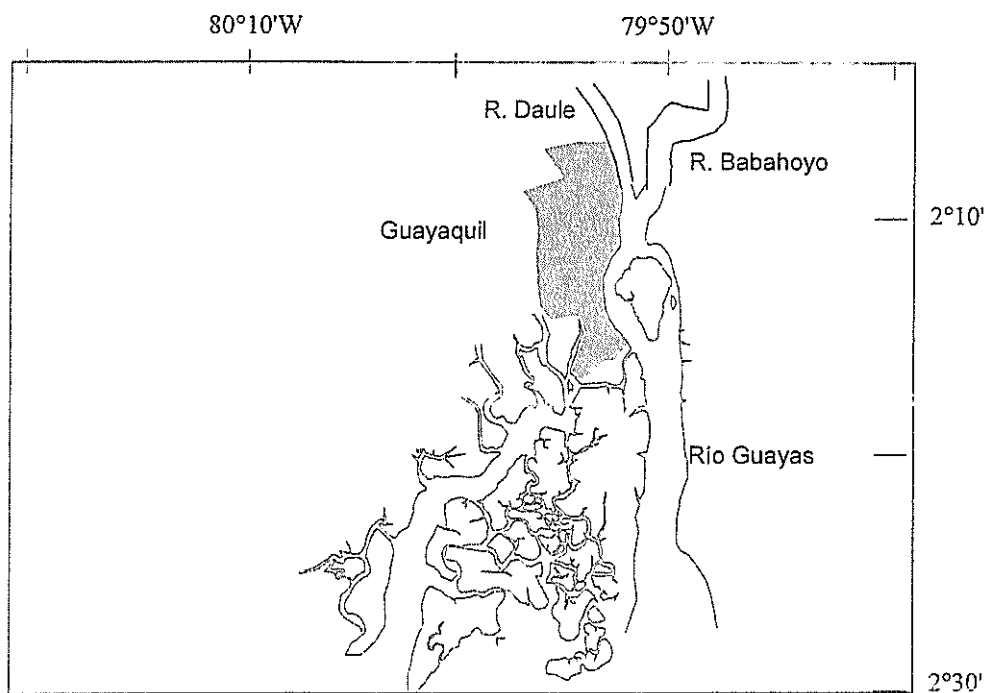


Figura 9. Area que comprende el proyecto PIRES

CAPITULO DOS

SELECCION DEL SISTEMA DE RECOLECCION DE DESECHOS SÓLIDOS

2.1 NECESIDADES

Ampliar el área de recolección de los materiales de desecho flotantes es una necesidad inmediata para el Estero Salado, y también para otros cuerpos de agua que sufren este problema en el mundo.

En algunos ramales del Estero Salado la basura flotante tiende a amontonarse haciendo necesaria la utilización de un sistema de recolección que podría realizar el trabajo en poco tiempo y de manera efectiva.

En el capítulo 1 se establece que la cantidad de desechos flotantes presentes en el Estero Salado equivalen a 18 toneladas / mes. Esto hace pensar en la necesidad inicial de limpiar los desechos existentes hasta ahora y a partir de eso recolectar un promedio de 630 Kg. / día de desechos.⁷

⁷ Lahmeyer Cimentaciones, 1998

Debido a esto la necesidad de una embarcación ligera cuyo peso y tamaño permita su acceso a estas zonas hace evidente que la misma cuente a la vez con un sistema de recolección que sea práctico, ligero y sencillo pero consistente y productivo.

Si la intención del proyecto es la de limpiar un cuerpo de agua que esta sumido en la contaminación, habría que pensar entonces en que la utilización de la embarcación no genere más contaminación, por tanto un detalle importante del nuevo diseño es que considere la opción de utilizar un sistema de propulsión fuera de borda eléctrico o convencional, el primer caso es el ideal para una embarcación ecológica, ya que se trataría de una opción en base a una energía renovable y limpia, que no genere contaminantes y que en caso de accidente la posibilidad de contaminación del agua sea reducida. En el caso de un motor fuera de borda convencional se optara por modelos con alto rendimiento y ahorro de combustible. La aplicación de la opción de propulsión eléctrica y de otras consideraciones tecnológicas alternativas del diseño general estarán sujetas a la decisión final del armador ya que hay que considerar la posibilidad de importar equipos que no se encuentren disponibles localmente.

El desarrollo de este capítulo apunta también a describir las características y el funcionamiento del sistema mecánico que a bordo de una embarcación tipo catamarán recolecte la basura que flota en el Estero Salado para una posterior disposición responsable de los mismos. Para esto se proponen algunos sistemas de recolección de los cuales se consideraran ventajas y desventajas de ellos y se seleccionará la mejor

opción. Se trata de un aporte tecnológico a la resolución de un problema ambiental local y que también puede extenderse a atender las necesidades de recolección (limpieza) en sitios como muelles, dársenas, lagos, embalses, etc. Las técnicas a considerarse abren la posibilidad de adaptarlas en otras situaciones como por ejemplo la recolección de lechuguines en los embalses de las represas del país.

Nuestro interés es el de describir los sistemas existentes y elegir uno de ellos para aplicarlo en el proyecto. Posteriormente se hará un diseño detallado del sistema seleccionado y en vista de ello se determinarán las características de la embarcación apropiada para el sistema propuesto.

El procedimiento de selección

- Selección del sistema entre varias opciones
- Diseño del sistema seleccionado: medidas y cálculos de operación
- Determinación de las características de la embarcación apropiada para el sistema propuesto

Una vez determinado el sistema este debe ser capaz de:

- Recoger la basura flotante

- Ser eficiente (peso añadido a la embarcación, cantidad de material recolectado, gasto de energía, otros)
- Ser versátil (recolector, rescate, supervisión)

2.2 PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

El proyecto busca elegir un sistema idóneo que permita la recuperación de material flotante en cuerpos de agua, por tanto los sistemas establecidos como potencialmente adecuados se someterán a selección mediante una matriz cuyos principales elementos de criterio serán los siguientes:

- Tipo de embarcación
- Nivel tecnológico y equipos auxiliares:
- Cantidad de equipos que requiere
- Tipo de energía que utiliza y consumo
- Capacidad de recolección, Operatividad (maniobras y versatilidad)
- Costo US \$
- Peso y dimensiones
- Ventajas
 - a.-: Con relación a los otros sistemas
 - b.- Con relación al problema

- Desventajas
 - a.-: Con relación a los otros sistemas
 - b.- Con relación al problema

2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Las embarcaciones que realizan trabajos de recuperación de desechos sólidos o de contaminantes vertidos al mar son en su mayoría equipos de gran envergadura, con sofisticados implementos hidráulicos, neumáticos y mecánicos. A continuación se hace una descripción de tres tipos de recolectores, dos de ellos en actividad y el restante en etapa de diseño.

2.3.1 RECOLECCIÓN POR CINTA TRANSPORTADORA

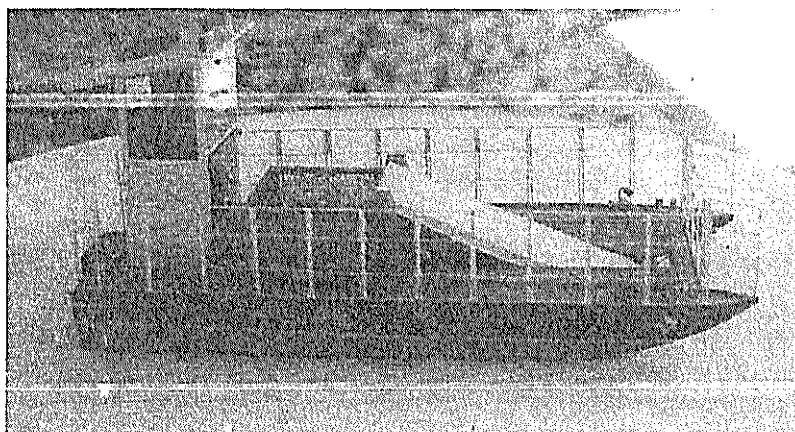


Figura 10. Recolector por cinta transportadora.

Descripción.- Puede decirse que es el más básico de los sistemas. Conforme avanza la embarcación, los sólidos son izados en forma continua con el movimiento de la cinta; hasta un recipiente que los colecta. El recipiente una vez lleno es cambiado por otro vacío. La cinta utiliza un motor eléctrico asistido por la energía generada por un generador eléctrico.

2.3.2. PALA Y SISTEMA HIDRÁULICO DE ELEVACIÓN

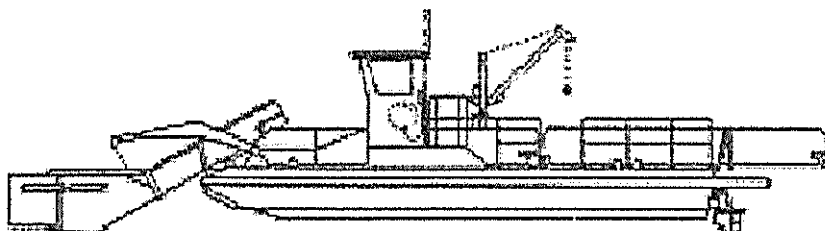


Figura 11 Recolector por sistema hidráulico de elevación

Descripción.- Consiste en un sistema conformado por una pala hidráulica semi-sumergida que recolecta y deposita los desechos en un contenedor tipo canasta que está colocado en el espacio entre los cascos y que se extiende hasta popa ampliando el espacio de carga. La embarcación tiene además una grúa que permite la extracción del contenedor de basura.

2.3.3 MIXTA: EXTENSIÓN DE LA PROA QUE SE ABRE MÁS PARRILLA HIDRÁULICA Y CANASTA RECOLECTORA

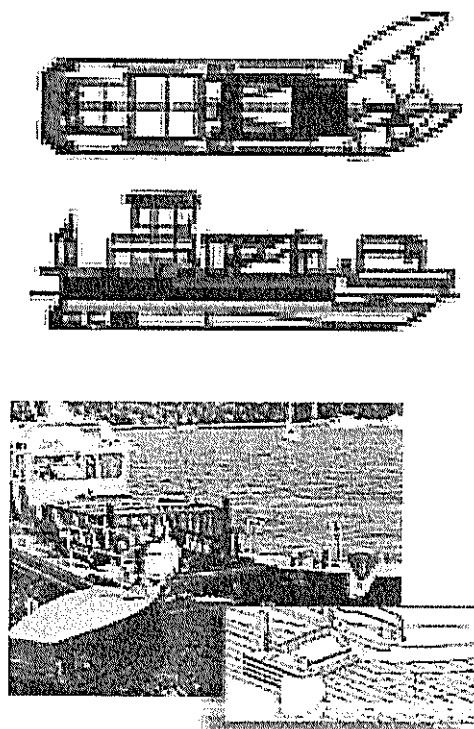


Figura 12. Recolector de proa abierta.

Finalmente el último sistema de recolección consiste en una embarcación tipo catamarán cuya proa se abre en V permitiendo que la basura flotante se dirija a la parte interior de la embarcación en donde la espera una rampa transportadora que lo lleva hasta la parte media en donde la separación de los cascos crea un recipiente. Probablemente la opción que requiera de menos trabajo humano, lo que se debe compensar con acción mecánica de la maquinaria a instalar.

2.4 MATRIZ DE DECISIÓN

Criterios	Nivel tecnológico y equipos auxiliares: Cantidad de equipos que requiere	Tipo de energía que requiere y consumo	Capacidad de recolección, Operatividad (maniobras y versatilidad)	Costo US \$	Peso y dimensiones	Ventajas a.- Con relación a los otros sistemas b.- Con relación al problema	Desventajas a.- Con relación a los otros sistemas b.- Con relación al problema
<p>CINTA TRANSPORTADORA</p>	<p>Embarcación de fácil construcción, materiales locales y económicos. Propulsión : Fuera de borda convencional Equipos del sistema de recolección.</p> <p>Banda: Cálculos y mecánica básica, materiales locales.</p>	<p>Propulsión: Fuera de borda</p> <p>Banda: Electro-mecánica.</p> <p>Podría ser convertido a una embarcación de propulsión eléctrica a través de un banco de baterías. De un motor eléctrico estacionario o fuera de borda y de un sistema de carga de baterías conectado a la línea pública o de un techo de paneles solares.</p>	<p>Capacidad: 3 m3</p> <p>Operatividad:</p> <p>Autonomía: 8 horas</p> <p>Maniobrabilidad: La que brinda sus formas y el sistema de propulsión fuera de borda.</p> <p>Versatilidad: Útil para actividades de limpieza, de rescate, de Vigilancia y control.</p>	<p>50.000 (estimativo)</p>	<p>Liviana. Desplaz. 1.8 Ton.</p> <p>7 m * 3 m * 0.80 m</p> <p>Capacidad de carga: 3m3.</p> <p>Posibilidad de ser transportado a otros sitios donde su presencia sea requerida</p>	<p>a.- Sus cascos están contruidos en madera con forro de Fibra de Vitrificoxica .</p> <p>Su cubierta es de rejilla en plástico reforzado.</p> <p>Su sistema de propulsión es mecánico</p> <p>b.- Fácil de transportar, Ligero. Esto permite desplazarlo via terrestre a cuerpos de agua Interiores. Su versatilidad permite no solo usarlo para limpieza sino para campañas de concienciación ecológicas o visitas de control</p>	<p>a.- Su capacidad de carga esta limitada a sus dimensiones.</p> <p>b.- Capacidad de recolección esta sometida al tamaño de los desperdicios.</p> <p>Por eso se toma en cuenta el apoyo de la tripulación ante desechos grandes que deberán ser izados a mano</p>
<p>PALA Y SISTEMA HIDRAULICO DE ELEVACION</p>	<p>Embarcación : Acero Naval, Propulsión Diesel, Bombas y sistema hidráulico</p>	<p>Propulsión: Diesel</p> <p>Sistema de recolección: Bomba hidráulica accionada por motor diesel</p>	<p>Capacidad: 6.5 m3</p> <p>Por determinar</p> <p>Operatividad: 4 tripulantes</p>	<p>350.000 (valor comercial, información recabada por comunicación con el fabricante*</p>	<p>Desplazamiento 12Ton.</p> <p>12 m * 3.00 * 1.0 m .</p> <p>Capacidad de carga: 6 ton</p> <p>Construido en Acero Naval</p>	<p>a.- puede ser propulsado por palas hidráulicas o por un motor estacionario a diesel</p> <p>b.- Embarcación con buena capacidad de carga, y un sistema de propulsión versátil. Su sistema de recolección le permite coleccionar incluso desechos en los techos de los cuerpos de agua</p>	<p>a.- Su precio es alto lo hace no competitivo frente a otras opciones.</p> <p>b.- embarcación de uso específico, sin versatilidad</p>

<p>FIXTA: PROA QUE SE ABRE + PARRILLA RECOLECTORA</p>	<p>Embarcación Acero naval, propulsión Diesel, Sistema de elevación hidráulico</p>	<p>Propulsión: diesel Sistema de recolección: bomba hidráulica accionada por motor diesel abre la puerta, una turbina genera una succión que hace que la basura entre al sector de recogida una parrilla bajo la basura es levantada hidráulicamente hasta depositar el contenido en una canasta recolectora.</p>	<p>Capacidad: 6 m3 Operatividad: 5 tripulantes</p>	<p>400.000 (valor comercial. información recabada por comunicación con el fabricante.</p>	<p>Desplazamiento 9 Ton. 11.8 m * 2.50 * 0.9 m . Capacidad de carga: 6 m3 Construido en Acero Naval</p>	<p>a.-Este sistema se presenta como el mas eficiente técnicamente por su esquema simplificado b.- Capacidad de carga, recolección en la línea de flotación</p>	<p>Su precio, peso, sistema y equipamiento lo convierten en una embarcación muy cara para el medio</p>
--	--	---	--	---	---	--	--

De acuerdo a las condiciones del Estero Salado establecidas en el capítulo 1, y la tabla de comparación anterior, se puede decir que el primer caso examinado reúne las condiciones necesarias para el sistema de recolección deseado.

ELECCION DE EQUIPOS PRINCIPALES Y ACCESORIOS

Los dos principales equipos con que cuenta el catamarán son la banda transportadora y la canasta de recolección. El diseño de los mismo se abordará en los sub capítulos siguientes. Posteriormente se

2.5.1 DISEÑO DE LA CANASTILLA DE RECOLECCION

Las características y dimensiones de la canastilla recolectora se muestran en la siguiente tabla, los criterios de estimación fueron los siguientes:

La canastilla debe:

- Ser elaborada en acero inoxidable u otro material que nos sea afectado por la salinidad del agua a la que estará expuesta
- Estará parcialmente bajo la cubierta
- Estará ubicado entre la sección media y la popa

- Llevará elementos de agarre para ser extraída y colocada por una pluma externa.
- Su parte superior estará directamente al alcance de la parte alta de la banda transportadora

Detalle	Característica	Dimensión	Justificación
Material	Plancha de Acero Inoxidable ranurado	Altura: 1.5m Ancho: 2 m Longitud 1 Espesor plancha: 2-3 mm Diámetro ranura :15 – 20 mm	Material que no sea afectado por el agua salada y que a la vez sea resistente. Ranurado para permitir el drenaje
Peso de la basura	Material Plástico, Vidrio, Maderas, etc	Hasta 0.54 T/día	En base al peso específico de la basura (180 kg/m ³) y el volumen de la canasta.
Cadenas y Argollas para levantamiento	Acero Inoxidable	1. 5 m de cadenas. Argollas de 20 cm de diámetro	La canasta será izada desde puerto a través de poleas de cadena

Tabla IX. Partes de la canastilla

Ver los detalles en el Anexo E

2.6 DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

El objetivo de la embarcación es el de recolectar material flotante, el sistema escogido para este efecto establece el uso de una banda transportadora, queda

El objetivo de la embarcación es el de recolectar material flotante, el sistema escogido para este efecto establece el uso de una banda transportadora, queda claro que una de las condiciones del diseño de la embarcación será el de ajustarse a las dimensiones y capacidades del sistema.

Para el cálculo de la banda transportadora se consideran los siguientes aspectos[2]

1. *Densidad del material a transportar.*
2. *Dimensiones del ancho, longitud y velocidad de la banda*

Material a transportar: Basura húmeda, restos de madera, plásticos.

Densidad: De las mediciones realizadas con basura recolectada del Estero Salado en la zona del estadio del Barcelona S.C.⁸: se obtuvo la siguiente información:

40 Kg./m³ para material plástico y 100 Kg./m³ para material mezclado (Materiales plásticos, materiales biodegradables, vidrios y otros).

⁸ Estudio realizado por José Delgado en julio del 2002.

Considerando que los desechos están húmedos y que suben a la banda con agua vamos a incrementar el valor del peso específico a **180 kg/m³** a efectos del cálculo de la banda y de la canasta recolectora.

El tamaño de los desechos recolectables se encuentra en un rango entre 10 y 50 cm. ⁹correspondiente a material sin clasificar. Para efecto de los cálculos se propone un promedio de 33 cm. por trozo de basura.

Este valor permitirá entrar en el cálculo de la cinta transportadora dadas las siguientes condiciones:

PARAMETROS	VARIABLE	VALOR Y UNIDADES
Material a transportar	Basura húmeda sin clasificar	
Tamaño Máx. del material	a	33 cm = 13 pulg.
Tonelaje por turno	Qt	0.3 ton/ turno
Longitud de transporte	L	3m = 300 cm
Inclinación	α	30 °
Peso específico del material	d	0.18 ton / m ³
Horas de trabajo por turno	h	4 h/turno

⁹ Cabe anotar que para el caso de los animales muertos y los materiales de desecho grandes (muebles, por ejemplo) se propone empujarlos hacia la orilla desde donde se optara por una recolección manual bajo acuerdo con la entidad que hace el servicio normal de recolección.

Turnos por día	T	2 turnos/día
Rendimiento del motor	N	80%
Coefficiente de rozamiento de los rodillos	f	0.025

Tabla X Parámetros de la Banda transportadora

La banda calculada presenta las siguientes características

Ancho de la banda = 1 m

Longitud de la banda = 3 m

Espesor de la banda = 5 capas = 10 mm.

Q máx. = 0.15 ton / h

La velocidad de la cinta es igual a:

$V = 0.222 \text{ m/s}$

Motor eléctrico de 3/4 HP

El peso de la cinta con las características examinadas es de 940 lb. es decir 0.42 ton. En acero inoxidable.

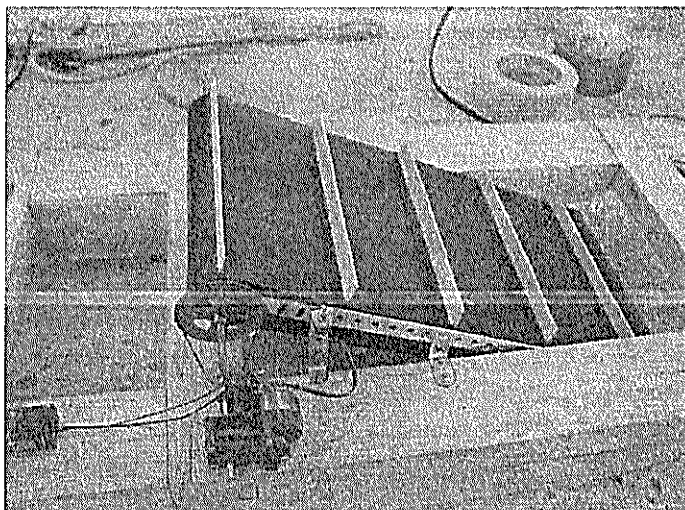
Ver anexo F

2.6.1 PRUEBA DE LA BANDA DE RECOLECCION

El el laboratorio de Hidrodinámica de la FIMCM se evaluó la capacidad de servicio de un modelo del recolector. La intención fue la de verificar el comportamiento de la banda. El reporte se encuentra en el ANEXO I.



**Figura 13 Sistema de Banda recolectora instalado en un modelo,
Laboratorio de Hidrodinámica FIMCM**



**Figura 14.- Banda y motor de accionamiento
Laboratorio de Hidrodinámica FIMCM**

CAPITULO 3

DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACIÓN

3.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

- La embarcación debe ser construida localmente,
- En cuanto a su autonomía la embarcación requerirá suficiente energía para recorrer 70 km/día y tendrá una velocidad de trabajo de 2 nudos y de 6 nudos a toda marcha.
- Debe ser desmontable de tal manera que pueda ser transportada
- La embarcación deberá ser operativa en todos los tramos establecidos en el proyecto PIRES y definidos en el capítulo 1 de esta tesis, esto significa que deberá considerar las condiciones hidrográficas y náuticas de dichos tramos del Estero Salado
- La tripulación consistirá en dos personas que:
Conozcan y tengan la experiencia de navegación en el Estero Salado
Conozcan y estén en capacidad de operar los equipos instalados a bordo

Puedan desembarcar la basura recolectada después de cada recorrido

- La maquinaria utilizada para su propulsión será un motor fuera de borda de pata larga y para la banda de recolección de basura un motor eléctrico accionado por un generador a diesel.

En caso de urgencia o necesidad la embarcación podrá utilizarse en otras actividades para la que sea requerida: Salvamento, recorridos de inspección y supervisión de obras, etc.

3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Para Guayaquil las condiciones ambientales promedio son las siguientes:

SECTOR	TEMPERATURA (°C)				HUMEDAD (%)	ESTADO DE LA MAR	VIENTO (m/seg)	NUBES (X/8)	PLUVIOSIDAD (mm)
	Máxima		Mínima						
	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo					
Guayaquil	36.9	30.2	14.5	21.7	78	1	1.5	6	241.4

Tabla XI. Condiciones Meteorológicas de Guayaquil. Fuente: INOCAR, 2003

Considerando la tabla XI se puede decir que el catamarán operara en condiciones de estado de mar tranquilo

3.3. RECORRIDOS DE LIMPIEZA

Limites	Tramo	Distancia (Km.)	Viajes de ida y vuelta *	Distancia recorrida (Km)	Observación
Urdesa Norte – Kennedy (Policentro) Estero represado	A	3.882	2	15.552	El ramal esta represado en dos sectores : Urdesa-Policentro y Policentro – Urdesa Norte
Urdesa central – Mapasingue	B	4.271	2	17.084	
Puente 5 de Junio – Gasolinera Urdesa	C	1.158	2	4.632	
Puente 5 de Junio – Puente 17	D	1.696	2	3.392	
Puente 17 - Pte Portete	E	2.918	2	11.672	
Otras zonas a determinar	X	4	2	16	
TOTAL RECORRIDO		17.082	2	68.332	

Tabla XII. Recorridos del recolector

* VIAJES DE IDA Y VUELTA Se refiere a la cantidad de viajes de ida y vuelta necesarios para cubrir la zona, considerando el ancho del estero y el alcance de la manga de la embarcación

Autonomía de trabajo = 70 Km.

3.4. RESTRICCIONES DE DISEÑO

La más importante restricción es la correspondiente a la profundidad en los ramales del Estero Salado en los que va a realizar el trabajo de limpieza. Como dato recabado de personas que navegan y conocen el Estero Salado se obtiene el valor de entre 3 y 4 metros como profundidad promedio. Sin embargo puede darse el caso de calados de hasta 0.5 m cercanos a las orillas

El estudio batimétrico en diversas zonas del Estero Salado están establecidas en la tabla VII del Cáp. 1 datos que tiene como fuente el estudio Lahmeyer Cimentaciones

3.5 DIMENSIONES PRINCIPALES

Dado que nos encontramos frente a una embarcación no -convencional como es el caso de esta tesis, intentaremos sobre la base de algunas embarcaciones similares existentes en el mercado internacional realizar un análisis regresional. Se asume que el hecho de que las embarcaciones sean utilizadas para el mismo objetivo hacen que puedan ser consideradas como base para obtener las dimensiones preliminares.

Para la determinación de las dimensiones principales una de las herramientas más utilizadas es la del análisis regresional. Este método consiste en graficar las dimensiones principales de varias embarcaciones de un tipo determinado de tal manera que puedan obtenerse curvas regresionales que relacionen los valores de sus dimensiones. Para tener una idea del área de cubierta que el catamarán necesitará para las instalaciones y su operatividad se consideran los diferentes valores aproximados de área de cubierta obtenidos de embarcaciones similares mostrados en la Tabla XIII.

MODELO	ESLORA	AREA CUBIERTA
Beach Trotter	6,20	12,30
JFB 420	7,00	20,00
JFB 440	10,00	28,50
ODC 800TD	8,70	25,80
Rover 12	10,90	27,25
Rover 13	13,50	41,30
Rover 14	13,70	41,50
Rover 20	20,00	58,00

Tabla XIII .Características de embarcaciones similares

Graficando los valores *Área de cubierta vs. Eslora* se trazará una curva regresional que permitirá ingresar el valor de área de cubierta requerida para el catamarán y así obtener el valor de la eslora correspondiente.

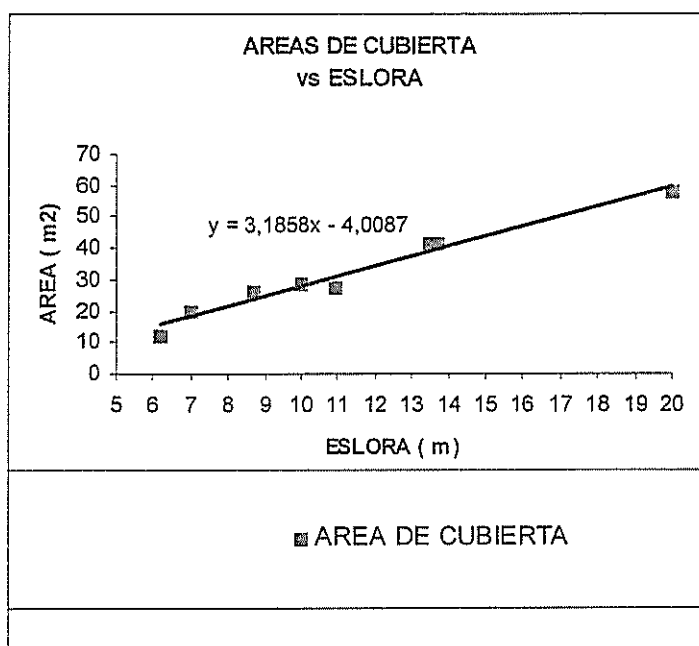


Figura 15. Variación de las áreas de cubierta vs. la eslora

Los requerimientos de área de cubierta para nuestro diseño serán:

REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	AREA UNITARIA (m2)	AREA TOTAL (m2)
MANDO	1	1.17	1.17
BANDA TRANSPORTADORA	1	4.03	4.03
CANASTA	1	3.00	3.00
PASILLOS Y ZONA DE SERVICIO	1	10.5	10.5
			18.7

Tabla XIV Requerimientos de área de cubierta

Por tanto llevando el valor del área requerida a la ecuación de regresión lineal de las curvas de áreas de cubierta y área de cabina vs. eslora respectivamente se puede encontrar que corresponde al valor de eslora de:

$$y = 3,1858x - 4,0087 \quad (1)$$

Reemplazando y despejando variables tendremos que:

$$L = (18.7 + 4,0087) / 3,1858$$

$$L \text{ calculada} = 7.1 \text{ m}$$

$$L \text{ estimada} = 7 \text{ m}$$

Una vez obtenido el valor de la eslora (L) puede encontrarse las demás dimensiones sobre la base de los datos de los catamaranes ya existentes y que realizan tareas similares al catamarán a diseñar.

Estos datos se relacionan con la eslora de los catamaranes y se establecen ecuaciones de regresión lineal.

Descripción	L total (m)	W(m)	B(m)	(W-2B)/L	T (m)	B/T	DESP(Tm)	Cb
1.1.1 JFB 420	7	2,4	0,45	0,21	0,45	1,07	1,81	0,25
JFB 430	10	3	0,6	0,18	0,6	1,00	2,81	0,16
Twin Type 9/3 barge	9,8	3,05	0,61	0,19	1,07	0,57	6	0,19
STA-4	11,8	2,5	0,35	0,15	0,9	0,39	9	0,35
ODC 800TD	8,7	5,2	1,40	0,27	0,3	4,80	4,5	0,34
BeachTrotters	6,2	1,96	0,5	0,15	0,35	1,43	1,077	0,26

Tabla XV Dimensiones para análisis regresional

3.5.1 Desplazamiento Vs. Eslora

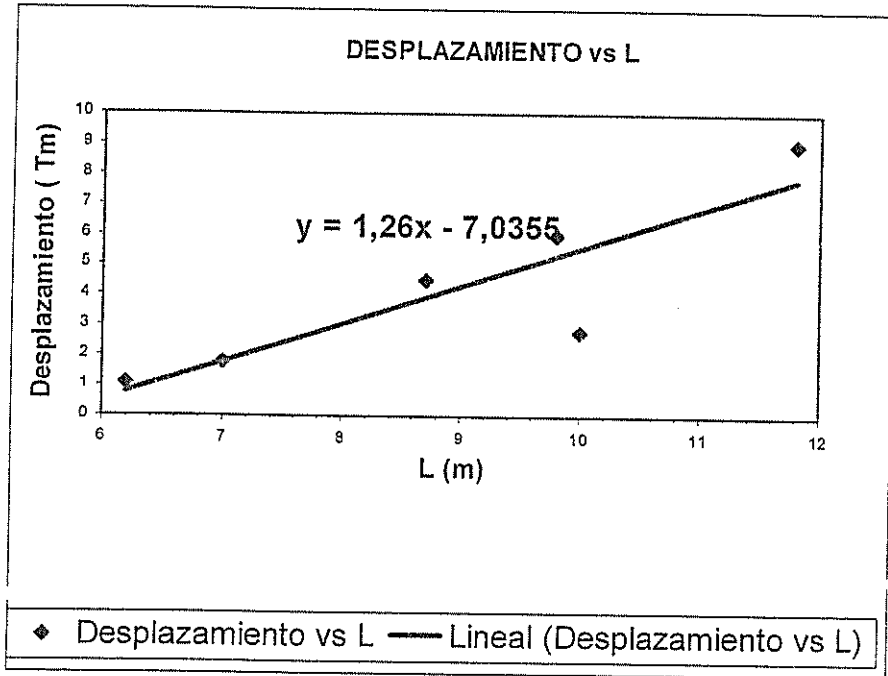


Figura 16. Desplazamiento vs. Eslora

$$\text{Desplazamiento (T)} = 1.26 (7) - 7,0355 \quad (2)$$

$$= 1,784 = 1,78 \text{ TM}$$

3.5.2 Manga Vs. Eslora

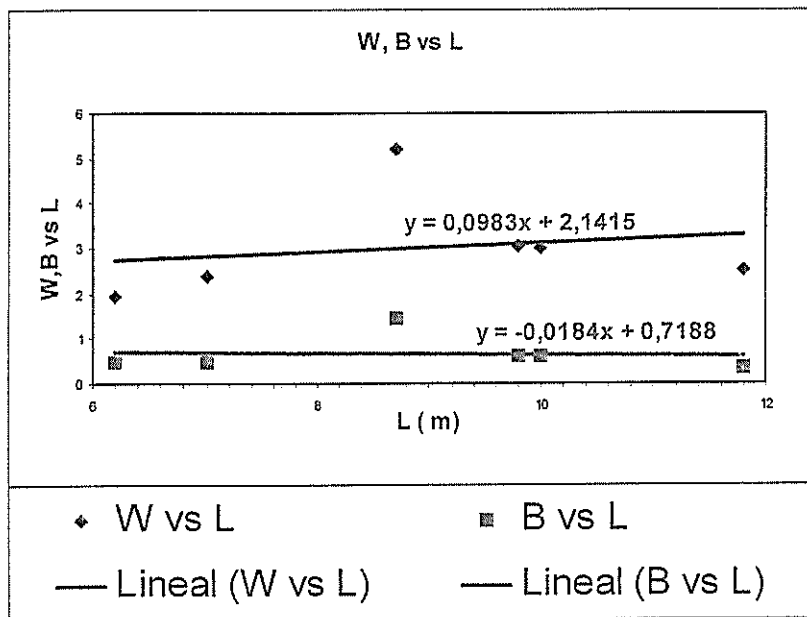


Figura 17 - Variación de la Manga y Semimangas vs. la eslora

$$y = 0,0983x + 2,1415 \quad (3)$$

$$W (m) = (0,0983 * 7) + 2,1415$$

$$W = 2.82 \text{ m}$$

$$y = -0,0184x + 0,7188 \quad (4)$$

$$B (m) = (-0,0184 * 7) + 0,7188$$

$$= 0,59 \text{ m}$$

3.5.3 Manga / Calado vs. Manga

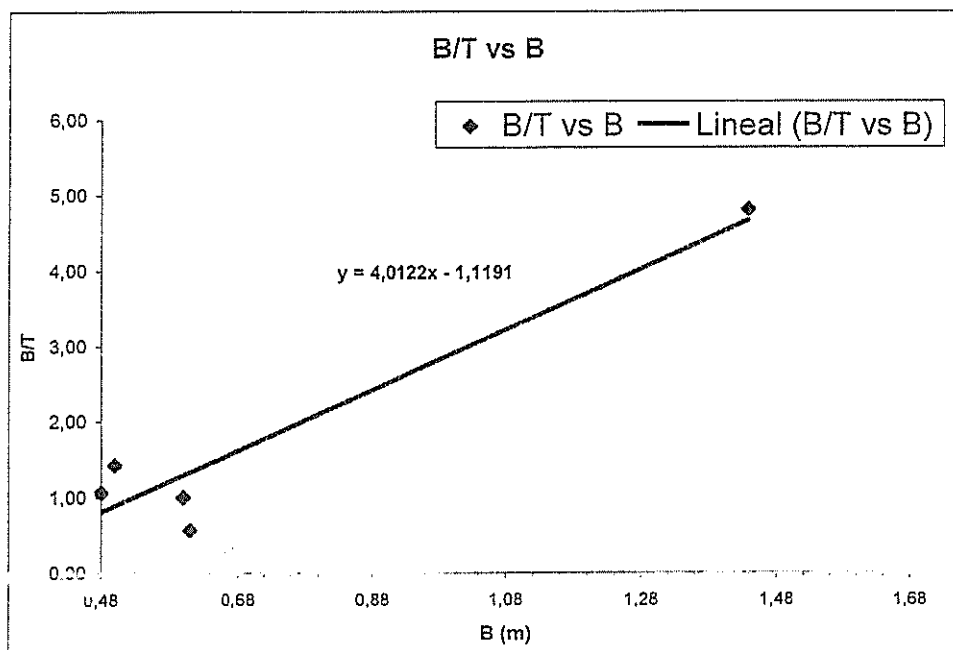


Figura 18 Variación de la relación Semimanga / Calado vs. la semimanga

$$y = 4,0122x - 1,1191 \quad (5)$$

$$B/T = 4,0122 (0,69) - 1,1191 = 1,68$$

$$T = 0.41$$

3.5.4. Coeficiente Bloque

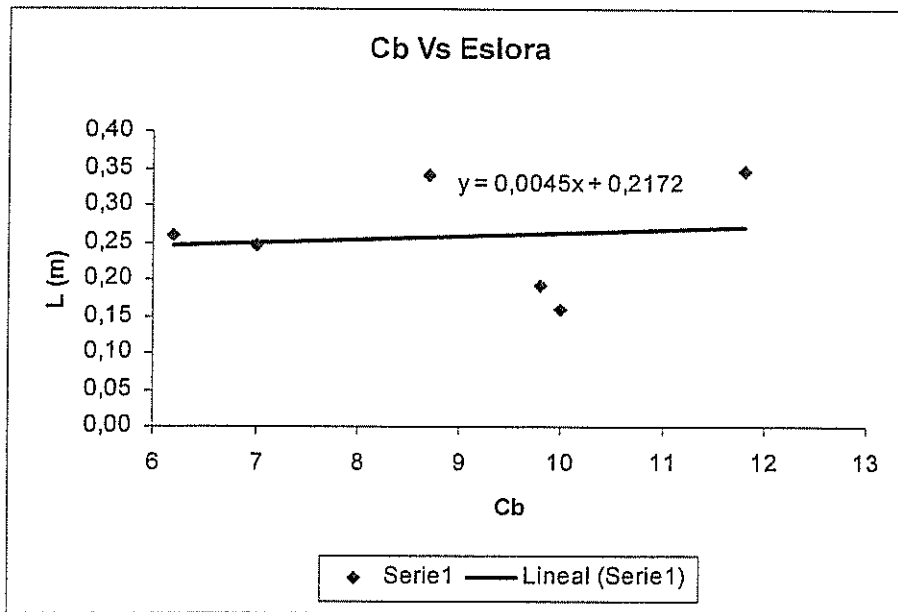


Figura 19 Variación del Coeficiente Bloque vs. la eslora

$$y = 0,0045x + 0,2172 \quad (6)$$

$$C_b = 0,0045 (7) + 0,2172 = 0.24$$

Una vez realizadas las regresiones lineales para cada relación, estas se interpolan con el valor de la eslora conocida para obtener el valor de las dimensiones principales, con los resultados siguientes:

DIMENSION	SIMBOLO	VALOR
ESLORA (m)	L	7
MANGA (m)	W	2.82
MANGA DE CADA SEMICASCO (m)	B	0.59
PUNTAL (m)	D	0.80
CALADO (m)	T	0.41
DESPLAZAMIENTO (T)	Δ	1.78
Cb		0.24

Tabla XVI Dimensiones preliminares

A continuación se establece una primera distribución de la embarcación en base a las dimensiones establecidas.

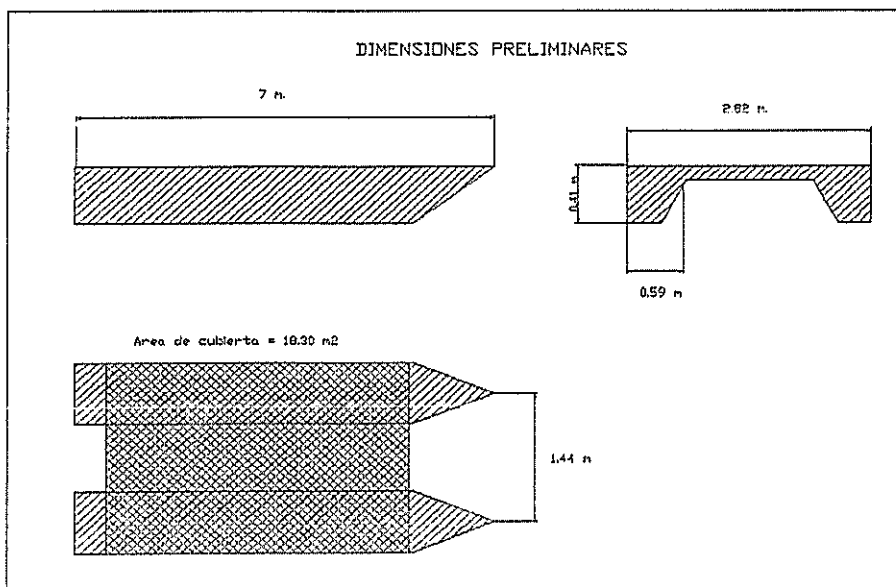


Figura 20. Cuadro de distribución preliminar

3.6 DISTRIBUCION GENERAL

Para la distribución se consideran los siguientes espacios y elementos:

- Cascos
- Uniones
- Cubierta
- Propulsión
- Cabina
- Canasta
- Cinta transportadora
- Motor eléctrico cinta

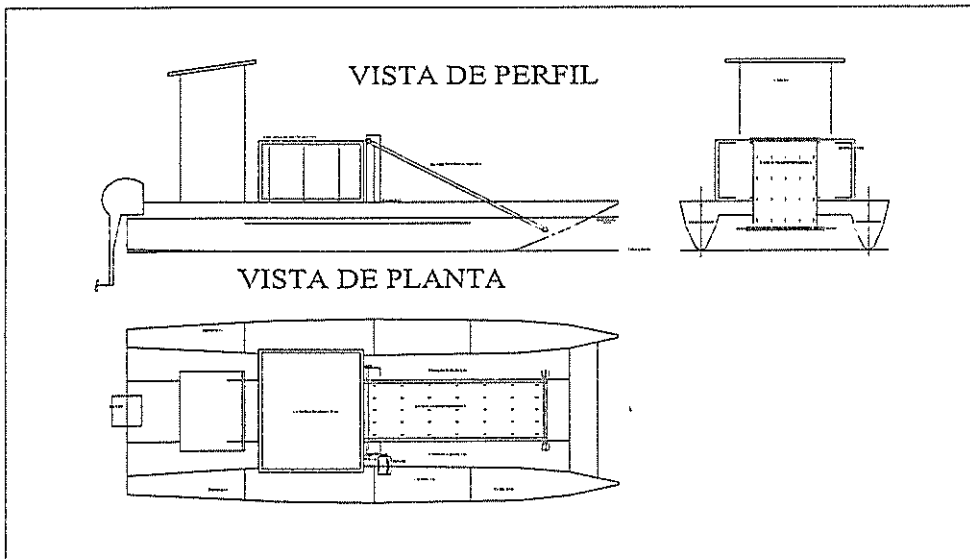


Figura 21 Distribución general

3.7. ESTIMACION DE PESOS

La figura No. 22, tomada de la referencia [6], muestra curvas de eslora vs. Razón peso del casco / número cúbico para el acero, madera y fibra de vidrio.

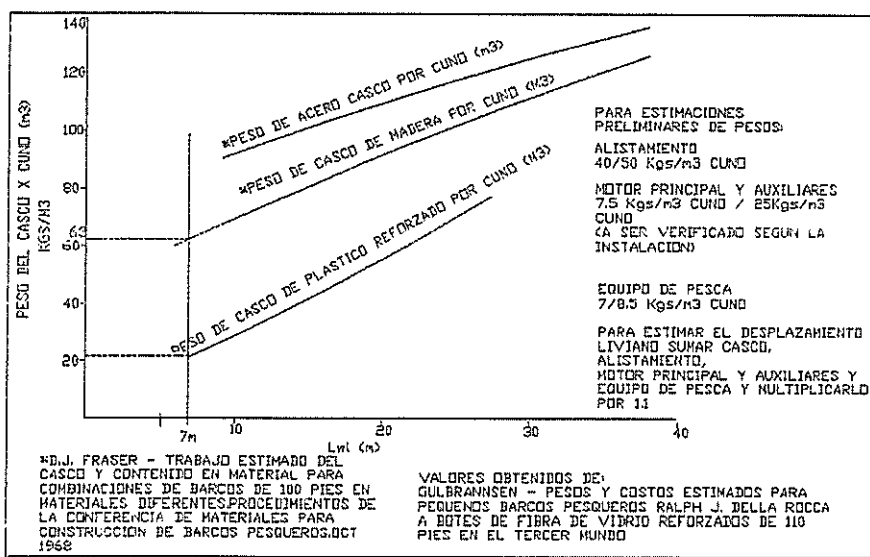


Figura 22: Figura para estimación de peso y costos en pequeñas embarcaciones de pesca

3.8 CALCULO DEL NUMERO CUBICO (CUNO)

El número Cúbico corresponde al producto de la eslora, la manga y el puntal de la embarcación.

$$L = 7\text{m}, B = 0.6\text{m} H = 0.8\text{m}$$

$$\text{CUNO} = 3.36 \text{ m}^3$$

Tratándose de los dos cascos tenemos que el CUNO será dos veces el calculado, esto es: $3.36. m^3 * 2$

$V \text{ cascos} = 6.72 m^3.$

Aplicando la curva de eslora vs. razón peso del casco x número cúbico para el acero, madera y fibra de vidrio (Fig.22) se tiene para cascos de madera el valor aproximado de $63 \text{ kg}/m^3$, con lo que el peso estimado de los cascos es,

$P \text{ cascos} = 423.36 \text{ Kg.} = 0.42 \text{ T}$

Para el caso de la cubierta, se instalará una cubierta elaborada basándose en rejillas de plástico reforzado, con esto no solo se aligera el peso, sino que se permitirá que el agua procedente de la basura que se recoge, pueda filtrarse directamente al Estero, aparte de que el material será más resistente tanto al agua salada como al ataque de otra sustancia líquida ácida o abrasiva (ver información en el anexo). El arreglo de las rejillas será soportado por las uniones de los cascos.

Las siguientes tablas muestran las partes de la embarcación y su peso estimado en condiciones ligera y de carga:

Condición Ligera

ELEMENTO	PESO (Ton)	X(m)	M(X)(HOR)	Y(m)	M(Y)(VERT)
CASCO	0,42	4,06	1,7052	0,3671	0,154182
BANDA TRANSPORTADORA	0,5	2,2985	1,14925	0,6313	0,31565
CANASTA RECOLECTORA	0,3	4,3897	1,31691	0,8004	0,24012
MOTOR CATAMARAN	0,05	6,9663	0,348315	0,8116	0,04058
MOTOR BANDA	0,03	3,3585	0,100755	0,8	0,024
UNION (1)	0,068128896	1,0145	0,069116765	0,7013	0,047778795
UNION (2)	0,068128896	3,5	0,238451136	0,68	0,046327649
UNION (3)	0,068128896	5,4548	0,371629502	0,6803	0,046348088
UNION (4)	0,068128896	6,8917	0,469523913	0,7366	0,050183745
GENERADOR	0,04	6,4338	0,257352	0,8	0,032
CASETA	0,1	5,7921	0,57921	1,8618	0,18618
PESO DEL CATAMARAN	1,712515584		6,605713315		1,183350277

LCG = 3,857 m VCG = 0,691 m

Tabla XVII. Peso estimados para la condición ligera

Condición Cargada

ELEMENTO	PESO (Ton)	X(m)	M(X)(HOR)	Y(m)	M(Y)(VERT)
CASCO	0,42	4,06	1,7052	0,3671	0,154182
BANDA TRANSPORTADORA	0,5	2,2985	1,14925	0,6313	0,31565
CANASTA RECOLECTORA	0,3	4,3897	1,31691	0,8004	0,24012
MOTOR CATAMARAN	0,05	6,9663	0,348315	0,8116	0,04058
MOTOR BANDA	0,03	3,3585	0,100755	0,8	0,024
UNION (1)	0,068128896	1,0145	0,069116765	0,7013	0,047778795
UNION (2)	0,068128896	3,5	0,238451136	0,68	0,046327649
UNION (3)	0,068128896	5,4548	0,371629502	0,6803	0,046348088
UNION (4)	0,068128896	6,8917	0,469523913	0,7366	0,050183745
GENERADOR	0,04	6,4338	0,257352	0,8	0,032
CASETA	0,1	5,7921	0,57921	1,8618	0,18618
BASURA	0,6	4,3897	2,63382	0,8004	0,48024
PESO DEL CATAMARAN	2,312515584		9,239533315		1,663590277

LCG = 3,995 m VCG = 0,719 m

Tabla XVIII Peso estimados para la condición cargada

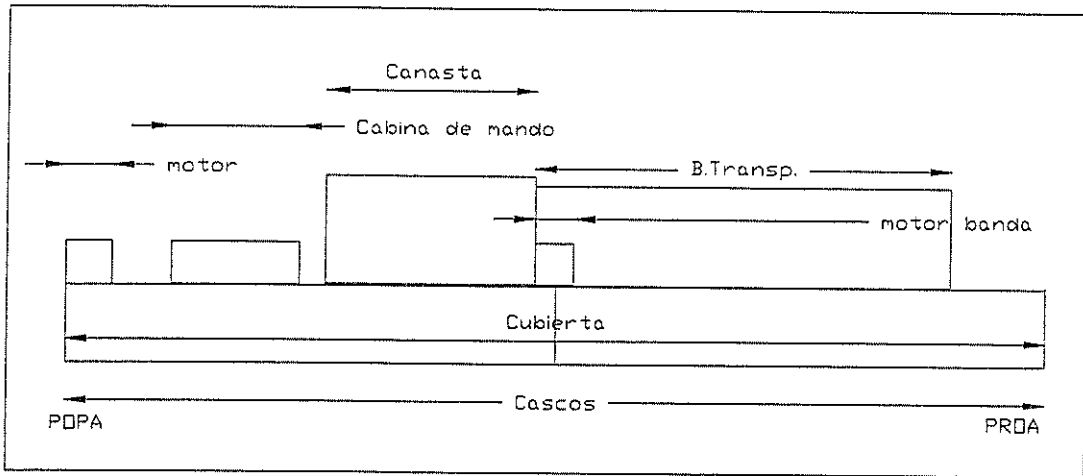


Figura 23 Diagrama de distribución de pesos

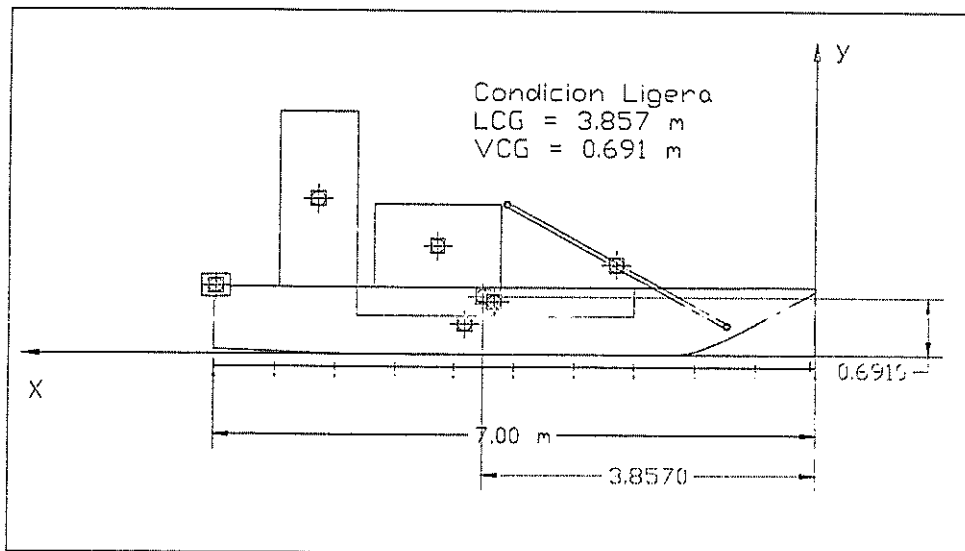


Figura 24. Localización del centro de gravedad - Ligero

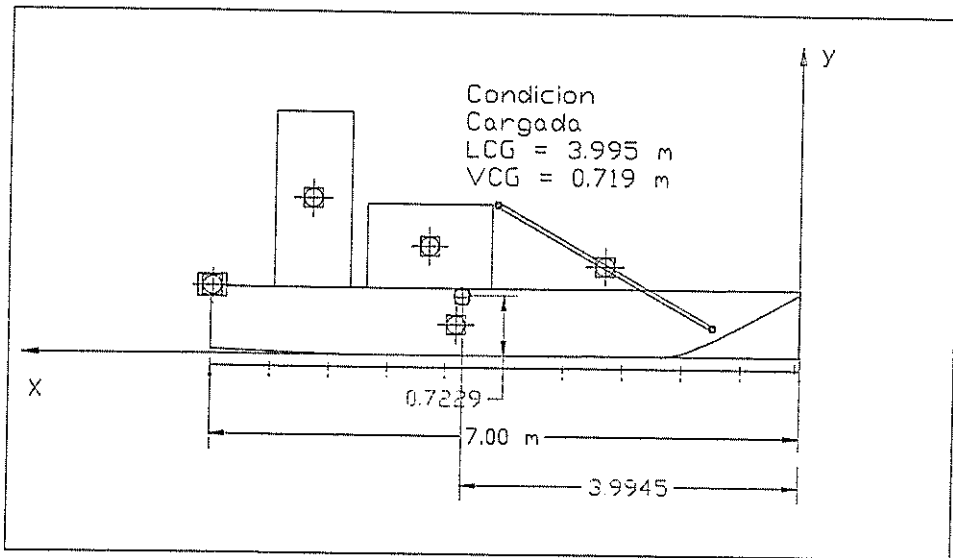


Figura 25 Localización del centro de gravedad - Cargada

El análisis regresional realizado para el desplazamiento de la embarcación dio como resultado un peso de 1 78 toneladas, mientras que el cálculo detallado de pesos estimados mostró 1,71 ton.

En cuanto al Centro de Gravedad, es importante notar que es la banda transportadora la que agrega más peso que las otras partes de la embarcación a excepción del casco.

El centro de gravedad esta localizado verticalmente en una posición comprometida en la condición cargada, no así en la condición ligera.

3.9 SISTEMA PROPULSOR

La característica fundamental de la resistencia al avance de los catamaranes es la interferencia entre flujos que rodea a cada uno de los cascos. Esta interferencia es de dos clases, la que se debe al sistema de olas que genera cada uno de los cascos y la que aparece por efecto de los dos cascos en conjunto.

Por estas circunstancias el diseño las formas de un monocasco debe poseer una razón de aspecto de L/B (Eslora – Manga) de tal manera que la superficie mojada del catamarán no sea mayor que el de un barco monocasco, sin dejar de considerar el desplazamiento que debe cumplir.

La elección de la separación entre los dos cascos debe tenerse en cuenta, especialmente por los criterios hidrodinámicos de interferencia. Una mala elección puede hacer navegar al catamarán en un máximo de la resistencia por formación de olas. Por tanto, cuando las velocidades corresponden a números de Froude comprendidos entre 0.23 y 0.4 la interferencia de los sistemas de olas generados por los cascos juega un papel muy importante.

3.10 CALCULO DE LA RESISTENCIA

Para conocer la resistencia de un catamarán en la etapa inicial una opción es calcular la resistencia de un casco y aplicar luego un factor de interferencia de los deducidos experimentalmente.

Nuestro diseño corresponde a números de Froude entre 0.16 y 0.27 para velocidades de 3 nudos y 5 nudos respectivamente. Los cálculos de resistencia al avance mostrados en el Anexo F, se considera los coeficientes: friccional, residual y por rugosidad, y el coeficiente de interferencia por la presencia de un casco en movimiento con respecto a otro. Se muestra la curva de potencia vs. Velocidad. A partir de ella se determina la velocidad de servicio y su potencia respectiva. Se elige un motor fuera de borda con pata larga.

El valor de potencia del motor de propulsión que se adapta a nuestras necesidades viene dado por la tabla XIX, se toma el valor mas alto de potencia al eje

$$\text{SHP} = 8.66 \text{ HP}$$

Los cálculos están detallados en el Anexo H.

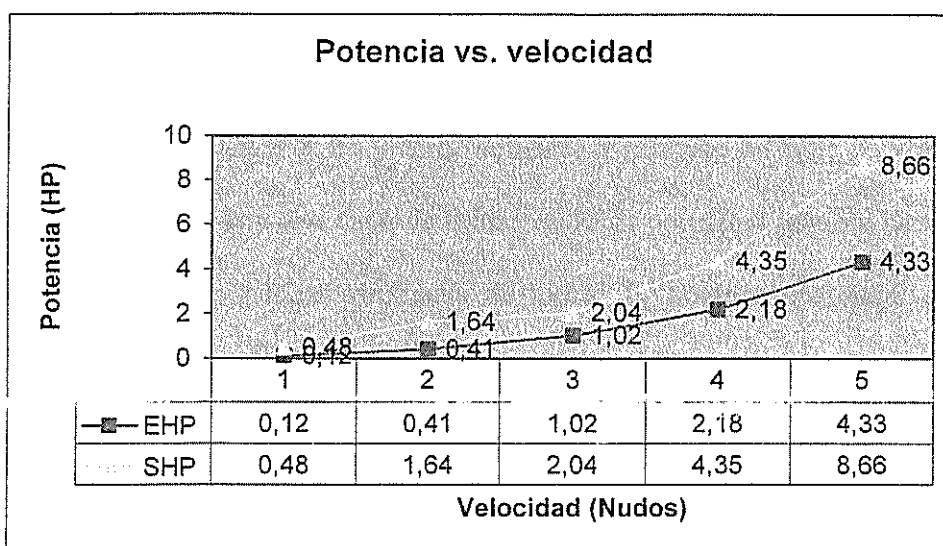


Tabla XIX.- Calculo de la Potencia

CAPITULO 4

DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACION

4.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RECOLECTOR

De acuerdo a la selección del material realizada en el capítulo 3 se utilizara madera reforzada con fibra de vidrio. Esto es madera para la parte estructural, plywood marino para el forro y como refuerzo y acabado en fibra de vidrio no saturada reforzada con una capa de fieltro de hilos cortados, nombre comercial matt, y tejidos de mechas continuas de vidrio E, nombre comercial woven roving, con una relación vidrio / resina 45/55. Para este calculo se siguieron las reglas y Embarcaciones para la clasificación de naves construidas en fibra de vidrio de la sociedad clasificadores Bureau Veritas [8].

Para los refuerzos y el forro se han aplicado las reglas sugeridas por el estudio de la FAO para □embarcaciones de pesca en madera.(FAO, 1977)

El arreglo estructural es de tipo transversal con cuadernas espaciadas cada 0.7 m. Los arreglos estructurales se muestran en la figura 27.

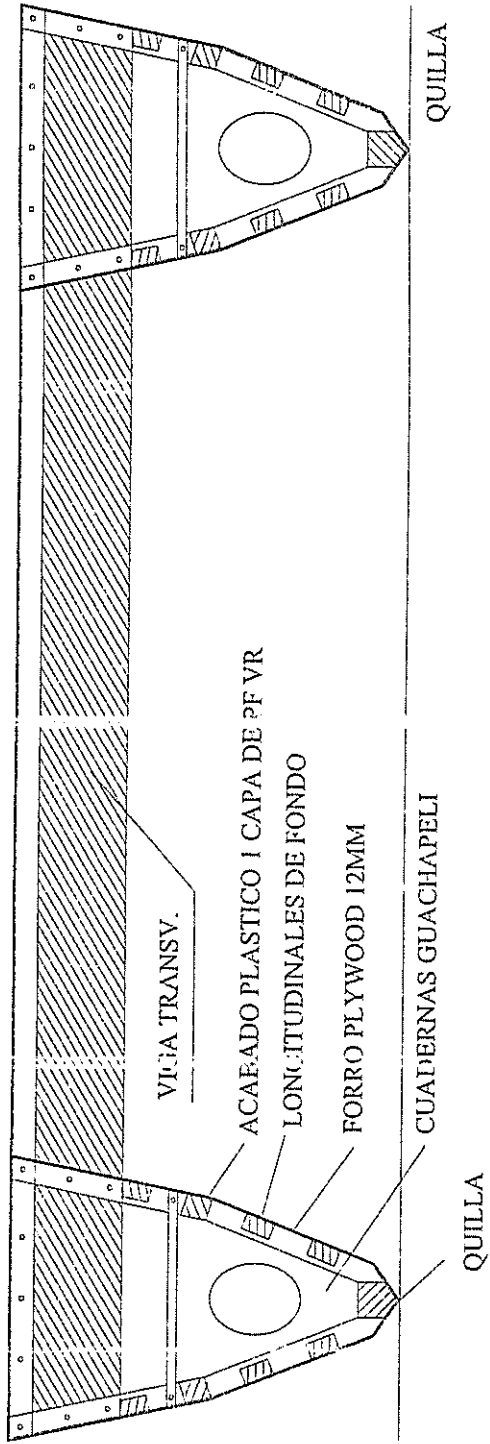


Figura 26. Esquema de la Sección Media

Determinación de Esfuerzos

σ trabajo = MF / MS

El Momento Flector máximo será =

$$MF = \frac{PL}{4}$$

$P = 2,312515584$ Ton
 $L = 700$ cm
 $MF = 404,6902272$ Ton-cm
 $MF = 404690,2272$ Kg-cm

Por lo que los esfuerzos máximos en la cubierta serán iguales a

σ trabajo = 83,5577 kg / cm²

El esfuerzo máximo (rotura) de la FB con tela y WR es

σ máx = 2200 Kg/ cm²

El esfuerzo máximo (rotura) de la madera Fernán Sánchez [7] es

σ máx = 250 Kg/ cm²

Por lo que podemos concluir que existe un factor de seguridad aceptable

CUBIERTA	PLASTICO REFORZADO				
REFUERZO					
(Rampa-Casco)	4"x 4"x 4" mm	280	80	22400	1792000
REFUERZO					
(Unión-Casco)	4"x 4"x 4" mm	280	80	22400	1792000
REFUERZO					
Cubierta	4" x 4"mm	80	80	6400	512000
		S1= 640	S2= 51200	S3=	4096000

Tabla XX.- Calculo del modulo seccional de la embarcación y esfuerzos máximos

4.3 ESTRUCTURA TRANSVERSAL DE CONECCION

A efectos de simplificar el cálculo del máximo momento flector actuante hemos asumido una condición extremadamente rigurosa para la sección embarcación que no se verifica en la realidad, la cual es suponerla como viga simplemente apoyada en los extremos de la eslora con todo el desplazamiento concentrado en la sección media (condición de arrufo)

Los cálculos han sido realizados en la Tabla XXI y se complementan con el cálculo del peso de las uniones en la Tabla XXII, las cuales han sido escantillonadas en madera Fernán Sánchez. [7]

LARGO	300 cm
ANCHO	10,16 cm.
ESPESOR	10,16 cm.

Peso específico madera Fernán Sánchez = 0.647 gr./cm ³ =	0,647 Ton / m ³
---	----------------------------

VOLUMEN	30967,68 cm ³
---------	--------------------------

PESO ESPECIFICO =	0,647 Ton / m ³
----------------------	----------------------------

PESO =	0,0200 Ton
--------	------------

Peso Total =	0,0801 Ton
--------------	------------

Tabla XXII. Cálculo del peso de las uniones transversales

4.4 PLANOS DE LINEAS FORMAS, ESTRUCTURALES Y ARREGLO GENERAL

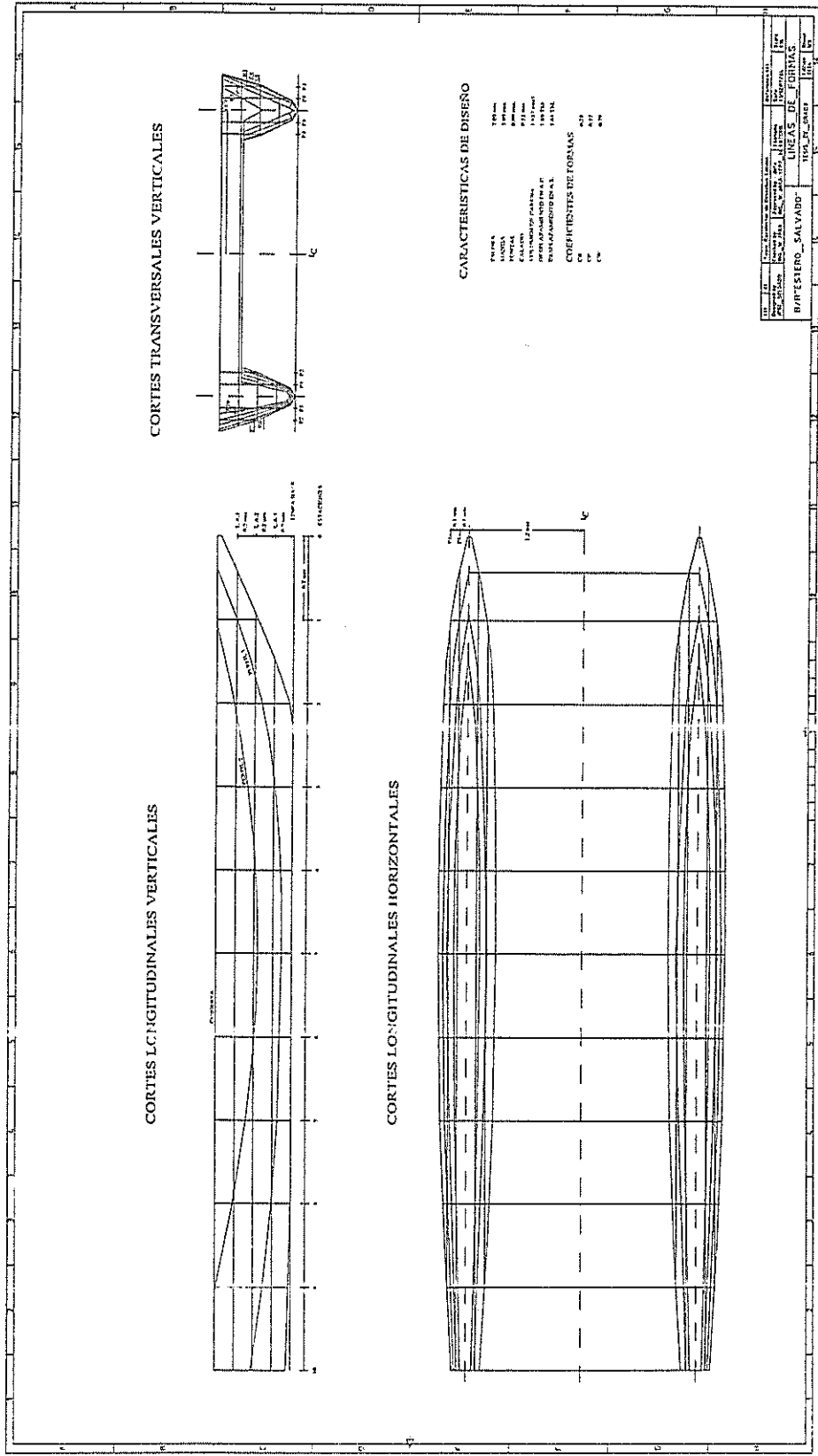


Figura 2: Plano de Líneas de Forma

En las siguiente dos figuras, puede apreciarse el acople entre los cascos y el sistema de banda recolectora.

El sistema de recolección consiste en la Banda , su motor y la canastilla de recolección

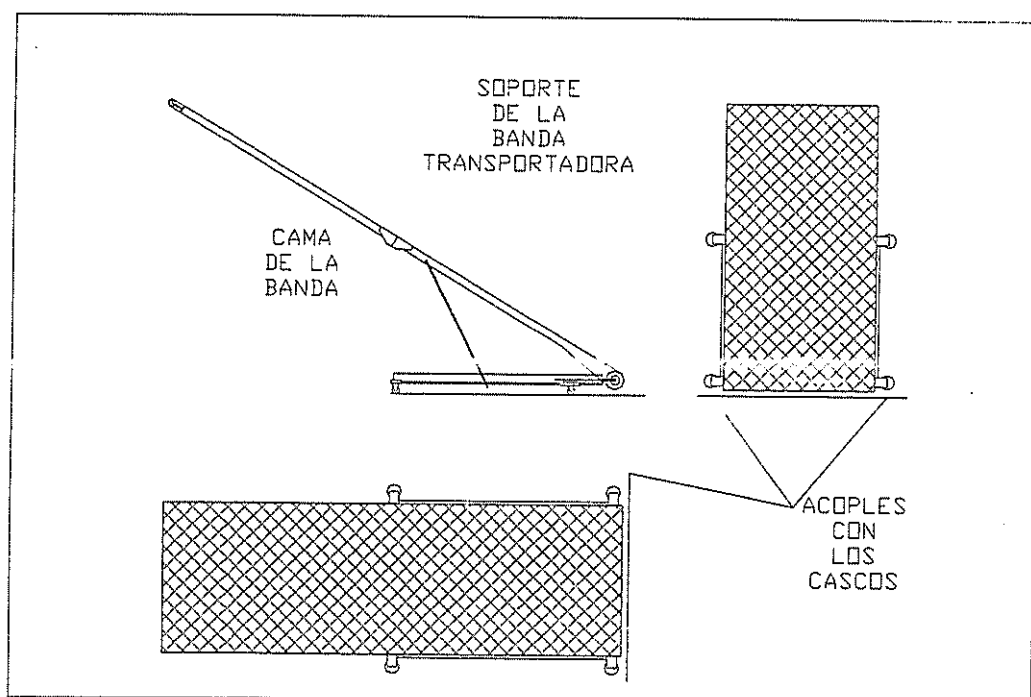


Figura 31. Sistema de la banda recolectora, soporte , cama y acoples con los cascos

4.6. FLOTABILIDAD

En la sección 3.8 del Cáp. 3 pudimos calcular la posición del Centro de Gravedad Longitudinal y Vertical para las dos condiciones del recolector, esto es para condición ligera y en carga, situación que nos muestra la flotabilidad del catamarán.

Intentando comparar estos valores con los de un catamarán de las mismas dimensiones, pudimos correr un modulo del programa PROLINES¹⁰.

Una de las tablas muestra los resultados de flotabilidad para el catamarán a un desplazamiento de 1800 Kg., esto es en condición ligera. Podemos resaltar por ejemplo la potencia calculada y que equivale a 4.8 HP, el amplio radio metacéntrico 24.38 metros o el coeficiente de Bloque que es de 0.151.

¹⁰ Programa de Vacanti Limited, USA

Displacement		Length / Width / Height	
Saltwater	1800.644 Kgs	Load Waterline	5.962 Meters
Fresh Water	1749.866 Kgs	Length Over All	6.337 Meters
Coefficients		Waterline Beam	3.295 Meters
Prismatic Cp	0.855	Deck Beam	3.399 Meters
Block Cb	0.151	Max Freeboard	0.217 Meters
Waterplane Cw	0.962	Fairbody Draft	0.591 Meters
Mom To Trim 1cm	73.644 Kg-m	Arens	
KG/Cm Immer	194.064	Waterplane	18.890 SqMt
Ratios		Lateral Plane	2.075 SqMt
Disp'ment/Length	236.824	Wetted Hull Area	26.746 SqMt
Length/Beam	1.809	Total Hull Surface	51.887 SqMt
Length/Draft	10.088	Required Power	
Beam/Draft	5.575	Brake Horse Pwr	4.812 BHP
Centers		Centers of Action	
VCG of Hull	0.012 M Above LWL	Long. Ctr of Float.	3.926 M aft "0"
LCG of Hull	3.788 M Aft "0"	Vertical CLP	0.384 M Below LWL
LCB	4.191 M Aft "0"	Longitudinal CLP	4.258 M aft "0"
VCB	0.166 M Below Lwl	Longitudinal Metacenters - Estimate	
Transverse Metacenters - Estimate		Gml	24.384M
Gmt	8.352 Meters	Bml	24.563M
Bmt	8.530 Meters	Print	
OK			

Tabla XXIII.- Programa Prolines Calculo del catamarán en carga ligera

Con una aumento del 10 % de desplazamiento tenemos los siguientes resultados:

Displacement		Length / Width / Height	
Saltwater	2000.994 Kgs	Load Waterline	5.854 Meters
Fresh Water	1944.566 Kgs	Length Over All	6.312 Meters
Coefficients		Waterline Beam	3.295 Meters
Prismatic Cp	0.867	Deck Beam	3.398 Meters
Block Cb	0.168	Max Freeboard	0.205 Meters
Waterplane Cw	0.978	Fairbody Draft	0.603 Meters
Mom To Trim 1cm	72.014 Kg-m	Areas	
KG/Cm Immer	193.762	Waterplane	18.861 SqMt
Ratios		Lateral Plane	1.128 SqMt
Disp'ment/Length	278.044	Wetted Hull Area	26.967 SqMt
Length/Beam	1.777	Total Hull Surface	51.725 SqMt
Length/Draft	9.705	Required Power	
Beam/Draft	5.462	Brake Horse Pwr	5.347 BHP
Centers		Centers of Action	
VCG of Hull	0.001 M Above LWL	Long. Ctr of Float.	3.931 M aft "0"
LCG of Hull	3.795 M Aft "0"	Vertical CLP	0.487 M Below LWL
LCB	4.202 M Aft "0"	Longitudinal CLP	4.504 M aft "0"
VCB	0.159 M Below Lwl	Longitudinal Metacenters - Estimate	
Transverse Metacenters - Estimate		Gml	21.068M
Gmt	7.484 Meters	Bml	21.228M
Bmt	7.644 Meters		

Tabla XXIV.- Programa Prolines Calculo del catamarán en carga ligera + 10 % del desplazamiento

4.7 COSTO DE MATERIALES

Con la finalidad de tener un presupuesto base para el rubro materiales en la construcción del catamarán, hemos enlistado y dado valores a nivel de comercios locales a diferentes ítem necesarios para la construcción de la embarcación.

**LISTADO DE EQUIPOS Y
COSTOS**

Item	Cantidad		Unitario US\$	Total US\$
<u>SISTEMA</u>				
<u>PROPULSOR</u>				
Motor MERCURY Fuera de borda 25 HP Diesel, Pata larga (0.64m)	1		\$2,000.00	\$2.000
Tanque de 10 Gls para Diesel	1		\$150	\$150
Sub Total Sist. Propulsor				\$2.150
<u>BANDA</u>				
<u>TRANSPORTADORA</u>				
<u>Banda Completa +</u>				
<u>Accesorios</u>				
	1	Bajo pedido	\$5.000	\$5.000
Total Banda Transportadora				\$5.000
<u>MANDO & CONTROL</u>				
Sistema de Gobierno	1	Bajo detalle	\$300	\$300
<u>UQUIPOS DE</u>				
<u>COMUNICACION</u>				
Radio Walkie Talkie			\$200	\$200
Bocina	1	6 v	\$60.00	\$30
Bateria	1	Bateria	\$60.00	\$60
Sub Total Sist. Propulsor				\$590
<u>AREA DE CASETA</u>				
Asiento	1		\$20.00	\$40
Ventilador	1	De pared 110v	\$30.00	\$50
Sub Total Sist. Caseta				\$90
<u>ACCESORIOS DE</u>				
<u>CUBERTA</u>				
Chalecos Salvavidas	2	Clasif. SOLAS	\$40	\$80
Ancla	1		\$100.00	\$100
Bitas	4		\$30	\$120

Extintor CO2	1		\$200	\$200
Ayudas a la navegación eléctricas	4	Luces I10	\$20	\$80
Tota Accesorios Cubierta				\$580
<u>TOTALES</u>				\$8.710

Tabla XXV._ Tabla de costos aproximados de Equipos

LISTADO DE MATERIALES

Item	Cant	Descrip.	Precio	Precio
			Unit.	Total
			US\$	US\$
<u>CASCOS</u>				
Cuadernas	12	1" x 23" x 1"	5	\$60
Esloras	2	6m x 2" x 2"	10	\$20
Longitudinales	4	6m x 2" x 2"	10	\$40
Quillas	2	6m x 3.5" x 2"	14	\$28
Refuerzos	12	6m x 2" x 1"	5	\$60
Total Cascos				\$208
<u>FORRO</u>				
Fibra de Vidrio (Maylo, Resina y lana de vidrio)	40	1 m ² x 0.5"	30	\$1.200
Cubierta cascos	10	2 m ² x 0.5"	30	\$300
<u>TOTAL CASCO Estructural + Ferro)</u>				\$1.708
<u>CUBIERTA</u>				
Longitudinales	21	1m x 1" x 1"	4	\$84
Transversales	12	2m x 1" x 1"	4	\$48
Union entre cascos	5	3m x 4" x 4"	30	\$150
Rejilla Plastico Reforzado	14	1m ² x 1"	10	\$140
Borde cubierta General	18	1m ² x 2" x 2"	5	\$90
Barandales	35	1.2 m x 1" (diam)	5	\$175
<u>TOTAL CUBIERTA GENERAL</u>				\$687
<u>BANDA TRANSPORTADORA</u>				
Estructura Aluminio	1	1m x 3.5m x 1m	500	\$500

Acoples Casco	4	Bajo detalle	60	\$240
Total Banda				\$0
SISTEMA DE GOBIERNO				
Poleas	2	4" diametro aluminio	15	\$30
Cuerda de acero	15	m x 4 mm	2	\$30
Total Sistema de gobierno				\$60
AREA DE CASETA				
Paredes + techo +Puerta	5	Planchas Plywood reforzado con FdeV	70	\$350
Vidrios	2	50 x 50 x 4 mm (costados)	20	\$40
Vidrios	2	70 cm x 70 cm x 4mm (adelante, atras)	20	\$40
Total Area de Caseta				\$430
PINTURA				
Antiincrustante	3	Galon	30	\$90
Gris	3	Galon	30	\$90
Azul	3	Galon	30	\$90
Rojo	3	Galon	30	\$90
Total Pintura				\$360
Total				\$3.245

Tabla XXVI.- Listado de Materiales

CONCLUSIONES

A partir de los estudios realizados por el Municipio de Guayaquil se desprende la necesidad inmediata de realizar la limpieza del Estero Salado, el proyecto PIRES (Plan Integral de Recuperación del estero Salado) establece 3 zonas altamente afectadas por la contaminación y como ejemplo de ello la presencia de desechos flotantes.

El estudio establece una producción diaria de 630 kilogramos de desechos sólidos que son arrojados por día al estero.

Con esta cifra comenzamos el diseño de la embarcación recolectora de desechos sólidos flotantes, eligiendo como mecanismo de operación el uso de una cinta transportadora.

De la investigación bibliográfica se desprende que la historia de la ciudad ubicada al Estero Salado como el vertedero de desechos por naturaleza. Situación que con el paso de los años no había cambiado. Sin embargo la conciencia ambiental de ciudadanos y autoridades, e incluso el nuevo derrotero urbanoturístico de Guayaquil han ubicado al Estero Salado como centro de atención y protagonista de la “regeneración” de la ciudad.

La embarcación que hemos diseñado permitirá el mantenimiento en estado limpio de los ramales del Estero Salado. Se trata de una embarcación ligera además de cumplir con su misión será una nave atractiva por sus formas.

Una gran ventaja en este diseño ha sido la posibilidad de probar el sistema de recolección por banda a través de un modelo el cual mostró excelentes resultados

La posible construcción del recolector demandara de forma paralela la construcción de uno o varios muelles de acopio de basura equipados de una pluma para la izada de la canasta o de las fundas de basura que se hayan recolectado.

Un rápido vistazo al costo de materiales muestra que la embarcación es posible de construirse a un costo relativamente, comparado con el servicio a prestar.

En la matriz de decisiones para escoger el sistema se había incluido un precio estimativo de 50 mil dólares para la embarcación, dejando ver que lógicamente contempla costo de mano de obra, parrilla, permisos e incluso la pluma de muelle

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar en estudios posteriores :

Actualizar la información sobre la contaminación del Estero considerando que ya esta en servicio una embarcación construida por el municipio de Guayaquil para la limpieza de desechos sólidos. Evaluar su rendimiento.

La existencia en el estero Salado de otro catamarán se justificaría dada la necesidad de dar mantenimiento a los ramales que no están considerados en el plan PIRES y de que los costos de operación podrían ser apreciablemente mas bajos que los del catamarán existente.

Se recomienda analizar la operatividad del catamarán con un sistema de propulsión eléctrico y la instalación de un techo con paneles solares para que su operación sea limpia y autopropulsada. Mostrando que es posible construir hacer una embarcación ecológica que además tiene fines ecológicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. EL PUERTO DE GUAYAQUIL, TOMO III, PUERTO NUEVO, Estrada Ycaza Julio, Instituto de Historia Marítima, Guayaquil, 1994
2. ACCEDE, Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, Min. de Educación, Argentina, Ingeniería en Minas, Calculo de Bandas Inclinadas. Reexaminación Agosto 2002.
3. CLEMENT, P., 'Resistance Tests of a Systematic Series of Planing Hull Forms', SNAME, 1963.
4. SNAME, 'Ship design and construction'. SNAME, 1980.
5. INOCAR, 'Tabla de Mareas, 2003.
6. FRASER, Estimates hull work and material conten for 100 ft fishng vessel, 1968
7. VELARDE, M, "Pruebas de resistencia y durabilidad de maderas nacionales y recomendaciones para su uso en construcción de embarcaciones menores". Tesis de Grado, Ingeniero y Arquitecto Naval, ESPOL, 1974.
8. BUREAU VERITAS, Reglas y regulaciones para la clasificación de naves construidas en fibra de vidrio. BV, 1996
9. LAHMEYER CIMENTACIONES, Estudio PIRES, 1998
10. RAY ELECTRIC MOTORS, 2000

ANEXO A

PRINCIPALES RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL ESTERO SALADO

1 - ESTUDIO DE LA CONSULTORA LAHMEYER CIMENTACIONES

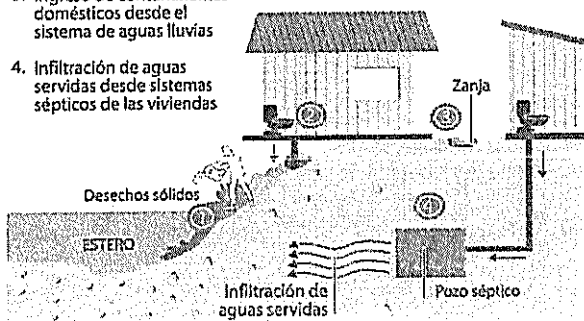
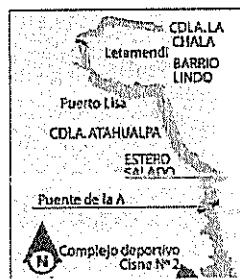
De acuerdo a los resultados del estudio, *65% de la contaminación es derivada de las descargas domésticas y 35% se atribuye a las descargas industriales.*

Otra fuente contaminante es el vertido de los desechos sólidos en las márgenes y en el mismo cauce del Ester. De acuerdo a los resultados obtenidos del muestreo se tiene que el total de basura (biodegradables, plásticos, maderas y otros) llega a 18.785 kg/mes. esto es cerca de 19 toneladas considerando los dos márgenes

CONTAMINACIÓN EN EL ESTERO

Muchas familias que carecen de alcantarillado en sus casas descargan las aguas servidas al estero. A esto se suma la basura que es arrojada directamente al estuario.

1. Acumulación de desechos sólidos en las riberas del estero.
2. Descarga directa desde viviendas adyacentes al estero
3. Ingreso de contaminantes domésticos desde el sistema de aguas lluvias
4. Infiltración de aguas servidas desde sistemas sépticos de las viviendas



Descripción del proceso de contaminación por vertido de
desechos. Fuente EL UNIVERSO

Los asentamientos informales ubicados en las riberas y sobre el agua en diversos sectores del Estero Salado, han contribuido a su contaminación debido a la descarga directa de aguas servidas y de basura.

Un aspecto importante que debe tenerse en cuenta tanto para las condiciones del Estero como de la población ribereña es la inestabilidad de los taludes (orillas), que tienden a erosionarse a causa del oleaje causado por las embarcaciones efecto de las corrientes de las mareas mas altas.

2.- ESTUDIO DE LA CONSULTORA ESPEY HUSTON - COPADE

La Asociación Espey—Huston & As. Realizó un proyecto de Prevención y Control de la Contaminación Industrial y Otras Fuentes para el M.I. Municipio de Guayaquil (octubre 1996-noviembre 1997).

Este estudio permitió establecer en 504 el numero de industrias del con Guayaquil. Los principales resultados se encuentran detallados

Principales Resultados:

El Sector Industrial en Guayaquil tiene 504 industrias activas en el Cantón Guayaquil.

Localizadas en 7 zonas 6 sectores:

- Zona ribereña del río Guayas.
- Estero Cobina
- Sector de la Av. Juan Tanca Marengo
- Mapasingue - Prosperina.
- Inmaconsa, Via a Daule.
- Pascuales, Via a Daule
- Via a la Costa.

Recurso Agua

Los parámetros de calidad de agua evaluados son:

Materia orgánica (DB05).

Sólidos suspendidos (SS).

Aceites y grasas.

Elementos Tóxicos.

Los demás parámetros como pH, Temperatura, sólidos totales, sólidos disueltos, nutrientes, etc.) no son críticos en la primera etapa del control. Sin

embargo, en casos particulares, el pH y la temperatura son considerados importantes para el control.

Recurso Agua:

DBOg-SS

Las industrias aportan aproximadamente entre 20.000 a 30.000 kilogramos/día a los cuerpos receptores hídricos de ciudad.

La mayoría de la carga orgánica corresponde a las aguas servidas domésticas (viviendas) dispuesta sin tratamiento deficiencia en el sistema de alcantarillado sanitario.

La fuente más importante de contaminación por carga orgánica es la industria alimenticia.

Las descargas de SS en el límite urbano se estiman en 39.000 kg./día.

El total de las industrias se sitúan en las siguientes categorías

- Alimentos , bebidas y cigarrillos (26%)
- Sustancias químicas y derivados del petróleo, caucho y plástico (19%)
- Fabricación de productos metálicos
- Maquinaria y equipo (16%).

Condiciones a la fecha del estudio:

- Pocas industrias tienen sistemas de tratamiento.

- Usualmente, las industrias con sistemas de tratamiento son internacionales. La gran parte de las industrias no cumplen con las normas vigentes

FUENTES PRINCIPALES DE DB05 Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS.

CIU 3115	Fabricas de aceites y grasas vegetales y animales; particularmente fabricas de harina de pescado,
CIU 3111	Matanza de ganado, preparación y conservación de carne.
CIU 3112	Fabrica de leche y helados.
CIU 3114	Empacadoras de camarón y pescado.
CIU 3133	Cervecerías.
CIU 3134	Embotelladoras.
CIU 3211	Fabricas de hilado y tejido.
CIU 3411	Fabricas de pulpa de madera, papel y cartón
CIU 2901	Extracción de piedra, arcilla y arena. (SS).
CIU 3699	Fabricación de productos minerales no metálicos.(SS).

SS = Sólidos en suspensión.

ANEXO B

MINGAS DE LIMPIEZA EN EL ESTERO SALADO

COMITÉ ECOLÓGICO DEL LITORAL

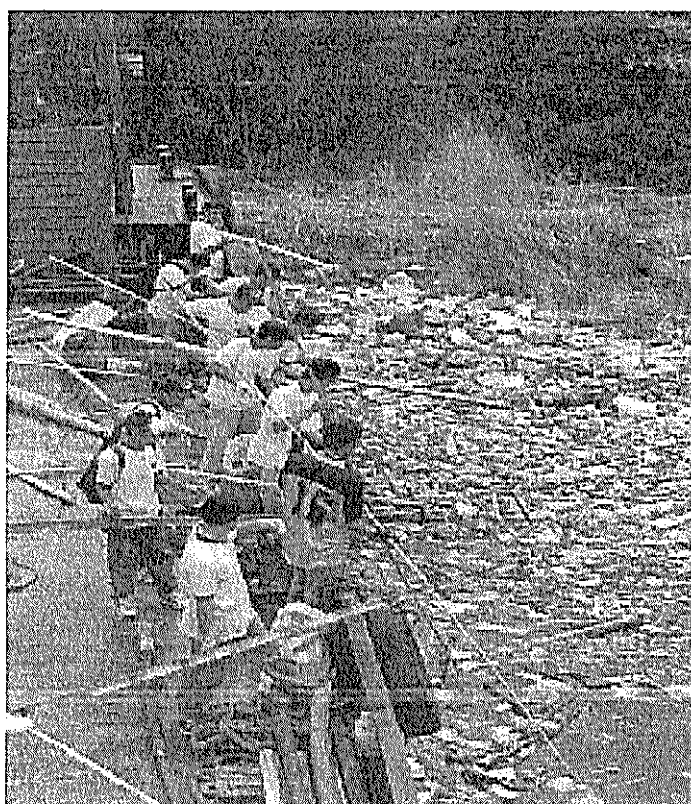


Figura 33. Recolección desde la gabarra Victoria
NAVIPAC, CEL-Campaña 1999

ZONAS	SECTOR
1	PUENTE 5 DE JUNIO Y ZONAS ALEDANAS
2	PUENTE ESTADIO BARCELONA
3	PUENTE MIRAFLORES
4	KENNEDY NORTE
5	PUENTE PORTETE
6	PUENTE ILANES
7	PUENTE CALLE 17
8	PUENTE DEL VELERO
9	PRECOOP. P. NERUDA
10	PLAYITA DEL GUASMO
11	GABARRA - VICTORIA
12	ESTERO ECOMUNDO
13	ISLA TRINITARIA

CAMPAÑA	TOTAL DE SACOS RECOGIDOS	PESO PROMEDIO DE LOS DESECHOS (KG)	TOTAL DE PARTICIPANTES	LUGARES DE RECOLECCION
1994	500	4000	750	1
1995	900	7200	1200	1-2
1996	1000	8000	1300	1-2-3
1997	1300	10400	1500	1-2-3-4
1998	2120	16960	1700	1-2-3-4-5-6-11
1999	3399	27192	1600	1-2-3-4-5-6-7-11
2000	3060	24480	1900	1-2-3-4-5-6-7-11-13
2001	2000	16000	1200	1-2-3-4-5-6-7-11-13
2002	1676	13408	1600	2-5-7-8-9-10-11-12
2003	1100	8800	1500	2-6-7-8-12-13
TOTAL	17055	204660 KG	14250 PARTIC.	13 ZONAS

Tabla XXVII Promedios anuales de peso de los desechos recogidos en las campañas de limpieza 1994 - 2003

ANEXO C

INFORMACIÓN SOBRE PROPUESTA DE NUEVA EMBARCACION

Elaboraron proyecto para limpiar estero

Una de las esteras más representativas de Guayaquil, el Salado, se deteriora por la contaminación por parte de sus habitantes, quienes lanzan a este todo tipo de desechos (materiales plásticos, químicos, orgánicos y metálicos), demostrando poco interés por preservar este brazo de mar.

Los plásticos que son vertidos constituyen una problemática ambiental, según ya se puede ver en material no identificable afecto a la fauna, como ectoparásitos (peces), como lombreros (avas, iguanas), así como a las plantas.

Según informes de la consultora asesora Lalameyer Cimentación, que realizó cálculos sobre el grado de contaminación del Salado, cerca de 4.000 kilogramos por hora (cuatro toneladas) de desechos plásticos son arrojados al estero.

"Basta con observar cuando baja la marea la gran cantidad de plásticos en las orillas del estero", manifestó el Director del Comité Ecológico del Litoral, José Delgado.

Proyecto de limpieza

Por su parte, esta institución y la Escuela Politécnica del Litoral (Espol) trabajan en la elaboración de un proyecto que consiste en la construcción de una barcaza capaz de recoger material flotante de basura plástica durante un día.

Delgado destacó que en una limpieza efectuada en octubre pasado por 1.300 voluntarios, en las orillas del Salado, se recogieron 24 toneladas de basura en un solo día.

"Es un estero que, a pesar de haber estado en un estado de limpieza, hoy también recibe basura que se arroja desde los plásticos flotantes", explicó Delgado.

Aunque no está estipulado un costo, se prevé que se requiera a los cien millones de dólares.

Este proyecto será presentado al Municipio de Guayaquil, Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado (Ecapag), así como al Ministerio de Medio Ambiente, para que financien la construcción del barco.

Según el Director de Medio Ambiente, biólogo Leonardo Rodríguez, el plástico afecta a especies vivas (peces), que lo ingieren y les ocasiona la muerte.

BARCAZA DE RECOLECCION

El diagrama muestra una barcaza con una estructura superior que se eleva por encima del nivel del agua. Esta estructura está diseñada para capturar los plásticos flotantes que se acumulan en la superficie del estero. Se ven detalles como la 'Funda de recolección que cubre la base plástica por medio de un sistema' y el 'Plástico recolectado de desechos plásticos'. El barco tiene una proa y una popa, y está etiquetado como 'Barcaza de recolección'.

Figura 34. información del Diario El Universo. Octubre 17,1999

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Centro de Investigación Científica y Tecnológica

Otorgan el presente **CERTIFICADO**

Al **SR. JOSE DELGADO**

Por haber quedado la propuesta de proyecto "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE RECOLECCION DE DESCHOS SOLIDOS FLOTANTES", FINALISTA EN EL II CONCURSO DE PROYECTOS TECNO-CIENTIFICOS, realizado el 25 de octubre de 2000.

Ing. Marco Velarde
VICERRECTOR GENERAL

Dr. José Luis Santos
DIRECCION DEL CENTRO DE INVESTIGACION
CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA

Figura 35. Certificación de validez de la propuesta Técnico Científica

ANEXO D

INFORMACIÓN SOBRE EL CATAMARÁN DE RECOLECCIÓN DE LA CIA. VISOLIT

Simbología	Detalle	Dimensión
L	Eslora total	9,10 m
b	Manga de cada casco	1,20 m
B total	Manga de embarcación	4.00 m
D	Puntal	1.80 m
h	Calado	0.80 m
a	Alto de puente sobre nivel del agua	1.00 m
s	Separación entre cascos desde crujías	2.80 m
D	Desplazamiento	12,23 ton
Q	Capacidad de carga	1 – 1.5 ton
Material canasta	Acero inox.	
Material embarcación	Acero Naval	

Tabla XXVIII.- Características de la embarcación

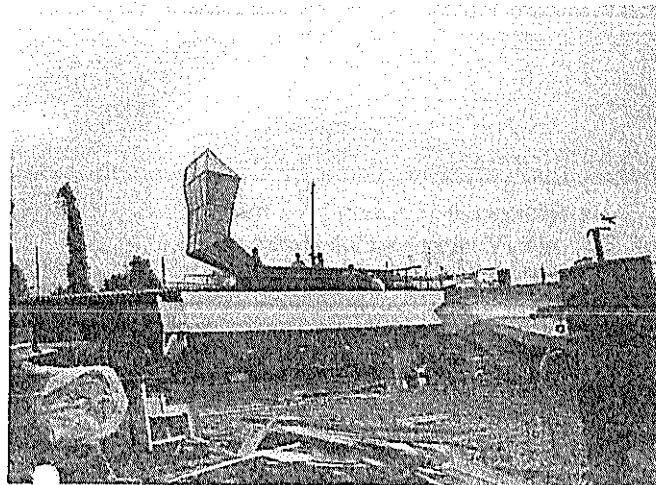


Figura 36. Pruebas del sistema recolector catamarán Visolit
Foto cortesía Sr. Raael Espinosa

Velocidad = 3 nudos	Tiempo de trabajo = 8 horas	Peso de funda = 25 lb. aprox.
DIA	VOLUMEN RECOLECTADO	PESO ESTIMADO DE LA BASURA
	NUMERO DE FUNDAS	Lb.
01	80	2000
02	75	1875
03	62	1550
04	70	1750
05	85	2125
06	92	2300
07	95	2375
08	88	2200
09	90	2250
10	90	2250
PROMEDIO =	82.7	2067.5

Tabla XXIX. Eficiencia del sistema de recolección



Figura 37. Pruebas de navegación y operación del catamarán Visolit
Foto cortesía Sr. Rafael Espinosa

ANEXO E

CALCULO Y ARREGLO DE LA CANASTILLA

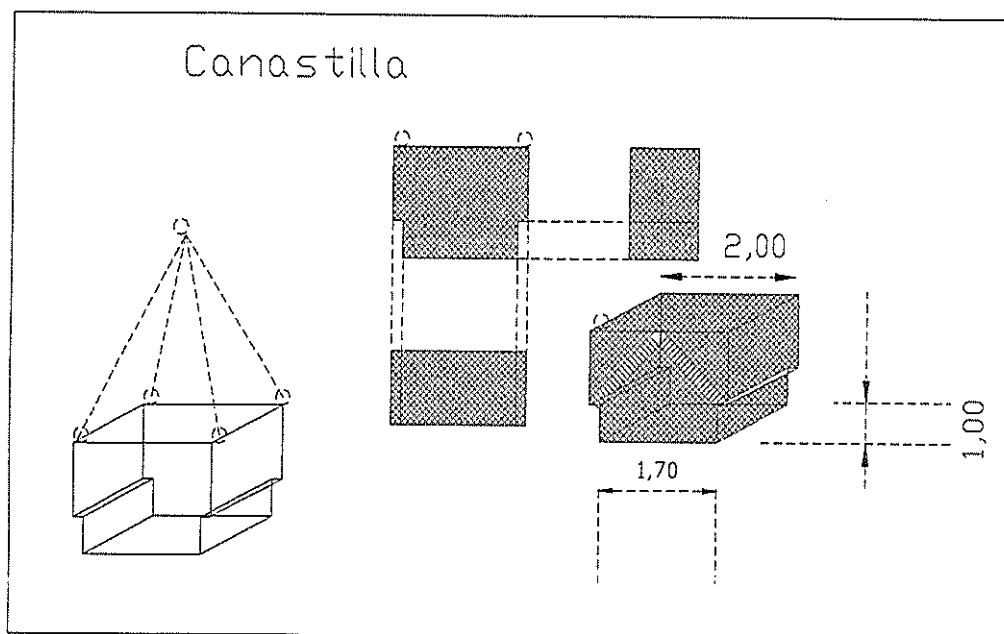


Figura 38 Arreglo de la canastilla

PESOS DE MATERIALES USADOS EN LA CANASTILLA

ITEM	DIMENSIONES	PESO UNITARIO KG	UNIDADES	PESO TOTAL
PLANCHAS DE ACERO INOX.PERFORADAS	8' * 4' * 5/54"	40	4	160
ANGULOS DE ACERO INOX	1 ½ * 1 ½ * 1/4	17.85	8	142.8
				302.8 KG

ANEXO F

PROPULSIÓN ALTERNATIVA

Debido a las dimensiones relativamente pequeñas del semicasco del catamarán, el calculo de la potencia al eje, diámetro de la hélice y razón paso/diámetro para una embarcación de 7 metros de eslora y un desplazamiento de 800 Kg. (1.6 ton /2 cascos) se convierte en el cálculo de la potencia que un motor pequeño estacionario o un motor fuera de borda puede ofrecer.

Una propuesta alternativa consiste en que la propulsión provenga de un sistema no – convencional, en este caso un sistema que se esta utilizando de más a más como lo es el eléctrico, consistente en un banco de baterías que activa un motor eléctrico tipo fuera de borda.

POTENCIA DE PROPULSIÓN PARA MOTOR ELECTRICO

Para estos cálculos se ha considerado las recomendaciones de *Ray electric*

[10].

$$\text{HP de la hélice} = 86 \text{ A} \times 48 \text{ V} \times 0.78 = 864 \text{ W}$$

$$1\text{HP} = 746 \text{ W}$$

$$\text{HP} = 1.16$$

Donde 0.78 es un factor estimado de eficiencia en consumo mecánico y Eléctrico.

Desplazamiento del catamarán = 1.6 ton

HP por tonelada = 1.16 HP / 1.6 ton = 0.788

Corriente de la batería = 18.5

Velocidad, del casco:

$$V = 1.34 \sqrt{L}$$

V catamarán = $1.84 * \sqrt{88} = 6.88$ Nudos (7.81 MPH). La velocidad de crucero es ligeramente baja a 85 A. (ver la curva) .

RT == 8 horas.

Rango 7.81 MPH x 8 H = 57.6 Millas = 106.6 Km

VENTAJAS DE USO DEL MOTOR ELÉCTRICO

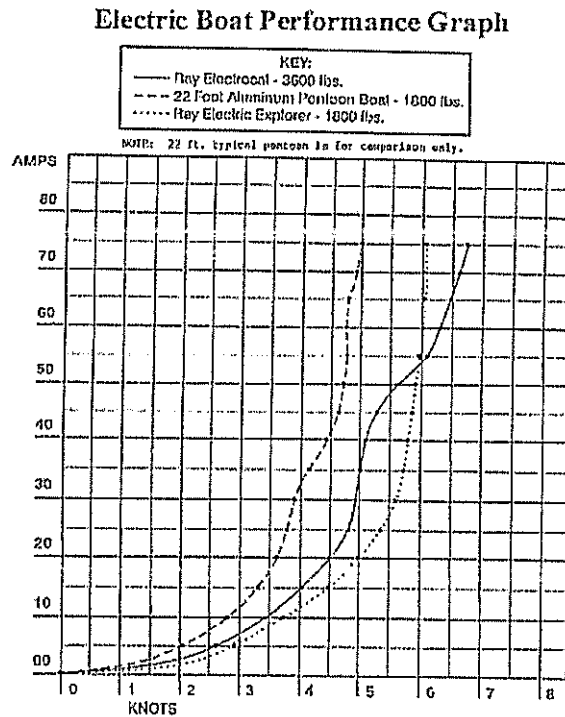
El sistema escogido para la embarcación es el RAY 300 de sistema Corto.

Este motor tiene las siguientes ventajas:

- Motor extra duro General Electric
- Hélice de 5 pulgadas

- Reducción 2.6: 1
- Medidor de carga de batería
- Paso dual de aire refrigerante

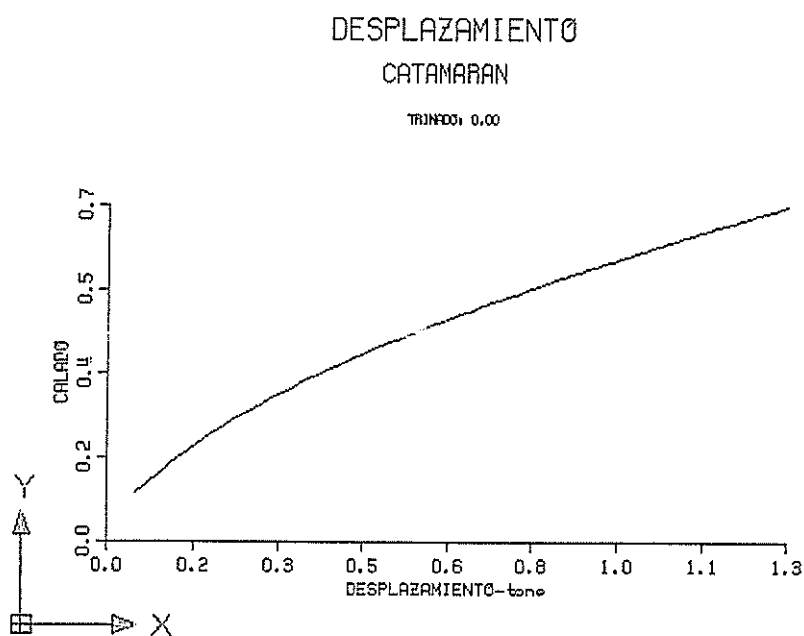
El sistema de control del motor estará ubicado en la cabina de mando y permite la variación de velocidad del motor hacia delante y reversa con eficiente pulso y facilidad.



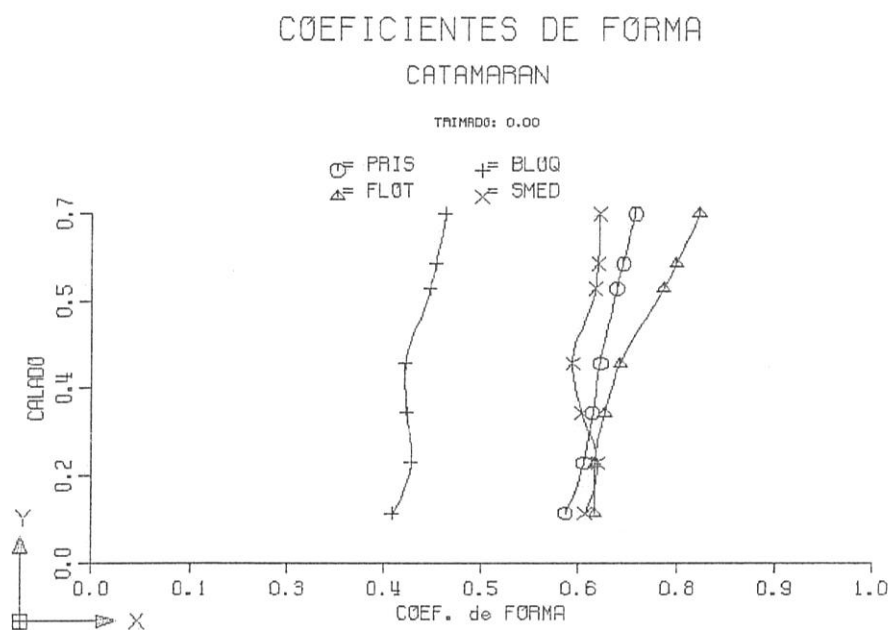
ANEXO G

CURVAS HIDROSTÁTICAS

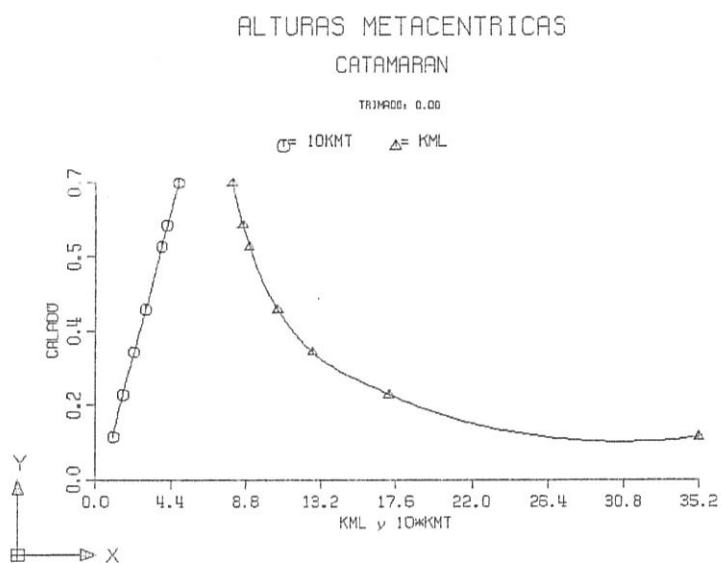
Las curvas hidrostáticas que se presentan a continuación corresponden a los valores de un semicasco. El programa utilizado es SHCP y como contraparte se utiliza el programa Prolines.



Curva de desplazamiento(ton) vs. Calado(m)

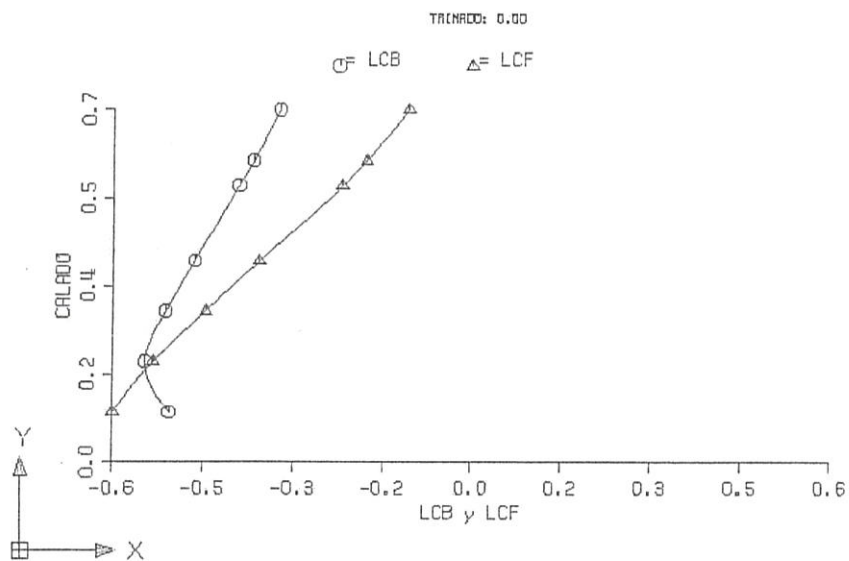


Curva de Coeficientes de formas vs. Calado(m)



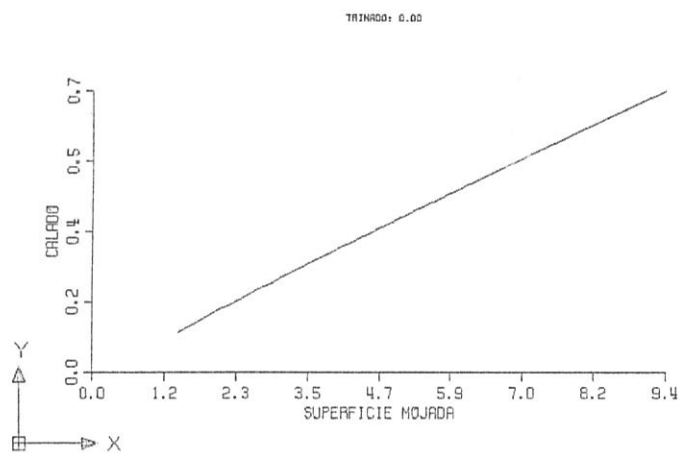
Variación del KMT y KM (m) vs. calados (m)

POS. LONGITUDINAL C. BOY. y C. FLÖT.
CATAMARAN



Variación del LCF y LCB (m) vs. Calados (m)

SUPERFICIE MOJADA
CATAMARAN



Superficie mojada (m²) vs. Calados (m)

ANEXO H

CALCULO DE LA RESISTENCIA Y LA PROPULSION

CALCULOS

Para un semicasco

L=	7,00	m		Cb=	0,36
B=	0,60	m		Cp=	0,577
H=	0,55	m		Cx=	0,624
D=	0,80	m			
V=	3,36	m ³			
Sm=	8,10	m ²			

ρ=	1,9905	lb*seg ² /ft ⁴
γ=	1,2817E-05	ft ² /seg
g=	32,18	ft/seg ²

$$Re = v \cdot L / \gamma$$

$$Fn = v / \sqrt{g \cdot L}$$

Cf=	0,075		Sm=	L24L*H*(1,7+(Cb*B/H))	m ²
	(logRe - 2) ²		Smt=	2*Sm	pie ²

Crug=	0,0001		Rt=	$\frac{\rho \cdot Smt \cdot v^2 \cdot CT}{2}$	lbs
-------	--------	--	-----	---	-----

Cw=20-30% Ct Veloc. Pequeñas

EHP=

Cif= figura

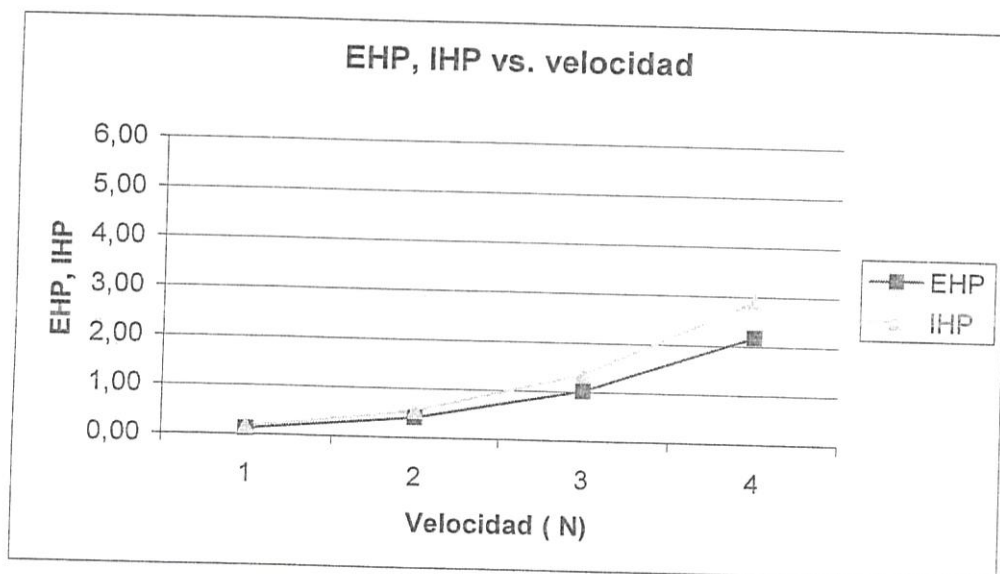
Ct= Cf+Cw+Crug+Cif/2

CT= 2*Ct

$$\frac{Rt \cdot v}{550} \quad \text{HP}$$

vn	v	Fn	Re	Cf	Cw	Cif/2Cw	Cif/2
nudos	pies/s						
2	3,378	0,1243	6,0513E+06	0,0032800	0,001251	0,005	0,0000063
3	5,067	0,1864	9,0769E+06	0,0030511	0,001501	0,024	0,0000360
4	6,756	0,2486	1,2103E+07	0,0029030	0,001801	0,072	0,0001297
5	8,445	0,3107	1,5128E+07	0,0027954	0,002162	0,171	0,0003697
6	10,134	0,3728	1,8154E+07	0,0027118	0,002594	0,343	0,0008897

vn	v	Crug	Ct	CT	Rt	EHP	IHP
nudos	pies/s				lbs	HP	HP
2	3,378	0,0004	0,0049372	0,00987446	19,56	0,12	0,16
3	5,067	0,0004	0,0049881	0,00997629	44,45	0,41	0,55
4	6,756	0,0004	0,0052336	0,01046728	82,92	1,02	1,36
5	8,445	0,0004	0,0057271	0,01145412	141,78	2,18	2,90
6	10,134	0,0004	0,0065956	0,01319112	235,12	4,33	5,78



ANEXO I

17 de agosto 2004,

LABORATORIO DE EXPERIENCIAS HIDRODINAMICAS - FIMCM

Objetivo:

PRUEBA DE SISTEMA RECOLECTOR

EQUIPO

1.- TANQUE DE PRUEBAS

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE. Tanque de pruebas hidrodinámicas equipado de un generador de olas, una bomba de circulación y de sistema de medición de esfuerzos

El tanque principal mide 1.2 m x 3.5 m y 0.4 de profundidad

2.- MODELO

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Material | Balsa |
| 2. Eslora | 80 cm |
| 3. Manga | 34.5 cm |
| 4. puntaí | 10 cm |
| 5. Calado | 2cm |
| 6. Talla de paletas | 18 cm x 1.65 cm |
| 7. Motor eléctrico | 1.5 v |
| 8. Reductor | 16: 1 |
| 9. Tipo de banda | Cinta Polivinilo |

RESULTADO IDEAL

La basura sube por el sistema recolector .

El modelo es fijado en el tanque de tal manera que permanezca flotando en central, se colocan pesos en la cubierta para balancear su posición. El avance de la embarcación hace que basura sea recolectada por las paletas y sea elevada por la banda .

RESULTADO EXPERIMENTAL

El modelo de comporta excelentemente en la flotación (Imagen 1). El sistema de banda funciona normalmente Sin embargo al momento de recibir la basura, las paletas de la banda generan un efecto de ola que mueve hacia adelante los elementos flotantes. La cantidad de basura que asciende por la banda es mínima y si existe corriente la basura busca los extremos de la banda

ANÁLISIS

Este fenómeno es comprensible si se considera que las paletas mueven una masa de agua que evita que la basura ascienda por la banda. También esas paletas originan en el modelo un movimiento de reversa, movimiento que de be ser considerado en el calculo de la resistencia y por ende de la propulsión.

SOLUCION

Como posible solución es la de cambiar las paletas llanas por paletas perforadas en forma de malla, de esta manera el agua en lugar de generar una onda pasara por entre las ranuras.

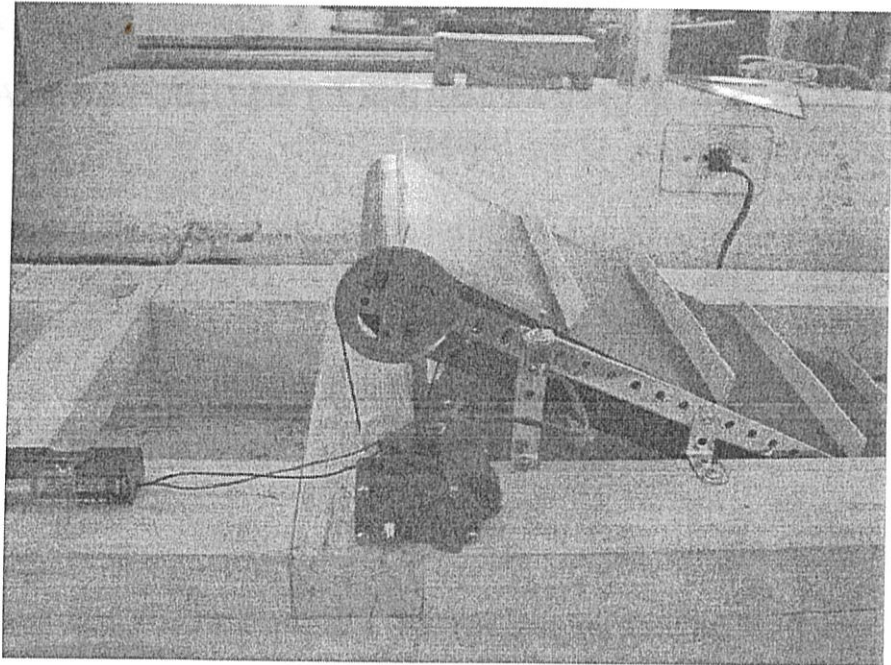


Figura 39 Sistema Electromecánico que acciona la Banda transportadora del Modelo. Laboratorio de Hidrodinámica FIMCM

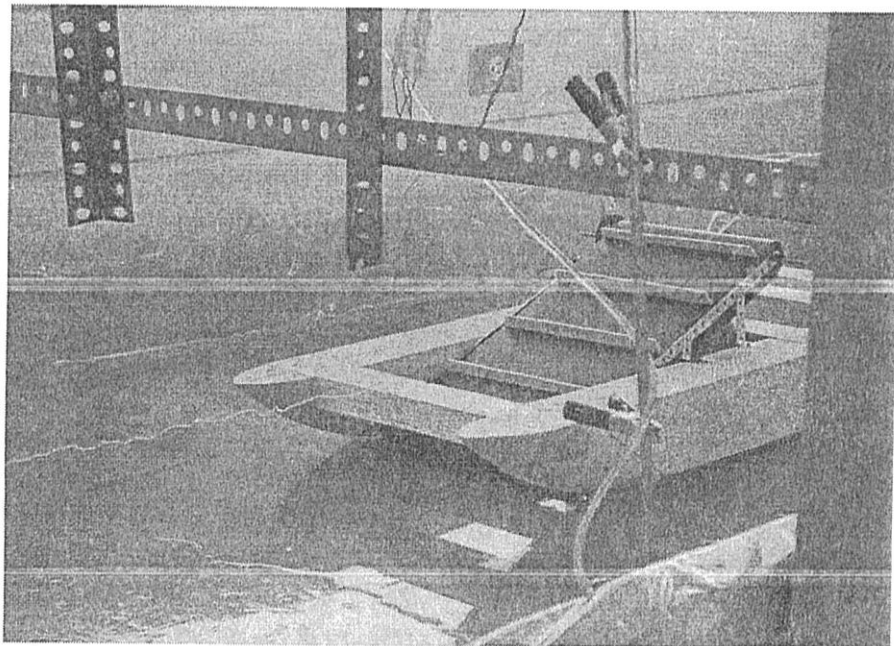


Figura 40: Modelo en el tanque de prueba s. Laboratorio de Hidrodinámica FIMCM

19 de agosto 2004,

LABORATORIO DE EXPERIENCIAS HIDRODINAMICAS -
FIMCM

Objetivo:

PRUEBA DE SISTEMA RECOLECTOR
(CORRECCION DE PROBLEMAS)

EQUIPO

1.- TANQUE DE PRUEBAS
CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE

2.- MODELO
CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

10. Material	Balsa
11. Eslora	80 cm
12. Manga	34.5 cm
13. puntal	10 cm
14. Calado	2cm
15. Talla de paletas	18 cm x 1.65 cm
16. Motor eléctrico	1.5 v
17. Reductor	64: 1
18. Tipo de banda	Cinta Polivinilo

RESULTADO IDEAL

La basura sube por el sistema recolector .
El modelo es fijado en el tanque de tal manera que permanezca flotando en central, se colocan pesos en la cubierta para balancear su posición. El avance de

la embarcación hace que basura sea recolectada por las paletas y sea elevada por la banda .

RESULTADO EXPERIMENTAL

El modelo de comporta excelentemente en la flotación. El sistema de banda funciona normalmente. EL problema de la paleta fue solucionado. Si la embarcación sigue la basura , esta asciende por la banda sin problemas

ANÁLISIS

El cambio de paleta llana por una paleta ranurada permitió que la masa de agua no sea ya una resistencia a la recolección de basura.