



# Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Naval

## “ANTEPROYECTO DE EMBARCACIÓN MULTIPROPOSITO PARA LA INDUSTRIA SALMONERA”

Tesis para optar al grado de:  
Ingeniero Naval.  
Mención: Arquitectura Naval.

Profesor Patrocinante:  
Sr. Richard Luco Salman.  
Dr. Ingeniero Naval.

**OSCAR ANDRES PROESSEL AGUILERA**  
**VALDIVIA - CHILE**  
**2006**

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la comisión de Tesis, como requisito para obtener el Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota del examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de Ingeniero Naval, mención Construcción Naval.

### EXAMEN DE TÍTULO

Nota de presentación ( ponderada ) ( 1 ) .....  
Nota de Examen ( ponderada ) ( 2 ) .....  
Nota Final de Titulación ( 1 + 2 ) .....

### COMISIÓN EXAMINADORA

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| .....<br>Decano               | .....<br>Firma |
| .....<br>Patrocinante         | .....<br>Firma |
| .....<br>Informante           | .....<br>Firma |
| .....<br>Informante           | .....<br>Firma |
| .....<br>Secretario Académico | .....<br>Firma |

**Valdivia,** .....

$$\text{NOTA PRESENTACIÓN} = \frac{\text{NC}}{\text{NA}} \times 0.6 + \text{Nota Tesis}$$

$$\text{NOTA FINAL} = \text{Nota de Presentación} + \text{Nota Examen} \times 0.2$$

**NC** = Sumatoria Notas Currículum, sin Tesis

**NA** = Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por mi formación, por su sacrificio para entregarme buenas oportunidades, y su insistencia para que alcance la meta final.

A mi familia, especialmente tias Magalis y Maria Eugenia, por el apoyo de siempre.

A mis amigos, por su amistad a toda prueba, por su fraternidad y compañerismo.

A mis profesores, por compartir su conocimiento científico, por hacer escuela de valores también, y por su paciencia.

A mi esposa Tatiana por todo el amor que me a entregado, por lo que me ayudo en epocas de estudio y por su comprensión y apoyo incondicional.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi esposa Tatiana, mis hijos Martin y Axel, y a mis padres Hilda y Oscar.

Para mi, el reconocimiento mas importante, es el de ustedes.

## RESUMEN

### INTRODUCCIÓN

#### CAPÍTULO I. ANTECEDENTES GENERALES

|   |    |
|---|----|
| <b>1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b>   | 1  |
| 1. Recopilación de hitos de la industria Chilena                          | 1  |
| 2. Situación actual   | 2  |
| <b>2. EFECTOS E IMPACTOS DE LA INDUSTRIA ACUICOLA SALMONERA EN CHILE</b>  | 3  |
| <b>3. TECNOLOGÍA OCUPADA EN LA INDUSTRIA</b>                              | 6  |
| 1. General  | 6  |
| 2. Artefactos y Equipos usados en la Industria                            | 6  |
| 1. Jaulas.  | 6  |
| 2. Fondeo   | 7  |
| 3. Redes  | 7  |
| 4. Sistemas de control de alimentación                                    | 8  |
| 5. Sistemas de alimentación   | 9  |
| 6. Bodegas.   | 10 |
| 7. Estructuras.   | 11 |
| 8. Embarcaciones.   | 11 |
| 9. Cosecha y selección.   | 12 |
| 3. Tendencias.  | 12 |
| <b>4. EL PROCESO COMPLETO DE PRODUCCIÓN.</b>                              | 13 |
| 1. El Proceso de Producción en los Centros Piscícolas .                   | 13 |
| 1. Obtención de Ovas  | 13 |
| 2. Incubación   | 14 |
| 3. Alevinaje  | 14 |
| 4. Smoltificación   | 15 |
| 5. Transporte   | 15 |
| 6. Engorda  | 15 |
| 7. Cosecha  | 16 |
| 8. Elaboración  | 16 |
| 9. Comercialización   | 17 |
| <b>5. TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA PRODUCTORA Y PROCESADORA DE SALMONES</b> | 17 |
| 1. Producción y Mercados de Salmónidos                                    | 17 |
| 2. Estructura de la Industria Salmonicultora Chilena                      | 18 |
| 3. Mercados y Productos   | 19 |
| 4. Desarrollo Tecnológico en la Industria Procesadora                     | 21 |
| 5. Tendencia Futura: Énfasis en el Mercado más que en la Producción       | 22 |

## **CAPÍTULO II. DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE DISEÑO.**

|  |    |
|--|----|
| <b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>                                 | 23 |
| 1. Introducción.   | 23 |
| 2. Ventajas y Desventajas.   | 23 |
| <b>2. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS Y CONDICIONES A CONSIDERAR.</b> | 24 |
| 1. Los Parámetros.   | 24 |
| 2. Las Condiciones.  | 24 |
| <b>3. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.</b>                                 | 25 |

## **CAPÍTULO III. PROYECTO DE LA EMBARCACION.**

|   |    |
|---|----|
| <b>1. PERFIL DE MISIÓN</b>              | 26 |
| 2. Misión de la Embarcación.            | 26 |
| 3. Zona de operación.                   | 26 |
| 4. Autonomía.                           | 26 |
| 5. Tripulación.                         | 26 |
| 6. Capacidad de Pasajeros.              | 26 |
| 7. Capacidad de Carga.                  | 27 |
| 8. Velocidad de Servicio.               | 27 |
| <b>2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.</b>    | 28 |
| 1. Requerimientos de Construcción.      | 28 |
| 1. Materiales                           | 28 |
| 2. Resinas                              | 28 |
| 3. Materiales de Refuerzo               | 28 |
| 4. Materiales para Núcleo               | 28 |
| 5. Acelerantes y Catalizadores          | 28 |
| 6. Rellenos y Pigmentos                 | 28 |
| 2. Tipos de Construcción                | 29 |
| 1. Laminados sin Refuerzos              | 29 |
| 2. Laminados con Refuerzos              | 29 |
| 3. Construcción Sándwich                | 29 |
| 3. Características Teóricas de Laminado | 29 |
| 4. Selección de Laminado                | 30 |
| 5. Disposición General.                 | 31 |
| <b>3. REGLAMENTACIÓN.</b>               | 32 |
| 1. Equipos e Instrumentos.              | 32 |
| 2. Exigencias Armatoriales.             | 34 |
| 3. Prevención de la Contaminación.      | 34 |

## **CAPITULO IV. PROYECTO DE ARQUITECTURA.**

|   |    |
|---|----|
| <b>1. ELECCIÓN DE LAS FORMAS DEL CASCO.</b> | 38 |
| <b>2. REQUERIMIENTOS DEL ARMADOR.</b>       | 38 |
| <b>3. CONDICIONES DE NAVEGACIÓN.</b>        | 39 |
| <b>4. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.</b>   | 39 |
| <b>5. CONDICIONES DE GOBIERNO.</b>          | 39 |
| <b>6. CONDICIONES HIDROSTÁTICAS</b>         | 40 |
| <b>7. ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE PESOS</b>    | 47 |

## **CAPÍTULO V. PROYECTO ESTRUCTURAL**

|   |    |
|---|----|
| <b>1. GENERAL.</b>  | 49 |
| 1. Introducción.  | 49 |
| 2. Características Principales.                                   | 49 |
| <b>2. MATERIAL.</b>   | 49 |
| 1. Propiedades Físicas Mínimas del Laminado Básico                | 50 |
| 2. Espesor del Laminado   | 50 |
| 1. Espesor del Laminado   | 50 |
| 2. Laminado utilizando materiales de Reforzamiento Unidireccional | 50 |
| <b>3. FONDO.</b>  | 51 |
| 1. Planchaje del Fondo  | 51 |
| 1. General  | 51 |
| 2. Laminado Monolítico  | 51 |
| 2. Estructura del Fondo   | 52 |
| 1. General  | 52 |
| 2. Vagras   | 52 |
| 3. Varengas   | 53 |
| 4. Cuadernas  | 53 |
| <b>4. COSTADO.</b>  | 54 |
| 1. Planchaje del Costado  | 54 |
| 1. Laminado Monolítico  | 54 |
| 2. Estructura del Costado   | 55 |
| 1. General  | 55 |
| 2. Vagras   | 55 |
| 3. Cuadernas  | 56 |
| <b>5. MAMPAROS ESTANCOS</b>                                       | 56 |
| 1. General  | 56 |
| 2. Disposición de los Mamparos Estancos                           | 56 |
| 1. Mamparos de Colisión   | 56 |
| 2. Sala de Maquinas   | 56 |
| 3. Pañol de Cadenas   | 57 |

|  |    |
|--|----|
| 3. Construcción del Mamparo Estanco            | 57 |
| 1. Planchaje                                   | 57 |
| 2. Refuerzos                                   | 57 |
| <b>6. CUBIERTAS</b>                            | 58 |
| 1. General                                     | 58 |
| 2. Espesores de Cubierta                       | 58 |
| 1. Laminado Monolítico                         | 58 |
| 2. Baos de Cubierta                            | 60 |
| 1. Espaciamiento                               | 60 |
| 2. Escantillonado                              | 60 |
| 3. Esloras de Cubierta y Transversales         | 61 |
| 1. General                                     | 61 |
| 2. Escantillonado                              | 61 |
| <b>7. SUPERESTRUCTURA Y CASERIO</b>            | 61 |
| 1. General                                     | 61 |
| 2. Cargas de Diseño                            | 62 |
| 1. Extremo Frontal                             | 62 |
| 2. Costados y Extremo Posterior                | 62 |
| 3. Planchaje                                   | 62 |
| 1. Planchaje del costado de la Superestructura | 62 |
| 2. Laminado Monolítico                         | 62 |
| 4. Refuerzos                                   | 63 |
| 1. Refuerzos de PRFV                           | 63 |
| <b>8. RESUMEN DE ESCANTILLONES</b>             | 63 |
| CUADRO N°5.2                                   | 64 |
| CUADRO N°5.3                                   | 65 |

## **CAPÍTULO VI. MAQUINARIA Y EQUIPOS**

|  |    |
|--|----|
| <b>1. POTENCIA PROPULSORA.</b>                         | 66 |
| 1. Cálculo Teórico.                                    | 66 |
| 2. Cálculo de los BHP.                                 | 69 |
| 3. Selección del motor y caja reductora.               | 69 |
| <b>2. EJE Y HELICE.</b>                                | 70 |
| 1. Diámetro de la línea de eje                         | 70 |
| 2. Pernos de coplas                                    | 71 |
| 3. Diseño de la hélice                                 | 71 |
| <b>3. SISTEMA DE GOBIERNO.</b>                         | 73 |
| 1. Cálculo del Área del Timón $A_T$                    | 73 |
| 2. Cálculo de la Envergadura y Cuerda                  | 73 |
| 3. Determinación de la posición del eje.               | 74 |
| 4. Determinación del centro de presión del timón $C_p$ | 75 |

|  |           |
|--|-----------|
| 1. Cálculo de la coordenada horizontal $C_{PC}$              | 75        |
| 2. Cálculo de la coordenada vertical $C_{PE}$                | 76        |
| 5. Diseño estructural del timón                              | 76        |
| 1. Cálculo de la mecha del timón por encima de la limera.    | 76        |
| 2. Cálculo de la mecha del timón por debajo de la limera     | 77        |
| 6. Cálculo del espesor del planchaje del timón               | 77        |
| 7. Acoplamientos del timón                                   | 78        |
| 1. Fijaciones  | 78        |
| 2. Bidas   | 79        |
| <b>4. CIRCUITOS PRINCIPALES.</b>                             | <b>80</b> |
| 1. Sistema de Achique  | 80        |
| 1. Diámetro de la tubería                                    | 80        |
| 2. Cálculo de la altura manométrica                          | 81        |
| 3. Cálculo de potencia de la bomba                           | 85        |
| 2. Circuito Contra Incendio                                  | 85        |
| 3. Circuito de Combustible                                   | 86        |
| 4. Sistema de Agua Dulce                                     | 86        |
| <b>5. ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO</b>                       | <b>86</b> |
| 1. Peso y Tamaño del Equipamiento para Naves sin Restricción | 87        |
| 2. Líneas de Fondeo y Cabos de Amarre                        | 89        |
| 3. Potencia del Cabrestante                                  | 89        |
| 4. Caja de Cadenas   | 90        |
| <b>6. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.</b>                           | <b>90</b> |
| 1. Blowers   | 91        |
| 2. Sistema de dosificación                                   | 91        |
| 3. Silos   | 91        |
| 4. Panel de control  | 91        |

## **CAPÍTULO VII. CÁLCULO DE PESOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ESTIMACIÓN DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD.</b>                  | <b>93</b> |
| <b>2. CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO LIVIANO.</b>                         | <b>94</b> |
| CUADRO N°7.1 Escantillones de Planchaje.                              | 96        |
| CUADRO N°7.2 Escantillones de Refuerzos Estructurales.                | 97        |
| CUADRO N°7.3 Superficie de Laminados de Planchaje.                    | 98        |
| CUADRO N°7.4 Superficie de Laminados Refuerzos Estructurales.         | 99        |
| CUADRO N°7.5 Esquema de Laminado.                                     | 100       |
| CUADRO N°7.6 Pesos y Centros de Gravedad del Casco y Superestructura. | 101       |
| CUADRO N°7.7 Pesos y Centros de Gravedad de Sala de Máquinas.         | 102       |
| CUADRO N°7.8 Pesos y Centros de Gravedad de Equipos e Instalaciones.  | 103       |
| CUADRO N°7.9 Pesos y Centro de Gravedad de Superestructura y Caseta.  | 104       |
| CUADRO N°7.10 Pesos y Centros de Gravedad del Desplazamiento Liviano. | 105       |

|  |     |
|--|-----|
| <b>3. CÁLCULO DEL PESO MUERTO.</b>                           | 105 |
| CUADRO N°7.11 Pesos y Centros del Dead Weight.               | 106 |
| <b>4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL.</b> | 107 |
| <b>5. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL.</b>          | 110 |

## **8. CAPÍTULO VIII. ESTIMACIÓN DE COSTOS**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Estimación del Costo de Fabricación.                      | 118 |
| 2. Estimación del Costo de Materiales Molde.                 | 119 |
| 3. Estimación del Costo de Refuerzos.                        | 119 |
| 4. Estimación del Costo de Mampostería.                      | 119 |
| 5. Estimación del Costo de Cañería.                          | 120 |
| 6. Estimación del Costo de Pintura.                          | 120 |
| 7. Estimación del Costo de Equipos.                          | 121 |
| 8. Estimación del Costo del Equipamiento de Acomodaciones.   | 122 |
| 9. Estimación del Costo de Equipos de Navegación             | 122 |
| 10. Estimación del Costo de Equipos Varios.                  | 122 |
| 11. Estimación del Costo de Mano de Obra y Construcción.     | 123 |
| 12. Resumen Estimación Costos de Materiales de Construcción. | 123 |
| 13. Resumen Estimación Costos de Equipamiento.               | 123 |
| 14. Resumen Estimación Costo Total de la Embarcación         | 124 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| <b>CONCLUSIÓN</b> | 125 |
|-------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> | 126 |
|---------------------|-----|

## **ANEXOS**

|  |  |
|--|--|
| 1. Buque Base                              |  |
| 2. Cuadro N° 5.1                           |  |
| 3. Memoria de Cálculo Nav Cad              |  |
| 4. Catálogo Motor Volvo Penita TAMD 31     |  |
| 5. Plano PL1 Plano de Líneas               |  |
| 6. Plano PL2 Plano de Arreglos Generales   |  |
| 7. Plano PL3 Plano Cuaderna Maestra        |  |
| 8. Plano PL4 Plano Unilineal               |  |
| 9. Plano PL5 Plano Sistema de Alimentación |  |
| 10. Plano PL6 Esquema del Timón            |  |
| 11. Cotizaciones                           |  |
| 12. Cuadro N° 8.1 Carta Gant               |  |
| Cuadro N° 8.2 Esquema de Calculo de H-H    |  |

## **RESUMEN**

La presente tesis desarrolla la etapa de anteproyecto de una embarcación multipropósito para la industria salmonera chilena. Para ser operada dentro de la zona geográfica que abarca la industria del salmón en Chile.

En este anteproyecto se estudian diferentes materias de la Ingeniería Naval, tales como diseño, estabilidad, propulsión, sistemas principales y maquinaria, entre otros. Los datos particulares de nuestro caso y la conjugación de las materias anteriores en una espiral de proyecto entregan como resultado el diseño terminado en etapa de anteproyecto de una embarcación apta para las funciones planteadas.

Este estudio se rige por las exigencias que establece la Autoridad Marítima como también de Casas Clasificadoras. Cumpliendo además con los requerimientos que exige el armador.

## **SUMMARY**

The present thesis developed the anteproject phase of a multi-purpose vessel for the chilean salmon industry to be operated on within the geographical area salmon industry covers in Chile.

On this anteproject, different subject from Naval Ingeneering are studied such as design, stability, propulsion, main systems and machinery among others. The particular data of our case in conjunction with previous matters in a spiral project give as a result the complete design of an anteproject vessel phase wich is able to fulfill the suggested function.

This study follows the demands stablished by Marine Authorities as well as Clasification Rules. Besides, it follows the shipowner's requirements.

## INTRODUCCIÓN

La salmonicultura en el sur de Chile ha logrado ocupar un sitio de excelencia en el concierto internacional de esta actividad productiva. Su desarrollo en nuestro país no tiene precedente en el mundo por su rápido crecimiento y notable dinamismo. La producción sectorial se ha incrementado sostenidamente a un ritmo de 15 a 20% anual. Este auspicioso panorama y crecimiento continuo permite asegurar que el liderazgo de esta industria a nivel mundial es un hecho irrefutable.

Apoyado con el aumento de la producción han debido experimentarse cambios en todo nivel de la actividad. Así, se ha avanzado y evolucionado en temas relevantes como, la genética, distribución y comercialización, salud de los peces, alimentación, medio ambiente, etc. En general cambios que han sido realizados de forma natural como medio de lograr mayor eficiencia y productividad, y también para dar cumplimiento a las normativas internacionales de los exigentes mercados internacionales. Dentro de esta evolutiva existe un gran aporte permanente de desarrollo de tecnologías nuevas aplicadas en la industria.

Una de las actividades de mayor trascendencia es la alimentación. Se considera que el costo directo de alimento es de un 65% del costo total de producción. De ahí que la estrategia elegida y los equipos utilizados son de vital importancia para obtener buenos resultados. Hay que destacar que no solo se busca alimentar de forma eficiente solo por una cuestión de costos, sino también por el tema medioambiental, de forma de producir en forma sustentable.

En este contexto es que esta tesis tiene por objetivo aportar al desarrollo de esta industria, con un anteproyecto de una Embarcación Multipropósito para la Industria Salmonera, más específicamente para tareas de alimentación, capaz de operar de acuerdo a los requerimientos de los productores y para ser usada en otras labores típicas de un Centro de Cultivo.

Cabe señalar que el estudio de esta embarcación cumple con las normativas de arquitectura, construcción y operación, exigidas por una casa clasificadora, en este caso el ABS, y por la Autoridad Marítima, que exige y obliga a las embarcaciones a cumplir con reglamentaciones, convenios y normativas.

Otro objetivo que se persigue con esta tesis es el de obtener un estudio integral, debido a que al realizar un proyecto o anteproyecto, se deben aplicar las disciplinas y los conocimientos adquiridos en las asignaturas estudiadas a lo largo de la formación profesional, como el de mostrar los factores que intervienen en un proyecto, optimizando la secuencia del trabajo para avanzar lo más eficientemente posible en la espiral de diseño de una embarcación.

Por último, se determinará la viabilidad económica a través de un estudio de los costos de fabricación, determinando su valor comercial y comparándolo con otros sistemas.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1 Antecedentes Históricos.**

#### **1.1.1 Recopilación de Hitos Históricos de la Industria Chilena.**

La piscicultura como actividad comenzó a practicarse hace miles de años. Probablemente fue China la primera nación que explotó un sistema intensivo de peces. Indonesia y Filipinas obtuvieron grandes producciones en el siglo XV, pasando prontamente Japón a la cabeza en este tipo de explotaciones.

Los primeros pasos para introducir Salmónidos en Chile, fueron impulsados por los connotados empresarios, Tomás Urmeneta e Isidora Goyenechea, entre los años 1875 y 1885.

Desde 1905 a 1910 se hicieron continuas importaciones de ovas y se pudieron realizar las primeras siembras de alevines en el Río Aconcagua y en la zona sur en los ríos Toltén, Maule, Cautín, Rahue y Petrohúe. Cuatro años más tarde se capturaron truchas adultas en el río Cautín. Hecho que aceleró la construcción de la Piscicultura Lautaro; desde entonces el Estado asume un rol más activo, particularmente con proyectos destinados a la introducción y repoblación, pero también se inician programas orientados a la introducción del salmón.

Durante la década de los años 60 y 70, organismos estatales, particularmente el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) a través de la División de Pesca y Caza, con asistencia de algunas universidades y del Cuerpo de Paz de los Estados Unidos, llevan a cabo diversos estudios destinados al Cultivo del Salmón.

A inicio de los años setenta, los Gobiernos de Chile y Japón firman un convenio para iniciar un programa de introducción del Salmón del Pacífico en la zona de Aysén.

El interés Universitario también se hace presente, creando en 1975 La Universidad Técnica del Estado, Sede Puerto Montt, la primera piscicultura para la formación de profesionales.

Por su parte, durante la misma década renace el interés privado por invertir en la Salmonicultura, primero en el año 1975 la Sociedad de Pesquería Lago Llanquihue, Ltda., con cultivo de trucha y posteriormente, en 1979 las empresas Nichiro y Mytilus que inician el cultivo confinado de Salmón.

En 1979 la empresa "Nichiro Chile Ltda.", comienza un proyecto de cultivo en Jaula de Salmón Coho. En diciembre de ese mismo año la "Sociedad Pesquera Mytilus, Ltda." inicia actividades de cultivo en Jaula de Salmón Coho.

En 1980 se inicia el proyecto de cultivo de salmón en jaula financiado por el SERPLAC de la XI región ejecutado por la Fundación Chile, con objeto de establecer la factibilidad de producir Salmón del Pacífico y del Atlántico.

Los primeros pasos desde luego fueron lentos; la actividad era desconocida; también lo era el mercado, los proyectos de factibilidad técnica mostraban resultados positivos, pero la actividad económica no se determinaba aún con claridad; sin embargo, pausadamente, el panorama empieza a cambiar. Así en 1981, se incorporan dos nuevos centros y la producción alcanza a las 80 toneladas. Entre 1983 y 1984, inician actividades nueve centros, llegando la producción sobre las 100 toneladas. En 1985

los centros de cultivo llegan a 36 alcanzando la producción 1985-1986 a más de 1200 toneladas. Ese fue el momento en que Chile ingresó al pequeño y exclusivo "club" de países productores de Salmón.

### **1.1.2 Situación Actual.**

Las primeras experiencias en cultivos de salmonídeos en Chile con fines comerciales, fue la Trucha Arco Iris en la Piscicultura Llanquihue por el año 1975.

Posteriormente, se diversifica la producción para tener más alternativas de manejo y oferta todo el año, introduciéndose el Salmón del Atlántico, el Salmón Rey del Pacífico y la Trucha del Mar.

El impacto económico de esta nueva industria que ha surgido en las regiones del sur de Chile ha sido notable. Genera empleo permanentemente a 40.000 trabajadores y para otros 30.000, en forma temporal. Las exportaciones durante 2001 alcanzaron los 1.000 millones de dólares.

La industria de cultivo intensivo de peces tiene un significativo valor agregado, pues el porcentaje de insumos importados (ovas, vitaminas, medicamentos, etc.) representa sólo el 6% del valor de las exportaciones del sector.

En la zona sur del país, la mayor electrificación, el incremento del transporte, la construcción de procesadoras de alimentos, laboratorios especiales para peces y plantas de procesos y de frío, son algunos de los aspectos que han contribuido a la incorporación tecnológica y al fortalecimiento de las economías regionales. En el campo productivo las tareas están orientadas a abordar la solución de problemas comunes, desarrollando y financiando proyectos de investigación para mejorar la eficiencia en la producción y adquirir un mayor conocimiento de los diferentes riesgos asociados a agentes patógenos o enfermedades que afectan a las especies. Otro punto de relevancia es la definición de normas de calidad para los productores.

Ante un mercado internacional muy competitivo, se debe seguir investigando el desarrollo tecnológico de cultivos de salmonídeos a futuro. En el campo de la productividad y rendimiento hay diversas áreas a explotar, tales como el cultivo de otras especies, en nuevas áreas y zonas; la incorporación de una mayor mecanización de los cultivos de agua de mar; el desarrollo de alimentos más especializados; la búsqueda de otras tecnologías de cultivos; el lanzamiento de nuevos productos y elaboración de nuevos envases a nivel de consumidor final, etc.

Problemas difíciles de solucionar son: la enorme distancia a los mercados de destino, los potenciales riesgos de florecimiento de algas y la mantención de las buenas condiciones del agua en centros de cultivos.

## **1.2. Efectos e Impactos de la Industria Acuícola Salmonera en Chile.**

La F.A.O., define a la Acuicultura como la actividad en la que se desarrolla, "El cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas, en cuyo proceso de crianza existe una intervención con el objeto de mejorar la producción, tales como siembra, alimentación, protección de predadores, etc."

El cultivo marino de peces comestibles es una actividad en constante crecimiento y se un desarrolla aceleradamente en nuestro país, especialmente en la zona sur austral.

La Acuicultura en Chile abarca ya varias especies, tales como: Ostiones, Ostras del Pacífico, Salmón del Pacífico y del Atlántico y en el último tiempo cultivos de Turbot o Abalón Rojo de California. Cuya comercialización supera los 73 millones de dólares al año ( 1990 ).

Por otra parte la Acuicultura tiene otras ventajas socioeconómicas, además de las puramente económicas, como son: proporcionar trabajo, entregar abundante alimento a la humanidad en el presente y en el futuro, ayudar a contrarrestar los efectos de la contaminación y exceso de capturas, evitando la destrucción irreversible de los recursos marinos.

El desarrollo de la actividad Acuícola ha traído innumerables desafíos a la investigación relacionados con la actividad pesquera y naval: resolución de problemas de índole biológico de las especies, problemas de ingeniería, la diversificación de los productos y procesos mediante el desarrollo de una tecnología adecuada, etc.

La Acuicultura nacional en constante aumento preocupa tanto a la opinión pública como a las autoridades en materias ambientales.

Lejos de afectar el ambiente natural al nivel que lo han hecho otras actividades humanas, la Acuicultura recibe críticas, puesto que se ubica en zonas costeras de alta presión y demanda de otros sectores productivos como el turismo, la recreación, navegación, pesquería artesanal, etc., al igual que el cuidado común que se requiere para fines residenciales y de recreación.

Nadie sin embargo, puede negar que las instalaciones producen una alteración escénica del paisaje, puesto que las balsas jaulas son necesarias para la actividad acuícola.

Otro problema que ha aparecido en diversos centros de salmónidos es la contaminación orgánica, producto del alimento no consumido y fecas durante la alimentación de los peces. Estos desechos pueden producir cambios en la micro fauna bentónica y en la química de los sedimentos bajo las jaulas. El deterioro de la calidad del agua debido a los cambios puede favorecer el florecimiento de microalgas y aumentar los riesgos de propagación de enfermedades.

Los impactos ecológicos que pueden derivarse de la Acuicultura son:

- El alza desmedida en el contenido de nutrientes en la columna de agua o hipernitrificación. Aproximadamente, el 70% del nitrógeno consumido por los salmones es excretado como amoníaco y urea soluble lo que puede incrementar la concentración de nutrientes disueltos en la columna de agua cerca de las balsas. Estos nutrientes son utilizados por el fitoplancton y llevan a incrementos en la actividad primaria (eutroficación) y que, en algunos casos, podría producir el crecimiento desmedido de microalgas comunes.

- Diversos estudios sugieren que los "bloom" fitoplanctónicos que afectan negativamente a los peces son producidos algunas veces por desechos de alimentos y fecas de peces.

- El enriquecimiento de los ecosistemas producto de los residuos orgánicos de los cultivos de peces podría causar efectos sobre las comunidades bentónicas, que van desde la disminución de la diversidad y aumento de especies oportunistas, hasta la desaparición de otras en el área.

- Otro efecto se desprende del cultivo de moluscos filtradores; estos consumen y disminuyen el fitoplancton y los detritos orgánicos en el área de cultivo; además compiten con otros organismos consumidores de fitoplancton. Por esta causa, puede producirse una disminución de la productividad del área y el decrecimiento o la eliminación de los otros organismos planctívoros afectados.

- Los cultivos pueden disminuir la cantidad de oxígeno, especialmente cuando existe una baja tasa de renovación de agua como sucede en fiordos y bahías profundas y semicerradas. La oxidación de la materia orgánica depositada en el sedimento, o suspendida en la columna de agua en torno a la jaula, puede disminuir la cantidad de oxígeno. El efecto final es que disminuye este elemento para los específicamente nativos de la zona de cultivo, los que pueden reducir sus poblaciones; también acontecen impactos sobre los propios cultivos como la disminución de tasas de crecimiento y alteración en la condición fisiológica del stock.

- La perturbación y destrucción del hábitat se da como impacto ambiental frecuentemente en algunos países que practican la Acuicultura extensiva y que usan grandes extensiones de terreno costero, como ser zonas pantanosas y estuarios destinados al cultivo de crustáceos, estos son hábitat de alta productividad y que suelen ser áreas de apareamiento y de crianza de especies silvestres o de resguardo y permanencia para especies migratorias estacionales.

- Otro aspecto importante de destacar es el escape de especímenes en cautiverio, tema que se discute bastante acerca de los efectos que podrían derivarse de los escapes. Algunos sostienen que los organismos de cultivo no pueden vencer las barreras naturales y sucumben con frecuencia por estar menos preparados para ello. Otros temen que por cruzamiento de éstos y los organismos silvestres, resulten individuos cada vez menos adaptados al ecosistema.

- Las transferencias (que son movimientos de especies dentro de su rango de distribución normal) persiguen en general mejorar o restablecer poblaciones a menudo deprimidas por sobre pesca.

- Las introducciones son movimientos más allá de los rangos de distribución natural de las especies, que insertan un elemento nuevo en el área, para desarrollar una pesquería nueva, con fines económicos o sociales. La preocupación por éstos movimientos proviene del riesgo de introducir enfermedades y alteraciones sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que pueden llegar a afectar su equilibrio y persistencia.

- El control de enfermedades y pestes ha estimulado el uso de antibióticos y pesticidas en algunos cultivos, esta práctica causa preocupación debido a la persistencia de estas sustancias en el agua, y al desarrollo y transferencia en comunidades microbianas.

- Es recomendable que el país aborde el tema del uso de compuestos bioactivos en la Acuicultura para prevenir efectos secundarios frente al ambiente. Por otra parte, algunos elementos usados en operaciones de cultivo implican el riesgo de introducir sustancias tóxicas (metales, pesados, aditivos plásticos, solventes, colorantes, etc.); la escasa investigación efectuada al respecto hace que los estándares de regulación también sean exigüos.

El problema de impacto ambiental en nuestro país deberá solucionarse adoptando políticas y estrategias integradas al manejo de las zonas costeras, de manera que permitan a la actividad acuícola aportar al desarrollo económico y social con mínimo daño al ecosistema.

### **1.3. Tecnología Ocupada en la Industria.**

#### **1.3.1 General.**

Gran desarrollo ha tenido últimamente los sistemas de alimentación y control, debido al gran porcentaje que significa el costo del alimento en los costos totales de producción, además del beneficio obvio que implica obtener cosechas en menor tiempo.

Se vislumbra una industria que se tecnifica en todos sus ámbitos, desde el manejo genético hasta la implementación de plantas de proceso que den valor agregado a los productos, pasando por el transporte, dietas y tratamientos, mejoras en el manejo, y en general sistemas que permitan poder producir cada vez mas cantidad de toneladas, con mejor calidad, a menor costo, en menos tiempo, y con la misma cantidad de personas.

Los objetivos están claros, poder competir con otros productos alimenticios tales como el pollo o el cerdo, y la única forma de hacerlo es bajando los costos de producción \$/Kg, para tal efecto se deberá aplicar las ultimas tecnologías, ya sea desarrollando técnicas propias locales así como adoptando también las traídas de afuera.

#### **1.3.2 Artefactos y Equipamiento usado en la Industria.**

En la actualidad nuestros centros de cultivo, se han ido desarrollando, e implementando con tecnología desarrollada en países con una mayor tradición en la salmonicultura. Esto a conseguido acelerar ciertas faenas que se realizan con maquinaria, obteniendo una mayor capacidad para producir.

##### **1.3.2.1 Jaulas.**

Una balsa jaula, en un concepto familiar para todos, es un verdadero corral marino para peces, tal como sería un gallinero para los pollos, o un campo cercado para ovejas o vacunos.

Consiste esencialmente en un marco sólido flotante, en donde se cuelga una red de cinco caras en forma de paralelepípedo o cilíndrico, una de las cuales corresponde al fondo. Este marco lo constituyen los pasillos, los que están unidos entre si por diversas formas. Tienen un elemento de flotación, un piso para el tránsito de personas, y barandas de protección las que a su vez se utilizan para colgar las redes que constituyen la jaula de los peces.

Las balsas jaulas han tenido un desarrollo tanto en tamaño como en tipo y calidades. Es así como en Chile, antes de 1987, a los inicios de la actividad de la acuicultura del salmón las balsas eran de madera. Luego, pasaron a ser de metal con piso de madera, y muy poco después, enteramente de metal. Luego de este tipo de jaula se introdujo, por el año 1993, la jaula plástica, primeramente cuadrada imitando a una jaula metálica y luego circular tal como se usan hoy en día.

En la actualidad coexisten las jaulas metálicas y las de plástico. La decisión de cual usar depende de varios factores, principalmente de la naturaleza del sitio donde serán instaladas, así las jaulas circulares plásticas son las que mejor navegan en condiciones de mar gruesa, como también permiten el cultivo de mucho mayor cantidad de peces. Por otro lado las jaulas metálicas permiten una mejor supervisión de la alimentación y facilitan tareas de manejo debido a los pasillos que rodean la jaula.

El tamaño de las balsas varía según su tipo, las jaulas metálicas pueden ser cuadradas de 15 x 15 mts, 20 x 20 mts o incluso de 30 x 30 mts. Las jaulas plásticas redondas pueden ser de 20 mts de diámetro a 30 mts. de diámetro.

#### **1.3.2.2 Fondeo**

En general los sistemas de fondeo entre un centro y otro no varían sustancialmente. Básicamente cuentan de: anclaje, línea, boya, amortiguador ( en algunos casos). El anclaje puede constituirse por muertos de cemento de hasta 12 tons. En forma de cubo o cuña, con varios cancamos de agarre. Actualmente también se tiende a usar anclas, como refuerzo de los muertos para que estos no garreen, o independientes, debido a sus buenas características de agarre, y versatilidad de operación así como también la capacidad de poder recuperarlas. Las más usadas son las de tipo Plough, de hasta 1500 Kg. Existen diversos tipos de líneas de fondeo, las más comunes son cables y cadenas. Por lo general se utiliza una pequeña cadena desde el muerto o ancla hasta la línea de cable para producir una catenaria mas paralela al fondo. Las líneas de fondeo de cadena completas no son utilizadas por su alto costo.

La mena de los cables va desde 7/8" hasta 1 1/2", especial para uso marino. Las boyas tienen como objetivo amortiguar los movimientos de las líneas de anclaje, permitir además mover las balsas cuando se requiera, sin perder el fondeo.

Las boyas son metálicas o plásticas. Se miden por su capacidad en litros, las mas comúnmente usadas van desde los 1000 a 3000 litros, metálicas o plásticas. Entre la boya y el pasillo de la balsa va un tramo generalmente de cabo de perlón, entre 1" a 2", también puede usarse cable, estos tramos varían entre 8 y 14 mts. , dependiendo de la ubicación del tramo estos podrán ser dobles a una boya o simple, con pata de gallo en un extremo o en los dos extremos. El esquema y disposición del fondeo de un set de jaulas es particular en cada caso, dependiendo de la cantidad de jaulas del set, que tipo de jaulas son, dimensiones de estas, profundidad al fondo, naturaleza de este, corrientes, vientos predominantes, etc. Cabe destacar que de la vulnerabilidad del fondeo de las jaulas depende la seguridad de los salmones en ellas criados, por lo tanto es de suma importancia la elección del esquema de fondeo para cada caso.

#### **1.3.2.3 Redes**

Una red es una estructura de mallas de indefinidas formas y tamaños, aun cuando él término podría ser usado en un sentido más estricto, diferenciando redes flexibles, compuestas de fibras sintéticas y naturales, tales como algodón y nylon, de redes rígidas y semirígidas estructuradas en base a materiales plásticos y metálicos. La malla esta formada básicamente por cuatro barras, dos nudos limpios y dos nudos laterales.

Las redes usualmente son descritas en términos de densidad ( peso/m<sup>2</sup> de panel ) y del diámetro de las barras de la malla. El tamaño de la malla corresponde a la distancia entre las barras paralelas.

El hilo usado para la fabricación de las redes se describe, generalmente, en términos de TEX, que es una medida lineal de densidad.

Idealmente, los materiales usados para la construcción de redes deberían tener las siguientes características:

- resistentes
- livianos
- resistentes a la corrosión
- resistentes al fouling
- fáciles de trabajar y reparar
- resistentes a la corriente
- de textura suave, y de este modo no abrasivo a los peces
- no costoso

Las redes modernas están compuestas de fibras sintéticas. Los tipos mas comunes de fibras sintéticas usadas hoy en día en la construcción de redes son: poliamida ( PA ), poliéster ( PES ), polietileno ( PE ) y polipropileno.

#### **1.3.2.4 Sistemas de Control de Alimentación**

Los Sistemas de Control de La Alimentación cumplen un rol importantísimo dentro de la cadena productiva en la salmonicultura. Debido a que la modalidad de alimentación es radicalmente diferente en esta industria respecto de otras en donde también existe crianza de animales en forma intensiva ( cerdos y pollos ), relativo a que el alimento entregado aquí y no consumido por los peces se pierde, se han creado diferentes sistemas de control, desde los mas sencillos hasta los mas sofisticados.

El objetivo de estos sistemas es permitir, dando señales ( señales de "para" ), alimentar a una tasa de alimentación ( Kg. de alimento/ Ton. de pez/ min, o N° de pellet/ N° de peces /min) que este de acuerdo a la velocidad de ingesta voluntaria, para encontrar el momento adecuado de terminar la ración y permitir a los peces que coman sin competir entre ellos. Se ha concluido, a través del desarrollo de la industria, que la alimentación no se puede controlar con total exactitud sin usar equipos de control de alimentación; debido a esto, el potencial financiero de invertir tiempo y dinero en desarrollar procedimientos de control a la medida de cada balsa jaula es tan enorme que se da absoluta prioridad a este tema.

De entre otros varios factores, el control de la alimentación incide directamente en el "Factor de Conversión", relación entre el aumento de peso del pez y la cantidad entregada de alimento a este en un determinado tiempo, generalmente mensual.

De los Sistemas de Control de la Alimentación usados mas comúnmente hasta ahora podemos citar:

- detectando la señal de "para" solo por la actividad superficial de los peces.
- con buzo, este sumergido en el fondo de la malla observa y avisa el momento de "para ".
- con conos Lift-Up, consistente en un cono de fibra de vidrio, plástico o tela instalado boca arriba entre los 8 a 12 mts. de profundidad generalmente dentro de la jaula, en cuyo vértice sale una manguera la cual bombea agua, por inyección de aire, con el alimento el cual no han comido los peces, y lo deposita sobre la superficie en un canastillo.
- con cámara submarina, son observados directamente y desde la superficie.

- con conos similares a los anteriores pero implementados con sensores infrarrojos que cuentan la cantidad de pellets que pasan por ellos y emiten señales eléctricas conectadas a alimentadores en la superficie.

- es normal ver algunos de estos sistemas usándose combinadamente.

#### **1.3.2.5 Sistemas de Alimentación.**

Uno de los costos mas relevantes en la actividad salmonera es la alimentación. En los comienzos de la acuicultura, la única forma de alimentación de los peces en cautiverio era el sistema manual, es decir, transportar sacos de alimento a un costado de las balsas para luego ser suministrado por una persona por medio de una poruña. Esta forma de alimentación producía una intermitencia que hacía que los peces tuvieran un comportamiento muy agitado para la captura de los pellets. Por otra parte, esta forma esta limitada para grandes producciones, especialmente cuando se usan jaulas circulares plásticas de gran volumen.

Así nacieron los alimentadores portátiles, constituidos básicamente, por una tolva entre unos 25 a 150 Kg de capacidad, un motor de combustión, bencinero o petrolero, una clapeta dosificadora del alimento y un sistema que permite expulsar el alimento a la jaula. En principio este sistema fue en base a una motobomba la cual mediante una reducción en el ducto aumentaba su presión de salida del agua que al mezclarla con el alimento lograba lanzarlo a distancias mayores que las alcanzadas manualmente, además en forma pareja, logrando una entrega de unos 25 Kg/min. Luego se desarrollaron estos mismos equipos pero que producen un gran caudal de aire a través de una turbina que gira a gran velocidad, mezclando el alimento en la clapeta dosificadora, con este sistema se obtienen mayor distancia en la entrega de alimento así como también rendimientos hasta de 85 Kg/min.

Los otros sistemas de alimentación presentes en la industria son los alimentadores semiautomáticos y los automáticos. Estos sistemas fueron desarrollados con el fin de poder satisfacer las grandes demandas de entrega de alimento diario de un centro de cultivo moderno, así como también disminuir costos operacionales, disminución de personal y obtención de cada vez mejores parámetros productivos dependientes de la alimentación como son crecimiento y conversión alimenticia, entre otros. Es decir que la implementación de un sistema adecuado de alimentación, particular para cada centro de cultivo, según especies cultivadas, tipos de jaulas, condición geográfica, etc., afectara directamente la rentabilidad de la empresa productora. De ahí la explicación de la inversión en desarrollo e innovación en estos sistemas.

Diferentes configuraciones son ofrecidas por las empresas fabricantes de alimentadores automáticos y semiautomáticos en el mercado actual. Las mas usadas son:

- los sistemas centralizados, los cuales constan de varios silos de gran capacidad ubicados en una bodega central o pontón, fondeada generalmente cercana a las balsas a alimentar, el sistema reparte el alimento por medio de mangueras plásticas a cada jaula, pueden alcanzar distancias de hasta 600 metros desde el silo principal. El numero de silos y su capacidad varia dependiendo de las toneladas a producir en el centro, de la cantidad de calibres usados, etc, pero siempre es menor que el numero de jaulas instaladas, por lo tanto existe un mecanismo de válvulas llamado "Revolver" que distribuye el flujo de alimento a la manguera correspondiente a la jaula programada a alimentar. Los sistemas de expulsión del alimento son neumáticos, usándose sopladores de tipo Root de gran desplazamiento y baja presión,

los sistemas de dosificación del alimento son principalmente basados en tornillos sin fin que al variar sus revoluciones se obtienen diferentes entregas en kg/min. Estos sistemas permiten programarse mediante softwares especializados.

- los sistemas individuales, implementando tolvas independientes por cada jaula, permiten a diferencia que los sistemas centralizados alimentar todas las jaulas del centro simultáneamente si fuese necesario, lo que permite principalmente entregar pulsos de alimentación en pequeñas cantidades pero repetitivamente durante todo el día, diferente concepto que los sistemas anteriores. También son programables, y pueden usar sistemas mecánicos o neumáticos para impulsar el alimento a la jaula.

El concepto de alimentador automático o semiautomático define al alimentador según opere en conjunto con los sistemas de control de la alimentación, así un equipo ya sea programable completamente en hora de inicio y final de cada evento de alimentación y tasa de alimentación elegida, no será automático si es que esa programación es ejecutada por una persona en base a sistemas de control de la alimentación como cámara submarina, cono, solamente visual o experiencia. De otra forma los sistemas automáticos operan en conjunto con sistemas de control de la alimentación que acusan la santidad del pez y emiten señales eléctricas que detienen la alimentación, principales conos sensores.

Otro sistema muy masificado actualmente son los llamados transportadores de alimento, estos equipos permiten ya sea llenar silos individuales en cada jaula o alimentar directamente, ubicados en una bodega flotante o en tierra, tienen una tolva de no tanta capacidad, transportan el alimento por medio de sistemas neumáticos a través de mangueras plásticas similares a los sistemas centralizados, ya que tienen además válvula dosificadora, la diferencia con estos otros equipos es que solo pueden alimentar una jaula a la vez.

#### **1.3.2.6 Bodegas**

Las bodegas flotantes son ampliamente usadas en la industria. Existen muchos tipos, según su material de construcción se destacan las siguientes:

- de madera, utilizando básicamente la forma estructural de una plataforma, usando flotadores recubiertos de vinyl brea o plástico en la obra viva, son de medianamente poca capacidad, hasta unas 30 tons, y tienen la desventaja de la mantención que debe realizarse continuamente a los flotadores, sobre todo los de los costados expuestos a el roce de las embarcaciones que en ella atracan.

- de ferro cemento, son muy populares ya que permiten diseños de gran capacidad con la gran ventaja de su bajo costo respecto del acero, hasta de unas 80 tons. de capacidad, existen incluso algunas las cuales son de dos pisos que incluyen habitabilidad. Poseen superestructura de perfiles de fierro forradas en zinc generalmente. La única desventaja es su vulnerabilidad a los impactos, que son muy comunes en maniobras de carga o descarga de alimento.

- de acero, sin duda las de mayor capacidad, y también las mas ventajosas debido al poco mantenimiento que se les debe hacer.

Las bodegas son utilizadas principalmente para almacenar el alimento que llega por vía marítima, entre otras cosas. Son fondeadas independientemente en un lugar estratégico dentro de la concesión, no tan lejos de los trenes de jaulas y protegidas por estas.

Últimamente se ha tendido a cultivar en sitios alejados de la costa por diferentes factores, lo que ha derivado en que se utilicen bodegas-alimentadores-vivienda, que consisten en que el pontón de alimentación también esta habilitado como vivienda para el personal suficiente para operar el centro.

#### **1.3.2.7 Estructuras.**

Diversas estructuras son empleadas en un centro tipo, muelles, plataformas, jaulas de traslado, etc.

Los muelles, existen de dos tipos principalmente, flotantes y con pilotes fijos. Los primeros son fabricados generalmente con pasillos metálicos de las mismas balsas de cultivo, es decir con flotadores recubiertos o plásticos, son instalados con un gran muerto de cemento en su extremo de playa y con fondeos en el lado del mar o lago. Tienen la ventaja que son fácil de construir ya que casi siempre se utilizan pasillos dados de baja reparados, y además que dependiendo de su largo atraquen a el embarcaciones de gran calado, son vulnerables si, a sitios muy expuestos. Los fijos presentan por lo contrario buena condición a el oleaje, pero son indudablemente mas caros y las embarcaciones deben llegar casi a playa para atracarse, situación bastante desventajosa en embarcaciones con calado considerable, además presentan la desventaja de no poder dejar una embarcación fondeada a ellos por largo rato debido a el problema de las mareas.

Las plataformas, de muy diversos tamaños, formas constructivas y usos, principalmente metálicas siempre con flotadores son usadas en medidas hasta de 15 x 20 mts,. Para tareas de cosecha, se les instalan maquinas o mesas para tal efecto, así como también para lavar mallas, selección de peces, almacenaje de mortalidad, de alimento, o pertrechos, etc. Pueden ser fondeadas fijas o ser móviles y ser fondeadas a la gira.

#### **1.3.2.8 Embarcaciones**

Las embarcaciones, de diferentes usos y características cumplen un rol determinante dentro del funcionamiento de un centro de cultivo. Sus usos son variados, principalmente de transporte, de alimento, equipos, peces, personal, etc, además para tareas de vigilancia e inspección.

Existen básicamente cinco grupos diferentes de embarcaciones, según uso y características.

- botes: Usados generalmente dentro del perímetro de la concesión, existen de madera, fibra de vidrio y HDPE, generalmente implementados con motores fuera de borda, por lo general descubiertos. Se usan principalmente para el traslado del personal desde tierra hasta las balsas y bodegas, para transporte de alimento desde bodegas, vigilancia, y supervisión.

- pangas: Para usos similares a los de un bote, se diferencian en que estas son de mayor capacidad de carga, más lentas, de mayores dimensiones, generalmente equipadas con cabina, radio VHF, teclas, etc. Pueden trasladar personal entre centros, pero su principal tareas son de traslado de carga, principalmente de alimento, también cumplen faenas de remolque de plataformas, jaulas de traslado y estructuras en general, son embarcaciones de apoyo.

- lanchas rápidas: Es muy común que Directores de empresas o ejecutivos de gerencia, visitas, etc, visiten las instalaciones, además el traslado del personal de planta o esporádico cuando los centros están alejados de sitios poblados, para ello existan estas lanchas que generalmente son de fibra de vidrio o aluminio, equipadas con potentes motores alcanzan grandes velocidades, también son usadas

en vigilancia. Generalmente están equipadas con cómodas plazas, equipos electrónicos de navegación y cabinadas.

- barcazas y lanchas mayores: efectúan el traslado de la gran cantidad de alimento hacia los centros y sacan de ellos la cosecha, en síntesis, tareas vitales en un centro de cultivo, las barcazas, muy usadas para estas tareas ya que cuentan con la gran ventaja de poder atracar a playa, y poder traspasar carga con grúas horquilla desde su cubierta, son de fondo plano y cubierta plana y amplia, con rampa a proa, de esloras hasta de 30 mts. o 40 mts., con capacidades de hasta 80 Ton.

Las lanchas aquí señaladas son de grandes capacidades similares a la de las barcazas pero tienen la ventaja de poder navegar casi en cualquier condición no así las barracazas que restringen su navegabilidad por su fondo plano.

Son construidas en madera o acero, las barcazas se disponen con puente a popa, pero las lanchas generalmente son con puente a proa, ambos tipos de construcción son equipadas con grúas hidráulicas.

#### **1.3.2.9 Cosecha y Selección**

Existen variadas formas para cosechar o seleccionar, y mucha es la diversidad de equipos utilizados en estos procesos. Desde las más básicas hasta las más sofisticadas, estos procesos han debido ir mejorando respondiendo a la exigencia de mejorar la calidad final del producto.

La manera de cosechar y seleccionar los peces puede variar según la especie, pero básicamente la cosecha consta de la extracción del pez, su anestesiado, desangrado, almacenaje y transporte. En la selección, en cambio, se extrae el pez, se selecciona por talla, y se devuelve a la jaula correspondiente.

Los métodos mas usados para extraer el pez van desde la quecha o canastillo hasta las bombas de vacío, pasando por los sistemas Air-Lift, sistema bombeador de agua por inyección de aire a presión, los métodos de adormecimiento pueden ser y según la especie desde el básico golpe de palo en la cabeza, lonas de adormecimiento por anoxia o tinas de anestesiado por inyección de CO<sub>2</sub>. El traslado de los peces es mayoritariamente en bins con hielo y también con sal, también puede y como a sido tendencia desde los últimos años, el traslado de los peces vivos, en embarcaciones llamadas welboats hasta las plantas de proceso.

Últimamente, y proyectándose muy fuerte esta el sistema de cosecha últimamente mencionado, siguiendo el desarrollo de la empresa noruega donde se desarrolló esta técnica innovadora, y utilizando embarcaciones originalmente pesqueros de cerco refaccionados para el traslado de peces vivos de cosecha, este sistema tiene grandes ventajas respecto de los sistemas tradicionales, principalmente en como afecta en la calidad del producto final, además de hacer la maniobra total de la cosecha mucho mas sencilla y rápida, además permite el traslado sin problemas de la cosecha desde centros muy aislados como lo son los cada vez mas centros de la XI Región.

#### **1.3.3 Tendencias.**

Las líneas de tendencia que persigue la industria con respecto a tecnología ocupada son las mismas que cualquiera que desarrolle cultivos intensivos, principalmente la de automatizar sus procesos, a fin de poder disminuir costos y poder aumentar sus volúmenes de producción, la tan en boga economía a escala, dentro de otras ventajas que esto trae. Otra tendencia también es cultivar cada vez mas en

sitios expuestos y aislados, bodegas – casas son usadas en estos centros, donde un numero reducido de operarios puede realizar todas las tareas necesarias de un centro, alimentadores automáticos controlados mediante avanzados programas, la tendencia a manejar cada vez menos los peces, esta ligada a esta causa y eficiencia en la alimentación.

Es clara la tendencia de poner exportar al extranjero cada vez mas productos con mayor valor agregado, para ello han debido adecuarse las plantas de proceso.

En lo exclusivamente naval las tendencias se refieren a materiales de construcción, principalmente el cambio de la madera por fibra u otros materiales sintéticos, el aluminio también se ha ido de a poco instalando en la industria, el tipo de casco catamarán es una tendencia muy fuerte en las embarcaciones o estructuras flotantes. La exigencia de calidad en el producto final ( salmón) hará sin duda que las embarcaciones tipo Wellboat tendrán un desarrollo explosivo en los próximos años.

El tema de la genética es un tema de relevancia en las tendencias de la industria, la transgenia, el desarrollo de vacunas, la utilización del foto periodo, que logran menores tiempo de cultivo y mejores rendimientos, ligados al desarrollo de dietas especiales logran la tendencia de producir mas, mejor y a menor costo.

#### **1.4 El Proceso Completo de Producción.**

##### **1.4.1 El Proceso de Producción en los Centros Piscícolas.**

El proceso de cultivo de salmónidos podemos dividirlo en las siguientes etapas:

- obtención de ovas
- incubación
- alevinaje
- smoltificación
- transporte de peces desde piletas a balsas-jaulas
- engorda
- cosecha
- procesamiento
- comercialización

##### **1.4.1.1 Obtención de Ovas.**

El proceso de cultivo se inicia con la obtención de ovas embrionadas ( "ova con ojos"). Los principales mercados para la adquisición de ovas son Canadá y Noruega.

Para la internación de ovas embrionarias se requiere una autorización de SERNAP, se exige un certificado zoosanitario emitido por un organismo oficial del país de origen o visado por este que certifique que las ovas provienen de reproductores libre de las siguientes enfermedades:

- Necrosis Pancreática Infecciosa, IPN
- Hepatitis Neocrótica, IHN
- Septicemia Hemorrágica Viral, VHS
- enfermedad del Torneo "Whirling Disease"

El transporte debe hacerse por vía aérea, en cajas de material aislante y con carga de hielo suficiente para mantener la humedad y la temperatura apropiada de las ovas.

El hielo a emplearse en la bandeja no deberá contener cloro pues podría producir alteraciones en las ovas.

Se mide la temperatura de las ovas y se ponen en las incubadoras cuando es igual a la temperatura del agua, puesto que podrían morir de un shock térmico.

Se extraen muestras para examinar si las ovas vienen con actividad embrionaria y detectar posibles anomalías.

Se debería pasar muestra de 5-10 gramos por caja para determinar el peso y diámetro promedio de las ovas recepcionadas. Una vez fijado el diámetro promedio individual, se procede a la distribución de las ovas en las incubadoras.

#### **1.4.1.2 Incubación.**

Este proceso tiene por objeto permitir el desarrollo de las ovas embrionadas hasta la etapa de alevín. El sistema de incubación consiste en bandejas que se componen de dos marcos (tapa y fondo) con mallas de fibra de vidrio plastificado de sección rectangular, que impidan la salida de las ovas. Las ovas deben ser dispuestas en una sola capa de forma que el flujo que pasa a través de ellas sea uniforme, facilitando la oxigenación y renovación de desechos.

##### **Manejo de las ovas en incubadoras.**

Las ovas se instalan en un canastillo de cuyas dimensiones va a depender de la especie de incubar, número y diámetro de ovas variando su manejo fundamentalmente si se trata de "ovas verdes" o de "ovas con ojos". "Las ovas verdes", deberán encubarse en un periodo relativamente largo, 26-100 días, en el caso de la trucha Arco Iris y 45-90 días para el Salmón del Pacífico, según la temperatura.

Las ovas con ojos (eyed eggs), ovas embrionadas en estado de ojos fácilmente visible tendrán un periodo de incubación muy corto (1-14 días), dependiendo de la temperatura.

Las ovas verdes, a partir del segundo día de vida hasta que alcanzan el estado de ojos, en lo posible no deberán ser movidas. Para efectos de no remover las ovas muertas desde los canastillos, es preferible el empleo de baños con soluciones de verde malaquita, para inhibir el desarrollo de hongos en las ovas muertas, las que se removerán solo una vez que las ovas ya estén en estado de ojos.

#### **1.4.1.3 Alevinaje.**

Esta etapa se extiende desde la salida del pez de la bandeja de incubación (una vez absorbido el saco vitelino) hasta la smoltificación (el pez tiene aprox. 11 meses).

El tamaño inicial es aproximadamente 1 cm. y el final 3 cm.

##### **Inicio de la alimentación.**

Una vez que los alevines absorben el saco vitelino se inicia su nutrición con alimento seco, en polvo fino, dando comienzo a su etapa de "fry", de 0 a 14 días de edad, correspondiendo el día cero al primer día de edad durante la crianza. El tamaño del alimento inicial es de 0.3-0.4 mm.

Durante la etapa de "fry" se llevará un control diario de limpieza de la batea y extracción de los alevines muertos.

La frecuencia de alimentación durante este período podría ser de 10 comidas diarias debiéndose tener la preocupación de no exceder la capacidad real de consumo, pues el alimento no consumido se perderá en el fondo de la batea y alterará la calidad del agua.

#### **Alimentación de alevines.**

La alimentación de los alevines tiene las mismas consideraciones estipuladas anteriormente en el alimento inicial.

El número de comidas deberá distribuirse proporcionalmente durante toda la jornada de trabajo en la piscicultura, procurando cubrir todo el período de luz natural.

#### **1.4.1.4 Smoltificación.**

Una vez que el smolt ha terminado su período de aclimatación en agua salobre, período que dura entre 12 a 16 horas para peces de 80 grs. y durante el cual se debe suspender el suministro de alimento, los smolt son trasladados a los sistemas de crianza para su engorda.

#### **1.4.1.5 Transporte de peces desde piletas hasta las balsas jaulas..**

Para el transporte de los peces mayor de 30 gramos de peso promedio desde las piletas rectangulares de crianza ubicadas en la planta de piscicultura, hasta las balsas-jaulas ubicadas en otra localidad, se operará con un equipo de transporte compuesto por:

- estanques de 8 m<sup>3</sup> de volumen con capacidad de carga de 4000 lts. de agua cada uno.
- tubos de oxígeno industrial.
- manómetros.
- medidores de flujo.
- mangueras de distribución de oxígeno.
- dosificadores de oxígeno.

Todo el equipo anterior se supone montado sobre un camión de carga disponible en la piscicultura generalmente tomado como servicio externo.

La densidad de traslado, en trayectos de hasta un máximo de 24 horas de duración es de 100-200 kg. peces/m<sup>3</sup> de agua.

Lo anterior significa una capacidad de 400-800 kg. de peces en cada estanque, con una presión de suministro de 2 kg./cm<sup>2</sup>. y un suministro de 2.5 lt. oxígeno/min.

Es preferible no efectuar transporte con aguas de temperatura superior a los 18 °C.

La alimentación de los peces a transportar debe suspenderse totalmente con 24-72 horas de anticipación, de acuerdo al tamaño promedio (peces mayores requieren un período de ayuno más prolongado).

#### **1.4.1.6 Engorda.**

Esta etapa se extiende hasta aproximadamente los 26 meses. Se realiza a partir del individuo post-smolt y tiene por objeto la engorda de los peces hasta que alcancen el peso comercial. Puede realizarse en instalaciones terrestres (estanques circulares, rectangulares, hidrocónicos, etc.) o en instalaciones marinas (balsas-jaulas).

### **Sistema de Crianza.**

En piscicultura con instalaciones en tierra, los sistemas mas utilizados corresponden a estanques rectangulares y circulares. Las instalaciones marinas mas utilizadas corresponden a la balsa-jaula.

### **Manejo de peces.**

Al utilizar instalaciones marinas desde el momento que los peces de 30 a 40 grs. "smolt" pasan al mar, existen 3 etapas en las que es preciso cambiar las redes que conforman las jaulas a causa de su crecimiento y desarrollo.

### **DURACIÓN DE MALLA SEGÚN PERÍODO Y TAMAÑO.**

| <b>Período</b>      | <b>Tamaño de Malla</b> | <b>Duración</b>                  |
|---------------------|------------------------|----------------------------------|
| Noviembre-Diciembre | ½"                     | Por 6 meses                      |
| Mayo-Junio          | 1"                     | Por 3 meses                      |
| Septiembre-October  | 1 ½" a 2"              | Por 3 a 6 meses hasta la cosecha |

Debido al fenómeno de incrustación marina que afecta a las redes, estas deben limpiarse continuamente para permitir el óptimo intercambio de agua, en el área de encierro. En los meses de verano cada 15 días y en invierno cada 2 meses.

Se requiere controlar la mortalidad diaria de los peces y su comportamiento. Los peces, al igual que en todas las etapas anteriores, deben estar seleccionados por tamaño, para evitar diferencias notables en cada grupo de edades similares. Normalmente cada grupo debe seleccionarse en pequeños, medianos y grandes, lo cual se mantiene hasta su selección para la cosecha.

#### **1.4.1.7 Cosecha.**

La cosecha se realiza una vez que los peces han alcanzado un peso comercial. Para ello se sacrifica el pez y posteriormente es puesto en cajas con hielo para ser trasladado a las plantas donde será procesado.

La faena de cosecha puede llevarse a cabo en forma manual o automática. Si fuese manual el procedimiento regular sería el siguiente:

- retiro del ejemplar de la jaula
- sedación (CO<sub>2</sub>)
- desangrado
- transporte

#### **1.4.1.8 Elaboración.**

El producto antes de ser comercializado cuenta con el siguiente procedimiento:

- matanza.
- manutención en hielo.
- traslado a planta.
- lavado.
- eviscerado y descabezado.

- lavado.
- congelado en placas.
- glaseado.
- empaque.
- mantención en cámaras de frío.

El salmón se consume en una gran variedad de formas; destacando el fileteado congelado, fresco entero y ahumado. Últimamente nuevas tendencias han hecho desarrollar nuevos productos, como hamburguesas, salchichas o envasados.

#### **1.4.1.9 Comercialización.**

El gran mercado del salmón se encuentra en Europa, Japón y Estados Unidos.

Si el producto final fuese congelado debe cumplir con los requerimientos siguientes:

- peso de cada salmón.
- nivel de procesamiento.
- tipo de congelación.
- embalaje.

También se exige cumplir con los requisitos de tipo sanitario que impone cada país para la internación de productos.

### **1.5 Tendencias de la Industria Productora y Procesadora de Salmones en Chile**

La producción pecuaria mundial presentó un crecimiento inusitadamente alto entre 1994 y 1999, con tasas de 3,2% a 4,6% al año. Entre 1990 y 1998, la producción pecuaria, incluidos huevos y leche, se elevó desde 285 millones de Ton a 366 millones de Ton, lo que representa un aumento de 81 millones de Ton.

Los pronósticos hasta el 2010 indican que durante esta década se puede esperar un crecimiento dinámico en el sector avícola (42%) y porcino (19%) y, a pesar de las capturas mundiales de pescados silvestres se han estancado, en los próximos 10 años se puede esperar un crecimiento de aproximadamente un 70% en la producción acuícola. Por consiguiente, la acuicultura es el sector pecuario que presenta el crecimiento más acelerado.

#### **1.5.1 Producción y Mercados de Salmónidos.**

Se estima que para el 2002, la producción mundial de salmónidos alcanzará 2 millón de Ton, de las cuales aproximadamente el 60% corresponderá a salmones y truchas de cultivo. Noruega sigue siendo el mayor productor de salmón cultivado, con una producción estimada para el 2002 de 500 mil Ton. Le sigue Chile con una producción de aproximadamente 300 mil Ton este año. Otros países salmonicultores importantes son el Reino Unido, con cosechas proyectadas de 120 mil Ton y Canadá con 60 mil Ton . Se espera que para el 2010, la producción mundial de salmónidos sobrepasará los 2,6 millones de Ton, de las cuales más de 2 millones corresponderán a salmónidos de cultivo. En este contexto, es posible que

Chile alcance una producción para el 2010 de más de 800 mil Ton, con un valor total de las exportaciones que sería alrededor de los US \$ 3.000 millones.

El consumo de salmón continuará creciendo en los mercados tradicionales, compitiendo con otros productos cárneos, fruto de la mayor disponibilidad, mejor calidad, y precios más competitivos del salmón cultivado, y no como consecuencia de un "marketing" más eficiente de los productos requeridos por el consumidor.

En el Lejano Oriente, los noruegos están realizando una campaña para introducir el salmón en el mercado chino, que es el mercado de crecimiento más rápido para productos pecuarios en general y también para los peces de cultivo.

En Japón, el mercado más importante para el salmón, se puede esperar un crecimiento más lento para el consumo de salmón y Chile deberá enfrentar una mayor competencia en la medida que Noruega y las Islas Faroe aumenten su producción de truchas. En el futuro, el salmón del Atlántico aumentará la competencia en este mercado.

El consumo de salmón continuará creciendo en Europa y se abrirán nuevos mercados para el salmón en Europa Oriental y del Sur.

En Estados Unidos, el consumo de salmón per cápita todavía es muy bajo y debería aumentar a un ritmo más alto como consecuencia de la disponibilidad durante todo el año de productos altamente elaborados, seguros, atractivos, de buen sabor, saludables, fáciles de usar y a precios más competitivos.

En América Latina, Singapur, Taiwán, Hong Kong y Corea, también surgirán nuevos mercados. Estos países tienen una larga tradición de consumo de pescados de especies locales, mientras que el salmón todavía es relativamente desconocido. No obstante, las pruebas realizadas a los consumidores demuestran que el salmón es aceptado fácilmente en estos mercados.

### **1.5.2 Estructura de la Industria Salmonicultora Chilena.**

Las Regiones X y XI de Chile gozan de excelentes condiciones naturales para la producción de salmónidos. La costa es protegida y las aguas tienen una profundidad adecuada. Las temperaturas de las aguas aseguran un buen crecimiento durante el año y las corrientes de las mareas permiten la renovación necesaria del agua.

Chile es una nación pesquera estabilizada y la mayoría de las materias primas necesarias para la producción de alimentos para peces, como la harina de pescado y aceite de pescado, se obtienen fácilmente. La tradición de procesamiento de pescado, junto con una mano de obra estable y capacitada, ha favorecido el rápido desarrollo de la industria procesadora de salmón y la iniciativa de los inversionistas y gerentes chilenos y extranjeros ha expandido la industria rápidamente.

Durante los últimos diez años, Chile se benefició naturalmente de la transferencia de experiencia y tecnología, principalmente de Escandinavia. Sin embargo, durante el mismo período, se desarrolló una eficiente industria local de suministros y servicios.

La industria se está consolidando rápidamente, ya que esta veloz expansión requiere de compañías más grandes. Hay aproximadamente 48 compañías que participan en la industria de cultivo de salmónes en el país lo que representa una disminución en comparación con las 66 compañías que existían en 1995. Actualmente, diez compañías producen más el 50% de la producción total de Chile.

Por otra parte, hay grandes firmas extranjeras presentes en el país, como Nutreco, con su empresa Marine Harvest, Statkorn con Mainstream, The Western Group con Fiordo Blanco, Nipon Suisan con Salmones Antártica y, más recientemente, Fjord Seafood con Salmoamérica y Tecmar. Se espera que ingrese más inversión extranjera, debido a que Chile ofrece excelentes condiciones de producción y las concesiones están cada vez más escasas y caras en otros lugares del mundo.

Las compañías chilenas más grandes son Pacífico Sur, Compañía Pesquera Camanchaca, Salmones Multiexport, Salmones Unimarc, Invertec Pesquera Mar de Chiloé y Aguas Claras, todas con una producción estimada para este año sobre las 10 mil t cada una.

Habitualmente, las empresas salmoniculoras chilenas tienen una estructura vertical, tienen sus propios "hatcheries", producción propia de alevines y "smolts", e instalaciones de engorda, cosecha, procesamiento y comercialización. Algunas de las compañías producen, incluso su propio alimento. Esta estructura es consecuencia de la carencia de la infraestructura local que había en los inicios, lo que obligó a la industria joven a ser prácticamente autosuficiente. En la actualidad, sin embargo, la estructura vertical de la industria asegura una buena planificación, coordinación y eficiencia.

### **1.5.3 Mercados y Productos.**

En 2001, Chile exportó productos de salmón por un valor de aproximadamente US\$ 1.000 millones. Los principales mercados de destino fueron Japón, que fue responsable del 55% de las exportaciones, seguido de Estados Unidos, con cerca del 35%.

Las exportaciones a Japón están compuestas principalmente de salmón coho y trucha y filetes y lomos de trucha sin espinas, envasados al vacío. Unas pocas compañías han establecido mercados para productos más elaborados, con el fin de acercarse más al consumidor.

Chile, además, exporta a Japón crecientes cantidades de salmón del Atlántico faenado, con cabeza y sin cabeza, y filetes y lomos de salmón del Atlántico sin espinas. Sin embargo, este mercado es muy sensible al costo del flete aéreo.

Desde los años 90, Chile ha desarrollado un mercado importante para el salmón del Atlántico en Estados Unidos. El salmón es procesado, envasado, enfriado con hielo o con un "gel pack" y es enviado por vía aérea, principalmente a Miami, desde donde los productos son distribuidos al mercado. El producto inicial para el mercado de Estados Unidos era el salmón del Atlántico faenado con cabeza; no obstante, la industria chilena pronto descubrió las ventajas de los filetes sin espinas y, actualmente, la mayor parte del salmón del Atlántico de Chile es exportado en forma de filetes frescos sin espinas. Después del caso de "dumping" contra la exportación de salmón del Atlántico desde Chile, el país ha desarrollado una exportación importante de filetes sin espinas a este mercado.

Durante 1999, Chile exportó 80 millones de libras de filetes de salmón del Atlántico al mercado estadounidense. Los competidores más cercanos fueron Noruega y Canadá, con 15 millones de libras, respectivamente. Así, el desarrollo de una industria procesadora de salmón en Chile es la consecuencia lógica de la naturaleza de la especie de salmón producida en Chile y de los mercados para los productos de salmón chilenos.

***Salmón coho:*** Japón es todavía el mercado predominante, y el producto más importante es el salmón eviscerado sin cabeza. Sólo una parte muy pequeña de salmón coho es exportado en forma de mitades congeladas y saladas.

En Japón, el salmón coho es consumido principalmente como filetes fritos, kirimi, cortados de mitades saladas con espinas. El salmón eviscerado y sin cabeza es cortado en mitades, congelado, y luego estas mitades son descongeladas y saladas en salmuera, limpiadas, cortadas en porciones en forma manual y envasadas.

Varias compañías chilenas han establecido líneas de procesamiento para las mitades de coho salado, pero los productos son menos estables, durante el almacenamiento en frío, que el producto eviscerado sin cabeza, por lo cual debe ser protegido contra la oxidación mediante el envasado al vacío, lo que encarece el producto. El salmón eviscerado y sin cabeza puede ser protegido eficientemente mediante un simple glaseado. Además, la temporada de coho es muy corta, habitualmente no más de dos meses para cada compañía, y el proceso de salado por inyección no tiene una gran capacidad. Por lo tanto, la producción en Chile no ha alcanzado un volumen muy significativo.

**Trucha:** El principal mercado para la trucha salmónida también es Japón, y el producto predominante es eviscerado, sin cabeza.

Esta especie se usa para una gama más amplia de productos en Japón. La trucha salmónida, especialmente de color más claro, se usa para productos kirimi. La trucha con carne de color más oscuro, se consume principalmente en forma de sashimi y sushi, los cuales son preparados con frecuencia directamente en muchos supermercados y plantas procesadoras pequeñas, que abastecen a los restaurantes locales y negocios de comida rápida, entre otros, donde por lo general el espacio disponible para procesar es muy limitado y las materias primas preprocesadas, tales como filetes sin espinas, con o sin piel, y lomos con o sin carne oscura, no sólo reducen la cantidad de residuos que se deben manejar, sino que, además, aumentan significativamente la productividad en el espacio limitado de que se dispone. A la vez, las materias primas preprocesadas, sin espinas, ahorran mano de obra a los procesadores japoneses.

El procesamiento se puede realizar eficientemente en Chile; sin embargo, los filetes y lomos deben ser protegidos contra la oxidación durante la etapa de almacenamiento en frío, mediante un envase al vacío que eleva bastante el precio del producto. El glaseado no se acepta, porque los productos tienden a hidratarse y absorber agua durante el descongelamiento, perdiendo así, color y brillo. Los procesadores chilenos han tenido éxito en establecer la exportación de materias primas de trucha con valor agregado hacia Japón, que en el largo plazo pueden otorgar a Chile una ventaja a este mercado que compite con el de Noruega. No obstante, en Tailandia y China se está estableciendo una creciente industria para la producción de productos finales para el mercado japonés, ya que ambos países tienen mano de obra de bajo costo y están muy cerca del mercado nipón. Esta industria procesará materias primas de Chile y Noruega.

**Salmón del Atlántico:** en el desarrollo de la producción de salmón de Noruega, los productores de esta especie usaron la industria procesadora y distribuidora existente en Europa.

El salmón cultivado ofreció la gran ventaja en comparación con el salmón silvestre, de estar disponible fresco todo el año, con muy poca variación en la calidad y el precio. La distancia del productor al mercado es corta y el tiempo y costo de transporte para el salmón fresco no son significativos.

Para la industria europea procesadora de pescados, que cada vez sufre de mayor escasez de producción silvestre, el salmón presentó una gran oportunidad y la industria se desarrolló en países como

Dinamarca y Francia. El salmón ahumado, los filetes de salmón y los filetes en porciones, las comidas preparadas, la industria de alimentos, entre otros, contribuyeron a hacer de esta materia prima un éxito enorme.

Cuando Chile ingresó al mercado de Estados Unidos, a principios de los años 90, el modelo era el mismo salmón eviscerado con cabeza, entregado fresco por vía aérea. Sólo unas pocas compañías chilenas percibieron en ese momento el inconveniente de esa materia prima en el mercado norteamericano y se especializaron en filetes sin espinas, filetes y lomos en porciones.

No fue sino hasta después de que se iniciaran en Estados Unidos el proceso de "dumping" contra Chile, que la industria chilena de salmónes en general se dio cuenta de las oportunidades que ofrecía el mercado para productos más elaborados. Como se puede ver en el Cuadro 3, los filetes sin espinas y los filetes en porciones, actualmente son los productos de exportación de salmón más importantes de Chile.

La exportación de filetes sin espinas, congelados, despegó después del caso de "dumping" contra las exportaciones de salmón fresco de Chile al mercado norteamericano y, principalmente, como consecuencia de ello. Así, la oferta de filetes congelados y de productos procesados al mercado de Estados Unidos continuará creciendo. Los costos de procesamiento son los mismos que para el pescado fresco, el costo del envase y el transporte mucho más bajo y los productos, bien glaseados con el fin de protegerlos de la oxidación, se pueden mantener "frescos" por un tiempo mucho más largo cuando son almacenados a temperaturas adecuadas. Además, los productos congelados facilitan la aplicación de un programa de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos, HACCP, eficiente, a través de todo el sistema de distribución. El único inconveniente importante es que los consumidores prefieren los productos "frescos" y la *Food and Drugs Administration*, FDA, no permite que se llame fresco al producto descongelado, aun cuando la calidad para el usuario final sea igual o mejor.

Al final, observaremos que la necesidad de productos de salmón fresco y congelado y la velocidad a la que se desarrollarán los mercados de Estados Unidos y otros países, dependerán de la capacidad de la industria del salmón para producir, procesar, transportar, distribuir y comercializar, en forma cada vez más eficiente, productos saludables, atractivos, de buen sabor y seguros, que compitan con otros pescados y productos cárneos.

#### **1.5.4 Desarrollo tecnológico en la industria procesadora.**

Hasta principios de los años 90, el procesamiento del salmón fue realizado, principalmente, en forma manual. En ese entonces, los volúmenes todavía eran relativamente pequeños y no justificaban el desarrollo de maquinaria altamente sofisticada. Durante los últimos tres o cuatro años, se ha producido una verdadera revolución industrial.

Se han introducido embarcaciones para el transporte de cosecha viva y plantas de cosecha, libres de contaminación, centralizadas. También se está usando la mezcla de hielo y agua de mar para asegurar el enfriamiento rápido y eficiente durante el transporte y el almacenamiento de la materia prima. Los procesos de eviscerado y corte de cabeza han sido mecanizados, como también los procesos de fileteado, corte en porciones, pelado y envasado. Incluso, se ha tenido éxito en sacar las espinas en forma mecánica y, seguramente, el proceso se perfeccionará en el futuro. El congelamiento en línea se introdujo en Chile hace aproximadamente cuatro años y, últimamente, se está usando el control de producción centralizado.

La mecanización del procesamiento del salmón ha reducido considerablemente la duración, desde el inicio hasta el final en la línea procesadora, disminuyendo así el tiempo y la temperatura de exposición. En consecuencia, la tecnología bien diseñada ha contribuido a la mejor calidad de los productos finales, a la vez que a aumentar la eficiencia y bajar los costos de procesamiento.

#### **1.5.5 Tendencia Futura: Énfasis en el Mercado más que en la Producción.**

Durante el último año hemos sido testigo de la creación de grandes compañías salmonicultoras, integradas verticalmente y globalizadas. Lo que había comenzado como una industria de muchas compañías de tamaño mediano, a partir de este año se ha transformado en el comienzo de la creación de compañías internacionales bien organizadas. Nutreco es el líder de esta nueva tendencia, seguido de una serie de otras empresas noruegas como Pan Fish, Fjord Seafood, Mainstream y Stolt Sea Farm.

Esta globalización se está reflejando no sólo en un cambio en la organización de la producción de salmónes, pues la industria hoy día tiene la tecnología y los recursos para aumentar la producción a una gran velocidad. La verdadera transformación se ha producido en los mercados. Los flujos de caja para impulsar la industria hacia delante vienen del mercado, las ventas y el capital proveniente de los inversionistas. Tradicionalmente, la industria del salmón era impulsada por la producción. Esto está cambiando, y ahora está siendo impulsada por el mercado. El asunto importante es lograr estabilidad de los precios y seguridad, fijar un paso acelerado para el desarrollo de productos y mercados, reducir el costo de producción para ser más competitivos con otros mercados cárneos, y equilibrar el crecimiento global de la industria al mercado. Las compañías que tomen las decisiones correctas sobre cómo enfrentar esta nueva situación, mejorarán sus posiciones en el futuro.

## **CAPÍTULO II**

### **DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE DISEÑO.**

#### **2.1 Descripción del Proyecto.**

##### **2.1.1 Introducción**

Según lo descrito en el Capítulo I, una de las actividades que más importancia tiene en la industria salmonera sin duda es la alimentación. Dependiendo de que forma se maneje ésta sus resultados se traducen directamente en la productividad de la empresa, además representa un tema complicado desde el punto de vista operativo, por el número de equipos e infraestructura en juego, tomando en cuenta los grandes volúmenes que significan miles de toneladas de alimento que se deben entregar de forma adecuada en un centro de cultivo moderno.

Fuera de lo netamente productivo y asociado al medioambiente, una alimentación eficiente cumple con los objetivos del desarrollo sustentable y Acuerdos de Producción Limpia.

Este "Anteproyecto de Embarcación Multipropósito para la Industria Salmonera" es el desarrollo de una "manera nueva" de alimentar, no un sistema nuevo; basado en un sistema convencional, se adecúa a los requerimientos y exigencias modernas. Para ello utiliza una embarcación especialmente diseñada para este fin con lo cual se obtienen grandes beneficios.

Se hace mención al desarrollo de una manera nueva....., ya que no esta definida en ninguna de las formas de alimentación típicas mencionadas en el Capítulo I, es inédita.

Es una mezcla entre un sistema centralizado desde pontón silo y un alimentador portátil de aire operado desde un bote, pensado para ser utilizado en balsas circulares o cuadradas.

La idea nace de la convicción de poder desarrollar una forma de alimentar, la cual esta claro, no será más eficiente que un sistema centralizado automático, pero pone especial cuidado en la definición de "Las Condiciones de Diseño" de acuerdo a satisfacer las necesidades del productor y cumplir los parámetros de alimentación exigidos, se podría decir que se trata de una forma de alimentar que abarca un segmento entre los alimentadores portátiles y los automáticos centralizados.

##### **2.1.2 Ventajas y Desventajas.**

Se desarrolla el proyecto teniendo claras las ventajas y desventajas principalmente ante un sistema centralizado.

De las ventajas que podemos citar:

- Una de las principales ventajas, y motivo por el cual se desarrolla este proyecto es la menor inversión económica que significaría adquirir una de estas embarcaciones o las necesarias para satisfacer los requerimientos en materia de alimentación.

- La posibilidad de contar con una embarcación, que además de ser principalmente usada en alimentación es diseñada para efectos multipropósitos, traslado de personal, cosecha, etc.

- Al ser una embarcación no está confinada a un lugar específico, o no pone restricción en cuanto a distancia entre el silo y las jaulas, es más, puede usarse en dos o más centros distintos.

- El sistema no requiere de grandes instalaciones especiales, que puedan ser muy vulnerables con mal tiempo y en el tiempo, como largas líneas de tuberías, fondeos, etc.

- Es simple, ya que adquiere los mecanismos de los alimentadores portátiles, no opera con válvulas de tipo revolver, etc.

De las desventajas que se pueden mencionar:

- Capacidad de carga, indudablemente menor que la de un pontón silo, lo que implica maniobras de transferencia de alimento entre la bodega y la embarcación.

- El aspecto operativo, el sistema considera conexiones temporales, es decir ir cambiándose de posición a medida que se va alimentado. En un sistema de pontón las conexiones por lo general son fijas.

- Requiere personal especializado con licencia para operar una embarcación, a priori es un problema menor pero debe considerarse que esta maquina debe funcionar todos los días, para lo cual será necesario tripulación de recambio.

## **2.2 Definición de los Parámetros y Condiciones.**

Los parámetros y condiciones de diseño más importantes serán definidos en forma precisa ya que según estos obtendremos las características generales de nuestro equipamiento, dimensiones y tipo de la embarcación al momento de diseñar.

### **2.2.1 Parámetros.**

Podríamos definir básicamente los parámetros que se usaran al diseñar la maquinaria alimentadora y por otro lado los que condicionan la embarcación.

Del equipo alimentador, biomasa total capaz de alimentar diariamente, o lo que es equivalente, toneladas diarias de alimento a entregar, velocidad de alimentación máxima requerida, rango de dosificación, exactitud, distancia a la cual se deberá entregar el alimento, o lo que es equivalente, tamaño y disposición de las jaulas donde será usado. Del sistema de control, número de entradas y salidas, número de menús y submenús, número y tipo de puertos.

De la embarcación los principales a tomar en cuenta son: capacidad y volumen de carga, tipo de casco. Requerimientos operativos: velocidad de servicio, tripulación, etc; condiciones ambientales de navegación.

### **2.2.2 Condiciones.**

Al igual que los parámetros, estas son las condiciones que restringen el proyecto y lo definen.

Del equipo alimentador, ligada a los parámetros definidos anteriormente la condición principal es satisfacer estos valores y rangos, deberá el equipo llevar un control y registro electrónico de la alimentación, con un error no mayor al 2% en las mediciones, las tolvas de alimento en conjunto con el equipamiento del alimentador podrán ser removibles de la embarcación, deberá tener la capacidad de ser auto cargable desde bodega o muelle, refiriéndose a poseer una grúa hidráulica propia que tenga la capacidad de poder cargar una bolsa de alimento tipo Big Bag de 1100 Kg., se podrá operar a distancia. Las tolvas, o paredes interiores de las tolvas serán de material muy higiénico, se debe agregar que una

condición que imperará en el diseño del alimentador es su sencillez, basándose su construcción en mecanismos simples poco vulnerables a las fallas y de costos razonables.

De la embarcación, de las principales son sus condiciones de buena navegabilidad y estabilidad, además de la excelente maniobrabilidad requerida, deberá tener caserío espacioso a fin de poder transportar personal, y referido a esto último la condición de buena velocidad, será diseñada de tal forma de poder tener buena accesibilidad a los espacios de máquinas, así como que la disposición de los espacios asegure una cómoda operación de los equipos. De más está decir que la calidad es una condicionante permanente, así como también la simplicidad en la construcción.

### **2.3 Definición del Proyecto.**

Después de haber definido los parámetros y condiciones del proyecto, y asignando valores a estos nos podrán definir las características técnicas de nuestra embarcación y sus equipos.

Para poder realizar esto, se debe definir el lugar de trabajo y función de la embarcación alimentadora, para ello se describe un centro de cultivo tipo, que representa aproximadamente un promedio de los centros actuales y su tendencia.

Este centro tipo puede estar constituido por jaulas circulares o cuadradas, estar situado en cualquier punto geográfico de la zona que comprende el cultivo de salmón en Chile, en él pueden cultivarse una o varias especies de salmón, produce entre 2.000 a 3.000 toneladas anuales, se abastece por vía marítima a bodegas flotantes o terrestre por muelle, posee esquemas de fondeo normales, específicamente en balsas circulares.

Tomando esta referencia, principalmente la cantidad de toneladas producidas anualmente, se puede estimar el número total de peces, el número de jaulas instaladas y lo más importante, la cantidad de alimento diario entregado al momento de mayor demanda. Los valores estimados son entre 1.000.000 a 2.000.000 de peces, un número entre 20 a 30 jaulas circulares, y una entrega máxima de alimento aproximada de unas 25 a 35 toneladas diarias.

Analizando todos los datos estimados anteriormente, y tomando en cuenta las condiciones de diseño, se definen las características generales preliminares y forma de operar de la embarcación alimentadora.

Esta será una embarcación de tipo monocasco, de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), de capacidad total de carga no mayor que 20 Tons. de alimento, dos tolvas independientes, cada una de estas funciona con un soplador y válvula dosificadora independiente. Cada alimentador lo constituyen un motor eléctrico de tipo moto reductor de 12 VDC, un soplador de turbina o regenerativo accionado mediante un motor hidráulico, que es accionado por una toma de fuerza del motor principal, especialmente para estos usos accesorios. Es decir la embarcación alimentadora tiene la capacidad de alimentar dos jaulas simultáneamente, deberá tener cada alimentador la capacidad máxima de poder entregar 85 kg/min, a unos 18 – 20 mts. desde la baranda de la jaula, cada alimentador será controlado desde la caseta de control de la alimentación ubicada a proa, desde un tablero controlador, donde se le podrán ingresar los datos según sea la jaula a alimentar, como Kg de alimento a entregar o tiempo de alimentación, tasas a las cuales debe entregarse el alimento, etc., en este programador quedaran registrada toda la información a fin de analizar los rendimientos con posterioridad. El sistema de control de alimentación que se implemente será definido, hipotéticamente, por el armador, pudiendo

implementarse conos, cámara o conos sensores, cualquiera de estos sistemas es perfectamente compatible con el sistema de alimentación planteado por esta tesis.

La forma de operar es descrita como sigue, cargar en la bodega flotante o muelle, por medio de la grúa hidráulica propia de la embarcación, dirigirse al set a alimentar, tomar posición, en el caso de operar con balsas circulares, se dispondrán los tramos de manguera desde la jaula hasta este sitio, donde serán recuperadas y conectadas a las salidas de los alimentadores en la borda de la embarcación. En el caso de ser jaulas cuadradas será más sencillo aun, siguiendo el mismo principio se abarloada a un pasillo lateral conectándose a las mangueras correspondientes.

## **CAPÍTULO III**

### **PROYECTO DE LA EMBARCACIÓN**

#### **3.1 Perfil de Misión**

##### **3.1.1 Misión de la Embarcación.**

El propósito de esta embarcación es lograr ser una forma innovadora y efectiva de alimentación, capaz de satisfacer las distintas y exigentes demandas que hoy en día representa un centro de cultivo moderno de salmónes respecto de esta índole.

Será además de lo mencionado anteriormente, una embarcación multipropósito, y deberá poder cumplir tareas de apoyo, como lo es el traslado de personal o servir de plataforma en una cosecha o selección, etc.

##### **3.1.2 Zona de Operación.**

La Zona de Operación de esta embarcación es lógicamente la zona de ubicación geográfica de los centros para el cultivo del salmón, esto es desde Pto. Montt al Sur, la zona del Estuario del Reloncaví, canales de la zona de Chiloé insular y continental, Islas Guaitecas, zona de la XI Región de Aysen, en general donde sea apto para la instalación de un centro de cultivo. Se aclara que principalmente la embarcación estará diseñada para las tareas dentro del centro de cultivo, pero indudablemente estará preparada para la navegación entre centros cuando se deba disponer, pudiendo navegar en golfos o áreas de mayor oleaje y corriente siempre y cuando la Autoridad lo permita.

##### **3.1.2 Autonomía.**

La embarcación tendrá una Autonomía de 400 millas náuticas. Dicha Autonomía se toma considerando que aunque se sabe que las tareas típicas de la embarcación son dentro del centro de cultivo o entre centros de la misma área, la condición de multipropósito implica tareas esporádicas de apoyo a considerarse, por ejemplo, el remolque de diferentes estructuras, entre lugares mas alejados, traslado de personal, etc.

##### **3.1.3 Tripulación.**

De acuerdo a las necesidades de la embarcación, esta deberá ser operada en forma óptima por:

1 Capitán. Además encargado de la alimentación.

1 Tripulante. Además encargado de la operación y mantención de equipos.

##### **3.1.4 Capacidad de Pasajeros.**

La embarcación, y según una de las Condiciones de Diseño definidas en el Capítulo II principalmente en lo que se refiere al transporte de personal, deberá poder dar apoyo logístico según sea el caso, ya sea diariamente o esporádicamente, tareas de gran importancia debido a las condiciones geográficas de las zonas de cultivo.

Para tal efecto la embarcación tendrá la capacidad de transportar a 5 pasajeros, entiéndase dentro del caserío.

### **3.1.5 Capacidad de Carga.**

Para dimensionar la capacidad de carga de la embarcación en proyecto es necesario tener en cuenta la cantidad de alimento que será capaz de entregar diariamente los 2 alimentadores que posee la embarcación, para lo cual se efectúa un cálculo simple:

Basado en el Capítulo II, inciso **2.3**, en el cual se esboza un centro de cultivo tipo, y considerando siempre para los momentos de mayor demanda de alimentación, se tienen los siguientes datos:

- Un centro de cultivo en el cual se entregaran 28 - 30 toneladas de alimento diario.
- Un total de 24 jaulas circulares.
- Tiempo total disponible de alimentación de 8 horas.
- Disponibilidad de alimentar 2 jaulas simultáneamente.

Teniendo estos datos, se desarrolla el cálculo tomando en cuenta que la capacidad máxima de entrega de los alimentadores es de 85 Kg/min pero que esta velocidad difícilmente es utilizada en forma constante dentro de un evento de alimentación, para dicho efecto se determina un promedio de velocidad de entrega de 40 kg/min.

Por lo tanto, según los datos anteriores, la cantidad de alimento a entregar por jaula es aproximadamente de 1100 Kg, a una velocidad de 40 Kg/min, lo que nos entrega un tiempo de 32.5 minutos para entregar esa cantidad de alimento, considerando que un evento de alimentación nunca es continuo, mas bien es parcializado en pulsos de entrega según la apetencia del pez, se toma un tiempo real por evento de alimentación de aproximadamente 1 hora. Resumiendo, la embarcación alimentadora se demorara 1 hora en alimentar 2 jaulas, por lo tanto para alimentar 24 jaulas se demorara 12 horas, considerando 2 horas para efectos de recarga y maniobra de amarre a las estaciones de alimentación.

Con lo anterior se obtiene la cantidad de alimento que se entrega diariamente, dato con el cual se determina la capacidad de carga. Por otra parte tomando en cuenta que la embarcación podrá recargarse una vez al día, podríamos tomar como capacidad total de carga la mitad de la cantidad de alimento total a entregar diariamente, sin embargo por lo general, si dividimos una jornada de alimentación en mañana y tarde, estas nunca son iguales y dependiendo de la empresa puede ser mas fuerte por la mañana que por la tarde o viceversa, por lo tanto se determina que la capacidad máxima de carga de nuestra embarcación alimentadora será de 14.5 toneladas, dicha carga se distribuirá en dos tolvas de iguales características de 7.25 toneladas cada una.

### **3.1.6 Velocidad de Servicio.**

Considerando las características de la embarcación alimentadora, esta se proyectará para una velocidad de servicio de 9 Kn en condiciones normales de navegación a plena carga, teniendo en cuenta si, que esta velocidad proyectada no será utilizada en tramos de navegación dentro del centro de cultivo en tareas de alimentación, pero que será demandada cuando sea necesario traslado de personal entre diferentes puntos.

## **3.2 Especificaciones Técnicas.**

### **3.2.1 Requerimientos de Construcción.**

#### **3.2.1.1 Materiales.**

En este capítulo se hará una breve descripción de los materiales utilizados actualmente en la construcción de embarcaciones de plástico reforzado con fibra de vidrio ( PRFV ) y que serán considerados en el cálculo de costos de una embarcación tipo.

#### **3.2.1.2 Resinas.**

Las resinas de mayor uso en construcción naval son las resinas de poliéster insaturadas, la razón principal es su bajo costo y facilidad de aplicación, además de poseer excelentes propiedades químicas y mecánicas.

#### **3.2.1.3 Materiales de Refuerzo.**

Como es sabido, la fibra de vidrio es el material de refuerzo, de mayor uso en la construcción de embarcaciones y dentro de este material la forma de fieltros (MAT) y tejidos (Woven Roving) son los más utilizados.

#### **3.2.1.4 Materiales para Núcleos.**

Considerando la construcción de embarcaciones para uso comercial, es la espuma de poliuretano rígido, la de mayor utilización, la cual se emplea tanto para formas de refuerzos estructurales, como para estructuras sándwich.

#### **3.2.1.5 Acelerantes y Catalizadores.**

Como acelerantes se utilizan principalmente el naftetano de cobalto en proporciones que varían de acuerdo a las condiciones de trabajo y temperatura. Como catalizador se emplea el peróxido de metil-etil-cetona (MEK) en cantidades no menores que el 1% de la masa de resina.

#### **3.2.1.6 Rellenos y Pigmentos.**

El uso de estos materiales afecta las condiciones de polimerizado de la resina, el porcentaje de ambas no debe exceder un 10% de la masa de la resina, se recomienda un 2% para agentes tixotrópicos y 5% para retardantes contra fuego.

El empleo de pigmentos para dar color a una pieza o elemento constructivo, se debe considerar solamente para la preparación del gel-coats formulados con resinas poliéster isoftálicas.

### **3.2.2 Tipos de Construcción.**

Embarcaciones de plástico reforzados con fibra de vidrio pueden ser construidas de las siguientes formas:

- Laminados sin refuerzos (pequeñas construcciones monocasco).
- Laminados con refuerzos (construcción con cuadernas y longitudes).
- Construcción sándwich.

#### **3.2.2.1 Laminados sin Refuerzo.**

La forma más sencilla de construir una embarcación es utilizar un laminado sin refuerzos estructurales, el laminado está constituido de varias capas de fibras impregnadas con resina, el número de capas depende del tipo de fibra de vidrio y tamaño de la embarcación.

Este tipo de construcción es usado para pequeños botes abiertos de baja velocidad. No llevan ningún tipo de cuadernas ni longitudinales, la resistencia se logra a través de la incorporación de asientos, nervaduras en la forma de casco, borda, etc. Se debe evitar fabricar botes de formas planas y aprovechar al máximo las formas redondas que aportan mayor rigidez.

#### **3.2.2.2 Laminados con Refuerzos.**

Es nuestro caso, cuando el tamaño de la embarcación aumenta y las condiciones de servicio son más severas o cuando las superficies planas son requeridas, no basta con aumentar el espesor porque teóricamente es posible, esto resulta antieconómico. En este caso para obtener un mínimo peso y un bajo costo de construcción se deben agregar refuerzos al casco en forma de cuadernas y longitudinales para proveer resistencia al impacto. Se puede construir mediante una estructura longitudinal o transversal y en la elección de la orientación de los refuerzos generalmente se fabrican de espuma rígida de poliuretano con la forma del perfil y recubiertos con PRFV.

#### **3.2.2.3 Construcción Sandwich.**

Este es el más complejo sistema de construcción, y el más difícil de fabricar. Consiste en dos laminados de fibra de vidrio separados por un núcleo de espuma de bajo peso.

El propósito de este sistema es aumentar la rigidez de un panel plano aumentando el espesor sin uso de un laminado sólido. Un laminado sólido de similar espesor sería muy pesado y extremadamente costoso, además de presentar dificultades en el modelo. En muchos casos el uso de un sistema de construcción sándwich provee flotabilidad positiva a la embarcación en caso de avería.

### **3.2.3 Características Teóricas de Laminados.**

En líneas generales, las principales ventajas que ofrecen los plásticos reforzados, basados en una serie poco común de propiedades de orden físico, químicos, mecánicos y eléctrico, pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- a) Características mecánicas excepcionales, fácil y ampliamente adaptables a las necesidades.
- b) Resistencia específica superior a la de casi todos los metales y demás materiales de construcción.
- c) Grandes posibilidades de diseño y formación que permita lograr fácilmente cualquier forma por más compleja que sea.

- d) Muy elevada resistencia química y a la intemperie, inatacables por los mohos y microorganismos en general.
- e) Excelentes propiedades eléctricas valorizadas por una buena estabilidad dimensional, baja absorción de agua y elevada resistencia a las altas temperaturas.
- f) Posibilidad de obtener productos, translúcidos o con color directamente incorporado en su masa, prácticamente ninguna necesidad de mantenimiento.

Naturalmente los plásticos reforzados por su naturaleza acusan también algunas limitaciones en sus propiedades y en sus aplicaciones, debidas por ejemplo a su módulo de elasticidad relativamente bajo, a la imposibilidad de recuperar piezas y estructuras fuera de uso, dándoles una nueva forma.

Sin embargo, tratándose de materiales compuestos, con una infinidad de combinaciones posibles, la exacta apreciación cuantitativa de cada una de sus características ofrece un campo tan extenso de variaciones que evidentemente no puede ser abarcado en este capítulo, salvo bajo forma de algunos conceptos o indicaciones de tipo general.

Las propiedades finales de un plástico reforzado son siempre la resultante de una cantidad de factores y elementos capaces de combinar entre sí, de manera diferente y en proporción variable, que no solo influyen modificar y determinar sus características, sino que constituyen la razón misma de su versatilidad, basada justamente en la posibilidad de fabricarlos a medida por decirlo así para cada necesidad o aplicación particular.

Dentro de estas variables, las que pueden considerarse como fundamentales son:

- a) El tipo de refuerzo empleado y su orientación en la estructura, de lo cual dependen en su máxima parte las propiedades mecánicas del plástico reforzado.
- b) El tratamiento de las fibras de vidrio en función de la resina que se emplee destinado a crear las condiciones más apropiadas para una unión firme entre los dos componentes y a proteger los laminados, en las aplicaciones húmedas.
- c) El contenido de vidrio en el laminado, siendo la resistencia a la flexión, a la tracción y al impacto prácticamente proporcionales, dentro de otros límites, a dicho contenido. Los máximos contenidos de vidrio obtenibles son:
 

|         |                 |
|---------|-----------------|
| Fieltro | 30%-45% en peso |
| Tejidos | 50%-70% en peso |
- d) El tipo y la formulación de la resina poliéster o de la resina que se emplee, a lo que se vinculan algunas otras características físicas, mecánicas y eléctricas, pero principalmente resistencia química y a la intemperie.
- e) La cantidad y el tipo de cargas y aditivos especiales, que influyen de varias maneras sobre la calidad de los laminados.
- f) El sistema endurecedor y el ciclo de curado adoptados y desde luego la tecnología de fabricación utilizada y las condiciones de trabajo, que dentro de un mismo conjunto de elementos influye sobre los resultados finales.

#### **3.2.4 Selección de Laminados.**

Teniendo presente que cada clase de resina y cada tipo de refuerzo tienen sus propias características, como también el número inmenso de combinaciones posibles, es fácil, comprender la variedad casi infinita de laminados y por lo tanto la serie de propiedades que pueden obtenerse.

A continuación se indican los típicos esquemas de laminados usados en embarcaciones los cuales están aprobados por las principales sociedades de clasificación de buques, en forma general son los siguientes:

- a) Laminados solamente de MAT.
- b) Laminados solamente de Woven Roving.
- c) Alternadas capas de MAT y Woven Roving.
- d) Distribución simétrica de MAT y Woven Roving.

Para los cuatro casos indicados anteriormente existen dos variables que son el porcentaje de fibra de vidrio y el peso\*m2 de fibra de vidrio.

En el Anexo 1 se muestran una serie de tablas con los diferentes resultados de espesor, peso de resina y peso de fibra de vidrio para diferentes números de capas de laminado, esta información es básica para el cálculo de costos de material según el esquema seleccionado.

### 3.2.5 Disposición General.

La embarcación deberá contar con la siguiente distribución:

- Puente de gobierno y acomodaciones, a proa.
- Caseta de operación de equipos alimentadores.
- Cubierta de trabajo con tapas de tolvas.
- Baño para tripulación y pasajeros.

De acuerdo a los antecedentes expuestos en los párrafos anteriores, y por medio de un estudio del anteproyecto, se propone diseñar y proyectar la embarcación alimentadora multipropósito con las siguientes características principales:

|                        |   |       |         |
|------------------------|---|-------|---------|
| Eslora máxima          | : | 14    | m.      |
| Eslora en Cubierta     | : | 13.18 | m.      |
| Eslora en Flotación    | : | 12.84 | m.      |
| Manga Moldeada         | : | 5     | m.      |
| Puntal                 | : | 1.6   | m.      |
| Calado de Diseño       | : | 1     | m.      |
| Capacidad de Carga     | : | 14.5  | Tn.     |
| Velocidad              | : | 9     | Kn.     |
| Capacidad de Estanques |   |       |         |
| Combustible            | : | 400   | litros  |
| Agua Dulce             | : | 250   | litros. |

### **3.3 Reglamentación**

La Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional es la institución encargada en nuestro país para hacer cumplir las exigencias en todo lo referente a la construcción y seguridad de las embarcaciones para asegurar la vida del hombre en el mar.

El no cumplimiento de estas exigencias traerá como resultado la no autorización para navegar.

Para este proyecto serán aplicables las siguientes Reglamentaciones:

- Reglamento Para el Control de la Contaminación Acuática ( Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante D.O. N°34.419, 92/11/18 ).

- Reglamento General de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República. D.S. N° 1.340, 1941.

- Reglamento del Registro de Naves y Artefactos Navales. D.S. N° 163, 1981.

- Reglamento de Arqueo de los Buques de Comercio. D.S. N° 1.811, 1960.

- Reglamento para el Equipo en los Cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de la M.M y Especiales. D.S. N° 102, 1991.

- Reglamento para la Construcción, Reparaciones y Conservación de las Naves Mercantes y Especiales. D.S. N° 146, 1987.

- Reglamento para Fijar Dotaciones de seguridad en las Naves de la M.M y Naves Especiales. D.S N° 482, 1973.

- Convenio para la Seguridad de la Vida en el Mar, 1974 en su forma Enmendada "SOLAS 74".

- Manual de Inscripción de Naves y Artefactos Navales Menores. Res. DGTM y M.M Ord. N° 12.600/200, 27-01-97.

- Directrices FAO/OIT/OMI de Aplicación Voluntaria Para el Proyecto y el Equipo de Buques Pesqueros Pequeños. Res. DGTM y M.M Ord. N° 12.600/3022-D VRS. 20-10-90.

- Código de Seguridad para pescadores y Buques Pesqueros. Res. DGTM y M.M Ord. N° 12.600/3062-A-VRS.

- Reglamento General de Radiocomunicaciones del Servicio Móvil Marítimo. D.S N° 734. 1987.

- Reglamento de las Comisiones de Inspección de Naves. D.S N° 70. 1985

En los Reglamentos anteriores las embarcaciones estarán catalogadas por su Arqueo Bruto o Eslora, y tipo de embarcación. Para ello, en nuestro caso, se considerará un Arqueo Bruto de 27 TRG.

#### **3.3.1 Equipos e Instrumentos.**

Las naves de carga, de pasaje y pesqueras y los artefactos navales menores, según corresponda, deberán tener el equipamiento de Supervivencia, y de Navegación y Maniobras que se detalla mas adelante. En este caso para naves de entre 25 a 50 TRG., para la nave en proyecto es lo siguiente:

#### Equipamiento de Supervivencia

- 4 Aros salvavidas
- 11 Chalecos salvavidas
- 7 Ayudas térmicas
- 1 Balsa salvavidas para 8 personas, con zafa hidrostática

#### Elementos, Artículos, Equipos e Instrumentos de Navegación y Maniobras

- 1 Compás magnético
- 1 Tablilla de desvíos del compás
- Luces de navegación
- 1 Escandallo con línea de 50 mts. y plomada
- Radar
- 1 Tabla de mareas
- Lista de faros
- Cartas de navegación de la región que navegue
- Cuadro de choques y abordajes
- Folleto de instrucciones para navegación en cercanías de la costa
- 1 Bitácora de mar y puerto
- 1 Libro de ordenes del Capitán
- 1 Anteojos prismáticos
- 1 Reglas paralelas
- 1 Compás de punta seca
- 2 Escuadras
- 1 Pito o sirena
- 1 Campana
- 3 Esferas negras
- 1 Barómetro aneroide o barógrafo
- 6 Cohetes lanza bengala con paracaídas
- 6 Bengalas de mano
- 3 Señales fumígenas
- 1 Caja estanca para señales luminosas
- 2 Linternas
- 1 Ancla de leva
- 1 Cabrestante
- Cadena con 3 paños de cadena con un largo mínimo de 60 mts.
- Ancloste de repuesto
- 4 Cabos de 3" o 4" de mena y un largo mínimo de 40 mts.
- 2 Bicheros
- 1 Bomba de achique mecánica
- 1 Bomba de achique manual
- Botiquín

### Equipamiento de Radiocomunicaciones de Naves Menores

- 1 Transceptor de VHF, con potencia máxima de 25 Watts
- Licencia de estación de barco
- Un miembro de la dotación deberá estar en posesión del correspondiente certificado de Operador Radiotelefonista, categoría restringido
- Placa instalada sobre el equipo, con señal distintiva de llamada
- Cuadro con las instrucciones resumidas de socorro, urgencia y seguridad para casos de emergencia
- Bitácora para el registro de las comunicaciones
- Cartilla Radiotelefónica del servicio Móvil Marítimo
- Reloj de diámetro 12.5 cms.
- Señal distintiva de llamada, deberá ir pintada en ambas bandas del puente o caserío, en forma visible y dimensiones apropiadas.
- Un aparato radiotelefónico bidireccional de ondas métricas
- Un respondedor de radar

### **3.3.2 Exigencias Armatoriales.**

Para poder diseñar, proyectar y construir una embarcación, la Autoridad Marítima establece ciertas obligaciones; una de ellas indica que los planos de toda embarcación deberán ser presentados en triplicado ante dicha autoridad, con el objeto de ser aprobados por ella. Solo después de ratificada su aprobación se puede proceder por parte del Astillero a la construcción.

Las exigencias ordenadas por la Autoridad Marítima se establecen en el "Reglamento para la Construcción, Reparación y Conservación de las Naves Mercantes y Especiales" ( aprobado por D.S. ( M ) N°146/1987 ).

Los siguientes son los planos exigidos por la Autoridad.

- Plano de arreglo general
- Plano de circuitos de instalaciones eléctricas
- Plano de circuitos de achique y combustible
- Plano de líneas
- Plano de seguridad, incluido elementos de supervivencia, de lucha contra incendio y luces de navegación
- Curvas hidrostáticas y de estabilidad
- Cuaderna maestra y secciones típicas

### **3.3.3 Prevención de la Contaminación.**

La legislación vigente aplicable en este sentido es el "Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática" ( D.O. N°34419/1992 ), además de MARPOL 73/78, en su edición refundida 1991.

Por lo tanto, dando cumplimiento a estas disposiciones, la embarcación en proyecto contará con un estanque de retención de aguas sucias, para las aguas de baños sentinas, y un estanque de retención de aguas contaminadas por hidrocarburos para las aguas de sentina de sala de máquinas.

Para dar mayor claridad a la reglamentación vigente antes señalada, se incluirá un extracto de ellos.

Extracto del "Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática".

## **Titulo I**

**Artículo 2º.** Se prohíbe absolutamente arrojar lastre, escombros o basura y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas, de cualquier especie, que ocasionen o puedan ocasionar daños o perjuicios en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional y en puertos, ríos y lagos.

### **Capítulo 2º, Párrafo Segundo**

**Artículo 36º.** Se prohíbe la descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas, a toda nave o artefacto naval, en aguas interiores, puertos y canales, salvo que se trate exclusivamente de descargas de:

- Aguas de Sentinas de los espacios de máquinas, no contaminadas con hidrocarburos.
- Aguas no contaminadas con hidrocarburos transportados como carga.
- Hidrocarburos o mezclas oleosas cuyo contenido de hidrocarburos no exceda de 15 partes

por millón. En este caso, la nave o artefacto naval deberá tener en funcionamiento un equipo filtrador de hidrocarburos, el que estará provisto de un dispositivo de detención que garantice que la descarga se detenga automáticamente cuando el contenido de hidrocarburos de aquella exceda de 15 partes por millón.

**Artículo 37º.** Toda nave o artefacto naval que no pueda cumplir con lo dispuesto en el artículo anterior, deberá retener sus residuos a bordo descargarlos en instalaciones de recepción aptas. En caso que no las hubiere, la Dirección General podrá autorizar su eliminación de forma que no ocasione daños o perjuicios en el medio ambiente marino.

### **Capítulo 5º, Párrafo Tercero.**

**Artículo 92º.** Se prohíbe efectuar descargas de aguas sucias a toda nave o artefacto naval en el mar, salvo que:

- Efectúe descargas a una distancia superior a 4 millas marinas de la tierra más próxima, si las aguas sucias han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas.
- Efectúe la descarga a una distancia mayor de 12 millas marinas de la tierra más próxima, si las aguas sucias no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas.

**Artículo 94º.** Se prohíbe efectuar descargas de aguas sucias en aguas interiores. Tales descargas deberán efectuarse en las instalaciones de recepción adecuadas para tal efecto.

**Artículo 97º.** No constituirá infracción al presente capítulo la descarga de aguas sucias, cuando sea necesario para proteger la seguridad de la nave y su tripulación o para salvar vidas humanas en el mar.

## **Capítulo 6°.**

**Artículo 99°.** En las aguas interiores se prohíbe echar al agua cualquier tipo de basura y materias plásticas, incluyendo cabuyería y redes de pesca de fibras sintéticas.

Extracto de "MARPOL 73/78", Edición refundida 1991, Anexo IV.

### **Regla 8**

#### **Descarga de Aguas Sucias**

1) A reserva de las disposiciones de la Regla 9 del presente anexo, se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar a menos que se cumplan las siguientes condiciones:

a) Que el buque efectúe la descarga a una distancia superior a 4 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema homologado por la Administración, de acuerdo con la Regla 3 1) a), o a una distancia mayor que 12 millas marinas si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas. En cualquier caso, las aguas sucias que hayan estado almacenadas en los tanques de retención no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, hallándose el buque en ruta navegando a velocidad no menor que 4 Kn. Dicho régimen de descarga será aprobado por la Administración basándose en normas elaboradas por la Organización; o

b) Que el buque utilice una instalación para el tratamiento de las aguas sucias que hayan sido certificada por la Administración en el sentido de que cumple las prescripciones operativas mencionadas en la Regla 3 1) a) i) del presente anexo, y

i) que se consignen en el Certificado de prevención de la contaminación por aguas sucias ( 1973 ) los resultados de los ensayos a que fue sometida la instalación;

ii) que, además, el afluente no produzca sólidos flotantes visibles, ni ocasione decoloración, en las aguas circundantes; o

c) Que el buque se encuentre en las aguas sometidas a la jurisdicción de un Estado y este descargando aguas sucias cumpliendo prescripciones menos rigurosas que pudiera implantar dicho Estado.

2) Cuando las aguas sucias estén mezcladas con residuos o aguas residuales para los que rijan prescripciones de descarga diferentes, se les aplicarán las prescripciones de descarga más rigurosas.

### **Regla 9**

#### **Excepciones**

La Regla 8 del presente anexo no se aplicará:

c) A la descarga de las aguas sucias de un buque cuando sea necesaria para proteger la seguridad de un buque y de las personas que lleve a bordo, o para salvar vidas en el mar;

b) A la descarga de aguas sucias resultante de averías sufridas por un buque, o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado toda suerte de precauciones razonables para atajar o reducir a un mínimo tal descarga.

## Regla 10

### Instalaciones de Recepción

1) Los Gobiernos de las Partes del Convenio se comprometen a garantizar que en los puertos y terminales se establecerán las instalaciones de recepción de aguas sucias con capacidad adecuada para que los buques que las utilicen no tengan que sufrir demoras innecesarias.

2) Los Gobiernos de las Partes notificarán a la Organización, para que esta lo comunique a las Partes interesadas, todo los casos en que las instalaciones establecidas en cumplimiento de esta Regla les parezcan inadecuadas.

## Regla 11

### Conexión Universal a Tierra

Para que sea posible acoplar el conducto de las instalaciones de recepción con el conducto de descarga del buque, ambos estarán provistos de una conexión universal cuyas dimensiones se ajustarán a las indicadas en la siguiente tabla:

| Descripción  | Dimensión  |
|--|--|
| Diámetro Exterior  | 210 mm   |
| Diámetro Interior  | De acuerdo con el diámetro exterior de conducto  |
| Diámetro de Circulo de Pernos  | 170 mm   |
| Ranuras de la Brida  | 4 agujeros de 18 mm de diámetro equidistantes colocados en el círculo de pernos del diámetro citado y prolongados hasta la periferia de la brida por una ranura de 18 mm de ancho. |
| Espesor de la Brida  | 16 mm  |
| Pernos y Tuercas: Cantidad y Diámetro  | 4 de 16 mm de diámetro y de longitud adecuada  |
| La brida estará proyectada para acoplar conductos de un diámetro interior máximo de 10 mm y será de acero u otro material equivalente con una cara plana. La brida y su empaquetadura se calcularán para una presión de servicio de 6 Kg/cm <sup>2</sup> . |  |

Para los buques cuyo puntal de trazado sea igual o inferior a 5 m, el diámetro interior de la conexión de descarga podrá ser de 38 mm.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROYECTO DE ARQUITECTURA**

#### **4.1 Elección de las Formas del Casco**

Uno de los factores que ha influido para que un proyecto adquiriera especial preocupación, ha sido la necesidad de que los costos de operación sean cada vez menores. Esto se traduce, por una parte, en la disminución de potencia instalada con el consiguiente ahorro en el consumo de combustible, sin que esto implique una alteración de la velocidad operacional. Para conseguir dichos propósitos, es posible utilizar algunos recursos como: una optimización de la forma del casco, incorporación de apéndices adecuados, reducir los pesos de la embarcación, etc.

Por eso, a través de los años, una de las tareas más importantes en el que hacer de Arquitectos o Ingenieros Navales ha sido proyectar naves que tiendan a disminuir la resistencia al avance, mejorar las formas del proyecto y características de este, ya sea coeficientes, momentos, volúmenes, pesos, etc.

La elección de la forma del casco es una etapa compleja, que consiste fundamentalmente en unificar criterios desde perspectivas que inicialmente parecen divergentes ( pero que persiguen obtener la mejor embarcación), y convertirlas en una idea convergente en pos del diseño de la forma del casco más adecuado desde las distintas perspectivas. Las siguientes perspectivas son las que han de considerarse, ya que de alguna manera influyen en la elección de las formas:

#### **4.2 Requerimientos del Armador**

Estos son preponderantes, y tienen especial importancia para definir las características de aplicación y funcionalidad, es decir que el armador es quien establece lo que desea obtener de la embarcación, y con ello se determina la capacidad de carga, habitabilidad, cubierta de trabajo, etc., vale decir, con esto se establecen las características principales.

En resumen, nuestra embarcación deberá contar con:

- Una capacidad de carga de 14.5 Tons. de alimento para salmones a granel ubicado en dos tolvas de forma apropiada para el escurrimiento del alimento y de igual tamaño las dos, ubicadas una atrás de la otra.
- Disponer de una cubierta lo más despejada posible a fin de facilitar labores propias de un centro de cultivo en ella, equipada con herramientas de apoyo ( grúa, winche, bitas, etc ).
- Líneas del casco tales que permitan la navegabilidad en malas condiciones de mar, dentro de su radio de acción, esto es una proa alta y buen bota ola.
- Puente a proa y caseta de control de la alimentación en la parte superior de este.
- Sistema eficiente de alimentación, que alcance tasas de alimentación apropiadas, dosificación precisa y control amigable y eficiente.

### **4.3 Condiciones de Navegación.**

A la hora de desarrollar el Proyecto de Arquitectura lógicamente se deberá considerar la zona en que navegará, de acuerdo a esto se tomará el comportamiento del mar en esa zona y sus parámetros principales, índice de oleaje, velocidad el viento, profundidad, corrientes marinas, atracaderos, entre otros, por lo tanto estos factores tendrán incidencia en la forma de la carena.

### **4.4 Requerimientos de Construcción**

Dice relación directa con las formas del casco y su manera de construirse, ya que se debe proyectar y diseñar de manera que en etapa de construcción se enfrenten la menor cantidad de dificultades constructivas, como sea posible.

Sobre la base anterior se han tomado las siguientes consideraciones:

- Las formas del casco serán fácilmente desarrollables, lo cual es muy importante para disminuir los problemas constructivos.

- Se ha tenido en cuenta que la embarcación será de similar diseño a los construidos para prestar servicio en otros países, especialmente Noruega, de modo de aprovechar la buena experiencia y resultados que estas embarcaciones han dado.

- Todos los materiales serán de la calidad especificada, y la mano de obra calificada.

- Todos los materiales serán de primer uso.

- Las cubiertas tendrán una brusca normal para permitir el escurrimiento de agua.

- El casco es en V, tiene pantoque a lo largo de toda su eslora, y cerrado por medio de una cubierta resistente continua. Longitudinalmente, el casco esta dividido por medio de dos mamparos estancos, uno a proa de sala de maquinas y otro en proa que forma el racel de proa. Así, el casco quedara dividido en tres compartimientos estancos que darán gran seguridad en caso de avería.

- Además los estanques de combustibles y tolvas colaboraran a la resistencia estructural.

### **4.5 Condiciones de Gobierno**

En el proyecto de esta embarcación, la capacidad de gobierno y su propulsión esta determinada por el sistema más convencional, es decir eje propulsor que traspasa el casco a través de una bocina, hélice y timón. Es importante el diseño de la parte del casco en popa, ya que influye en la forma que el flujo de agua llega a la hélice y de esta al timón; por ello se diseñará con curvas o inflexiones suaves que no generen grandes cambios de presión y vórtices.

Al realizar un buen diseño de esta zona del casco se obtendrá una mejor capacidad de gobierno y evolutiva de la embarcación, con lo que resultará una embarcación que responda eficientemente a las exigencias operacionales.

Para que el Ingeniero defina las formas en el plano de líneas, se dispone de diversas alternativas, entre ellas se pueden mencionar por ejemplo, utilizar hojas de datos de resistencia de modelos conocidos ( "Model Resistance Data Sheets" ), en los cuales se encuentra toda la información necesaria para realizar un plano de líneas ( tal como dimensiones, secciones transversales, coeficientes de forma,

desplazamientos, etc. ). Otra alternativa es que el proyectista, de acuerdo a su experiencia, sea quien determine las formas. Una tercera alternativa es utilizar datos de buques que se encuentran construidos y que tengan cierta similitud con el que se desea proyectar, es decir un buque base. Ver Anexo 1. Buque Base.

En este caso se optará por la tercera alternativa para el desarrollo del plano de líneas. Las embarcaciones que se consideren como referencias deben tener cierta similitud en algunos parámetros tales como los coeficientes de formas ( $C_P, C_B, C_M$ ), y las relaciones adimensionales ( $L/B, L/T, B/T$ ).

De acuerdo a las consideraciones expuestas anteriormente se ha diseñado el plano de formas. Ver Anexo 5. PL1

#### 4.6 Características Hidrostáticas

Para obtener las características hidrostáticas de la embarcación en proyecto se utilizará el software computacional Maxsurf. En el se modelan las formas del casco, el programa calcula los diferentes parámetros tales como Desplazamiento ( $\Delta$ ), coeficientes de forma, etc. Maxsurf además posee un módulo llamado HydroMax, con el que se obtienen las Curvas Hidrostáticas, e ingresando valores de L.C.G y V.C.G para diferentes condiciones de carga realiza una evaluación preliminar de la estabilidad de la embarcación comparando con criterios predeterminados, en este caso IMO para buques pesqueros. Estos cálculos tienen el carácter de preliminar, ya que solo una vez construida la embarcación se puede obtener el centro de gravedad real mediante la prueba de inclinación.

Antes de entregar los valores dados por el software se mostrara en la Figura N° 4.1 el sistema de coordenadas que se asignara al programa.

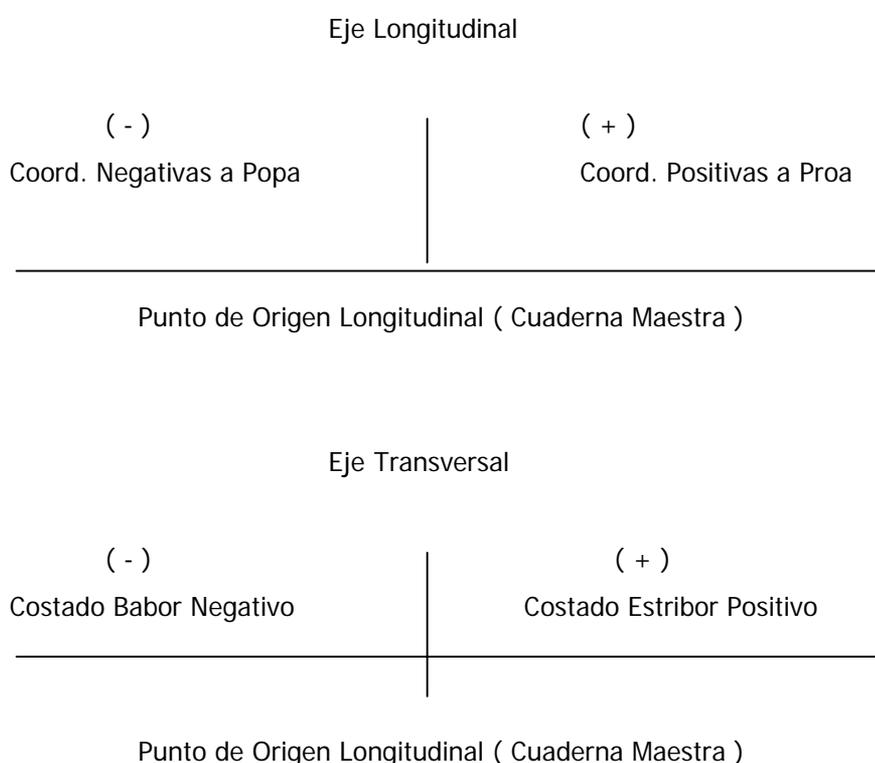


Figura N° 4.1. Sistema de Referencia de Coordenadas Maxsurf.

En las páginas siguientes se presentan las tablas obtenidas mediante el software, cabe destacar que el ingreso de datos, en relación a las líneas de agua es diferente al del plano de líneas, esto con el objetivo de lograr un cálculo más preciso.

Antes de entregar los datos obtenidos se explicaran los términos utilizados.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Draft ( mts. )                 | : Se refiere a los calados analizados.  |
| Displacement tonne             | : El peso desplazado en toneladas ( Tn. ) .   |
| Draft at FP m                  | : Calado en la proa ( mts. ).   |
| Draft at AP m                  | : Calado en la popa ( mts. ).   |
| Draft at LCF m                 | : Calado en el LCF ( mts. ).  |
| Trim m                         | : Trimado ( mts. ).   |
| WL Length m                    | : Eslora en flotación ( mts. ).   |
| WL Beam m                      | : Manga en flotación ( mts. ).  |
| Wetted Area m <sup>2</sup>     | : Superficie mojada ( mts <sup>2</sup> . )  |
| Waterplane Area m <sup>2</sup> | : Area del plano de flotación ( mts <sup>2</sup> . )  |
| Prismatic Coeff.               | : Coeficiente Prismático.   |
| Block Coeff.                   | : Coeficiente de Block.   |
| Midship Area Coeff.            | : Coeficiente de Area de la Sección Maestra.  |
| Waterplane Area Coeff.         | : Coeficiente de Area del Plano de Flotación.   |
| LCB to Amidsh. m               | : Posición longitudinal del centro de boyantes, respecto de la sección maestra ( mts. )               |
| LCF to Amidsh. m               | : Posición longitudinal del centroide del plano de flotación, respecto de la sección maestra ( mts. ) |
| KB m                           | : Posición vertical del centro de boyantes, respecto de la quilla ( mts. ).                           |
| KG m                           | : Posición vertical del centro de gravedad, respecto de la quilla ( mts. ).                           |
| KMt m                          | : Altura metacentrica transversal ( mts. )  |
| KML m                          | : Altura metacentrica longitudinal ( mts. ).  |
| TPc tonne/cm                   | : Toneladas por centimetro de inmersion ( Tn./cm).  |
| MTc tonne.m                    | : Momento de cambio de asiento ( Tn. x mts. )   |

## Hydrostatics - Tesis

Fixed Trim = 0 m

Specific Gravity = 1.025

|    |                              | Draft<br>Amidsh. 2<br>m | Draft<br>Amidsh.<br>1.931 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.862 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.793 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.724 m |
|----|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1  | Displacement tonne           | 85.6                    | 81.4                        | 77.3                        | 73.2                        | 69.1                        |
| 2  | Heel degrees                 | 0 deg.                  | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      |
| 3  | Draft at FP m                | 2.000                   | 1.931                       | 1.862                       | 1.793                       | 1.724                       |
| 4  | Draft at AP m                | 2.000                   | 1.931                       | 1.862                       | 1.793                       | 1.724                       |
| 5  | Draft at LCF m               | 2.000                   | 1.931                       | 1.862                       | 1.793                       | 1.724                       |
| 6  | Trim m                       | 0.000                   | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       |
| 7  | WL Length m                  | 13.409                  | 13.370                      | 13.331                      | 13.292                      | 13.253                      |
| 8  | WL Beam m                    | 4.963                   | 4.950                       | 4.938                       | 4.925                       | 4.912                       |
| 9  | Wetted Area m <sup>2</sup>   | 92.715                  | 90.414                      | 88.116                      | 85.850                      | 83.572                      |
| 10 | Waterpl. Area m <sup>2</sup> | 59.230                  | 58.753                      | 58.275                      | 57.829                      | 57.363                      |
| 11 | Prismatic Coeff.             | 0.781                   | 0.779                       | 0.776                       | 0.773                       | 0.769                       |
| 12 | Block Coeff.                 | 0.627                   | 0.621                       | 0.615                       | 0.608                       | 0.601                       |
| 13 | Midship Area Coeff.          | 0.806                   | 0.801                       | 0.796                       | 0.790                       | 0.784                       |
| 14 | Waterpl. Area Coeff.         | 0.890                   | 0.888                       | 0.885                       | 0.883                       | 0.881                       |
| 15 | LCB to Amidsh. m             | 0.447 Aft               | 0.451 Aft                   | 0.454 Aft                   | 0.455 Aft                   | 0.455 Aft                   |
| 16 | LCF to Amidsh. m             | 0.351 Aft               | 0.381 Aft                   | 0.411 Aft                   | 0.439 Aft                   | 0.469 Aft                   |
| 17 | KB m                         | 1.235                   | 1.198                       | 1.161                       | 1.123                       | 1.086                       |
| 18 | KG m                         | 1.000                   | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       |
| 19 | BMt m                        | 1.302                   | 1.348                       | 1.400                       | 1.457                       | 1.521                       |
| 20 | BML m                        | 9.075                   | 9.376                       | 9.703                       | 10.085                      | 10.490                      |
| 21 | GMt m                        | 1.537                   | 1.547                       | 1.561                       | 1.580                       | 1.607                       |
| 22 | GML m                        | 9.311                   | 9.574                       | 9.864                       | 10.208                      | 10.576                      |
| 23 | KMt m                        | 2.537                   | 2.547                       | 2.561                       | 2.580                       | 2.607                       |
| 24 | KML m                        | 10.311                  | 10.574                      | 10.864                      | 11.208                      | 11.576                      |
| 25 | TPc tonne/cm                 | 0.607                   | 0.602                       | 0.597                       | 0.593                       | 0.588                       |
| 26 | MTc tonne.m                  | 0.622                   | 0.608                       | 0.595                       | 0.583                       | 0.570                       |

|    | Draft<br>Amidsh.<br>1.655 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.586 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.517 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.448 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.379 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.31 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.241 m |
|----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 65.1                        | 61.1                        | 57.1                        | 53.1                        | 49.23                       | 45.35                      | 41.49                       |
| 2  | 0 deg.                      | 0 deg.                     | 0 deg.                      |
| 3  | 1.655                       | 1.586                       | 1.517                       | 1.448                       | 1.379                       | 1.310                      | 1.241                       |
| 4  | 1.655                       | 1.586                       | 1.517                       | 1.448                       | 1.379                       | 1.310                      | 1.241                       |
| 5  | 1.655                       | 1.586                       | 1.517                       | 1.448                       | 1.379                       | 1.310                      | 1.241                       |
| 6  | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                      | 0.000                       |
| 7  | 13.214                      | 13.175                      | 13.136                      | 13.097                      | 13.057                      | 13.018                     | 12.979                      |
| 8  | 4.899                       | 4.887                       | 4.874                       | 4.861                       | 4.849                       | 4.836                      | 4.823                       |
| 9  | 81.306                      | 79.044                      | 76.815                      | 74.576                      | 72.347                      | 70.119                     | 67.915                      |
| 10 | 56.908                      | 56.452                      | 56.031                      | 55.591                      | 55.158                      | 54.721                     | 54.305                      |
| 11 | 0.766                       | 0.762                       | 0.757                       | 0.752                       | 0.746                       | 0.739                      | 0.731                       |
| 12 | 0.592                       | 0.583                       | 0.573                       | 0.562                       | 0.550                       | 0.536                      | 0.521                       |
| 13 | 0.777                       | 0.770                       | 0.762                       | 0.752                       | 0.742                       | 0.731                      | 0.718                       |
| 14 | 0.879                       | 0.877                       | 0.875                       | 0.873                       | 0.871                       | 0.869                      | 0.867                       |
| 15 | 0.454 Aft                   | 0.450 Aft                   | 0.443 Aft                   | 0.434 Aft                   | 0.421 Aft                   | 0.404 Aft                  | 0.381 Aft                   |
| 16 | 0.498 Aft                   | 0.528 Aft                   | 0.553 Aft                   | 0.582 Aft                   | 0.610 Aft                   | 0.639 Aft                  | 0.665 Aft                   |
| 17 | 1.048                       | 1.011                       | 0.973                       | 0.935                       | 0.897                       | 0.859                      | 0.820                       |
| 18 | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                      | 1.000                       |
| 19 | 1.592                       | 1.673                       | 1.764                       | 1.869                       | 1.990                       | 2.131                      | 2.297                       |
| 20 | 10.948                      | 11.458                      | 12.065                      | 12.735                      | 13.511                      | 14.405                     | 15.482                      |
| 21 | 1.641                       | 1.684                       | 1.737                       | 1.804                       | 1.887                       | 1.990                      | 2.117                       |
| 22 | 10.996                      | 11.469                      | 12.038                      | 12.671                      | 13.408                      | 14.264                     | 15.302                      |
| 23 | 2.641                       | 2.684                       | 2.737                       | 2.804                       | 2.887                       | 2.990                      | 3.117                       |
| 24 | 11.996                      | 12.469                      | 13.038                      | 13.671                      | 14.408                      | 15.264                     | 16.302                      |
| 25 | 0.583                       | 0.579                       | 0.574                       | 0.570                       | 0.565                       | 0.561                      | 0.557                       |
| 26 | 0.558                       | 0.547                       | 0.536                       | 0.526                       | 0.515                       | 0.505                      | 0.495                       |

|    | Draft<br>Amidsh.<br>1.172 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.103 m | Draft<br>Amidsh.<br>1.034 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.966 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.897 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.828 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.759 m |
|----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 37.67                       | 33.87                       | 30.12                       | 26.43                       | 22.83                       | 19.36                       | 16.07                       |
| 2  | 0 deg.                      |
| 3  | 1.172                       | 1.103                       | 1.034                       | 0.966                       | 0.897                       | 0.828                       | 0.759                       |
| 4  | 1.172                       | 1.103                       | 1.034                       | 0.966                       | 0.897                       | 0.828                       | 0.759                       |
| 5  | 1.172                       | 1.103                       | 1.034                       | 0.966                       | 0.897                       | 0.828                       | 0.759                       |
| 6  | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       |
| 7  | 12.940                      | 12.901                      | 12.862                      | 12.823                      | 12.784                      | 12.745                      | 12.706                      |
| 8  | 4.810                       | 4.798                       | 4.785                       | 4.772                       | 4.760                       | 4.747                       | 4.734                       |
| 9  | 65.704                      | 63.481                      | 61.136                      | 58.482                      | 55.500                      | 52.169                      | 48.431                      |
| 10 | 53.872                      | 53.410                      | 52.742                      | 51.628                      | 50.033                      | 47.912                      | 45.172                      |
| 11 | 0.721                       | 0.710                       | 0.697                       | 0.682                       | 0.664                       | 0.645                       | 0.626                       |
| 12 | 0.503                       | 0.484                       | 0.461                       | 0.436                       | 0.408                       | 0.377                       | 0.343                       |
| 13 | 0.703                       | 0.687                       | 0.668                       | 0.646                       | 0.621                       | 0.591                       | 0.555                       |
| 14 | 0.865                       | 0.863                       | 0.857                       | 0.844                       | 0.822                       | 0.792                       | 0.751                       |
| 15 | 0.351 Aft                   | 0.311 Aft                   | 0.258 Aft                   | 0.192 Aft                   | 0.114 Aft                   | 0.025 Aft                   | 0.075 Fwd                   |
| 16 | 0.694 Aft                   | 0.724 Aft                   | 0.738 Aft                   | 0.714 Aft                   | 0.655 Aft                   | 0.566 Aft                   | 0.446 Aft                   |
| 17 | 0.781                       | 0.741                       | 0.700                       | 0.658                       | 0.615                       | 0.571                       | 0.525                       |
| 18 | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       |
| 19 | 2.495                       | 2.734                       | 2.997                       | 3.258                       | 3.527                       | 3.812                       | 4.096                       |
| 20 | 16.747                      | 18.249                      | 19.905                      | 21.540                      | 23.170                      | 24.795                      | 26.396                      |
| 21 | 2.276                       | 2.475                       | 2.697                       | 2.916                       | 3.142                       | 3.383                       | 3.621                       |
| 22 | 16.527                      | 17.990                      | 19.605                      | 21.198                      | 22.785                      | 24.366                      | 25.921                      |
| 23 | 3.276                       | 3.475                       | 3.697                       | 3.916                       | 4.142                       | 4.383                       | 4.621                       |
| 24 | 17.527                      | 18.990                      | 20.605                      | 22.198                      | 23.785                      | 25.366                      | 26.921                      |
| 25 | 0.552                       | 0.548                       | 0.541                       | 0.529                       | 0.513                       | 0.491                       | 0.463                       |
| 26 | 0.486                       | 0.476                       | 0.461                       | 0.437                       | 0.406                       | 0.368                       | 0.325                       |

|    | Draft<br>Amidsh.<br>0.69 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.621 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.552 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.483 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.414 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.345 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.276 m |
|----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 13.00                      | 10.24                       | 7.84                        | 5.80                        | 4.100                       | 2.727                       | 1.659                       |
| 2  | 0 deg.                     | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      |
| 3  | 0.690                      | 0.621                       | 0.552                       | 0.483                       | 0.414                       | 0.345                       | 0.276                       |
| 4  | 0.690                      | 0.621                       | 0.552                       | 0.483                       | 0.414                       | 0.345                       | 0.276                       |
| 5  | 0.690                      | 0.621                       | 0.552                       | 0.483                       | 0.414                       | 0.345                       | 0.276                       |
| 6  | 0.000                      | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       |
| 7  | 12.666                     | 12.441                      | 11.977                      | 11.503                      | 11.016                      | 10.487                      | 9.873                       |
| 8  | 4.605                      | 4.342                       | 3.857                       | 3.372                       | 2.886                       | 2.403                       | 1.919                       |
| 9  | 43.996                     | 38.853                      | 33.285                      | 28.006                      | 23.006                      | 18.274                      | 13.838                      |
| 10 | 41.370                     | 36.612                      | 31.355                      | 26.377                      | 21.666                      | 17.211                      | 13.036                      |
| 11 | 0.607                      | 0.598                       | 0.603                       | 0.607                       | 0.611                       | 0.615                       | 0.623                       |
| 12 | 0.315                      | 0.298                       | 0.300                       | 0.302                       | 0.304                       | 0.306                       | 0.310                       |
| 13 | 0.523                      | 0.500                       | 0.500                       | 0.500                       | 0.500                       | 0.500                       | 0.500                       |
| 14 | 0.709                      | 0.678                       | 0.679                       | 0.680                       | 0.681                       | 0.683                       | 0.688                       |
| 15 | 0.181 Fwd                  | 0.292 Fwd                   | 0.403 Fwd                   | 0.517 Fwd                   | 0.636 Fwd                   | 0.761 Fwd                   | 0.894 Fwd                   |
| 16 | 0.306 Aft                  | 0.146 Aft                   | 0.006 Fwd                   | 0.157 Fwd                   | 0.311 Fwd                   | 0.473 Fwd                   | 0.642 Fwd                   |
| 17 | 0.478                      | 0.430                       | 0.382                       | 0.334                       | 0.286                       | 0.238                       | 0.190                       |
| 18 | 1.000                      | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       |
| 19 | 4.197                      | 4.026                       | 3.557                       | 3.095                       | 2.639                       | 2.189                       | 1.742                       |
| 20 | 27.787                     | 28.767                      | 29.891                      | 31.443                      | 33.569                      | 36.439                      | 40.717                      |
| 21 | 3.675                      | 3.456                       | 2.939                       | 2.429                       | 1.925                       | 1.426                       | 0.932                       |
| 22 | 27.265                     | 28.197                      | 29.272                      | 30.776                      | 32.855                      | 35.677                      | 39.907                      |
| 23 | 4.675                      | 4.456                       | 3.939                       | 3.429                       | 2.925                       | 2.426                       | 1.932                       |
| 24 | 28.265                     | 29.197                      | 30.272                      | 31.776                      | 33.855                      | 36.677                      | 40.907                      |
| 25 | 0.424                      | 0.375                       | 0.321                       | 0.270                       | 0.222                       | 0.176                       | 0.134                       |
| 26 | 0.277                      | 0.225                       | 0.179                       | 0.139                       | 0.105                       | 0.076                       | 0.052                       |

|    | Draft<br>Amidsh.<br>0.207 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.138 m | Draft<br>Amidsh.<br>0.069 m | Draft Amidsh. 0 m |
|----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1  | 0.876                       | 0.3575                      | 0.0776                      | 0.0000            |
| 2  | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.                      | 0 deg.            |
| 3  | 0.207                       | 0.138                       | 0.069                       | 0.000             |
| 4  | 0.207                       | 0.138                       | 0.069                       | 0.000             |
| 5  | 0.207                       | 0.138                       | 0.069                       | 0.000             |
| 6  | 0.000                       | 0.000                       | 0.000                       | 0.000             |
| 7  | 9.230                       | 8.362                       | 7.188                       | 1.203             |
| 8  | 1.436                       | 0.954                       | 0.473                       | 0.000             |
| 9  | 9.706                       | 5.917                       | 2.557                       | 0.000             |
| 10 | 9.148                       | 5.581                       | 2.416                       | 0.000             |
| 11 | 0.627                       | 0.639                       | 0.649                       | 0.060             |
| 12 | 0.312                       | 0.317                       | 0.322                       | 20.079            |
| 13 | 0.500                       | 0.500                       | 0.500                       | 4194304.500       |
| 14 | 0.690                       | 0.699                       | 0.710                       | 0.670             |
| 15 | 1.043 Fwd                   | 1.220 Fwd                   | 1.458 Fwd                   | 2.872 Fwd         |
| 16 | 0.827 Fwd                   | 1.040 Fwd                   | 1.322 Fwd                   | 2.307 Fwd         |
| 17 | 0.142                       | 0.095                       | 0.047                       | 0.986             |
| 18 | 1.000                       | 1.000                       | 1.000                       | 1.000             |
| 19 | 1.300                       | 0.861                       | 0.427                       | 0.000             |
| 20 | 47.460                      | 59.637                      | 89.768                      | 188.905           |
| 21 | 0.442                       | -0.044                      | -0.526                      | -0.014            |
| 22 | 46.602                      | 58.732                      | 88.815                      | 188.891           |
| 23 | 1.442                       | 0.956                       | 0.474                       | 0.986             |
| 24 | 47.602                      | 59.732                      | 89.815                      | 189.891           |
| 25 | 0.094                       | 0.057                       | 0.025                       | 0.000             |
| 26 | 0.032                       | 0.016                       | 0.005                       | 0.000             |
|    |                             |                             |                             |                   |

#### 4.7 Estimación Preliminar de Pesos

De modo de obtener algunas características hidrostáticas importantes ( Calado, Coeficiente de Block, etc. ) en condición de plena carga se realiza una estimación preliminar de pesos de nuestra embarcación.

|    |                                       | Peso Tn. |
|----|---------------------------------------|----------|
| 1  | Carga                                 | 14.5     |
| 2  | Casco                                 | 7.6      |
| 3  | Cubierta + Superestructura            | 0.7      |
| 4  | Combustible, Lubricantes y Agua Dulce | 2.2      |
| 5  | Tripulacion                           | 0.25     |
| 6  | Equipos Sala de Maquinas              | 0.75     |
| 7  | Equipos e Instalaciones               | 1.5      |
| 8  | Equipos Alimentacion                  | 0.75     |
| 9  |                                       |          |
| 10 | Total                                 | 28.25    |

Para este valor de desplazamiento los valores de las características hidrostáticas son las siguientes.

## Hydrostatics – Tesis Calado 1 metro

Fixed Trim = 0 m

Specific Gravity = 1.025

|    |                              | Draft Amidsh. 1 m |
|----|------------------------------|-------------------|
| 1  | Displacement tonne           | 28.25             |
| 2  | Heel degrees                 | 0 deg.            |
| 3  | Draft at FP m                | 1.000             |
| 4  | Draft at AP m                | 1.000             |
| 5  | Draft at LCF m               | 1.000             |
| 6  | Trim m                       | 0.000             |
| 7  | WL Length m                  | 12.843            |
| 8  | WL Beam m                    | 4.778             |
| 9  | Wetted Area m <sup>2</sup>   | 59.826            |
| 10 | Waterpl. Area m <sup>2</sup> | 52.227            |
| 11 | Prismatic Coeff.             | 0.689             |
| 12 | Block Coeff.                 | 0.449             |
| 13 | Midship Area Coeff.          | 0.657             |
| 14 | Waterpl. Area Coeff.         | 0.851             |
| 15 | LCB to Amidsh. m             | 0.227 Aft         |
| 16 | LCF to Amidsh. m             | 0.732 Aft         |
| 17 | KB m                         | 0.679             |
| 18 | KG m                         | 1.000             |
| 19 | BMt m                        | 3.127             |
| 20 | BML m                        | 20.728            |
| 21 | GMt m                        | 2.807             |
| 22 | GML m                        | 20.407            |
| 23 | KMt m                        | 3.807             |
| 24 | KML m                        | 21.407            |
| 25 | TPc tonne/cm                 | 0.535             |
| 26 | MTc tonne.m                  | 0.450             |

## **CAPÍTULO V**

### **PROYECTO ESTRUCTURAL**

#### **5.1 GENERAL**

##### **5.1.1 Introducción**

El presente cuadernillo de escantillonado se ha realizado bajo las reglas de la Casa de Clasificación y Construcción de Embarcaciones de Plástico Reforzado del ABS ( American Bureau of Shipping ) de 1978 para embarcaciones menores de 61 mts.

##### **5.1.2 Características Principales**

|                     |   |                   |
|---------------------|---|-------------------|
| Tipo de embarcación | = | Lancha Motorizada |
| L.O.A               | = | 14.00 mts.        |
| Lpp                 | = | 12.83 mts.        |
| Bmax                | = | 5.00 mts.         |
| Bwl                 | = | 4.77 mts.         |
| T                   | = | 1.00 mts          |
| D                   | = | 1.60 mts          |
| Cb                  | = | 0.44              |
| Cp                  | = | 0.68              |
| Cm                  | = | 0.64              |

#### **5.2 MATERIAL**

Los requerimientos de escantillonados en FRP obtenidos en esta regla están basados en un laminado con resina de poliéster de propósito general y de capas alternadas de Mat y Woven Robin de FV con un contenido mínimo de fibra de vidrio de 35% de peso.

### 5.2.1 Propiedades Físicas Mínimas del Laminado Básico

El laminado básico de PRFV debe tener como mínimo las siguientes propiedades físicas. A menos que se diga lo contrario, las propiedades que son entregadas están en la dirección de la fibra.

|   | Kg/mm <sup>2</sup> |
|---|--------------------|
| Resistencia a la flexión                      | 17.5               |
| Módulo de flexión                             | 770                |
| Resistencia a la tensión                      | 12.6               |
| Módulo de tensión                             | 700                |
| Resistencia al corte perpendicular a la fibra | 7.7                |
| Resistencia al corte paralelo a la fibra      | 6.3                |
| Módulo de corte paralelo a la fibra           | 315                |
| Resistencia al corte entre láminas            | 0.7                |
| Resistencia a la compresión                   | 11.9               |
| Módulo de compresión                          | 700                |

#### 5.2.2.1 Espesor de Laminado (Mínimo)

Todos los requerimientos de espesores de laminado de esta regla son basados en capas de Resina-Mat teniendo un espesor igual a 0.25 mm por 100 gr de Mat por m<sup>2</sup> de laminado, y capas de Resina- Woven-Roving teniendo un espesor igual a 0.16 mm por 100 de Woven-Roving por m<sup>2</sup> de laminado.

#### 5.2.2.2 Laminado Utilizando Materiales de Reforzamiento Unidireccional

Cuando son empleados materiales de reforzamiento unidireccional, deberá mantenerse un balance suficiente de propiedades entre las direcciones de la deformación y la trama para prevenir fallas en el laminado debido a esfuerzos distintos de los primarios. El mínimo esfuerzo de laminación permitido en la dirección de la trama es obtenido de multiplicar el esfuerzo mínimo del laminado en la dirección de la deformación por el siguiente factor.

| Miembro                                | Esf. dirección trama / Esf. dirección deformación |
|--|---|
| Relación de aspecto del panel = 1      | 0.8   |
| Relación de aspecto del panel $\geq$ 2 | 0.33  |
| Rigidez                                | 0.25  |

Para paneles con Relación de aspecto entre 1 y 2 el factor a obtener debe interpolarse.

Los escantillonados requeridos de los miembros fabricados con materiales unidireccionales son determinados al multiplicar los escantillonados requeridos de esta Regla por los siguientes factores.

|                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
|                                | Kg / mm <sup>2</sup> |
| Espesor de laminado monolítico | $\sqrt{(17.5 / F)}$  |
| Espesor de laminado sándwich   | $24.5 / (T + C)$     |
| Área del refuerzo              | $7.7 / S$            |
| Inercia del refuerzo           | $770 / E$            |

F = Esfuerzo de flexión verificado del laminado unidireccional en Kg / mm<sup>2</sup>.

### 5.3 FONDO

#### 5.3.1 Planchaje del fondo

##### 5.3.1.1 General

El planchaje del fondo se refiere al laminado monolítico en PRFV desde la quilla hasta 150 mm sobre la línea de agua de diseño.

##### 5.3.1.2 Laminado Monolítico

a) Embarcaciones de desplazamiento. El espesor del laminado del fondo en embarcaciones de desplazamiento no debe ser menor que los obtenidos por la siguiente ecuación:

$$t = 0.0510 s \sqrt[3]{(k h)} \quad \text{mm}$$

t = espesor en mm

s = envergadura del lado mas corto del panel en mm

k = coeficiente que varía con la Relación de Aspecto de los paneles del planchaje del fondo según el Cuadro 5.1. Ver Anexo 2

h = distancia en mts. desde el canto más bajo hasta la cubierta de francobordo en el costado.

Cálculo :

h = 1.6 mts.

k = 0.019

s = 1000 mm.

t = 17 mm.

b) Plancha de Quilla vertical y Skegs. El espesor y ancho de la plancha de quilla vertical, ver Anexo 7, PL 3, no debe ser menor que lo obtenido por la siguiente ecuación.

$$t_1 = 1.5 t \quad \text{mm.}$$

$$w = 0.25 H \quad \text{mm.}$$

- $t_1$  = espesor de la quilla o skegs en mm.
- $t$  = espesor del planchaje del fondo en mm.
- $w$  = ancho de la quilla en m.
- $H$  = máxima profundidad de la quilla o skeg en mm.
- $H$  = 200 mm

El espesor y ancho de la quilla debe mantenerse desde el espejo hasta la roda.  
 Cuando una zapata es añadida al fondo o a un skeg, el escantillonado debe ser incrementado.

Cálculo:

$$t_1 = 26 \quad \text{mm.} \qquad w = 50 \quad \text{mm.}$$

c) Pantoque. En embarcaciones con pantoque pronunciado el espesor del planchaje del costado en el canto no debe ser menor que la obtenida por la siguiente ecuación.

$$t_1 = 1.5 t \quad \text{mm.} \qquad w = B / 40 \quad \text{mts.}$$

- $t_1$  = espesor del planchaje del pantoque en el canto en mm.
- $t$  = espesor del planchaje del fondo en mm.
- $w$  = ancho en mts.
- $B$  = manga de la embarcación.

Cálculo:

$$t_1 = 26 \quad \text{mm.} \qquad w = 0.125 \quad \text{mts.}$$

### 5.3.2 Estructura del Fondo

#### 5.3.2.1 General

Todo el planchaje del fondo esta soportado por vigas longitudinales, bulárcamas o mamparos transversales o ambos, todos estos elementos se unen a sus miembros soportantes.

#### 5.3.2.2 Vagras

Las vagras se extienden desde lo más a proa hasta lo más a popa. Los miembros estructurales longitudinales como wing tanks, mamparos, longitudinales de motores, quillas verticales y skegs pueden ser considerados como vagras. El espacio máximo entre vagras puede ser de 2.44 m.

a) Embarcaciones de desplazamiento. El módulo de sección SM y momento de inercia I de cada vagra del fondo en embarcaciones de desplazamiento, en asociación con el planchaje al cual la vagra es unida, no puede ser menor que la obtenida por la siguiente ecuación:

PRFV

$$\begin{aligned} SM &= 19.38 c h s l^2 && \text{cm}^3 \\ I &= 34.85 c h s l^3 && \text{cm}^4 \end{aligned}$$

$$c = 0.9$$

h = altura en mts. desde el centro del área soportada por la vagra hasta la cubierta en el costado.

s = espacio entre vagras en mts.

L = envergadura no soportada por las vagras en mts.

Cálculo:

$$c = 0.9$$

$$h = 1.26 \text{ mts.}$$

$$s = 1.18 \text{ mts.}$$

$$L = 1 \text{ mts}$$

$$SM = 25.93 \text{ cm}^3$$

$$I = 46.63 \text{ cm}^4$$

### 5.3.2.3 Varengas.

Pueden requerirse para calzar el motor o en forma adicional para soportar mástiles, quillas con bulbo, ejes y timones.

### 5.3.2.4 Cuadernas.

a) Embarcaciones de desplazamiento. El módulo de sección S y momento de inercia I de cada cuaderna del fondo de FRP, en forma apropiada al pantoque o parte superior de este, en asociación con el planchaje al cual la cuaderna es unida, no debe ser menor que la siguiente ecuación:

PRFV

$$\begin{aligned} SM &= 19.38 c h s l^2 && \text{cm}^3 \\ I &= 34.85 c h s l^3 && \text{cm}^4 \end{aligned}$$

$$c = 0.85 \text{ para cuadernas transversales.}$$

$$= 1.08 \text{ para cuadernas longitudinales.}$$

L = envergadura no soportada en mts.

h = distancia vertical en mts., desde la mitad de L hasta la cubierta de francobordo en el costado

s = envergadura entre cuadernas en mts.

Cálculo:

c = 0.85

L = 1.18 mts.

h = 1.26 mts.

s = 1 mts.

SM = 28.90 cm<sup>2</sup>

I = 61.33 cm<sup>4</sup>

## 5.4 COSTADO

### 5.4.1 Planchaje del Costado

#### 5.4.1.1 General

Planchaje del costado se refiere al laminado monolítico PRFV desde 150 mm sobre la línea de agua de carga hasta el costado de la cubierta de francobordo.

#### 5.4.1.2 Laminado Monolítico

a) Paneles planos.. El espesor del laminado del costado en paneles planos o efectivamente planos no será menor que el obtenido en la siguiente ecuación:

$$t = 0.0510 s \sqrt[3]{(k h)} \quad \text{mm.}$$

t = espesor en mm.

s = envergadura del lado corto del panel en mm.

k = envergadura que varía con la Relación de Aspecto como se muestra en el Cuadro 5.1. Ver Anexo 2.

h = distancia en mts. desde el canto inferior del planchaje hasta la cubierta de francobordo.

Cálculo:

t = 11 mm

s = 600 mm

k = 0.026

h = 0.93 mts.

R.A = 1.7

b) Traca de cinta. El espesor de la traca de cinta en embarcaciones que tienen eslora L de o más grande que 30 m no será menor que una y media veces el espesor requerido por el planchaje del costado. El espesor de la traca de cinta debe mantenerse en la mitad de la embarcación 0.5 L, y podrá ser gradualmente reducida según el requerimiento del espesor del costado a proa y popa de 0.5 L. El ancho de cada traca de cinta no debe ser menor que 0.02 L.

## 5.4.2 Estructura del Costado

### 5.4.2.1 General.

Todo el planchaje del costado esta soportado por bulárcamas o mamparos transversales o ambos; y (cuando sea necesario ) por refuerzos longitudinales, o combinación de longitudinales y cuadernas.

### 5.4.2.2 Vagras

Todas las embarcaciones que tengan un puntal sobre el pantoque superior a 2.44 m tienen vagras laterales. La distancia máxima entre vagras y hasta el tope de la cubierta de francobordo en el costado es de 2.44 mts. El módulo de sección SM y el momento de inercia I para cada vagra de PRFV en asociación con el planchaje al cual la vagra es unida no será menor que el resultado obtenido por la siguiente formula:

PRFV

$$\begin{aligned} SM &= 19.38 c h s l^2 && \text{cm}^3 \\ I &= 34.85 c h s l^3 && \text{cm}^4 \end{aligned}$$

$$c = 0.9$$

s = altura principal del área del costado soportada por la vagra en mts.

h = distancia vertical en mts. desde la mitad de s hasta el costado de la cubierta de francobordo.

L = envergadura en mts. entre cuadernas o entre cuaderna y mamparo.

Cálculo:

$$c = 0.9$$

$$s = 1.53 \text{ mts.}$$

$$L = 1 \text{ mts.}$$

$$h = 0.5 \text{ mts.}$$

$$SM = 13.34 \text{ cm}^3$$

$$I = 23.99 \text{ cm}^4$$

#### 5.4.2.4 Cuadernas.

El módulo de sección SM y el momento de inercia I de cada cuaderna de PRFV, apropiadamente, cualquier longitudinal o transversal, sobre el pantoque, con el planchaje al cual la cuaderna es unida, no será menor que el obtenido por la siguiente ecuación:

$$SM = 19.38 c h s l^2 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 34.85 c h s l^3 \quad \text{cm}^4$$

$$c = 1.0$$

$$s = \text{espacio entre cuadernas en mts.}$$

$$h = \text{distancia vertical en mts. desde una cuaderna longitudinal o desde la mitad de una cuaderna vertical hasta la cubierta de francobordo en el costado.}$$

$$L = \text{envergadura no soportada en línea recta en mts.}$$

Cálculo:

$$c = 1$$

$$s = 1 \quad \text{mts.}$$

$$h = 0.5 \quad \text{mts.}$$

$$L = 0.5 \quad \text{mts.}$$

$$SM = 2.42 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 2.18 \quad \text{cm}^4$$

## 5.5 MAMPAROS ESTANCOS

### 5.5.1 General

Todos las embarcaciones tienen eslora L, definida anteriormente, y excediendo 15 mts. deben proveerse de Mamparos Estancos de acuerdo a la regla. La localización, extensión, y arreglos de cada uno debe ser indicada en planos.

### 5.5.2 Disposición de los Mamparos Estancos

#### 5.5.2.1 Mamparos de Colisión

Los Mamparos de Colisión deben ser ubicados a no menos de 0.05 L atrás de la perpendicular de proa. Los Mamparos deben ser intactos excepto por penetraciones permitidas y se extenderán hasta la línea de francobordo.

#### 5.2.2.2 Sala de Máquinas

La Sala de Máquinas es cerrada por Mamparos Estancos que se extienden hasta la cubierta de francobordo.

### 5.5.2.3 Pañol de Cadenas

El pañol de cadenas está localizado a proa del Mamparo de Colisión o extendiéndose dentro del pique de proa siendo estancos.

### 5.5.3 Construcción del Mamparo Estanco

#### 5.5.3.1 Planchaje

El espesor del planchaje del Mamparo estanco no debe ser menor que el obtenido de la siguiente ecuación:

$$t = 0.0404 s \sqrt[3]{k h} \quad \text{mm.}$$

t = espesor en mm.

s = envergadura del lado corto del panel de planchaje en mm.

h = distancia desde el canto inferior del planchaje a la cubierta donde llega el mamparo en el centro en mts.

k = coeficiente que varía con la Relación de Aspecto del panel del planchaje del mamparo como es mostrado en el Cuadro 5.1. Ver Anexo 2.

Cálculo:

s = 600 mm.

h = 1.6 mts.

k = 0.026

R.A = 2

t = 10 mm

#### 5.5.3.2 Refuerzos

El módulo de sección SM y el momento de inercia I de cada esloras horizontal o web vertical que soporta el mamparo, en asociación con el planchaje al cual los refuerzos son unidos, no deben ser menores que los obtenidos de las siguientes ecuaciones:

PRFV

$$SM = 19.38 c h s l^2 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 34.85 c h s l^3 \quad \text{cm}^4$$

c = 0.6

l = envergadura no soportada de la esloras o web en mts.

s = suma en mts. de las mitades de las longitudes en cada lado de los refuerzos.

$h$  = distancia vertical en mts. a la cubierta de mamparos en el centro desde la mitad de la longitud de  $s$  en el caso de esloras horizontales o desde la mitad de  $l$  en el caso de web vertical.

El módulo de sección y momento de inercia de las esloras y webs son incrementados en un 25% por sobre el módulo de sección y momento de inercia de las esloras y webs en un mamparo ordinario.

Cálculo:

$$c = 0.6$$

$$L = 0.6 \quad \text{mts.}$$

$$s = 1.2 \quad \text{mts.}$$

$$h = 1.2 \quad \text{mts.}$$

$$SM = 6.03 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 6.50 \quad \text{cm}^4$$

Para mamparos de colisión

$$SM = 7.53 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 8.12 \quad \text{cm}^4$$

## 5.6 CUBIERTAS

### 5.6.1 General

Cuando la cubierta es moldeada íntegramente con cabinas de costado, carpinterías, o otros componentes, los requerimientos de esta sección solo se aplicarán a la porción de cubierta.

### 5.6.2 Espesores de Cubierta

Los espesores de cada cubierta no pueden ser menores que los obtenidos de la siguiente ecuación:

#### 5.6.2.1 Laminado Monolítico

$$t = 0.0642 s \sqrt[3]{(k c h)} \quad \text{mm.}$$

$t$  = espesor en mm.

$s$  = espaciamiento de baos en mm.

$k$  = coeficiente que varía con la Relación de Aspecto del planchaje de cubierta que es mostrado en el Cuadro 5.1. Ver Anexo 2..

$c$  = 0.7 para cualquier cubierta.

$h$  = altura en mts. como sigue

h para cualquiera no menor que la obtenida de la correspondiente ecuación siguiente ( donde L es igual a la eslora entre perpendiculares que es igual a 12.83 m ).

Cálculo:

$$s = 1000 \text{ mm}$$

$$k = 0.028$$

$$c = 0.7$$

a)Embarcaciones de servicio sin restricción.

1.Cubierta de francobordo expuesta:

$$h_1 = 0.02 L + 0.76 \text{ mts.}$$

Cálculo:

$$h_1 = 1.01686 \text{ mts.}$$

2.Cubierta de castillo, cubierta de superestructura delante de la sección media 0.5 L:

$$h_2 = 0.02 L + 0.46 \text{ mts.}$$

Cálculo:

$$h_2 = 0.71686 \text{ mts}$$

3.Cubierta de francobordo dentro de la superestructura, cualquier cubierta bajo la cubierta de francobordo, cubierta de superestructura entre 0.25 L delante y 0.2 L atrás de la sección media:

$$h_3 = 0.01 L + 0.61 \text{ mts.}$$

Cálculo:

$$h_3 = 0.73843 \text{ mts.}$$

$$t_1 = 19 \text{ mm.}$$

$$t_2 = 15 \text{ mm.}$$

$$t_3 = 16 \text{ mm.}$$

4. Todas las otras localizaciones:

$$h = 0.01 L + 0.30 \text{ mts.}$$

### 5.6.3 Baos de cubierta

#### 5.6.3.1 Espaciamiento

Los baos pueden ser fijados transversalmente o longitudinalmente. Baos transversales, cuando son fijados así, son fijados en todas las cuadernas en las tapas de los tanques, tapas de túneles y mamparos

#### 5.6.3.2 Escantillonado

El módulo de sección SM y el momento de inercia I de cada bao longitudinal y transversal en asociación con la plancha a la cual es fijada no puede ser menor que el obtenido de las siguientes ecuaciones:

a) Baos de FRP

$$\begin{aligned} SM &= 19.38 c h s l^2 && \text{cm}^3 \\ I &= 34.85 c h s l^3 && \text{cm}^4 \end{aligned}$$

c = 0.7 para cualquier bao

s = espaciamento entre baos en mts.

l = longitud no soportada del bao en mts.

h<sub>1</sub> = altura en mts. como fue determinada en **5.6.2.1**

Cálculo:

$$c = 0.7$$

$$s = 1 \quad \text{mts.}$$

$$L = 1.25 \quad \text{mts.}$$

$$h_1 = 1.01686 \text{ mts.}$$

$$SM_1 = 21.55 \quad \text{cm}^3$$

$$I_1 = 48.45 \quad \text{cm}^4$$

## 5.6.4 Esloras de Cubierta y Transversales

### 5.6.4.1 General

Las esloras o transversales son fijados como soporte requerido transversal o longitudinal a los baos de cubierta, incluyendo sus extremos en los perímetros de las cabinas de carga o caserío. Además las esloras o transversales son fijados como soporte requerido para las cargas concentradas

### 5.6.4.2 Escantillonado

El módulo de sección SM y el momento de inercia I de cada eslora de cubierta o transversal en asociación con el planchaje al cual es fijado no debe ser menor que lo obtenido de la siguiente ecuación:

a) Esloras y transversales de FRP:

$$\begin{aligned} SM &= 19.38 c h s l^2 && \text{cm}^3 \\ I &= 34.85 c h s l^3 && \text{cm}^4 \end{aligned}$$

c = 0.6 para cualquier eslora o transversal.

s = ancho principal ( en el caso de un longitudinal ) o longitud principal ( en el caso de un transversal ) en mts. de el área de la cubierta soportada.

L = longitud no soportada de la eslora o transversal en mts.

h = altura en mts. determinada en **5.6.2.1**

Cálculo:

$$c = 0.6$$

$$s = 1 \quad \text{mts.}$$

$$L = 1.25 \quad \text{mts.}$$

$$h_1 = 1.01686 \quad \text{mts.}$$

$$SM_1 = 18.48 \quad \text{cm}^3$$

$$I_1 = 41.53 \quad \text{cm}^4$$

## 5.7 SUPERESTRUCTURA Y CASERÍO

### 5.7.1 General

Para propósitos de esta regla una superestructura es una estructura encerrada por la cubierta de francobordo teniendo planchas de costado que no superen hacia adentro del planchaje del costado del casco un 4% de la manga de la embarcación. Una caseta es una estructura encerrada por la cubierta de francobordo teniendo planchas de costado que sean mayor hacia adentro del planchaje del costado del casco un 4% de la manga de la embarcación.

## 5.7.2 Cargas de Diseño

Las cargas de diseño para calcular el escantillonado de la superestructura y caserío no debe ser menor que el obtenido por las siguientes ecuaciones:

### 5.7.2.1 Extremo frontal

a) Para embarcaciones sin restricción de servicio.

$$h_1 = 0.0199 L + 0.51 \text{ m.}$$

### 5.7.2.2 Costados y extremo posterior

a) Embarcaciones sin restricción de servicio.

$$h_2 = 0.0159 L + 0.27 \text{ m.}$$

h = columna de diseño.

L = longitud de la embarcación en mts. igual a 12.83 mts.

Cálculo:

$$h_1 = 0.79 \text{ mts.}$$

$$h_2 = 0.49 \text{ mts.}$$

## 5.7.3 Planchaje

### 5.7.3.1 Planchaje del costado de la superestructura

El espesor del planchaje de la superestructura en el costado no debe ser menor que el obtenido en 5.4.1.2 que es igual a 11 mm.

### 5.7.3.2 Laminación Monolítica

a) Paneles planos. El espesor del planchaje monolítico en PRFV planos o efectivamente paneles planos en los costados de la superestructura y casetas y extremos de mamparos no debe ser menor que el obtenido en las siguientes ecuaciones :

$$t = 0.0510 s \sqrt[3]{(k h)} \text{ mm}$$

t = espesor en mm.

s = envergadura del lado mas corto del panel del planchaje en mm.

k = coeficiente que varía con la Relación de Aspecto del panel de planchaje según el Cuadro 5.1. Ver Anexo 2.

Cálculo:

$$s = 625 \text{ mm.}$$

$$k = 0.028$$

$$h_1 = 0.79 \text{ mts.}$$

$$h_2 = 0.49 \text{ mts.}$$

$$t_1 = 10 \text{ mm}$$

$$t_2 = 9 \text{ mm}$$

#### 5.7.4 Refuerzos

El módulo de sección SM y el momento de inercia I de cada lado o extremo de mamparo reforzado en asociación con el planchaje al cual es sujeto no debe ser menor que el obtenido por las siguientes fórmulas:

##### 5.7.4.1 Refuerzos de PRFV.

$$SM = 19.38 c h s l^2 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 34.85 c h s l^3 \quad \text{cm}^4$$

$$c = 1$$

h = columna de diseño obtenida desde **5.7.2**

s = espaciamiento de refuerzos en m.

L = altura moldeada de la superestructura o caseta en mts., o en caso de refuerzos horizontales, espaciamiento entre mamparos, mamparos parciales, o bulárcamas en mts.

Cálculo:

$$c = 1$$

$$l_1 = 2 \text{ mts.} \quad l_2 = 2 \text{ mts.}$$

$$h_1 = 0.79 \text{ mts.} \quad h_2 = 0.49 \text{ mts.}$$

$$SM_1 = 45.85 \text{ cm}^3 \quad SM_2 = 34.37 \text{ cm}^3$$

$$I_1 = 164.90 \text{ cm}^4 \quad I_2 = 103 \text{ cm}^4$$

#### 5.8 RESUMEN DE ESCANTILLONES

A continuación el Cuadro N° 5.2 presenta un resumen de los espesores de planchaje calculados según el Reglamento de Construcción (ABS), y junto a estos los espesores de construcción. Para el caso de refuerzos estructurales lo que se obtiene son módulos de sección los cuales se resumen en el Cuadro N° 5.3, en esta situación se debe determinar la altura (h), ancho (b) y espesor del refuerzo, medidas que deben tener un módulo mayor al exigido por el reglamento. La forma rectangular del perfil se obtiene

mediante un núcleo de espuma de poliuretano, el cual va recubierto con las capas correspondientes al esquema de laminado que se determinó.

**CUADRO N° 5.2**

**ESCANTILLONES DE PLANHAJE**

| <b>ITEM</b>                              | <b>ESPEJOR SEGÚN REGLAMENTO<br/>(mm)</b> |
|--|--|
| <b>PLANHAJE DEL FONDO DEL CASCO</b>      | 17                                       |
| <b>PLANHAJE DEL COSTADO DEL CASCO</b>    | 11                                       |
| <b>MAMPAROS</b>                          | 10                                       |
| <b>CUBIERTAS</b>                         | 19                                       |
| <b>SUPERESTRUCTURA PROA</b>              | 10                                       |
| <b>SUPERESTRUCTURA COSTADOS Y CASETA</b> | 9  |

**CUADRO N° 5.3****ESCANTILLONES REFUERZOS ESTRUCTURALES**

**Nota:** (h) corresponde a la altura del perfil en mm. (b) corresponde al ancho del perfil, para refuerzos de forma rectangular.

| <b>ITEM</b>   | <b>MS SEGÚN<br/>REGLAMENTO<br/>(cm<sup>3</sup>)</b> | <b>ESPESOR<br/>mm</b> | <b>h<br/>mm</b> | <b>b<br/>mm</b> |
|---|---|-----------------------|-----------------|-----------------|
| <b>QUILLA</b>                                       | 1167.41   | 26                    | 200             | 50              |
| <b>CUADERNAS TRANSVERSALES</b>                      | 28.90   | 6                     | 55              | 30              |
| <b>ESLORAS LONGITUDINALES</b>                       | 25.93   | 6                     | 40              | 40              |
| <b>REFUERZO VERTICAL MAMPAROS</b>                   | 6.03  | 6                     | 40              | 30              |
| <b>REFUERZO HORIZONTAL MAMPAROS</b>                 | 6.03  | 6                     | 40              | 30              |
| <b>BAOS CUBIERTA</b>                                | 21.55   | 6                     | 40              | 30              |
| <b>ESLORAS CUBIERTA</b>                             | 18.48   | 6                     | 40              | 30              |
| <b>REFUERZOS FRONTALES SUPERESTRUCTURA</b>          | 45.85   | 4                     | 40              | 30              |
| <b>REFUERZOS LATERALES SUPERESTRUCTURA Y CASETA</b> | 34.37   | 4                     | 40              | 30              |
| <b>FUNDACIÓN MOTOR</b>                              |   | 10                    | 200             | 120             |
| <b>RODA</b>   | 568   | 26                    | 150             | 80              |

## **CAPÍTULO VI**

### **MAQUINARIA Y EQUIPOS**

En este capítulo se realizarán los cálculos necesarios para determinar los circuitos principales que están implementados en la embarcación, también se establecerán los elementos de amarre y fondeo, cálculo del timón, línea de eje y hélice. Todo esto a excepción del cálculo de la potencia propulsora y cálculo de hélice se realizará de acuerdo a recomendaciones de la Casa de Clasificación utilizada hasta ahora, el ABS. Se deberá tener en cuenta que la embarcación en anteproyecto es del tipo Servicio Sin Restricción, ya que es de uso comercial.

#### **6.1 POTENCIA PROPULSORA.**

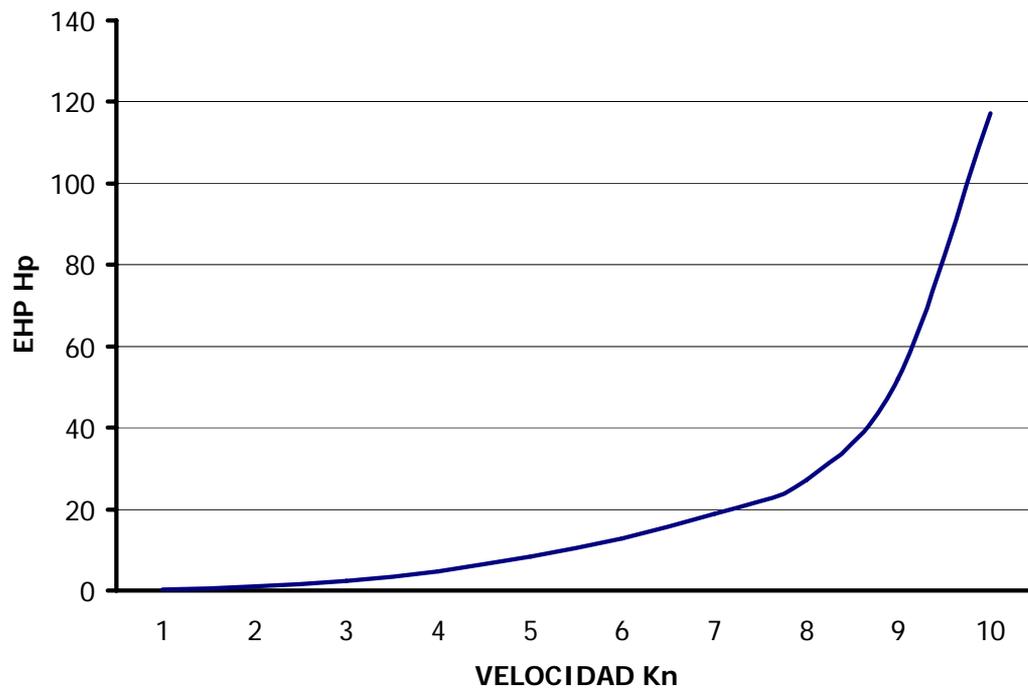
##### **6.1.1 Cálculo Teórico de los EHP.**

El cálculo de la potencia propulsora se realizará de manera teórica, ya que por tratarse de un anteproyecto no se justifica realizar un estudio experimental para obtener la potencia a instalar. No obstante lo anterior, conviene aclarar que el método que se utilizará entrega resultados que se pueden considerar como una buena aproximación a las que se podrían obtener de manera experimental.

Para este cálculo teórico se utilizan dos programas computacionales para la estimación de EHP. Estos programas utilizan la misma modelación del casco efectuada para los cálculos de características hidrodinámicas y estabilidad en los capítulos anteriores, y ejecutan el cálculo de potencia basándose en el método de HOLTROP, entregan además una tabla de velocidad v/s EHP y un gráfico que representa esta tabla en cada caso. A continuación se entregan las mencionadas tablas y gráficos y en los Anexos se entregan los reportes de cada programa.

1. Según Hullspeed:

**CURVA DE POTENCIA Hp  $v^3/s$  Kn**



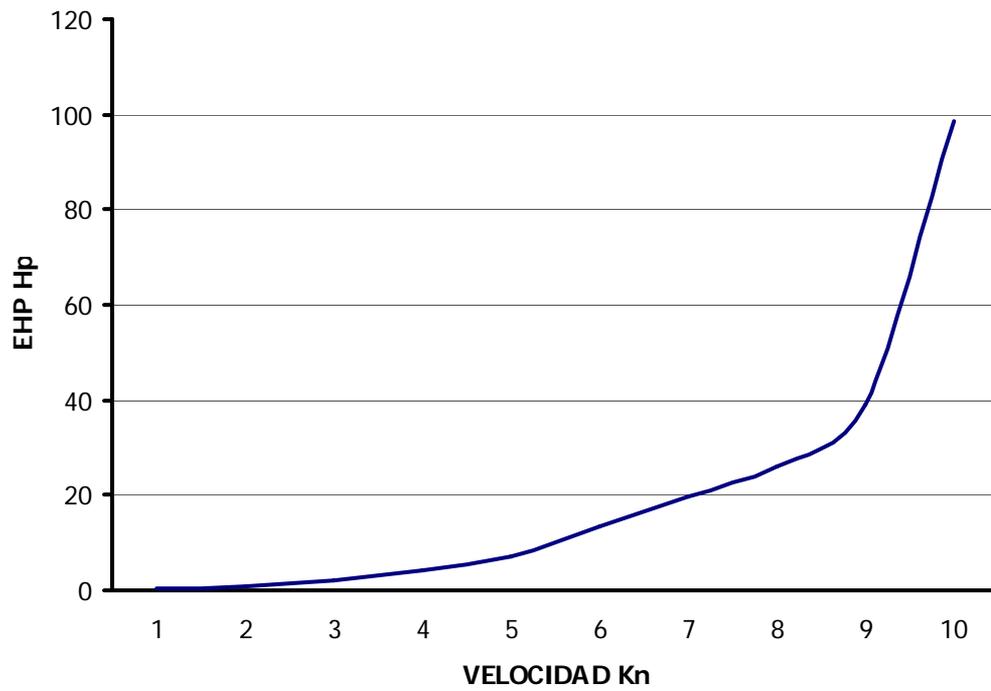
**TABLA DE DATOS**

| Velocidad Kn | R Hp         |
|--------------|--------------|
| 2            | 0,32         |
| 3            | 1,01         |
| 4            | 2,31         |
| 5            | 4,6          |
| 6            | 8,44         |
| 7            | 15,64        |
| 8            | 22,57        |
| 8,5          | 27,3         |
| <b>9</b>     | <b>47,17</b> |
| 10           | 117,25       |

Según la curva de potencia entregada los EHP calculados para nuestra condición de servicio de 9 Kn. es de 47.17 Hp.

2. Según NavCad:

**CURVA DE POTENCIA Hp <sup>v</sup>/s Kn**



**TABLA DE DATOS**

| Velocidad Kn | R Hp      |
|--------------|-----------|
| 2            | 0,3       |
| 3            | 1         |
| 4            | 2,2       |
| 5            | 4,1       |
| 6            | 7,2       |
| 7            | 13,6      |
| 8            | 22,3      |
| 8,5          | 28,9      |
| <b>9</b>     | <b>39</b> |
| 10           | 98,5      |

Según la curva de potencia entregada los EHP calculados para nuestra condición de servicio de 9 Kn es de Hp.

### 6.1.2 Cálculo de los BHP.

El cálculo de los BHP se realiza en forma teórica con la ayuda del software **NAVCAD 2.0** que utiliza la modelación del casco usada hasta ahora, se adjunta el ingreso de datos y el reporte obtenido. Ver Anexo 3. El resumen de los datos obtenidos con los parámetros mas importantes para nuestra condición de servicio es el siguiente:

V = velocidad de servicio en Kn.  
EHP = potencia efectiva en Hp.  
 $\eta_P$  = rendimiento propulsivo.  
 $\eta_H$  = rendimiento del casco.  
 $\eta_{PROP}$  = rendimiento del propulsor.  
 $\eta_M$  = rendimiento mecánico.  
 $\eta_{RR}$  = rendimiento rotativo relativo.  
t = coeficiente de succión.  
w = coeficiente de estela.  
 $F_n$  = numero de Froude.  
rpm = revoluciones de la hélice.  
BHP = potencia al freno del motor en Hp.

V = 9 Kn  
EHP = 39 Hp  
 $\eta_P$  = 0.45  
 $\eta_H$  = 0.94  
 $\eta_{PROP}$  = 0.49  
 $\eta_M$  = 0.97  
 $\eta_{RR}$  = 1  
t = 0.24  
w = 0.19  
 $F_n$  = 0.39  
rpm = 940  
BHP = 81.6 Hp

### 6.1.3 Selección del Motor

Ya se han determinado los BHP, además de diseñado el espacio en sala de máquinas, con esto se está en condiciones de elegir el motor apropiado para la embarcación y la función que este desempeñará. La elección del motor se ha logrado después de indagar en el mercado las diferentes líneas de marcas, teniendo en cuenta que la potencia requerida ( BHP ) deberá erogarse a unas ciertas revoluciones las cuales estarán dentro de la zona de mayor torque y tendrán un consumo aceptable, además se considerará el aspecto comercial, valor de mercado, post venta, prestigio, etc. Así, la decisión

se ha inclinado por el motor marca VOLVO modelo TAMD31 con caja reductora incluida modelo HS45A cuyas características principales son las siguientes y su catálogo se adjunta. Ver Anexo 4.

Motor TAMD31

Potencia Máxima Continua = 110.2 Hp @ 3250 rpm  
 Potencia Condición de Servicio = 87.18 Hp @ 2500 rpm  
 N° cilindros = 4  
 Desplazamiento = 2.4 ltrs.  
 Peso con caja HS45A = 400 Kg

Caja Reductora HS45A

Relación de transmisión = 2.43: 1  
 Inclinación = 7° abajo.

**6.2 EJE Y HELICE**

**6.2.1 Diámetro de la Línea de Eje**

El diámetro del eje será como mínimo al calculado por la siguiente formula:

$$d = c \times \sqrt[3]{(K \times H / R)}$$

- d = diámetro del eje en mm.
- K = factor de servicio de la **Tabla 6.2**
- H = BHP en el rango de velocidad utilizado
- R = rpm del eje en el rango de velocidad utilizado
- c = constante determinada de la **Tabla 6.2.1**

|          | <b>K &lt; 84</b> | <b>K &gt; 84</b> |
|----------|------------------|------------------|
| <b>C</b> | 24.13            | 20.32            |

Tabla 6.2.1

Como una alternativa, el eje se diseñará con un Factor de Seguridad ( FS ) al menos de 2, basado en un análisis de fatiga.

Cálculo :

$$K = 50$$

$$H = 58.3 \text{ Hp}$$

$$R = 1040 \text{ rpm}$$

$$c = 24.13$$

$$FS = 2$$

$$d = 70 \text{ mm}$$

### 6.2.2 Pernos de Coplas

El mínimo diámetro del perno de una copla es obtenido de la siguiente ecuación:

$$d_b = 0.54 \times \sqrt{(d^3 / N \times r)}$$

$d_b$  = diámetro de los pernos de la junta en mm.

$d$  = diámetro requerido de la línea de eje como se determinó en 6.2.1 usando las propiedades mecánicas del material de copla y perno.

$N$  = números de pernos por copla.

$r$  = radio del círculo de pernos en mm.

Cálculo :

$$d = 70$$

$$N = 4$$

$$r = 40$$

$$d_b = 1''$$

### 6.2.3 Diseño de la Hélice

El diseño de la hélice se realiza en forma teórica con la ayuda del software **NAVCAD 2.0** que utiliza la modelación del casco usada hasta ahora, se adjunta el ingreso de datos y el reporte obtenido. El resumen de los datos obtenidos con los parámetros mas importantes para nuestra condición de servicio es el siguiente:

Job title: CALCULO DE HELICE

----- Optimum propeller analysis -----

Work file: HELICE.NVC 12-02-02  
Hull type: Displacement 22:07:58

----- Design parameters and conditions -----

Propeller series Wageningen B-series  
Minimum BAR method Burrill 5 percent back cav  
  
Design ship speed 9 Kts Design wake fraction 0.1943  
Max. stern diameter 0.85 M Design thrust deduction 0.2421  
Design engine power 87 HP Design rel-rotative eff 0.9500  
Design engine speed 2500 RPM Reduction ratio 2.43  
  
Solve for: Diameter ENTER Blade area ratio CALC  
Pitch CALC ENTER

Equation priority  
Full power usage 3 Max. efficiency 1 Cavitation limit 2

Propeller data  
Number of props 1 Shaft efficiency 0.9500  
Number of blades 3 Hub immersion 0.70 M

----- Optimum propeller -----

Reduction ratio 2.43  
Design propeller speed 940 RPM  
Diameter 0.70 M  
Pitch 0.41 M  
Blade area ratio 0.5569

Condition analysis  
Prop-Rn 6.283e+006 Thr/pr 9307 N Press 43.42 kPa  
J 0.3020 Dthr-t 7054 N TipSpd 36.7 Mps  
Kt 0.1360 Epwr-mx 41.4 HP Tau 0.137  
Kq 0.0148 Torque 707 Nm Sigma 0.314  
P-eff 0.4432 Dpwr/pr 104.4 HP MinBAR 0.5569  
OPC 0.3762 Spwr-t 109.9 HP

### 6.3 SISTEMA DE GOBIERNO

El sistema de gobierno esta compuesto por el timón y sus accesorios periféricos, tales como, zapata, mechas, caña de timón, cuadrante, etc. Este puede ser accionado por medio de sistemas mecánicos ( manual ), o sistemas hidráulicos, este último a pesar de tener un costo superior al sistema manual, se recompensa por su facilidad de operación y simplicidad de instalación. Por consiguiente, se asumirá este sistema de gobierno para este anteproyecto.

El tipo de timón a utilizar será del timón de plancha reforzado, además este, atendiendo a la posición del eje será del tipo compensado o balanceado y en relación a su instalación corresponde a un tipo apoyado o con tintero.

#### 6.3.1 Cálculo del Area del Timón $A_T$

El área del timón puede ser calculada por medio de una relación porcentual, que existe entre esta última y el área de superficie lateral ( A.S.L ) de la embarcación. Con respecto a esto, diferentes autores han dado porcentajes del área de superficie lateral ( A.S.L ), para determinar el área.

Según Lamp y Cook ( 1962 ), el área del timón corresponde entre 2.3 a 3.3 ( % de A.S.L ).

Para esta nave se asumirá un 3% de A.S.L, asegurando así una buena gobernabilidad y maniobrabilidad, pues como se dijo anteriormente se requiere una embarcación que tenga buenas condiciones de gobierno, por lo tanto:

$$A_T = 3\% \text{ A.S.L}$$

$A_T$  = área del timón en  $m^2$ .

A.S.L= 10.86  $m^2$  ( según Maxsurf ).

Cálculo:

$$A_T = 0.32 \text{ m}^2$$

#### 6.3.2 Cálculo de la Envergadura y Cuerda

##### 6.3.2.1 Cálculo de la Envergadura

La envergadura para este timón se determinará asumiendo que ésta es igual al diámetro de la hélice.

$$E = D \quad \text{en metros,} \quad D = 0.7 \text{ m.}$$

Por lo tanto  $E = 0.7 \text{ m.}$

### 6.3.2.2 Cálculo de la Cuerda

Esta puede ser calculada por medio del área del timón.

$$A_T = E \times C \quad \text{despejando } C \text{ en la ecuación}$$

Cálculo:

$$C = 0.47 \text{ m.}$$

### 6.3.3 Determinación de la posición del Eje

Para obtener la localización de la mecha del timón, se seguirán las recomendaciones dadas por autores especializados en la materia. Según Crane, aconseja que esta pueda ser determinada por medio de la relación de balance, esta se trata de un porcentaje de la razón entre el área por delante del eje y el área del timón. Este porcentaje depende del coeficiente de block ( $C_b$ ) de la embarcación, a continuación se detalla lo expuesto anteriormente.

$$RB = \frac{A_1}{A_T}$$

RB = relación de balance.

$A_1$  = área del timón por delante del eje

$A_T$  = área total del timón

Según Crane la relación de balance representa un porcentaje del área total del timón y este porcentaje es consecuencia del coeficiente de block, para el  $C_b$  de la embarcación en estudio es posible extrapolar. ( $C_b$ ).

| $C_b$ | % del área total |
|-------|------------------|
| 0.449 | 23.43 a 24.5     |
| 0.5   | 24.3 a 25        |
| 0.6   | 25.6 a 26        |

Por lo tanto, asumiendo un 24.5 % de balance es posible determinar el área por delante del eje y posteriormente conocido este valor se obtiene la distancia desde el borde de ataque del timón a la mecha.

Reemplazando en la ecuación, se calcula lo siguiente:

$$A_1 = 0.08 \text{ m}^2.$$

Además

$$A_1 = E \times d$$

E = envergadura del timón

d = distancia desde el borde de ataque a la posición del eje en metros

Cálculo:

$$d = 0.11 \text{ m.}$$

### 6.3.4 Determinación del centro de presión del timón $C_p$

#### 6.3.4.1 Cálculo de la coordenada horizontal $C_{PC}$

Estudios realizados con timones de plancha, elaborados por Thieme, 1965, referente a la posición que toma el centro de presión de acuerdo al ángulo del timón, a llegado a considerar que este se mueve dentro de un rango entre un mínimo ángulo ( $\alpha$ ) y el ángulo de Stall ( $\alpha_S$ ). Además, la posición de la coordenada horizontal del centro de presión ( $C_{PC}$ ) fluctúa dentro de una razón porcentual de la cuerda del timón ( $c$ ).

Según el autor la coordenada horizontal puede ser determinada por medio de la siguiente relación:

| $C_{PC}$            |                         |
|---------------------|-------------------------|
| $\alpha = 10^\circ$ | $\alpha = \text{Stall}$ |
| 0.271               | 0.410                   |

Los valores debajo de los ángulos representan el porcentaje de la cuerda, por lo tanto, considerando el mayor ángulo, ya que en este caso se presenta un aumento del momento torsor, pues el brazo es mayor, dando con esto una cierta seguridad para el dimensionamiento de la mecha.

$$C_{PC} = (\% ) C$$

C = cuerda del timón

% = porcentaje de la cuerda C

Cálculo:

$$C = 0.47 \text{ m}$$

$$\% = 41$$

$$C_{PC} = 0.19 \text{ m}$$

#### 6.3.4.2 Cálculo de la coordenada vertical $C_{PE}$

Esta se determinará asumiendo que es igual a la envergadura media, por lo tanto:

$$C_{PE} = \frac{1}{2} \times E$$

E = envergadura del timón

Cálculo:

$$E = 0.7 \quad \text{m}$$

$$C_{PE} = 0.35 \quad \text{m}$$

#### 6.3.5 Diseño estructural del Timón

Como se dijo anteriormente, el timón a utilizar es del tipo compensado y apoyado, su estructura es de plancha plana de acero estructural A 37-24ES. A continuación se determinan sus características estructurales.

##### 6.3.5.1 Cálculo de la mecha del timón por encima de la limera

Para timones compensados, la mecha del timón por encima de la limera tendrá el diámetro no menor que el obtenido de la siguiente ecuación:

$$S = 21.66 \sqrt[3]{(R \times A \times V^2)} \quad \text{mm.}$$

S = diámetro de la mecha superior en mm.

R = distancia en metros desde el eje de la mecha superior al centro de presión ( $C_p$ ) del timón.

A = área del timón por debajo de la flotación en  $\text{m}^2$

V = velocidad del buque en Kn.

Cálculo:

$$S = 31.75 \quad \text{mm}$$

$$R = 0.08 \quad \text{m}$$

$$A = 0.33 \quad \text{m}^2$$

$$V = 9 \quad \text{Kn}$$

### 6.3.5.2 Cálculo de la mecha del timón por debajo de la limera

El diámetro no deberá ser inferior al obtenido por la fórmula siguiente:

$$S_1 = 21.66 \times \sqrt[3]{(R \times A \times V^2)}$$

$S_1$  = diámetro de la mecha inferior en mm.

$R$  =  $0.25 \times (a + \sqrt{a^2 + 16 \times b^2})$  para timones compensados que tengan chumaceras eficientes en su parte superior (limera) e inferior (tintero).

$a$  = distancia vertical medida en metros entre la parte inferior de la limera y el centro de presión ( $C_p$ ).

$b$  = distancia horizontal en metros entre el centro de la mecha inferior y el centro de presión del timón ( $C_p$ ).

$A$  = área del timón en  $m^2$ .

$V$  = velocidad de servicio en Kn.

Cálculo:

$$S_1 = 31.75 \text{ mm}$$

$$R = 0.23$$

$$a = 0.40 \text{ m}$$

$$b = 0.08 \text{ m}$$

$$A = 0.33 \text{ m}^2$$

$$V = 9 \text{ Kn}$$

### 6.3.5 Cálculo del espesor de la plancha del timón

Los timones de plancha sencilla que dispongan de mechas superiores de diámetro  $S$  igual o inferior a 76 mm. tendrán unos espesores de plancha no menores que los obtenidos por la fórmula siguiente:

$$t = 0.15 \times S + 6 \text{ mm.}$$

$t$  = espesor de la plancha del timón en mm.

$S$  = diámetro de la mecha superior en mm.

Cálculo:

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$S = 31.75 \text{ mm}$$

### 6.3.6 Acoplamientos del timón

Estos se refieren a como van a estar unidos los diferentes elementos del timón, tales como, plancha de timón, limera, mechas, etc. Obviamente el componente de unión de estos elementos corresponde a las bridas o comúnmente llamados flange, acoplados y unidos por medio de pernos.

#### 6.3.6.1 Fijaciones

Cuando S ( diámetro superior de la mecha ), sea inferior a 150 mm. se utilizarán como mínimo cuatro ( 4 ) pernos de unión ( unión flange de la mecha superior con la brida del timón ).

El área total de los pernos (  $A_p$  ) no será menor que la obtenida en la siguiente fórmula:

$$A_p = 0.33 \times S^2$$

$A_p$  = área total de los pernos de unión en  $\text{mm}^2$ .

S = diámetro de la mecha superior en mm.

Cálculo:

$$S = 31.75 \text{ mm}$$

$$A_p = 12 \text{ mm}^2$$

Como se usaran cuatro pernos se puede calcular el área de cada perno:

$$A_{\text{PERNO}} = A_p / 4$$

$A_{\text{PERNO}}$  = área de cada perno en  $\text{mm}^2$ .

$A_p$  = área total de los pernos en  $\text{mm}^2$ .

Cálculo:

$$A_p = 12 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{PERNO}} = 3 \text{ mm}^2$$

El diámetro de cada perno  $D_p$  será:

$$D_p = \sqrt{ ( A_{\text{PERNO}} / \pi ) }$$

$A_{\text{PERNO}}$  = área de cada perno en  $\text{mm}^2$ .

$D_p$  = diámetro de cada perno en mm

Cálculo:

$$A_{\text{PERNO}} = 3 \text{ mm}^2$$

$$D_p = 6 \text{ mm}$$

#### 6.3.6.2 Bridas

Cuando se utilicen bridas como acoplamientos el espesor mínimo de cada brida será:

$$e = 0.25 \times S$$

S = diámetro de la mecha superior del timón en mm.

e = espesor de las bridas en mm.

Si las bridas llevan chaveteros, el espesor de cada brida se incrementará en una cantidad igual a la profundidad del chavetero.

Cálculo:

$$S = 31.75 \text{ mm}$$

$$e = 8 \text{ mm}$$

La mínima distancia entre los agujeros de los pernos y los bordes de las bridas de acoplamientos será de dos tercios del diámetro de los pernos.

$$d = 2/3 \times D_p .$$

$D_p$  = diámetro de cada perno en mm.

d = distancia entre los agujeros de los pernos y el borde de la brida en mm.

Cálculo:

$$D_p = 6 \text{ mm}$$

$$d = 5 \text{ mm}$$

El diámetro de las bridas, considerando los diámetros de los pernos, la distancia mínima entre los agujeros y el borde de las bridas y el diámetro de la mecha será de 64 mm.

Los valores calculados anteriormente referentes a las características del timón se aprecian en el Anexo 10.

## 6.4 CIRCUITOS PRINCIPALES

Estos sistemas representan un mecanismo muy importante dentro de una nave, pues la función que desempeñan está relacionada con el movimiento de fluidos o el trasvase de estos. Para una embarcación es imprescindible contar con estos circuitos, pues muchas veces, de ellos depende en gran medida la seguridad de la nave y de su tripulación. Pueden destacarse dentro de este marco, el circuito de achique, el circuito contra incendio, sistema de lastre como los más significativos.

A continuación, se expondrán los sistemas antes mencionados y otros de importancia para este trabajo.

### 6.4.1 Sistema de Achique

Para dar una mejor comprensión de este, puede citarse una definición de este circuito y que dice; Es un sistema de bombas destinado a extraer el agua de un compartimento cuyo propósito no sea contener permanentemente agua de lastre o combustible. Además, tiene que ser capaz de operar eficientemente aun cuando la embarcación se encuentre con una escora permanente de cinco ( 5 ) grados.

Para el diseño de un circuito de achique se debe considerar un sistema eficaz y seguro para la evacuación de las aguas de sentina de cada uno de los espacios estancos, tales como: pique de proa, sala de máquinas, estanques de reserva de flotabilidad, estanques de lastre, con el fin de garantizar una seguridad en la nave.

En este trabajo se utilizará un circuito combinado para funciones de achique y contra incendio en un solo sistema, es decir, el sistema operará con una bomba, accionada por medio de un acoplamiento del toma de fuerza del motor y de esta se unirá a los circuitos antes mencionados.

Por reglamentación es necesario una bomba que puede ser acoplada al motor y una de accionamiento manual de la misma capacidad en caso de emergencia, esto es muy importante, ya que puede ocurrir el eventual caso de abordaje, donde la embarcación quede sin funcionamiento del motor, por lo que será necesario contar con este mecanismo manual para, por ejemplo, achicar agua de algún compartimento que se esté inundando.

Estas exigencias deben ser cumplidas a cabalidad, pues la finalidad de estas es salvaguardar a la tripulación, pasajeros y a la embarcación en caso de una emergencia.

Para desarrollar estos cálculos se utilizará como hasta ahora las reglas del ABS.

Según esto la mínima capacidad de las bombas será de  $Q = 5.5 \text{ m}^3/\text{Hr}$ .

Bombas manuales no deberán ser de menor capacidad que  $1.1 \text{ m}^3/\text{Hr}$ .

#### 6.4.1.1 Diámetro de la tubería

Para determinar el tamaño de las tuberías se utiliza la siguiente fórmula dada por este reglamento:

$$d = 25 + 1.68 \sqrt{ ( L \times ( B + D ) ) } \quad \text{en mm.}$$

d = diámetro interior de la tubería en mm.

L = eslora del buque en mts.

B = manga del buque en mts.

D = puntal del buque en mts.

Cálculo:

d = 50 mm

L = 14 mts.

B = 5 mts.

D = 1.6 mts.

Para determinar con exactitud el caudal que se requiere se hará uso de la fórmula dada por el reglamento de Germanischer Lloyd.

El caudal de una bomba de achique esta dado por:

$$Q = 5.75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \quad \text{en m}^3/\text{Hr}$$

$d_H$  = diámetro de la tubería en mm.

Cálculo:

$d_H$  = 50 mm

Q = 14 m<sup>3</sup>/Hr

#### 6.4.1.2 Determinación de la altura manométrica $H_M$

Será calculada como sigue:

$$H_M = H_{EST} + H_{PERDTOTAL}$$

$H_{EST}$  = altura a la que debe llegar el agua en m.

$H_{PERDTOTAL}$  = altura de pérdida en m, equivale a las pérdidas de cargas de las tuberías y accesorios ( válvulas, fittings, etc ), producto del roce que generan estos al circular agua dentro de ellos, para el caudal determinado.

La  $H_{PERDTOTAL}$  será calculada como sigue:

$$H_{PERDTOTAL} = \frac{H_{PERD} \times H_{100} \times K}{100}$$

$H_{PERD}$  = altura de pérdida en mts., equivale a las pérdidas de cargas de las tuberías y accesorios ( válvulas, fittings, etc ), producto del roce que generan estos al circular agua dentro de ellos.

$H_{100}$  = pérdida de carga en m por cada 100 m de cañería para el caudal determinado y diámetro de cañería utilizado.

K = factor de corrección por calidad de la tubería, para tubería ordinaria.

Para obtener la altura de pérdida se considerará la tubería más larga, es decir, la que representa el mayor recorrido del agua. En este caso es la distancia al pique de proa.

El cálculo para determinar las pérdidas de carga de las tuberías y accesorios se realizará mediante la utilización de tablas y diagramas dados por entidades especializadas en la materia, tal como se ilustran en la Tabla N° 6.3 siguiente.

**LONGITUDES EQUIVALENTES A PÉRDIDAS LOCALES**  
(expresados en metros de tuberías)

| Diámetro<br>φ | Accesorios |       |       |        |        |       |        |       |       |      |
|---------------|------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|------|
|               | 1/2"       | 3/4"  | 1"    | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"    | 2 1/2" | 3"    | 4"    | 6"   |
| 12            | 0.20       | 0.25  | 0.15  | 0.20   | 0.23   | 0.76  | 0.55   | 0.35  | 0.40  | 0.06 |
| 15            | 0.24       | 0.31  | 0.25  | 0.29   | 0.33   | 1.06  | 0.76   | 0.37  | 0.45  | 0.08 |
| 20            | 0.40       | 0.50  | 0.37  | 0.40   | 0.45   | 1.52  | 1.07   | 0.62  | 0.80  | 0.12 |
| 32            | 0.57       | 0.71  | 0.52  | 0.55   | 0.62   | 2.16  | 1.52   | 0.75  | 1.13  | 0.17 |
| 38            | 0.67       | 0.83  | 0.61  | 0.67   | 0.72   | 2.62  | 1.83   | 0.85  | 1.37  | 0.20 |
| 50            | 0.85       | 1.04  | 0.85  | 0.85   | 0.95   | 3.57  | 2.50   | 1.15  | 1.86  | 0.28 |
| 53            | 1.16       | 1.41  | 1.04  | 1.15   | 1.22   | 4.45  | 3.11   | 1.45  | 2.35  | 0.34 |
| 75            | 1.52       | 1.83  | 1.37  | 1.52   | 1.62   | 5.82  | 4.08   | 1.98  | 3.06  | 0.46 |
| 100           | 2.10       | 2.56  | 1.85  | 2.10   | 2.20   | 8.11  | 5.70   | 2.71  | 4.30  | 0.64 |
| 125           | 2.50       | 3.11  | 2.50  | 2.77   | 2.90   | 10.70 | 7.50   | 3.50  | 5.54  | 0.82 |
| 150           | 3.11       | 3.86  | 3.11  | 3.44   | 3.60   | 13.25 | 9.33   | 4.45  | 7.01  | 1.04 |
| 200           | 4.36       | 5.25  | 4.36  | 4.85   | 5.05   | 18.55 | 13.01  | 6.22  | 9.78  | 1.26 |
| 250           | 5.39       | 6.40  | 5.39  | 6.00   | 6.25   | 23.01 | 16.25  | 7.71  | 12.11 | 1.50 |
| 300           | 7.10       | 8.46  | 7.10  | 7.88   | 8.20   | 30.33 | 21.24  | 10.15 | 16.00 | 2.37 |
| 350           | 8.50       | 10.15 | 8.50  | 9.27   | 9.65   | 37.82 | 27.00  | 11.05 | 17.43 | 2.59 |
| 400           | 10.27      | 12.25 | 10.27 | 11.15  | 11.60  | 48.27 | 35.82  | 13.25 | 20.35 | 3.05 |

**Tabla 6.3.- Longitudes a Pérdidas Locales**

Tabla N° 6.3

Entonces de acuerdo al recorrido que efectúa el agua desde la caja de mar hasta el pique de proa se tienen los siguientes elementos:

| Elemento             | Cantidad | Longitud Equivalente | Total       |
|----------------------|----------|----------------------|-------------|
| Válvula de Compuerta | 3        | 0.28                 | 0.84        |
| Derivación en T      | 1        | 3.57                 | 3.57        |
| Codos                | 4        | 0.95                 | 3.8         |
| <b>Total</b>         |          |                      | <b>8.21</b> |

A la longitud equivalente se le debe sumar la longitud máxima de la cañería que corresponde a  $H_{CAÑERIA}$  para obtener la longitud equivalente.

$$H_{PERD} = H_{EQUIVALENTE} + H_{CAÑERIA}$$

$H_{PERD}$  = altura de pérdida en mts., equivale a las pérdidas de cargas de las tuberías y accesorios ( válvulas, fittings, etc ), producto del roce que generan estos al circular agua dentro de ellos.

$H_{EQUIVALENTE}$  = pérdida de carga de los accesorios y fittings del circuito, equivalente en mts. de cañería.

$H_{CAÑERIA}$  = largo de la cañería más alejada de la caja de mar en mts.

Cálculo:

$$H_{PERD} = 17.71 \text{ mts.}$$

$$H_{EQUIVALENTE} = 8.21 \text{ mts.}$$

$$H_{CAÑERIA} = 9.5 \text{ mts.}$$

Con este valor, además del caudal en Lt/min (  $Q = 233 \text{ Lt/min}$  ) se ingresa al Grafico N° 6.1 en donde se calcula la pérdida de carga en metros equivalente en 100 m de cañería con ese caudal por efecto de la tubería y los accesorios.

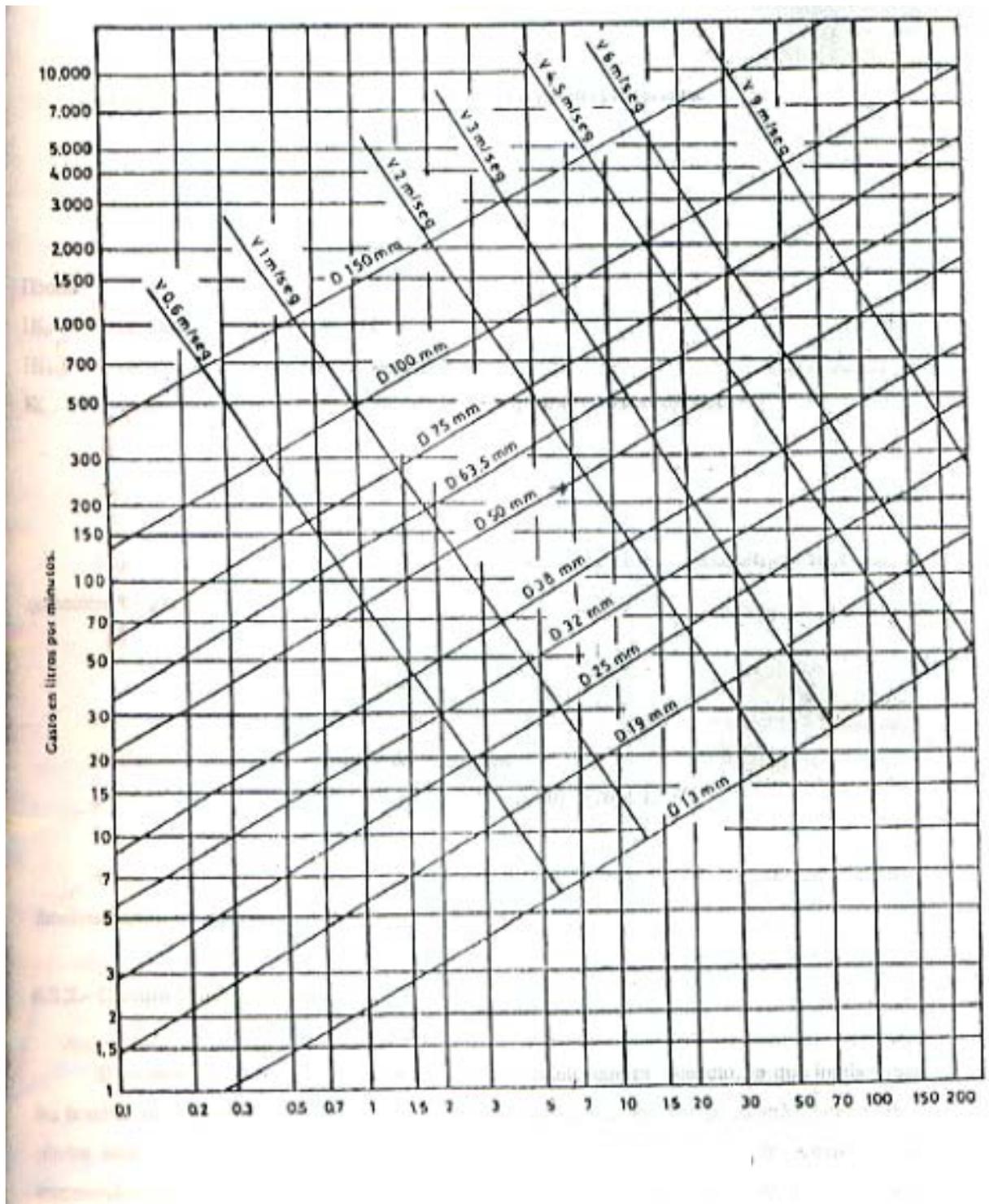


Gráfico N° 6.1

Del gráfico anterior se obtiene:

$$H_{100} = 6.2 \quad \text{m}$$

$$Q = 230 \quad \text{Lt/min}$$

Cálculo:

$$H_M = 6.6 \quad \text{mts.}$$

$$H_{EST} = 5.5 \quad \text{mts.}$$

$$H_{PERD \text{ TOTAL}} = 1.09 \quad \text{mts.}$$

$$H_{PERD} = 17.71 \quad \text{mts.}$$

$$H_{100} = 6.2 \quad \text{mts.}$$

$$K = 1$$

#### 6.4.1.3 Cálculo de la potencia de la bomba

Será calculada como sigue:

$$N = \frac{Q \times H_M \times \gamma}{76 \times \eta} \quad \text{en Hp.}$$

N = potencia de la bomba en Hp.

Q = caudal de la bomba en m<sup>3</sup>/seg.

H<sub>M</sub> = altura manométrica en mts.

γ = peso específico del agua.

η = rendimiento de la bomba.

Cálculo:

$$N = 0.62 \quad \text{Hp}$$

$$Q = 0.0038 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$H_M = 6.6 \quad \text{mts.}$$

$$\gamma = 1.025 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\eta = 0.55$$

Como conclusión se considerará una potencia de la bomba de  $\frac{3}{4}$  Hp, resguardando un buen funcionamiento del circuito.

#### 6.4.2 Circuito Contra Incendio

El circuito de Achique estará combinado con el circuito contra incendio, lo que implica que las bombas serán comunes para ambos circuitos, sin embargo el tendido de cañerías por razones obvias será

distinto, no obstante los diámetros serán los mismos, ya que de acuerdo a recomendaciones del Germanisher Lloyds se utilizan fórmulas que dan resultados que son bastante cercanos y en algunos casos idénticos. El sistema de agua contra incendio contará con dos grifos, uno a cada banda sobre cubierta con sus respectivas mangueras y boquillas.

Además del circuito contra incendio se incluirán extintores portátiles, los cuales estarán distribuidos de la siguiente manera:

1 en sala de máquinas.

1 en puente de gobierno.

1 en cubierta.

Todos los extintores serán del tipo A-B-C.

Referente a este mismo tema, existen mecanismos de seguridad para prevenir un incendio o para detenerlo, considerando esto último en los espacios de sala de máquinas por lo general existen aberturas destinadas a ventilación, estas aberturas deben poseer mecanismos de cierre, pues en caso de un incendio se activen, ya sea en forma automática o manual, consiguiendo con esto detener la propagación del fuego.

Se adjunta el plano que representa el circuito combinado de achique y contra incendio. Ver Anexo 8.

#### **6.4.3 Circuito de Combustible**

El circuito de combustible esta compuesto por un estanque de 0.5 m<sup>3</sup>, ubicado en sala de máquinas, este está conectado a el motor principal a través de sus respectivas cañerías de alimentación. Este circuito debe poseer las siguientes características, específicamente las del estanque, contar con elementos que permitan conservar y asegurar el buen desempeño de estos, accesorios como, tapa de registro, válvula de purga, desahogos, sondas y válvula de llenado. También debe tener un dispositivo de tubería de retorno del combustible del motor.

#### **6.4.4 Sistema de Agua Dulce**

Este circuito consta de un estanque diario de 0.25 m<sup>3</sup>, situado bajo el puente de mando en el fondo de la embarcación, este sistema alimenta cocina y baño, para lo cual posee una bomba eléctrica de 12 VDC.

### **6.5 ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO**

Para este y cualquier efecto, nuestra embarcación deberá ser considerada como Nave sin Restricción, por ser de uso comercial.

### 6.5.1 Peso y Tamaño del Equipamiento para Naves Sin Restricción

Anclas y cables para naves sin restricción serán de acuerdo con la Tabla N° 6.5.1, y los pesos y tamaños de estos serán regulados por el Numeral de Equipos ( Z ) obtenido de la siguiente fórmula:

$$\text{Numeral de Equipos ( Z )} = \Delta^{2/3} + 2 ( B a + \Sigma b h ) + 0.1 A$$

- $\Delta$  = desplazamiento moldeado en toneladas métricas en la línea de carga de verano.
- B = manga de la embarcación.
- A = el francobordo en mts. en la sección maestra desde la línea de carga de verano mas la altura de cualquier cubierta shelter deck.
- B = manga en m de lo más ancho de la superestructura o caserío en cada nivel.
- H = la altura en m de cada nivel de caserío o superestructura teniendo una manga igual o superior a B/4. En el cálculo de h, brusca, arrufo y trimado pueden ser despreciados.
- A = el área del perfil en m<sup>2</sup> del casco, superestructura, y caseríos sobre el diseño de la línea de agua a plena carga, que estén dentro de la eslora y tengan una manga no menor a B/4. Mamparos o cualquier barrera menor de 1.5 m en altura no necesita ser considerado como parte del caserío cuando sea calculado h y A.

#### Cálculo:

- $\Delta$  = 28.25 T
- B = 5 mts.
- A = 0.6 mts.
- B = 3.8 mts. puente
- b = 2 mts. caseta de control
- h = 2.75 mts. puente
- h = 2.15 mts. caseta de control
- A = 42 m<sup>2</sup>
- Z = 60

Por lo tanto el Numeral de Equipos será UA4.

## Equipment for Unrestricted-Service Vessels

For intermediate values of the equipment number use equipment complement in sizes and weights given for the lower equipment number in the table.

| Equipment Number | Equipment No. | Stockless Bower Anchors |                      | Steel Link Bower Chain          |             |                      |                               |                      |        | Metric Units     |                      |
|------------------|---------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|--------|------------------|----------------------|
|                  |               | Number                  | Weight per Anchor kg | Normal Strength Steel (Grade 1) |             |                      | High Strength Steel (Grade 2) |                      |        | Mooring Lines    |                      |
|                  |               |                         |                      | Total Length m                  | Diameter mm | Breaking Strength kg | Diameter mm                   | Breaking Strength kg | Number | Length of Each m | Breaking Strength kg |
| UA1              | 30            | 2                       | 75                   | 192.5                           | 12.5        | 6700                 | —                             | —                    | —      | —                | —                    |
| UA2              | 40            | 2                       | 100                  | 192.5                           | 12.5        | 6700                 | —                             | —                    | —      | —                | —                    |
| UA3              | 50            | 2                       | 120                  | 192.5                           | 12.5        | 6700                 | —                             | —                    | —      | —                | —                    |
| UA4              | 60            | 2                       | 140                  | 192.5                           | 12.5        | 6700                 | —                             | —                    | 2      | 80               | 3000                 |
| UA5              | 70            | 2                       | 160                  | 220.0                           | 14.0        | 8400                 | —                             | —                    | 2      | 80               | 3000                 |
| UA6              | 80            | 2                       | 180                  | 220.0                           | 14.0        | 8400                 | 12.5                          | 9400                 | 2      | 100              | 3500                 |
| UA7              | 90            | 2                       | 210                  | 220.0                           | 16.0        | 10900                | 12.5                          | 9400                 | 2      | 100              | 3750                 |
| UA8              | 100           | 2                       | 240                  | 220.0                           | 16.0        | 10900                | 14.0                          | 11800                | 2      | 110              | 3750                 |
| UA9              | 110           | 2                       | 270                  | 247.5                           | 17.5        | 13000                | 14.0                          | 11800                | 2      | 110              | 4000                 |
| UA10             | 120           | 2                       | 300                  | 247.5                           | 17.5        | 13000                | 16.0                          | 15300                | 2      | 110              | 4000                 |
| UA11             | 130           | 2                       | 340                  | 275.0                           | 19.0        | 15300                | 16.0                          | 15300                | 2      | 110              | 4500                 |
| UA12             | 140           | 2                       | 390                  | 275.0                           | 20.5        | 17800                | 16.0                          | 15300                | 2      | 120              | 4500                 |
| U6               | 150           | 2                       | 480                  | 275.0                           | 22.0        | 20400                | 17.5                          | 18300                | 2      | 120              | 5000                 |
| U7               | 175           | 2                       | 570                  | 302.5                           | 24.0        | 24200                | 19.0                          | 21500                | 2      | 120              | 5550                 |
| U8               | 205           | 2                       | 660                  | 302.5                           | 26.0        | 28300                | 20.5                          | 24900                | 2      | 120              | 6000                 |
|                  |               |                         |                      |                                 |             |                      | 22.0                          | 28600                | 2      | 120              | 6550                 |
| U9               | 240           | 2                       | 780                  | 330.0                           | 28.0        | 32700                | 24.0                          | 33900                | 3      | 120              | 7250                 |
| U10              | 280           | 2                       | 900                  | 357.5                           | 30.0        | 37500                | 26.0                          | 39700                | 3      | 140              | 8000                 |
| U11              | 320           | 2                       | 1020                 | 357.5                           | 32.0        | 42500                | 28.0                          | 45800                | 3      | 140              | 8750                 |
| U12              | 360           | 2                       | 1140                 | 385.0                           | 34.0        | 47700                | 30.0                          | 52400                | 3      | 140              | 9500                 |
| U13              | 400           | 2                       | 1290                 | 385.0                           | 36.0        | 53300                | 32.0                          | 59400                | 3      | 140              | 10250                |
| U14              | 450           | 2                       | 1440                 | 412.5                           | 38.0        | 59200                | 34.0                          | 66800                | 3      | 140              | 11000                |
| U15              | 500           | 2                       | 1590                 | 412.5                           | 40.0        | 65300                | 34.0                          | 69800                | 4      | 160              | 11500                |
| U16              | 550           | 2                       | 1740                 | 440.0                           | 42.0        | 71700                | 36.0                          | 74600                | 4      | 160              | 12000                |
| U17              | 600           | 2                       | 1920                 | 440.0                           | 44.0        | 78400                | 38.0                          | 82500                | 4      | 160              | 12500                |
| U18              | 660           | 2                       | 2100                 | 440.0                           | 46.0        | 85300                | 40.0                          | 91400                | 4      | 160              | 13000                |

### 6.5.2 Línea de Fondeo y Cabos de Amarre

Según el Numeral de Equipos determinado anteriormente y la Tabla N° 6.5.1 para Naves sin Restricción el reglamento recomienda el siguiente equipamiento:

#### Anclas

|                  |   |        |
|------------------|---|--------|
| Número de Anclas | = | 2      |
| Peso por Ancla   | = | 140 Kg |

#### Cadena de leva con conrete para acero de resistencia normal

|                 |   |            |
|-----------------|---|------------|
| Longitud Total  | = | 192.5 mts. |
| Diámetro        | = | 12.5 mm    |
| Carga de rotura | = | 6700 Kg    |

#### Amarras

|                   |   |         |
|-------------------|---|---------|
| Número de Amarras | = | 2       |
| Largo por Amarra  | = | 80 mts. |
| Carga de Rotura   | = | 3000 Kg |

### 6.5.3 Cálculo de Potencia del Cabrestante

Con algunos datos obtenidos hasta ahora se puede obtener la potencia del cabrestante, se calcula como sigue:

$$N_2 = \frac{7.74 \times P \times V_2}{\eta \times 75 \times 60}$$

|        |   |  |
|--------|---|--|
| $N_2$  | = | potencia del cabrestante en Hp             |
| $P$    | = | peso del ancla en Kg                       |
| $V_2$  | = | velocidad de levante del ancla, en mts/min |
| $\eta$ | = | rendimiento mecánico                       |

La relación de velocidades frecuentes es de:

$$V_2/V_3 = ( 2.8 / 7.74 ) = 0.365$$

|       |   |      |         |
|-------|---|------|---------|
| $V_2$ | = | 3.65 | mts/min |
| $V_3$ | = | 10   | mts/min |

Cálculo:

$$\begin{aligned}N_2 &= 1.33 \approx 1.5 \text{ Hp} \\ P &= 140 \text{ Kg} \\ V_2 &= 3.65 \text{ mts/min} \\ \eta &= 0.6\end{aligned}$$

Por lo tanto la potencia del cabrestante será de 1.5 Hp, ya que dicha potencia satisface la potencia de zarpe del ancla del fondo y la potencia para llevar el ancla.

#### **6.5.4 Caja de Cadenas**

El volumen de la caja de cadenas es el siguiente:

$$V = 0.082 \times d^2 \times L \times 10^{-4} \quad \text{en m}^3$$

$$\begin{aligned}V &= \text{volumen de la caja de cadenas en m}^3 \\ d &= \text{diámetro de la sección del eslabón en mm.} \\ L &= \text{largo de la cadena en m}\end{aligned}$$

Cálculo:

$$\begin{aligned}V &= 0.12 \text{ m}^3 \\ d &= 12.5 \text{ mm} \\ L &= 96.25 \text{ m}\end{aligned}$$

En resumen el sistema de fondeo de nuestra embarcación estará constituido por los siguientes elementos:

- dos anclas sin cepo de 140 Kg cada una.
- 192.5 mts de cadena con concreto de 12.5 mm de diámetro de acero de resistencia normal.
- dos cabrestantes de 1.5 Hp de potencia
- dos cajas de cadena de 0.12 m<sup>3</sup> mínimo cada una, ubicadas una en el pique de proa y la otra en el pique de popa.

#### **6.6 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

El Sistema de Alimentación lo componen básicamente las siguientes partes principales

- blowers, o generadores de aire, de alto caudal y baja presión y su canalización.
- sistema de dosificación.

- silos de alimento.
- panel de control.

#### **6.6.1 Blower**

Este sistema opera con dos blowers generadores de aire a presión necesario para expulsar el alimento a una distancia suficiente (18 mt). Estas turbinas serán dos, accionadas por motores hidráulicos independientes, y alimentaran una línea de aire independiente. Las turbinas serán de aluminio naval, de medida 700 x 100 x 3 mm x 16 aspas. Generarán un caudal aproximado a los 200 PCM a 200 mbar. La potencia estimada de los motores hidráulicos es de unos 10 Hp @ 3600 rpm. Estos motores serán activados por medio del panel de control a través de electrobombas.

La canalización del aire será a través de cañería de HDPE de 90 x 5 mm.

#### **6.6.2 Sistema de Dosificación**

Este sistema permite variar la entrega de alimento según sea el requerimiento del pez. Se basa en un tornillo sin fin metálico de 150 mm de diámetro por 70 mm de paso accionado por un motoreductor de ¼ Hp de 12 VDC, este motoreductor eléctrico permite variaciones de velocidad lo que a través del calibrado según pellets permite alimentar con exactitud.

#### **6.6.3 Silos**

Los silos son el espacio donde se almacena el alimento en la embarcación, esta embarcación posee dos silos, de 7.250 Kg de capacidad cada uno, o 11.15 m<sup>3</sup>. Son de fibra de vidrio, y de forma geométrica que asegure el escurrimiento del alimento hasta su parte inferior. Poseen escotilla metálica de abertura suficiente para que quepa un big bag de alimento de 1.200 Kg. sus paredes interiores deberán ser lo mas lisas posibles de forma de evitar la adherencia permanente de alimento.

#### **6.6.4 Panel de control**

El panel de control es el dispositivo con el cual se controla la alimentación, es decir este controla los motores de los blowers y también los tornillos dosificadores a través de electroválvulas o sensores. El panel permite realizar la calibración de los dosificadores, predeterminar una cantidad de alimento a entregar a cierta velocidad, registrar los distintos eventos de alimentación por jaula, y extraer la información para su posterior análisis. Esta situado en la caseta de control de la alimentación en la parte superior del caserío.

Este panel incluye contactores, relés de estado sólido, caja metálica, automáticos, cableado etc. las siguientes son las características generales del panel de control.

#### Señales de Entradas

- 1 sensor inductivos
- 1 detector de silo vacío

#### Señales de Salida

- 4 salidas digitales para frecuencímetro
- 1 relé para activación de motor 1/4HP
- 1 relé para activación de motor de blower
- 1 relé para activación de alarma
- 2 salida RS-232 para PC

Diagrama de Instalación del Panel de Control y Sistema de Alimentación se adjuntan en el Anexo

9.

## CAPÍTULO VII

### CÁLCULO DE PESOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Se entiende por la estabilidad de un buque a la capacidad para recuperar su condición de adrizado en el agua; hay diversos factores que influyen en la estabilidad de una embarcación, dichos factores deben ser controlados principalmente en la etapa de proyecto.

Antes de proceder a realizar un análisis preliminar de la estabilidad se debe obtener el desplazamiento y el centro de gravedad de nuestra embarcación.

#### 7.1 ESTIMACIÓN DE PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD

Para el análisis de estabilidad de un buque es necesario conocer el desplazamiento y el centro de gravedad del buque para las distintas condiciones de carga a las que será evaluada la estabilidad transversal; por lo que en este capítulo antes de proceder a evaluar la estabilidad transversal primero se realizará una estimación de pesos y centro de gravedad, cabe resaltar que este cálculo constituye solo una estimación, ya que la única manera de obtener el desplazamiento y centro de gravedad real de una embarcación es mediante un proyecto definitivo donde se calcula con exactitud todos los centro de gravedad de la embarcación ( de maquinarias, equipos, instalaciones, etc ). Y por medio de la prueba de inclinación que se realiza una vez terminada la construcción de la embarcación se comprueba la posición calculada del centro de gravedad de la embarcación, la que no debería variar con la calculada en proyecto.

Para determinar el desplazamiento de esta embarcación y en general de cualquier otra es necesario considerar lo siguiente:

El desplazamiento (  $\Delta$  ) se divide en dos componentes:

- Desplazamiento Liviano  $D_L$  ( lightweight )
- Peso Muerto DW ( deadweight )

Con el objetivo de aclarar los componentes del desplazamiento a continuación se definen ambas:

#### **Desplazamiento Liviano $D_L$**

Representa el peso de la nave completo. Sin aceites, fluidos ni combustibles almacenado en los estanques, sin provisiones ni agua a bordo, por tanto representa la parte fija de la nave.

Este desplazamiento se subdivide en:

- Peso del Casco
- Peso de Superestructura
- Peso de Sala de Máquinas
- Peso de Carpintería
- Peso de Equipos e Instalaciones

### Peso Muerto

Representa la parte variable de los pesos del desplazamiento, en este ítem se agrupan los siguientes componentes:

- Peso de Combustible
- Peso de Lubricante
- Peso Agua Dulce
- Peso de la Carga

Por lo tanto, el desplazamiento (  $\Delta$  ) será igual a:

$$\Delta = D_L + DW \quad (7.1)$$

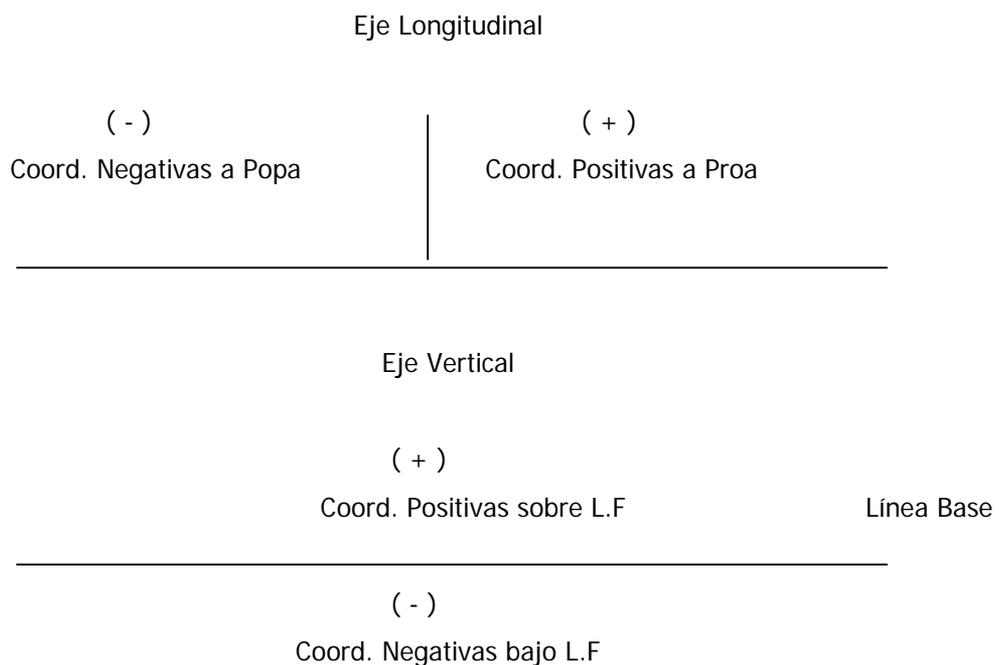
### 7.2 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO LIVIANO

Como se señaló en párrafos anteriores de este capítulo el Desplazamiento Liviano está compuesto por el Peso del Casco, el Peso de la Superestructura, Peso de Sala de Máquinas y Peso de Equipos e Instalaciones.

Para obtener el Peso del Casco se recurrió a los Cálculos de Escantillonado del Capítulo 5, mediante los cuales se realizaron los Cuadros N° 7.1, N° 7.2, N° 7.3, N° 7.4 para resumir la información en el Cuadro N° 7.5 Esquema de Laminado. Otros pesos se obtuvieron de catálogos, sin embargo hubo la necesidad de estimar algunos pesos ya que no se contaba con la información necesaria.

Para obtener los centros de gravedad de los pesos de Equipos e Instalaciones y Superestructura en general se recurrió al plano de Arreglos Generales.

Conviene destacar que el origen de referencia para estos cálculos se encuentra en la intersección de las líneas base y de crujía en la sección media, considérese positivo el eje vertical sobre la línea base y el eje longitudinal a proa de la sección media.



A continuación se presentan tablas de valores en que se encuentran los diferentes ítem que componen el Desplazamiento Liviano con sus respectivos centroides y momentos, los cuales nos permiten obtener así el Desplazamiento Liviano y su Centro de Gravedad

En el Cuadro N° **7.6** se calcula los valores del Peso del Casco completo y su Centro de Gravedad.

De acuerdo a los Pesos y Centros de Gravedad obtenidos en los Cuadros N°**7.7**, N°**7.8** y N°**7.9** se presenta el siguiente cuadro el cual nos permite resumir y calcular el LCG, VCG y Peso para Desplazamiento Liviano.

CUADRO N° 7.1

ESCANTILLONES PLANCHAJE

| ITEM                              | ESPESOR SEGÚN REGLAMENTO<br>(mm) | ESPESOR DE CONSTRUCCIÓN<br>(mm) | ESQUEMA DE<br>LAMINADO (capas) |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| PLANCHAJE DEL FONDO DEL CASCO     | 17                               | 17.77                           | 10 MAT + 8 WR                  |
| PLANCHAJE DEL COSTADO DEL CASCO   | 11                               | 11.77                           | 7 MAT + 5 WR                   |
| MAMPAROS                          | 10                               | 10.89                           | 6 MAT + 5 WR                   |
| CUBIERTAS                         | 19                               | 19.77                           | 11 MAT + 9 WR                  |
| SUPERESTRUCTURA PROA              | 10                               | 10.89                           | 6 MAT + 5 WR                   |
| SUPERESTRUCTURA COSTADOS Y CASETA | 9                                | 9.76                            | 6 MAT + 4 WR                   |

**CUADRO N° 7.2**

**ESCANTILLONES REFUERZOS ESTRUCTURALES**

**Nota:** (h) corresponde a la altura del perfil en mm. (b) corresponde al ancho del perfil, para refuerzos de forma rectangular.

| <b>ITEM</b>   | <b>MS SEGÚN<br/>REGLAMENTO<br/>(cm<sup>3</sup>)</b> | <b>ESPESOR<br/>mm</b> | <b>h<br/>mm</b> | <b>b<br/>mm</b> | <b>ESQUEMA DE LAMINADO (capas)</b> |
|---|---|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| <b>QUILLA</b>                                       | 568   | 26.29                 | 200             | 50              | 12 MAT + 14 WR                     |
| <b>CUADERNAS TRANSVERSALES</b>                      | 35.32   | 6.01                  | 55              | 30              | 3 MAT + 3 WR                       |
| <b>CUADERNAS LONGITUDINALES</b>                     | 31.70   | 6.01                  | 40              | 40              | 3 MAT + 3 WR                       |
| <b>REFUERZO VERTICAL MAMPAROS</b>                   | 12.32   | 6.01                  | 40              | 30              | 3 MAT + 3 WR                       |
| <b>REFUERZO HORIZONTAL MAMPAROS</b>                 | 11.16   | 6.01                  | 40              | 30              | 3 MAT + 3 WR                       |
| <b>BAOS CUBIERTA</b>                                | 22.04   | 6.01                  | 40              | 30              | 3 MAT + 3 WR                       |
| <b>ESLORAS CUBIERTA</b>                             | 18.90   | 6.01                  | 40              | 30              | 3 MAT + 3 WR                       |
| <b>REFUERZOS FRONTALES SUPERESTRUCTURA</b>          | 45.85   | 4                     | 40              | 30              | 2 MAT + 2 WR                       |
| <b>REFUERZOS LATERALES SUPERESTRUCTURA Y CASETA</b> | 34.37   | 4                     | 40              | 30              | 2 MAT + 2 WR                       |
| <b>FUNDACIÓN MOTOR</b>                              |   | 10.89                 | 200             | 120             | 6 MAT + 5 WR                       |
| <b>RODA</b>   | 568   | 26.29                 | 150             | 80              | 12 MAT + 14 WR                     |

**CUADRO N° 7.3**

**SUPERFICIES DE LAMINADO DE PLANCHAJES**

| <b>ITEM</b>                             | <b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b> |
|---|-----------------------------------|
| <b>PLANCHAJE DEL FONDO DEL CASCO</b>    | 61.78                             |
| <b>PLANCHAJE DEL COSTADO DEL CASCO</b>  | 126.46                            |
| <b>MAMPAROS</b>                         | 15.2                              |
| <b>CUBIERTAS</b>                        | 58.18                             |
| <b>SUPERESTRUCTURA PROA</b>             | 6.9                               |
| <b>SUPERESTRUCTURA COSTADOS Y TECHO</b> | 34.07                             |
| <b>CASETA CONTROL</b>                   | 13.44                             |

**CUADRO N° 7.4****SUPERFICIES DE LAMINADO REFUERZOS ESTRUCTURALES**

| <b>ITEM</b>                                | <b>h (m)</b> | <b>b (m)</b> | <b>FLANGE (2h)</b> | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b> |
|--|--------------|--------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
| <b>QUILLA</b>                              | 0.20         | 0.05         | 0.4                | 13.26               | 1               | 13                                |
| <b>CUADERNAS TRANSVERSALES</b>             | 0.055        | 0.03         | 0.11               | 37.58               | 1               | 13.53                             |
| <b>ESLORAS</b>                             | 0.04         | 0.04         | 0.08               | 55.28               | 1               | 15.48                             |
| <b>REFUERZO VERTICAL MAMPAROS</b>          | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 1.9                 | 9               | 4.62                              |
| <b>REFUERZO HORIZONTAL MAMPAROS</b>        | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 5                   | 3               | 4.05                              |
| <b>BAOS CUBIERTA</b>                       | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 39.14               | 1               | 10.57                             |
| <b>ESLORAS CUBIERTA</b>                    | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 25.85               | 1               | 6.98                              |
| <b>REFUERZOS FRONTALES SUPERESTRUCTURA</b> | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 2.2                 | 5               | 2.97                              |
| <b>REFUERZOS LATERALES SUPERESTRUCTURA</b> | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 0.9                 | 3               | 0.73                              |
| <b>REFUERZOS CASETA</b>                    | 0.04         | 0.03         | 0.08               | 15                  | 1               | 4.05                              |
| <b>FUNDACIÓN MOTOR</b>                     | 0.2          | 0.12         | 0.4                | 1.6                 | 2               | 4.23                              |
| <b>RODA</b>                                | 0.15         | 0.05         | 0.3                | 2.5                 | 1               | 2.45                              |

**CUADRO N° 7.5**  
**ESQUEMA DE LAMINADO**

| ITEM                                | SUPERFICIE | GEL-COAT |        | MAT 450 |        |        | WR 800 |        |        |
|-------------------------------------|------------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                     |            | CAPAS    | RESINA | CAPAS   | FIBRA  | RESINA | CAPAS  | FIBRA  | RESINA |
| PLANCHAJE FONDO CASCO               | 63.23      | 2        | 87.25  | 10      | 284.53 | 527.97 | 8      | 404.67 | 494.45 |
| PLANCHAJE COSTADO CASCO             | 126.46     | 2        | 173.25 | 7       | 398.34 | 739.79 | 5      | 505.84 | 618.38 |
| MAMPAROS                            | 15.2       | 2        | 20.97  | 6       | 41.04  | 76.15  | 5      | 60.80  | 74.32  |
| CUBIERTAS                           | 58.18      | 2        | 80.28  | 11      | 287.99 | 534.38 | 9      | 418.89 | 511.98 |
| SUPERESTRUCTURA PROA                | 6.9        | 2        | 9.52   | 6       | 18.63  | 34.56  | 5      | 27.60  | 33.74  |
| SUPERESTRUCTURA LATERALES           | 26.64      | 2        | 56.53  | 6       | 71.92  | 133.46 | 4      | 85.24  | 104.16 |
| CASETA                              | 13.44      | 2        | 18.41  | 6       | 36.28  | 67.33  | 4      | 43     | 52.55  |
| QUILLA                              | 13         |          |        | 12      | 70.2   | 130.13 | 14     | 145.6  | 177.84 |
| RODA                                | 2.45       |          |        | 12      | 13.23  | 24.52  | 14     | 27.44  | 33.51  |
| CUADERNAS TRANSVERSALES             | 13.53      |          |        | 3       | 18.26  | 33.96  | 3      | 32.47  | 39.64  |
| ESLORAS                             | 15.48      |          |        | 3       | 20.89  | 38.85  | 3      | 37.15  | 45.35  |
| REFUERZOS VERTICAL MAMPAROS         | 4.62       |          |        | 3       | 6.23   | 11.59  | 3      | 11.08  | 13.53  |
| REFUERZOS HORIZONTAL MAMPAROS       | 4.05       |          |        | 3       | 5.46   | 10.16  | 3      | 9.72   | 11.86  |
| BAOS                                | 10.57      |          |        | 3       | 14.26  | 26.53  | 3      | 25.36  | 30.97  |
| ESLORAS CUBIERTA                    | 6.98       |          |        | 3       | 9.42   | 17.51  | 3      | 16.75  | 20.45  |
| REFUERZOS FRONTALES SUPERESTRUCTURA | 2.97       |          |        | 2       | 4.00   | 7.45   | 2      | 4.75   | 5.79   |
| REFUERZOS LATERALES SUPERESTRUCTURA | 0.73       |          |        | 2       | 0.65   | 1.21   | 2      | 1.16   | 1.42   |
| REFUERZOS CASETA                    | 4.05       |          |        | 2       | 3.64   | 6.76   | 2      | 6.48   | 14.37  |
| FUNDACIÓN MOTOR                     | 4.23       |          |        | 6       | 11.42  | 21.19  | 5      | 16.92  | 20.68  |
| <b>TOTAL</b>                        |            |          | 446    |         | 1.312  | 2.435  |        | 1.839  | 2.214  |

**CUADRO N° 7.6  
PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL CASCO Y SUPERESTRUCTURA**

| ITEM                                | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m)       | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m)       | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|-------------------------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| PLANCHAJE FONDO CASCO               | 1.79887       | -                  | -                    | 0.45               | 0.809                |
| PLANCHAJE COSTADO CASCO             | 2.4356        | -                  | -                    | 1.57               | 3.823                |
| MAMPAROS                            | 0.273         | -                  | -                    | 0.95               | 0.259                |
| CUBIERTAS                           | 1.833         | -                  | -                    | 1.9                | 3.483                |
| SUPERESTRUCTURA                     | 0.575         | -                  | -                    | 3.3                | 1.898                |
| CASETA                              | 0.217         | -                  | -                    | 5.46               | 1.187                |
| QUILLA                              | 0.523         | -                  | -                    | 0.15               | 0.078                |
| RODA                                | 0.098         | -                  | -                    | 3.05               | 0.301                |
| CUADERNAS TRANSVERSALES             | 0.124         | -                  | -                    | 1.25               | 0.155                |
| ESLORAS                             | 0.142         | -                  | -                    | 0.7                | 0.099                |
| REFUERZOS VERTICAL MAMPAROS         | 0.042         | -                  | -                    | 0.8                | 0.033                |
| REFUERZOS HORIZONTAL MAMPAROS       | 0.037         | -                  | -                    | 0.8                | 0.029                |
| BAOS                                | 0.097         | -                  | -                    | 1.9                | 0.184                |
| ESLORAS CUBIERTA                    | 0.064         | -                  | -                    | 1.9                | 0.121                |
| REFUERZOS FRONTALES SUPERESTRUCTURA | 0.021         | -                  | -                    | 3.15               | 0.069                |
| REFUERZOS LATERALES SUPERESTRUCTURA | 0.004         | -                  | -                    | 3.15               | 0.013                |
| REFUERZOS CASETA                    | 0.031         | -                  | -                    | 5.46               | 0.170                |
| FUNDACIÓN MOTOR                     | 0.070         | -                  | -                    | 0.3                | 0.021                |
| $\Sigma$ PESOS                      | 8.39301       | $\Sigma$ MTO. LONG | -                    | $\Sigma$ MTO. VERT | 12.74294             |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\frac{\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad}}{\Sigma \text{ Pesos}} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0 \text{ m.}$$

$$\frac{\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad}}{\Sigma \text{ Pesos}} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 1.51 \text{ m.}$$

**CUADRO N° 7.7**  
**PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DE SALA DE MÁQUINAS**

| ITEM                   | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m)       | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m)       | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|------------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| <b>MOTOR PRINCIPAL</b> | 0.280         | - 3.3              | - 0.924              | 0.5                | 0.14                 |
| EJE CARDAN             | 0.1           | - 4.7              | - 0.47               | 0.25               | 0.025                |
| BOMBA HIDRAULICA       | 0.05          | - 2.6              | - 0.13               | 0.6                | 0.03                 |
| BOMBA HIDRAULICA (2)   | 0.05          | - 2.6              | - 0.13               | 0.6                | 0.03                 |
| BLOWERS (1)            | 0.125         | - 4.6              | - 0.575              | 0.70               | 0.0875               |
| HELICE                 | 0.120         | - 6.2              | - 0.744              | - 0.05             | 0.006                |
| GENERADOR 6 KVA        | 0.07          | - 6.2              | - 0.434              | 0.8                | 0.056                |
| BOMBA ACHIQUE          | 0.03          | - 2.7              | - 0.081              | 0.07               | 0.0021               |
| $\Sigma$ PESOS         | 0.775         | $\Sigma$ MTO. LONG | - 3.488              | $\Sigma$ MTO. VERT | 0.3766               |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long}}{\Sigma \text{ Pesos}} = - 4.5 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 0.48 \text{ m.}$$

**CUADRO N° 7.8**

**PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DE EQUIPOS E INSTALACIONES**

| ITEM                       | Peso (Ton) | L.C.G (m)          | Mto. Long (Ton*m) | V.C.G (m)          | Mto. Vert (Ton*m) |
|----------------------------|------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| CAÑERÍAS                   | 0.1        | -                  | -                 | 0.6                | 0.06              |
| BITAS (4)                  | 0.2        | -                  | -                 | 1.9                | 0.038             |
| EQUIPOS DE AMARRE Y FONDEO | 0.5        | -                  | -                 | 1.9                | 0.95              |
| EXTINTOR 1                 | 0.02       | - 5                | - 0.1             | 1.6                | 0.032             |
| EXTINTOR 2                 | 0.02       | 1                  | 0.02              | 3.8                | 0.076             |
| ESTANQUE AGUA DULCE        | 0.08       | 1.7                | 0.136             | 0.55               | 0.044             |
| ESTANQUE ACEITE HIDRÁULICO | 0.05       | - 3.5              | - 0.175           | 1.4                | 0.07              |
| ESTANQUE PETROLEO          | 0.1        | - 6.3              | - 0.63            | 1.3                | 0.13              |
| GRÚA                       | 2          | - 3.5              | - 7               | 2.5                | 5                 |
| $\Sigma$ PESOS             | 3.07       | $\Sigma$ MTO. LONG | - 7.749           | $\Sigma$ MTO. VERT | 6.4               |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long}}{\Sigma \text{ Pesos}} = - 2.524 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 2.08 \text{ m.}$$

**CUADRO N° 7.9**  
**PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DE SUPERESTRUCTURA Y CASETA**

| ITEM                 | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m)       | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m)       | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|----------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| TABLERO PUENTE       | 0.08          | 4.4                | 0.352                | 2.8                | 0.224                |
| ACOMODACIONES PUENTE | 0.1           | 3.1                | 0.31                 | 2.7                | 0.27                 |
| COCINA               | 0.06          | 1.5                | 0.09                 | 2.7                | 0.162                |
| BAÑO                 | 0.08          | 1.5                | 0.12                 | 2.7                | 0.216                |
| TABLERO CASETA       | 0.08          | 1.8                | 0.144                | 5.2                | 0.416                |
| ACOMODACIONES CASETA | 0.1           | 1.8                | 0.18                 | 5.2                | 0.52                 |
| $\Sigma$ PESOS       | 0.5           | $\Sigma$ MTO. LONG | 1.196                | $\Sigma$ MTO. VERT | 1.808                |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\Sigma \text{ Mto. Long}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 2.392 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : Y = \frac{\Sigma \text{ Mto. Vert.}}{\Sigma \text{ Pesos}} = 3.616 \text{ m.}$$

**CUADRO N° 7.10**

**PESOS Y CENTROS DEL DESPLAZAMIENTO LIVIANO**

| <b>ITEM</b>              | <b>Peso<br/>(Ton)</b> | <b>L.C.G<br/>(m)</b> | <b>Mto. Long<br/>(Ton*m)</b> | <b>V.C.G<br/>(m)</b> | <b>Mto. Vert<br/>(Ton*m)</b> |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| CASCO                    | 8.393                 | -                    | -                            | 1.51                 | 12.742                       |
| SALA DE MAQUINÁS         | 0.775                 | - 4.5                | - 3.488                      | 0.48                 | 0.3766                       |
| EQUIPOS                  | 3.07                  | - 2.524              | - 7.749                      | 2.08                 | 6.4                          |
| SUPERESTRUCTURA Y CASETA | 0.5                   | 2.392                | 1.196                        | 3.616                | 1.808                        |
|                          |                       |                      |                              |                      |                              |
| Σ PESOS                  | 12.738                | Σ MTO.LONG           | -10.041                      | Σ MTO. VERT          | 21.331                       |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\sum \text{Mto. Long}}{\sum \text{Pesos}} = - 0.79 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : Y = \frac{\sum \text{Mto. Vert.}}{\sum \text{Pesos}} = 1.67 \text{ m.}$$

**7.3 CÁLCULO DEL DEAD WEIGHT**

El peso muerto lo componen aquellos pesos del buque que es posible sacar; en el comienzo de este capítulo se señalaron las partes que componen el peso muerto.

A continuación se realizarán los cálculos de los pesos componentes del peso muerto que corresponden para nuestra embarcación.

Se resume el cálculo en el CUADRO N° 7.11 donde se calcula el LCG y VCG además.

CUADRO N° 7.11

PESOS Y CENTROS DEL DEAD-WEIGHT

| ITEM                            | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m)       | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m)       | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|---------------------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| PESO DEL COMBUSTIBLE            | 0.40          | - 6.3              | - 2.52               | 1.3                | 0.52                 |
| PESO DEL LUBRICANTE             | 0.10          | - 5.25             | - 0.525              | 1.2                | 0.12                 |
| PESO DEL AGUA DULCE             | 0.20          | 1.73               | 0.346                | 0.52               | 0.104                |
| PESO DE LA CARGA                | 14.2          | - 0.95             | - 13.49              | 1.2                | 17.04                |
| PESO DE TRIPULACIÓN Y PASAJEROS | 0.25          | 3.2                | 0.8                  | 3                  | 0.75                 |
| <b>Σ PESOS</b>                  | <b>15.15</b>  | <b>Σ MTO. LONG</b> | <b>- 15.389</b>      | <b>Σ MTO. VERT</b> | <b>18.534</b>        |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} & : X = \frac{\sum \text{Mto. Long}}{\sum \text{Pesos}} = - 1.015 \text{ m.} \\ \text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} & : X = \frac{\sum \text{Mto. Vert.}}{\sum \text{Pesos}} = 1.22 \text{ m.} \end{aligned}$$

#### 7.4 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL

En el caso de nuestra embarcación, la Autoridad Marítima exige que las embarcaciones cumplan con ciertos criterios de estabilidad, en nuestro caso nos ceñiremos por el Reglamento "Criterios de Estabilidad sin Avería Aplicables a Buques Pesqueros".

A continuación se presentan los criterios del reglamento mencionado en el párrafo anterior, el cual es aplicable en nuestro caso:

**a)** El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos  $GZ$ ) no será inferior a 0,055 metros-rad hasta un ángulo de escora  $\theta = 30$  grados ni inferior a 0,09 metros-rad hasta un ángulo de escora  $\theta = 40$  grados o hasta el ángulo de inundación  $\theta_f$  \* si éste es inferior a 40 grados.

Además, el área situada bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos  $GZ$ ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$  o entre  $30^\circ$  y  $\theta_f$ , si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no será inferior a 0,03 metros-rad.

\* $\theta_f$  es el ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, de las superestructuras o de las casetas que no puedan cerrarse de modo estanco. Al aplicar este criterio no se considerarán las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva.

**b)** El valor del brazo adrizante  $GZ$  será como mínimo de 0,20 metros a un ángulo de escora igual o superior a  $30^\circ$ .

**c)** El valor máximo del brazo adrizante corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a  $30^\circ$  pero nunca inferior a  $25^\circ$ .

**d)** La altura metacéntrica inicial  $GM_0$  no será inferior a 0,15 metros.

También se debe señalar las condiciones de carga para las que se deben cumplir los criterios antes expuestos; a las cuales se hace referencia en el punto 3.5.1.2 del mismo reglamento y que se presentan a continuación.

##### Buques de carga:

**i)** buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el total de provisiones y combustible;

**ii)** buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10% de provisiones y combustible;

**iii)** buque en la condición de salida en lastre, sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible;

**iv)** buque en la condición de llegada en lastre, sin carga, y con el 10% de provisiones y combustible

A continuación se presentan las tablas que nos permitirán obtener los desplazamientos y centros de gravedad para las condiciones de carga que establece el reglamento.

**TABLA N° 7.1 PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD PARA CONDICIÓN I)**

| ITEM                   | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m) | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m) | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|------------------------|---------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
| Desplazamiento Liviano | 12.738        | - 0.79       | - 10.041             | 1.67         | 21.331               |
| Dead Weight            | 15.15         | - 1.015      | - 15.389             | 1.22         | 18.534               |
|                        |               |              |                      |              |                      |
| Σ PESOS                | 27.888        | Σ MTO.LONG   | -25.43               | Σ MTO. VERT  | 39.865               |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\sum \text{Mto. Long}}{\sum \text{Pesos}} = - 0.91 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : Y = \frac{\sum \text{Mto. Vert.}}{\sum \text{Pesos}} = 1.42 \text{ m.}$$

**TABLA N° 7.2 PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD PARA CONDICIÓN II)**

| ITEM                   | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m) | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m) | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|------------------------|---------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
| Desplazamiento Liviano | 12.738        | - 0.79       | - 10.041             | 1.67         | 21.272               |
| 10 % Combustible       | 0.04          | -6.3         | -0.252               | 0.9          | 0.036                |
| 10 % Lubricante        | 0.01          | -5.25        | -0.0525              | 1.2          | 0.012                |
| 10 % Agua Dulce        | 0.025         | 1.73         | -0.0346              | 0.27         | 0.0054               |
| Tripulación            | 0.250         | 3.2          | 0.8                  | 3            | 0.75                 |
| 100 % carga            | 14.5          | -0.95        | 13.775               | 1.2          | 17.4                 |
|                        |               |              |                      |              |                      |
| Σ PESOS                | 27.558        | Σ MTO.LONG   | 4.195                | Σ MTO. VERT  | 39.47                |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\sum \text{Mto. Long}}{\sum \text{Pesos}} = 0.15 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : Y = \frac{\sum \text{Mto. Vert.}}{\sum \text{Pesos}} = 1.43 \text{ m.}$$

**TABLA N° 7.3 PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD PARA CONDICIÓN III)**

| ITEM                   | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m) | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m) | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|------------------------|---------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
| Desplazamiento Liviano | 12.738        | - 0.79       | -10.063              | 1.67         | 21.272               |
| 100 % Combustible      | 0.4           | -6.3         | -2.52                | 1.3          | 0.52                 |
| 100 % Lubricante       | 0.1           | -5.25        | -0.525               | 1.2          | 0.12                 |
| 100 % Agua Dulce       | 0.25          | 1.73         | 0.346                | 0.52         | 0.104                |
| Tripulación            | 0.250         | 3.2          | 0.8                  | 3            | 0.75                 |
|                        |               |              |                      |              |                      |
| Σ PESOS                | 13.688        | Σ MTO.LONG   | -11.962              | Σ MTO. VERT  | 22.766               |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\sum \text{Mto. Long}}{\sum \text{Pesos}} = -0.87 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : Y = \frac{\sum \text{Mto. Vert.}}{\sum \text{Pesos}} = 1.66 \text{ m.}$$

**TABLA N° 7.4 PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD PARA CONDICIÓN IV)**

| ITEM                   | Peso<br>(Ton) | L.C.G<br>(m) | Mto. Long<br>(Ton*m) | V.C.G<br>(m) | Mto. Vert<br>(Ton*m) |
|------------------------|---------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
| Desplazamiento Liviano | 12.738        | - 0.79       | -10.063              | 1.67         | 21.272               |
| 10 % Combustible       | 0.04          | -6.3         | -0.252               | 0.9          | 0.036                |
| 10 % Lubricante        | 0.01          | -5.25        | -0.0525              | 1.2          | 0.012                |
| 10 % Agua Dulce        | 0.025         | 1.73         | -0.0346              | 0.27         | 0.0054               |
| Tripulación            | 0.250         | 3.2          | 0.8                  | 3            | 0.75                 |
|                        |               |              |                      |              |                      |
| Σ PESOS                | 13.058        | Σ MTO.LONG   | -9.6                 | Σ MTO. VERT  | 22.075               |

De acuerdo a los valores del cuadro anterior se tiene que:

$$\text{Coord. Long. Del Centro de Gravedad} : X = \frac{\sum \text{Mto. Long}}{\sum \text{Pesos}} = 0.73 \text{ m.}$$

$$\text{Coord. Vert. Del Centro de Gravedad} : Y = \frac{\sum \text{Mto. Vert.}}{\sum \text{Pesos}} = 1.69 \text{ m.}$$

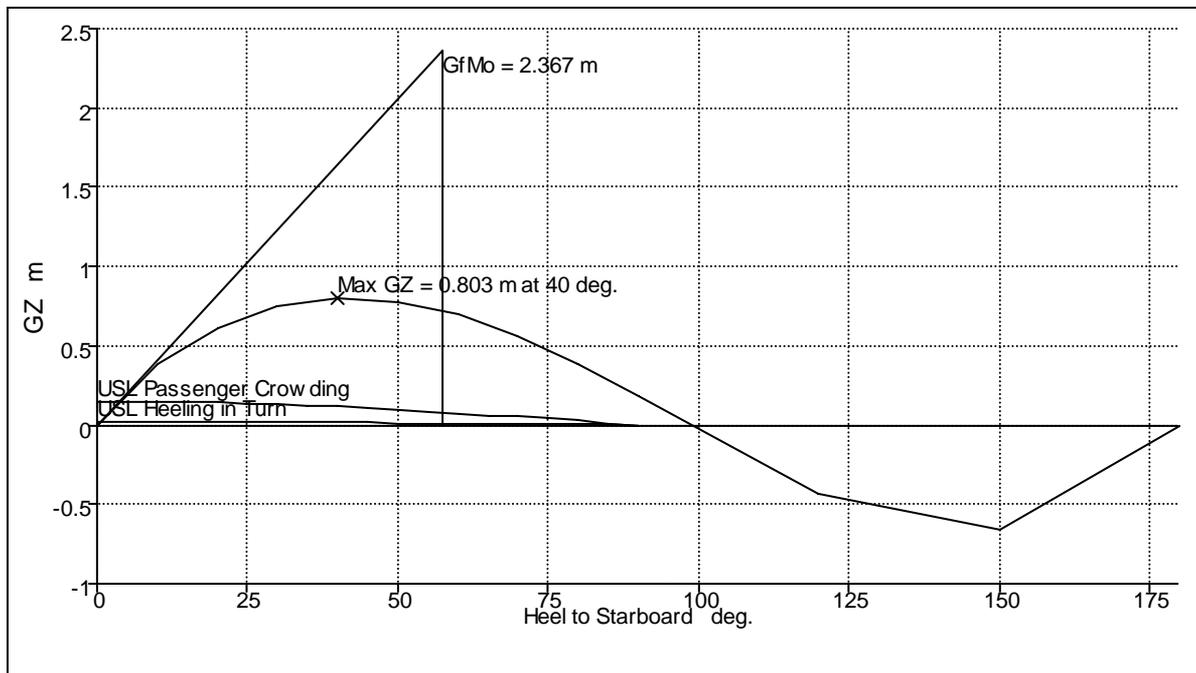
## 7.5 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL

El análisis de la estabilidad transversal se realizará a través del software HIDROMAX utilizado para otros cálculos en este anteproyecto.

Se presentan en las tablas los resultados obtenidos. Según los resultados del análisis se concluye que la embarcación cumple con los criterios establecidos por la Organización Marítima Internacional, IMO.

### Cálculo de estabilidad Condición N° 1

|   | Item Name   | Qty.  | Weight tonne | Long.Arm m   | Vert.Arm m  |
|---|-------------|-------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | condicion I | 1     | 27.88        | -0.910       | 1.420       |
| 2 |             | Disp= | 27.88        | LCG=-0.910 m | VCG=1.420 m |



CURVA DE ESTABILIDAD

|    |                              | 0 deg. Heel | 10 deg. Starb. Heel | 20 deg. Starb. Heel | 30 deg. Starb. Heel | 40 deg. Starb. Heel | 50 deg. Starb. Heel |
|----|------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Displacement tonne           | 27.88       | 27.88               | 27.88               | 27.88               | 27.88               | 27.88               |
| 2  | Draft at FP m                | 1.006       | 0.987               | 0.906               | 0.752               | 0.536               | 0.240               |
| 3  | Draft at AP m                | 1.006       | 0.987               | 0.906               | 0.752               | 0.536               | 0.240               |
| 4  | WL Length m                  | 12.846      | 12.835              | 12.790              | 12.702              | 12.543              | 14.000              |
| 5  | Immersed Depth m             | 1.006       | 0.972               | 1.013               | 1.207               | 1.372               | 1.496               |
| 6  | WL Beam m                    | 4.780       | 4.627               | 4.098               | 3.886               | 3.697               | 4.080               |
| 7  | Wetted Area m <sup>2</sup>   | 60.080      | 57.682              | 54.710              | 53.721              | 55.234              | 56.510              |
| 8  | Waterpl. Area m <sup>2</sup> | 52.341      | 48.759              | 44.181              | 42.572              | 37.067              | 38.455              |
| 9  | Prismatic Coeff.             | 0.691       | 0.704               | 0.722               | 0.733               | 0.751               | 0.689               |
| 10 | Block Coeff.                 | 0.451       | 0.483               | 0.525               | 0.468               | 0.438               | 0.182               |
| 11 | LCB to Amidsh. m             | 0.232 Aft   | 0.301 Aft           | 0.426 Aft           | 0.565 Aft           | 0.656 Aft           | 0.657 Aft           |
| 12 | VCB from DWL m               | 0.323       | 0.346               | 0.377               | 0.402               | 0.440               | 0.497               |
| 13 | GZ m                         | 0.000       | 0.379               | 0.611               | 0.754               | 0.803               | 0.769               |
| 14 | LCF to Amidsh. m             | 0.732 Aft   | 0.561 Aft           | 0.497 Aft           | 0.467 Aft           | 0.195 Aft           | 0.683 Fwd           |
| 15 | TCF to zero pt. m            | 0.000       | 0.429               | 0.935               | 1.342               | 1.419               | 1.653               |

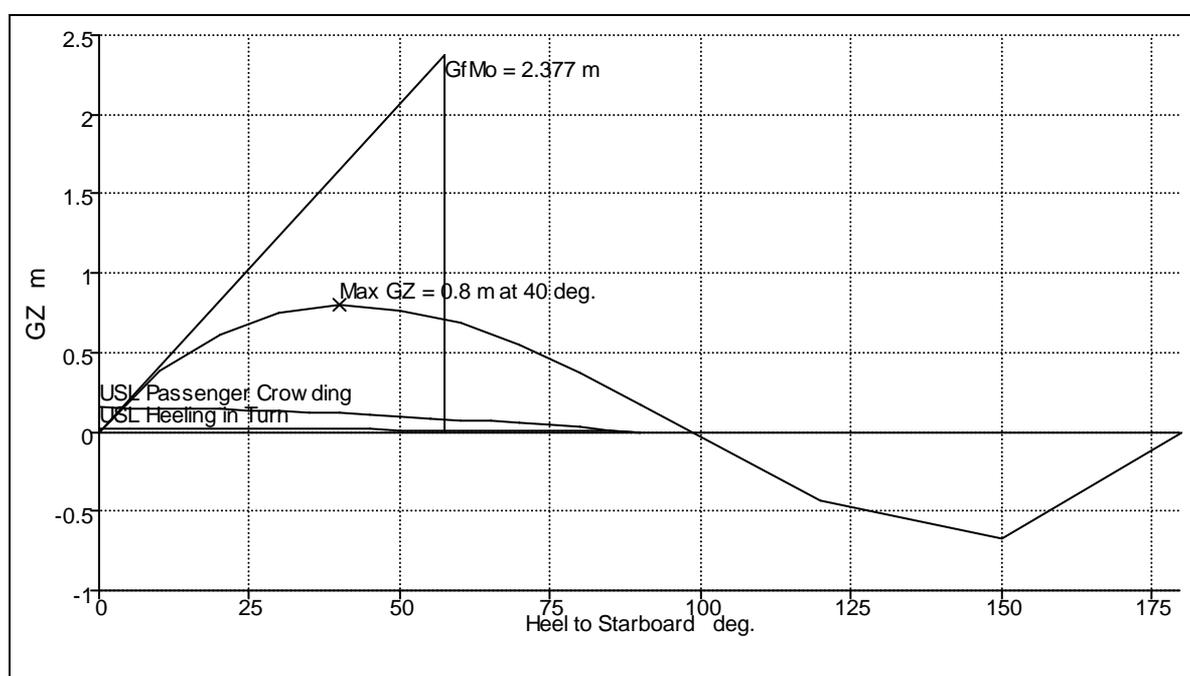
|    | 60 deg.<br>Starb. Heel | 70 deg.<br>Starb. Heel | 80 deg.<br>Starb. Heel | 90 deg.<br>Starb. Heel | 120 deg.<br>Starb. Heel | 150 deg.<br>Starb. Heel | 180 deg.<br>Starb. Heel |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1  | 27.88                  | 27.88                  | 27.88                  | 27.88                  | 27.88                   | 27.88                   | 27.88                   |
| 2  | -0.246                 | -1.212                 | -4.069                 | 0.000                  | -3.312                  | -2.262                  | -1.996                  |
| 3  | -0.246                 | -1.212                 | -4.069                 | 0.000                  | -3.312                  | -2.262                  | -1.996                  |
| 4  | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                  | 14.000                  | 13.406                  |
| 5  | 1.558                  | 1.555                  | 1.494                  | 1.514                  | 2.109                   | 2.062                   | 1.204                   |
| 6  | 3.575                  | 3.123                  | 2.864                  | 2.726                  | 2.869                   | 4.045                   | 4.962                   |
| 7  | 58.296                 | 60.380                 | 62.788                 | 64.839                 | 71.945                  | 84.935                  | 111.256                 |
| 8  | 30.919                 | 27.733                 | 25.874                 | 24.952                 | 26.846                  | 38.408                  | 59.199                  |
| 9  | 0.717                  | 0.742                  | 0.711                  | 0.681                  | 0.597                   | 0.481                   | 0.376                   |
| 10 | 0.357                  | 0.410                  | 0.466                  | 0.483                  | 0.329                   | 0.239                   | 0.348                   |
| 11 | 0.567 Aft              | 0.435 Aft              | 0.292 Aft              | 0.141 Aft              | 0.397 Fwd               | 1.440 Fwd               | 2.598 Fwd               |
| 12 | 0.551                  | 0.594                  | 0.624                  | 0.640                  | 0.611                   | 0.510                   | 0.438                   |
| 13 | 0.696                  | 0.560                  | 0.382                  | 0.180                  | -0.428                  | -0.660                  | 0.000                   |
| 14 | 0.329 Fwd              | 0.404 Fwd              | 0.472 Fwd              | 0.531 Fwd              | 0.665 Fwd               | 0.806 Fwd               | 0.353 Aft               |
| 15 | 1.644                  | 1.686                  | 1.647                  | 1.545                  | 0.956                   | 0.306                   | 0.000                   |

|   | Rule | Criteria                              | Units     | Required | Actual | Status         |
|---|------|---------------------------------------|-----------|----------|--------|----------------|
| 1 | IMO  | Area 0. to 30.                        | m.Radians | 0.055    | 0.238  | Pass (to Stbd) |
| 2 | IMO  | Area 0. to 40. or Downflooding Point  | m.Radians | 0.09     | 0.374  | Pass (to Stbd) |
| 3 | IMO  | Area 30. to 40. or Downflooding Point | m.Radians | 0.03     | 0.136  | Pass (to Stbd) |
| 4 | IMO  | GZ at 30. or greater                  | m         | 0.2      | 0.769  | Pass (to Stbd) |
| 5 | IMO  | Angle of GZ max                       | Degrees   | 25       | 40     | Pass (to Stbd) |
| 6 | IMO  | GM                                    | m         | 0.15     | 2.367  | Pass (to Stbd) |

Cumple con los criterios establecidos por IMO

## Cálculo de estabilidad condición N° 2

|   | Item Name   | Qty.  | Weight tonne | Long.Arm m  | Vert.Arm m  |
|---|-------------|-------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | CONDICION 2 | 1     | 27.56        | 0.150       | 1.430       |
| 2 |             | Disp= | 27.56        | LCG=0.150 m | VCG=1.430 m |



|    |                              | 0 deg. Heel | 10 deg. Starb. Heel | 20 deg. Starb. Heel | 30 deg. Starb. Heel | 40 deg. Starb. Heel | 50 deg. Starb. Heel |
|----|------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Displacement tonne           | 27.56       | 27.56               | 27.56               | 27.56               | 27.56               | 27.56               |
| 2  | Draft at FP m                | 1.000       | 0.981               | 0.898               | 0.744               | 0.524               | 0.225               |
| 3  | Draft at AP m                | 1.000       | 0.981               | 0.898               | 0.744               | 0.524               | 0.225               |
| 4  | WL Length m                  | 12.843      | 12.832              | 12.786              | 12.697              | 12.532              | 14.000              |
| 5  | Immersed Depth m             | 1.000       | 0.966               | 1.005               | 1.199               | 1.364               | 1.486               |
| 6  | WL Beam m                    | 4.779       | 4.611               | 4.084               | 3.873               | 3.692               | 4.083               |
| 7  | Wetted Area m <sup>2</sup>   | 59.844      | 57.385              | 54.422              | 53.435              | 54.883              | 56.107              |
| 8  | Waterpl. Area m <sup>2</sup> | 52.243      | 48.566              | 44.003              | 42.402              | 37.031              | 38.460              |
| 9  | Prismatic Coeff.             | 0.689       | 0.703               | 0.721               | 0.732               | 0.750               | 0.687               |
| 10 | Block Coeff.                 | 0.449       | 0.482               | 0.525               | 0.467               | 0.437               | 0.181               |
| 11 | LCB to Amidsh. m             | 0.226 Aft   | 0.298 Aft           | 0.425 Aft           | 0.566 Aft           | 0.662 Aft           | 0.666 Aft           |
| 12 | VCB from DWL m               | 0.321       | 0.343               | 0.374               | 0.399               | 0.437               | 0.493               |
| 13 | GZ m                         | 0.000       | 0.379               | 0.609               | 0.750               | 0.800               | 0.766               |
| 14 | LCF to Amidsh. m             | 0.731 Aft   | 0.562 Aft           | 0.498 Aft           | 0.470 Aft           | 0.205 Aft           | 0.683 Fwd           |
| 15 | TCF to zero pt. m            | 0.000       | 0.435               | 0.937               | 1.342               | 1.425               | 1.657               |

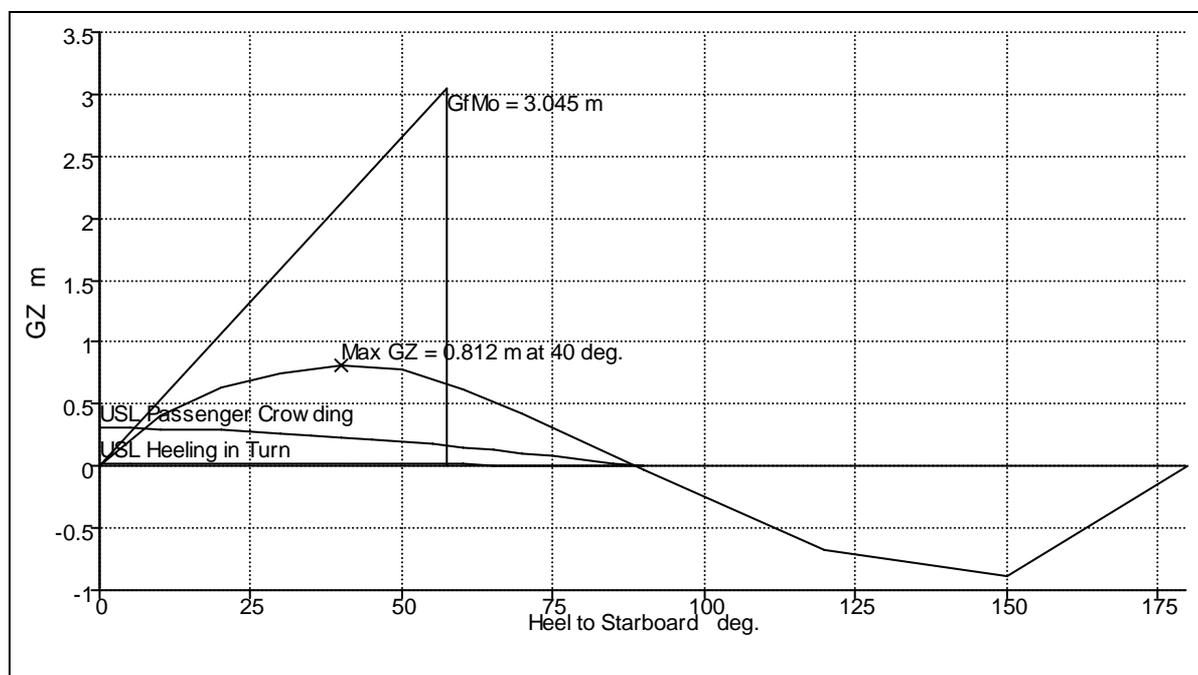
|    | 60 deg.<br>Starb. Heel | 70 deg.<br>Starb. Heel | 80 deg.<br>Starb. Heel | 90 deg.<br>Starb. Heel | 120 deg.<br>Starb. Heel | 150 deg.<br>Starb. Heel | 180 deg.<br>Starb. Heel |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1  | 27.56                  | 27.56                  | 27.56                  | 27.56                  | 27.56                   | 27.56                   | 27.56                   |
| 2  | -0.267                 | -1.246                 | -4.141                 | 0.000                  | -3.336                  | -2.272                  | -2.001                  |
| 3  | -0.267                 | -1.246                 | -4.141                 | 0.000                  | -3.336                  | -2.272                  | -2.001                  |
| 4  | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                  | 14.000                  | 13.410                  |
| 5  | 1.548                  | 1.544                  | 1.481                  | 1.501                  | 2.097                   | 2.053                   | 1.199                   |
| 6  | 3.566                  | 3.116                  | 2.857                  | 2.720                  | 2.863                   | 4.028                   | 4.963                   |
| 7  | 57.849                 | 59.914                 | 61.983                 | 64.375                 | 71.480                  | 84.444                  | 111.077                 |
| 8  | 30.792                 | 27.622                 | 25.782                 | 24.868                 | 26.769                  | 38.182                  | 59.237                  |
| 9  | 0.715                  | 0.743                  | 0.712                  | 0.682                  | 0.597                   | 0.479                   | 0.373                   |
| 10 | 0.357                  | 0.409                  | 0.465                  | 0.482                  | 0.328                   | 0.238                   | 0.345                   |
| 11 | 0.578 Aft              | 0.445 Aft              | 0.300 Aft              | 0.149 Aft              | 0.394 Fwd               | 1.448 Fwd               | 2.632 Fwd               |
| 12 | 0.547                  | 0.589                  | 0.619                  | 0.635                  | 0.606                   | 0.507                   | 0.437                   |
| 13 | 0.691                  | 0.553                  | 0.373                  | 0.171                  | -0.439                  | -0.668                  | 0.000                   |
| 14 | 0.318 Fwd              | 0.393 Fwd              | 0.463 Fwd              | 0.523 Fwd              | 0.660 Fwd               | 0.804 Fwd               | 0.350 Aft               |
| 15 | 1.653                  | 1.692                  | 1.651                  | 1.547                  | 0.951                   | 0.299                   | 0.000                   |

|   | Rule | Criteria                                 | Units     | Required | Actual | Status         |
|---|------|--|-----------|----------|--------|----------------|
| 1 | IMO  | Area 0. to 30.                           | m.Radians | 0.055    | 0.238  | Pass (to Stbd) |
| 2 | IMO  | Area 0. to 40. or<br>Downflooding Point  | m.Radians | 0.09     | 0.373  | Pass (to Stbd) |
| 3 | IMO  | Area 30. to 40. or<br>Downflooding Point | m.Radians | 0.03     | 0.135  | Pass (to Stbd) |
| 4 | IMO  | GZ at 30. or greater                     | m         | 0.2      | 0.766  | Pass (to Stbd) |
| 5 | IMO  | Angle of GZ max                          | Degrees   | 25       | 40     | Pass (to Stbd) |
| 6 | IMO  | GM                                       | m         | 0.15     | 2.377  | Pass (to Stbd) |

Cumple con los criterios establecidos por IMO

### Cálculo de estabilidad Condición N° 3

|   | Item Name   | Qty.  | Weight tonne | Long.Arm m   | Vert.Arm m  |
|---|-------------|-------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | CONDICION 3 | 1     | 13.69        | -0.870       | 1.660       |
| 2 |             | Disp= | 13.69        | LCG=-0.870 m | VCG=1.660 m |
|   |             |       |              |              |             |



CURVA DE ESTABILIDAD

|    |                              | 0 deg. Heel | 10 deg. Starb. Heel | 20 deg. Starb. Heel | 30 deg. Starb. Heel | 40 deg. Starb. Heel | 50 deg. Starb. Heel |
|----|------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Displacement tonne           | 13.69       | 13.69               | 13.69               | 13.69               | 13.69               | 13.69               |
| 2  | Draft at FP m                | 0.714       | 0.660               | 0.527               | 0.323               | 0.016               | -0.476              |
| 3  | Draft at AP m                | 0.714       | 0.660               | 0.527               | 0.323               | 0.016               | -0.476              |
| 4  | WL Length m                  | 12.680      | 12.647              | 12.534              | 12.273              | 11.345              | 11.288              |
| 5  | Immersed Depth m             | 0.714       | 0.650               | 0.656               | 0.835               | 0.974               | 1.036               |
| 6  | WL Beam m                    | 4.686       | 3.871               | 3.433               | 3.259               | 3.264               | 2.854               |
| 7  | Wetted Area m <sup>2</sup>   | 45.647      | 43.215              | 40.658              | 39.332              | 38.422              | 36.423              |
| 8  | Waterpl. Area m <sup>2</sup> | 42.863      | 39.106              | 35.261              | 33.377              | 32.380              | 26.781              |
| 9  | Prismatic Coeff.             | 0.613       | 0.631               | 0.651               | 0.670               | 0.733               | 0.755               |
| 10 | Block Coeff.                 | 0.323       | 0.430               | 0.485               | 0.410               | 0.379               | 0.410               |
| 11 | LCB to Amidsh. m             | 0.144 Fwd   | 0.018 Aft           | 0.314 Aft           | 0.609 Aft           | 0.906 Aft           | 1.086 Aft           |
| 12 | VCB from DWL m               | 0.219       | 0.221               | 0.233               | 0.261               | 0.296               | 0.323               |
| 13 | GZ m                         | 0.000       | 0.413               | 0.628               | 0.743               | 0.812               | 0.777               |
| 14 | LCF to Amidsh. m             | 0.356 Aft   | 0.577 Aft           | 0.560 Aft           | 0.558 Aft           | 0.623 Aft           | 0.692 Aft           |
| 15 | TCF to zero pt. m            | 0.000       | 0.679               | 1.074               | 1.385               | 1.683               | 1.893               |

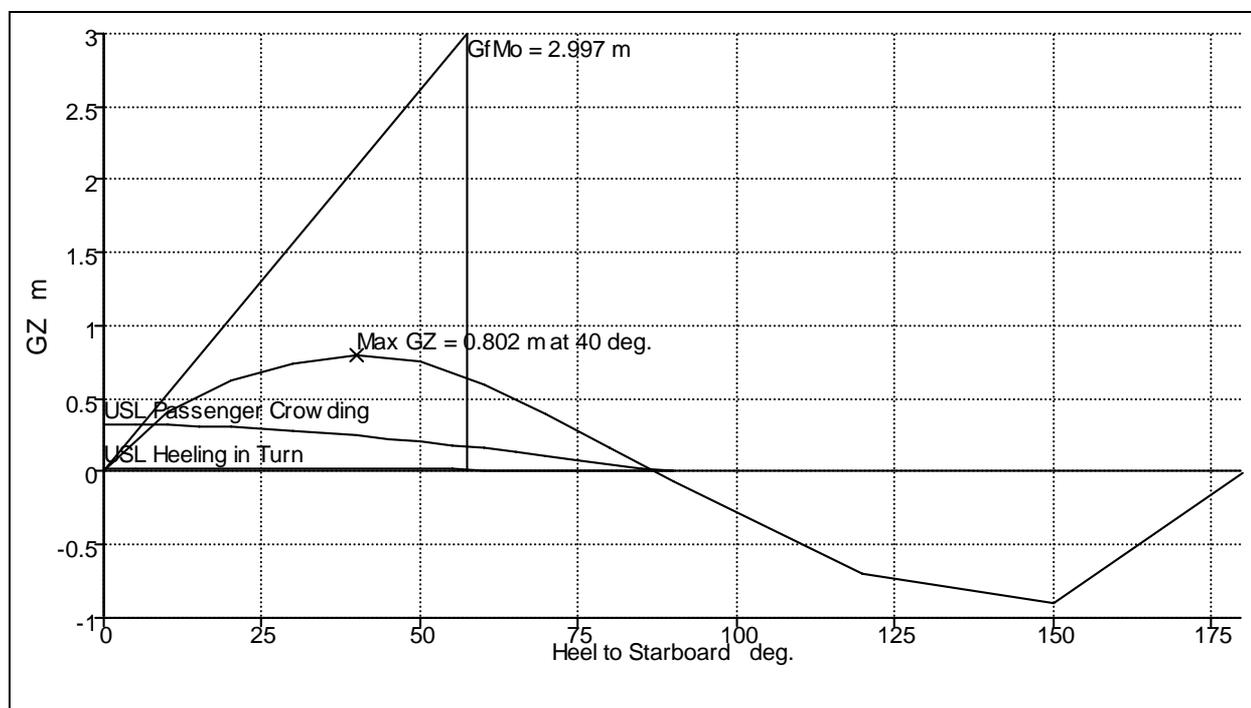
|    | 60 deg.<br>Starb. Heel | 70 deg.<br>Starb. Heel | 80 deg.<br>Starb. Heel | 90 deg.<br>Starb. Heel | 120 deg.<br>Starb. Heel | 150 deg.<br>Starb. Heel | 180 deg.<br>Starb. Heel |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1  | 13.69                  | 13.69                  | 13.69                  | 13.69                  | 13.69                   | 13.69                   | 13.69                   |
| 2  | -1.282                 | -2.868                 | -7.535                 | 0.000                  | -4.456                  | -2.771                  | -2.320                  |
| 3  | -1.282                 | -2.868                 | -7.535                 | 0.000                  | -4.456                  | -2.771                  | -2.320                  |
| 4  | 11.218                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                  | 14.000                  | 13.590                  |
| 5  | 1.040                  | 0.989                  | 0.892                  | 0.893                  | 1.537                   | 1.622                   | 0.880                   |
| 6  | 2.896                  | 2.823                  | 2.554                  | 2.441                  | 2.353                   | 3.185                   | 4.799                   |
| 7  | 36.186                 | 37.551                 | 39.364                 | 41.657                 | 49.174                  | 60.133                  | 57.704                  |
| 8  | 23.599                 | 22.294                 | 21.209                 | 20.697                 | 22.523                  | 26.326                  | 15.744                  |
| 9  | 0.784                  | 0.658                  | 0.695                  | 0.734                  | 0.542                   | 0.383                   | 0.246                   |
| 10 | 0.405                  | 0.357                  | 0.429                  | 0.448                  | 0.270                   | 0.189                   | 0.239                   |
| 11 | 1.117 Aft              | 1.013 Aft              | 0.833 Aft              | 0.618 Aft              | 0.275 Fwd               | 2.065 Fwd               | 4.935 Fwd               |
| 12 | 0.348                  | 0.361                  | 0.368                  | 0.372                  | 0.385                   | 0.383                   | 0.438                   |
| 13 | 0.616                  | 0.420                  | 0.200                  | -0.035                 | -0.677                  | -0.884                  | 0.000                   |
| 14 | 0.527 Aft              | 0.233 Aft              | 0.073 Aft              | 0.047 Fwd              | 0.297 Fwd               | 1.047 Fwd               | 4.553 Fwd               |
| 15 | 1.937                  | 1.933                  | 1.804                  | 1.602                  | 0.723                   | 0.028                   | 0.000                   |

|   | Rule | Criteria                                 | Units     | Required | Actual | Status         |
|---|------|--|-----------|----------|--------|----------------|
| 1 | IMO  | Area 0. to 30.                           | m.Radians | 0.055    | 0.247  | Pass (to Stbd) |
| 2 | IMO  | Area 0. to 40. or<br>Downflooding Point  | m.Radians | 0.09     | 0.382  | Pass (to Stbd) |
| 3 | IMO  | Area 30. to 40. or<br>Downflooding Point | m.Radians | 0.03     | 0.136  | Pass (to Stbd) |
| 4 | IMO  | GZ at 30. or greater                     | m         | 0.2      | 0.777  | Pass (to Stbd) |
| 5 | IMO  | Angle of GZ max                          | Degrees   | 25       | 40     | Pass (to Stbd) |
| 6 | IMO  | GM                                       | m         | 0.15     | 3.045  | Pass (to Stbd) |

Cumple con los criterios establecidos por IMO

## Cálculo de estabilidad condición N° 4

|   | Item Name   | Qty.  | Weight tonne | Long.Arm m  | Vert.Arm m  |
|---|-------------|-------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | CONDICION 4 | 1     | 13.06        | 0.730       | 1.690       |
| 2 |             | Disp= | 13.06        | LCG=0.730 m | VCG=1.690 m |
|   |             |       |              |             |             |



|    |                              | 0 deg. Heel | 10 deg. Starb. Heel | 20 deg. Starb. Heel | 30 deg. Starb. Heel | 40 deg. Starb. Heel | 50 deg. Starb. Heel |
|----|------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Displacement tonne           | 13.06       | 13.06               | 13.06               | 13.06               | 13.06               | 13.06               |
| 2  | Draft at FP m                | 0.699       | 0.643               | 0.507               | 0.301               | -0.010              | -0.513              |
| 3  | Draft at AP m                | 0.699       | 0.643               | 0.507               | 0.301               | -0.010              | -0.513              |
| 4  | WL Length m                  | 12.672      | 12.592              | 12.515              | 12.239              | 11.302              | 11.242              |
| 5  | Immersed Depth m             | 0.699       | 0.634               | 0.638               | 0.816               | 0.955               | 1.012               |
| 6  | WL Beam m                    | 4.636       | 3.832               | 3.399               | 3.227               | 3.216               | 2.779               |
| 7  | Wetted Area m <sup>2</sup>   | 44.626      | 42.267              | 39.904              | 38.555              | 37.430              | 35.438              |
| 8  | Waterpl. Area m <sup>2</sup> | 41.941      | 38.348              | 34.743              | 32.838              | 31.576              | 26.390              |
| 9  | Prismatic Coeff.             | 0.609       | 0.628               | 0.645               | 0.666               | 0.730               | 0.753               |
| 10 | Block Coeff.                 | 0.318       | 0.427               | 0.481               | 0.405               | 0.376               | 0.413               |
| 11 | LCB to Amidsh. m             | 0.167 Fwd   | 0.008 Fwd           | 0.302 Aft           | 0.611 Aft           | 0.919 Aft           | 1.104 Aft           |
| 12 | VCB from DWL m               | 0.215       | 0.215               | 0.226               | 0.254               | 0.290               | 0.315               |
| 13 | GZ m                         | 0.000       | 0.409               | 0.624               | 0.737               | 0.802               | 0.761               |
| 14 | LCF to Amidsh. m             | 0.325 Aft   | 0.540 Aft           | 0.556 Aft           | 0.559 Aft           | 0.644 Aft           | 0.735 Aft           |
| 15 | TCF to zero pt. m            | 0.000       | 0.687               | 1.082               | 1.389               | 1.694               | 1.916               |

|    | 60 deg.<br>Starb. Heel | 70 deg.<br>Starb. Heel | 80 deg.<br>Starb. Heel | 90 deg.<br>Starb. Heel | 120 deg.<br>Starb. Heel | 150 deg.<br>Starb. Heel | 180 deg.<br>Starb. Heel |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1  | 13.06                  | 13.06                  | 13.06                  | 13.06                  | 13.06                   | 13.06                   | 13.06                   |
| 2  | -1.336                 | -2.951                 | -7.707                 | 0.000                  | -4.512                  | -2.799                  | -2.360                  |
| 3  | -1.336                 | -2.951                 | -7.707                 | 0.000                  | -4.512                  | -2.799                  | -2.360                  |
| 4  | 11.166                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                 | 14.000                  | 14.000                  | 13.613                  |
| 5  | 1.013                  | 0.961                  | 0.862                  | 0.863                  | 1.509                   | 1.597                   | 0.840                   |
| 6  | 2.797                  | 2.833                  | 2.539                  | 2.427                  | 2.311                   | 3.137                   | 4.807                   |
| 7  | 35.182                 | 36.463                 | 38.330                 | 40.356                 | 48.081                  | 58.764                  | 57.080                  |
| 8  | 23.211                 | 22.000                 | 20.957                 | 20.465                 | 22.241                  | 25.708                  | 15.742                  |
| 9  | 0.782                  | 0.653                  | 0.690                  | 0.733                  | 0.537                   | 0.376                   | 0.245                   |
| 10 | 0.414                  | 0.353                  | 0.426                  | 0.445                  | 0.268                   | 0.186                   | 0.238                   |
| 11 | 1.144 Aft              | 1.050 Aft              | 0.869 Aft              | 0.649 Aft              | 0.275 Fwd               | 2.113 Fwd               | 4.953 Fwd               |
| 12 | 0.337                  | 0.349                  | 0.355                  | 0.359                  | 0.374                   | 0.377                   | 0.418                   |
| 13 | 0.596                  | 0.394                  | 0.172                  | -0.064                 | -0.701                  | -0.903                  | 0.000                   |
| 14 | 0.580 Aft              | 0.275 Aft              | 0.109 Aft              | 0.014 Fwd              | 0.269 Fwd               | 1.086 Fwd               | 4.591 Fwd               |
| 15 | 1.949                  | 1.943                  | 1.811                  | 1.604                  | 0.713                   | 0.020                   | 0.000                   |

|   | Rule | Criteria                                 | Units     | Required | Actual | Status         |
|---|------|--|-----------|----------|--------|----------------|
| 1 | IMO  | Area 0. to 30.                           | m.Radians | 0.055    | 0.245  | Pass (to Stbd) |
| 2 | IMO  | Area 0. to 40. or<br>Downflooding Point  | m.Radians | 0.09     | 0.379  | Pass (to Stbd) |
| 3 | IMO  | Area 30. to 40. or<br>Downflooding Point | m.Radians | 0.03     | 0.134  | Pass (to Stbd) |
| 4 | IMO  | GZ at 30. or greater                     | m         | 0.2      | 0.761  | Pass (to Stbd) |
| 5 | IMO  | Angle of GZ max                          | Degrees   | 25       | 40     | Pass (to Stbd) |
| 6 | IMO  | GM                                       | m         | 0.15     | 2.997  | Pass (to Stbd) |

Cumple con los criterios establecidos por IMO

## CAPÍTULO VIII

### ESTIMACIÓN DE COSTOS

En el presente capítulo se desarrollará una estimación del costo de la embarcación en proyecto. Para ello se ha tratado de considerar todos los elementos que componen la embarcación y sus costos respectivos, con el objetivo de tener una visión global del costo final de la embarcación.

Estos costos se dan en dólares americanos a un valor de quinientos veinte pesos ( 1 US \$ = \$ 520 ).

Cabe destacar que el costo que se calculará representa solo los costos de fabricación y no representa un estudio económico de la embarcación, ya que se trata de un anteproyecto.

Los ítem a evaluar serán:

- Costo de materiales, en el cual se incluyen todos los materiales para la construcción del casco y superestructura.
- Costos de equipamiento, en el cual se incluyen todos los equipos e instrumentos que llevará la embarcación.
- Costos de construcción, el que se incluye mano de obra de la construcción, considerando el número de hombres, días trabajados y las horas hombre ( HH ) necesarias para la construcción.

Los valores considerados en los cuadros de estimación de costos no incluyen IVA.

#### 8.2.1 Estimación de Costos de Fibra de Vidrio

| ÍTEM                     | CANTIDAD ( Kg ) | PRECIO ( US\$/Kg ) | SUB TOTAL (US\$ )   |
|--------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| MAT 450                  | 1.312           | 2.30               | 3.017               |
| WR 800                   | 1.839           | 2.50               | 4.598               |
| RESINA PALATAL P-4       | 4.649           | 1.73               | 8.043               |
| CATALIZADOR PEROXIDO MEK | 93              | 5.15               | 479                 |
| ACELERANTE COBALTO       | 14              | 10.66              | 150                 |
| MONOMERO DE ESTIRENO     | 50              | 2.33               | 117                 |
| DILUYENTE POLIESTER      | 63              | 0.89               | 57                  |
|                          |                 |                    |                     |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>  |                 |                    | <b>US \$ 16.460</b> |

### 8.2.2 Estimación Costos en Materiales Molde

| ÍTEM                              | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$ Un ) | SUB TOTAL ( US\$ ) |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| TRUPAN 1520x2440x3 mm             | 60              | 6.10               | 367                |
| TRUPAN 1520x2440x15 mm            | 75              | 19.18              | 1438               |
| PERFIL TUBULAR 100x100x4x6000 mm  | 4               | 66.63              | 267                |
| PERFIL COSTANERA 100X50X3X6000 mm | 6               | 14.05              | 85                 |
| COLA FRIA                         | 20              | 5                  | 100                |
| CORCHETES                         |                 |                    | 100                |
| PERNERÍA                          |                 |                    | 50                 |
|                                   |                 |                    |                    |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>           |                 |                    | <b>US \$ 2.410</b> |

### 8.2.3 Estimación Costos en Madera de Refuerzos

| ÍTEM                                    | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$ Un ) | SUB TOTAL ( US\$ ) |
|---|-----------------|--------------------|--------------------|
| LISTON PINO 2"X1"X3.2mt<br>DIMENSIONADO | 15              | 1                  | 15                 |
| LISTON PINO 2"X2"X3.2mt<br>DIMENSIONADO | 71              | 1.5                | 106.5              |
| TABLA PINO 3"X1"X3.2mt<br>DIMENSIONADO  | 20              | 1.8                | 36                 |
| VERDUGETE 4"X4"X3.2mt                   | 8               | 15                 | 80                 |
|   |                 |                    |                    |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>                 |                 |                    | <b>US \$ 237,5</b> |

### 8.2.4 Estimación Costos de Mampostería

| ÍTEM                    | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$ Un ) | SUB TOTAL ( US\$ ) |
|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| VENTANAS ALUMINIO (1)   | 5               | 85                 | 425                |
| VENTANAS ALUMINIO (2)   | 2               | 113                | 226                |
| VENTANAS ALUMINIO (3)   | 1               | 245                | 245                |
| OJOS DE BUEY            | 3               | 90                 | 270                |
| PUERTAS CASERÍO         | 4               | 135                | 540                |
| ESCOTILLAS ESTANCAS     | 2               | 115                | 230                |
| TOMAS VENTILACIÓN (1)   | 3               | 25                 | 75                 |
| TOMAS VENTILACIÓN (2)   | 2               | 42                 | 84                 |
|                         |                 |                    |                    |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b> |                 |                    | <b>US\$ 2.020</b>  |

### 8.2.5 Estimación Costos de Cañerías

| ÍTEM                            | CANTIDAD ( m ) | PRECIO ( US\$ Un ) | SUB TOTAL ( US\$ )   |
|---------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|
| AGUA DULCE 3/4" CHSC 40         | 15             | 2                  | 30                   |
| ACHIQUE-LASTRE 2" CHSC 40       | 30             | 7                  | 210                  |
| PASAMANOS 2" CHSC 40            | 8              | 7                  | 56                   |
| BARANDAS 1 1/2" CHSC 40         | 50             | 5.5                | 275                  |
| PLATAFORMA RADAR 1 1/2" CHSC 40 | 10             | 5.5                | 55                   |
| BARANDAS 2" CHSC 40             | 12             | 7                  | 84                   |
| ALIMENTACIÓN 4" HDPE            | 25             | 1.5                | 37.5                 |
| ALIMENTACIÓN 3" MALLAFLEX       | 20             | 10                 | 200                  |
|                                 |                |                    |                      |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>         |                |                    | <b>US \$ 1.243,5</b> |

### 8.2.6 Estimación Costos de Pinturas

| ÍTEM                          | CANTIDAD ( m <sup>2</sup> ) | PRECIO ( US\$/m <sup>2</sup> ) | SUB TOTAL ( US\$ ) |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| ANTIFOULING OBRA VIVA         |                             |                                |                    |
| ESMALTE SUPERESTRUCTURA       |                             |                                |                    |
| ESMALTE ALTO TRÁFICO CUBIERTA |                             |                                |                    |
|                               |                             |                                |                    |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>       |                             |                                | <b>US \$ 1.490</b> |

## 8.2.7 Estimación Costos de Equipos

| ÍTEM                            | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$/Un ) | SUB TOTAL ( \$ )   |
|---------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| SISTEMA PROPULSOR               | 1               | 28.870             | 20.870             |
| -MOTOR                          |                 |                    |                    |
| -PANEL DE INSTRUMENTOS          |                 |                    |                    |
| -HÉLICE                         |                 |                    |                    |
| -EJE PORTA HÉLICE               |                 |                    |                    |
| -BOCINA                         |                 |                    |                    |
| -PRENSA                         |                 |                    |                    |
| -JUNTA ELÁSTICA                 |                 |                    |                    |
| -MANDOS MORSE                   |                 |                    |                    |
| BOMBA ACHIQUE ¾ HP              | 1               | 350                | 350                |
| BOMBA AGUA DULCE                | 1               | 85                 | 85                 |
| BATERÍAS                        | 2               | 62                 | 124                |
| VÁLVULAS                        | 20              | 45                 | 900                |
| SISTEMA DE DOSIFICACIÓN         | 2               | 1.055              | 2.110              |
| SISTEMA DE CONTROL ALIMENTACIÓN | 1               | 5.560              | 5.560              |
| SISTEMA ELÉCTRICO               | 1               | 3.800              | 2.300              |
| SISTEMA HIDRAULICO              | 1               |                    | 2.450              |
| SISTEMA DE GOBIERNO             |                 |                    |                    |
| -BOMBA                          | 1               | 250                | 250                |
| -CILINDRO                       | 1               | 180                | 180                |
| -CAÑERÍA                        | 2X15            | 120                | 240                |
| -CAÑA                           | 1               | 150                | 150                |
| -OTROS                          | 1               | 110                | 110                |
| DESCARGA HÚMEDA DE GASES        | 1               | 800                | 800                |
| SOPLADORES                      | 2               | 1.750              | 3.500              |
| GRÚA                            | 1               | 13.500             | 13.500             |
| CABRESTANTE                     | 1               | 4.120              | 4.120              |
| ESTANQUES                       | 2               | 1227               | 2.454              |
| ELEMENTOS DE CUBIERTA           |                 |                    | 800                |
| ELEMENTOS DE AMARRE Y FONDEO    |                 | 538                | 538                |
|                                 |                 |                    |                    |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>         |                 |                    | <b>US\$ 61.391</b> |

### 8.2.8 Estimación Costos de Equipamiento de Acomodaciones

| ÍTEM                    | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$/Un ) | SUB TOTAL ( \$ )   |
|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| SILLÓN CAPITÁN          | 1               | 450                | 450                |
| BAÑO                    |                 | 295                | 295                |
| COCINA C/ BALÓN DE GAS  | 1               | 80                 | 80                 |
| LAVAPLATOS CON MUEBLE   | 1               | 92                 | 92                 |
| MUEBLES COCINA          |                 | 315                | 315                |
| ASIENTO ESQUINERO       | 1               | 125                | 125                |
| MESA                    | 1               | 187                | 187                |
| ESTANTES                |                 | 245                | 245                |
| RELOJ DE PARED          | 1               | 120                | 120                |
| ALAJAMIENTO             |                 | 145                | 145                |
|                         |                 |                    |                    |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b> |                 |                    | <b>US \$ 2.054</b> |

### 8.2.9 Estimación Costos de Equipos de Navegación

| ÍTEM                             | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$/Un ) | SUB TOTAL ( \$ ) |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| COMPAS MAGNÉTICO MAGISTRAL       | 1               | 90                 | 90               |
| ESCANDALLO CON 50 m PLOMADA 3 Kg | 1               | 37                 | 37               |
| CUERNO DE NIEBLA                 | 1               | 13                 | 13               |
| LINTERNA DE MANO                 | 1               | 12                 | 12               |
| COMPAS DE PUNTA SECA             | 1               | 27                 | 27               |
| REGLAS PARALELAS                 | 1               | 19                 | 19               |
| ESCUADRAS                        | 1               | 7                  | 7                |
| BENGALAS                         | 6               | 11                 | 66               |
| CUADRO DE CHOQUES Y ABORDAJE     | 1               | 15                 | 15               |
| EQUIPO DE RADIO VHF c/ ANTENA    | 1               | 710                | 710              |
| LUCES DE NAVEGACION              | 4               | 122                | 488              |
| PABELLÓN NACIONAL                | 1               | 8                  | 8                |
|                                  |                 |                    |                  |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b>          |                 |                    | <b>\$ 1.492</b>  |

### 8.2.10 Estimación Costos de Equipos Varios

| ITEM                    | CANTIDAD ( Un ) | PRECIO ( US\$/Un ) | SUB TOTAL (US\$ )  |
|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| ANCLA DE LEVA           | 2               | 220                | 440                |
| EXTINTORES ( 6 Kg )     | 3               | 35                 | 105                |
| SALVAVIDAS CIRCULARES   | 3               | 29                 | 87                 |
| CHALECOS SALVAVIDAS     | 6               | 25                 | 150                |
| BALSA SALVAVIDAS 8E     | 1               |                    | 1.830              |
|                         |                 |                    |                    |
| <b>TOTAL EN DOLARES</b> |                 |                    | <b>US \$ 2.612</b> |

### 8.2.11 Estimación Costo de Mano de Obra de Proyecto y Construcción

| ITEM                    | Nº PERSONAS | Nº HORAS | COSTO HH ( US\$ H ) | SUB TOTAL ( US\$ )  |
|-------------------------|-------------|----------|---------------------|---------------------|
| INGENIERO DE PROYECTO   | 2           | 600      | 16.3                | 9.780               |
| SUPERVISOR CONSTRUCCIÓN | 1           | 1150     | 5.44                | 6.256               |
| ENFIBRADORES            | 2           | 1140     | 1.63                | 457                 |
| CARPINTERO              | 1           | 280      | 1.63                | 457                 |
| AYUDANTE                | 1           | 1150     | 1.36                | 1.564               |
| INGENIERO ELECTRÓNICO   | 1           | 190      | 16.3                | 3.097               |
| ELECTRICISTA            | 1           | 480      | 2.04                | 979                 |
| MECÁNICO – HIDRAULICO   | 1           | 280      | 2.04                | 572                 |
| PINTOR                  | 1           | 144      | 1.63                | 235                 |
| GÁSFITER                | 1           | 96       | 1.36                | 131                 |
|                         |             |          |                     |                     |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b> |             |          |                     | <b>US \$ 23.528</b> |

El cálculo del número de horas es calculada en referencia al Cuadro N° 8.1 Carta Gant y al Cuadro N° 8.2 Esquema de cálculo de H-H.

### 8.2.12 Resumen Estimación Costo de Materiales de Construcción

| ÍTEM                    | SUB TOTAL ( US\$ )  |
|-------------------------|---------------------|
| FIBRA DE VIDRIO         | 16.460              |
| REFUERZOS               | 237,5               |
| MAMPOSTERÍA             | 2.020               |
| CAÑERÍAS                | 1.243,5             |
| PINTURAS                | 1.490               |
|                         |                     |
| <b>TOTAL EN DÓLARES</b> | <b>US \$ 21.451</b> |

### 8.2.13 Resumen Estimación Costo de Equipamiento

| ITEM                    | SUB TOTAL ( US\$ )  |
|-------------------------|---------------------|
| EQUIPOS                 | 61.391              |
| ACOMODACIONES           | 2.054               |
| EQUIPOS DE NAVEGACIÓN   | 1.492               |
| EQUIPOS VARIOS          | 2.612               |
|                         |                     |
| <b>TOTAL EN DOLARES</b> | <b>US \$ 67.549</b> |

#### 8.2.14 Resumen Estimación Costo Total de la Embarcación

| ÍTEM                                    | SUB TOTAL ( US\$ )   |
|---|----------------------|
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN              | US \$ 21.451         |
| EQUIPAMIENTO                            | US \$ 67.549         |
| MANO DE OBRA PROYECTO Y<br>CONSTRUCCIÓN | US \$ 23.528         |
|   |                      |
| <b>TOTAL EN DOLARES</b>                 | <b>US \$ 112.528</b> |

Debe entenderse el valor anterior como el valor de costo de la fabricación de la embarcación, y no como su valor comercial, pudiendo este variar dependiendo del astillero que la ejecute, cantidad en proyecto, etc.

Sin perjuicio de lo anterior se puede estimar un rango de valor comercial de manera de concluir mediante comparación con otros sistemas su viabilidad económica dentro de la industria salmonera chilena.

Considerando un porcentaje de utilidad entre un 50 a un 70 %, se puede asumir un valor comercial de **US\$ 190.000**.

## CONCLUSIÓN

Al finalizar este proyecto en su etapa preliminar, podemos darnos cuenta que se logra el objetivo que se perseguía, que era entregar una etapa previa de un proyecto de una embarcación que cumpla funciones de alimentación y también sea multipropósito en el apoyo de otras tareas del Centro de Cultivo. Además de tener una idea global de la interrelación entre las disciplinas que se deben aplicar en el desarrollo de un proyecto.

En base al análisis efectuado, la maquinaria utilizada en la actividad de alimentación de los salmones es diversa. Esta variedad resulta de las diferentes condiciones en que se produce el salmón, las condiciones geográficas, el tamaño de las empresas, estrategia de producción, montos de inversión, etc. La gama de equipos alimentadores va desde equipos básicos mecánicos hasta los mas sofisticados que funcionan en forma absolutamente automática y centralizada. Pero, sin duda no existe una tendencia clara de la industria salmonera a ocupar un solo tipo de alimentador, esto es justificado en parte por la diversidad de formas de cultivar y en parte debido a que los sistemas actuales de mejor performance tienen algunas desventajas ya analizadas, pero principalmente el punto mas desfavorable son sus valores de inversión.

Este anteproyecto evalúa favorablemente la viabilidad de que esta alternativa se incorpore a la industria, como producto comercial.

Lo anterior teniendo en cuenta que el sistema está basado en una embarcación de fibra de vidrio que cumple las Normas y Reglamentos exigidos por la Dirección del Territorio Marítimo, cómodo, con velocidad apropiada, capaz de cumplir los requerimientos de alimentación del centro de cultivo donde opere, que sea aporte a otras tareas, que pueda servir como transporte, ya sea remolcador de pequeñas estructuras o personal y, que es considerablemente mas económico que algún otro sistema actual de prestaciones similares. Debe considerarse valores de inversión de sistemas de alimentación actuales que cumplen las mismas prestaciones ( medido principalmente en nº de jaulas que es capaz de alimentar, de buena forma, diariamente ) pueden llegar a cuadruplicar la cifra calculada para nuestro sistema.

Además, el análisis de la experiencia de modelos extranjeros considerando su nivel de vanguardia nos permite suponer buenas posibilidades para este sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- La Salmonicultura en Chile. Techno Press. Agosto 2003.
- La Acuicultura en Chile. Techno Press. Septiembre 2003.
- Compendio Acuícola de Chile. Año 2002.
- Revista Aqua Noticias, Techno Press. Números 25, 31, 41, 42, 50, 63, 75, 77.
- Revista Salmonicultura, Diario El Llanquihue. Números 15, 22, 25, 33.
- Aquacultural Engineering. Wheatton. Ed. Diciembre 1999.
- Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática ( Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante D.O N° 34.419, 92/11/18 ).
- MARPOL 73/78 Convenio Internacional para la Prevenir la Contaminación por los Buques. Edición refundida 1991.
- Decreto Supremo N° 146, Reglamento para la Construcción, Reparación y Conservación de las naves mercantes y Especiales D.O. N° 32756, 87/02/06.
- Reglamento para el Equipo en los Cargos de Navegación y Maniobras de las Naves de las M.M.N y Especiales ( D.S (M) N° 102 de 1991 )
- Reglamento Nacional de Arqueo de Naves. D.O. N° 36.884 de Febrero de 2001.
- Convenio para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 en su forma enmendada "SOLAS 74"
- Reglamento Germanisher Lloyd, Part 8, Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft. Hull Constructions in Composite.
- Reglamento para la Construcción y Clasificación de Embarcaciones en Plástico Reforzado, American Bureau of Shipping, 1978.
- Bonilla de la Corte Antonio, Construcción Naval y Servicios.
- Software NavCad 2.0

- Software Maxsurf
- Apuntes de Resistencia a la Propulsión, Prof. Nelson Perez Mesa.
- Apuntes de Proyecto I y II, Prof. Raúl Navarro.
- Apuntes de Equipos, Prof. Edmundo Rodríguez.
- Brieva Vasquez Jesús E. Calculo de Costos de Materiales en Embarcaciones de Plástico Reforzado.
- Vivar Luengo Mauricio A. Anteproyecto de un Transbordador para el Lago Pirehueico.
- Belmar Post Daniel R. Anteproyecto de una Embarcacion para la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.
- Catalogo de Productos Vetus. Edición 2001.

# **ANEXOS**

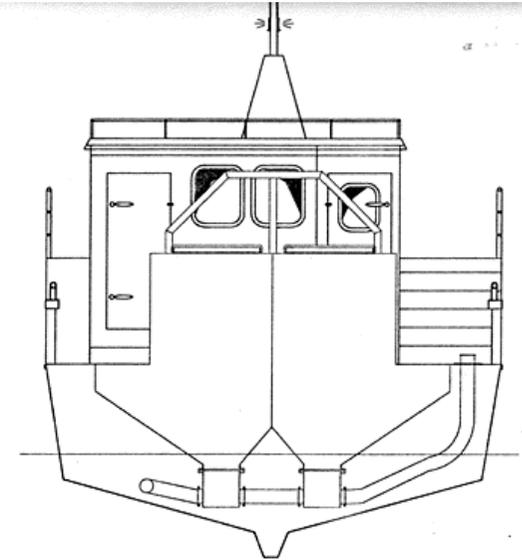
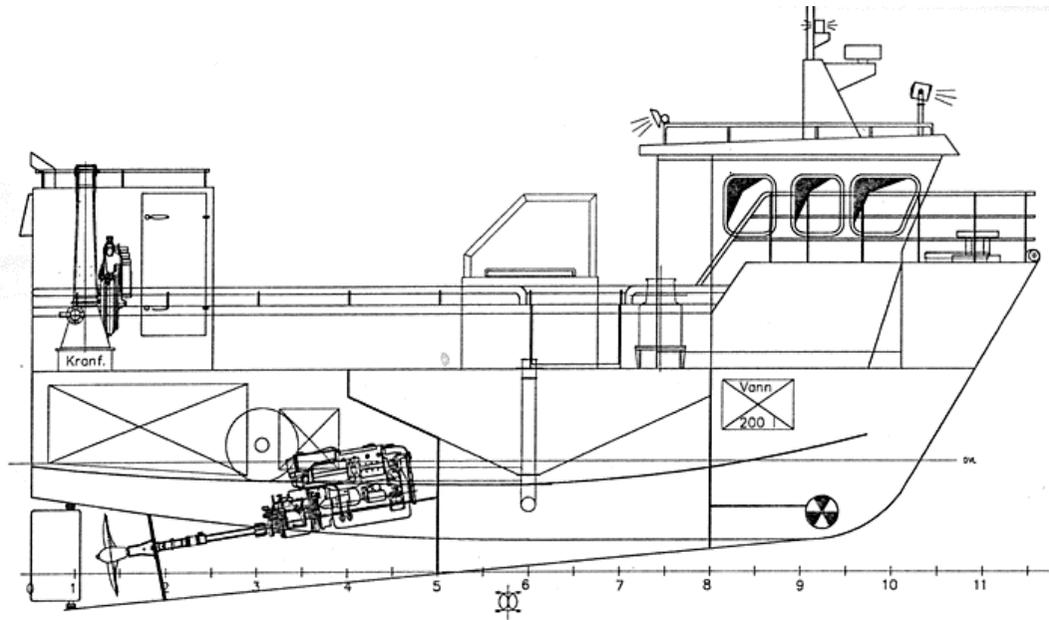
# Oppdrettsbåt

Med integrert fôrkanonsystem

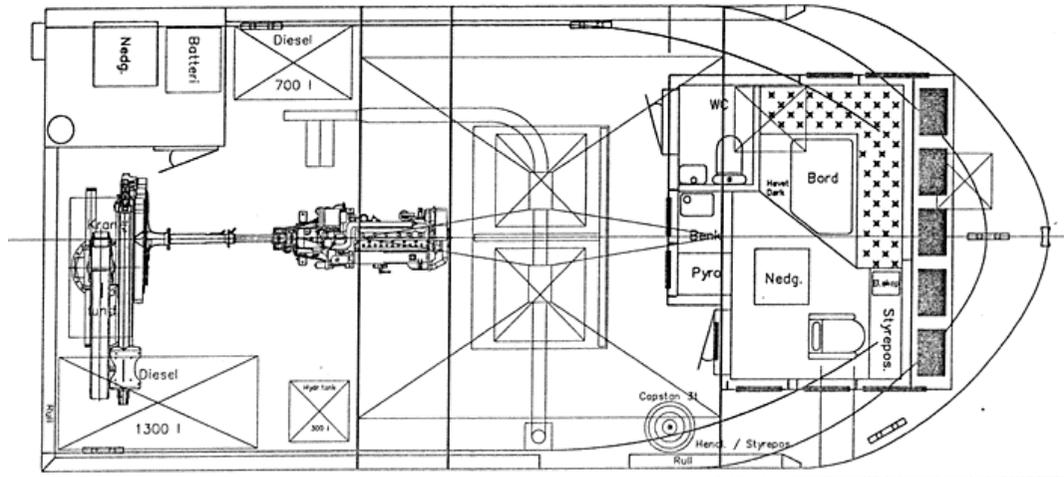


Lengde: 11,2 m  
Bredde: 5,0 m  
Dybde (i riss): 1,86 m  
Førsilo: 12 m<sup>3</sup>  
Fart (lett skip): 8,5 Knop  
Lastekapasitet: 15 tonn  
Brennolje: 2 x 1000 l  
Ferskvann: 200 l  
Skrogmateriale: Aluminium  
Rorhus: 8,1 m<sup>2</sup>

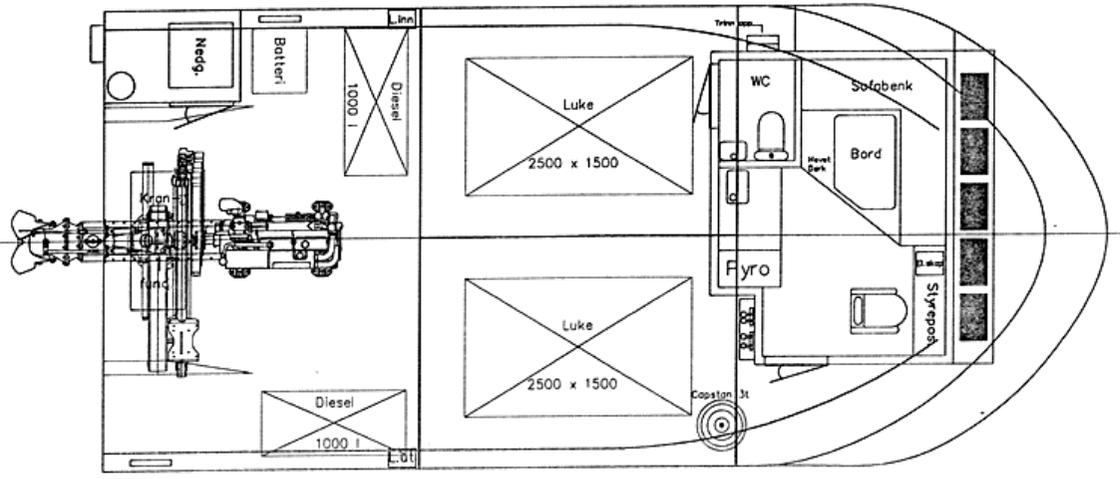
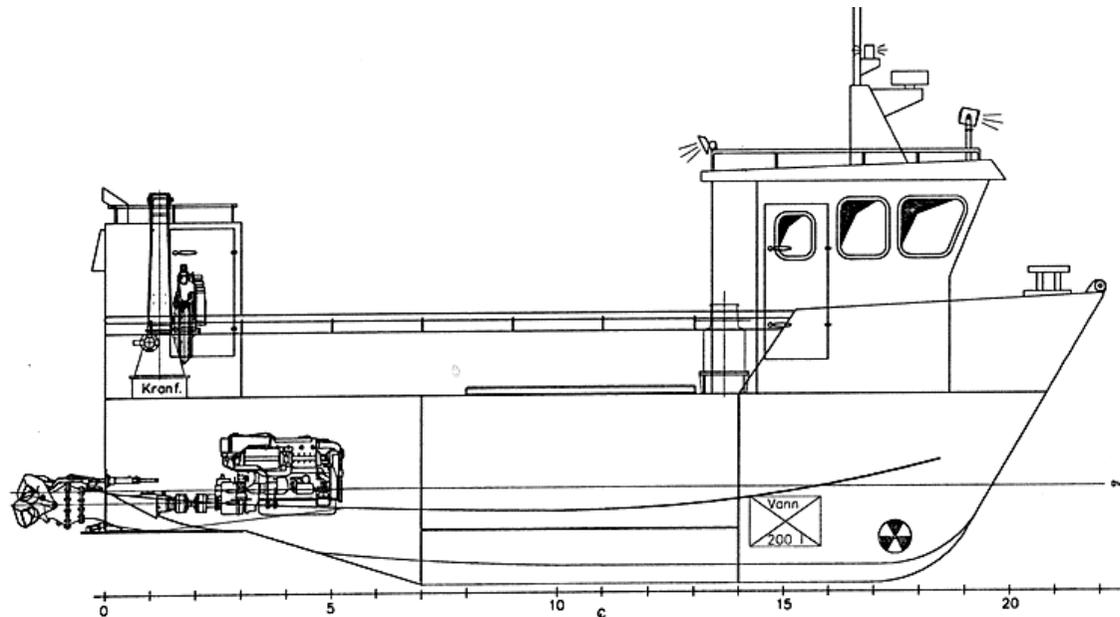
Motor:  
Volvo Penta TAMD 63L,  
235 Hk v/2500 rpm  
Gear:  
Twin Disc MG5061A  
Propellanlegg:  
West Mekan 60 FR,  
850 mm, fast justerbart  
Kran:  
HIAB 090 AW  
Sertifisert kran-  
moment (lett skip):  
Inntil 8 Tm  
Capstan:  
Seljeseth NW 300



Prinsipp for förkanonsystem



| REV  | NOX      | ART          | ENDRINGEN GJELDER |                             | SGR            | DATO          |            |          |              |    |           |          |          |        |         |          |           |        |       |                |               |            |
|--|----------|--------------|-------------------|-----------------------------|----------------|---------------|------------|----------|--------------|----|-----------|----------|----------|--------|---------|----------|-----------|--------|-------|----------------|---------------|------------|
| <table border="1"> <tr> <td>Tittel</td> <td>30.05.01</td> <td>Konstr./Type</td> <td>FN</td> <td>Størrelse</td> <td>11 x 5 m</td> <td>Utvikler</td> <td>GMV AS</td> </tr> <tr> <td>Filnavn</td> <td>GA-36-01</td> <td>Føllelaks</td> <td>Gulpet</td> <td>scale</td> <td>9446 GROVFJORD</td> <td>Drøytning for</td> <td>01-36-Rev1</td> </tr> </table> |          |              |                   |                             |                |               | Tittel     | 30.05.01 | Konstr./Type | FN | Størrelse | 11 x 5 m | Utvikler | GMV AS | Filnavn | GA-36-01 | Føllelaks | Gulpet | scale | 9446 GROVFJORD | Drøytning for | 01-36-Rev1 |
| Tittel   | 30.05.01 | Konstr./Type | FN                | Størrelse                   | 11 x 5 m       | Utvikler      | GMV AS     |          |              |    |           |          |          |        |         |          |           |        |       |                |               |            |
| Filnavn  | GA-36-01 | Føllelaks    | Gulpet            | scale                       | 9446 GROVFJORD | Drøytning for | 01-36-Rev1 |          |              |    |           |          |          |        |         |          |           |        |       |                |               |            |
|  |          | 01-36-Rev1   |                   | Wibar, første, start rorhus |                |               |            |          |              |    |           |          |          |        |         |          |           |        |       |                |               |            |



| REV     | NOER       | ANT.    | BOKNING/GJELDER   |       | SKP                          | DATE |
|---------|------------|---------|---|-------|------------------------------|------|
| 01      | 20.11.2000 | FN      | 11 x 5 m  | skala | GMV AS<br>9446 GROVFJORD     |      |
| 02      | GA-26-00   | Fi.Stom |   |       | Erving for:      Skrevet av: |      |
|         |            |         |  |       | 26-GA-2000                   |      |
| forring | navn       | bygging |   |       | 7410 Vannjet                 |      |

**CUADRO N° 5.1**

**COEFICIENTES PARA RELACION DE ASPECTO DE PANEL**

Según Reglamento del American Bureau of Shipping, año 1978

| <b>k</b> | <b>Relacion de Aspecto R.A</b> |
|----------|--------------------------------|
| 0.028    | 2,0 : 1                        |
| 0.027    | 1,9 : 1                        |
| 0.027    | 1,8 : 1                        |
| 0.026    | 1,7 : 1                        |
| 0.025    | 1,6 : 1                        |
| 0.024    | 1,5 : 1                        |
| 0.023    | 1,4 : 1                        |
| 0.021    | 1,3 : 1                        |
| 0.019    | 1,2 : 1                        |
| 0.016    | 1,1 : 1                        |
| 0.014    | 1,0 : 1                        |

SPEED AND POWER EVALUATION

of

MULTIPROPOSITO

for

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
VALDIVIA

12-02-02

Job title: CALCULO DE HELICE  
Job number: 1

----- Effective power prediction -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
Hull type: Displacement 22:07:58  
Prediction method: NSMB comprehensive series

Appendage addition: OFF Method: Percentage addition  
Wind addition: OFF Method:  
Seas addition: OFF Method:

----- Input data -----

Vessel data:

| Primary dimensions     |             | Secondary dimensions   |            |
|------------------------|-------------|------------------------|------------|
| Length (between PP's)  | 12.84 M     | Vessel loading         | Load draft |
| Length (on waterline)  | 12.84 M     | LCB (aft of FP)        | 6.18 M     |
| Beam (at waterline)    | 4.77 M      | Bulb area (at FP)      | 0.00 M     |
| Draft (at mid WL)      | 1.00 M      | Bulb center (abv BL)   | 0.00 M     |
| Displacement (bare)    | 28262.5 Kgs | Transom section area   | 0.66 SqM   |
| WL trim (bow up +)     | 0.00 M      | Stern section shape    | V-shape    |
| Midship coefficient    | 0.6530      | Chine type             | Hard chine |
| Waterplane coefficient | 0.8510      | Half angle of entrance | 36.89 Deg  |
| Wetted surface (bare)  | 60 SqM      | Model-ship correlation | 0.00077    |

job title: CALCULO DE HELICE  
 Job number: 1

----- Effective power prediction -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
 Hull type: Displacement 22:07:58  
 Prediction method: NSMB comprehensive series

Water type: Salt  
 Model-ship correlation: 0.00077

Appendage addition: OFF Method: Percentage addition  
 Wind addition: OFF Method:  
 Seas addition: OFF Method:

Model correlation: OFF Model file:  
 Description:

----- Prediction results -----

| Vel    | Fn    | Rn         | SLR   | Cf       | Cr       | Ct       |
|--------|-------|------------|-------|----------|----------|----------|
| * 1.00 | 0.046 | 5.559e+006 | 0.154 | 0.003331 | 0.000000 | .004101  |
| 1.50   | 0.069 | 8.338e+006 | 0.231 | 0.003097 | 0.003312 | .007179  |
| 2.00   | 0.092 | 1.112e+007 | 0.308 | 0.002946 | 0.003150 | .006866  |
| 2.50   | 0.115 | 1.390e+007 | 0.385 | 0.002836 | 0.003007 | .006613  |
| 3.00   | 0.138 | 1.668e+007 | 0.462 | 0.002750 | 0.002876 | .006396  |
| 4.00   | 0.183 | 2.223e+007 | 0.616 | 0.002623 | 0.002644 | .006038  |
| 5.00   | 0.229 | 2.779e+007 | 0.770 | 0.002531 | 0.002533 | .005834  |
| 6.00   | 0.275 | 3.335e+007 | 0.924 | 0.002459 | 0.002739 | .005967  |
| 7.00   | 0.321 | 3.891e+007 | 1.079 | 0.002400 | 0.003899 | .007069  |
| 8.00   | 0.367 | 4.447e+007 | 1.233 | 0.002351 | 0.004619 | .007740  |
| 8.50   | 0.390 | 4.725e+007 | 1.310 | 0.002329 | 0.005269 | 0.008369 |
| 9.00   | 0.413 | 5.003e+007 | 1.387 | 0.002309 | 0.006432 | 0.009511 |
| Kts    |       |            |       |          |          |          |

| Vel  | R-bh | Epwr-bh | R-app | Epwr-wa | R-wind | R-seas | R-total | Epwr-t |
|------|------|---------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
| 1.00 | 33   | 0.0     | 0     | 0.0     | 0      | 0      | 33      | 0.0    |
| 1.50 | 132  | 0.1     | 0     | 0.1     | 0      | 0      | 132     | 0.1    |
| 2.00 | 224  | 0.3     | 0     | 0.3     | 0      | 0      | 224     | 0.3    |
| 2.50 | 337  | 0.6     | 0     | 0.6     | 0      | 0      | 337     | 0.6    |
| 3.00 | 469  | 1.0     | 0     | 1.0     | 0      | 0      | 469     | 0.0    |
| 4.00 | 787  | 2.2     | 0     | 2.2     | 0      | 0      | 787     | 0.2    |
| 5.00 | 1188 | 4.1     | 0     | 4.1     | 0      | 0      | 1188    | 0.1    |
| 6.00 | 1750 | 7.2     | 0     | 7.2     | 0      | 0      | 1750    | 0.2    |
| 7.00 | 2821 | 13.6    | 0     | 13.6    | 0      | 0      | 2821    | 3.6    |
| 8.00 | 4035 | 22.3    | 0     | 22.3    | 0      | 0      | 4035    | 22.3   |
| 8.50 | 4925 | 28.9    | 0     | 28.9    | 0      | 0      | 4925    | 28.9   |
| 9.00 | 6275 | 39.0    | 0     | 39.0    | 0      | 0      | 6275    | 39.0   |
| Kts  | N    | HP      | N     | HP      | N      | N      | N       | HP     |

Job title: CALCULO DE HELICE  
Job number: 1

----- Effective power prediction -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
Hull type: Displacement 22:07:58  
Prediction method: NSMB comprehensive series

----- Parameter checking -----

| Item               | Min | Max  | Value |
|--------------------|-----|------|-------|
| Froude number (Fn) |     | 1.00 |       |

----- Symbols and values -----

Vel Ship speed  
Fn Froude number  
Rn Reynolds number  
SLR Speed-length ratio, = Vel (in Kts) / Length (in Ft)^0.5  
Cf Frictional resistance coefficient, based on ITTC-1957 formula  
Cr Residuary resistance coefficient  
Ct Total bare-hull ship resistance coefficient  
R-bh Bare-hull ship resistance  
Epwr-bh Bare-hull effective power  
R-app Additional resistance of appendages  
Epwr-wa Effective power with bare-hull and appendages  
R-wind Added wind resistance  
R-seas Added seas-state resistance  
R-total Total resistance  
Epwr-t Total effective power  
\* Results exceed vessel speed limits established by this method

Job title: CALCULO DE HELICE  
Job number: 1

----- Shaft power prediction -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
Hull type: Displacement 22:07:58  
Prediction method: NSMB comprehensive series

Water type: Salt  
Model-ship correlation: 0.00077

----- Input data -----

Vessel data:

| Primary dimensions     |             | Secondary dimensions   |            |
|------------------------|-------------|------------------------|------------|
| Length (between PP's)  | 12.84 M     | Vessel loading         | Load draft |
| Length (on waterline)  | 12.84 M     | LCB (aft of FP)        | 6.18 M     |
| Beam (at waterline)    | 4.77 M      | Bulb area (at FP)      | 0.00 M     |
| Draft (at mid WL)      | 1.00 M      | Bulb center (abv BL)   | 0.00 M     |
| Displacement (bare)    | 28262.5 Kgs | Transom section area   | 0.66 SqM   |
| WL trim (bow up +)     | 0.00 M      | Stern section shape    | V-shape    |
| Midship coefficient    | 0.6530      | Chine type             | Hard chine |
| Waterplane coefficient | 0.8510      | Half angle of entrance | 36.89 Deg  |
| Wetted surface (bare)  | 60 SqM      | Model-ship correlation | 0.00077    |

----- Parameter checking -----

| Item               | Min  | Max  | Value |
|--------------------|------|------|-------|
| Froude number (Fn) | 0.06 | 1.00 |       |

----- Symbols and values -----

Vel Ship speed  
Fn Froude number  
Rn Reynolds number  
SLR Speed-length ratio, = Vel (in Kts) / Length (in Ft)^0.5  
wake-fr Taylor wake fraction coefficient  
thr-ded Thrust deduction coefficient  
Prop-N Propeller RPM at given speed  
Epwr-t Total effective power  
RR-eff Relative rotative efficiency  
Dpwr/pr Delivered power per propeller  
H-eff Hull efficiency, = (1 - thr-ded) / (1 - wake-fr)  
P-eff Propeller open-water efficiency  
OPC Overall propulsive coefficient  
Spwr-t Total shaft power

Job title: CALCULO DE HELICE  
 Job number: 1

----- Shaft power prediction -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
 Hull type: Displacement 22:07:58  
 Prediction method: NSMB comprehensive series

Water type: Salt  
 Model-ship correlation: 0.00077

----- Stock propeller data -----

Propeller series Wageningen B-series  
 Number of props 1 Diameter 0.70 M  
 Number of blades 3 Pitch 0.41 M  
 Blade area ratio 0.5569 Shaft efficiency 0.9500

----- Prediction results -----

| Vel   | Fn    | Rn         | SLR   | wake-fr | thr-ded | Prop-N |
|-------|-------|------------|-------|---------|---------|--------|
| 1.00* | 0.000 | 5.559e+006 | 0.154 | 0.2369  | 0.2421  | 78.3   |
| 1.50  | 0.000 | 8.338e+006 | 0.231 | 0.2265  | 0.2421  | 140.9  |
| 2.00  | 0.000 | 1.112e+007 | 0.308 | 0.2199  | 0.2421  | 186.6  |
| 2.50  | 0.000 | 1.390e+007 | 0.385 | 0.2152  | 0.2421  | 231.0  |
| 3.00  | 0.000 | 1.668e+007 | 0.462 | 0.2116  | 0.2421  | 274.8  |
| 4.00  | 0.000 | 2.223e+007 | 0.616 | 0.2063  | 0.2421  | 360.9  |
| 5.00  | 0.000 | 2.779e+007 | 0.770 | 0.2025  | 0.2421  | 447.1  |
| 6.00  | 0.000 | 3.335e+007 | 0.924 | 0.1995  | 0.2421  | 541.0  |
| 7.00  | 0.000 | 3.891e+007 | 1.079 | 0.1972  | 0.2421  | 666.1  |
| 8.00  | 0.000 | 4.447e+007 | 1.233 | 0.1952  | 0.2421  | 784.6  |
| 8.50  | 0.000 | 4.725e+007 | 1.310 | 0.1943  | 0.2421  | 855.6  |
| 9.00  | 0.000 | 5.003e+007 | 1.387 | 0.1935  | 0.2421  | 946.3  |
| Kts   |       |            |       |         |         | RPM    |

| Vel  | Epwr-t | RR-eff | Dpwr/pr | H-eff  | P-eff  | OPC    | Spwr-t |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1.00 | 0.0    | 1.0068 | 0.0     | 0.9931 | 0.5555 | 0.5276 | 0.0    |
| 1.50 | 0.1    | 1.0068 | 0.2     | 0.9798 | 0.5078 | 0.4759 | 0.3    |
| 2.00 | 0.3    | 1.0068 | 0.6     | 0.9715 | 0.5129 | 0.4765 | 0.6    |
| 2.50 | 0.6    | 1.0068 | 1.0     | 0.9657 | 0.5180 | 0.4784 | 1.1    |
| 3.00 | 1.0    | 1.0068 | 1.7     | 0.9613 | 0.5223 | 0.4802 | 1.8    |
| 4.00 | 2.2    | 1.0068 | 3.8     | 0.9548 | 0.5291 | 0.4832 | 4.0    |
| 5.00 | 4.1    | 1.0068 | 7.2     | 0.9503 | 0.5331 | 0.4846 | 7.6    |
| 6.00 | 7.2    | 1.0068 | 12.8    | 0.9468 | 0.5318 | 0.4816 | 13.5   |
| 7.00 | 13.6   | 1.0068 | 25.1    | 0.9440 | 0.5159 | 0.4658 | 26.4   |
| 8.00 | 22.3   | 1.0068 | 41.9    | 0.9417 | 0.5067 | 0.4564 | 44.1   |
| 8.50 | 28.9   | 1.0068 | 55.5    | 0.9407 | 0.4982 | 0.4482 | 58.4   |
| 9.00 | 39.0   | 1.0068 | 77.5    | 0.9398 | 0.4834 | 0.4345 | 81.6   |
| Kts  | HP     |        | HP      |        |        |        | HP     |

Job title: CALCULO DE HELICE  
Job number: 1

----- Propulsion system analysis -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
Propeller series: Wageningen B-series 22:07:58  
Minimum BAR method: Burrill 5 percent back cav

Propeller system parameters:

Scale correction OFF Method  
Thickness/chord ratio Value 0.0000  
Blade surface roughness Value 0.0000  
Propeller series performance factor (no corr. = 1) 1.000  
Recommended blade area perf. factor (no corr. = 1) 1.000

Cavitation breakdown (Gawn KCA and crude B-series estimate only) OFF  
Partial propeller submergence (crude B-series estimate only) OFF

Engine file: .ENG Description:

Engine droop (% rated RPM) 100.0  
Additional gear losses 0.0 %

|    | RPM | Power  | Fuel rate    |     | RPM | Power | Fuelrate |
|----|-----|--------|--------------|-----|-----|-------|----------|
| 1. | 0.0 | 0.0 HP | 0.0000 GHpHr | 7.  | 0.0 | 0.0   | 0.0000   |
| 2. | 0.0 | 0.0    | 0.0000       | 8.  | 0.0 | 0.0   | 0.0000   |
| 3. | 0.0 | 0.0    | 0.0000       | 9.  | 0.0 | 0.0   | 0.0000   |
| 4. | 0.0 | 0.0    | 0.0000       | 10. | 0.0 | 0.0   | 0.0000   |
| 5. | 0.0 | 0.0    | 0.0000       | 11. | 0.0 | 0.0   | 0.0000   |
| 6. | 0.0 | 0.0    | 0.0000       | 12. | 0.0 | 0.0   | 0.0000   |

----- Symbols and values -----

Vel Ship speed  
Fn Froude number  
wake-fr Taylor wake fraction coefficient  
thr-ded Thrust deduction coefficient  
V-adv Speed of advance, = Vel \* (1 - wake-fr)  
Eng-N Engine RPM at given speed  
Prop-N Propeller RPM at given speed  
Prop-Rn Propeller Reynolds number  
J,Kt,Kq Theoretical advance, thrust and torque coefficients  
P-eff Propeller open-water efficiency  
RR-eff Relative rotative efficiency  
H-eff Hull efficiency, = (1 - thr-ded) / (1 - wake-fr)  
OPC Overall propulsive coefficient  
Thr/pr Propeller open-water thrust per propeller  
Dthr-t Total delivered thrust  
Epwr-t Total effective power  
Epwr-mx Maximum allowable effective power  
Torque Propeller open-water torque  
Dpwr/pr Delivered power per propeller  
Spwr-t Total shaft power  
Bp,Bu Taylor delivered and effective power coefficients  
Delta Taylor advance coefficient  
Press Propeller blade pressure  
Tau,Sigma Burrill thrust loading coefficient and local cavitation number  
MinBAR Minimum recommended blade area ratio

Job title: CALCULO DE HELICE  
 Job number: 1

----- Propulsion system analysis -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
 Propeller series: Wageningen B-series 22:07:58  
 Minimum BAR method: Burrill 5 percent back cav  
 Water type: Salt

----- Propeller and engine data -----

Propeller data:  
 Number of props 1 Diameter 0.70 M  
 Number of blades 3 Pitch 0.41 M  
 Blade area ratio 0.5569 Shaft efficiency 0.9500  
 Reduction ratio 3.0000 Hub immersion 0.70 M

Engine data:  
 File: .ENG Description:

----- Analysis results - part 1 -----

| Vel  | Fn    | wake-fr | thr-ded | V-adv | Eng-N  | Prop-N | Prop-Rn    |
|------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|------------|
| 1.00 | 0.046 | 0.2369  | 0.2421  | 0.76  | 235.0  | 78.3   | 4.961e+005 |
| 1.50 | 0.069 | 0.2265  | 0.2421  | 1.16  | 422.8  | 140.9  | 8.886e+005 |
| 2.00 | 0.092 | 0.2199  | 0.2421  | 1.56  | 559.9  | 186.6  | 1.177e+006 |
| 2.50 | 0.115 | 0.2152  | 0.2421  | 1.96  | 693.1  | 231.0  | 1.458e+006 |
| 3.00 | 0.138 | 0.2116  | 0.2421  | 2.37  | 824.5  | 274.8  | 1.735e+006 |
| 4.00 | 0.183 | 0.2063  | 0.2421  | 3.17  | 1082.6 | 360.9  | 2.279e+006 |
| 5.00 | 0.229 | 0.2025  | 0.2421  | 3.99  | 1341.3 | 447.1  | 2.825e+006 |
| 6.00 | 0.275 | 0.1995  | 0.2421  | 4.80  | 1623.0 | 541.0  | 3.418e+006 |
| 7.00 | 0.321 | 0.1972  | 0.2421  | 5.62  | 1998.3 | 666.1  | 4.203e+006 |
| 8.00 | 0.367 | 0.1952  | 0.2421  | 6.44  | 2353.7 | 784.6  | 4.947e+006 |
| 8.50 | 0.390 | 0.1943  | 0.2421  | 6.85  | 2566.9 | 855.6  | 5.392e+006 |
| 9.00 | 0.413 | 0.1935  | 0.2421  | 7.26  | 2838.8 | 946.3  | 5.958e+006 |
| Kts  |       |         |         | Kts   | RPM    | RPM    |            |

| Vel  | J      | Kt     | Kq     | P-eff  | RR-eff | H-eff  | OPC    |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.00 | 0.4297 | 0.0888 | 0.0109 | 0.5555 | 1.0068 | 0.9931 | 0.5276 |
| 1.50 | 0.3631 | 0.1139 | 0.0130 | 0.5078 | 1.0068 | 0.9798 | 0.4759 |
| 2.00 | 0.3686 | 0.1118 | 0.0128 | 0.5129 | 1.0068 | 0.9715 | 0.4765 |
| 2.50 | 0.3745 | 0.1097 | 0.0126 | 0.5180 | 1.0068 | 0.9657 | 0.4784 |
| 3.00 | 0.3795 | 0.1078 | 0.0125 | 0.5223 | 1.0068 | 0.9613 | 0.4802 |
| 4.00 | 0.3879 | 0.1046 | 0.0122 | 0.5291 | 1.0068 | 0.9548 | 0.4832 |
| 5.00 | 0.3933 | 0.1026 | 0.0120 | 0.5331 | 1.0068 | 0.9503 | 0.4846 |
| 6.00 | 0.3915 | 0.1033 | 0.0121 | 0.5318 | 1.0068 | 0.9468 | 0.4816 |
| 7.00 | 0.3720 | 0.1106 | 0.0127 | 0.5159 | 1.0068 | 0.9440 | 0.4658 |
| 8.00 | 0.3619 | 0.1143 | 0.0130 | 0.5067 | 1.0068 | 0.9417 | 0.4564 |
| 8.50 | 0.3529 | 0.1176 | 0.0133 | 0.4982 | 1.0068 | 0.9407 | 0.4482 |
| 9.00 | 0.3382 | 0.1230 | 0.0137 | 0.4834 | 1.0068 | 0.9398 | 0.4345 |
| Kts  |        |        |        |        |        |        |        |

Job title: CALCULO DE HELICE  
 Job number: 1

----- Propulsion system analysis -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
 Propeller series: Wageningen B-series 22:07:58  
 Minimum BAR method: Burrill 5 percent back cav  
 Water type: Salt

----- Propeller and engine data -----

Propeller data:  
 Number of props 1 Diameter 0.70 M  
 Number of blades 3 Pitch 0.41 M  
 Blade area ratio 0.5569 Shaft efficiency 0.9500  
 Reduction ratio 3.0000 Hub immersion 0.70 M

Engine data:  
 File: .ENG Description:

----- Analysis results - part 2 -----

| Vel  | Thr/pr | Dthr-t | Epwr-t | Epwr-mx | Torque | Dpwr/pr | Spwr-t |
|------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 1.00 | 37     | 28     | 0.0    | 0.0     | 3      | 0.0     | 0.0    |
| 1.50 | 155    | 117    | 0.1    | 0.1     | 12     | 0.2     | 0.3    |
| 2.00 | 267    | 202    | 0.3    | 0.3     | 21     | 0.6     | 0.6    |
| 2.50 | 401    | 304    | 0.6    | 0.5     | 32     | 1.0     | 1.1    |
| 3.00 | 557    | 422    | 1.0    | 0.9     | 45     | 1.7     | 1.8    |
| 4.00 | 932    | 707    | 2.2    | 2.0     | 76     | 3.8     | 4.0    |
| 5.00 | 1404   | 1064   | 4.1    | 3.7     | 115    | 7.2     | 7.6    |
| 6.00 | 2069   | 1568   | 7.2    | 6.5     | 170    | 12.8    | 13.5   |
| 7.00 | 3357   | 2544   | 13.6   | 12.3    | 270    | 25.1    | 26.4   |
| 8.00 | 4816   | 3650   | 22.3   | 20.1    | 383    | 41.9    | 44.1   |
| 8.50 | 5892   | 4466   | 28.9   | 26.2    | 465    | 55.5    | 58.4   |
| 9.00 | 7536   | 5711   | 39.0   | 35.5    | 587    | 77.5    | 81.6   |
| Kts  | N      | N      | HP     | HP      | Nm     | HP      | HP     |

| Vel  | Bp    | Bu    | Delta  | Press | TipSpd | Tau   | Sigma  | MinBAR |
|------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 1.00 | 28.84 | 21.49 | 235.69 | 0.17  | 2.9    | 0.089 | 50.828 | 0.0199 |
| 1.50 | 47.84 | 33.86 | 278.93 | 0.72  | 5.2    | 0.114 | 15.757 | 0.0471 |
| 2.00 | 45.76 | 32.41 | 274.74 | 1.24  | 6.8    | 0.112 | 8.980  | 0.0621 |
| 2.50 | 43.69 | 31.00 | 270.44 | 1.87  | 8.5    | 0.110 | 5.859  | 0.0765 |
| 3.00 | 42.00 | 29.86 | 266.84 | 2.60  | 10.1   | 0.108 | 4.140  | 0.0907 |
| 4.00 | 39.34 | 28.06 | 261.04 | 4.35  | 13.2   | 0.105 | 2.400  | 0.1189 |
| 5.00 | 37.77 | 26.97 | 257.50 | 6.55  | 16.4   | 0.103 | 1.563  | 0.1489 |
| 6.00 | 38.30 | 27.27 | 258.70 | 9.65  | 19.8   | 0.103 | 1.068  | 0.1876 |
| 7.00 | 44.54 | 31.19 | 272.22 | 15.66 | 24.4   | 0.111 | 0.705  | 0.2596 |
| 8.00 | 48.30 | 33.48 | 279.86 | 22.47 | 28.8   | 0.115 | 0.508  | 0.3317 |
| 8.50 | 51.94 | 35.68 | 286.95 | 27.49 | 31.4   | 0.118 | 0.428  | 0.3837 |
| 9.00 | 58.71 | 39.70 | 299.42 | 35.16 | 34.7   | 0.123 | 0.350  | 0.4624 |
| Kts  |       |       |        | kPa   | Mps    |       |        |        |

Job title: CALCULO DE HELICE  
Job number: 1

----- Optimum propeller analysis -----

Work file: HELICE .NVC 12-02-02  
Hull type: Displacement 22:07:58

----- Design parameters and conditions -----

Propeller series Wageningen B-series  
Minimum BAR method Burrill 5 percent back cav

Design ship speed 8.50 Kts Design wake fraction 0.1943  
Max. stern diameter 0.85 M Design thrust deduction 0.2421  
Design engine power 64.0 HP Design rel-rotative eff 0.9500  
Design engine speed 3000.0 RPM Reduction ratio 3.0000

Solve for: Diameter ENTER Blade area ratio CALC  
Pitch CALC ENTER

Equation priority  
Full power usage 3 Max. efficiency 1 Cavitation limit 2

Propeller data  
Number of props 1 Shaft efficiency 0.9500  
Number of blades 3 Hub immersion 0.70 M

----- Optimum propeller -----

Reduction ratio 3.0000  
Design propeller speed 1000.00 RPM  
Diameter 0.70 M  
Pitch 0.41 M  
Blade area ratio 0.5569

Condition analysis  
Prop-Rn 6.283e+006 Thr/pr 9307 N Press 43.42 kPa  
J 0.3020 Dthr-t 7054 N TipSpd 36.7 Mps  
Kt 0.1360 Epwr-mx 41.4 HP Tau 0.137  
Kq 0.0148 Torque 707 Nm Sigma 0.314  
P-eff 0.4432 Dpwr/pr 104.4 HP MinBAR 0.5569  
OPC 0.3762 Spwr-t 109.9 HP

Job title: CALCULO DE HELICE  
Job number: 1

----- Model file data -----

Model file: HELICE .MOD 12-02-02  
Description: 22:07:58

----- Input data -----

Vessel data:

| Primary dimensions     |         | Secondary dimensions           |          |
|------------------------|---------|--------------------------------|----------|
| Length (between PP's)  | 0.00 Ft | Vessel loading                 |          |
| Length (on waterline)  | 0.00 Ft | LCB (aft of FP)                | 0.00 Ft  |
| Beam (at waterline)    | 0.00 Ft | Bulb area (at FP)              | 0.00 Ft  |
| Draft (at mid WL)      | 0.00 Ft | Bulb center (abv BL)           | 0.00 Ft  |
| Displacement (bare)    | 0.0 LT  | Transom section area           | 0.00SqFt |
| WL trim (bow up +)     | 0.00 Ft | Stern section shape            |          |
| Midship coefficient    | 0.0000  | Chine type                     |          |
| Waterplane coefficient | 0.0000  | Half angle of entrance         | 0.00 Deg |
| Wetted surface (bare)  | 0 SqFt  | Model-ship correlation 0.00000 |          |

Appendage data:

|                       |           |                      |        |
|-----------------------|-----------|----------------------|--------|
| Rudders behind skeg   | 0.00 SqFt | Form coefficient ... | 0.00   |
| Rudders behind stern  | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Balanced rudders      | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Shaft brackets        | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Skegs                 | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Strut bossings        | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Hull bossings         | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Shafts                | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Stabilizer fins       | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Dome                  | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Bilge keels           | 0.00      | .....                | 0.00   |
| Bow thruster diameter | 0.00 Ft   | .....                | 0.0000 |

4-cylinder, 4-stroke, direct-injected turbocharged marine diesel engine with aftercooler and reverse gear. Up to 110 kW (150 hp)\*

\* Crankshaft power according to ISO 8665

## Reliable marine engine

TAMD31 is a reliable and economic marine engine with considerable power resources, developed for planing craft. With its compact dimensions, it is excellent for twin installation.

## Direct injection

Direct injection (DI) results in a low thermal load and low fuel consumption compared with swirl chamber engines (IDI) with the same cylinder capacity.

## Turbocharging

The engine is turbocharged with an exhaust-driven turbocompressor. More air can be forced into the cylinder in this way with the result that more fuel can be injected and the engine runs more efficiently. Since combustion takes place in a turbo engine with excess air, the exhaust gases are cleaner than in a naturally-aspirated engine.

The turbo also acts as an additional silencer both on the induction side and on the exhaust side.

## Aftercooler

The air heats up and expands when it is compressed. In other words, it takes up more space. The aftercooler cools the compressed and heated air and raises its oxygen content so that the engine can use the fuel more efficiently.

## Low exhaust emission levels

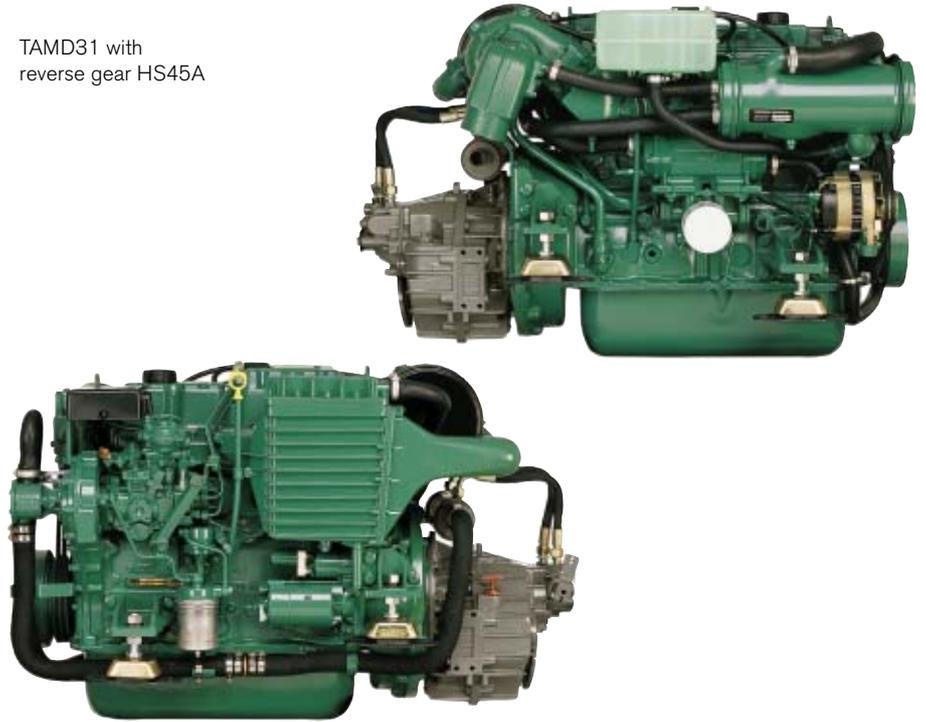
The direct injection, turbocharging and aftercooler contribute to minimizing noxious exhaust emissions and enhancing overall enjoyment of boating.

## Reverse gear

Volvo Penta's hydraulically shifted reverse gear has been specially developed with a view to increasing the standard of comfort on board in terms of quiet running, greater reliability and enhanced efficiency.

These benefits originate from a hydraulic shifting mechanism and a

TAMD31 with reverse gear HS45A



gear technology that uses bevel gears throughout the gear train.

The combination of 8° down angle, large drop center and small dimensions provides for optimized installations.

A trolling valve kit is available to meet special demands, e.g. for sportfishing.

At Volvo Penta, focus is on developing the complete drive line ensuring perfectly matched engine/transmission packages for high torque, operational reliability, reduction of engine noise and vibrations.

## Comprehensive service network

Volvo Penta has a well-established network of authorized service dealers in more than 100 countries throughout the world. These service centers offer Genuine Volvo Penta Parts as well as skilled personnel to ensure that you enjoy the best possible service.

## Technical description:

### Engine and block

- Cylinder block and cylinder head made of cast iron for good corrosion resistance and long service life
- Oil-cooled pistons with two compression rings and one oil scraper ring
- Replaceable wet cylinder liners
- Replaceable valve seats
- Five-bearing crankshaft

### Engine mounting

- Elastic suspension consisting of 4 rubber pads with adjustable anchorage plates for dampening of sound and vibration

### Lubrication system

- Pressure lubrication system with easily replaced full-flow oil filter on the side of the engine
- Tubular oil cooler that can be cleaned

### Fuel system

- Rotor-type injection pump with a mechanical governor for accurate speed control
- Smoke limiter
- Fine filter with water separator
- Feed pump with hand primer
- Electrically-operated stopping device

# TAMD31

## Air inlet and exhaust system

- Inlet system designed to produce optimal air rotation which provides perfect combustion. This results in high power and low fuel consumption.
- Air inlet silencer with replaceable filter
- Closed crankcase vent system
- Seawater-cooled exhaust elbow of cast iron with a stainless steel insert
- Exhaust-driven freshwater-cooled turbo-charger

## Cooling system

- Thermostatically regulated freshwater cooling
- Tubular heat exchanger with separate transparent expansion tank
- Gear-driven seawater pump with rubber impeller
- Coolant system prepared for hot water outlet

## Electrical system

- 12V corrosion-protected electrical system, complete with instrumentation
- 14V/60A marine alternator
- Charging regulator with battery sensor for voltage drop compensation
- The alternator is prepared for a bulkhead-mounted double-diode set which auto-

matically distributes the charge current to two separate battery circuits

- Automatic fuse with reset button
- Starter motor power 3.0 kW
- Extension cable harness with plug-in connection available in various lengths

## Instrument panel:

Separate instruments and harness or complete panel fitted with:

- Key switch
- Temperature gauge
- Instrument lighting
- Alarm for temperature, oil pressure and charging
- Voltmeter
- Rev counter
- Hour meter
- Oil pressure gauge
- Alarm test

## Reverse gear

- Bevel gears which results in smooth running at all speeds
- Hydraulically operated clutch for smooth shifting
- Matched drop center and 8° down angle for compact installation and minimum propeller shaft angle
- When under sail propeller shaft can rotate 24 hours without engine start
- Seawater-cooled oilcooler
- Trolling valve kit available

## Accessories

An extensive range of accessories for:

- Fuel system
- Cooling system
- Control system
- Instruments
- Electric system
- Comfort & Safety
- Propellers
- Maintenance
- MED (SOLAS) kit available

For detailed information, please see Accessory catalogues.

Contact your local Volvo Penta dealer for further information.

Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice.

The engine illustrated may not be entirely identical to production standard engines.

## Technical Data

| Engine designation                 | TAMD31P*          | TAMD31L*          | TAMD31M           |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Crankshaft power, kW (hp)          | 110 (150)         | 96 (130)          | 81 (110)          |
| Propeller shaft power, kW (hp)     | 106 (144)         | 92 (124)          | 78 (106)          |
| Engine speed, rpm                  | 3900              | 3800              | 3250              |
| Displacement, l (in <sup>3</sup> ) | 2.4 (146)         | 2.4 (146)         | 2.4 (146)         |
| Number of cylinders                | 4                 | 4                 | 4                 |
| Bore/stroke, mm (in.)              | 92/90 (3.62/3.54) | 92/90 (3.62/3.54) | 92/90 (3.62/3.54) |
| Compression ratio                  | 17.5:1            | 17.5:1            | 17.5:1            |
| Dry weight with HS45A, kg (lb)     | 400 (882)         | 400 (882)         | 400 (882)         |
| Duty rating/Reverse gear:          |                   |                   |                   |
| HS45A, RH (standard) or LH         | R5-R4             | R5-R3             | R5-R2             |
| Ratio: 2.43:1, 2.03:1, 1.51:1      |                   |                   |                   |

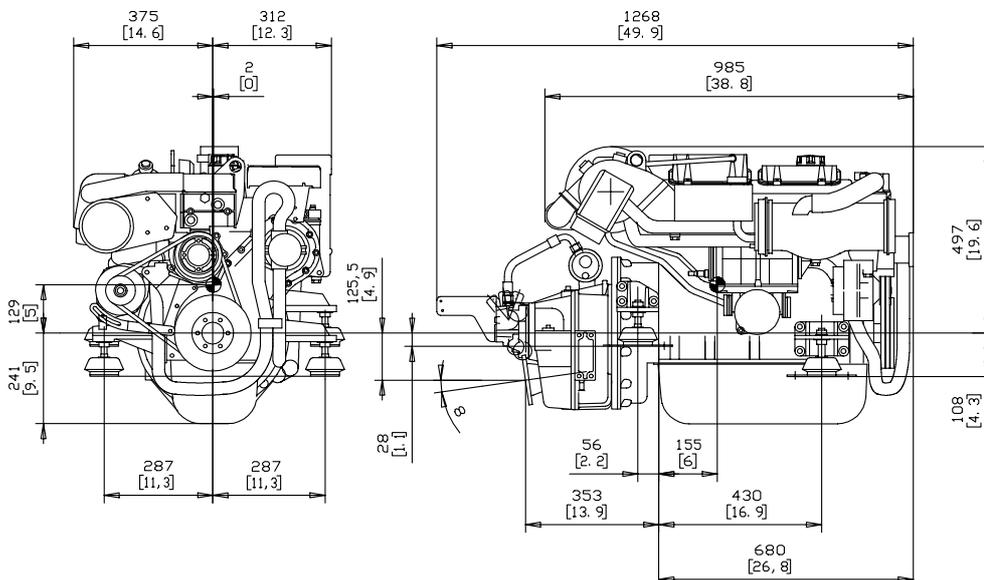
Technical data according to ISO 8665. Fuel with a lower calorific value of 42,700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

N.B. The product can also be used in an application with a higher rating than stated, e.g. R2 can be used for R3, R4 or R5.

\* Certified according to SAV.

## Dimensions TAMD31/HS45A

Not for installation



# VOLVO PENTA

AB Volvo Penta  
SE-405 08 Göteborg, Sweden  
www.volvopenta.com



**SERVICIOS MARÍTIMOS E INDUSTRIALES EL FARO S.A.**

CHORRILLOS 1242-FONOS FAX : 257498 PUERTO MONTT  
FCL ADOR 1219-FONO FAX : 258221 PUERTO MONTT  
PEDRO MONOTT 149-FONOFAX : 680384 QI ELLON

**Puerto Montt, 10 de Noviembre de 2003.**

**COTIZACIÓN N° PMO 17360/03**

Sr(es) : **INVERSIONES TEKSALMON LTDA.**

Att..Sr (a): **Oscar Proeccel**

Fonofax : **56-64- 200333**

Me es grato cotizar a usted, lo siguiente :

| Detalle  | Unitario     | Total        |
|--|--------------|--------------|
| 01.- Balsas salvavidas Marca C S M, nueva capacidad 06 personas Inspeccionada al día, incluye calzo metálico, válvula metálica | \$ 1.280.000 | \$ 1.280.000 |

**Forma de Pago :**

1 pie : **Cheque al Día o Efectivo**

Cheque : **30 Días**

Cheque : **60 Días**

**Valores más 19 % IVA.**

**Sin otro particular, saluda atentamente a usted(es)**

**EL FARO S.A.**  
**Departamento de Ventas**

001191

### COTIZACION DE PRODUCTOS

COTIZACION # 1934

Fecha Emisión : 03.04.2003  
 Cliente : TEKSALEN LTDA  
 Vendedor : Luis Gonzalez Martel  
 Forma de Pago : Doc. 30/50 dias.  
 Atención : *Oscar Troess*

Rut : 77510290-K

| Producto | Descripción                      | Cantidad | (#) | Unit.    | Total     |
|----------|----------------------------------|----------|-----|----------|-----------|
| 004-0001 | FIBRA M-450 GR/MT2 (127) (VETRO) | 1,212.00 | #   | 1,842.00 | 2,219,904 |
| 002-0006 | TELA ROWING 800 GR/MT2 (VETRO)   | 1,839.00 | #   | 1,944.00 | 3,575,016 |
| 003-0001 | RESINA PALATAL P-4 (T-230)       | 4,849.00 | #   | 1,274.00 | 5,922,826 |
| 000-0002 | ACELERANTE COBALTO (A)           | 14.00    | #   | 7,840.00 | 109,760   |
| 000-0103 | CATALIZADOR PEROXIDO MEK         | 92.00    | #   | 3,287.00 | 302,194   |
| 000-0206 | MONOMERO DE ESTIRENO             | 50.00    | #   | 1,714.00 | 85,700    |
| 000-0205 | DILUYENTE POLYESTER              | 63.00    | #   | 656.00   | 41,328    |

Sub-total > \$ 12,506,728  
 Z Desc. > X 0.00  
 Desc. (%) > \$ 0  
 Neto > \$ 12,506,728  
 I.v.a. > \$ 2,215,211  
**TOTAL > \$ 14,521,936**

ESTA COTIZACION TENDRA UNA VALIDEZ DE 7 DIAS ACONTAR DE LA FECHA DE SU EMISION.

GENERAR VA ORDEN DE PEDIDO SE RUEGA ADJUNTAR ESTA COTIZACION.

*[Handwritten Signature]*  
 Vendedor

SUCURSAL  
 ANGELMO 1898  
 FONDO 430 220  
 PUERTO MONTE

92.

Cliente

Av. Angelmo N° 1898 - Puerto Montt  
 Fono-Fax (65) 430220.

Santiago, 10 de Noviembre de 2003.

Señor  
Oscar Proessel  
Presente

De acuerdo a lo solicitado por Usted , nos es muy grato cotizar el siguiente producto de nuestra representada italiana **AMCO VEBA** , :

Grúa hidráulica modelo **807 / 2S** para montar sobre camión

Grúa hidráulica de dos brazos articulados para montar sobre chasis de camión ; con accionamiento a la toma de fuerza y bomba hidráulica OMFB ; equipada con dos estabilizadores de extensión lateral manual y vertical hidráulica; dos extensiones hidráulicas ; gancho giratorio para cargas; rotación 370° ; válvulas de seguridad para evitar averías por sobrecarga y/o rotura de mangueras ; cinco cuerpos de comandos en ambos costados ; manuales en español .

Capacidad nominal : **7,3 tonelametros**

Capacidad de carga : 3.650 kgs. a 2,00 mts. ; 960 kgs. a 7,15 mts.

Peso grúa con estabilizadores : 1.080 kgs.

Altura máxima de elevación : 10,40 mts. desde el piso

Accesorios opcionales : 2 extensiones manuales , winche , control remoto , capacho y estabilizadores posteriores

Amplia variedad de otros modelos

Calidad certificada según norma ISO 9.001

Garantía : 1 año a partir de su instalación , en nuestra empresa.

Camión con peso bruto vehicular de 8 toneladas

**Valor grúa US\$ 13.349 + IVA**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Montaje</b>              | : US\$ 2.000 + IVA a realizarse en nuestra fábrica en 5 días , incluye toma fuerza . |
| <b>Condiciones de Pago</b>  | : Contado o financiamiento leasing .   |
| <b>Tipo de Cambio</b>       | : Dólar observado del día de la facturación .  |
| <b>Plazo de entrega</b>     | : Inmediata , salvo venta previa .   |
| <b>Validez de la oferta</b> | : 30 días .  |

Esperando que la presente tenga una favorable acogida , saluda atentamente ,

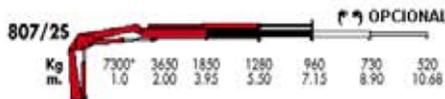
Alexis Moreno G.  
**Ventas**

Claudio Balladares G.  
**Ventas**

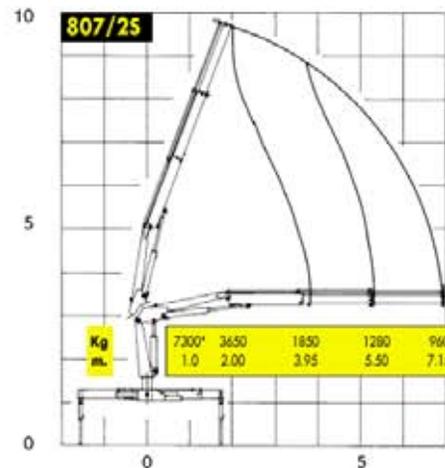
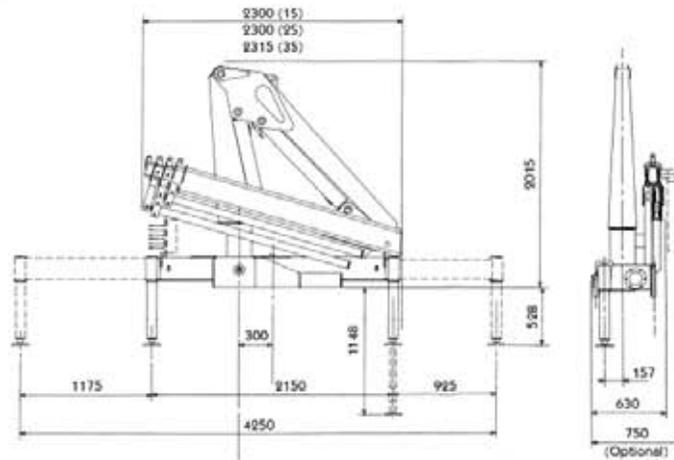
Alfredo Kunze Sch.  
**Gerente General**

# AMCO VEBBA 807

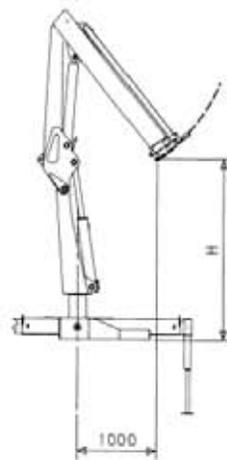
## FICHA TÉCNICA



(\*) CAPACIDAD DE LEVANTE TEÓRICO (EXTRA CE)  
(\*) OPCIONAL



H 807/15 = 2356  
H 807/25 = 2290  
H 807/35 = 2210



MÓMENTOS DE ELEVACIÓN (t.m.)

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 807  | 15   | 25   | 35   |
| base | 7,56 | 7,30 | 7,20 |

ALCANCE MAX. VERTICAL (m.)

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 807  | 15   | 25   | 35   |
| hyd. | 8,30 | 9,97 | 11,6 |
| món. | 11,5 | 13,3 | 13,3 |

ÁNGULO DE ROTACIÓN (°)

|     |      |
|-----|------|
| 807 | 370° |
|-----|------|

VELOCIDAD DE ROTACIÓN (360°)

|     |     |
|-----|-----|
| 807 | 50s |
|-----|-----|

INCLINACIÓN MÁX. DE TRABAJO (°)

|     |    |
|-----|----|
| 807 | 5° |
|-----|----|

PRESIÓN DE TRABAJO (bar)

|     |     |
|-----|-----|
| 807 | 260 |
|-----|-----|

PESO DE LA GRUA SIN GATOS (kg.)

|      |     |     |      |
|------|-----|-----|------|
| 807  | 15  | 25  | 35   |
| base | 865 | 940 | 1015 |

PESO GATOS EXTENSIBLES (kg.)

|     |     |
|-----|-----|
| 807 | 140 |
|-----|-----|

CAPACIDAD DEL DEPÓSITO ACEITE (l.)

|     |    |
|-----|----|
| 807 | 35 |
|-----|----|

CALIDAD AL DISTRIBUIDOR (l/min.)

|     |    |
|-----|----|
| 807 | 20 |
|-----|----|

Camión recomendado



Distancia mínima entre ejes: 2.800 mm  
Peso Bruto Vehicular (mínimo): 7,5 Ton.

### ACCESORIOS

- Limitador de momento (CE)
- Mandos bilaterales
- Brazos telescópicos hexagonales
- Cilindros extensión independientes
- Gatos giratorios
- Válvulas pilotadas
- Depósito aceite
- Kit de ensamblaje
- Conexiones SAE-JIC
- Norma del proyecto: DIN 15018
- Tipo de ensayo a la fatiga: B3

- Prolongaciones mecánicas
- Gatos giratorios
- Activación elementos suplementarios
- Puesto de maniobra arriba
- Cabrestante
- Mando a distancia
- Estabilizadores extraíbles hidráulicamente
- Estab. corredizos extra

- Los datos, las descripciones y las ilustraciones son indicativos y no implican compromiso para el constructor -



Tel.: 2 - 8581000 SANTIAGO  
41 - 237990 CONCEPCIÓN  
E-mail: tecfor@entelchile.net  
www.tecfor.cl

COMPANY  
WITH QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001

-----Mensaje original-----

**De:** Domingo Larrain [mailto:dlarrain@ditec.cl]

**Enviado el:** Martes, 16 de Septiembre de 2003 01:18 p.m.

**Para:** Oscar Proessel

**Asunto:** Fw: Cotización VPC - 258

Oscar, en forma referencial te informo que un sistema para descarga de gases húmeda vale aprox. US\$ 800 y considera:

- Silenciador
- 3 mts de goma para descarga
- Pasa casco de aluminio
- 4 abrazaderas
- 1 codo intermedio

Díámetro considerado 89 mm

Saludos

DL

Oscar

Te adjunto cotización por motor Volvo Penta con línea de eje completa. La medida de la hélice no está indicada por no tener el espacio codaste disponible y las rpm proyectadas, pero nos acomodamos a tus requerimientos.

#### COTIZACION VPC - 258

| Item                                 | N° Parte | Cant. |
|--------------------------------------|----------|-------|
| TAMD 31M                             | 869143   | 1     |
| Included in engine especification:   |          |       |
| Instrument panel, 12 V               | 873590   | 1     |
| Tachometer                           | 873990   | 1     |
| Extension harnnes 7 mts              | 846650   | 1     |
| Reverse Gear HS45A 2,43 : 1          | 3582031  | 1     |
| Conection kit                        | 3581952  | 1     |
| Prop. Shaf coupling with clamp 45 mm | 872945   | 1     |
| Properller shaft 45 mm, 1500 mm      | 873515   | 1     |
| Shaft sleeve                         | 828231   | 1     |
| Zinc anode                           | 828140   | 1     |
| Clamp attachment                     | 828320   | 1     |
| Stern bearing for bolting            | 828188   | 1     |
| Sealing / shaft lubrication          | 859017   | 1     |
| Helice                               |          | 1     |
| Marndos Morse                        |          | 1     |
| Cable morse 7 m                      |          | 2     |
| Support elastic                      |          | 4     |

**VALOR INTERNADO**                      US\$    20.870.- + IVA

Plazo de entrega, 60 a 90 días de confirmada la compra.

Forma de pago, 30% con Orden de Compra, saldo contra entrega

Garantía, 1 año

---

Por cualque consulta estaré atento a tus requerimientos

Saludos

Domingo Larrain

Volvo DITEC

Cel : 09 - 2899732

**CUADRO N° 8.1  
CARTA GANT FABRICACION EMBARCACION**

| Actividad                   | Dias | Mes 1 |       |       |       | Mes 2 |       |       |       | Mes 3 |        |        |        | Mes 4  |        |        |        | Mes 5  |        |        |        | Mes 6  |        |        |        |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                             |      | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5 | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 | Sem 9 | Sem 10 | Sem 11 | Sem 12 | Sem 13 | Sem 14 | Sem 15 | Sem 16 | Sem 17 | Sem 18 | Sem 19 | Sem 20 | Sem 21 | Sem 22 | Sem 23 | Sem 24 |
| INGENIERIA DE PROYECTO      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CONSTRUCCION MOLDE ONE OFF  | 14   | █     | █     |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CASCO                       | 14   |       | █     | █     | █     | █     | █     |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| REFUERZOS ESTRUCTURALES     | 21   |       |       |       |       |       | █     | █     | █     | █     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TOLVAS                      | 21   |       |       |       |       |       |       |       |       | █     | █      | █      | █      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| CUBIERTA Y SUPERESTRUCTURA  | 35   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| INSTALACION MOTOR PRINCIPAL | 14   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | █      | █      | █      | █      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| INSTALACION SISTEMAS        | 49   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |
| EXTERIORES PINTURA          | 21   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | █      | █      | █      |        |
| TERMINACIONES               | 28   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | █      | █      | █      |        |
| EQUIPAMIENTO INTERIORES     | 14   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | █      | █      |        |

**CUADRO N° 8.2  
ESQUEMA CALCULO DE H-H**

| Labor                   | Horas | Mes 1 |       |       |       | Mes 2 |       |       |       | Mes 3 |        |        |        | Mes 4  |        |        |        | Mes 5  |        |        |        | Mes 6  |        |        |        |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         |       | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5 | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 | Sem 9 | Sem 10 | Sem 11 | Sem 12 | Sem 13 | Sem 14 | Sem 15 | Sem 16 | Sem 17 | Sem 18 | Sem 19 | Sem 20 | Sem 21 | Sem 22 | Sem 23 | Sem 24 |
| INGENIERO DE PROYECTO 1 | 300   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| INGENIERO DE PROYECTO 2 | 300   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| SUPERVISOR              | 1150  | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |
| CARPINTERO              | 280   | █     | █     |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | █      | █      | █      | █      |        |        |        |        |        |        | █      |        |
| ENFIBRADOR 1            | 570   |       | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |
| ENFIBRADOR 2            | 570   |       | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |
| MECANICO                | 280   |       |       |       |       |       |       |       |       | █     | █      | █      | █      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| INGENIERO ELECTRONICO   | 190   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |
| ELECTRICO               | 480   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |
| PINTOR                  | 144   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | █      | █      | █      |        |
| GASFITER                | 96    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | █      | █      |        |
| AYUDANTE                | 1150  | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █     | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      | █      |        |

REFERENCIA  
 Tiempo Completo  
 Part Time

# PLANOS