

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**Programa Computacional para
Projeto Estrutural de
Mono Cascos Planadores**

Alessandro Barile

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



COPPE/UFRJ

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA PROJETO
ESTRUTURAL DE MONO CASCOS PLANADORES

Alessandro Barile

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Oceânica.

Orientadores: Júlio César Ramalho Cyrino

Richard David Schachter

Rio de Janeiro

Março de 2009

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA PROJETO
ESTRUTURAL DE MONO CASCOS PLANADORES

Alessandro Barile

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA OCEÂNICA.

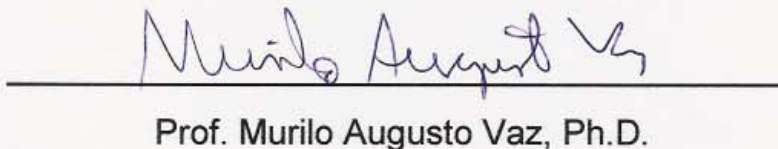
Aprovada por:



Prof. Júlio César de Ramalho Cyrino, D.Sc.



Prof. Richard David Schachter, Ph.D.



Prof. Murilo Augusto Vaz, Ph.D.



Prof. Carl Horst Albrecht, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2009

Barile, Alessandro

Programa Computacional para Projeto Estrutural de Mono Cascos Planadores/ Alessandro Barile. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009

X, 240.p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Júlio César Ramalho Cyrino

Richard David Schachter

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Oceânica, 2009.

Referências Bibliográficas: p. 153-154.

1. Programa Computacional. 2. Mono Cascos Planadores. 3. Projeto Estrutural.

I. Cyrino, Julio César Ramalho ,et all. II Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Oceânica. III. Título.

Dedicatória

Dedico esta dissertação à minha esposa Rutmi Sasaki Barile, que sempre me incentivou a fazer um curso de mestrado, e por sua grande paciência em ser privada de muitas atividades durante a realização deste trabalho.

Agradecimentos:

Gostaria de agradecer aos meus professores orientadores Júlio César Ramalho Cyrino e Richard David Schachter, pelas orientações e cursos ministrados pelos mesmos e principalmente pela paciência e incentivos que possibilitaram a finalização desta dissertação.

Gostaria de agradecer também a todos os professores do curso de Mestrado em Engenharia Naval que contribuíram para o aprimoramento da minha formação profissional, e a todos os colegas de trabalho desta minha jornada profissional de várias empresas em que trabalhei, que de certa forma contribuíram direta ou indiretamente nas idéias que fundamentaram este trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA PROJETO
ESTRUTURAL DE MONO CASCOS PLANADORES

Alessandro Barile

Março/2009

Orientadores: Júlio César Ramalho Cyrino
Richard David Schachter

Programa: Engenharia Oceânica

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um Programa Computacional para Projeto Estrutural de Mono Cascos Planadores, que permita a atuação interativa com o projetista, calculando e desenhando todos os elementos estruturais, chapeamento e reforços, utilizando como referência para cálculo as regras da sociedade classificadora American Bureau of Shipping (ABS), "Guide for Building and Classing High-Speed Craft" de Outubro de 2001".

Para uma dada embarcação, o programa importa a forma geométrica, compartimenta a mesma, calcula as pressões locais impostas à estrutura, espessura de chapeamento, elementos estruturais longitudinais e transversais, reforços de anteparas, momento fletor atuante ao longo da vida navio, módulo de seção e inércias requeridas e oferecidas para as seções da viga navio, aproxima as espessuras calculadas para valores comerciais, verifica os elementos longitudinais em flambagem e por fim calcula o peso e centro de gravidade da estrutura calculada.

O programa foi desenvolvido para trabalhar interativamente com o projetista calculista, apresentando telas com operações fáceis e compreensíveis. Os comandos se resumem na escolha da ação e obtenção de resultados através de um simples clique de mouse.

Depois de terminados os cálculos estruturais o programa gera um relatório, apresentando os resultados de todos os cálculos efetuados.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

COMPUTER PROGRAM FOR STRUCTURAL
DESIGN OF PLANING MONO HULLS

ALESSANDRO BARILE

March/2009

Supervisors: Júlio César Ramalho Cyrino
Richard David Schachter

Department: Ocean Engineering

This work describes the development of a computer program for Mono Hull Planing Boats Structural Design, that allows the interactive action of the designer, computing and drafting all structural elements, such as plates and stiffeners, based on Classification Society American Bureau of Shipping (ABS), "Guide for Building and Classing High-Speed Craft" of October 2001".

For a given vessel, the program imports its geometry, allows for its compartmentation, calculates local pressures imposed to the structure, plates thicknesses, longitudinal and transverse structural elements, bulkheads stiffeners, acting bending moment along the entire vessel, section modulus and inertias required and offered for the vessel's sections, approximates calculated plate thicknesses to standard thicknesses, checks longitudinal elements for buckling stability and at the end calculates the weight and center of gravity of the designed structure.

The program was developed to be interactively user friendly, with screens for straight forward operation. The commands are designed for logical choices of action and results, workable by simple mouse clicks.

At the end of calculations, the program generates a report with the results of all calculations performed.

SUMÁRIO

1.	Introdução	1
2.	Revisão da Literatura - Projeto Estrutural	4
2.1	Desenvolvimento das Regras.....	4
2.1.1	A pressão de fundo	5
2.1.2	A pressão de impacto	5
2.1.3	A pressão hidrostática.....	5
2.2	Conceituação de uma embarcação de planeio.....	6
2.3	Conceituação dos Esforços Atuantes.....	11
2.4	Escolha do Material Estrutural.....	15
2.5	Definição do Projeto Estrutural.....	16
2.6	Compartimentagem Estrutural.....	18
2.7	Análise por Elementos Finitos.....	19
3.	Cálculo teórico conforme regras do ABS	20
3.1	Limitações para emprego das formulações.....	20
3.2	Formulações de cálculo pelas regras do ABS “Guide for Building and Classing High-Speed Craft – October 2001” [1].....	20
3.2.1	Geral	20
3.2.2	Definições	21
3.2.3	Pressões de projeto	23
3.2.3.1	Pressão no fundo	23
3.2.3.2	Pressão no costado e espelho de popa	25
3.2.3.3	Pressão no convés	26
3.2.3.4	Pressão em superestrutura e casarias.....	27
3.2.3.5	Pressão em anteparas estanques limites de tanques.....	28
3.2.3.6	Pressão em anteparas estanques (não limites de tanques)	28
3.2.4	Cálculo de espessuras de chapas	29
3.2.4.1	Cálculo de espessuras de chapas devido à pressão normal sobre a mesma	29
3.2.4.2	Verificação de resistência à flambagem.....	30
3.2.4.3	Verificação de espessuras mínimas.....	32
3.2.5	Estrutura de Reforço nas chapas (elementos estruturais internos)	33

3.2.5.1	Geral.....	33
3.2.5.2	Resistência estrutural dos reforços	33
3.2.5.3	Flambagem.....	35
3.2.5.4	Espessuras.....	36
3.2.5.5	Fixações	37
3.2.5.6	Análise direta de tensões	38
3.2.6	Resistência Longitudinal da Viga Navio.....	43
3.2.6.1	Módulo de Seção da Viga Navio	43
3.2.6.2.	Extensão do Módulo de Seção da Viga Navio ao longo de L	46
3.2.6.3.	Momento de Inércia.....	47
3.2.6.4.	Cálculo do Módulo de Seção e do Momento de Inércia.....	48
3.2.6.5.	Cálculo de cisalhamento da viga navio para embarcações com mais de 61m	50
3.2.6.6.	Viga navio sujeita à torção	52
3.2.7.	Convés efetivo	52
3.2.8.	Arranjos Estruturais.....	53
4.	Metodologia da Pesquisa.....	55
4.1	<i>Softwares</i>	55
4.2	Linguagem de Programação.....	56
5.	Descrição do Programa PARLA	58
5.1	Apresentação.....	58
5.2	Histórico.....	59
5.3	Operação do programa.....	59
5.4	Arquitetura do PARLA.....	60
5.5	Manipulação de arquivos.....	60
5.6	Barra de Menu.....	60
5.6.1	Trabalhando com o comando <i>File</i> da barra de <i>menu</i>	60
5.6.2	Informações sobre características básicas da embarcação	63
5.6.3	Plano de linhas.....	67
5.6.4	Seleção do espaçamento de cavernas	72
5.6.5	Definição das posições das anteparas	78
5.6.6	Compartimentagem.....	81
5.6.7	Cálculo estrutural	86

5.6.7.1 Chapas	87
5.6.7.2 Longarinas Gigantes longitudinais	91
5.6.7.3 Transversais Gigantes	93
5.6.7.4 Longitudinais comuns.....	96
5.6.7.5 Cálculo do Peso e Centro de uma caverna típica	99
5.6.7.6 Cálculo do chapeamento de anteparas.....	99
5.6.7.7 Cálculo de Vigas Gigantes em anteparas	101
5.6.7.8 Cálculo de reforços comuns em anteparas.....	102
5.6.7.9 Cálculo de Peso e Centro de uma antepara	104
5.6.7.10 Cálculo do Módulo de Seção	104
5.6.7.11 Cálculo de Peso e Centro final.....	105
5.6.7.12 Relatório de Resultados	106
6. Exemplos de Aplicação.....	108
7. Discussão sobre os resultados	148
7.1 Resultados das embarcações calculadas (itens 6.1.1 e 6.1.2).....	148
7.2 Resultados da embarcação Wolver2 (item 6.1.3.)	149
7.3 Cálculos racionais.....	149
7.4 Tradição Naval.....	149
8. Conclusões	150
9. Bibliografia	153
ANEXO A – Resultados do programa PARLA referente aos barcos calculados.....	155
A1– Nomenclatura utilizada no PARLA.....	155
A2- Lancha de 400 passageiros em aço.....	157
A3- Lancha de 400 passageiros em alumínio.....	204
A4- Lancha Wolver2 em alumínio.....	220

1. Introdução

Ao iniciar-se um projeto, muitas soluções devem ser estudadas, para atender à finalidade a que o objeto em estudo se propõe.

Este trabalho em particular vai tratar do dimensionamento estrutural mais adequado para estruturas de embarcações do tipo alto desempenho e em específico, mono cascos de planeio.

A tarefa, que à primeira vista pode parecer simples, na verdade é bastante complexa. As formulações de cálculo são extremamente trabalhosas, portanto a solução ideal é dar ao projetista uma ferramenta de trabalho que permita calcular a estrutura de uma embarcação mono casco em V de alta velocidade com maior qualidade, precisão e rapidez.

Um programa computacional denominado **PARLA** foi idealizado, com o conceito de ser uma ferramenta amigável e que atuasse interativamente com o projetista, fornecendo respostas rápidas e precisas para o dimensionamento estrutural.

Por se tratar de um trabalho acadêmico, muito ainda pode ser inovado e melhorado, e o importante é notar claramente que programas computacionais altamente complexos podem ser desenvolvidos e chegar ao mesmo nível dos países mais avançados em tecnologia atualmente. Mais importante ainda é poder criar um banco de dados para a tecnologia nacional.

A presente proposta, longe de competir com os programas mais avançados atuais, é apresentar um *Software* para cálculo estrutural de embarcações de alto desempenho, e em específico, mono cascos de planeio, apresentando simultaneamente a parte gráfica e os resultados de cálculo.

O programa tem como referência para cálculo as regras do ABS, "*Guide for Building and Classing High-Speed Craft – October 2001*"[1], e foi desenvolvido para atuar de forma interativa com o projetista, calculando e desenhando todos os elementos estruturais, chapeamento e reforços, de uma embarcação de alta velocidade tipo mono casco de planeio.

A motivação do desenvolvimento do referido programa vem da necessidade de dar ao projetista ferramentas simples, eficientes, rápidas, competitivas de cálculo estrutural, e que o auxiliem na concepção, inovação e otimização estrutural baseado em fundamentos teóricos.

Este projeto apresenta um passo adicional no desenvolvimento do sistema computacional para embarcações e plataformas, denominado **SFD SYSTEM** (*Solution – Focused Design System*), cuja estruturação é baseada em processos de projeto com foco na solução e interações multidisciplinares [2], que já conta com vários módulos, definição de forma de embarcações [3] e para plataformas, definição da forma, cálculo das características hidrostáticas (embarcações e plataformas), curvas cruzadas, estabilidade, avaliação do comportamento em ondas de embarcações, equilíbrio dinâmico (lanchas [4], aerobarcos, asas em efeito de solo e aerodeslizadores), propulsão, etc. Foram citadas aqui apenas as referências das publicações utilizadas neste trabalho. O *software* desenvolvido também evoluiu de um trabalho piloto e simplificado de projeto estrutural de embarcações de até 90m, também estruturado para o sistema [5].

O *Software* **PARLA** tem sua estruturação inspirada no *Solution Focused Design* [2], que para funcionar como programa, precisa ter arquivo único por projeto de embarcações com várias rotinas, mínimo de telas multidisciplinares, e possibilidade de qualquer seqüência de processamento (entrada de dados sem dependência de outra rotina anterior e posterior aproveitamento destes dados). Desta forma, parte da geometria do casco que é importada de um arquivo do tipo ".SAI" (.txt) do programa PHF [3]. Trabalhando interativamente em conjunto com o projetista, o *software* calcula o chapeamento de todos os elementos do casco, fundo, convés, costado, anteparas, superestruturas, chapeamentos internos em geral, reforços estruturais comuns e gigantes, apresentando simultaneamente uma visualização gráfica das soluções encontradas. Calcula também o módulo de seção de viga navio e esforços atuantes em qualquer seção determinada pelo projetista, e a partir destes valores verifica a estabilidade das chapas e perfis longitudinais em compressão quanto à flambagem.

O Casco poderá ser compartimentado a critério do projetista, e nestes casos o programa **PARLA** calculará também as estruturas das divisórias, anteparas limites de tanques e demais anteparas limites de acomodações.

Após o cálculo das seções requeridas pelo projetista, **PARLA** calcula o peso e centro da embarcação e compara o módulo das seções previamente projetadas com os valores mínimos requeridos pela Regra.

É importante salientar que a maioria dos programas comerciais hoje referentes a embarcações mono casco planadoras estão focados para a arquitetura, formas e estabilidade, resistência à propulsão e *seakeeping*. O **PARLA** calcula a estrutura apresentando seu modelo gráfico, calcula módulo e inércia de viga navio real e mínimo requeridos por regra, e dá uma estimativa de peso e centro da embarcação. O capítulo 4 apresenta comentários adicionais sobre os *softwares* estruturais existentes no mercado atual.

É muito importante salientar que se trata de um trabalho que dará resultados práticos, servindo de base para um projeto de detalhamento construtivo.

“É função do Engenheiro procurar soluções simples para os problemas mais complexos”

A principal contribuição do programa é dar agilidade de resposta para diferentes soluções estruturais adotadas pelo projetista, em uma estruturação ergonômica baseada na experiência em cálculos estruturais, sendo ao mesmo tempo feito em programa compatível com o sistema. Sua ergonomia foi projetada para permitir que se opte tanto por cálculos detalhados quanto simplificados nas mesmas instâncias (telas).

A seguir, no desenvolvimento desta dissertação, os seguintes tópicos serão abordados:

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura e o conceito estrutural dos esforços aos qual uma embarcação do tipo mono casco de alta velocidade está sujeita.

O capítulo 3 apresenta a conceituação teórica de cálculo baseado nas Regras do ABS, para cálculo de pressões nas diversas áreas da embarcação, cálculo de espessuras das chapas e dimensionamento dos reforços longitudinais e transversais.

O capítulo 4 apresenta a metodologia da pesquisa, *softwares* existentes no mercado e o sistema operacional Delphi utilizado para elaboração do *software* **PARLA**.

O capítulo 5 apresenta passo a passo os cálculos desenvolvidos pelo programa **PARLA** e seu manual de operação descrevendo as várias telas com seus respectivos comandos e objetivos de cálculos.

O capítulo 6 apresenta os resultados de cálculo representados graficamente de uma embarcação de 39m em aço, da mesma embarcação de 39m em alumínio e uma embarcação de 12,20m em alumínio. As listagens de saída do **PARLA** estão sendo apresentadas nos Anexos A2, A3 e A4. O Anexo A2 apresenta as listagens de saída do PARLA para a embarcação de 39m, considerando a utilização do material aço, o Anexo A3 apresenta as listagens com os resultados da mesma embarcação considerando material alumínio e o Anexo A4 apresenta os resultados de uma segunda embarcação, menor, em alumínio, para demonstrar aplicações com mais de uma embarcação e mais de um material.

O capítulo 7 comenta os resultados obtidos das embarcações utilizadas como exemplo.

O capítulo 8 apresenta um resumo desta dissertação com perspectivas futuras de desenvolvimento e análise do resultado deste trabalho em específico.

E por fim o capítulo 9 apresenta a bibliografia utilizada para elaboração desta dissertação.

2. Revisão da Literatura - Projeto Estrutural

2.1 Desenvolvimento das Regras

Fundada em 1862, pertencente ao grupo de classificadoras da IACS, a classificadora *American Burea of Shipping* – ABS, tem o firme propósito de promover segurança à vida humana e preservação das condições ambientais, através de desenvolvimento e verificação de padrões de projeto, construção e manutenção operacional de facilidades marítimas.

Com o propósito de atender a demanda da Indústria, com o resultado de vários anos de experiência, o ABS publicou pela primeira vez o “*Guide for Building and Classing High-Speed Craft*” em 1990.

Para o desenvolvimento do “*Guide*”, o ABS formou vários comitês em vários países assistidos por órgãos científicos locais. Após pesquisa da literatura existente e adicionando os devidos fatores de segurança, apresentou ao mercado sua primeira versão de Regras para dimensionamento de embarcações de alta velocidade para uma variedade de materiais, tais como aço, alumínio e compósitos.

Atualmente o “*ABS Guide*” para embarcações civis já está em sua atualização datada de Outubro de 2001, e o “*ABS Guide*” para embarcações militares teve a sua última atualização em 2007. Veja referências [1] e [9].

De modo a determinar as cargas apropriadas de projeto, o ABS elegeu três equações de pressões atuantes na estrutura externa e interna para escolha do maior valor calculado pelas mesmas.

2.1.1 A pressão de fundo

P_b (“*bottom pressure*”) baseada na aceleração vertical da embarcação foi derivada da análise semi-empírica apresentada por Heller & Jasper (1960) [12] e Savitsky & Brown (1976) [7].

2.1.2 A pressão de impacto

P_i (“*impact pressure*”) baseada no fator dinâmico que depende do estado de mar foi derivada do estudo analítico simplificado de Allen & Jones (1978) [11].

2.1.3 A pressão hidrostática

P_d (“*hydrostatic pressure*”) foi equacionada como a coluna estática igual ao pontal da embarcação ao lado acrescida de 4 (quatro) pés e acrescida de 20% da pressão de fundo **P_b**, derivada do trabalho de Herickson and Spencer (1982) [13].

Os dimensionamentos de conveses, superestruturas e casarias foram baseados na experiência acumulada de outras embarcações de aço através de regras publicadas anteriormente pelo próprio ABS. As tensões admissíveis para todos os elementos estruturais, painéis e reforços internos, foram estipuladas a partir de projetos consagrados historicamente.

2.2 Conceituação de uma embarcação de planeio

As embarcações de alta velocidade estão sujeitas aos movimentos dinâmicos de grande magnitude, gerando cargas hidrodinâmicas, cargas de impacto e cargas inerciais que devem ser resistidas pela estrutura.

Nas últimas décadas grandes avanços tecnológicos ocorreram em todas as áreas da Engenharia, favorecendo o aparecimento de projetos arrojados na área de embarcações de alto desempenho, em particular para as embarcações mono casco de planeio. Embarcações mais leves, com novos materiais e mais velozes requerem estudos mais profundos de hidrodinâmica, dos movimentos dinâmicos em estado de mar (*seakeeping*) e no dimensionamento estrutural.

A figura 2.1 abaixo apresenta a fotografia de uma lancha de planeio em movimento sujeita aos esforços dinâmicos e inerciais. Notar que a maior parte do comprimento está fora d'água.



Figura 2.1: Lancha Patrulha da *Industrial Research Ltd*

Embarcações de planeio e semi-planeio são aquelas que apresentam uma sustentação hidrodinâmica preponderante em relação à sustentação hidrostática, e possuem uma configuração geométrica do casco que possibilita este efeito. O casco apresenta um fundo plano, e a popa do tipo *transom*, de modo que o mesmo se comporte como uma placa plana planadora a partir de uma determinada velocidade.

Estas embarcações deslizam sobre a superfície da água, ao invés de serem arrastadas através das mesmas como acontece com embarcações de deslocamento.

Sabe-se que a velocidade de uma embarcação está relacionada com seu tamanho ou dimensões. Portanto pode-se definir como parâmetro importante para esse estudo a relação da velocidade com o tamanho da embarcação.

Para V em nós e L em pés, onde L é comprimento de linha d'água, nota-se que para a relação de $\frac{V}{\sqrt{L}} \leq 0,336$ a resistência oferecida pelo casco é puramente friccional. A partir de $\frac{V}{\sqrt{L}} > 0,336$ essa resistência de onda começa a tornar-se importante. A partir de $\frac{V}{\sqrt{L}} > 1,20$ a resistência de onda aumenta rapidamente e para $\frac{V}{\sqrt{L}} \geq 1,34$ a formação de ondas torna-se uma barreira para a velocidade para cascos de deslocamento, com formas arredondadas. Uma embarcação de popa arredondada gera pressões negativas no fundo do casco, puxando a mesma para baixo e fazendo com que a proa se levante e tenda a subir a crista da onda [4].

Para $\frac{V}{\sqrt{L}} \geq 1,34$ as formas do casco deverão ser modificadas, com linhas do alto mais retas, com fundo formando uma placa plana e com a popa terminando em espelho reto plano tipo *transom*.

Já no caso de popa em forma de placa plana, uma pressão positiva aparece em toda a superfície do fundo e o casco tende a se separar da água, formando a conhecida "popa seca". Para alcançar altas velocidades é necessário que haja a maior separação possível do casco com a água. Por este motivo podem ser dispostas quinas reversas nos bojos com um ligeiro ângulo para baixo (*spray strip reversers ou spray rails*) para estimular a separação da água também de suas laterais do fundo.

Para a faixa de $1,34 \leq \frac{V}{\sqrt{L}} \leq 3,0$, aproximadamente, a embarcação estará no regime de semi-planeio.

Para $\frac{V}{\sqrt{L}} > 3,0$ atingimos o planeio puro, a resistência ao avanço passa a ser predominantemente friccional (além da resistência de pressão e spray) dependendo da área molhada, e a resistência de onda deixa de ser significativa. Portanto é desejável reduzirmos a superfície molhada, e termos as formas prismáticas, para que a embarcação possa decolar e se manter em equilíbrio dinâmico após a decolagem.

A figura 2.2 a seguir apresenta as distribuições de pressões ao redor de dois corpos flutuantes com configurações geométricas diferentes. O primeiro representa uma embarcação de deslocamento e o segundo representa uma embarcação de planeio.

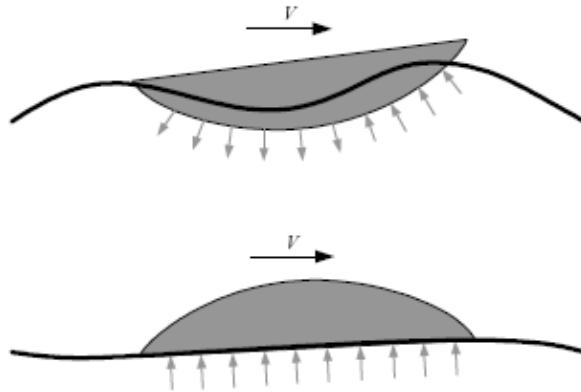


Figura 2.2: Distribuição de pressões no fundo de dois corpos flutuantes com diferentes geometrias.

A figura 2.3 abaixo mostra as formas de uma embarcação de planeio típica com V profundo.

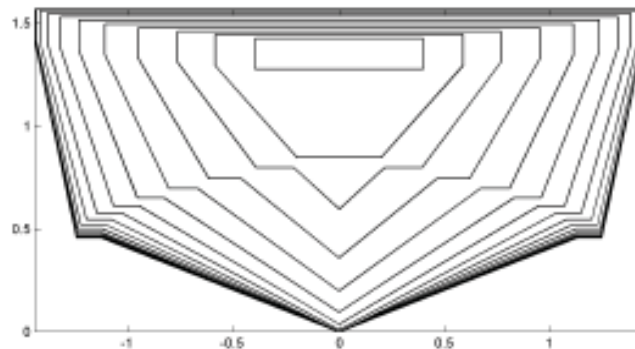


Figura 2.3: Forma geométrica típica de uma embarcação de planeio

Quando uma embarcação inicia o planeio, uma boa parte de seu casco fica fora d'água, diminuindo consideravelmente a resistência de arrasto. Quando isto se dá (a $\frac{V}{\sqrt{gL}} \geq 1,34$) as curvas de resistência se separam, ficando maior a resistência da embarcação planadora. Em $\frac{V}{\sqrt{gL}} \geq 1,70$, ocorre o chamado *hump speed*, elevação instantânea da resistência devido à transição forte entre a coexistência do regime

residual de deslocamento e o início da dominância do planeio, cuja estabilização final ocorrerá em $\frac{V}{\sqrt{L}} = 3,0$.

A figura 2.4 abaixo, apresenta a comparação da resistência ao arrasto $\times v/\sqrt{L}$ para uma embarcação de deslocamento e uma embarcação com casco com forma de planeio.



Figura 2.4: Comparação de resistência ao avanço entre um casco de deslocamento e uma embarcação de planeio.

Outras relações geométricas da embarcação com sua velocidade foram analisadas. Vejamos; quando uma embarcação começa a planar, uma parte de seu comprimento sai da água, portanto o comprimento não é mais uma característica tão importante. Savitsky e Brown [7] caracterizaram uma embarcação de deslocamento para o adimensional coeficiente de velocidade (C_v), $V/\sqrt{gB} < 0.5$, semi-planeio para $0.5 < V/\sqrt{gB} < 1.5$ e planeio para $V/\sqrt{gB} > 1.5$. Já a IMO(2000) [9] caracteriza as embarcações de planeio relacionando sua velocidade com seu volume deslocado, isto é, uma embarcação é considerada como planeio quando $V_{\text{máx}} > 3.7 \cdot \nabla^{0.17}$.m/s, sendo que “g” é a aceleração da gravidade, B a boca no espelho de popa e ∇ o volume deslocado.

A tabela 2.1 apresenta um quadro comparativo dos limites de velocidade para embarcações de deslocamento, semi-planeio e planeio.

Tabela 2.1: Limites de velocidade para embarcações de deslocamento, semi-planeio e planeio

	V/\sqrt{L} Knot/ \sqrt{ft} ($m^{1/2} s^{-1}$)	$C_v = \frac{V}{\sqrt{gB}}$ (adimensional) [7]	V (m/s)
Deslocamento	<1,34(1.25)	<0.5	-
Semi-Planeio	1,34~3,0 (1.25 ~ 2.8)	0.5 ~1.5	-
Planeio	3,0 (2.8)	>1.5	>3.7xV ^{0.17}

O ABS [1], considera embarcações de alta velocidade, as embarcações com velocidade acima da velocidade de semi-planeio e como é usual das classificadoras, adota um fator de segurança para essa velocidade de semi-planeio, $1,3 \text{ knot}/\sqrt{ft}$ ($2,36 \text{ knot}/\sqrt{m}$) ao invés de $1,34 \text{ knot}/\sqrt{ft}$. A figura 2.5 abaixo apresenta o gráfico que identifica a região de abrangência da regra considerada neste trabalho, para embarcações. Essa região de abrangência é toda a área superior do gráfico.

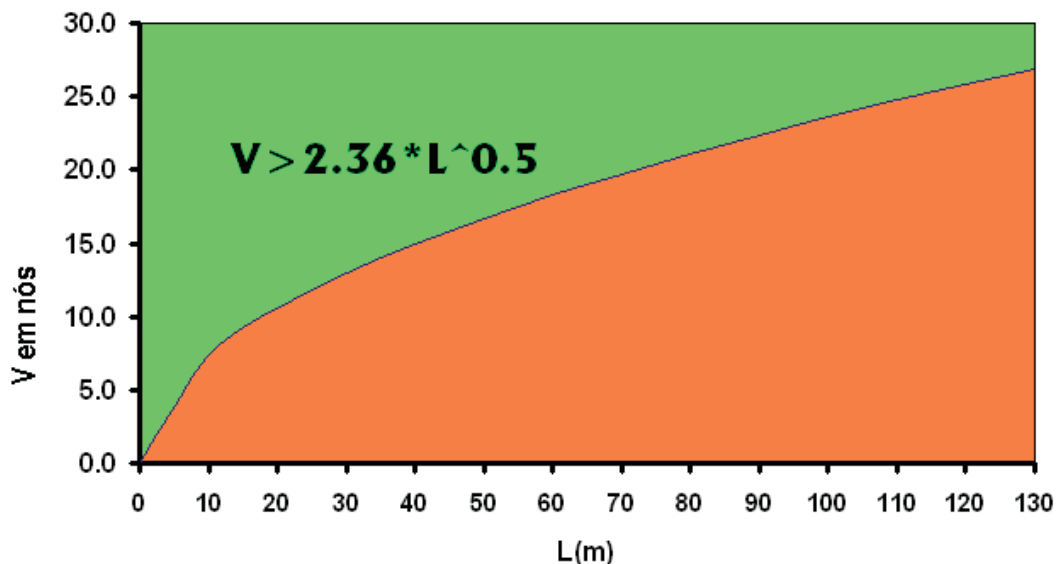


Figura 2.5: Gráfico V x L – Limite de abrangência das formulações do ABS para embarcações do tipo mono casco planadoras

2.3 Conceituação dos Esforços Atuantes

Um corpo flutuante está sujeito a uma série de esforços que deverão ser resistidos pela estrutura projetada.

A teoria convencional costuma considerar uma embarcação como uma viga e que é denominada de “Viga Navio”. Esta está sujeita aos seguintes esforços:

- ✓ Peso leve
- ✓ Carga paga
- ✓ Peso operacional
- ✓ Cargas hidrostáticas devido ao empuxo
- ✓ Cargas hidrodinâmicas devido às acelerações
- ✓ Cargas de impacto (*slamming*)
- ✓ Cargas provenientes de docagem e içamento

A carga hidrostática ou o empuxo da embarcação é a reação em cada seção da viga navio, associada ao volume deslocado na respectiva seção.

O peso leve da embarcação é proveniente do peso estrutural, equipamentos e pesos localizados.

A carga paga como o nome já diz, é a carga transportada pela embarcação, que pode ser matéria prima (óleo, gás, cimento, madeira, etc.) ou até mesmo passageiros.

O peso operacional está relacionado aos itens de consumo que permitem que a embarcação navegue, isto é, óleo diesel, óleo lubrificante, etc.

Os carregamentos desses componentes ao longo da viga navio geram esforços solicitantes, tais como momento fletor longitudinal, momento fletor transversal, momento torsor e esforço cortante, que devem ser suportados pela estrutura, caso contrário a embarcação pode partir e seus elementos estruturais podem entrar em colapso. A figura 2.6 a seguir, apresenta os gráficos dos esforços atuantes na viga navio qualitativamente para uma embarcação em águas tranquilas com pequenas velocidades sem efeito de sustentação hidrodinâmica.

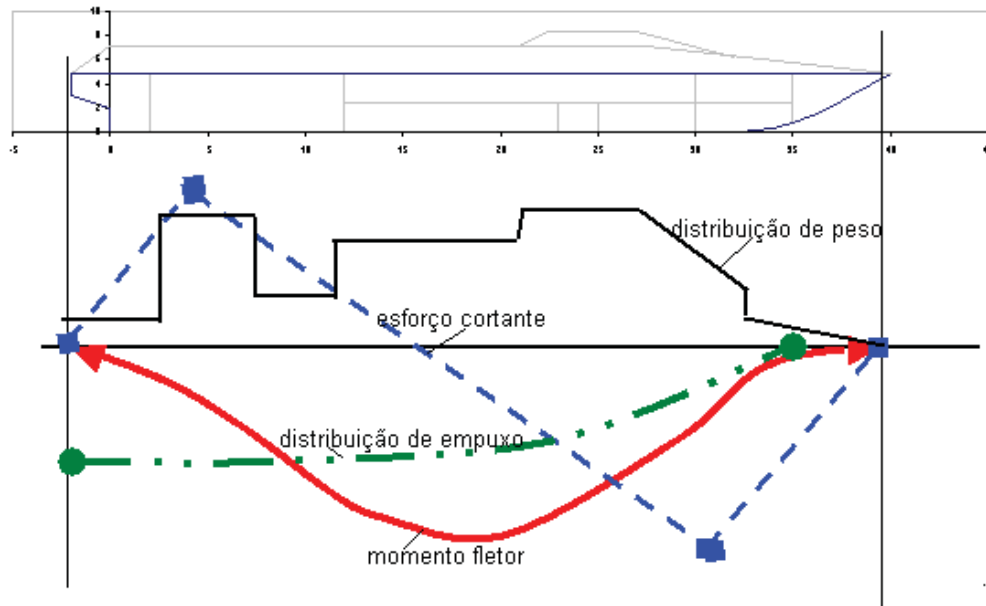


Figura 2.6: Curvas típicas para embarcações de planeio para baixas velocidades em águas calmas.

Os efeitos de flexão da viga navio e efeitos de fadiga e vibrações provenientes dos esforços estáticos e dinâmicos atuantes na viga navio não podem ser ignorados, entretanto será objeto de outro estudo.

Uma embarcação quando parada, apresenta uma distribuição de pressão hidrostática ao redor do casco que cresce linearmente com a distância do ponto abaixo da linha d'água, e é calculada pela expressão $Ph=\rho zg$, onde ρ é a densidade do meio fluido, z é a distância vertical do ponto até a linha d'água e g é a aceleração da gravidade. Ver figura 2.7.

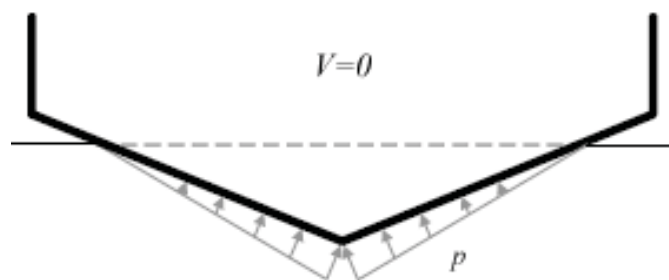


Figura 2.7: Distribuição de pressão hidrostática no fundo da embarcação

Para uma embarcação em alta velocidade navegando em águas calmas a distribuição de pressão hidrostática recebe uma componente adicional: a pressão hidrodinâmica.

A figura 2.8 apresenta uma embarcação com velocidade V em regime de planeio.

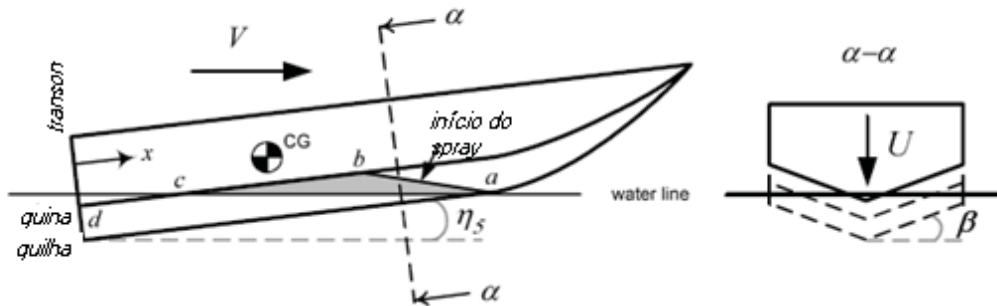


Figura 2.8: Vista de perfil e de uma seção para uma lancha de planeio com velocidade constante.

A pressão dinâmica é proporcional à velocidade ao quadrado, isto é, $P \propto V^2$, e sua distribuição depende do ângulo de pé de caverna (β), conforme apresentado nas figuras 2.9 e 2.10.

Notamos nesta figura uma formação de *spray* no fundo do casco, mantendo as quinas secas, quando a posição longitudinal estiver localizada entre a e b , e molhadas quando a posição longitudinal estiver entre b e c , conforme indicado nas figuras 2.9 e 2.10.

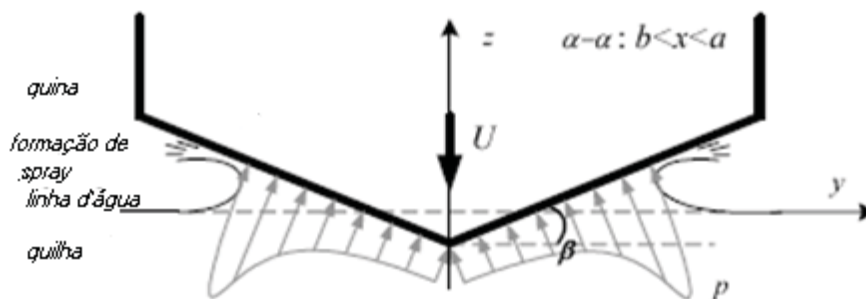


Figura 2.9: Região do casco onde as quinas estão secas

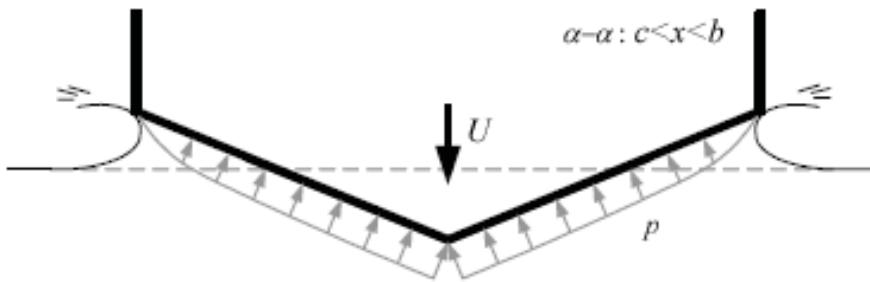


Figura 2.10: Região do casco onde as quinas estão molhadas

A figura 2.11 apresenta a distribuição de pressão no fundo do casco para diferentes ângulos de pé de caverna. O valor de $y/b(t)$, é a relação da posição transversal “y” em relação à boca da embarcação “b”. A função (t) denota que esta pressão está associada a um tempo “t”.

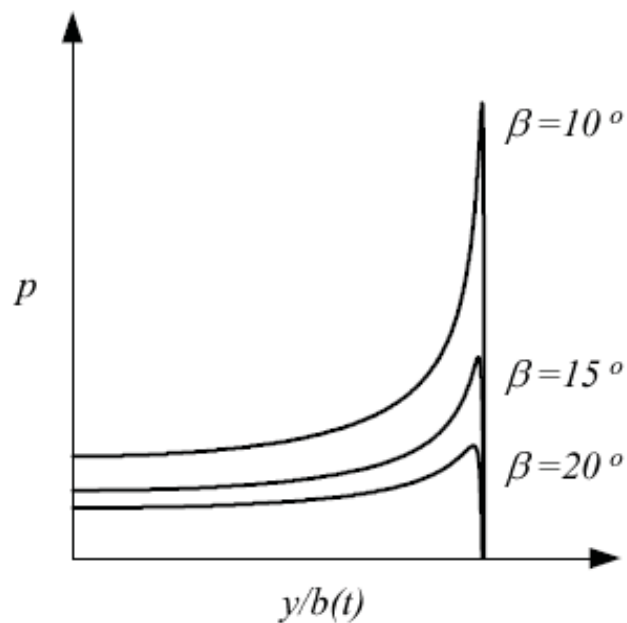


Figura 2.11: Distribuição de pressão para diferentes ângulos de pé de caverna para um instante t.

Quando a embarcação está navegando em estado de mar diferente de zero, a distribuição de pressões ao redor do casco é similar à apresentada anteriormente. Entretanto, a incidência de ondas na embarcação e sua oscilação vão afetar a velocidade da embarcação assim como gerar acelerações de arfagem na mesma e gerar pressões de impacto.

2.4 Escolha do Material Estrutural

Vários fatores devem ser considerados para a escolha do material mais apropriado para a construção de uma embarcação, tais como:

- ✓ Peso
- ✓ Corrosão
- ✓ Facilidade para gerar formas geométricas diferenciadas
- ✓ Facilidade construtiva
- ✓ Custo inicial
- ✓ Custo de manutenção
- ✓ Durabilidade
- ✓ Resistência
- ✓ Soldabilidade
- ✓ Efeito de pilha galvânica
- ✓ Disponibilidade do material no mercado
- ✓ Resistência à fadiga
- ✓ Resistência ao fogo
- ✓ Invisibilidade ao radar
- ✓ Vibrações
- ✓ Facilidade de reparo
- ✓ Isolamento térmico
- ✓ Isolamento ao som
- ✓ Resistência ao impacto

O tipo de embarcação, função, local de operação e rota são fatores decisivos na escolha dos materiais mais adequados que vão dar à embarcação as características de desempenho desejadas e capacidade de resistir aos esforços locais e globais que lhe são impostos.

Todos os itens acima devem ser considerados no projeto, entretanto, para o caso específico de lancha de planeio, o menor peso leve da embarcação tem uma importância bastante significativa.

Uma grande variedade de materiais estruturais alternativos apareceu no mercado nos últimos anos. O projetista deve estar familiarizado com os constantes avanços tecnológicos de modo a oferecer ao Armador a melhor opção.

O projetista deve ter uma mente aberta para investigar as diferentes possibilidades de arranjos estruturais e diferentes materiais. O *software* que faz parte desta dissertação será uma ferramenta muito útil, pois oferece condições de averiguar rapidamente diferentes soluções.

É importante notar que os diversos fatores de escolha devem ser ponderados e avaliados em conjunto. O custo inicial alto pode ser a melhor proposta para um custo operacional baixo, ou para uma receita maior.

Uma tabela de seleção de materiais para chapas e para perfis é apresentada no início do programa **PARLA**. Aços comuns e de alta resistência, assim como vários tipos de alumínio podem ser selecionados pelo projetista antes dos cálculos. Embora materiais compósitos não façam parte desta dissertação, estes foram tabelados como um passo inicial para a atualização prevista do programa, de cálculos utilizando estes materiais.

2.5 Definição do Projeto Estrutural

Uma embarcação deve resistir ao conjunto de esforços a que está submetida, flexão da viga navio, pressões locais, forças locais concentradas provenientes das fixações do eixo (dos pés de galinhas), lemes, etc. Para embarcações pequenas (menores que 9m) os efeitos de viga navio podem ser ignorados. Entretanto, para embarcações maiores, o efeito de flexão de viga navio associado aos efeitos de *slamming*, que ultrapassam em muito o empuxo local, é bastante significativo e deve ser investigado.

É muito difícil determinar a pressão e as forças resultantes do *slamming*. Elas são dependentes de muitas variáveis como, dimensões, velocidade, forma do fundo casco, forma das ondas encontradas, direção das ondas em relação à embarcação. Para dar um critério razoável de cálculo é necessário definir as pressões de fundo e as acelerações ao longo da viga navio provenientes do comportamento da referida embarcação num determinado estado de mar.

Os esforços da viga navio poderão ser determinados conhecendo-se os valores de acelerações máximas experimentais, da distribuição de pesos e assumindo que a viga navio se comporta como corpo rígido, isto é com deflexão da linha neutra desprezível.

Para resistir aos esforços acima, uma estrutura deverá ser projetada para a embarcação em estudo.

Geralmente a estrutura é composta por um chapeamento, que atua como uma casca de ovo que dá a forma ao casco e serve de abrigo para a carga a ser transportada. Essa forma é responsável pelo desempenho em estabilidade e propulsivo desejados. Internamente anéis transversais são dispostos, os quais se apoiarão nas longarinas gigantes (quilhas, sicordas, escoas, etc.), e estas por sua vez se apoiarão nas anteparas transversais ou outro elemento estrutural que garanta a rigidez necessária de apoio.

É prática usual para estes tipos de embarcações, projetar elementos longitudinais com a finalidade de dividir o chapeamento em pequenos painéis, reduzindo a espessura e dando-lhes maior resistência à flambagem para os esforços de compressão provenientes da flexão da viga navio.

As anteparas são projetadas para suportarem os esforços de reações das longarinas gigantes, e da pressão hidrostática devido à coluna de líquido que lhe é imposta.

Os conveses devem ser projetados para funcionarem como a flange superior da viga navio, resistindo aos esforços solicitantes que lhe são impostos e as cargas neles aplicadas, concentradas ou distribuídas.

Os cálculos envolvidos no projeto estrutural de uma embarcação são muito complexos, trabalhosos e demorados, onde mesmo com a utilização de *softwares* consagrados para cálculo, como por exemplo, elementos finitos, os dados de entrada, condições de carregamento e condições de contorno apresentam uma dificuldade considerável mesmo para os projetistas mais habituados a esse tipo de análise.

As formulações das classificadoras, empírico-teóricas simplificam um pouco os cálculos necessários, entretanto, nem sempre essas formulações são simples, fáceis e rápidas de serem aplicadas. Muitas equações apresentam muitas variáveis, e estas

por sua vez são obtidas através de outras equações, também trabalhosas. As possibilidades de erros por parte do calculista são bastante elevadas.

Com a finalidade de reduzir o tempo e erros nos cálculos, o *software* **PARLA** foi criado para auxiliar o projetista. Através de um simples clique sobre o elemento estrutural, o *software* realiza todos os cálculos necessários, dando as respostas finais necessárias de projeto ao projetista.

É importante salientar que ao iniciar-se o projeto de uma embarcação, os elementos estruturais da seção da viga navio não são conhecidos e, portanto, o módulo de seção, assim como as tensões atuantes no mesmo, também não são conhecidos. Fica o impasse:

“Quem nasceu primeiro o ovo ou a galinha?”.

Sem definição da estrutura, não há módulo de seção da viga navio, e sem módulo de seção de viga navio, as tensões atuantes nos elementos estruturais são desconhecidas.

As formulações da classificadora dão a primeira aproximação dos elementos estruturais, e com estes valores é possível calcular o módulo de seção da viga navio e obter as tensões atuantes nos elementos estruturais previamente calculados.

O *software* **PARLA**, após calcular a estrutura e o módulo de seção, informa quais elementos estruturais devem ser modificados através da análise quanto à flambagem dos mesmos.

2.6 Compartimentagem Estrutural

A partir das formas que serão importadas de um arquivo texto tipo .SAI, do programa PHF [3], a embarcação poderá ser compartimentada através de simples comandos de clique sobre os contornos do compartimento.

O projetista poderá compartimentar tanques, definir posições de anteparas, divisórias estruturais em geral, e até mesmo seções da superestrutura. Quanto maior o número

de informações fornecidas, maior será o banco de dados criado sobre a embarcação em estudo.

Quando o projetista estiver posicionando as anteparas transversais, o *software PARLA* alerta sobre a faixa de localização permissível da antepara de colisão, deixando a critério do projetista a escolha da posição final da mesma.

É importante salientar que a compartimentagem deverá satisfazer também aos critérios de estabilidade preconizados pelas Normas IMO [15] e Solas [19].

A compartimentagem deverá satisfazer os critérios de estudo de estabilidade em avaria, quando requerido pelas normas acima. Esse estudo não está no escopo do presente trabalho.

“Você sabe que encontrou a solução do problema quando você alcançou a simplicidade do equacionamento matemático e geométrico do mesmo”

2.7 Análise por Elementos Finitos

Com o avanço das ferramentas computacionais, e principalmente considerando-se uma maior facilidade de se trabalhar com elementos finitos, as Classificadoras têm optado gradativamente para soluções mais teóricas e menos empíricas.

Deve-se ter muita atenção para as limitações das formulações apresentadas nas Regras do ABS [1] e [9]. As mesmas são aplicáveis para embarcações construídas em aço, alumínio ou materiais compósitos (FRP), com $\frac{V}{L} > 2,36 \text{ knot}/\sqrt{m}$ ($> 1,30 \text{ knot}/\sqrt{ft}$) e para mono cascos (tema desta dissertação) com comprimento não superior a 130m. Uma análise direta complementar para demonstrar a adequação da estrutura é requerida quando a embarcação;

- ✓ For construída de aço ou alumínio com mais de 60m de comprimento,
- ✓ For construída em material compósito com mais de 50m,
- ✓ Quando a velocidade operacional exceder 50 nós

A análise direta deverá utilizar um programa computacional de elementos finitos reconhecido, e as condições de contorno e carregamentos deverão refletir as condições operacionais da embarcação.

Os seguintes dados deverão ser considerados para análise direta:

- ✓ Altura significativa de onda e período;
- ✓ Tipo de ondas encontradas na região de operação;
- ✓ Velocidade operacional;
- ✓ Condições de mar para operação;
- ✓ Cargas de impacto de onda na proa, na popa, no fundo;
- ✓ Análise de movimento da embarcação (RAOs – *Response Amplitude Operators*);
- ✓ Peso leve;
- ✓ Peso operacional;
- ✓ Etc.

Os modelos adotados com seus carregamentos deverão ser representativos da embarcação.

3. Cálculo teórico conforme regras do ABS

3.1 Limitações para emprego das formulações

Limitações para aplicação das regras do ABS:

Aplicabilidade: Embarcações de Alta Velocidade

Materiais: Aço, Alumínio e FRP

$V/\sqrt{L} > 2.36 \text{ nós/s}^{-1}$

$L < 130\text{m}$ (para o caso de mono cascos planadores)

3.2 Formulações de cálculo pelas regras do ABS “Guide for Building and Classing High-Speed Craft – October 2001” [1]

3.2.1 Geral

Através de formulações empírico-teóricas, o ABS apresenta os esforços atuantes da Viga Navio devido ao efeito de onda, distribuição de pressões para todas as superfícies estruturais da embarcação, e a partir destes valores são dimensionados todos os elementos estruturais. As formulações apresentam margens de segurança embutidas de modo a prever as incertezas das formulações teóricas, dos processos construtivos, do material, da corrosão, etc.

As regras dão ao projetista segurança, por serem baseadas em experiências de muitas embarcações já construídas. As mesmas permitem também a escolha de diferentes materiais desde que os mesmos tenham um histórico de desempenho aceitável.

3.2.2 Definições

a. Velocidade

Velocidade é a velocidade de projeto em nós na qual a embarcação navega avante na sua máxima rotação contínua RPM na linha d'água de projeto

b. Embarcação de passageiros

É uma embarcação que transporta mais de 12 passageiros

c. Embarcação de carga

É uma embarcação, outra que a embarcação de passageiros, que é capaz de manter as principais funções dos sistemas de segurança, após avaria de qualquer compartimento exceto o avariado.

d. Local de Refúgio

É um local abrigado naturalmente ou artificialmente onde a embarcação pode ser abrigada no caso em que a embarcação se encontrar em condições inseguras.

e. Comprimento

L é a distancia medida na linha d'água de borda livre, entre as partes extremas moldadas da roda de proa até a madre de leme. Conforme regras do ABS [1], L não pode ser inferior a 96% e não precisa ser superior a 97% do comprimento medido na linha d'água de borda livre, tomando as interseções moldadas da linha d'água com a roda de proa e espelho de popa.

f. Boca

B é a maior boca moldada medida ao longo de L

g. Pontal

D é o pontal moldado, medido a meio comprimento de L, a partir da linha de quilha até o topo do convés de borda livre ao lado.

Para embarcações com rabeta estrutural construída (não se refere a apêndices), D deve ser medido a partir da linha da rabeta.

Nos casos em que as anteparas estanques se estendem acima do convés de borda livre, convés este que será denominado convés das anteparas, e se este convés puder ser considerado efetivo na conceituação de viga navio, D deverá ser medido até o convés das anteparas.

h. Calado de escantilhões

d é o calado, medido a meio comprimento de L a partir da linha moldada de quilha ou linha de rabeta no seu ponto mais baixo, até a linha d'água de borda livre.

i. Convés de Borda Livre

O convés de borda livre é normalmente o convés contínuo mais alto, com meios permanentes de fechamento estanque de todas as aberturas expostas.

j. Convés de Anteparas

O convés de anteparas é o convés mais elevado para o qual as anteparas se estendem de modo efetivo.

k. Convés resistente

É o convés que forma a parte superior efetiva da viga navio.

l. Convés de Superestrutura

Convés de Superestrutura é um convés que fica acima do convés de borda livre, e no qual as chapas do costado não estão para dentro mais que 4% do valor da boca, B.

m. Superestrutura

Superestrutura é uma estrutura fechada no convés exposto ao tempo, tendo as suas laterais não fixadas mais que 4% da boca B para da extremidade externa do casco.

n. Casarias

É uma estrutura fechada acima do convés de borda livre situada para dentro de 4% da boca B da extremidade externa do casco.

o. Deslocamento

É a massa deslocada da embarcação na condição de projeto

p. Arqueação Bruta

É a medida do volume dos espaços internos da embarcação como definido pela Convenção de Arqueação de Embarcações, 1969

q. Altura Significativa de Onda

Altura significativa de onda é a altura média de um terço das maiores ondas significativas medidas em um determinado período de um estado de mar.

3.2.3 Pressões de projeto

3.2.3.1 Pressão no fundo

A pressão mínima de projeto para a estrutura de fundo, em uma dada posição, deverá ser o maior dos valores a) ou b) dado pelas equações abaixo. As pressões de projeto são dependentes do serviço no qual a embarcação opera, e para tanto é definido um fator de serviço conforme tabela 3.1

a. Pressão de *slamming* do fundo

$$P_{bcg} = \frac{N_3 \Delta}{L_W B_W} [1 + n_{cg}] F_D \quad (\text{tf/m}^2)$$

$$P_{bxx} = \frac{N_3 \Delta}{L_W B_W} [1 + n_{xx}] \left[\frac{70 - \beta_{max}}{70 - \beta_{cg}} \right] F_D \quad (\text{tf/m}^2)$$

para embarcações menores que 61m de comprimento, P_{bxx} pode ser calculado pela fórmula abaixo:

$$P_{bxx} = \frac{N_3 \Delta}{L_W B_W} [1 + n_{cg}] F_D F_\gamma \quad (\text{tf/m}^2)$$

b. Pressão hidrostática

$$P_d = N_3 (F_s H + d) \quad (\text{tf/m}^2)$$

P_{bcg} = pressão de projeto do fundo no LCG (tf/m^2)

P_{bxx} = pressão de projeto no fundo para qualquer seção (tf/m^2)

P_d = pressão hidrostática de projeto (tf/m^2)

N_{cg} = média de aceleração das 1/100 maiores acelerações verticais no LCG, correspondente ao estado de mar em consideração em g's. g's são valores adimensionais da razão da aceleração para a aceleração gravitacional no nível do mar ($9,8m/s^2$), e que podem ser chamados de fatores de carga.

$$N_{cg} = N_2 \left[\frac{11h_{1/3}}{B_w} + 1 \right] \tau [50 - \beta_{cg}] \frac{V^2 (B_w)^2}{\Delta} g's$$

n_{xx} = média de 1/100 da maiores acelerações, para qualquer seção diferente da seção do LCG, em g's. Pode ser determinada da seguinte forma:

$$n_{xx} = n_{cg} K_v$$

$$N_1 = 0,01$$

$$N_2 = 0,0078$$

$$N_3 = 1$$

Δ = deslocamento na linha d'água de projeto (Kgf)

L_w = comprimento da embarcação na linha d'água com a mesma no deslocamento de projeto (m)

B_w = boca máxima na linha d'água (m)

H = parâmetro de onda, $0,0172L + 3,653$ (m)

$h_{1/3}$ = altura significativa de onda para o estado de mar em consideração, geralmente não inferior a $L_w/12$ exceto para serviço de operação restrito conforme tabela 3.1(m)

τ = trim na velocidade V , em graus, mas não menor que 4° para $L < 50m$ e não menor que 3° para $L < 125m$. Considerações especiais poderão ser tomadas para valores de projeto previstos em teste de modelos.

β_{cg} = ângulo de deadrise na seção de LCG, em graus, geralmente não menor que 10° nem maior que 30°

β_{xx} = ângulo de deadrise em qualquer seção, em graus, geralmente não menor que 10° nem maior que 50°

V = velocidade de projeto da embarcação em nós, geralmente a velocidade máxima em águas tranquilas, considerando a velocidade requerida para a máxima aceleração vertical. A velocidade de projeto poderá variar com a altura significativa de onda prevista no manual de operação.

F_D = fator de área de projeto dado na figura 3.2 para dados valores de A_D e A_R . Geralmente não podem ser inferiores a 0,40.

K_v = fator de distribuição vertical de aceleração dado na figura 3.3

F_v = fator de distribuição vertical de aceleração dado na figura 3.4

A_D = área de projeto, cm^2 . Para chapas A_D é a área do painel não superior a $2s^2$. Para reforçadores longitudinais, transversais gigantes é a área do painel suportada por longitudinais, transversais ou gigantes; para transversais e gigantes a área a ser utilizada não pode ser menor que $0,33l^2$.

A_R = área de referencia, cm^2 , $6,95 \frac{\Delta}{d} cm^2$

S = espaçamento de longitudinais ou reforçadores (cm)

l = comprimento dos longitudinais entre suportes, gigantes

d = calado com a embarcação parada, (m), distancia vertical da superfície externa medida na linha de centro na linha d'água de projeto a meio navio, mas não inferior que $0,04L$.

Tabela 3.1: Fator de serviço em função da área de operação

Área de operação	Altura significativa de onda	Fs
Serviço sem restrição	$h_{1/3} \geq 4$	1
Serviço restrito	$3,5 \leq h_{1/3} \leq 4$	0,8
	$2,5 \leq h_{1/3} \leq 3,5$	0,7
	$0,5 \leq h_{1/3} \leq 2,5$	0,5

3.2.3.2 Pressão no costado e espelho de popa

A pressão de projeto, P_s , não deve ser menor que os valores dados pelas equações abaixo:

a. Pressão de *slamming*

$$P_{slam} = \frac{N_2 \Delta}{L_{WB} B_{WB}} [1 + n_{slam}] \left(\frac{70 - \beta_{WB}}{70 - \beta_{eB}} \right) F_D \quad (tf/m^2)$$

b. Pressão hidrostática

$$P_d = N_3 (F_s H + d - y) \quad (tf/m^2)$$

c. Pressão na região de proa

$$P_{sf} = 0,28 F_s C_F N_3 (0,22 + 0,15 \tan \alpha) (0,4V \sin \beta + 0,6 \sqrt{L})^2 \quad (tf/m^2)$$

Onde:

N_1 , N_3 , Δ , L_w , V , N_{xx} , β_{cg} , H , d e F_D como definidos em 3.2.3.1

B_w = boca máxima na linha d'água (m)

β_{xx} = ângulo de caverna em qualquer seção fora do LCG, em graus, e não pode ser menor que 10° nem maior que 70° (graus)

p_{sxx} = pressão de projeto no costado para qualquer seção fora do LCG (tf/m^2)

p_s = pressão de projeto devido a efeito hidrostático, (tf/m^2), e que não pode ser inferior aos seguintes valores (tf/m^2)

= $0,05N_3L$ (tf/m^2) abaixo de $l/15$ acima da linha de base ou para qualquer altura acima da linha de base avante de $0,125L$ da proa

= $0,033 N_3L$ (tf/m^2) acima de $l/15$ acima da linha de base, a ré de $0,125L$ da proa

P_{sf} = pressão de projeto de costado avante de $0,125L$ da proa

y = distancia acima da linha de base, m, para , na localização considerada

L = comprimento da embarcação como definido na seção 3.2.2, geralmente não pode ser tomado menor que 30m

F_s = fator dado pela tabela 3.1

C_F = $0,0125L$ para $L < 80m$

= 1 para $L \geq 80m$

α = ângulo de costado, ângulo entre a linha vertical e a tangente ao costado, medido num plano vertical a 90° da tangente horizontal do costado.

β = ângulo de entrada, ângulo entre a linha longitudinal, paralela a linha de centro e a tangente horizontal ao costado

N_{xx} = aceleração média vertical na localização sob consideração conforme definido em 3.2.3.1

3.2.3.3 Pressão no convés

As pressões de projeto, P_d , são as dadas na tabela 3.2

Sendo que:

W = carga de convés em tf/m^2

n_{xx} = aceleração média vertical na localização sob consideração conforme definido em 3.2.3.1

c = 0,715

h = altura de compartimento fechado, espaço de máquinas, etc.. (m)

L = comprimento da embarcação conforme definido em 3.2.2

Tabela 3.2: Pressão de projeto para conveses

Localização	tf/m ²
Convés de borda livre exposto, e convés de superestrutura avante de 0,25L	0,20L + 0,77
Convés de borda livre dentro de superestruturas, convés de superestrutura a ré de 0,25L, conveses internos	0,10L + 0,62
Conveses de acomodações internos	0,5
Carga concentrada em conveses	W(1+ 0,5 n _{xx})
Conveses internos de paióis, espaços de máquinas , etc.	ch(1+ 0,5 n _{xx})

Notas: 1) Carga concentrada nos conveses é dada em tf

3.2.3.4 Pressão em superestrutura e casarias

As pressões de projeto de superestrutura e casarias, P_d , são as dadas na tabela 3.3

Tabela 3.3: Pressões de projeto de superestrutura e casarias (tf/m²)

Localização	$L \leq 12,2$ m	$L > 30,5$ m
Chapa da frente de superestrutura e casarias	2,46	3,87
Reforços da frente de superestrutura e casarias	2,46	2,46
Chapas da parte lateral e traseira de superestrutura e casaria	1,05	1,41
Reforços da parte lateral e traseira da superestrutura e casaria	1,05	1,05
Topo de casaria, chapas e reforços da parte dianteira	0,7	0,88
Topo de casaria, chapas e reforços da parte traseira	0,35	0,7

Nota: Para embarcações entre 12,2 e 30,5m, a pressão de projeto deverá ser obtida por interpolação .

L= comprimento da embarcação como definida em 3.2.2

3.2.3.5 Pressão em anteparas estanques limites de tanques

A pressão de projeto para anteparas estanques não deve ser menor do que o dado pela seguinte equação:

$$PT = N_3 h \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$N_3 = 1$$

h = a maior das distancias em m de um ponto mais baixo do painel ou centro da área suportada pelo reforçador, até:

- a. Um ponto localizado acima do topo do tanque, até uma distancia a 2/3 da altura do topo do tanque até o topo do transbordo
- b. Um ponto localizado a 2/3 da distancia até o convés exposto
- c. Um ponto localizado acima do topo do tanque não inferior ao maior dos valores a seguir:

- $0,01L + 0,15$ (m)

- 0,46 (m)

Onde **L** é o comprimento da embarcação como definido em 3.2.2

Notas:

- As alturas dos transbordos deverão ser definidas para o cálculo
- Estes cálculos não são aplicáveis a tanques pressurizados

3.2.3.6 Pressão em anteparas estanques (não limites de tanques)

A pressão de projeto para anteparas estanques (não tanques) não deverá ser inferior ao valor dado pela seguinte equação:

$$P_w = N_3 h \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$N_3 = 1$$

h = distancia em m do ponto mais baixo do painel ou centro da área suportada pelo reforçador até o convés de anteparas na linha de centro.

3.2.4 Cálculo de espessuras de chapas

As espessuras das chapas, conveses, anteparas, costado, etc., serão verificadas através das equações, 3.2.4.1, 3.2.4.2 e 3.2.4.3 abaixo, considerando-se o maior valor calculado:

3.2.4.1 Cálculo de espessuras de chapas devido à pressão normal sobre a mesma

$$t = s \sqrt{\frac{pk}{10000\sigma_a}}$$

t= espessura do elemento calculado (mm)

s= espaçamento dos reforços na chapa (mm)

p= pressão de projeto atuante na chapa calculado conforme 3.2.3 (tf/m²)

k= razão de aspecto do painel, dado na tabela 3.4

σ_a= tensão de projeto (kgf/mm²) dado na tabela 3.5

Tabela 3.4: Coeficiente de razão de aspecto para chapas isotrópicas

l/s	k	k1
>2	0,5	0,028
2	0,497	0,028
1,9	0,493	0,027
1,8	0,487	0,027
1,7	0,479	0,026
1,6	0,468	0,025
1,5	0,454	0,024
1,4	0,436	0,024
1,3	0,412	0,021
1,2	0,383	0,019
1,1	0,348	0,017
1	0,308	0,014

Nota : s= medida do lado mais curto do painel

l= medida do lado mais comprido do painel

Tabela 3.5: Tensão de projeto, σ_a , Alumínio e Aço (referência para chapas)

	tensão de projeto, σ_a
Fundo e Costado abaixo do convés de anteparas com efeito de <i>slamming</i>	0,9 σ_y
Fundo e Costado abaixo do convés de anteparas sujeito a pressão hidrostática	0,4 σ_y
Costado acima do convés de anteparas – com efeito de <i>slamming</i>	0,9 σ_y
Costado acima do convés de anteparas – pressão hidrostática	0,5 σ_y
Chapa do convés – convés resistente da viga navio	0,6 σ_y
Chapa do convés – conveses inferiores	0,6 σ_y
Chapa de conveses expostos	0,9 σ_y
Anteparas de tanques estanques	0,6 σ_y
Anteparas divisórias	0,9 σ_y
Superestrutura e casarias – frente, lado, extremidades e topo	0,6 σ_y

Nota: σ_y = tensão de escoamento do aço ou alumínio soldado em Kgf/mm²

3.2.4.2 Verificação de resistência à flambagem

1. Tensão de flambagem no regime Elástico

$$\sigma_e = 0,9mE\left(\frac{tb}{L}\right)^2$$

σ_e = tensão elástica de flambagem (kgf/mm²)

$m=4,0$ (para estrutura longitudinal)

$m= C_2\left[1+\left(\frac{s}{l}\right)^2\right]^2$ (para estrutura transversal)

$E= 21000$ (kgf/mm²) para aço

$E= 7000$ (kgf/mm²) para alumínio

tb = espessura da chapa (mm)

s = lado mais estreito do painel (mm)

l = lado mais comprido do painel (mm)

$C_2 = 1,21$ para reforçadores tipo T ou Cantoneira

- = 1,10 para perfil bulbo
- = 1,05 para perfil tipo barra chata

2. Tensão crítica de flambagem

A tensão crítica de flambagem é determinada pelas seguintes formulações:

$$\sigma_c = \sigma_E \text{ quando } \sigma_E \leq 0,5\sigma_y$$

$$\sigma_c = \sigma_y \left(1 - \frac{\sigma_E}{4\sigma_E}\right) \text{ quando } \sigma_E > 0,5\sigma_y$$

σ_y = tensão de escoamento do material (kgf/mm²)

σ_E = tensão de flambagem do elemento conforme 3.2.4.1-1 (kgf/mm²)

3. Tensão de compressão atuante

A tensão de compressão atuante nos elementos de chapa devido ao efeito de flexão da viga navio é dada pela seguinte equação:

$$\sigma_a = \frac{c_5(F_s M_w + M_{sw}) Y}{I} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

σ_a = tensão de compressão no painel considerado, (kgf/mm²), mas geralmente não menor que $f_p \frac{SM_R}{SM_A}$

Onde;

F_s = valor dado na tabela 3.1

$$c_5 = 10^5$$

M_w = momento devido à onda (tf-m)

M_{sw} = momento devido a águas tranquilas (tf-m)

Y = distancia vertical do elemento considerado a linha neutra (m)

I = momento de inércia da viga navio (cm⁴)

$$F_p = 24 \text{ kgf/mm}^2$$

SM_R = módulo de seção de viga navio requerido (cm²m)

SM_A = módulo de seção de viga navio na posição em estudo (cm²m)

4. Tensão admissível de flambagem

A tensão de flambagem do painel, conforme calculado em 3.2.4.2 - 2 deve ser tal que

$$\sigma_c \geq \sigma_a$$

3.2.4.3 Verificação de espessuras mínimas

As espessuras mínimas das chapas dos conveses e anteparas não podem ser inferiores às obtidas nas seguintes equações:

1. Fundo

$$t_s = 0,44\sqrt{KL} + 2 \text{ (mm)}$$

$$t_{al} = 0,7\sqrt{KL} + 1 \text{ (mm)}$$

t_s = espessura mínima para casco de aço, entretanto não pode ser menor que 3,5mm

t_{al} = espessura mínima para casco de alumínio, entretanto não pode ser menor que 4mm

L = comprimento da embarcação conforme definido em 3.2.2

$$K = \left(\frac{ny}{y}\right)^e$$

$$ny = 24 \text{ kgf/mm}^2$$

y = tensão de escoamento mínima do material (kgf/mm²), mas não pode ser tomada inferior a 0,7U ou 52 Kgf/mm² o que for menor.

U = tensão mínima de ruptura do material empregado (kgf/mm²)

$$e = 1 \quad \text{para } y \leq 24 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$= 0,75 \quad \text{para } y > 24 \text{ kgf/mm}^2$$

2. Costado

$$t_s = 0,4\sqrt{KL} + 2 \text{ (mm)}$$

$$t_{al} = 0,62\sqrt{KL} + 1 \text{ (mm)}$$

t_s, **t_{al}** e **L** definidos acima. Entretanto

t_s mínimo = 3,0mm

t_{al} mínimo = 3,5mm

3. Convés resistente da viga navio

$$t_s = 0,4\sqrt{KL} + 1 \text{ (mm)}$$

$$t_{al} = 0,62\sqrt{KL} + 1 \text{ (mm)}$$

t_s, **t_{al}** e **L** definidos acima. Entretanto,

t_s mínimo = 3,0mm

t_{al} mínimo = 3,5mm

4. Conveses inferiores, anteparas comuns e anteparas de tanques

$$t_s = 0,35\sqrt{RL} + 1 \text{ (mm)}$$

$$t_{al} = 0,52\sqrt{RL} + 1 \text{ (mm)}$$

t_s , t_{al} e L definidos acima. Entretanto,

t_s mínimo = 3,0mm

t_{al} mínimo = 3,5mm

5. Regiões especiais, sujeitas a impactos e vibrações

A espessura da chapa deverá ser majorada em 50% nas regiões de rabetas, pés de galinha, tubos de escovem, etc.

3.2.5 Estrutura de Reforço nas chapas (elementos estruturais internos)

3.2.5.1 Geral

Ver item 3.2.8

3.2.5.2 Resistência estrutural dos reforços

a. Módulo de seção

O módulo de seção dos elementos estruturais, vaus, cavernas, prumos, cavernas gigantes, escoas, sicordas, e elementos estruturais em geral devem ser calculados pela seguinte expressão:

$$SM = \frac{88,8 p a l^3}{\sigma_a} \text{ cm}^3$$

p = pressão de projeto em tf/m^2 dado em 3.2.3

s = espaçamento dos reforços, longitudinais, prumos, gigantes, etc. (m)

l = comprimento dos reforços entre apoios (m)

(quando houver borboletas nas extremidades, favor referir-se à fig.3.1)

σ_a = tensão de projeto, conforme tabela 3.6 (kgf/mm^2)

Nota: reforços em anteparas não estanques poderão ser isentos de ligações nas extremidades desde que o módulo de seção seja majorado em 50%

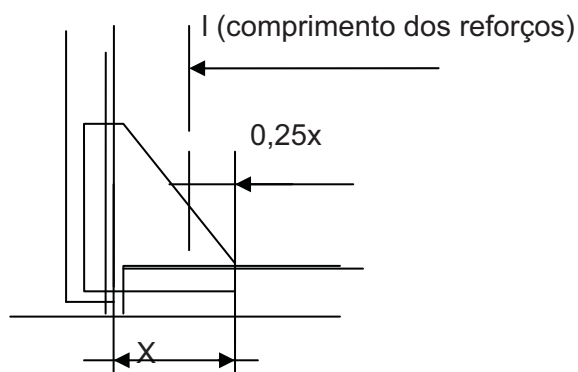


Figura 3.1: Ligações de reforços com Borborletas

Tabela 3.6: tensão de projeto σ_a (referência para reforços)

Localização	Aço Alumínio	ou	FRP
Longitudinais de fundo – pressão de slamming	0,65 $\sigma_y(1)$		0,33 σ_u
Longitudinais de fundo – pressão hidrostática	0,55 $\sigma_y(2)$		0,33 σ_u
Longitudinais de costado – pressão de slamming	0,60 σ_y		0,40 σ_u
Longitudinais de costado – pressão hidrostática	0,50 σ_y		0,40 σ_u
Longitudinais de convés – convés resistente	0,33 σ_y		0,40 σ_u
Longitudinais de convés – outros conveses	0,40 σ_y		0,40 σ_u
Transversais de fundo – pressão de slamming	0,80 σ_y		0,33 σ_u
Transversais de fundo – pressão hidrostática	0,50 σ_y		0,33 σ_u
Transversais de costado – pressão de slamming	0,80 σ_y		0,33 σ_u
Transversais de costado – pressão hidrostática	0,50 σ_y		0,33 σ_u
Transversais de convés – convés resistente	0,75 σ_y		0,33 σ_u
transversais de convés – outros conveses	0,75 σ_y		0,33 σ_u
Anteparas simples	0,75 σ_y		0,50 σ_u
Anteparas estanques	0,60 σ_y		0,33 σ_u
Superestrutura e casaria	0,70 σ_y		0,33 σ_u

σ_y = tensão mínima de escoamento (kgf/mm^2)

(efeito de solda já considerado para alumínio)

σ_u = tensão de ruptura (kgf/mm^2)

Notas:

- 1) Embarcações com menos de 50m
- 2) Embarcações com comprimento superior ou igual a 50m

b. Momento de Inércia

O momento de inércia de cada longitudinal, prumo, gigante transversal e gigante longitudinal, incluindo a chapa colaborante, não deve ser inferior ao valor apresentado na seguinte equação:

$$I = \frac{250 p s^3}{k_4 E} \text{ cm}^4$$

p, s e I já definidos em 3.2.3

k₄=

=0,0015 para gigantes de costado e tanques estanques, escoas e transversais gigantes construídos de aço;

=0,0011 para gigantes de convés e transversais construídos de aço;

=0,0021 para escoas de costado e tanques estanques e gigantes transversais construídos de alumínio;

=0,0018 para gigantes de convés e transversais construídos de alumínio.

E = módulo de elasticidade representativo do momento de inércia calculado (kgf./mm²)

3.2.5.3 Flambagem

O momento de inércia das longitudinais do convés, costado e fundo com suas respectivas chapas colaborantes devem obedecer aos critérios abaixo:

a. Tensão de flambagem elástica

$$\sigma_E = \frac{E I_0}{C_3 A I^2}$$

σ_E = tensão elástica inicial de flambagem (kgf/mm²)

E = 2100000 Kgf/mm² para aço

I₀ = momento de inércia dos longitudinais incluindo chapa colaborante (kgf/mm²)

C₃ = 1000

A = área da seção do longitudinal incluindo a chapa colaborante (cm²)

I = vão do longitudinal em m

b. Tensão crítica de flambagem

A tensão de flambagem crítica em compressão é determinada da seguinte forma:

$$\sigma_c = \sigma_E \text{ quando } \sigma_E \leq 0,5\sigma_y$$

$$\sigma_c = \sigma_y \left(1 - \frac{\sigma_y}{4\sigma_E}\right) \text{ quando } \sigma_E > 0,5\sigma_y$$

σ_y = tensão de escoamento do material (kgf/mm²)

σ_E = tensão de flambagem do elemento conforme 3.2.5.3.a (kgf/mm²)

c. Tensão de compressão atuante

$$\sigma_a = \frac{\sigma_E(F_s M_w + M_{sw})}{I} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

σ_a = tensão de compressão do painel considerado, (kgf/mm²), mas geralmente não menor que:

$$C_1 \frac{SM_R}{SM_A} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

F_s = valor dado na tabela 3.1

c₅ = 105

M_w = momento devido à onda (tf-m)

M_{sw} = momento devido a águas tranquilas (tf-m)

Y = distancia vertical do elemento considerado a linha neutra (m)

I = momento de inércia da viga navio (cm⁴)

C₁ = 24 kgf/mm²

SM_R = módulo de seção da viga navio requerido (cm²m)

SM_A = módulo de seção de viga navio na posição em estudo (cm²m)

d. Tensão de flambagem de projeto

A tensão de flambagem de projeto, $\sigma_a \geq \beta \sigma_c$

β = 1,0 para a alma dos reforçadores

= 1,1 para os reforçadores

3.2.5.4 Espessuras

As espessuras das almas e flanges dos elementos estruturais não devem ser menores que o determinado pelas seguintes equações:

a. Almas

$$t = \frac{d_w}{C} \sqrt{\frac{\sigma_y}{\sigma_d}} \text{ (mm)}$$

t = espessura total requerida (mm)

d_w = altura da alma (mm)

C = 70 para elementos de aço

= 50 para elementos de alumínio

σ_y = tensão mínima de escoamento para aço ou alumínio (kgf/mm²)

σ_d = para elementos de aço : 24 (kgf/mm²)

= para elementos de alumínio: 12,76 (Kgf/mm²)

A alma também não poderá ser inferior a:

$$t = \frac{1000psl}{2d_w\tau_a}$$

t = espessura requerida (mm)

p = pressão de projeto (tf/m²)

s = espaçamento entre reforços do painel (m)

l = comprimento do elemento estrutural (m)

d_w = altura da alma (mm)

τ_a = tensão de cisalhamento de projeto (kgf/mm²)

b. Barras face e flanges

$$t = \frac{d_w}{C} \sqrt{\frac{\sigma_y}{\sigma_d}} \text{ (mm)}$$

t = espessura total requerida (mm)

d_w = altura da barra face ou largura do flange

C = 12 para elementos de aço

= 9 para elementos de alumínio

σ_y = tensão mínima de escoamento do aço ou alumínio para material não soldado

σ_d = para elementos de aço: 24,00 (Kgf/mm²)

= para elementos de alumínio: 12,76 (Kgf/mm²)

3.2.5.5 Fixações

A peça estrutural de conexão dos longitudinais com transversais deve ter uma solda não inferior à dada pelas seguintes equações:

$$a_{tw} = \frac{1000pal}{\tau_a} \quad (\text{mm}^2)$$

$$a_w = t_w \times l_w$$

t_w = garganta da solda (mm)

l_w = comprimento total da solda (mm)

p = pressão de projeto (tf/m^2)

s = espaçamento entre reforços do painel (m)

l = comprimento do reforço (m)

τ_a = tensão de cisalhamento de projeto (kgf/mm^2)

Tabela 3.7: Tensão de cisalhamento de projeto τ_a

Localização	Alumínio	Aço
Elementos primários do fundo – pressão de slamming	$0,75 \tau_{yw}$	$0,75\tau_y$
Elementos primários do fundo – pressão hidrostática	$0,50 \tau_{yw}$	$0,50\tau_y$
Elementos primários do costado – pressão de slamming	$0,50 \tau_{yw}$	$0,50\tau_y$
Elementos primários do costado – pressão hidrostática	$0,50 \tau_{yw}$	$0,50\tau_y$
Elementos primários do convés	$0,50 \tau_{yw}$	$0,50\tau_y$

τ_{yw} = tensão mínima de escoamento em cisalhamento para material soldado

τ_y = tensão mínima de cisalhamento para material não soldado

3.2.5.6 Análise direta de tensões

a. Geral

Os valores obtidos em 3.2.4 e 3.2.5 são os valores mínimos requeridos. Quando uma análise direta for efetuada para verificação de escantilhões, os seguintes critérios abaixo devem ser observados:

b. Tensão equivalente

A tensão equivalente σ_e obtida pela análise de elementos finitos deve ser baseada na seguinte equação:

$$\sigma_e = (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y - 3 \cdot \tau_{xy}^2)^2$$

Onde σ_x e σ_y são as tensões atuantes na membrana em x e y do elemento considerado, e τ_{xy} é a tensão de cisalhamento no plano x,y;

σ_e deve ser menor ou igual aos seguintes valores de tensão:

Aço: $0,833 \sigma_y$

Alumínio= $0,833 \sigma_{yw}$

Onde σ_y e σ_{yw} e σ_u são os valores definidos na tabela 3.5 e 3.6

c. Verificação de tensão de flambagem

Para verificação de tensão de flambagem em compressão tomar as formulações dadas em 3.2.4.2 e 3.2.5.3

Para verificação de tensão crítica de flambagem em cisalhamento modelos teóricos comprovadamente reconhecidos devem ser tomados como referência de cálculo.

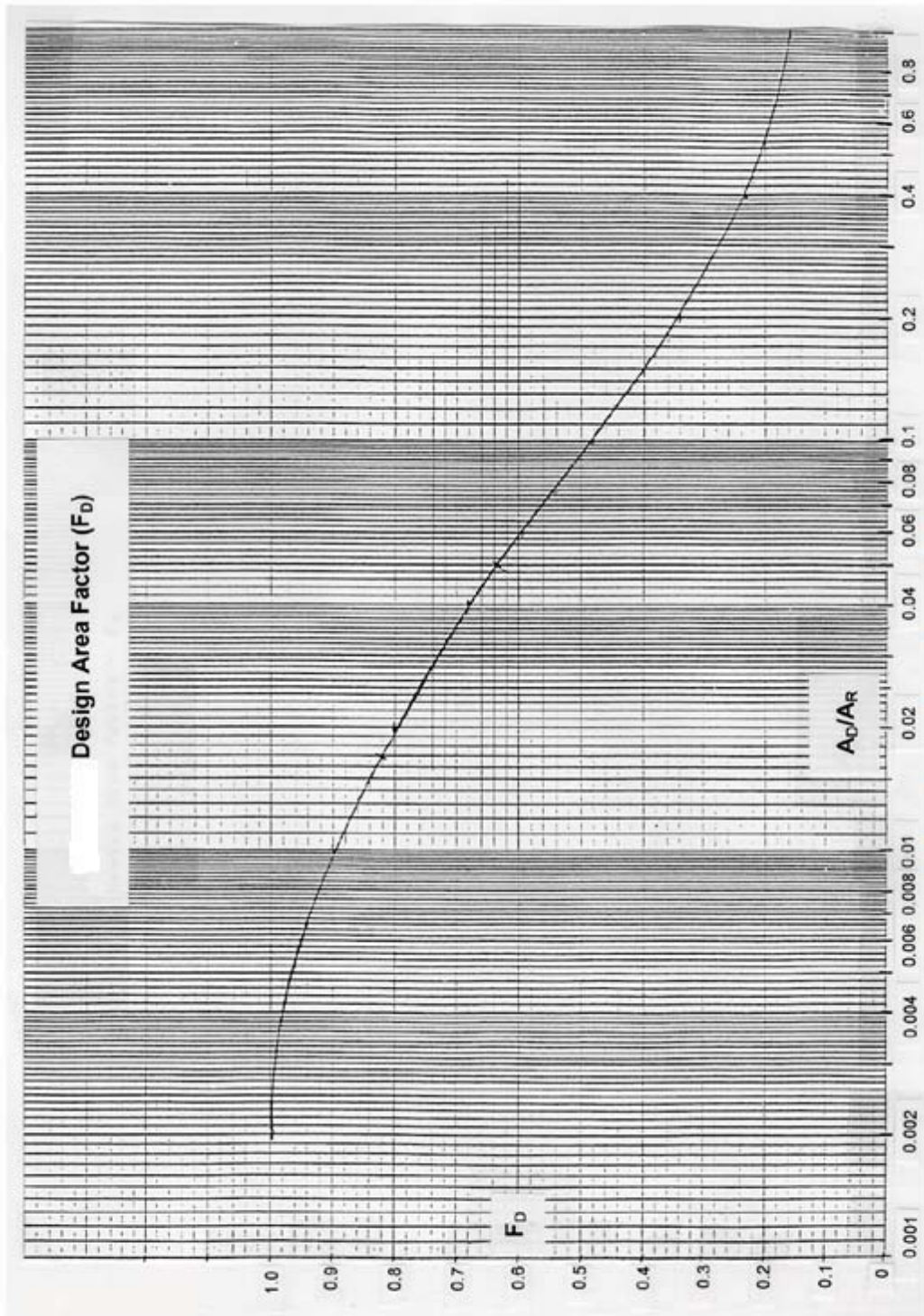


Figura 3.2: Fator de Área F_D x A_C/A_R

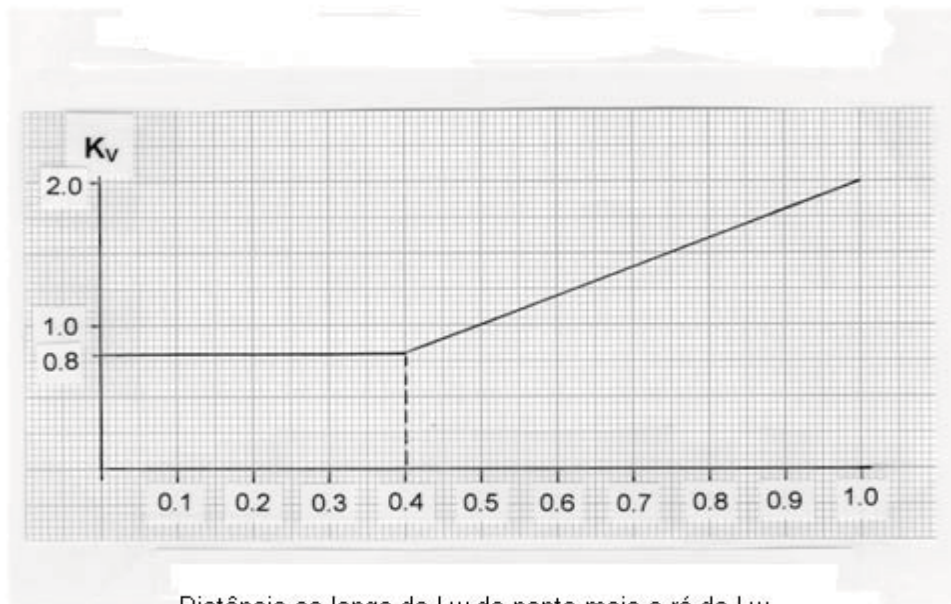


Figura 3.3: Gráfico $K_v \times L_w$

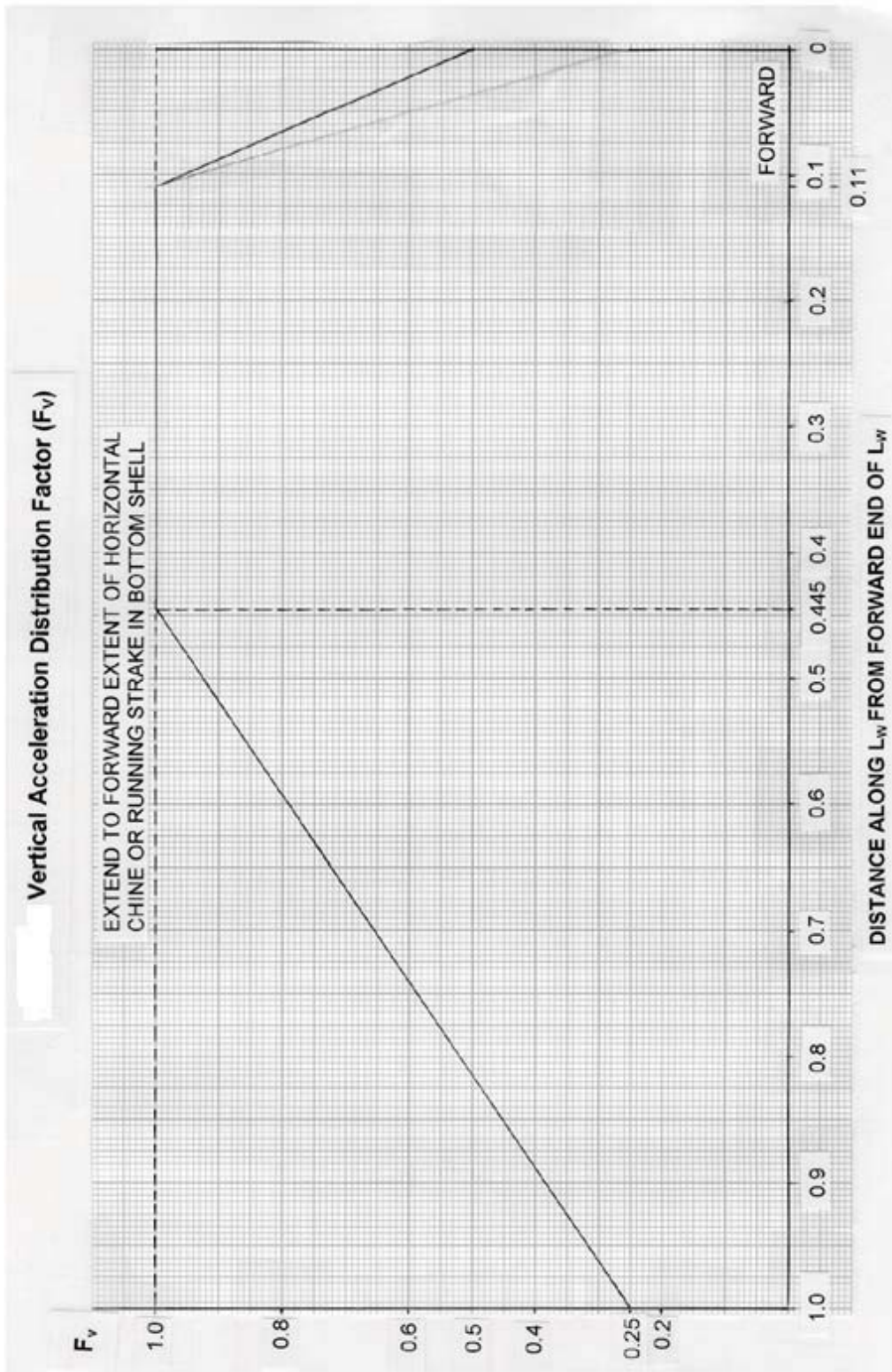


Figura 3.4: Gráfico $F_v \times L_w$

3.2.6 Resistência Longitudinal da Viga Navio

As equações em geral são válidas para todas as embarcações que possuem uma boca, B, não superior a duas vezes seu pontal D, como definido em 3.2.2.

3.2.6.1 Módulo de Seção da Viga Navio

a. Para todas as Embarcações

O módulo de seção SM requerido para seção da viga navio situada a meia nau, para todas as embarcações é dada pela seguinte equação:

$$SM = C_1 C_2 L^2 B (C_b + 0,7) K_3 K_4 CQ \text{ cm}^2 \cdot m$$

Onde:

$C_1 = 30,67 - 0,98L$	$12 \leq L < 18 \text{ (m)}$
$= 22,40 - 0,52L$	$18 \leq L < 24 \text{ (m)}$
$= 15,20 - 0,22L$	$24 \leq L < 35 \text{ (m)}$
$= 11,35 - 0,11L$	$35 \leq L < 45 \text{ (m)}$
$= 6,40$	$45 \leq L < 61 \text{ (m)}$
$= 0,0451L + 3,65$	$L \geq 61 \text{ (m)}$
$= 30,67 - 0,98L$	$12 \leq L < 18 \text{ (m)}$

$$C_2 = 0,01$$

L= comprimento da embarcação em (m) conforme definido na seção 3.2.2

B= boca em (m) como definido na seção 3.2.2

V = velocidade máxima para o estado de mar especificado em (nós)

C_b = coeficiente de bloco no calado de projeto, baseado no comprimento, L, medido na linha d'água de projeto. C_b não deve ser menor que 0,45 para $L < 35$ (m) ou 0,6 para $L \geq 61$ (m). C_b para comprimentos entre 35 (m) e 61(m) deve ser determinado por interpolação.

$$K_3 = \left(0,70 + 0,30 \left[\frac{V}{\sqrt{L} + 1,20} \right] \right) \text{ e } K_3 \text{ não podem ser inferiores a } 1$$

$K_4 = 1,0$ para embarcações em serviço oceânico irrestrito

0,9 para embarcações com serviço restrito

C = 1 para aço comum

= 0,78 para aço grau H32

= 0,72 para aço grau H36

Q = para alumínio

= 0,9 + q₅ mas não inferior a Q₀

$$q_5 = 12/\sigma_y$$

$$Q_0 = 65/(\sigma_y + \sigma_u)$$

σ_y = tensão mínima de escoamento (kgf/cm²)

σ_u = tensão mínima de ruptura (kgf/cm²)

b. Embarcações com comprimento superior a 61m

1. Convenções de sinais para momento fletor e esforço cortante

A convenção de sinais para momento fletor e esforço cortante é indicada abaixo na figura 3.5

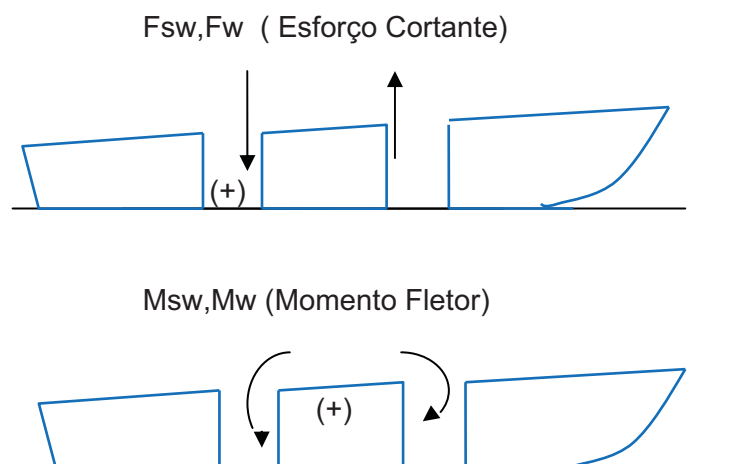


Figura 3.5: Convenções de sinais para momento fletor e esforço cortante

2. Momento fletor devido a ondas à meia nau

O momento fletor à meia nau da viga navio devido a efeito de onda pode ser obtido pela seguinte equação:

$$M_{ws} = -k_1 C_1 L_2 B (C_b + 0,7) 10^{-3} \quad \text{Sagging Moment}$$

$$M_{wh} = k_2 C_1 L_2 B C_b 10^{-3} \quad \text{Hogging Moment}$$

$$K_1 = 11,22$$

$$K_2 = 19,37$$

C₁, L, B, e C_b são definidos em 3.2.2

3. Módulo de seção

O módulo de seção de viga navio requerido é obtido pela seguinte equação:

$$SM = \frac{M_t K_3 C Q}{f_p}$$

K_3 , C , e Q conforme definidos em 3.2.6.1.a

No caso da condição de navegação oceânica restrita, considerações particulares podem ser dadas para a análise de *seakeeping* baseado na velocidade da embarcação e estado de mar para determinar M_{ws} e M_{wh} . Nesses casos K_3 e F_s devem ser tomados iguais a 1.

$$M_t = M_{sw} + M_w F_s$$

M_{sw} = máximo momento fletor para águas calmas na condição de *hogging* ou *sagging* (tf m), geralmente M_{sw} não pode ser tomado menor que 0,5 M_w

M_w = momento fletor máximo de onda em (tfm) como determinado em 3.2.6.1.b.2

$$f_p = 1,784 \text{ tf/cm}^2$$

F_s = fator de restrição baseado na altura significativa de onda conforme tabela abaixo 3.8.

Tabela 3.8: Fator de serviço, F_s

Área de operação	Altura significativa de onda (m)	F_s
Serviço irrestrito	$h_{1/3} \geq 4$	1
Serviço restrito	$3,5 \leq h_{1/3} \leq 4,0$	0,8
	$2,0 \leq h_{1/3} \leq 3,5$	0,7
	$0,5 \leq h_{1/3} \leq 2,5$	0,5

c. Embarcações de planeio e semi-planeio

Para embarcações com velocidade acima de 25 nós, o módulo da seção da viga navio também não poderá ser inferior ao obtido pelas seguintes equações, o que for maior:

$$SM = \frac{\Delta L W}{C_a} (128 Y_F - 178 Y_{cg} - 50) C Q \quad \text{cm}^2 \text{m}$$

ou

$$SM = \frac{\Delta L W}{C_a} (78 Y_{CG} - 128 Y_A - 50) C Q \quad \text{cm}^2 \text{-m}$$

Onde:

Δ = deslocamento máximo da embarcação (tf.m)

L_w = comprimento da embarcação na linha d'água de projeto (m)

Y_F = aceleração vertical na parte de vante da embarcação, geralmente pode ser tomado $1,2 n_{cg}$, entretanto onde L é maior que 61m, ou onde V_k é maior que 35 nós, esse valor deve ser obtido por teste de modelo submetido à aprovação do órgão classificador.

N_{cg} = conforme definido em 3.2.3.1

C_2 = 1320

Y_{cg} = aceleração vertical na seção longitudinal do centro de gravidade, média de 1/10 das maiores acelerações em g's. Quando Y_{cg} não for submetido pelo projetista, o valor a ser adotado não deverá ser inferior a $0,6 n_{cg}$, onde n_{cg} é o valor calculado em 3.2.3.1. Entretanto, onde L é maior que 61m, ou onde V_k é maior que 35 nós, a aceleração vertical deverá ser determinada por teste de modelo e submetida à aprovação do órgão classificador.

Y_A = em geral a aceleração vertical na parte mais a ré da embarcação deve ser tomada como 0, entretanto quando L for superior a 61m, ou onde V_k for superior a 35 nós, o valor de Y_A deve ser determinado por teste de modelo e submetido à aprovação do órgão classificador.

C = coeficiente dado em 3.2.6.1.a.

Q = coeficiente de material dado em 3.2.6.1.a

Quando o deslocamento e a velocidade variam com a condição de carga, o cálculo acima deverá ser efetuado para todas as combinações possíveis de deslocamento e velocidade.

3.2.6.2. Extensão do Módulo de Seção da Viga Navio ao longo de L

Quando o momento fletor em águas tranquilas não for calculado, e quando a embarcação estiver atendendo somente aos itens 3.2.6.1.a. 3.2.6.1.b., os escantilhões de todos os elementos contínuos, ou efetivamente desenvolvidos devem ser mantidos nos limites de $0,4L$ e gradualmente diminuídos até as extremidades.

Quando os escantilhões são baseados na envoltória da curva do momento fletor em águas tranquilas, os itens incluídos na seção da viga navio de meia nau deverão ser estendidos o suficiente para atender o módulo de seção requerido na localização considerada.

A envoltória da curva de M_{ws} e M_{wh} pode ser obtida multiplicando o valor de meio navio pelo fator de distribuição M dado na figura 3

FATOR DE DISTRIBUIÇÃO DE M

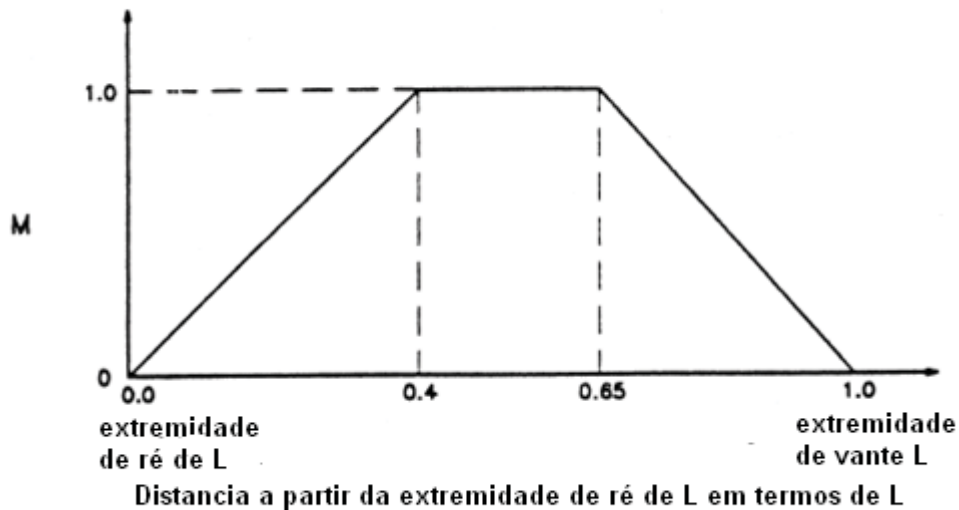


Figura 3.6: Fator de distribuição M

3.2.6.3. Momento de Inércia

O momento de inércia I , a meia nau não deve ser menor que o dado pela seguinte equação:

$$I = \frac{L \cdot SM}{Q \cdot K} \text{ cm}^2 \cdot \text{m}^2$$

Onde:

I = inércia requerida da viga navio, $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$

SM = módulo requerido da seção mestra conforme 3.2.6.1.a, b e c tomando-se o maior valor em $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$

K = fator que depende do material e serviço conforme dado na tabela 3.9

L e Q definidos em 3.2.6.1.a

Tabela 3.9: Fator K

	Aço	Alumínio
Serviço Restrito L<90m	40	13,33
Serviço não restrito L<90m	50	13,33
Serviço não restrito L>90m	33,3	11,1

3.2.6.4. Cálculo do Módulo de Seção e do Momento de Inércia

a. Itens que devem ser incluídos no cálculo

Em geral os seguintes itens devem ser incluídos no cálculo do módulo de seção e do momento de inércia, considerando que os mesmos são contínuos e desenvolvidos dentro da região de $0,4L$, que tenham resistência adequada a flambagem, e são gradualmente reduzidos após a $0,4L$ da região de meia nau.

Chapa do convés (convés resistente e outros conveses efetivos)

Chapa de costado e duplo fundo

Gigantes de fundo e convés longitudinais

Chapas e reforços longitudinais de anteparas longitudinais

Todos os longitudinais de convés, costado, fundo e duplo fundo.

b. Área efetiva incluída no cálculo

Em geral a área seccional dos elementos estruturais longitudinais deve ser incluída no módulo de seção da viga navio. As áreas de pequenas aberturas isoladas não precisam ser reduzidas desde que não haja redução de módulo superior a 3%. A largura ou altura de tal abertura não dever ser maior que 25% da largura ou altura do elemento no qual está localizado e com um máximo de 75mm para escalopes. Para aberturas superiores aos valores indicados acima, deve ser considerada uma área de sombra para vante e para ré incluída dentro de linhas tangentes aos cantos da abertura, formando um ângulo de 30° .

c. Módulo de Seção do Convés ou Fundo.

O valor do módulo de seção do convés ou do fundo é obtido dividindo o momento de inércia relativo à linha neutra, pela distância da linha neutra ao ponto considerado, isto é, da linha neutra ao convés ou da linha neutra ao fundo respectivamente. Quando

uma casaria ou superestrutura for muito longa e for considerada como parte da viga navio, o módulo de seção do convés é obtido dividindo o momento de inércia pela distancia da linha neutra até o topo da referida casaria ou superestrutura ou até mesmo borda falsa.

d. Formulação de cálculo do módulo de seção de viga navio

O cálculo do Módulo de uma determinada seção de uma embarcação é efetuado com os princípios da “Resistência dos Materiais” [16] e do procedimento prático indicado na planilha “Módulo de SM” [17].

Notar que no cálculo de módulo de seção, apenas os elementos longitudinais contínuos numa extensão não inferior a 0,4 L são considerados. Os elementos transversais, tais como anteparas transversais, hastilhas e elementos curtos não contribuem para a resistência longitudinal da embarcação, e portanto não são considerados no cálculo do módulo de seção.

Para a determinação das propriedades geométricas de uma determinada seção, o seguinte procedimento será adotado:

Determinação da área total de seção (A)

$$A = \sum_{i=1}^n A(i)$$

Determinação do momento estático (Ms)

$$Ms = \sum_{i=1}^n A(i) * Zcg(i)$$

Determinação do Momento de inércia de transporte (It)

$$It = \sum_{i=1}^n A(i) * Zcg(i)^2$$

Determinação do Momento de Inércia própria (Ip)

$$Ip = \frac{\sum_{i=1}^n A(i) * I_{0i}}{12}$$

Determinação da Linha Neutra (Z_{ln})

$$Z_{ln} = Ms/A \quad (\text{e conseqüentemente } Z_{deck} = D - Z_{bottom})$$

Determinação do Momento de Inércia em relação à linha neutra

$$I = I_t + I_p - Z_{ln}^2 * A$$

Determinação dos Módulos de seção do fundo e do convés:

$$SM_{bottom} = I / Z_{bottom}$$

$$SM_{deck} = I / Z_{deck}$$

Onde,

$A(i)$ =área transversal do elemento i

$Z_{cg}(i)$ = posição do centro de gravidade do elemento i

Z_{bottom} = posição vertical da linha neutra em relação à linha de base (ou linha de referência)

$Z_{deck} = D - Z_{bottom}$ (Z_{deck} é a distância vertical do convés até a linha neutra)

$Z_{bottom} = Z_{in}$ - coordenada do ponto mais baixo da embarcação (Z_{deck} é a distância vertical do convés até a linha neutra).

Depois de efetuados os cálculos estruturais, **PARLA** calcula o módulo de seção em estudo para permitir a comparação com o módulo requerido.

3.2.6.5. Cálculo de cisalhamento da viga navio para embarcações com mais de 61m

1. Geral

A tensão de cisalhamento nominal devido às cargas ativas e reativas em águas tranquilas e cargas induzidas por ondas são baseadas na soma algébrica do módulo de cisalhamento em águas tranquilas, F_{sw} , e do cisalhamento em onda, F_w , na seção em estudo. A espessura do costado deve ser tal que o cisalhamento total obtido em 3.2.6.5.3 não seja maior que $\frac{1,122}{Q}$ tf/cm², onde Q é definido em 3.2.6.1a. Considerações também devem ser dadas para a resistência de cisalhamento em flambagem das chapas do costado e anteparas transversais e longitudinais.

2. Forças de cisalhamento em ondas.

A envoltória do cisalhamento máximo devido ao efeito de ondas F_w como indicado nas figuras 3.7 pode ser obtida a partir das seguintes equações:

$$F_{wp} = +kF_1C_1LB(C_b+0,7) \times 10^{-2}$$

$$F_{wn} = -kF_2C_1LB(C_b+0,7) \times 10^{-2}$$

F_{wp} , F_{wn} = forças de cisalhamento máximas induzidas por ondas em (tf)

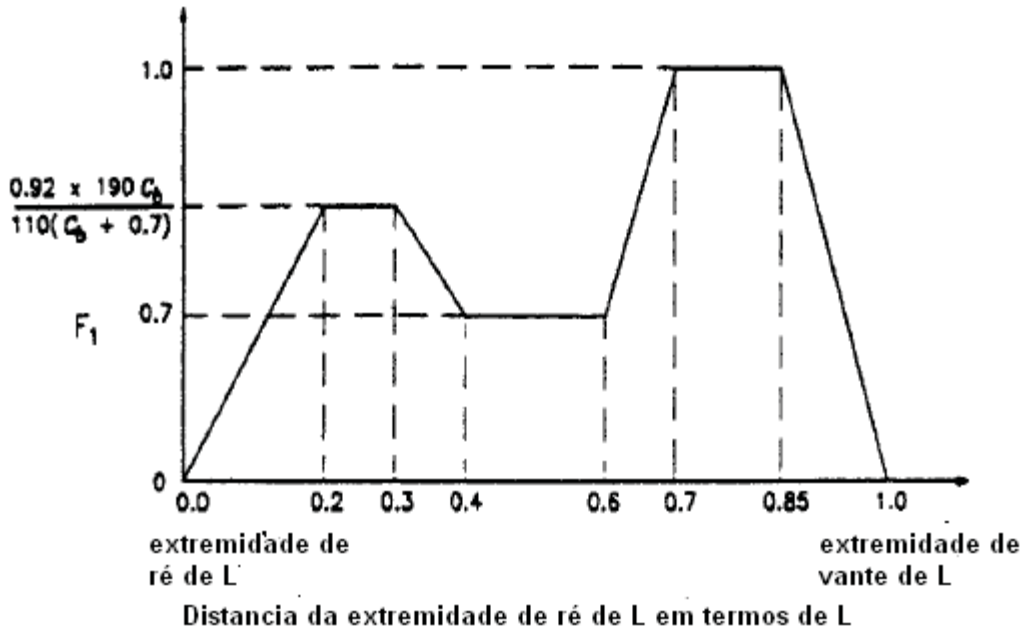
$$K = 3,059$$

F_1 = fator de distribuição dado na figura 3.7

F_2 = fator de distribuição dado na figura 3.7

C_1, L, B e C_b são os definidos em 3.2.2 e 3.2.6.1.a

Distribuição do fator F1



Distribuição do fator F2

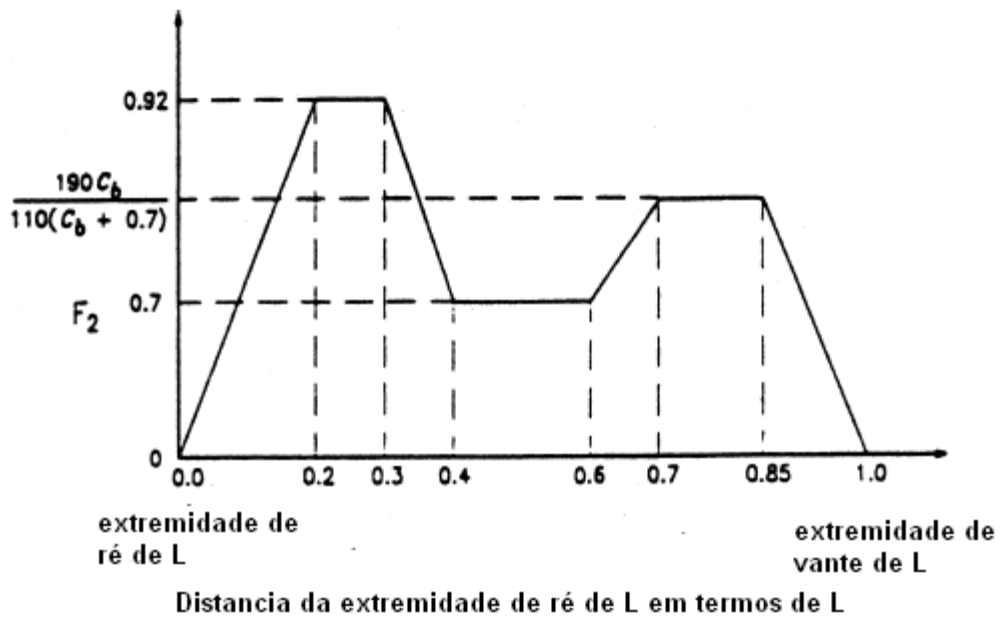


Figura 3.7: Fator de distribuição F_1 e F_2

3. Resistência total ao cisalhamento

Para embarcações que não possuam anteparas longitudinais contínuas, a tensão nominal de cisalhamento f_s no chapeamento do costado pode ser obtida pela seguinte equação:

$$f_s = (F_{sw} + F_s F_w) m / 2 t_s I$$

f_s = tensão nominal de cisalhamento (tf/cm²)

I = momento de inércia da viga navio em cm⁴ na seção considerada

M = primeiro momento em cm³, em relação à linha neutra, das áreas efetivas longitudinais entre o nível horizontal em que a tensão de cisalhamento está sendo determinada e a extremidade vertical efetiva longitudinal, tomada na seção em estudo.

t_s = espessura do chapeamento do costado na posição considerada

F_{sw} = força de cisalhamento da viga navio em águas calmas (tf)

$F_w = F_{wp}$ ou F_{wn} como especificado em 3.2.6.5-2 dependendo das cargas

F_s é como definido em 3.2.6.1-2 – Tabela 3.8

4. Embarcações com proporções não usuais

Deverão ser criteriosamente verificadas por cálculo racional e testes em modelos quando requerido pela Sociedade Classificadora.

3.2.6.6. Viga navio sujeita à torção

Cálculos devido ao efeito de torção deverão ser cuidadosamente analisados quando houver grandes aberturas no convés.

3.2.7. Convés efetivo

Um convés para ser considerado efetivo nos cálculos da seção de viga navio, deverá ter as suas espessuras de chapeamento em acordo com os requisitos do item 3.2.4 e 3.2.5. As áreas seccionais dos elementos deverão ser mantidas a meia nau em pelo menos 0,4L e podem ser reduzidas gradualmente para metade do seu valor de meia nau a 0,15L das extremidades. Somente as partes do convés que forem contínuas em sua estrutura transversal poderão ser consideradas efetivas.

3.2.8. Arranjos Estruturais

Um dimensionamento estrutural correto é muito importante. Entretanto, o arranjo estrutural escolhido e projetado chega a ter uma importância superior para redução de peso, bom desempenho estrutural ao longo dos anos e facilidade construtiva.

Os tipos de reforços, espaçamento entre os mesmos, estrutura transversal, longitudinal ou mista, detalhes de ligações de elementos, aberturas, etc., devem ser criteriosamente estudados pelo projetista.

A seguir alguns lembretes importantes para um bom projeto estrutural:

- a. O chapeamento da estrutura primária deve ser estruturado longitudinalmente sempre que possível. Isto poderá levar à espessuras menores, evitando o efeito de flambagem longitudinal dos painéis sob efeito de flexão da viga navio.
- b. Para um projeto de estrutura longitudinal, os longitudinais deverão se apoiar nas transversais, estas nos longitudinais gigantes e estes por sua vez nas anteparas, ou elementos de rigidez superior.
- c. Para um projeto de estrutura transversal, as transversais deverão se apoiar nos gigantes longitudinais que por sua vez deverão se apoiar em gigantes transversais, ou anteparas transversais ou elementos de rigidez superior.
- d. É extremamente importante que o projeto estrutural seja bem concebido. A pergunta, “**Quem está segurando quem?**”, deve estar bem definida, isto é, todos os elementos estruturais sempre devem ser suportados por um elemento de maior rigidez estrutural.
- e. Todos os elementos estruturais devem ter continuidade estrutural. Quando houver variação das dimensões, esta deverá ser gradual.
- f. Os elementos estruturais devem estar sempre alinhados com elementos estruturais do outro lado das anteparas, divisórias ou conveses, de modo a evitar o efeito de concentrações de tensões localizadas.
- g. Estruturas de fixação do sistema de governo, propulsão, sistema de fundeio e amarração ou equipamentos em geral que geram esforços consideráveis para o porte da embarcação em estudo, devem ser reforçadas em acordo com Normas reconhecidas, e de uma forma geral super dimensionadas, para evitar efeitos de vibrações e fadiga indesejáveis. Neste caso vale muito a experiência do construtor ou de projetos de embarcações similares que tenham mostrado seu bom desempenho no passado.

- h. As ligações de extremidades de elementos estruturais devem ser tais que garantam uma ligação eficiente entre os elementos que devem estar rigidamente conectados. Isto poderá ser feito através de ligação direta ou através de borboletas. Atenção deverá ser dada aos fatores de cálculo para o tipo de ligação que estiver sendo utilizado. É importante observar que os detalhes de ligação são extremamente importantes para que a estrutura projetada resista aos esforços que lhe são impostos, e também é muito importante observar que os mesmos são os maiores responsáveis pela vida útil da embarcação em fadiga.
- i. Dependendo das dimensões dos tanques estruturais, anteparas diafragmas são recomendáveis, de forma a evitar o impacto de líquido sobre as estruturas limites dos tanques, devido aos movimentos da embarcação.
- j. Embarcações para viagens internacionais, devem ser providas de duplo fundo. Quando isto não for possível, arranjos alternativos deverão ser propostos e aprovados pela Classificadora.
- k. Alturas e espessuras de almas, larguras e espessuras de flanges ou barras chatas devem obedecer às proporções recomendadas por Normas reconhecidas, ou às especificadas neste relatório.
- l. Os reforços estruturais não devem ser interrompidos no meio dos painéis gerando concentrações de tensões.
- m. Os cantos das aberturas de chapeamento devem ser arredondados.
- n. As aberturas deverão ser reforçadas convenientemente de modo a garantir que os reforços incorporados substituam a área retirada, resistindo aos esforços a que a chapa retirada estava sujeita, tensão de compressão ou tração, tensão de cisalhamento e tensão normal ao painel.
- o. Aberturas de acesso devem estar fora da área de concentrações de tensões, e deverão ter suas alturas limitadas a 0,5 da altura do elemento e 0,75 da largura entre reforços. Altura e largura do elemento previamente calculado para resistir aos esforços que lhe são impostos.
- p. Furos de dreno e de respiro de ar devem ser inferiores a 40mm ou 1/3 da altura do elemento o que for menor.

É muito importante que o projeto estrutural, em resumo siga a seguinte orientação:

“Um bom arranjo estrutural é fácil de ser entendido, agradável de ser observado, está em equilíbrio com o projeto todo e está em harmonia com a natureza”

4. Metodologia da Pesquisa

4.1 Softwares

Muitos *softwares* existem no Mercado para serem adquiridos principalmente na área de arquitetura naval, tais como, NAPA, Autoship, Maxsurf, GHS, Heccsalv, e outros.

Para a área de estrutura, os programas comerciais de mercado são os que trabalham com elementos finitos, tais como, ANSYS, NASTRAM, ABACUS, SAP e muitos outros.

Nota-se que todos esses programas estruturais, partem de uma geometria e de características estruturais já previamente definidas pelo projetista. A modelação das condições de contorno é extremamente trabalhosa, e os carregamentos dinâmicos e estáticos dependem de ensaios em modelos.

As classificadoras trabalham com formulações empírico- teóricas, isto é, baseadas na conceituação teórica somada a parâmetros práticos adquiridos ao longo de anos de experiência para cada tipo específico de geometria e operação de embarcação.

Os programas estruturais específicos para as embarcações utilizando as regras das Sociedades Classificadoras geralmente são de propriedade das referidas classificadoras, limitados a checar uma estrutura proposta pelo projetista, e que geralmente não são acessíveis ao projetista em geral, como por exemplo, o MARS do Bureau Veritas.

Em uma pesquisa breve, verificamos que o LLRS, o ABS, o DNV e o BV possuem *softwares* próprios baseados em suas regras específicas.

O BV possui o programa MARS o qual pode ser obtido inclusive via Internet, com rotinas de cálculo estruturais para diferentes tipos embarcações.

PARLA foi concebido utilizando as regras do ABS [1], e para interagir com o projetista, no desenvolvimento do projeto estrutural. O projetista poderá projetar a estrutura de

uma embarcação, com o auxílio do *software*, atendendo as cargas que lhe são impostas em seu regime de trabalho e considerando todos os fatores de segurança fornecidos pela referida classificadora.

PARLA também calcula os esforços solicitantes atuantes ao longo da viga navio, calcula o módulo mínimo requerido para cada seção, e compara o módulo requerido com o módulo real da seção em estudo.

Ao calcular o módulo da seção em estudo, **PARLA** simultaneamente verifica os elementos de chapa e perfis longitudinais quanto à flambagem, informando ao projetista os elementos que entraram em colapso.

Adicionalmente **PARLA** estima o peso e centro de gravidade da embarcação em estudo. Quanto maior for o número de seções projetadas e calculadas, maior será a precisão do peso e centro estimados.

O programa MARS do BV possui rotinas de cálculo estruturais para diferentes embarcações. Entretanto, não calcula o peso e centro da embarcação, que é um item coberto pelo **PARLA**.

O *software* **PARLA** foi desenvolvido para apresentação desta dissertação. O mesmo poderá sofrer melhorias e implementações de rotinas ao longo do tempo.

4.2 Linguagem de Programação

A linguagem de programação Delphi foi escolhida para elaboração do **PARLA**, por se tratar de uma linguagem visual e que mantém uma conceituação de Engenharia através da programação Pascal utilizada pelo mesmo, além de ser a linguagem mais utilizada na UFRJ.

Através de simples comandos em botões da tela e comandos do *mouse*, é possível utilizar esta ferramenta com muita facilidade e rapidez.

O usuário interage com o programa através da concepção de “*Double-click*” para seleção dos elementos de cálculo, e com o acionamento do botão 'calcular', **PARLA**

fornece as dimensões estruturais dos elementos solicitados, permitindo a visualização gráfica dos mesmos simultaneamente.

PARLA também foi concebido de modo a permitir ao projetista voltar para as páginas anteriores, assim como através dos botões de rolagem, conferir os valores previamente calculados para cada elemento estrutural.

Caso o projetista resolva modificar algum cálculo anterior, também há a possibilidade de apagar o elemento previamente calculado, sendo excluído ou substituído por outro elemento.

O botão “*SPEED-UP*” é uma opção do projetista para obter uma estimativa inicial de projeto, dos escantilhões estruturais de uma embarcação do tipo mono casco planadora com casco prismático e fundo em V. Este botão encontra-se em desenvolvimento.

As premissas que nortearam a concepção do **PARLA** podem ser resumidas nos seguintes itens:

- ✓ Facilidade de utilização;
- ✓ Possibilitar o estudo de diferentes materiais;
- ✓ Possibilitar a otimização estrutural;
- ✓ Rapidez e simplicidade de análise;
- ✓ Interação dos cálculos com a parte gráfica simultaneamente;
- ✓ Ser do tipo assistido, interagindo sob os comandos do usuário.
- ✓ Importar as formas
- ✓ Cavernar a embarcação, isto é, a partir das formar gerar o plano de cavernas
- ✓ Compartimentar
- ✓ Calcular as pressões atuantes em todas as regiões da embarcação
- ✓ Calcular chapas
- ✓ Calcular reforços internos
- ✓ Calcular esforços solicitantes em ondas de todas as seções
- ✓ Calcular módulo requerido e módulo ofertado
- ✓ Estimar o peso e centro estrutural da embarcação em estudo

5. Descrição do Programa PARLA

5.1 Apresentação

PARLA é um programa gráfico-interativo para cálculo de estrutura de embarcações do tipo mono casco com fundo em “V” e de alta velocidade. A versão que será apresentada é a de 2009. Trata-se de um trabalho em que muito há por se fazer e aperfeiçoar. A apresentação do mesmo ou a abertura da primeira tela é apresentada na figura 5.1.



Figura 5.1: Abertura do programa

Esta versão é baseada nas regras do ABS, “Guide for Building and Classing High-Speed Craft – October 2001” [1].

É importante alertar que o programa não foi homologado pelo ABS, portanto esta instituição não poderá ser responsabilizada pelos resultados do programa.

Por se tratar de uma versão piloto, inicial, não existe ainda nenhum compromisso do autor com os usuários quanto ao bom funcionamento ou qualquer garantia quanto na sua utilização.

5.2 Histórico

PARLA começou a ser desenvolvido no projeto de graduação, coordenado pelos Professores Richard David Schachter, Ph.D. e Júlio César Ramalho Cyrino, D.Sc., fazendo parte do processo de desenvolvimento do sistema computacional para embarcações e plataformas.

5.3 Operação do programa

A operação do programa se dá através do *menu “pull down”, “screen menu”,* teclado, mouse e quadro de diálogos.

Teclado: a digitação de dados de entrada se dá normalmente pelo teclado.

Menu *pull down*: fica localizado na parte superior do vídeo à direita, e segue os padrões e estilos do Windows como base.

Barra de Ferramentas: Esta barra fica na parte superior do vídeo à esquerda, e que permite as visualizações gráficas possíveis da página em trabalho com apenas um clique de *mouse*.

Mouse: O botão esquerdo vai operar com um clique para abrir janelas ou comandos e com dois cliques para dar posições de cálculo conforme a atividade que será explicada no decorrer deste relatório. O botão direito, de uma forma geral quando apontado para uma palavra dá a descrição dessa determinada palavra ou faz a correção de dados conforme apresentado neste relatório.

Quadro de diálogos: durante o desenvolvimento de um determinado projeto, aparecerão na tela quadros de diálogos, informando ao projetista sobre os próximos passos a serem dados, erros cometidos durante a entrada de dados e solicitando mais informações ou ações quando requeridas para dar continuidade aos cálculos.

5.4 Arquitetura do PARLA

O **PARLA** foi projetado para trabalhar interativamente com o projetista. O projetista deve seguir uma seqüência de trabalho, para permitir a finalização e apresentação de resultados pelo programa. Exemplo: O programa não poderá iniciar os cálculos se a geometria e características básicas da embarcação não tiverem sido definidas.

O **PARLA** informa ao projetista a seqüência de ações a serem tomadas através de caixas de diálogo, quando o mesmo avançar em um determinado cálculo onde dados prévios forem necessários.

5.5 Manipulação de arquivos

A manipulação de arquivos no **PARLA** se dá através da barra de *menu* abrindo o arquivo (*File*). Ver figura 5.2.

O arquivo (*File*) contém as seguintes opções:

- ✓ *Open*: abre um arquivo de dados de cálculo de uma nova embarcação;
- ✓ *Import Lines*: importa um arquivo de dados que contém as formas do casco de um arquivo tipo .SAI do PHF[3];
- ✓ *Save as*: salva todos os cálculos realizados da embarcação em estudo em um arquivo de escolha do projetista;
- ✓ *Exit*: sai do programa.

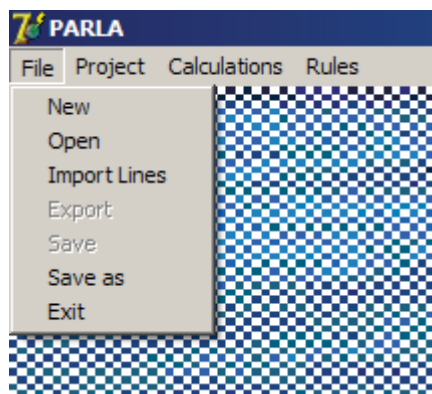


Figura 5.2: Acionamento do comando *File* na barra de *menu*

5.6 Barra de Menu

5.6.1 Trabalhando com o comando *File* da barra de *menu*

a) Comando “novo”:

Menu:>*File*

>*New*

Descrição: Ao dar este comando, todos os campos de entrada de dados ficam preparados para receberem as informações de outra embarcação. Os dados anteriores, se não tiverem sido salvos serão perdidos, sem possibilidade de recuperar. Portanto o projetista deverá ter muita atenção ao dar este comando.

b) Comando “abrir”:

Menu:>File

>Open

Descrição: Este comando abre o arquivo de uma embarcação já calculada e previamente salva. Os cálculos podem ter sido finalizados ou incompletos. O arquivo será aberto na sua situação atual de cálculos.

c) comando “importar as formas do casco”:

Menu:>File

>Import Lines

Descrição: Ao dar este comando, **PARLA** abre uma caixa de diálogo para seleção de um arquivo que contenha a forma do casco da embarcação utilizada pelo programa e que é desenvolvida em um *software* deste sistema computacional chamado “*Planing Hull Form*” (PHF) [3]. A figura 5.3 apresenta o quadro de diálogo aberto para seleção de um arquivo à escolha do projetista.

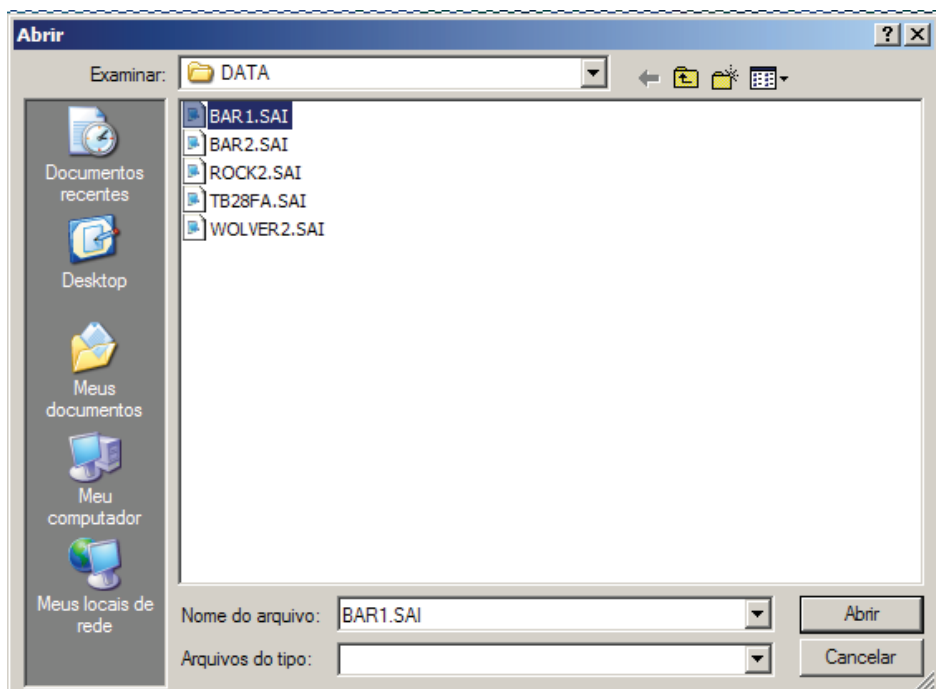


Figura 5.3: Seleção do arquivo a ser lido do comando “*Import Lines*”

O PHF gera um arquivo no formato SAI (*.sai) que é a tabela de cotas da embarcação gerada, como configuração padrão esta tabela de cotas possui 21 balizas, podendo ser acrescentadas outras balizas a estas 21 de acordo com a preferência do usuário do programa. O programa desenvolvido utiliza então este arquivo de formato SAI. A figura 5.4, apresenta um arquivo exemplo, no caso, BAR1.SAI, para leitura da tabela de cotas.

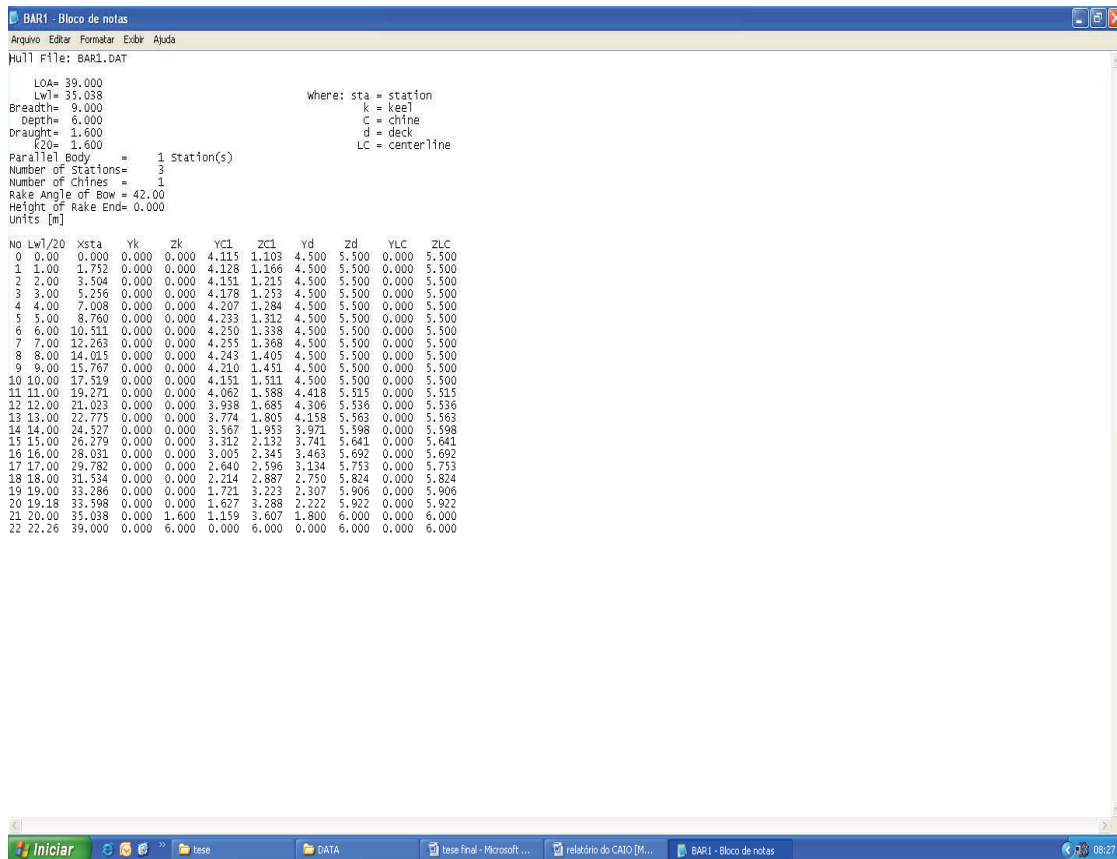


Figura 5.4: Exemplo de arquivo tipo .SAI lido pelo programa

Resultados: O plano de linhas e algumas características básicas importadas serão necessários para possibilitar os cálculos estruturais.

Correções: Nesta etapa não serão possíveis correções. Caso o projetista opte por um novo arquivo, o comando *exit*, na barra de *menu* deverá ser acionado para retornar aos passos iniciais e selecionar um novo arquivo.

d) Comando “salvar como”:

Menu:>File

>Save as

Descrição: Ao dar este comando, todas as entradas de dados e cálculos realizadas até aquele momento serão arquivadas em um arquivo definido pelo projetista. O arquivo será do tipo .txt, facilmente manipulado em outros programas posteriormente.

e) Comando “sair”:

Menu:>File

>Exit

Descrição: Ao dar este comando, **PARLA** apresentará a seguinte mensagem: “Are you sure that you want to exit?”, isto é, “Você tem certeza que deseja sair?”.

Caso o projetista opte em sair do programa, os dados anteriores que não tiverem sido salvos serão perdidos sem possibilidade de recuperar. Portanto o projetista deverá ter muita atenção ao acionar o botão “YES”.

5.6.2 Informações sobre características básicas da embarcação

Menu: >Project

>Project Settings

Descrição: O comando *Project Settings*, ver figura 5.5, abre três tabelas que deverão ser preenchidas pelo projetista com os dados básicos do projeto. Alguns dados serão importados do arquivo .SAI e outros deverão ser fornecidos pelo projetista. Para os dados que não forem fornecidos, **PARLA** assume valores a favor da segurança estipulados pelas Regras de Classificadora.

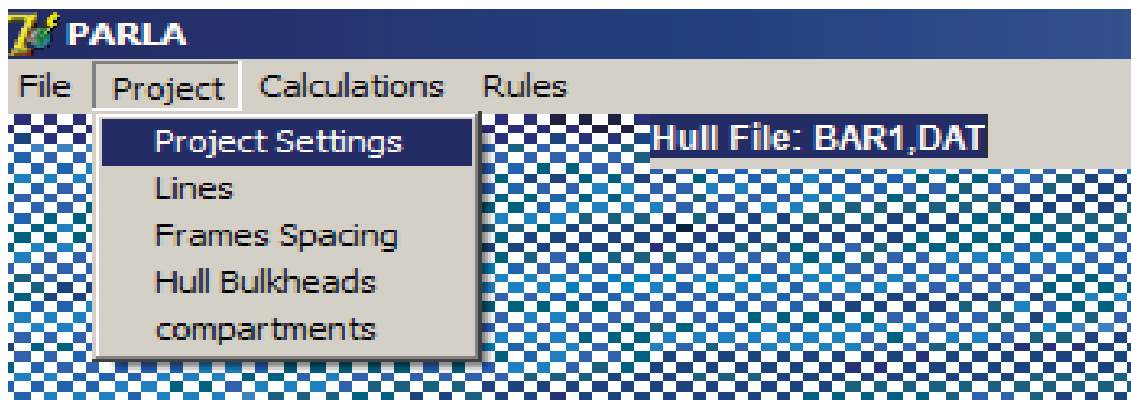


Figura 5.5: Seleção *Menu>Project> Project Settings*

Entrada de dados: se dá através do teclado.

Telas:

- a) A primeira pasta (*General*) solicita as referências de projeto e materiais que serão empregados na construção do casco, tais como chapas de aço e perfilados. Uma relação de materiais existentes no mercado é fornecida no programa para seleção do projetista. As propriedades mecânicas são preenchidas pelo **PARLA** após o material ter sido selecionado. Ver figuras 5.6 para *Plating Material* e 5.7 para *Internals Material*.

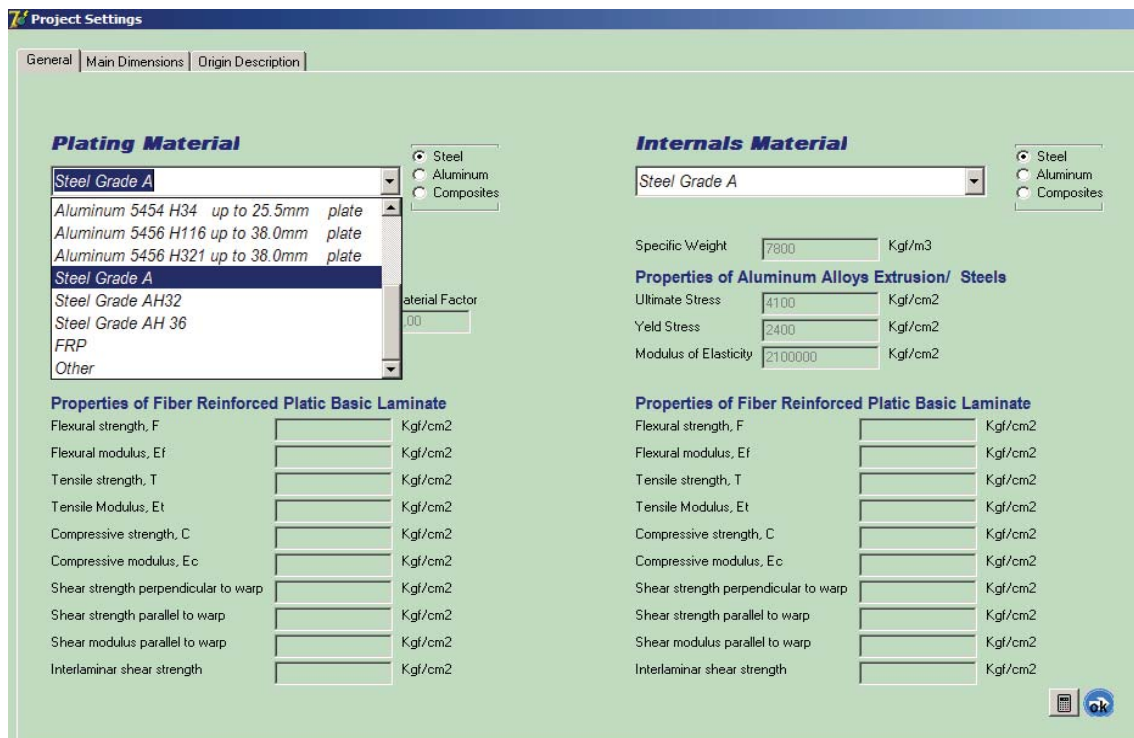


Figura 5.6: Seleção Menu>Project>Project Settings>General>Plating Material

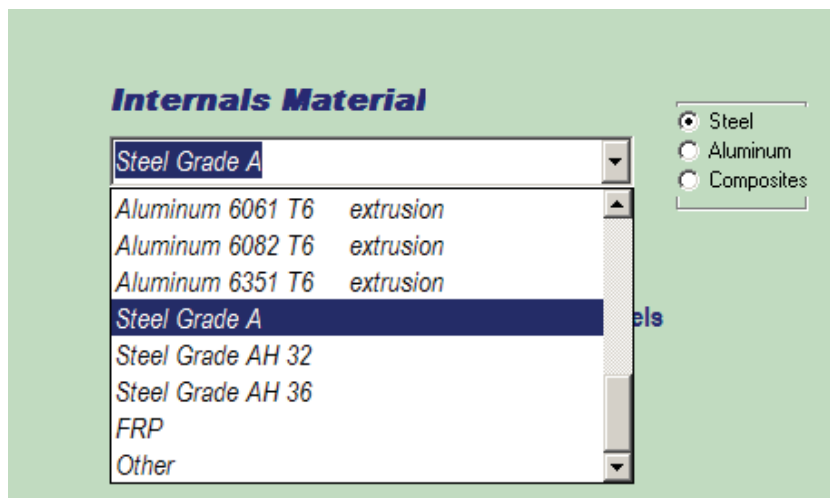


Figura 5.7: Seleção Menu>Project>Project Settings>General> Internals Material

b) A segunda pasta (*Main Dimensions*) solicita as dimensões básicas da embarcação e características hidrodinâmicas da mesma. Informações tais como comprimento, boca, pontal, calado, momento fletor em águas tranquilas, esforço cortante em águas tranquilas, altura de onda, velocidade, etc.. Ver figura 5.8.

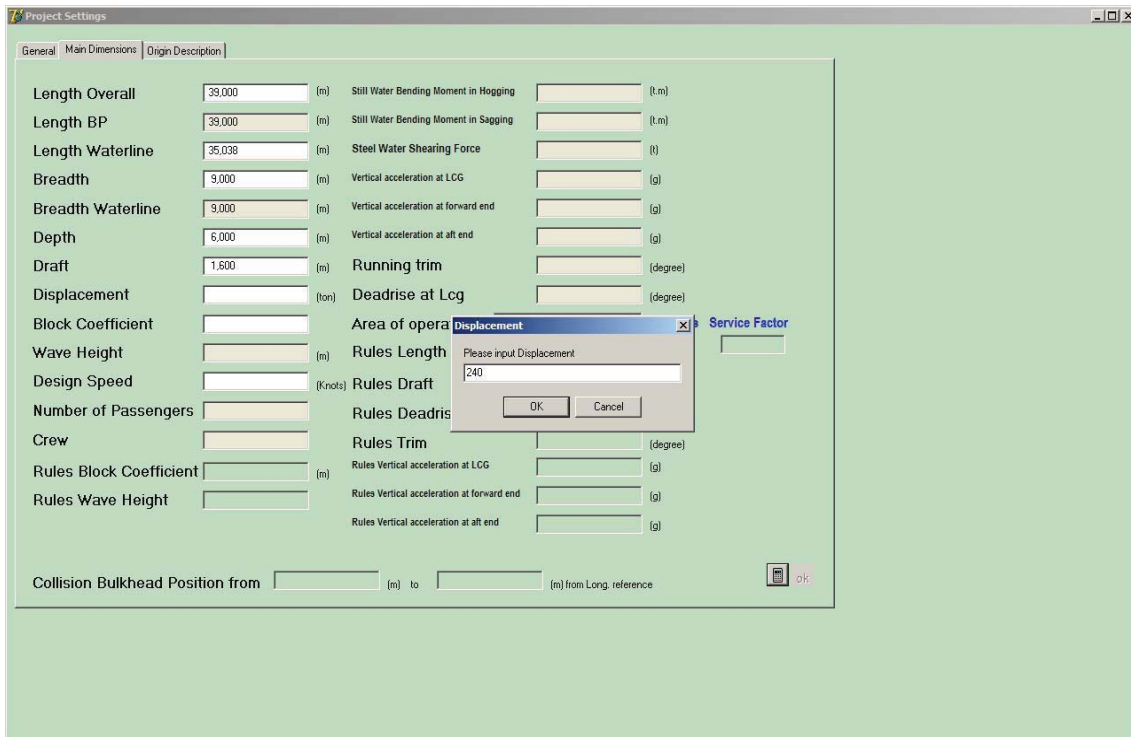


Figura 5.8: Seleção *Menu>Project>Project Settings>Pasta Main Dimensions*

c) A terceira pasta (*Origin Description*) solicita a referência de coordenadas adotadas e pontos referenciais característicos, tais como posição da perpendicular de ré em relação a referência de coordenadas. Nesta pasta, o projetista também deverá informar qual o sistema de interpolação desejado, isto é, interpolação linear ou interpolação por *spline*, para obtenção do plano de cavernas a partir do plano de linhas importado.

Na mesma pasta também são fornecidos dados como: nome do projetista, nome de projeto etc. Ver figura 5.9.

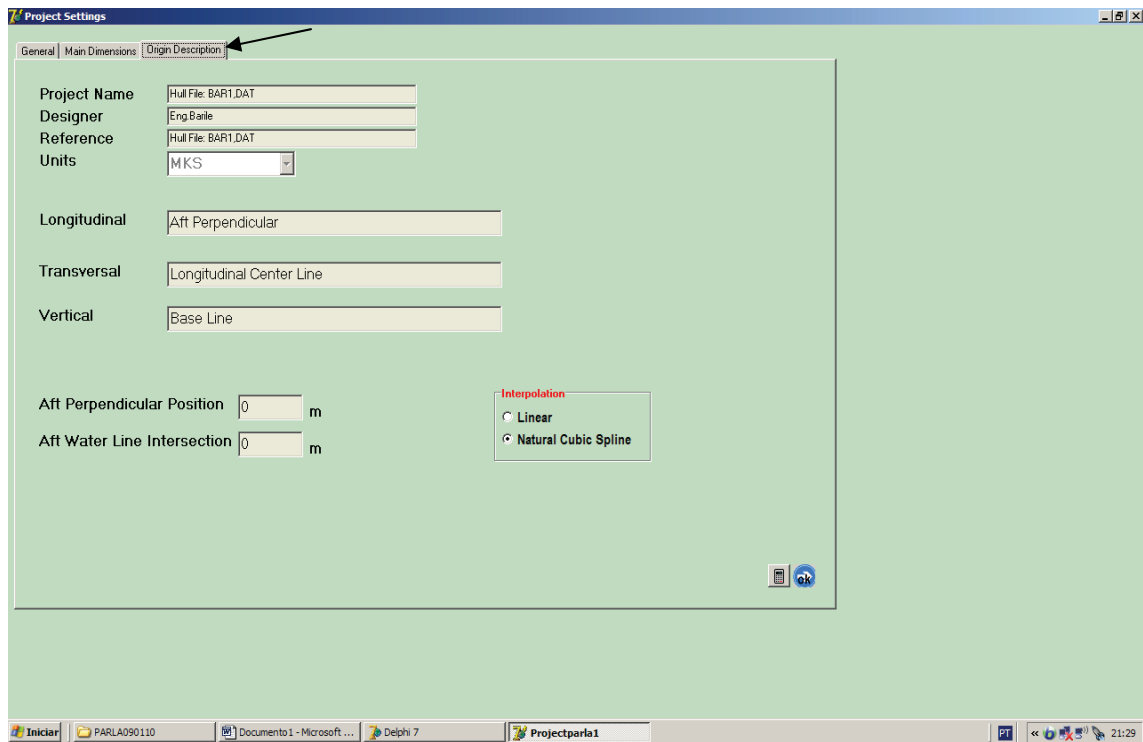


Figura 5.9: Seleção Menu>Project>Project Settings>Pasta Origin Description

Resultados: Após preencher as tabelas, o botão de cálculo deve ser acionado para dar continuidade ao projeto. O programa adota valores estimados para os dados que não forem preenchidos. Entretanto, observar que os dados marcados com (*) devem ser preenchidos obrigatoriamente pelo projetista. Caso esses valores não sejam preenchidos, após acionar no botão de cálculo, os dados serão pedidos nas barras de mensagem.

d) Solicitação de informações pelo **PARLA**

Após fornecer todos os dados, isto é, preencher as três planilhas, ao acionar o botão de cálculo, **PARLA**, solicita as informações esquecidas e obrigatórias. Ver figura 5.9. Notar que para todos os demais dados, não obrigatórios e que não tenham sido fornecidos, **PARLA** adota valores estimativos iniciais para cálculo, e também calcula os itens de regras, tais como, comprimento de regra, coeficiente de bloco de e regra, altura onda de regra, etc.

e) Advertência

Depois de completadas as três planilhas, caso o usuário tenha assumido os *defaults*, ao acionar o botão de cálculo a seguinte mensagem aparecerá na tela:

“Beware! All default values are preliminary, only for preliminary Project purposes. If you need more accurate values, please, review all input data.” Ver figura 5.10.

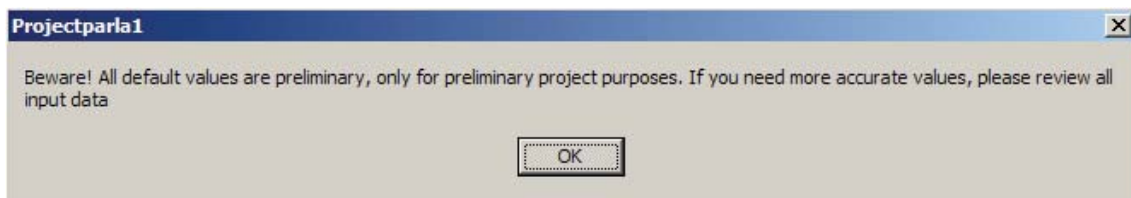


Figura 5.10: Seleção *Menu>Project>Project Settings>Pasta Main Dimension*
Alerta sobre valores preliminares adotados

Esta mensagem alerta o projetista, que todos os dados estimados são preliminares, e que para cálculos mais precisos, os mesmos devem ser informados pelo projetista com maior precisão.

f) Dar continuidade aos cálculos

Para poder dar continuidade ao cálculo, o botão *OK* deve estar habilitado. Isto só acontece após apertar o botão de cálculo.

Correção de erros: Após acionar na seta “OK”, o projetista estará apto a dar continuidade aos cálculo. Entretanto se o projetista notar que cometeu algum erro, o mesmo deve acionar novamente *Project > Project Settings* e repetir os passos que foram apontados anteriormente.

5.6.3 Plano de linhas

Menu: >Project

>Lines

O comando *Lines* na barra de ferramentas abre o plano de linhas

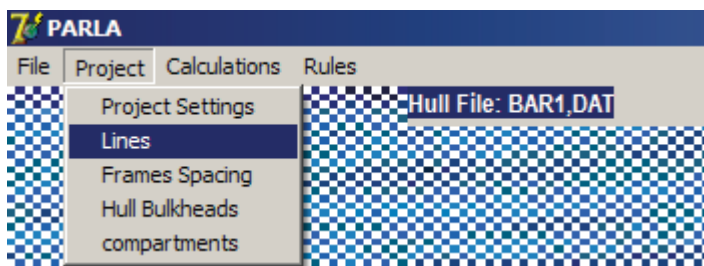


Figura 5.11: Seleção *Menu>Project>Lines*

Descrição: O projetista pode escolher a visualização das linhas de balizas, linhas da vista superior, linhas do alto e perspectiva, através dos botões posicionados à direita e à esquerda da tela. Ver figuras 5.12, 5.13 e 5.14 Para o caso do plano de balizas, através do botão de rolagem, o projetista pode escolher uma seção específica para visualização.

Entrada de Dados: Não há necessidade de entrar com nenhum dado, pois todos os dados desta seção foram importados.

- a. Para visualizar as diferentes seções, o botão de seções deve ser acionado na barra de rolagem de seleção à direita. Ver figura 5.12.

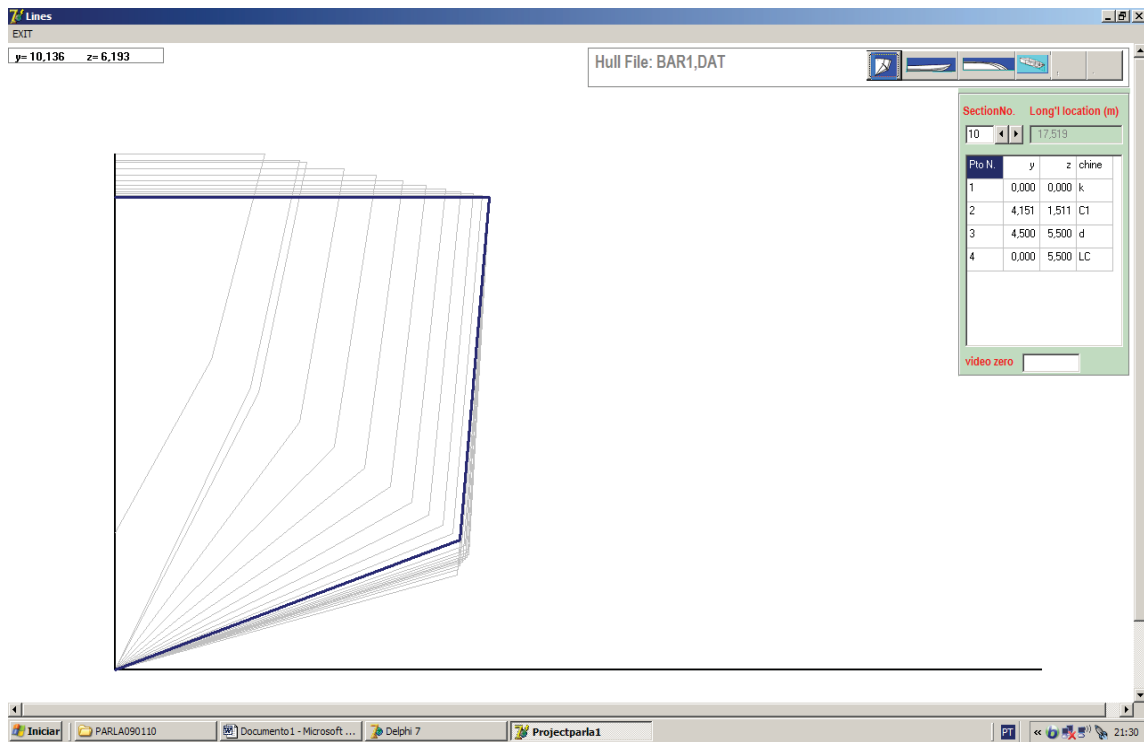


Figura 5.12: Seleção *Menu>Project>Lines>Section Button>Frames selection*

As coordenadas de qualquer ponto da seção selecionada poderão ser obtidas com o *mouse* simplesmente rolando sobre a imagem. Essas coordenadas serão indicadas no alto da figura à esquerda.

- b. Para visualizar as linhas do alto, o botão referente deve ser acionado. Ver figura 5.13.

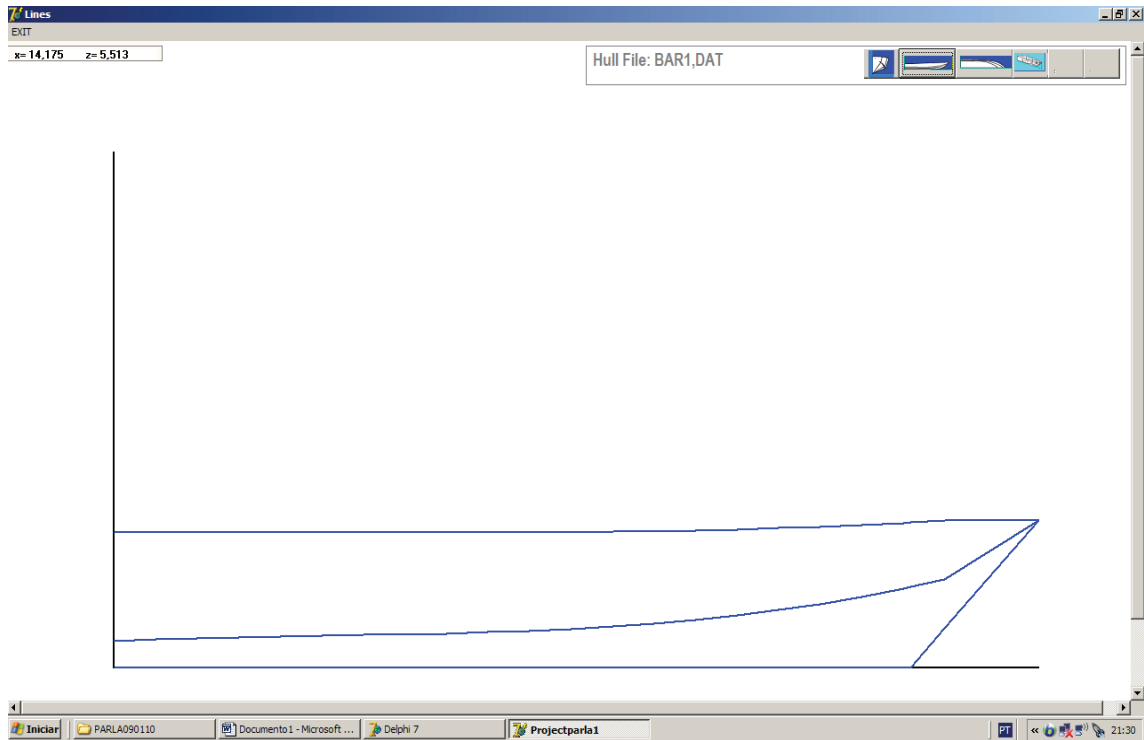


Figura 5.13: Seleção *Menu>Project>Lines Button>Profile selection*

- c. Para visualizar as linhas da vista superior, o botão referente deve ser acionado. Ver figura 5.14

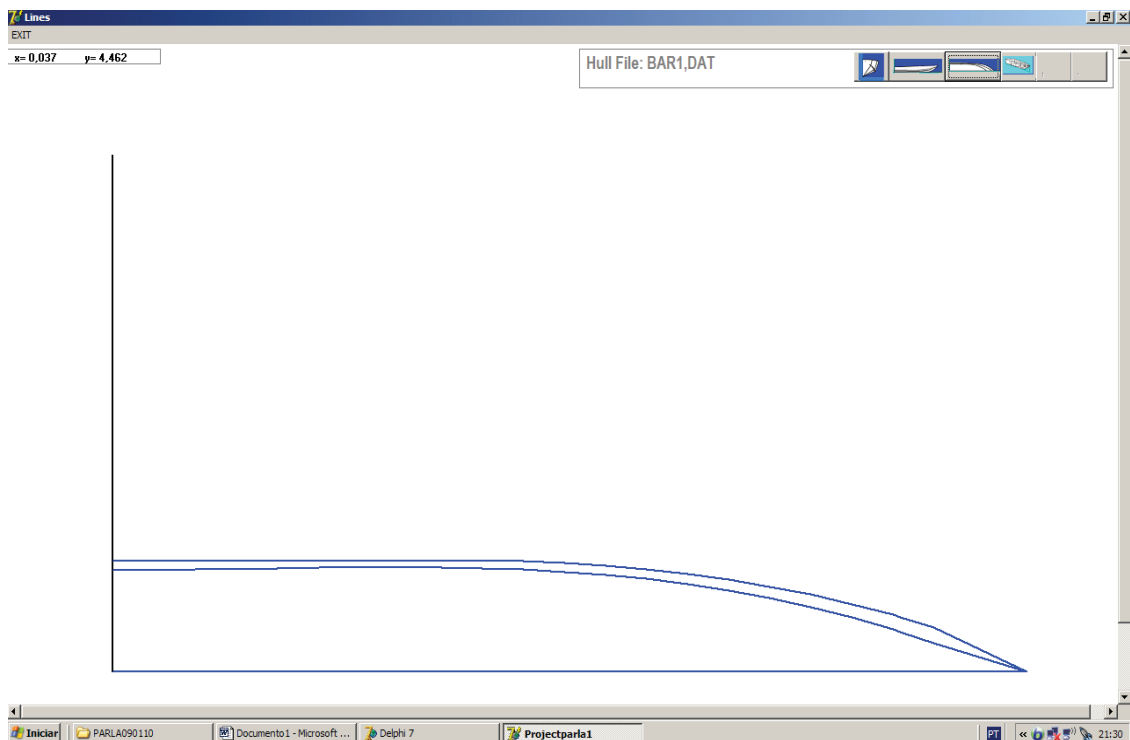


Figura 5.14: Seleção *Menu>Project>Lines>Button Plan Lines selection*

- d. Para visualizar a perspectiva, acionar o botão da referente. Ver figura 5.15

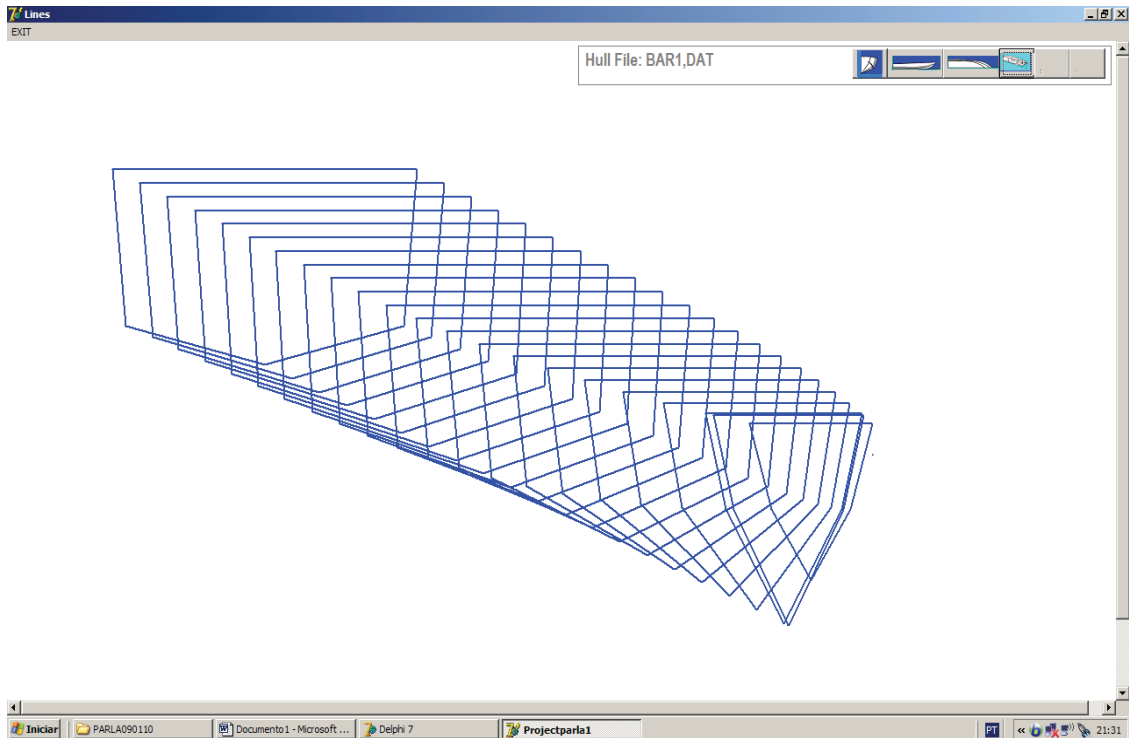


Figura 5.15: Seleção *Menu>Project>Lines Button Perspective selection*

- e. Para visualizar o plano de linhas completo, incluindo a legenda, deve ser acionado o botão das linhas do alto e dar um clique duplo com botão esquerdo do mouse sobre a figura. Para voltar à forma original, acionar o botão esquerdo do mouse com um clique duplo novamente nas linhas do alto. Ver figura 5.16 e 5.17.

Resultados: Os resultados são puramente gráficos. Ver figuras 5.12, 5.13, 5.14 e 5.15

Correções: Como o plano de linhas é importado, não há possibilidade de corrigir dados da forma. Para correções do arquivo, voltar ao passo inicial. Ver item 5.6.1

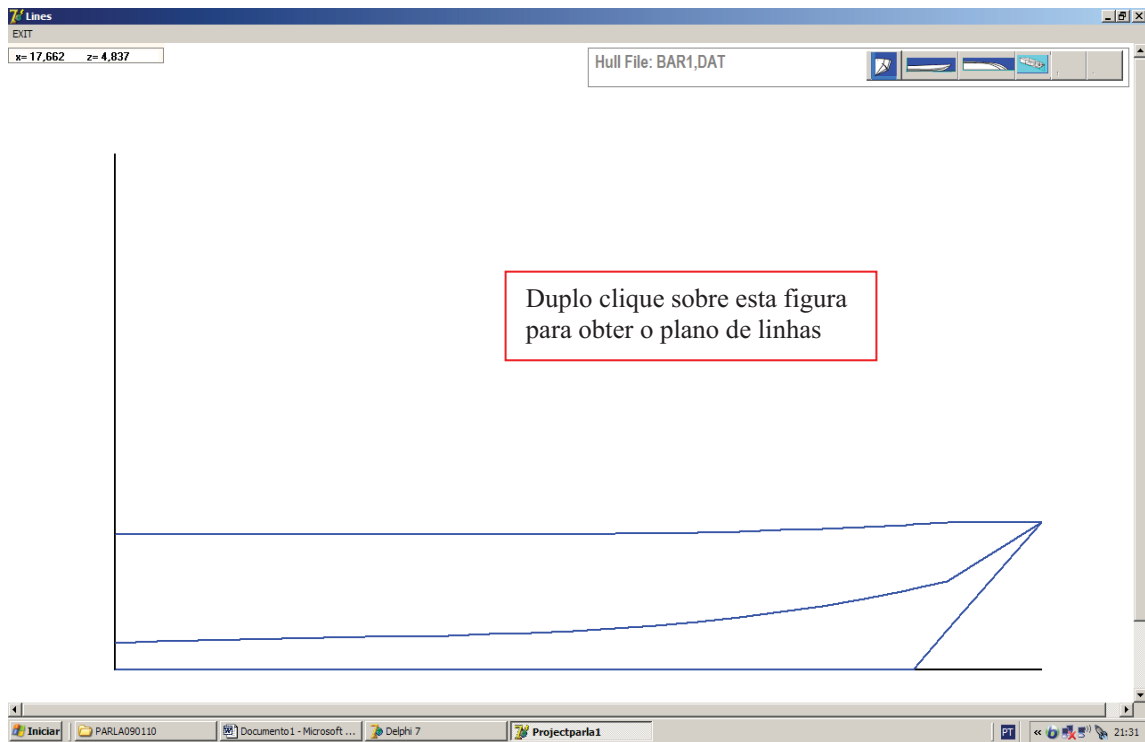


Figura 5.16: Seleção *Menu>Project>Lines* Com duplo clique sobre a imagem o plano de linhas é apresentado por completo.

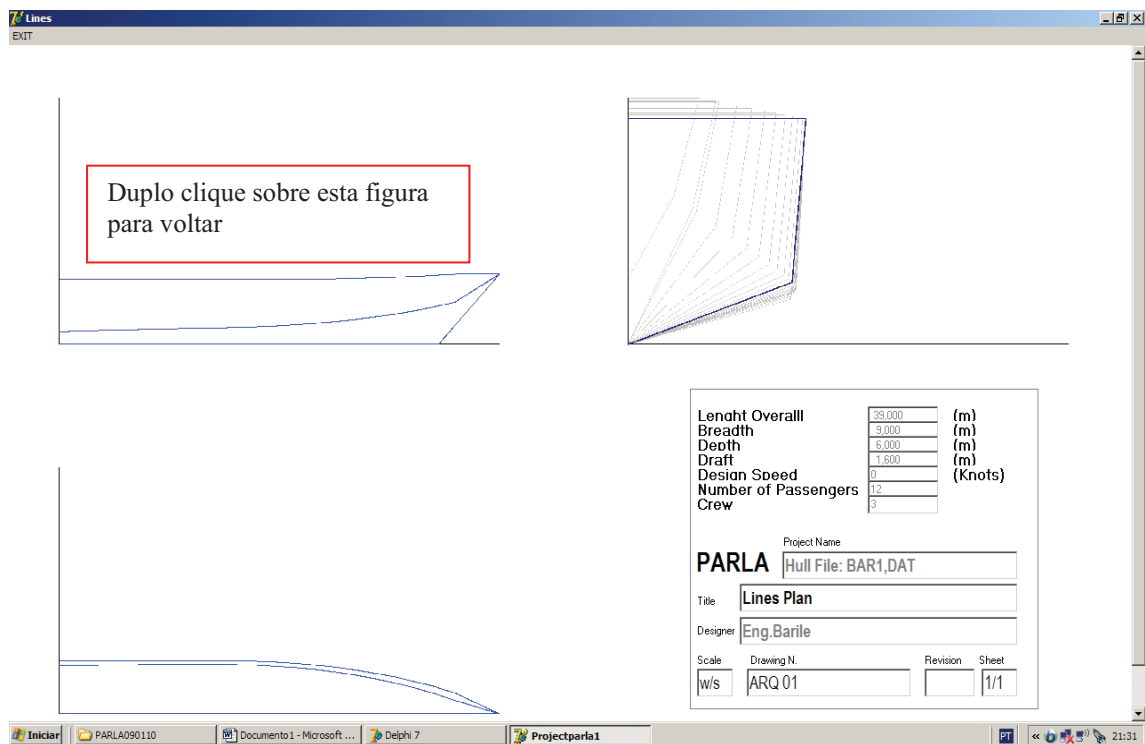


Figura 5.17: Seleção *Menu>Project>Lines* Com duplo clique novamente sobre a imagem do perfil, a tela volta ao normal com uma única figura.

5.6.4 Seleção do espaçamento de cavernas

Menu: >Project

>Frames Spacing

Descrição: Ao ser acionado este botão o projetista deve obrigatoriamente informar qual o espaçamento de cavernas pretendido. Esses espaçamentos poderão variar de região para região, ao longo do comprimento do navio.

Entrada de dados: A definição do espaçamento de cavernas ao longo da embarcação é um dado de entrada do programa. Essas instruções são dadas através do teclado na planilha da direita e ao alto, digitando a primeira, a última caverna e o espaçamento desejado entre cavernas em cada linha. Ver figura 5.20.

Após definir esse espaçamento em cada linha, um clique duplo com o botão esquerdo do *mouse* na célula *Spacing deve ser dado*, e as cavernas serão posicionadas no perfil pelo **PARLA**.

Telas:

- a. Para apresentação da tela principal de posicionamento das cavernas, a barra de *Menu>Project>Frames* deve ser acionada. Ver figura 5.18.

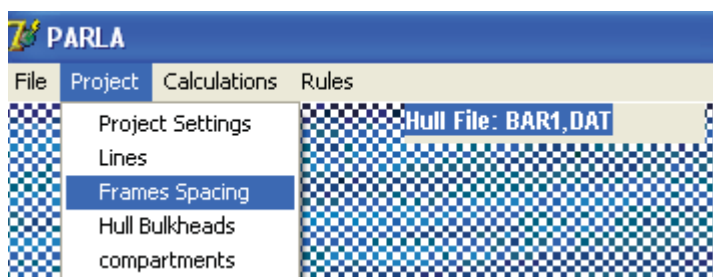


Figura 5.18: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing*

- b. Na tela principal, o espaçamento de cavernas deve ser informado, através da tabela apresentada no canto superior à direita. Os espaçamentos podem ser variáveis, a critério do projetista. Sobre a tabela, os valores da caverna inicial, final e o espaçamento de cavernas deve ser fornecido. Para dar entrada a um novo espaçamento de cavernas, um clique duplo com o botão direito do mouse, deve ser dado. Ver figuras 5.19 e 5.20.

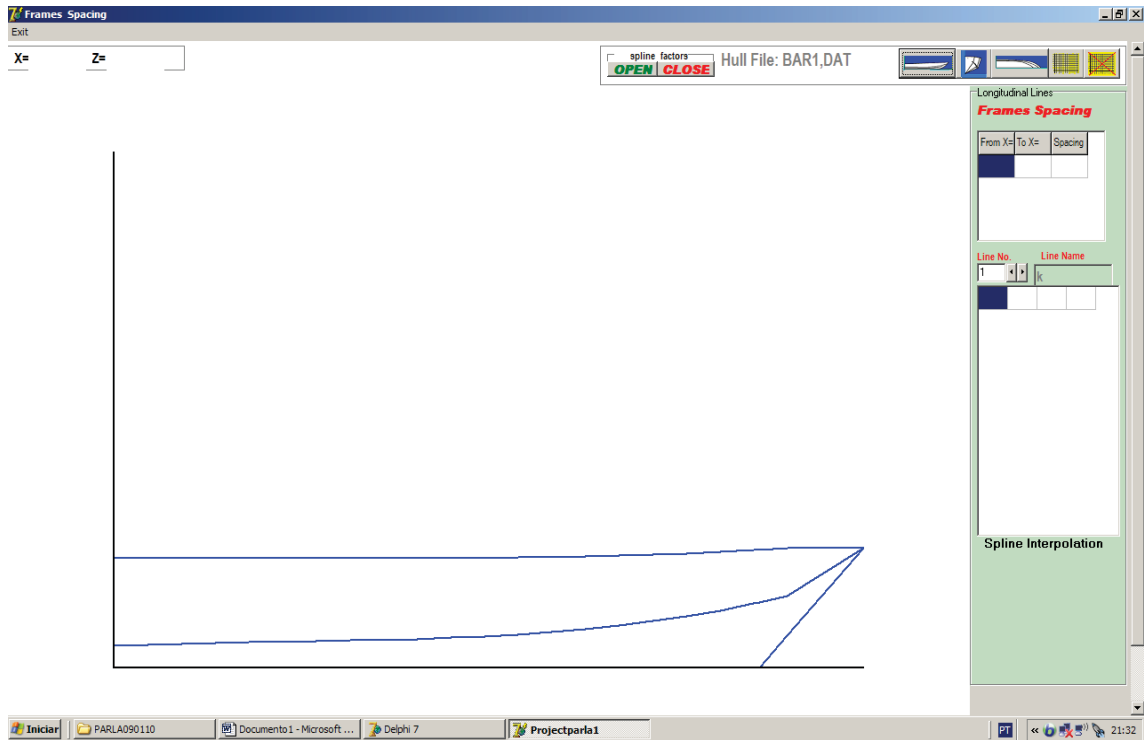


Figura 5.19: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing*>apresentação da tela principal.

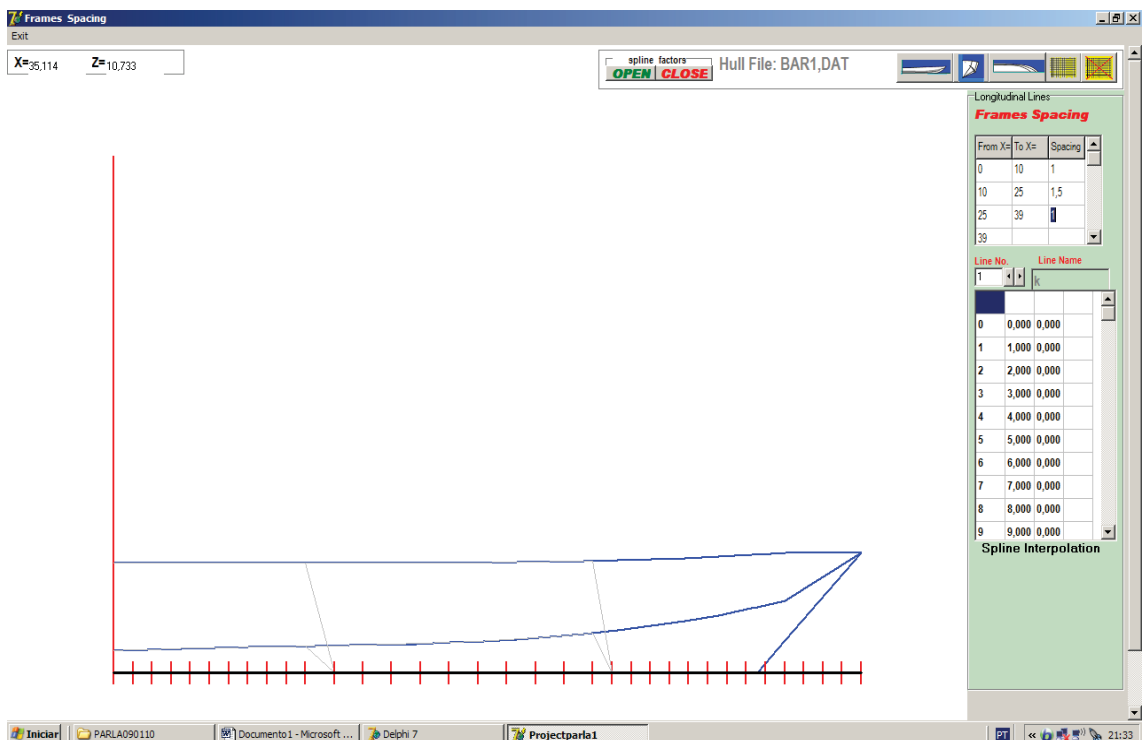


Figura 5.20: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing*>Escolha dos espaçamentos de cavernas.

- c. Para selecionar as linhas de alto para visualização, a barra de rolagem “Line n.” deve ser acionada. Ver figura 5.21.

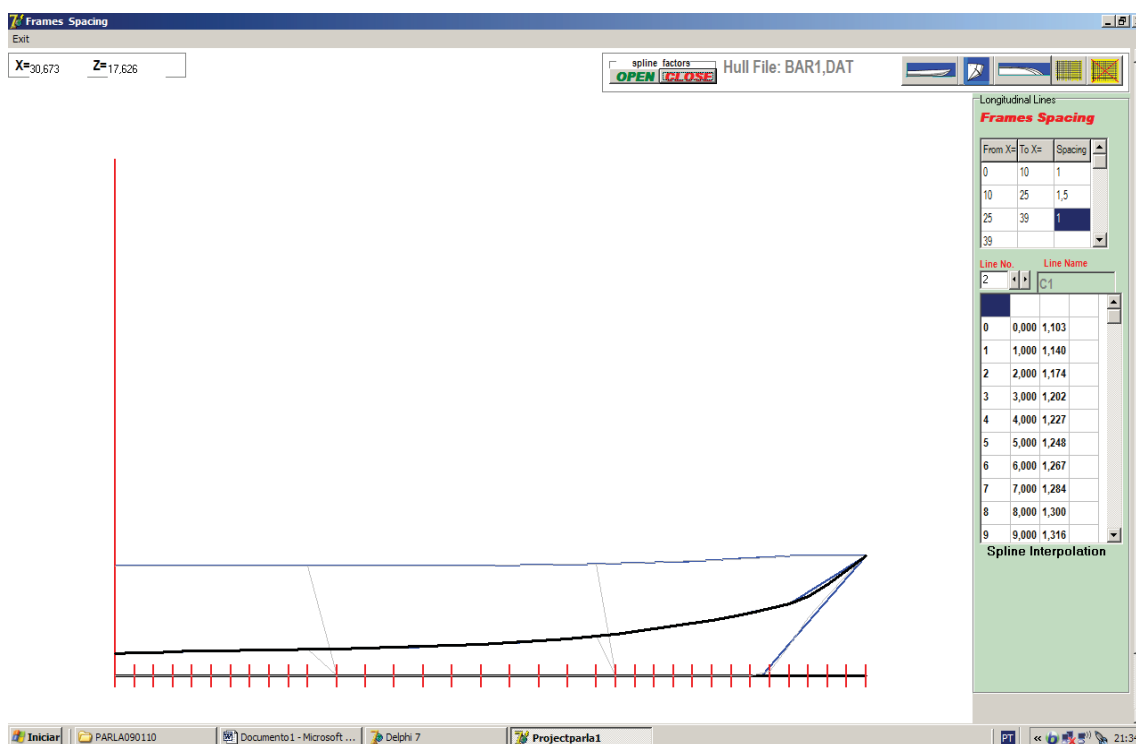


Figura 5.21: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>* botão de rolagem para as linhas do alto, utilizando a carenagem por *SPLINE*.

- d. Para visualizar os coeficientes das *Splines* utilizados para obter as cavernas, o botão “*Spline Factors Open*” deve ser acionado. Uma tabela aparece na tela para consulta, apresentando todos os coeficientes das equações das *Splines* Cúbicas. Ver figura 5.22.
- e. Uma grade poderá ser acrescida ou retirada na figura a critério do projetista. Ver figuras 5.23, 5.24 e 5.27.
- f. Para visualizar o plano de cavernas, o respectivo botão através da barra de seleção na tabela a direita deve ser acionado. As seções podem ser visualizadas uma a uma através do botão de rolagem. Ver figura 5.25.
- g. Para visualizar o plano de linhas da vista superior, o respectivo botão assinalado e através da barra de rolagem de seleção na tabela a direita deve ser acionado. Ver figura 5.26.
- h. Para obter as coordenadas de qualquer ponto sobre as figuras geométricas, os valores serão apresentados no topo superior à esquerda através do posicionamento do mouse sobre o mesmo. Ver figuras 5.19, 5.20, 5.21, 5.23, 5.24, 5.25, 5.26 e 5.27.

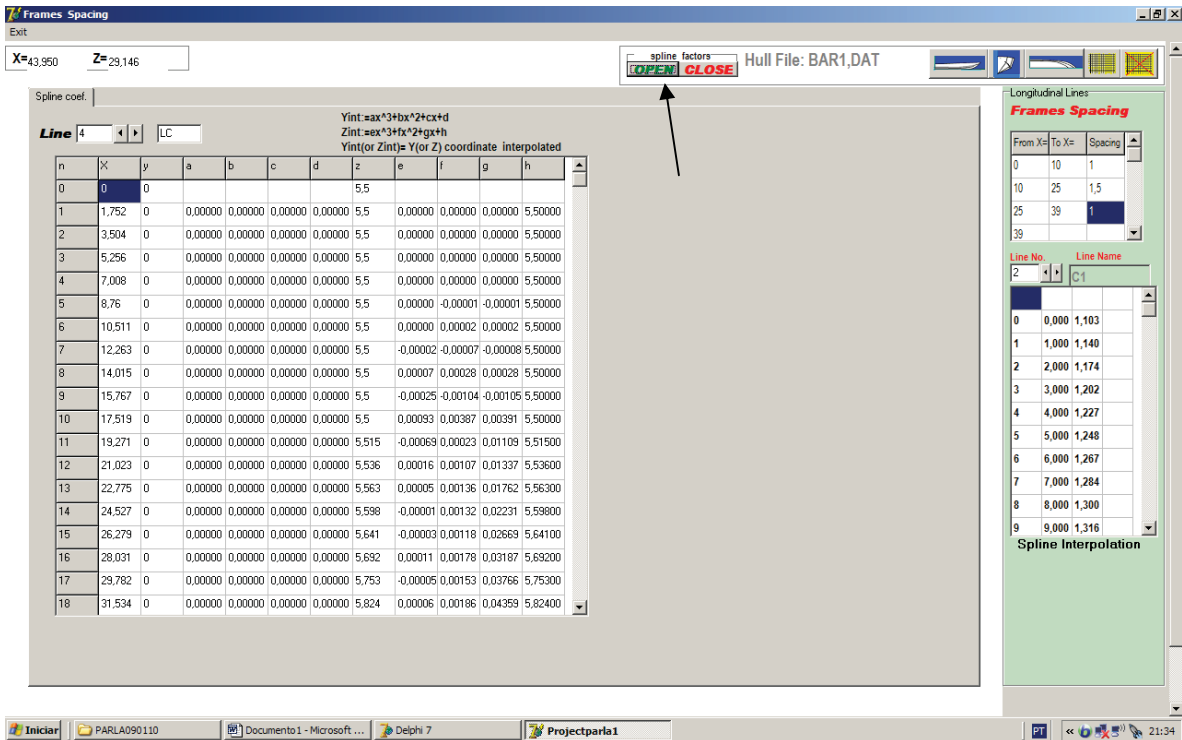


Figura 5.22: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>Apresentação da tabela com fatores das splines cúbicas.*

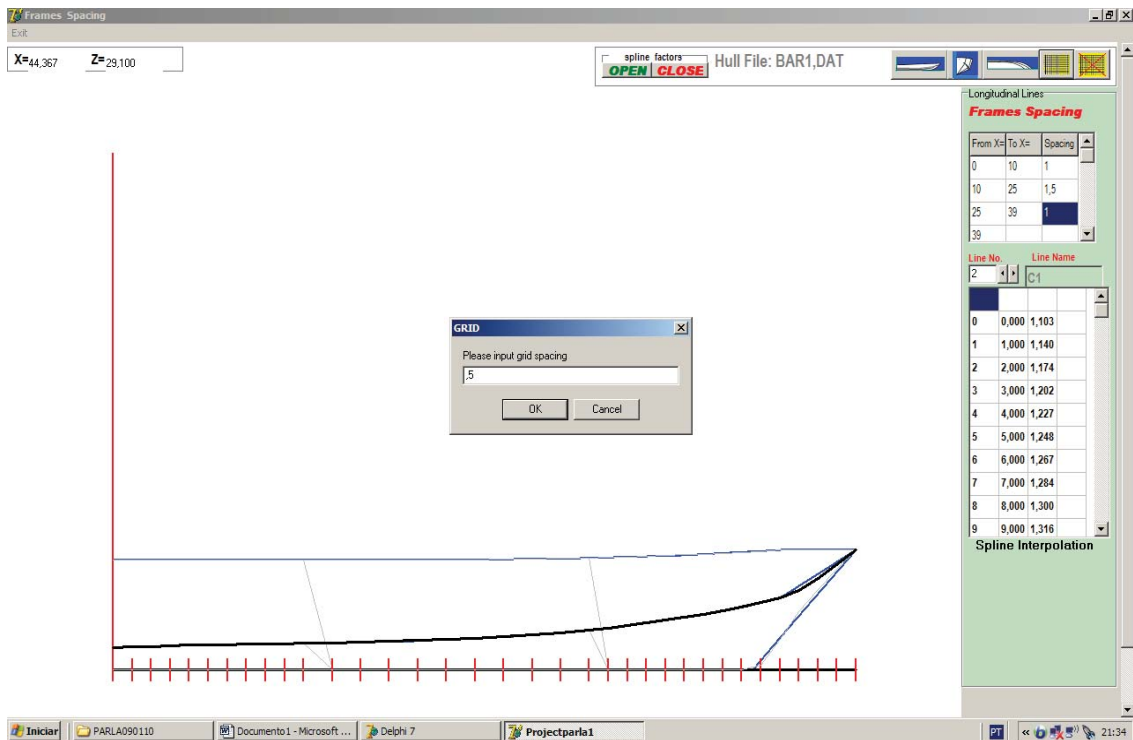


Figura 5.23: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>Seleção de Grade.*

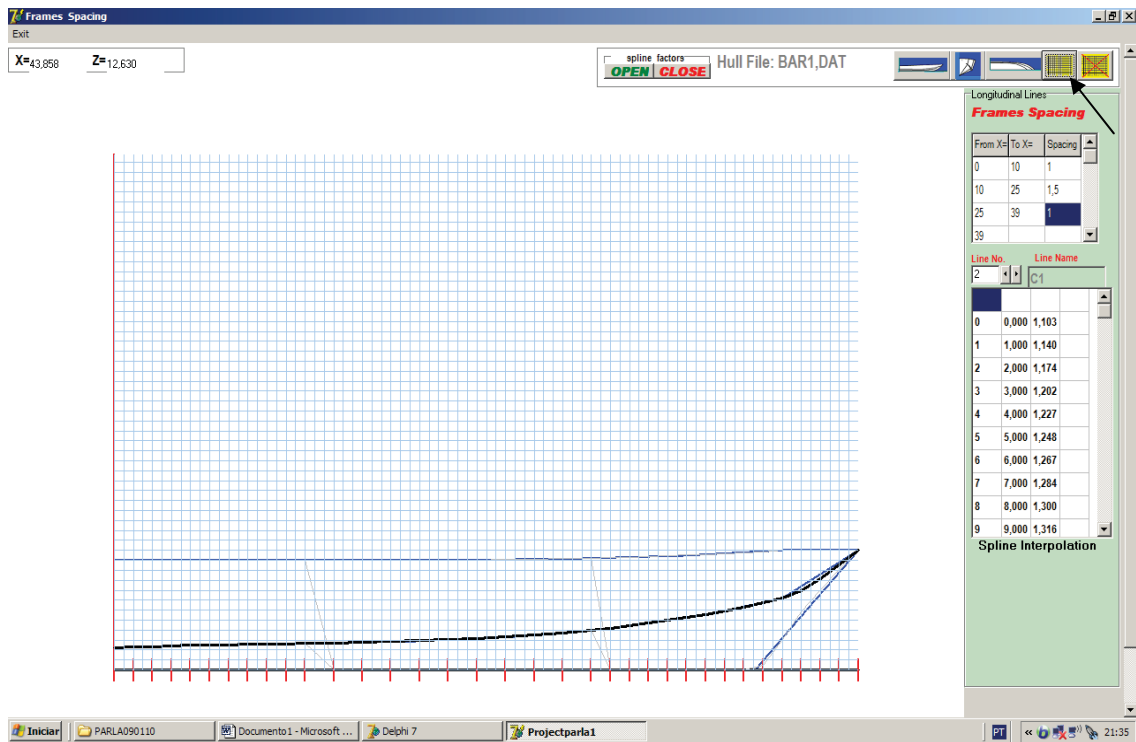


Figura 5.24: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>* Grade desenhada.

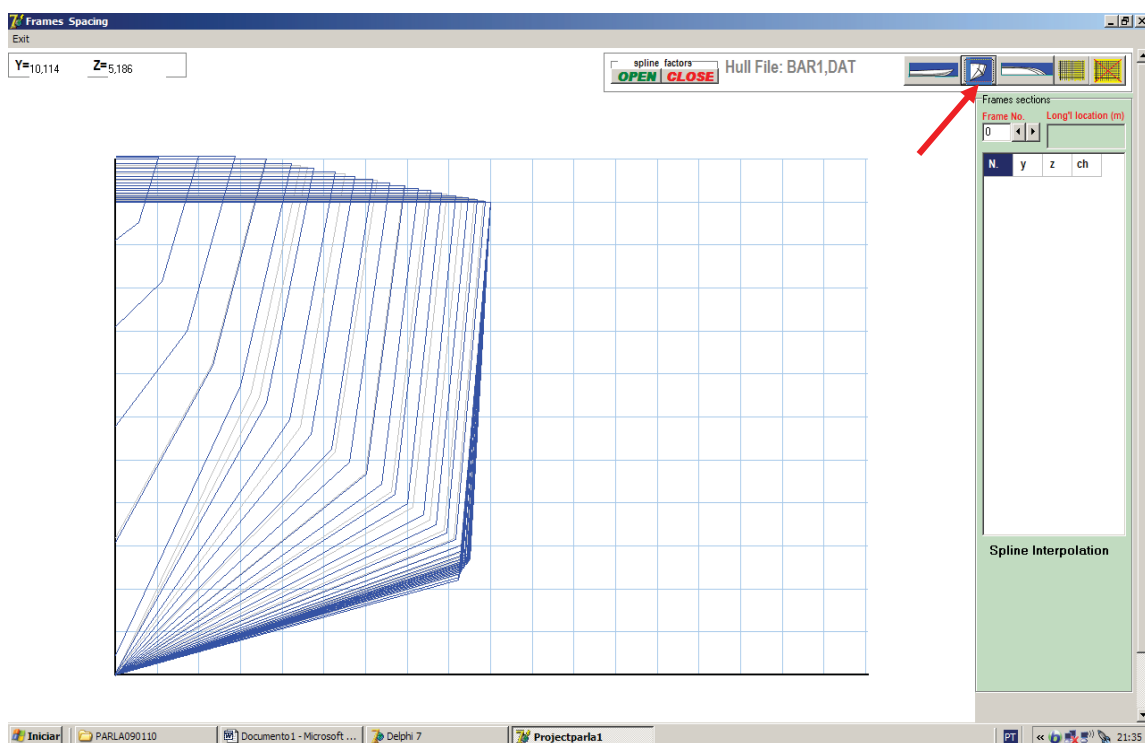


Figura 5.25: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>* Apresentação das Cavernas.

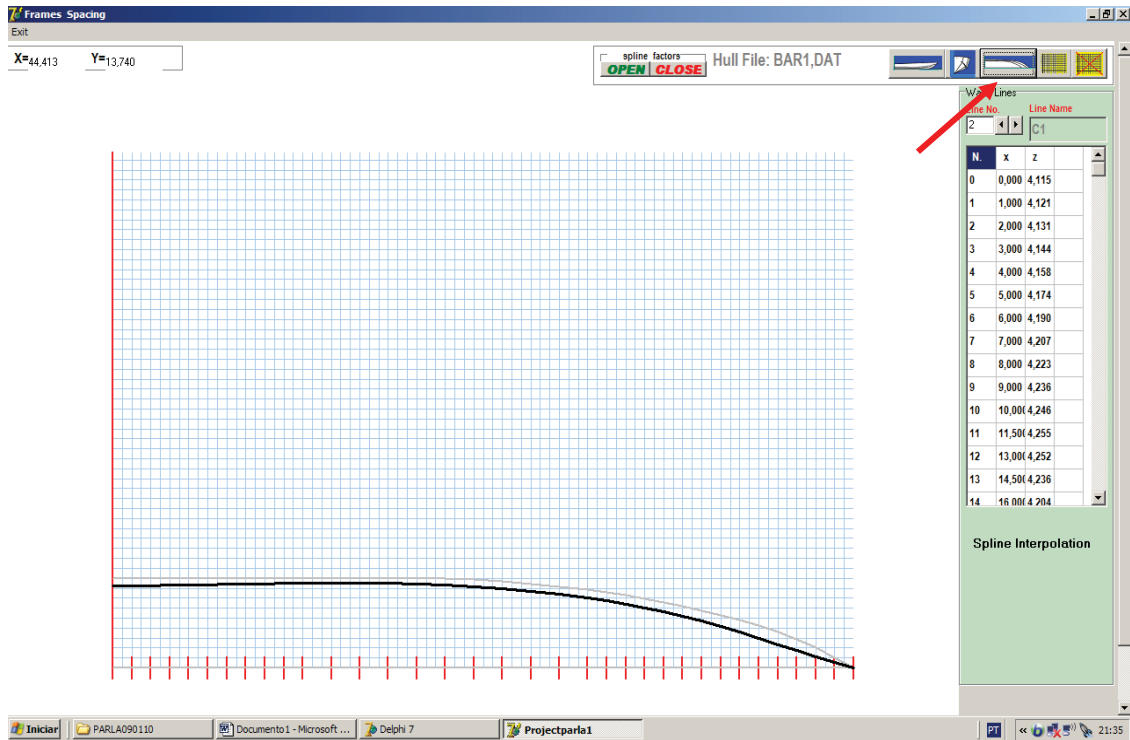


Figura 5.26: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>Apresentação de Linhas da vista superior.*

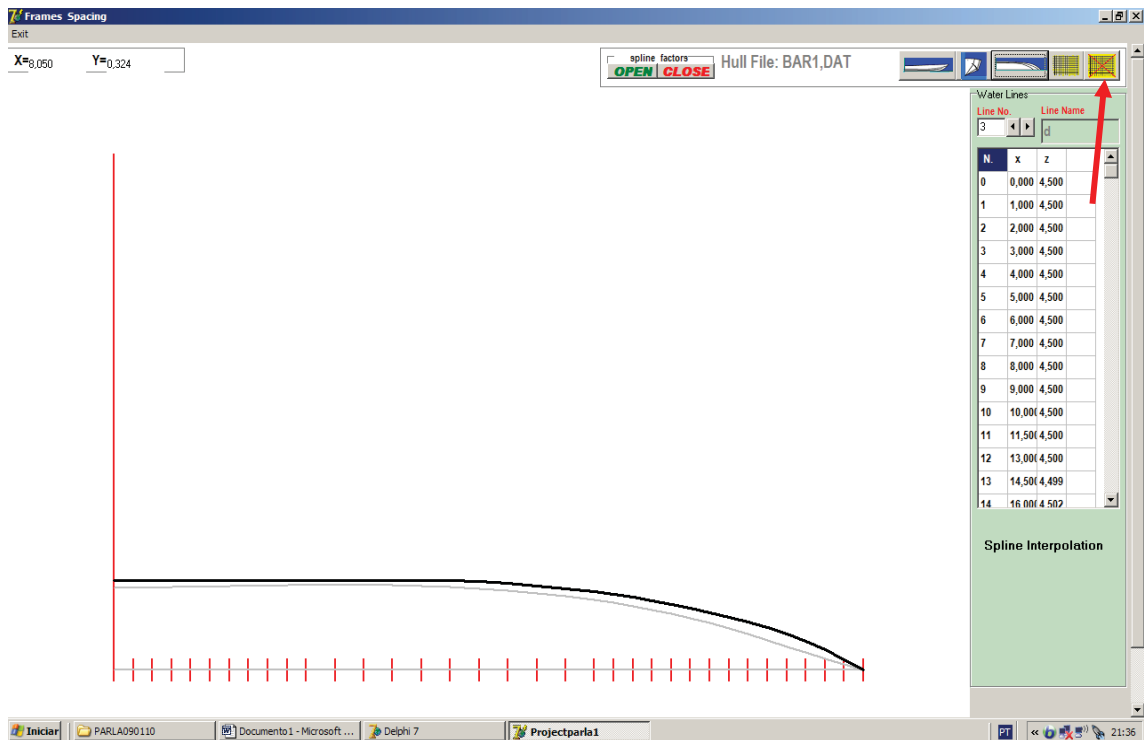


Figura 5.27: Seleção *Menu>Project>Frames Spacing>Retirada da Grade.*

Resultados: No final do processo, as cavernas estarão representadas sobre o perfil longitudinal.

Correções: Para alterar os espaçamentos de cavernas selecionados, clicar com o botão direito do mouse sobre a tabela de espaçamentos, canto superior à direita, e apagar as linhas dos espaçamentos que serão alterados. Fornecer os dados de espaçamentos corrigidos e seguir os passos apontados acima.

5.6.5 Definição das posições das anteparas

Menu: >Project

>Bulkhead

Descrição: O comando “Bulkheads” permite ao projetista definir as posições das anteparas ao longo do comprimento da embarcação. Com relação à antepara de pique tanque de vante, **PARLA** informa a região longitudinal onde a mesma pode ser instalada, entretanto fica a cargo do projetista escolher a sua melhor posição.

Entrada de dados: As posições são informadas ao **PARLA** clicando na caixa de seleção sobre a caverna selecionada. Ver figura 5.30.

Telas:

- a. Para a apresentação da tela principal, o botão da barra de *menu Project Settings> Bulkhead* deve ser acionado. Ver figura 5.28.

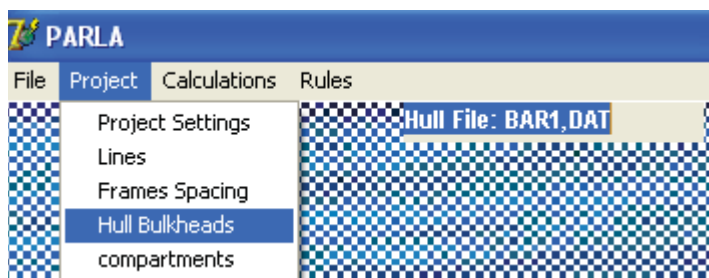


Figura 5.28: Seleção *Menu>Project>Bulkheads*

- b. A figura 5.29 apresenta a tela principal, com o perfil, barra de rolagem de cavernas, caixa de seleção de posicionamento de antepara.

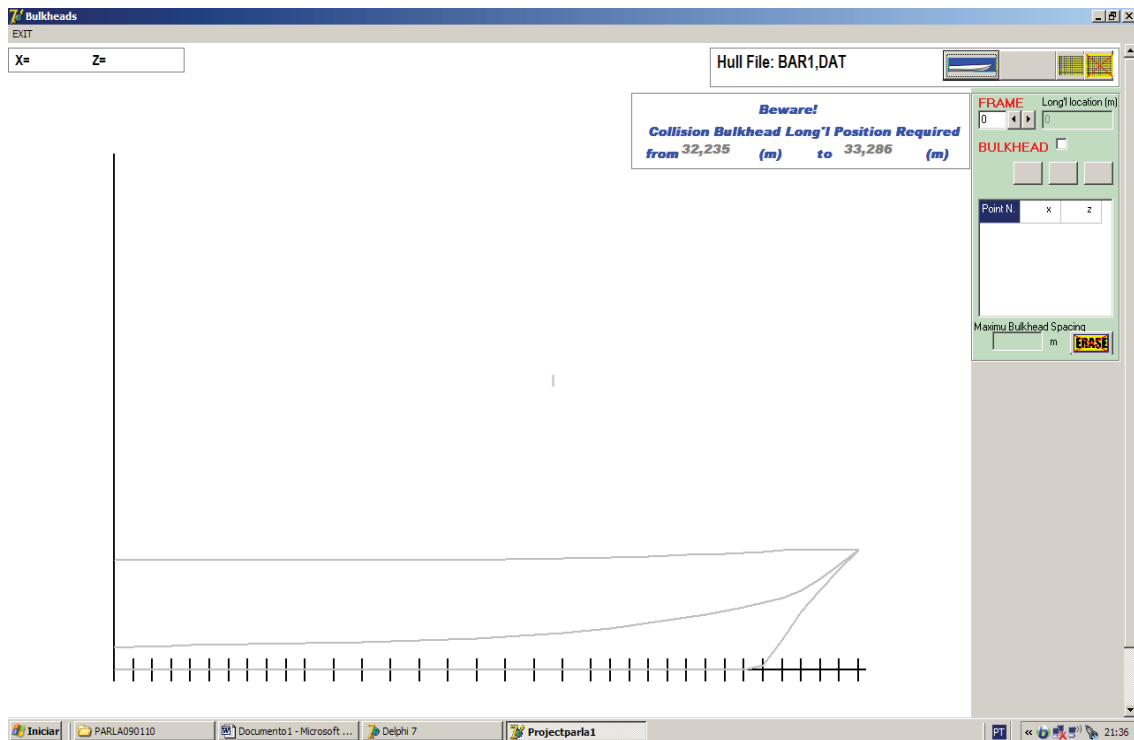


Figura 5.29: Seleção *Menu>Project>Bulkheads>*Apresentação da tela principal.

- c. Para selecionar as cavernas em que serão posicionadas as anteparas, a barra de rolagem de cavernas deve ser acionada, e quando a barra de rolagem estiver sobre a caverna escolhida a caixa de seleção “Bulkhead” deve ser selecionada. Notar que no canto superior à direita, **PARLA** informa a região em que a anteparas do pique tanque de vante deve ser posicionada. O posicionamento final ficará a cargo do projetista. Ver figura 5.30.
- d. Para acrescentar e retirar a grade o respectivo botão no quadro de ferramentas deve ser acionado. Ver figura 5.31.

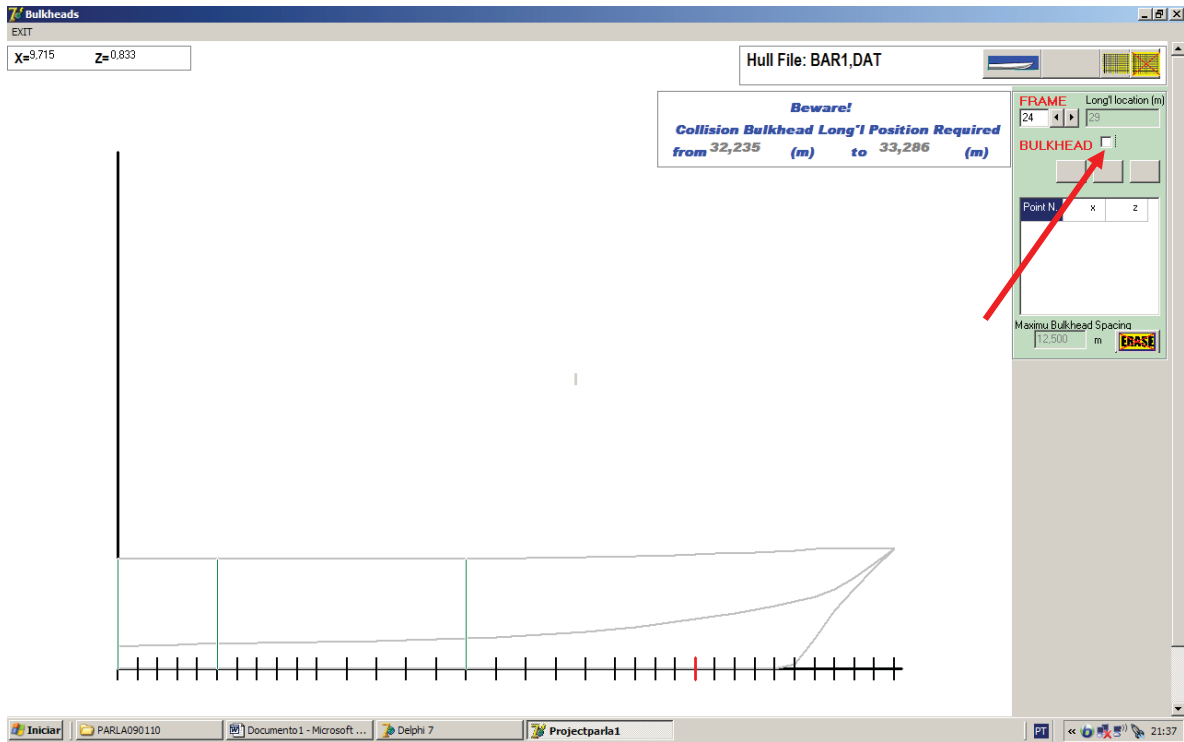


Figura 5.30: Seleção *Menu>Project>Bulkheads>Seleção das posições das anteparas.*

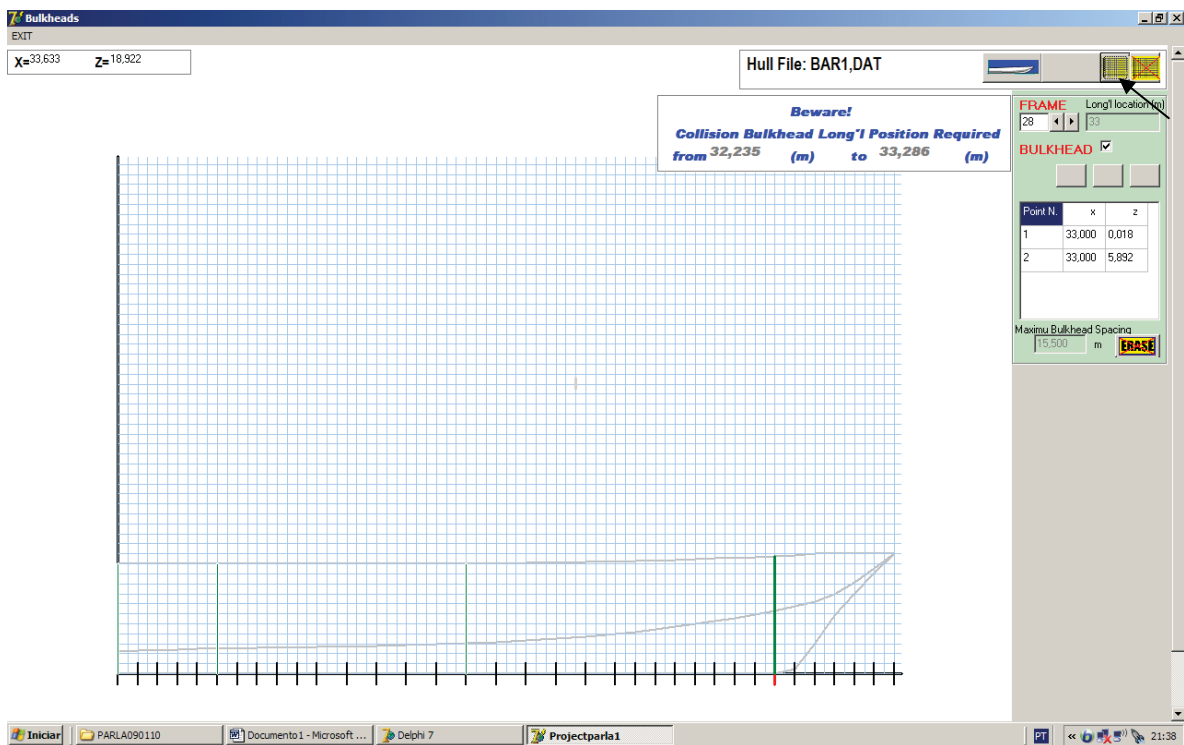


Figura 5.31: Seleção *Menu>Project>Bulkheads> Colocando grade sobre o perfil.*

Correções: Para retirar uma antepara posicionada erroneamente, a barra de rolagem deve ser posicionada sobre a caverna desejada e o botão “ERASE” deve ser acionado. A antepara é apagada dos arquivos, e se houver necessidade de uma nova antepara, os mesmos passos acima devem ser seguidos.

Resultados: No final do processo as anteparas estarão representadas sobre o perfil longitudinal. Uma determinada antepara será realçada quando a barra de rolagem estiver posicionada sobre a caverna em que a mesma estiver localizada.

5.6.6 Compartimentagem

Menu: >Project

>Compartments

Descrição: O comando “compartments” permite ao projetista definir todos os compartimentos da embarcação, estanques e não estanques, assim como casarias, paióis, etc..

Entrada de dados: A entrada de dados se dá através de um clique duplo com o botão esquerdo do mouse nos pontos que definem os compartimentos. Notar que os pontos devem ser dados formando uma figura fechada, de forma que o ultimo ponto coincida com o primeiro. O número de pontos deve ser igual em todas as seções, e os pontos escolhidos no sentido horário ou anti-horário devem ter continuidade um a um, isto é, a interligação do primeiro ponto da primeira seção quando ligado ao primeiro ponto da segunda seção formará a linha de uma das quinas ou linhas do tanque.

- a. Para abrir esta seção, a barra de menu >Project Settings>Compartments deve ser acionada. Ver figura 5.32.

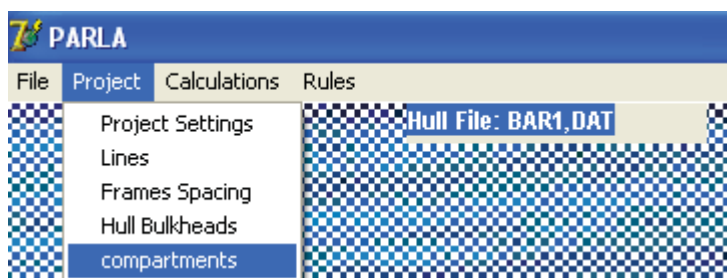


Figura 5.32: Seleção Menu>Project>Compartments

- b. Para acrescentar e tirar grade sobre a figura os botões correspondentes devem ser acionados. Ver figuras 5.33 e 5.34.

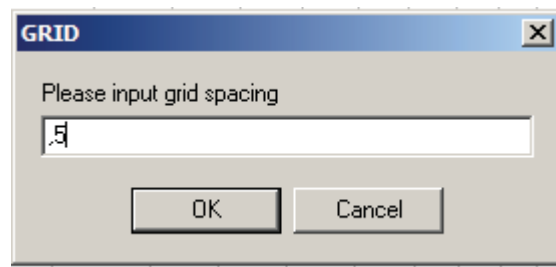


Figura 5.33: Seleção Menu>Project>Compartments> seleção de espaçamento de grade.

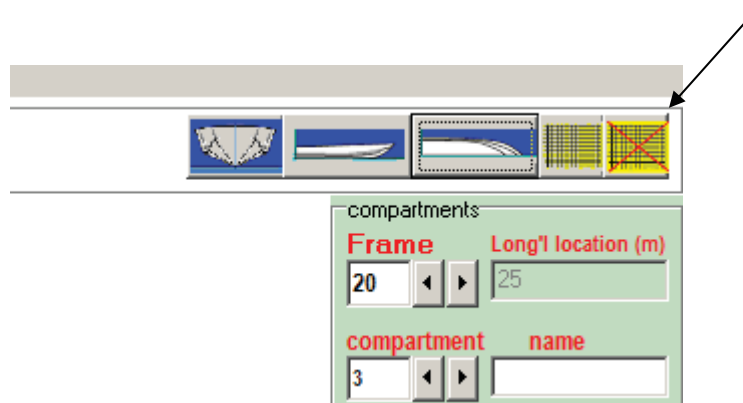


Figura 5.34 : Seleção Menu>Project>Compartments> Retirando a grade.

- c. Para desenhar um compartimento, seleciona-se a primeira caverna do mesmo através da barra de rolagem de cavernas. A ordem de entrada de dados deve ser sequencial de vante para ré ou de ré para vante.
- d. O compartimento é identificado por um nome no quadro superior à direita.
- e. A seção do compartimento deve ser demarcada através de dois cliques em cada vértice. O número de pontos deve ser igual em todas as seções, e os pontos da seção anterior deverão ser correspondentes ao da seção seguinte. Ver figura 5.35.
- f. O passo acima deve ser repetido para as demais seções dos compartimentos. As seções devem ser definidas de forma tal a mostrarem as variações do referido compartimento. Compartimentos curtos e prismáticos podem ser definidos com apenas duas seções. Ver figura 5.36.

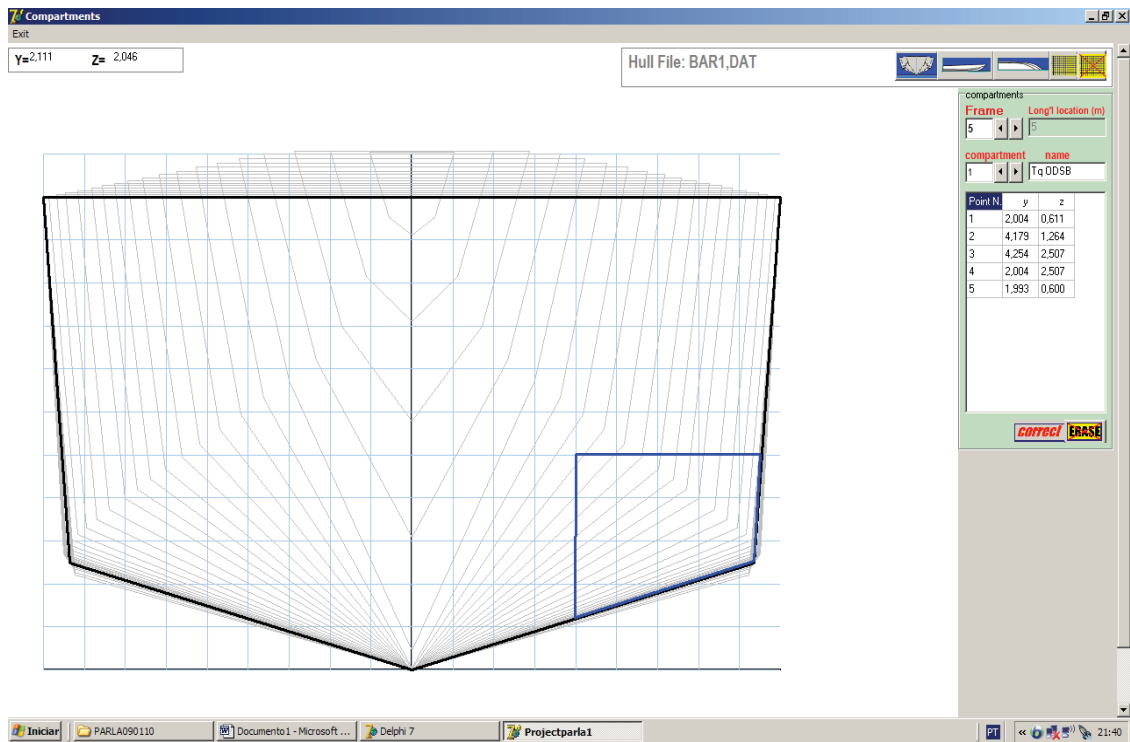


Figura 5.35: Seleção Menu>Project>Compartments Desenhando a primeira seção de um compartimento.

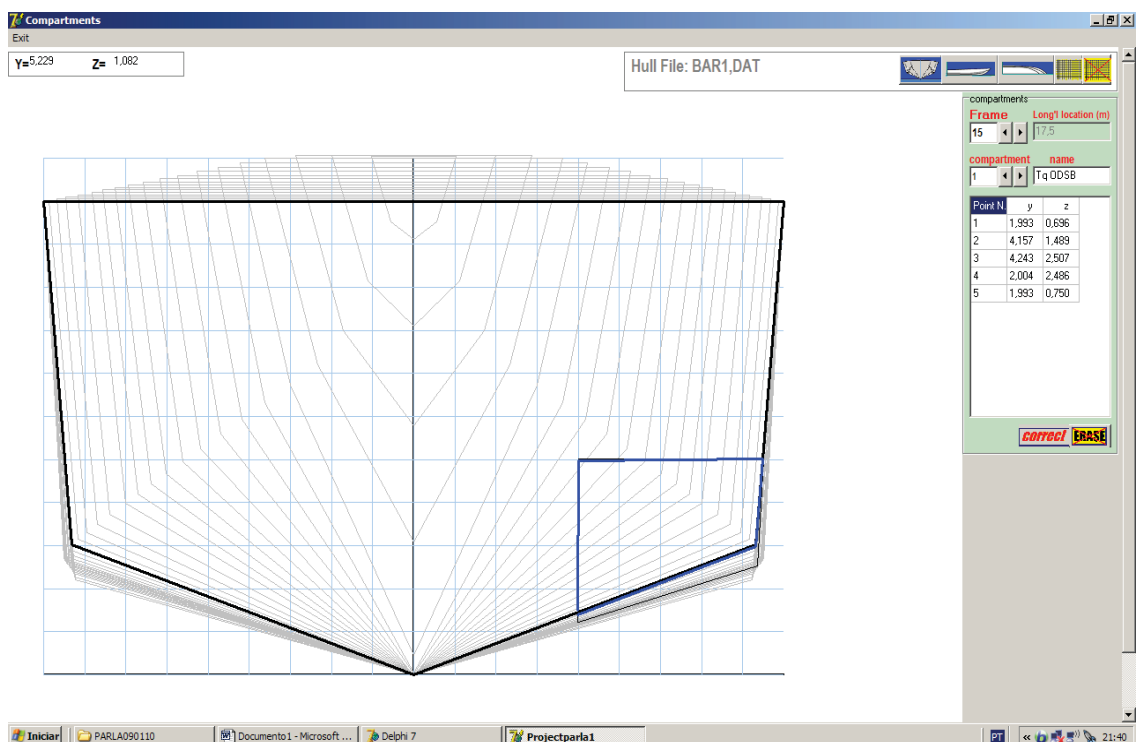


Figura 5.36: Seleção Menu>Project>Compartments>desenhando a segunda seção do compartimento.

- g. O número de compartimentos a ser definido ficará a critério do projetista. A figura 5.37 apresenta 3 compartimentos.
(Atenção! Ao iniciar a entrada de dados de cada compartimento, acionar o botão de rolagem indicando o numero do compartimento.)
- h. Para ver o desenho em perfil dos compartimentos, clicar no respectivo botão. Ver figura 5.38.
- i. Para ver o desenho em planta dos compartimentos, clicar no respectivo botão. Ver figura 5.39.

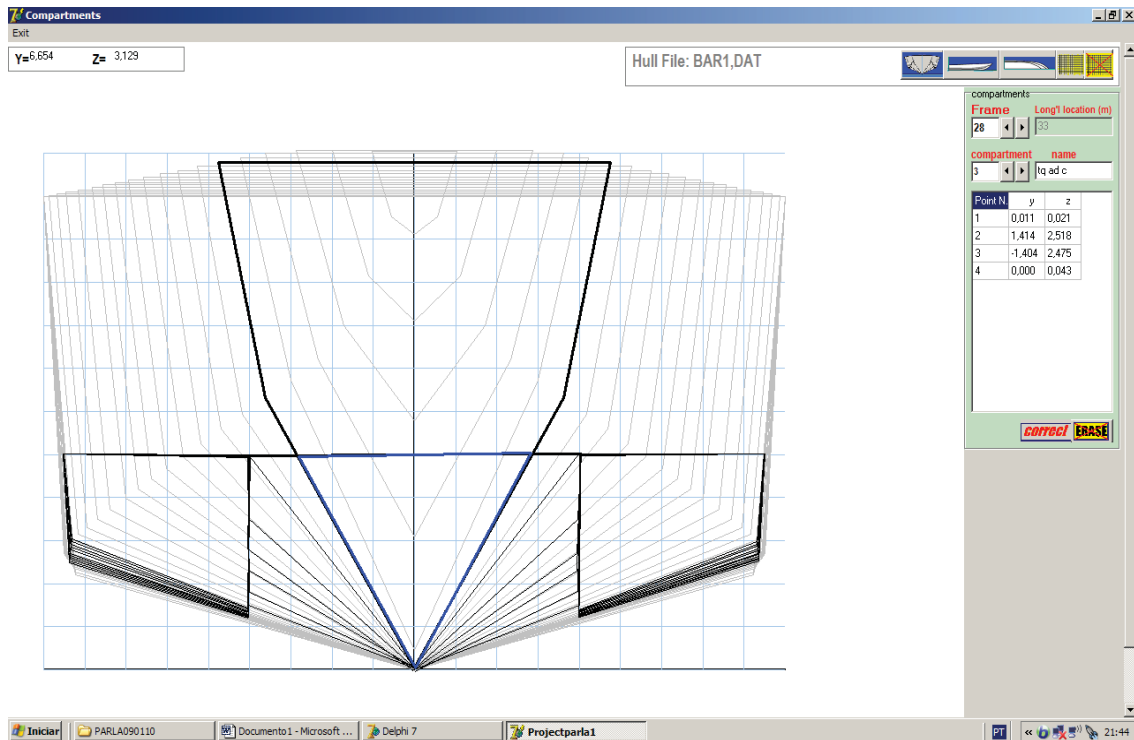


Figura 5.37 Seleção Menu>Project>Compartments>Desenhando todos os compartimentos.

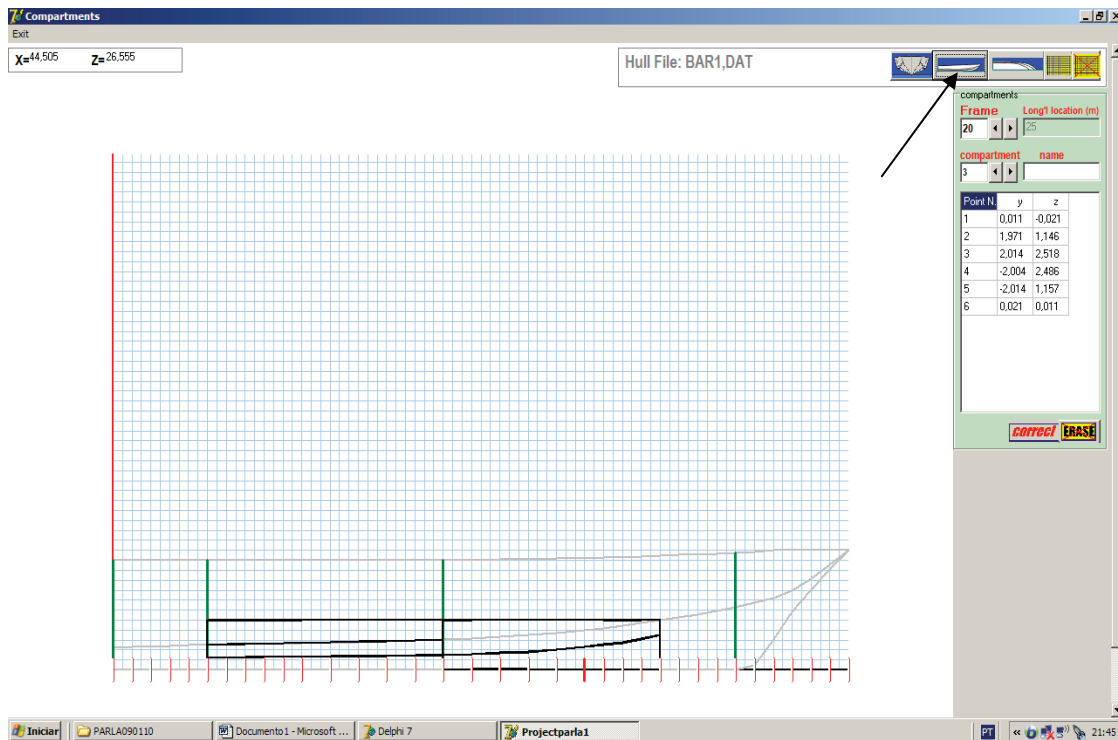


Figura 5.38: Seleção Menu>Project>Compartments>Apresentação dos compartimentos na vista lateral.

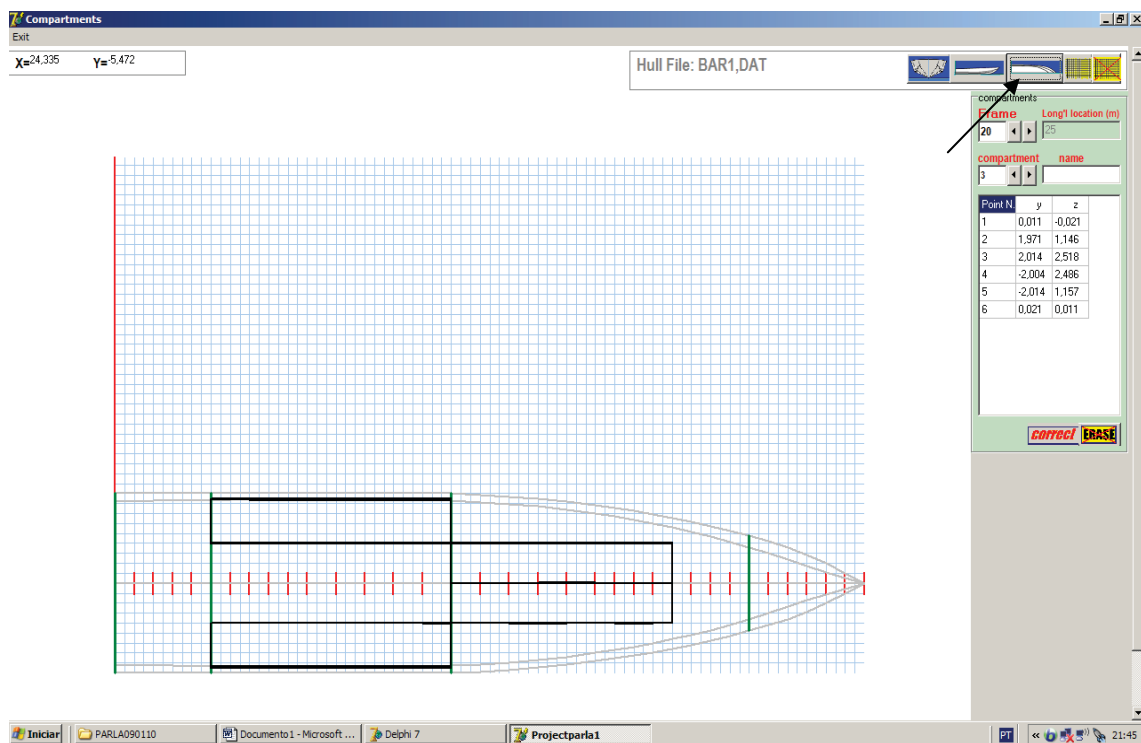


Figura 5.39: Seleção Menu>Project>Compartments>Apresentação de todos os compartimentos na vista em planta.

Resultados: Após a entrada de dados de todas as seções e de todos os compartimentos, as suas figuras geométricas com suas posições, nomes e coordenadas ficam gravadas internamente no programa, de modo a permitir o cálculo de sua estrutura nas fases posteriores. Desta forma, é possível calcular qualquer antepara, estanque ou não estanque, duplo fundo, divisórias e laterais de casarias, etc..

Correções: As correções de coordenadas do compartimento podem ser feitas diretamente na tabela, quadro da direita, via teclado. No fim das correções o botão “CORRECT” deve ser acionado. O projetista também pode optar em eliminar todos os pontos da seção do compartimento, e neste caso deve clicar em “ERASE”.

5.6.7 Cálculo estrutural

Menu: >Structure

Descrição: Através da barra de menu, ao acionar o botão “Structure”, uma nova tela é apresentada. Esta tela habilitará os cálculos estruturais de todos os elementos de uma embarcação de alta velocidade com casco prismático em V. Nesta etapa dos cálculos, a forma da embarcação já foi importada, o espaçamento de cavernas já foi fixado, posições de anteparas definidas e os compartimentos também já foram definidos. Portanto, após as etapas descritas anteriormente, para calcular todos os elementos estruturais da embarcação em estudo, o projetista deve seguir a ordem sequencial dos comandos da barra de ferramentas.

Não é obrigatório calcular todos os elementos de uma seção, ou todos os elementos estruturais habilitados pelo **PARLA**, entretanto, caso o projetista calcule somente alguns elementos, o mesmo deverá estar ciente, que cálculos do tipo, módulo de seção oferecido e cálculo de peso e centro não terão validade.

O comando “Structure” habilita os cálculos estruturais da embarcação, tais, como, chapas do casco, sicordas, transversais, longitudinais, chapas de anteparas transversais e longitudinais, prumos de anteparas, gigantes de anteparas, estruturas de casarias e superestruturas, cálculo de pesos e centros, cálculo de momento fletor total e esforço cortante, e cálculo de módulo de seção requerido e oferecido.

Procedimentos:

- a. Para visualizar a tela principal, o comando “Structure” deve acionado. Figura 5.40.

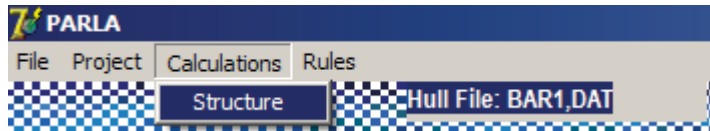


Figura 5.40: Seleção Menu>Project>Structure>

- b. Para dar início aos cálculos é necessário clicar no comando de cavernas transversais. Ver figura 5.41.

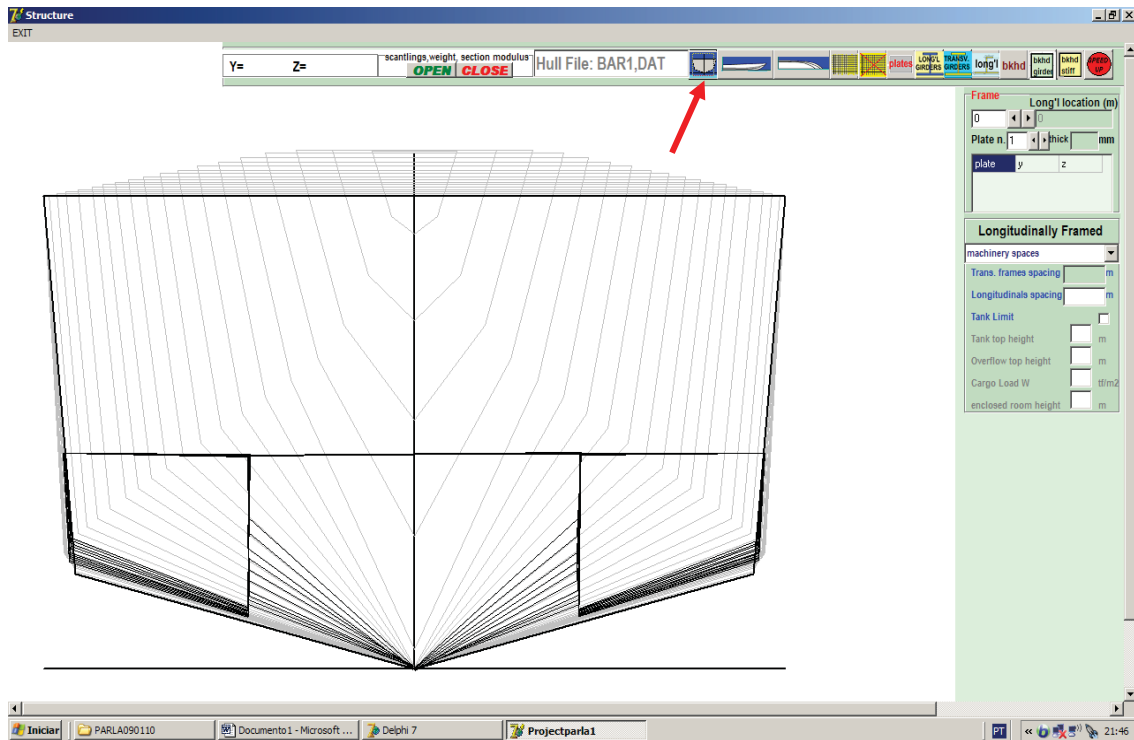


Figura 5.41: Seleção Menu>Project>Structure>Cavernas

5.6.7.1 Chapas

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> Plates

Descrição: Ao acionarmos o comando “Plates” na barra de ferramentas, abre-se um quadro à direita, para ser preenchido pelo projetista. Alguns dados devem ser informados ao **PARLA** de modo a possibilitar o cálculo das chapas desejadas.

Entrada de dados: A entrada de dados se dará através de um clique duplo sobre as extremidades das chapas que se deseja calcular. Algumas informações adicionais serão necessárias e deverão ser fornecidas via teclado, tais como, tipo de estrutura, altura de tanque, altura do suspiro em relação ao eixo de referência vertical, altura do compartimento e intensidade da carga distribuída externa, quando aplicável. Após terem sido fornecidos todos os dados requeridos para cálculo, o comando de cálculo deverá ser acionado. Caso algum dado não tenha sido informado, **PARLA** dará o alerta, abrindo uma caixa de diálogo a ser respondida pelo projetista.

Procedimentos:

- a. Para habilitar os cálculos estruturais das anteparas acionar na barra de *menu*> *Structure*>-barra de ferramentas >“Plates”. Ver figura 5.42.

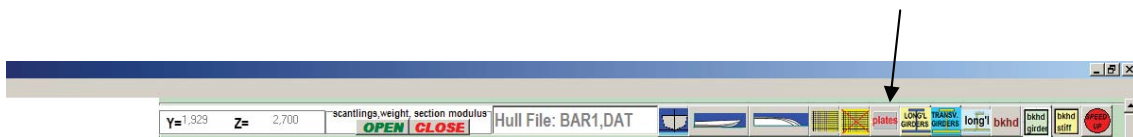


Figura 5.42: Seleção Menu>Project>Structure>Plates-Selecionando o botão chapas para cálculo.

- b. Na barra de rolagem escolher a caverna de cálculo. Ver figura 5.43

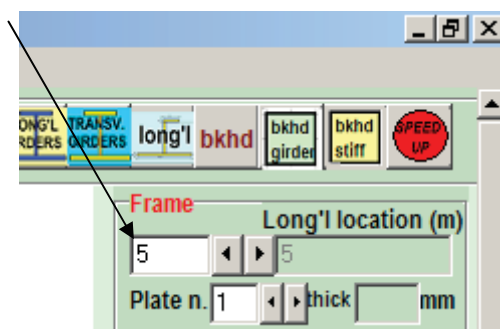


Figura 5.43: Seleção Menu>Project>Structure>Selecionando uma caverna para trabalho.

Um clique duplo deve ser dado sobre o ponto inicial e ponto final da chapa para cálculo. Preencher os dados solicitados na tabela à direita, tais como, tipo de estrutura, espaçamento de longitudinais, altura do tanque, altura do suspiro do tanque em relação ao eixo de referência vertical, altura do compartimento, quando em convés inferior ao convés das anteparas e carga distribuída sobre o convés, quando aplicável. Após a escolha da chapa para cálculo e fornecimento de todos os dados necessários, o comando calcular deve ser acionado. Se todos os dados forem preenchidos

corretamente, as espessuras das chapas calculadas serão indicadas na parte inferior do quadro, “calculated thickness”. Para este tipo de embarcação é recomendável a utilização de longitudinais com pequeno espaçamento, a fim de reduzir as espessuras de chapas e permitir a redução de peso. No caso em que a opção do projetista for não colocar longitudinais, o valor do espaçamento deverá ser o comprimento da caverna não suportada. Ver figura 5.44.

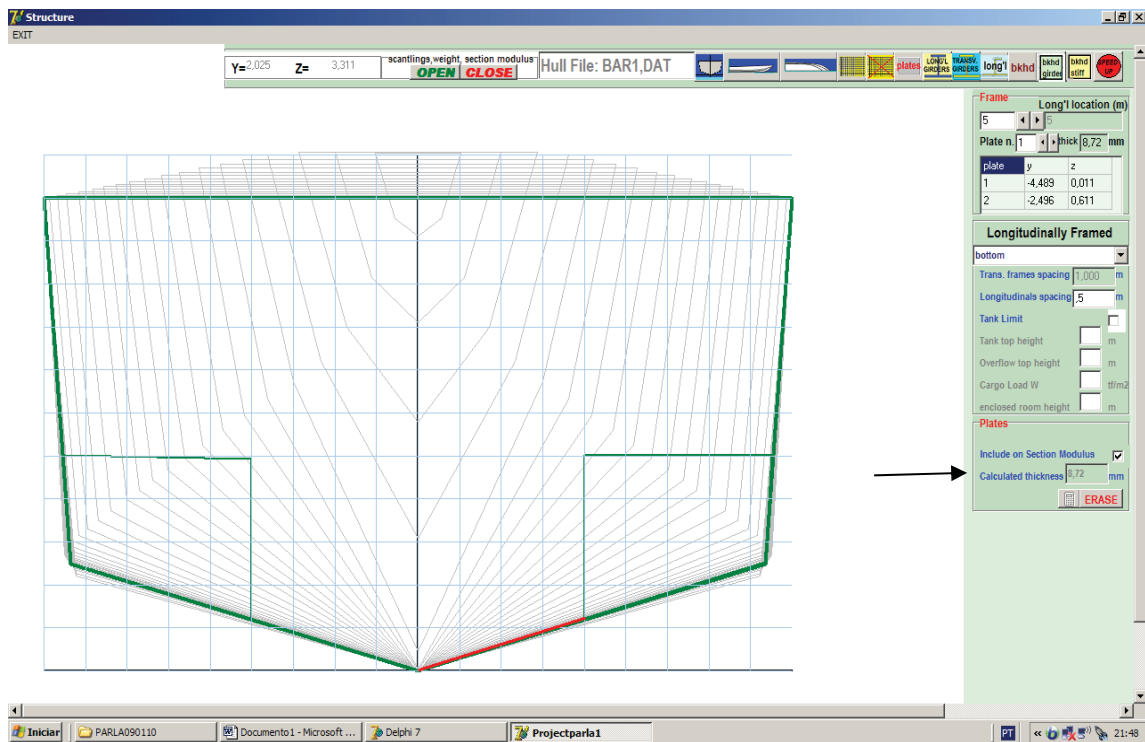


Figura 5.44: Seleção Menu>Project>Structure>Plates - Resultado de cálculo de uma chapa selecionada.

- c. O procedimento de cálculo deverá ser repetido para todas as chapas. Ver figura 5.45.
- d. Para apresentação da tabela com todas as chapas calculadas, o comando “OPEN scantlings and section modulus” deve ser acionado. Ver figura 5.46.

Resultados: As espessuras mínimas requeridas de todas as chapas escolhidas são calculadas e indicadas no lado direito inferior da tela. A qualquer momento uma tabela com todos os dados calculados pode ser aberta através do comando *OPEN*, na linha de comando.

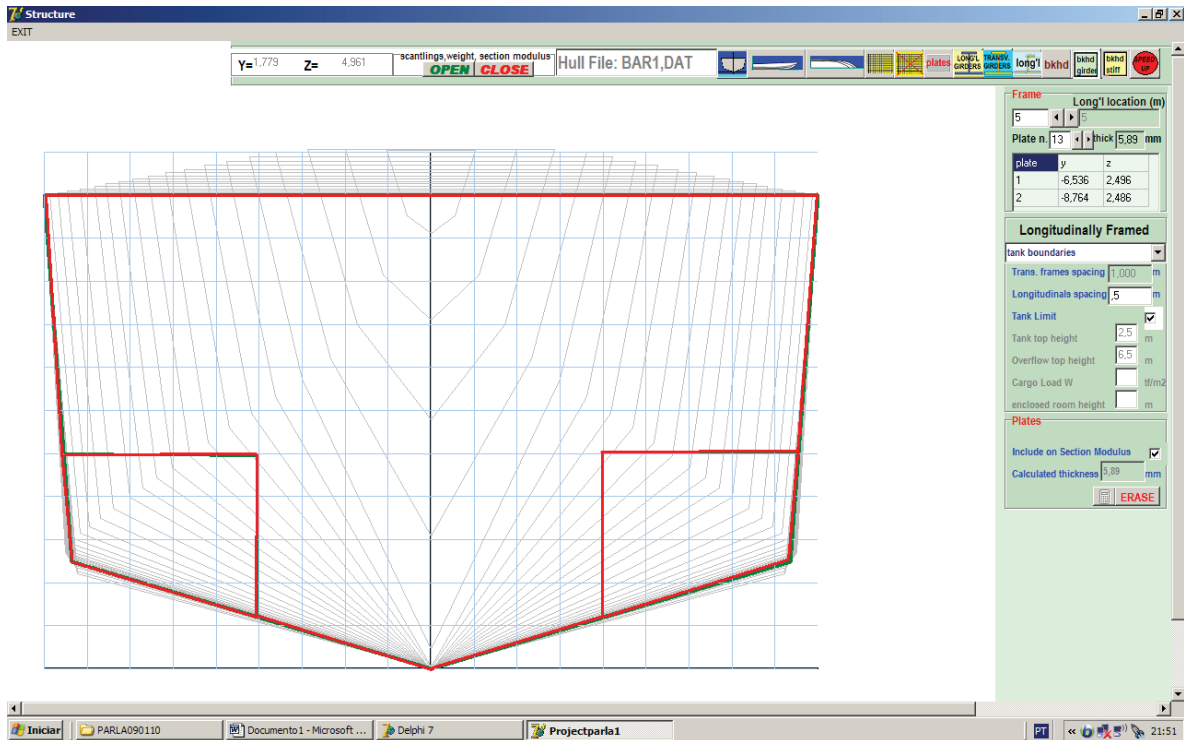


Figura 5.45: Seleção Menu>Project>Structure>Plates- Todas as chapas calculadas.

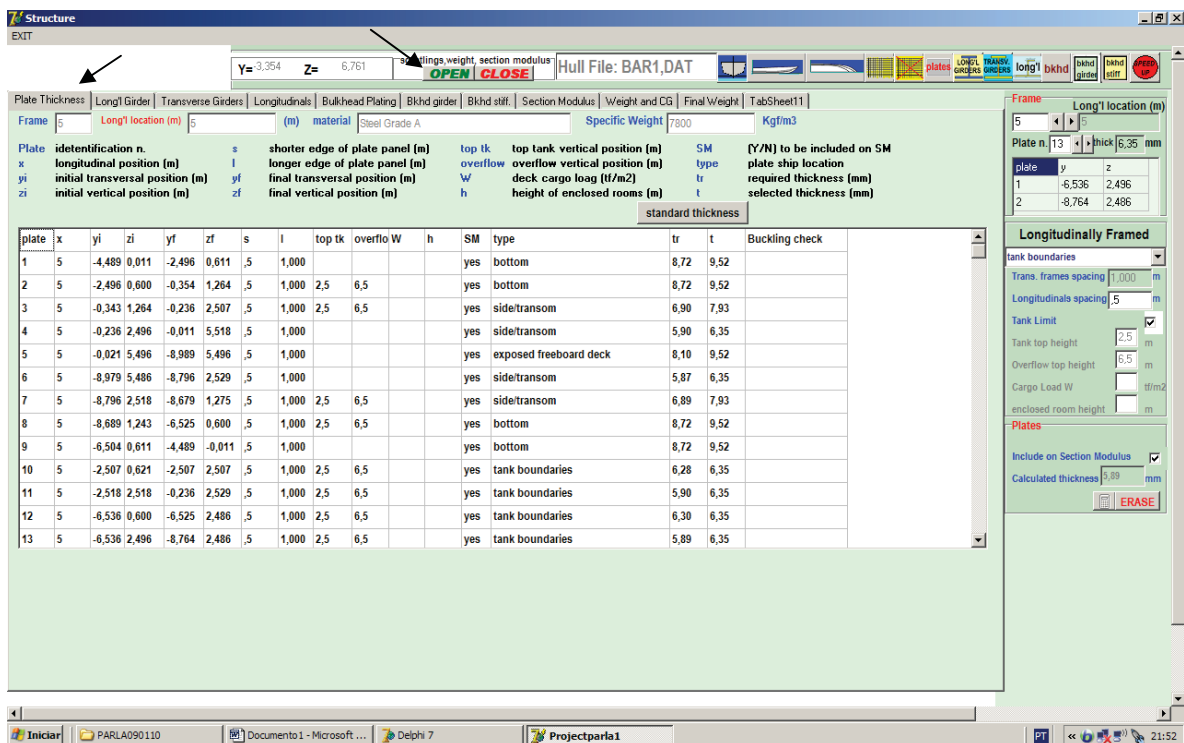


Figura 5.46: Seleção Menu>Project>Structure>Plates>Botão OPEN – apresentação das chapas calculadas em tabela.

O programa calcula o valor mínimo de regra. Para obter a espessura padrão de mercado, deve ser acionado o comando “*Standard thickness*”, Caso esse botão não seja acionado, o valor da espessura da chapa escolhida é igual ao valor calculado

A espessura calculada ou padrão de mercado escolhida é armazenada no programa e será utilizada como espessura de chapa colaborante para os cálculos dos perfilados dos painéis. Portanto, após o cálculo dos perfis, não é aconselhável voltar ao passo anterior para corrigir as chapas.

Correções: Enquanto o botão de cálculo não for acionado, todos os dados fornecidos podem ser corrigidos diretamente na tela. Entretanto após acionar o botão de cálculo, se algum dado estiver errado, basta acionar o botão “*ERASE*”, e os dados referentes à chapa indicada na barra de rolagem serão apagados.

5.6.7.2 Longarinas Gigantes longitudinais

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> *Long'l Girder*

Descrição: Ao acionar o botão “Long'l Girder” na barra de ferramentas à direita o projetista deverá fornecer alguns dados para que o **PARLA** efetue os cálculos desejados. Este comando permitirá o cálculo das vigas gigantes longitudinais, tais como quilhas, escoas e sicordas. Ver figura 5.47.

Entrada de dados: A entrada de dados se dará através de um clique duplo na posição desejada para as longarinas gigantes. Também será necessário informar qual o espaçamento das longarinas e qual o comprimento entre apoios, assim como qual o número da sua chapa colaborante. A chapa colaborante será selecionada através do respectivo botão de rolagem aparecendo na tela destacada. Para evitar erros, **PARLA** sempre avisará o projetista para escolher a chapa colaborante antes de iniciar qualquer cálculo.

Procedimento: A seguinte seqüência deverá ser adotada. Ver figura 5.47.

- Escolher a caverna de cálculo através da barra de rolagem na tabela na parte superior;
- Dar um duplo clique na seção sobre a posição em que a viga será posicionada;

- Informar o vão da viga e a largura do painel que será suportado;
- Informar o n. do painel da chapa colaborante da viga em cálculo. O painel será selecionado através da barra de rolagem, e o mesmo acenderá no local correto quando corretamente selecionado.
- Acionar o botão de cálculo. Este comando apresentará o módulo e inércia requeridos para viga em cálculo.
- Informar os dados da viga no quadro inferior e clique sobre a viga. Se os dados da viga estiverem abaixo dos requeridos, troque os valores da viga e clicar novamente. Repita este passo até encontrar a viga apropriada.
- Quando a viga selecionada atender aos requisitos de módulo e inércia mínimos, clicar no botão *OK*.
- (Atenção! As dimensões selecionadas deverão obedecer às normas internacionais sobre proporções requeridas)
- Após acionado o botão *OK* as longarinas gigantes calculadas serão desenhadas na tela em suas respectivas posições.
- Repetir este processo para todas as longarinas gigantes.

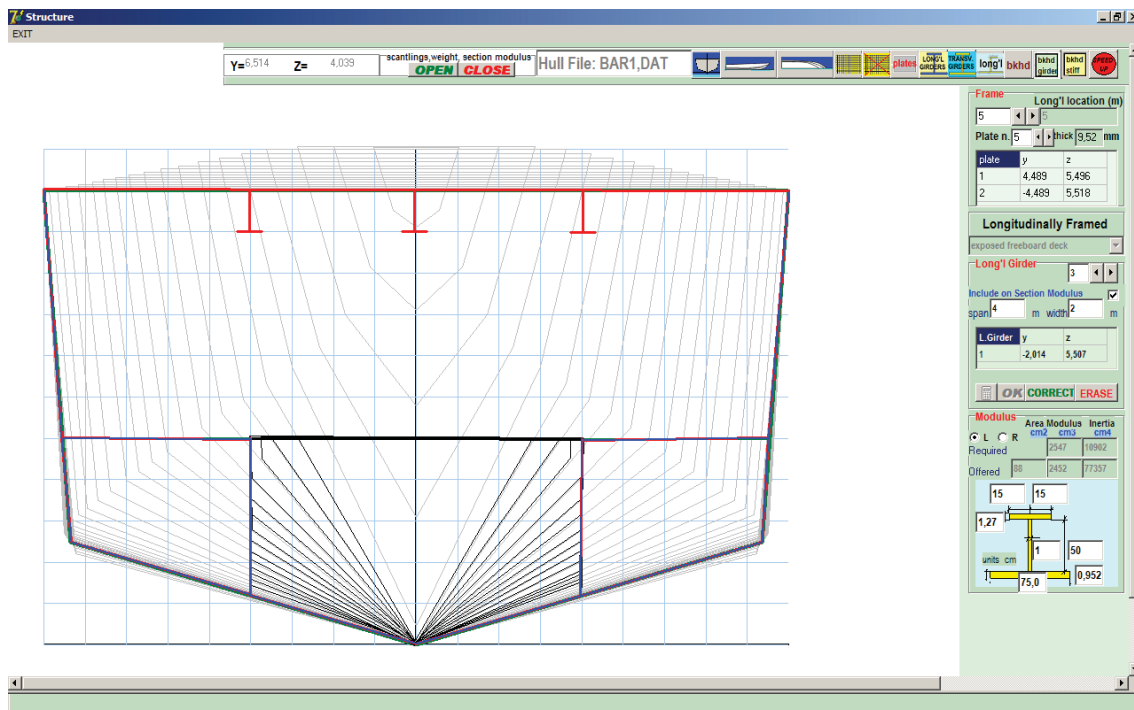


Figura 5.47: Seleção Menu > Project > Structure > Longitudinal Girder – Apresentação de sicordas calculadas.

Resultados: A qualquer momento o quadro com os resultados de cálculo de todas as vigas longitudinais gigantes pode ser aberto através do botão “OPEN” e pasta “Long’l Girder” Ver figura 5.48.

Correções: Se houver algum erro na entrada de dados, antes de acionar calcular, os dados podem ser corrigidos diretamente nos respectivos quadros. Após o acionamento do botão de cálculo, somente acionando o botão “ERASE” para apagar a viga com erro.

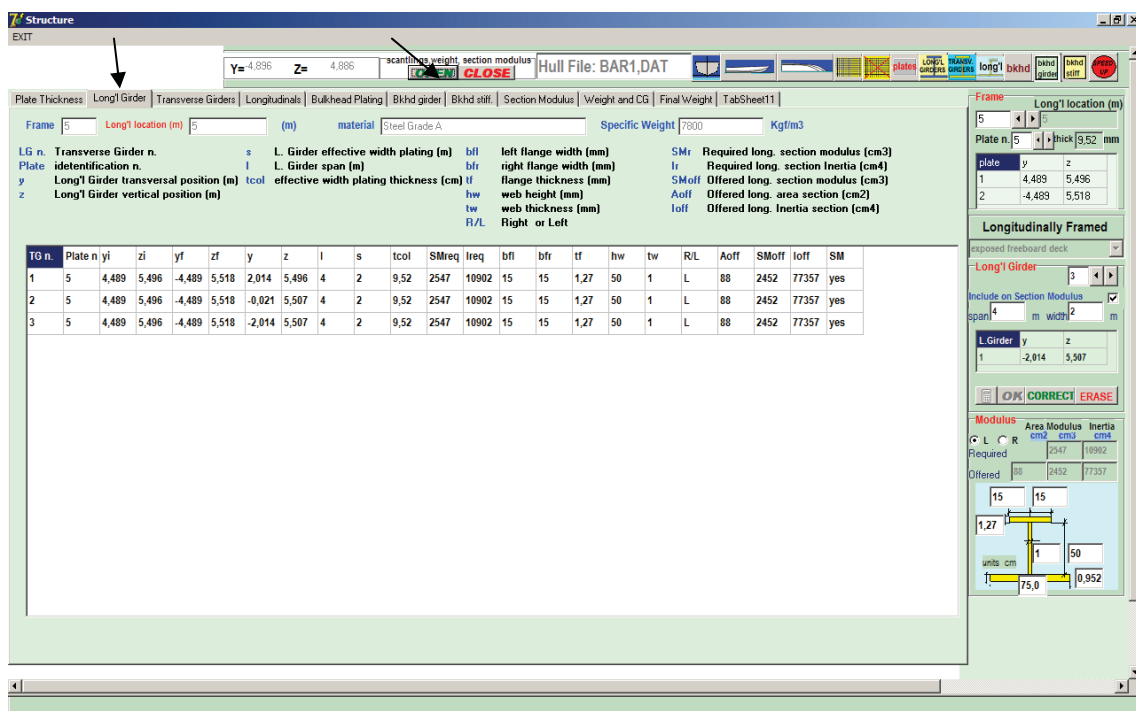


Figura 5.48: Seleção Menu>Project>Structure>Longitudinal Girder>OPEN – Apresentação de tabela das sicordas calculadas.

5.6.7.3 Transversais Gigantes

Sintaxe:

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> Transverse Girder

Descrição: Ao acionar o botão “Transverse Girder” na barra de ferramentas, o projetista deverá informar ao **PARLA** os dados necessários para permitir o cálculo de vigas transversais gigantes.

Entrada de dados: A entrada de dados se dará através de um clique duplo nas extremidades da transversal. Também será necessário informar qual o número da sua chapa colaborante. A chapa colaborante será selecionada através do respectivo botão de rolagem aparecendo na tela destacada. Para evitar erros, **PARLA** sempre avisará o projetista para escolher a chapa antes de iniciar qualquer cálculo.

Procedimento: Adotar a seguinte seqüência. Ver figuras 5.49 e 5.50.

- Escolher a caverna através da barra de rolagem na parte superior da tabela
- Dar um duplo clique sobre os pontos inicial e final da viga transversal a ser calculada
- Informar o número do painel da chapa colaborante para a viga em cálculo. O painel será selecionado através da barra de rolagem, e o mesmo acenderá no local correto quando corretamente selecionado.
- Acionar o botão de cálculo. Este comando apresentará o módulo e inércia requeridos para viga em cálculo.
- Informar os dados da viga no quadro inferior e dar um clique sobre a viga. Se os dados da viga estiverem abaixo dos requeridos, troque os valores e clique novamente. Repita este passo até encontrar a viga apropriada, com módulo e inércia oferecidos superiores
- Quando a viga selecionada atender aos requisitos de módulo e inércia mínimos, o botão *OK* deverá ser acionado.
- Após acionado o botão *OK*, notar que a transversal calculada será desenhada na tela.
- Este processo deverá ser repetido para todas as transversais.

Resultados: A qualquer momento o quadro com os resultados de cálculo de todas as vigas transversais pode ser aberto através do botão "*OPEN*" e pasta "*Transversal Girder*". Ver figura 5.51.

Correções: Se algum dado foi fornecido erroneamente, o mesmo pode ser corrigido na respectiva tabela caso o botão de cálculo não tiver sido acionado. Caso contrário o botão "*ERASE*" deve ser acionado para apagar a viga em questão.

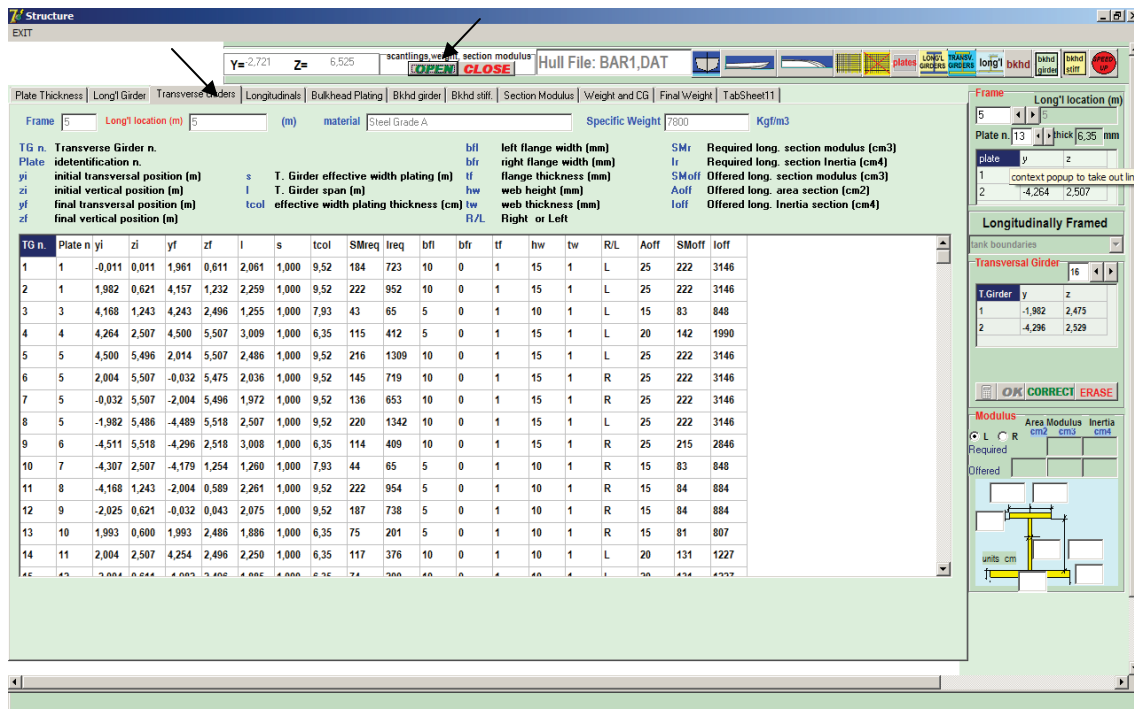


Figura 5.51: Seleção Menu>Project>Structure>Trasnsversal Girder>OPEN – Apresentação da tabela das trasnsversais calculadas.

5.6.7.4 Longitudinais comuns

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> Long'l

Descrição: Ao acionar o botão “Long'l” na barra de ferramentas à direita, o quadro apresentará alguns dados que devem ser informados ao **PARLA**. Este comando permitirá o cálculo das vigas longitudinais comuns, necessárias para estabilizar os painéis.

Entrada de dados: A entrada de dados se dará através de um clique duplo nas extremidades da transversal. Também será necessário informar qual o número da sua chapa colaborante. A chapa colaborante será selecionada através do respectivo botão de rolagem, e ao ser selecionada, a mesma aparecerá na tela destacada. Para evitar erros, **PARLA** sempre abre uma caixa de diálogo informado ao projetista que deve escolher a chapa colaborante antes de iniciar qualquer cálculo.

Procedimento: A seguinte seqüência deverá ser adotada. Ver figura 5.52

- Escolher a caverna através da barra de rolagem na tabela na parte superior.

- Dar um duplo clique sobre os pontos inicial e final do chapeamento que receberá as longitudinais.
- Informar o n. do painel da chapa colaborante das longitudinais em cálculo. O painel será selecionado através da barra de rolagem, e o mesmo acenderá no local correto quando corretamente selecionado.
- Informar a posição da primeira longitudinal a partir do início do painel, ou primeira coordenada fornecida.
- Acionar o botão de cálculo. Este comando apresentará o módulo e inércia requeridos para as longitudinais em cálculo. **PARLA** tomará o módulo mais alto das longitudinais para efeito de dimensionamento e seleção.
- Informar os dados dimensionais da longitudinal no quadro inferior e clique com o botão esquerdo do *mouse* sobre o quadro. Se os dados da viga estiverem abaixo dos requeridos, troque os valores da viga e clique novamente. Repita este passo até encontrar a viga apropriada.
- Quando a viga selecionada atender aos requisitos de módulo e inércia mínimo requeridos, clicar no botão OK.

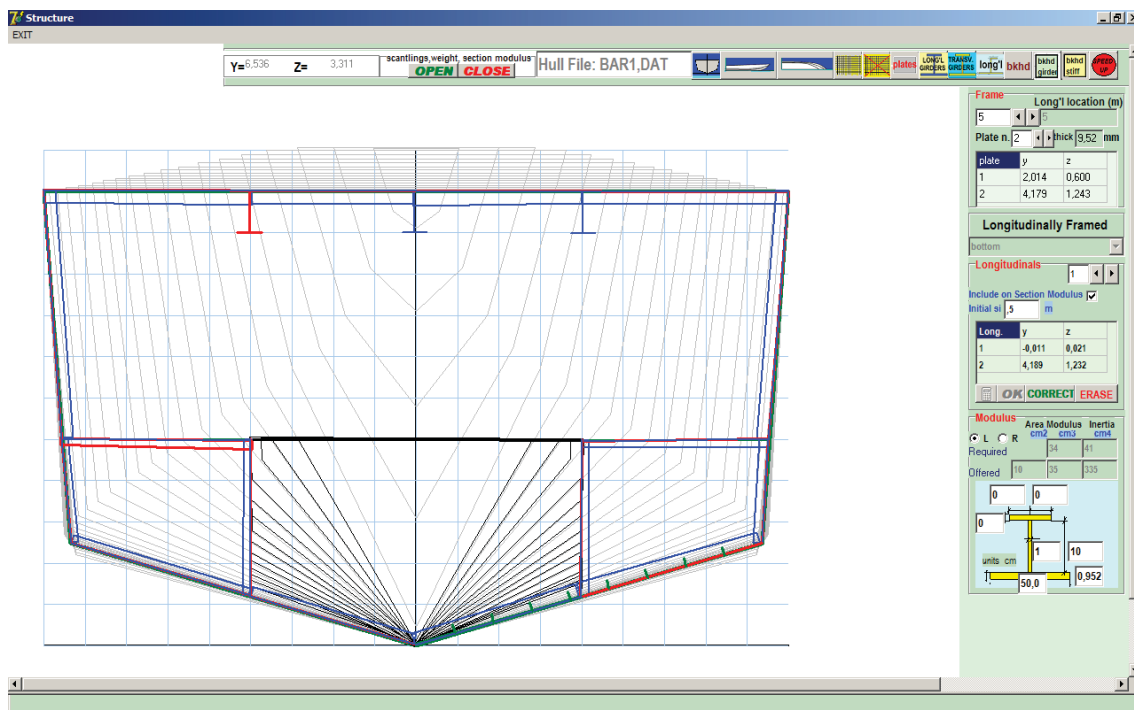


Figura 5.52: Seleção Menu>Project>Structure>Long'l>Cálculo de Longitudinais.

- Os passos acima devem ser repetidos para todas as chapas que tiverem estrutura longitudinal. Ver figura 5.53

Resultados: A qualquer momento o quadro com os resultados de cálculo de todas as longitudinais pode ser aberto através do botão “OPEN” e pasta “Longitudinals”. Ver figura 5.54.

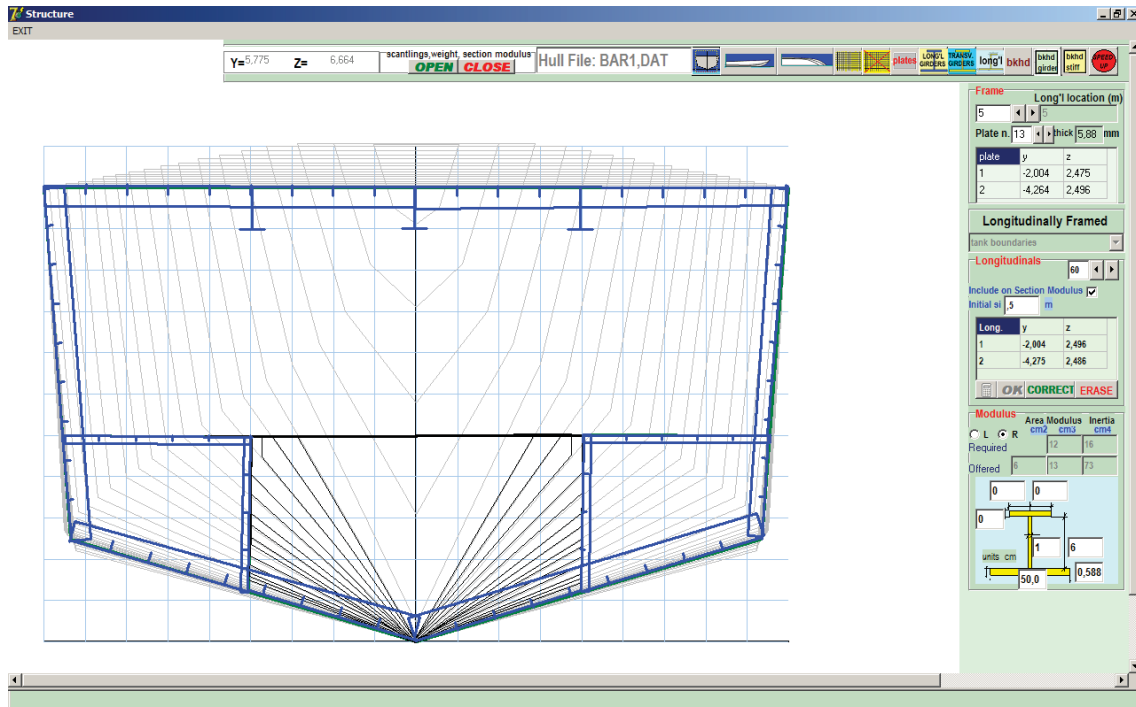


Figura 5.53: Seleção Menu>Project>Structure>Long'l>Apresentação de todos os longitudinais calculados.

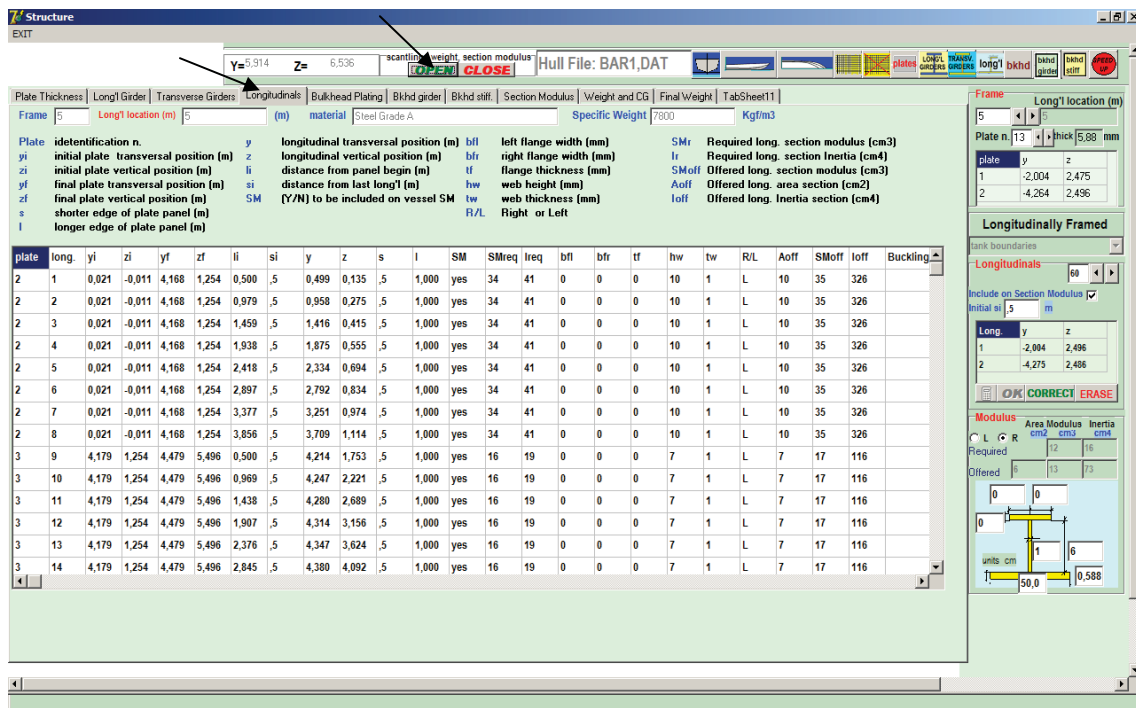


Figura 5.54: Seleção Menu>Project>Structure>Long'l>Apresentação de tabela com todos os Longitudinais calculados.

Correções: Se houve erros na entrada de dados, antes de acionar o botão de cálculo, os dados podem ser alterados nas próprias tabelas. Após acionar o botão de cálculo, os dados podem ser apagados através do botão “ERASE”.

5.6.7.5 Cálculo do Peso e Centro de uma caverna típica

Menu:> *Structure*

Barra de Ferramentas:> *OPEN*

Pasta:> “*Weight and CG*”

Descrição: Ao abrir a pasta “*Weight and CG*”, o botão “calcular” deve ser acionado. **PARLA** efetuará os cálculos de uma seção, considerando um comprimento igual meio espaçamento à esquerda e meio espaçamento à direita da caverna considerada. Todos os pesos dos elementos estruturais calculados da referida caverna serão considerados. Com apenas uma única caverna calculada, de preferência a meia nau, **PARLA** já pode fornecer uma estimativa de Peso e CG. Caso um maior o número de cavernas sejam calculadas, maior será a precisão do Peso e Centro calculados.

As cavernas que não tiverem sua estrutura calculada terão seus pesos proporcionais aos seus *Girths*, suas posições transversais proporcionais às bocas e posições verticais proporcionais aos pontais da referida caverna.

5.6.7.6 Cálculo do chapeamento de anteparas

Menu: >*Structure*

Barra de Ferramentas:>*Bulkheads*

Descrição: Ao acionar o botão “*BKHD*” na barra de ferramentas, o projetista deverá informar ao **PARLA** os dados necessários para permitir os cálculos do chapeamento das anteparas.

Procedimento: A seguinte seqüência deve ser adotada. Ver figura 5.55

- Escolher a caverna através da barra de rolagem na tabela na parte superior em que foi posicionada a antepara,

- Dar um duplo clique sobre os pontos limites da antepara em estudo, sendo que o último ponto deve coincidir com o ponto inicial de modo a fechar os limites da figura geométrica.
- O número de figuras geométricas desenhadas dentro de uma mesma antepara fica a cargo do projetista. Cada figura geométrica poderá ter espessuras diferentes em função de sua função ou da altura manométrica do ponto mais baixo. Esta ferramenta permite ao projetista definir até mesmo pequenos painéis de anteparas dentro de uma mesma caverna.
- Definir um espaçamento de gigantes transversais e um espaçamento para prumos verticais. Se não houver gigante transversal, atribuir um valor maior que a altura do tanque. Este valor definirá a proporção geométrica do painel.
- Definir a altura topo do tanque e a altura da parte superior do suspiro em relação a referência vertical adotada.
- Acionar o botão calcular para obter a espessura de cada figura geométrica criada. Portanto para uma mesma caverna poderemos ter vários painéis ou várias fiadas com espessuras diferentes.

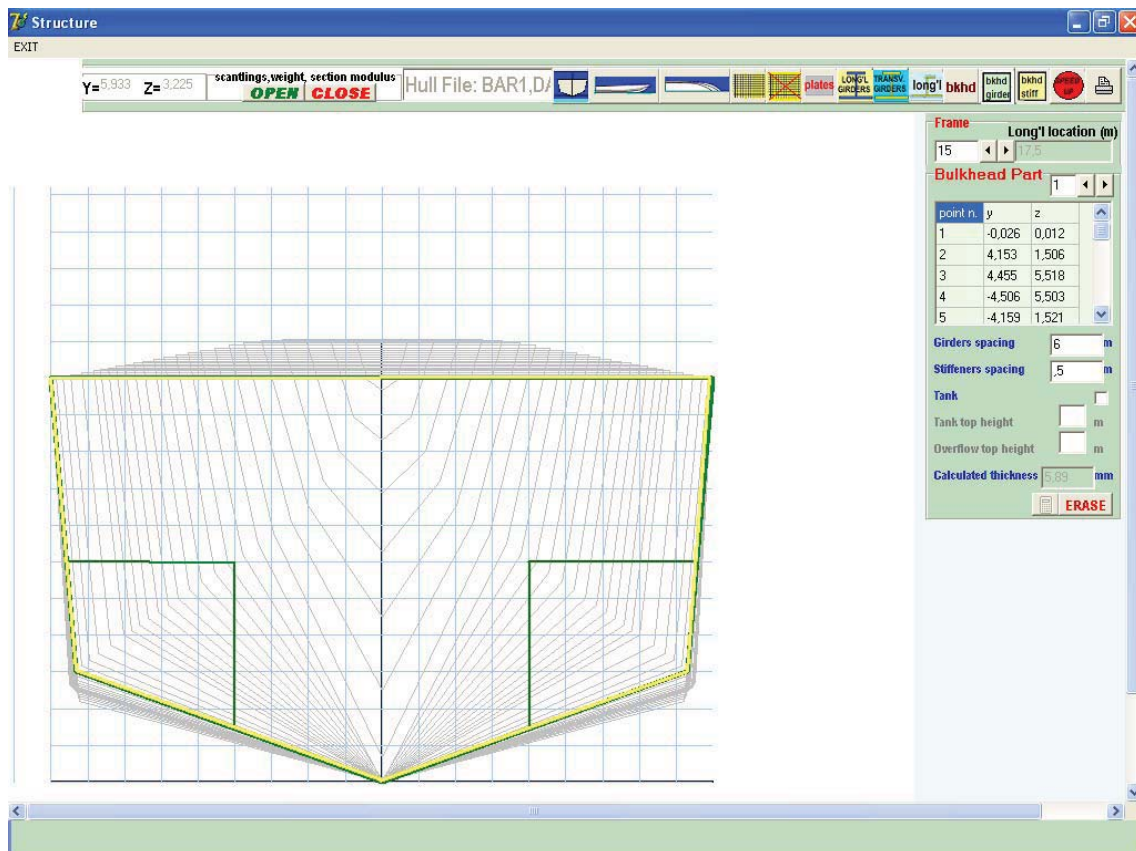


Figura 5.55: Seleção Menu>Project>Structure>Bkhd>Cálculo de Anteparas.

Resultados: A qualquer momento através do botão *OPEN* o projetista poderá obter os valores calculados.

Correções: Se algum ponto foi fornecido erroneamente e o botão calcular não tiver sido acionado, basta clicar sobre a tabela a direita com o botão direito do *mouse* e o mesmo será retirado. Os demais valores fornecidos também podem ser modificados, Entretanto, após o acionamento do botão de cálculo, se houver necessidade de correções adicionais, o botão "*ERASE*" deve ser acionado.

5.6.7.7 Cálculo de Vigas Gigantes em anteparas

Menu: >*Structure*

Barra de Ferramentas:> *Bulkhead Girders*

Descrição: Ao acionar o botão "*BKHD GIRDER*" na barra de ferramentas, o projetista deverá informar ao **PARLA** os dados necessários para permitir os cálculos dos gigantes transversais das anteparas.

Procedimento: A seguinte seqüência deverá ser adotada. Ver figura 5.56.

- Escolher a caverna através da barra de rolagem na tabela na parte superior em que foi posicionada a antepara.
- Dar um duplo clique sobre os pontos inicial e final da viga gigante,
- Definir um espaçamento de gigantes transversais,
- Selecione o número da "*bulkhead part*", ou seja, selecione uma das figuras geométricas da antepara que foram dadas para cálculo, onde a viga gigante será posicionada.
- Quando todos os dados já tiverem sido fornecidos, clique no botão calcular para obter o módulo e inércia requeridos,
- Selecione as dimensões da viga para satisfazer os módulos e inércias requeridos,
- Após tudo fornecido, viga selecionada, acionar o botão "OK",
- Os passos acima deverão ser repetidos para todas as vigas gigantes que houverem no projeto.

Resultados: A qualquer momento através do botão *OPEN*, o projetista poderá obter os valores calculados.

Correções: Se algum ponto foi fornecido erroneamente e o botão calcular não tiver sido acionado, basta clicar sobre a tabela a direita com o botão direito do *mouse* e o mesmo será retirado. Os demais valores fornecidos também podem ser modificados. Entretanto, após o acionamento do botão de cálculo, se houver necessidade de correções adicionais, o botão “*ERASE*” deve ser acionado.

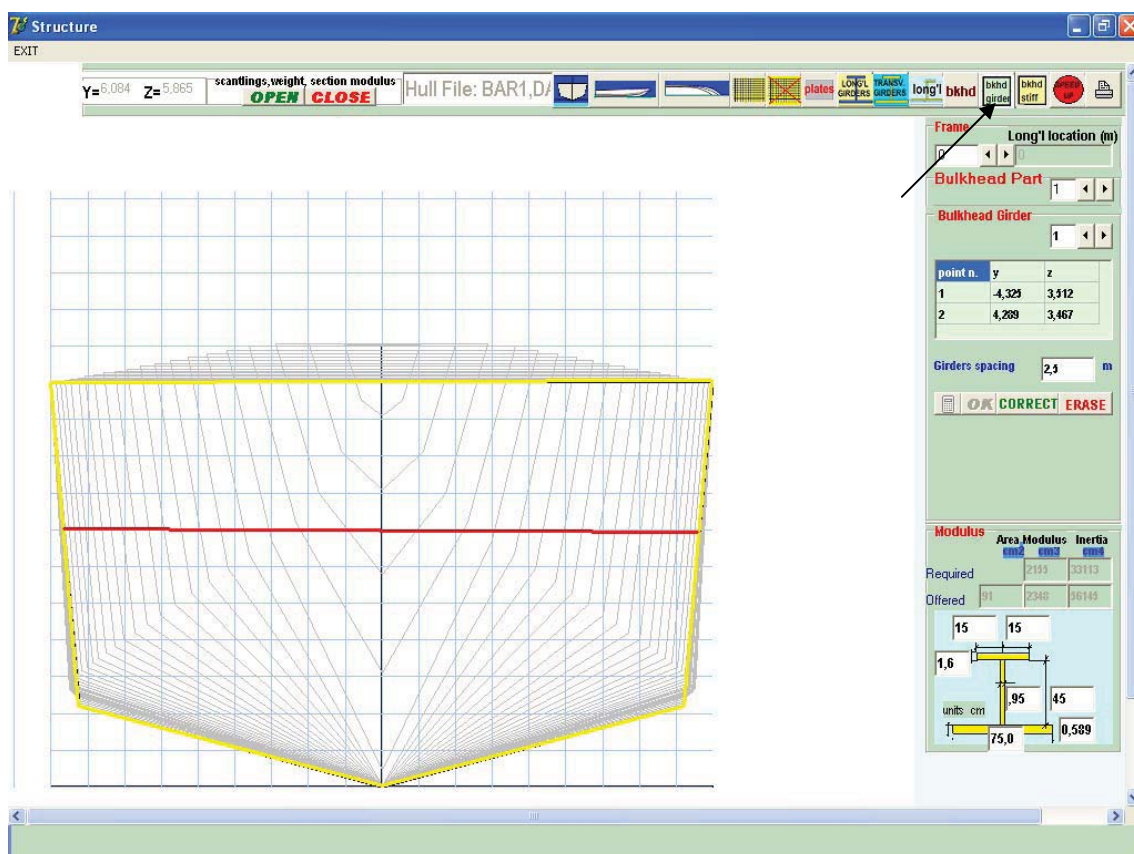


Figura 5.56: Seleção Menu>Project>Structure>Bkhd Girder>Cálculo de reforço gigante de Anteparas.

5.6.7.8 Cálculo de reforços comuns em anteparas

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> Bulkhead Stiffeners

Descrição: Ao acionar o botão “*bkhd stif*” na barra de ferramentas, o projetista deverá informar ao **PARLA** os dados necessários para permitir os cálculos dos reforços comuns das anteparas.

Procedimento: Adote a seguinte seqüência. Ver figura 5.57.

- Selecionar a caverna de cálculo. Esta caverna deve possuir uma antepara com espessura previamente calculada.
- Dar um duplo clique sobre os pontos limites da antepara, formando uma figura geométrica, delimitando o espaço onde serão posicionados os reforços comuns ou prumos. O último ponto deve coincidir com o ponto inicial de modo a fechar os limites da figura geométrica, e o primeiro ponto deve coincidir com a posição do primeiro prumo,
- Confirmar o espaçamento de prumos na tabela ao lado,
- Selecionar o número da “*bulkhead part*”, ou parte da antepara em que estarão posicionados os prumos. Se os prumos estiverem sobre duas “*bulkheads parts*”.
- Após a entrada de todos os dados necessários solicitados no quadro a direita ao lado, acionar o botão calcular para obter o módulo e inércia requeridos,
- Selecionar as dimensões dos reforços para satisfazer os módulos e inércia requeridos,
- Quando todos os dados tiverem sido fornecidos e a viga tiver sido selecionada, o botão “OK” deverá ser acionado,
- Repetir os passos acima para todos os perímetros desejados para posicionamento de prumos.

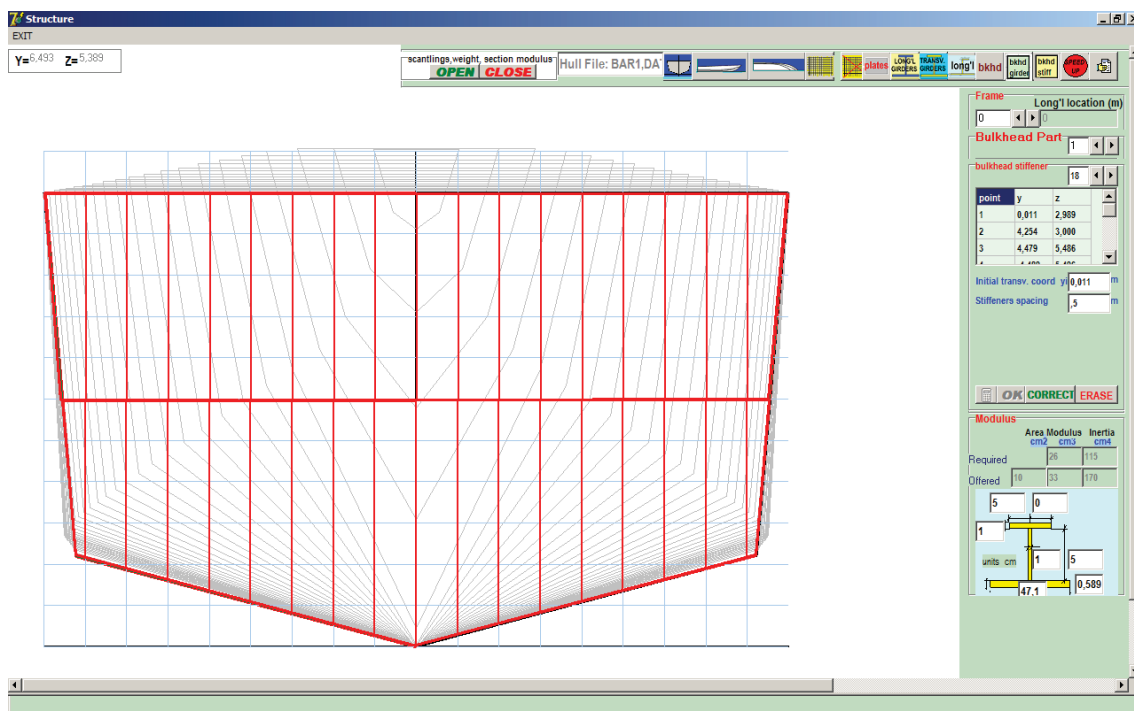


Figura 5.57: Seleção Menu>Project>Structure>Bkhd Stif>Cálculo de prumos de Anteparas.

Resultados: A qualquer momento através do botão *OPEN*, o projetista poderá obter os valores calculados.

Correções: Se algum ponto foi fornecido erroneamente e o botão calcular não tiver sido acionado, basta clicar sobre a tabela a direita com o botão direito do *mouse* e o mesmo será retirado. Os demais valores fornecidos também podem ser modificados. Entretanto, após o acionamento do botão de cálculo, se houver necessidade de correções adicionais, o botão "*ERASE*" deve ser acionado.

5.6.7.9 Cálculo de Peso e Centro de uma antepara

Menu: >*Structure*

Barra de Ferramentas:> *OPEN*

Pasta:> *Bulkhead Weight*

Descrição: Ao abrir a pasta *Bulkhead Weight*, o botão de cálculo deve ser acionado, para permitir o cálculo do peso e centro da antepara selecionada.

Notar que as demais anteparas, não calculadas, conservativamente terão seus pesos e centros proporcionais a área da antepara mais pesada definida estruturalmente.

5.6.7.10 Cálculo do Módulo de Seção

Sintaxe:

Menu: >*Structure*

Barra de Ferramentas:> *OPEN*

Pasta:> *Section Modulus*

Descrição: Ao abrir a pasta *Section Modulus* o botão de cálculo deve ser acionado, para o cálculo da seção previamente dimensionada estruturalmente.

PARLA tomará como base todas as estruturas calculadas e assinaladas como incluídas no módulo de seção da viga navio, tais como, chapeamentos, longarinas gigantes, longarinas comuns, anteparas longitudinais, duplo fundo, etc.

Procedimento: Adote a seguinte seqüência. Ver figura 5.58.

- Após calcular qualquer seção acione o botão "*OPEN*",
- Selecione a pasta "*Section Modulus*",
- Acione o botão de cálculo

Resultados: Os valores de Módulo e Inércia assim como o Momento total em tosamento e alquebramento da seção em estudo serão indicados na parte superior do quadro. Ver figura 5.58..

Correções: Quando forem acrescentados, eliminados ou corrigidos, bastará voltar à pasta de módulo de seção e acionar o botão de cálculo. Todos os cálculos serão revistos e os valores atualizados serão indicados na referida tabela.

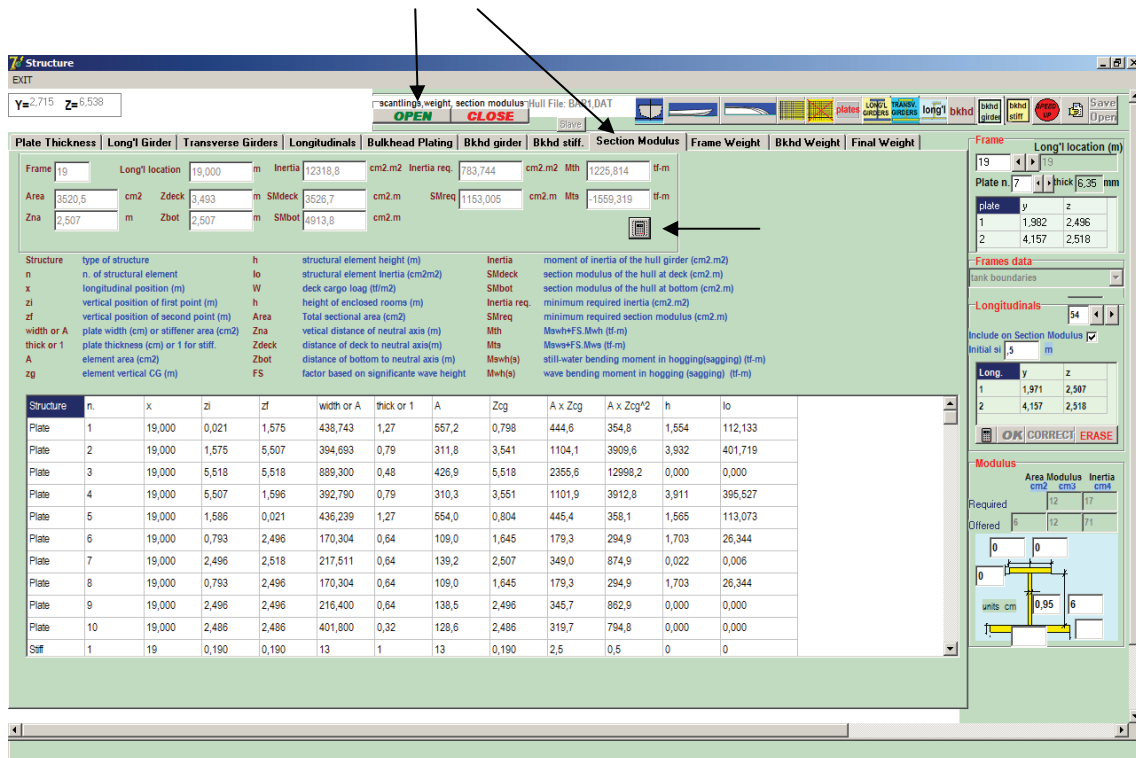


Figura 5.58: Seleção Menu>Structure>OPEN>Section Modulus

5.6.7.11 Cálculo de Peso e Centro final

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> OPEN

Pasta:> Final Weight

Descrição: Ao abrir a pasta *Final Weight*, o botão de cálculo deve ser acionado. O programa calcula o peso estrutural estimado total do barco.

PARLA tomará como base os pesos das anteparas e cavernas calculadas, sendo que os pesos das demais cavernas e demais anteparas serão obtidos conforme já explicado anteriormente, ou seja, as anteparas não calculadas terão seus pesos

proporcionais à área da antepara calculada mais pesada, e as cavernas não calculadas terão seus pesos proporcionais aos Girths das cavernas calculadas.

Procedimento: A seguinte seqüência de comandos deve ser adotada. Ver figura 5.59.

- Após calcular no mínimo uma seção e no mínimo uma antepara, o botão “OPEN” deve ser acionado,
- Abrir a pasta “Final Weight”,
- E acionar o botão de cálculo.

Resultados: Os valores do peso final estimado da embarcação será apresentado na parte superior do quadro. Ver figura 5.59.

Correções: Quando elementos estruturais forem acrescentados, eliminados ou corrigidos, bastará voltar à pasta de “Final Weight” e acionar o botão de cálculo. Todos os cálculos serão revistos e os valores atualizados serão indicados na referida tabela.

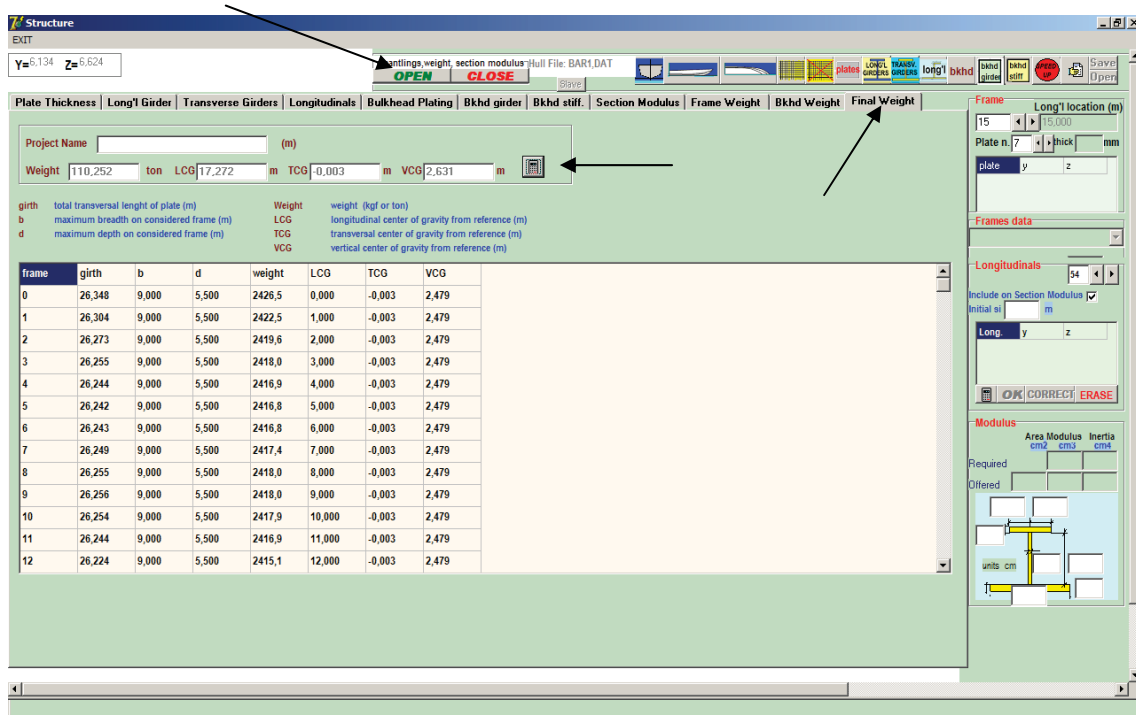


Figura 5.59: Seleção Menu>Structure>OPEN>Final Weight

5.6.7.12 Relatório de Resultados

Menu: >Structure

Barra de Ferramentas:> Report Generator

Descrição: Ao acionar o botão “*Report Generator*”, o **PARLA** vai apresentar uma relação de itens que podem ser selecionados para gerar o relatório final de cálculo. Como “*default*”, **PARLA** estará com todos os itens acionados. Ver figura 5.60.

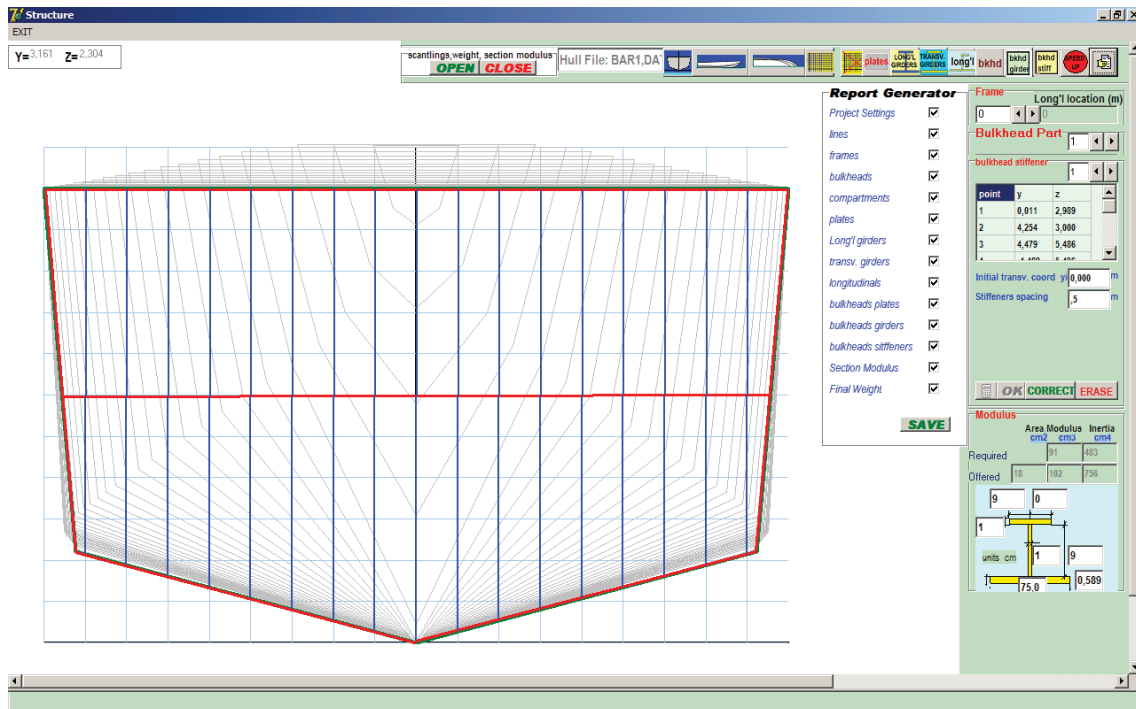


Figura 5.60: Seleção Menu>Project>Structure>Report Generator> Seleção dos itens calculados para impressão.

Resultados: O relatório será gerado em fomato .txt, portanto o projetista poderá facilmente organizar o relatório da melhor forma que lhe convier. Ver figura 5.61

O quadro *Report Generator* é obtido acionando-se o botão *Report Generator*. Para retirar esse quadro, basta acionar novamente o mesmo botão.

Exemplo do relatório a ser fornecido:

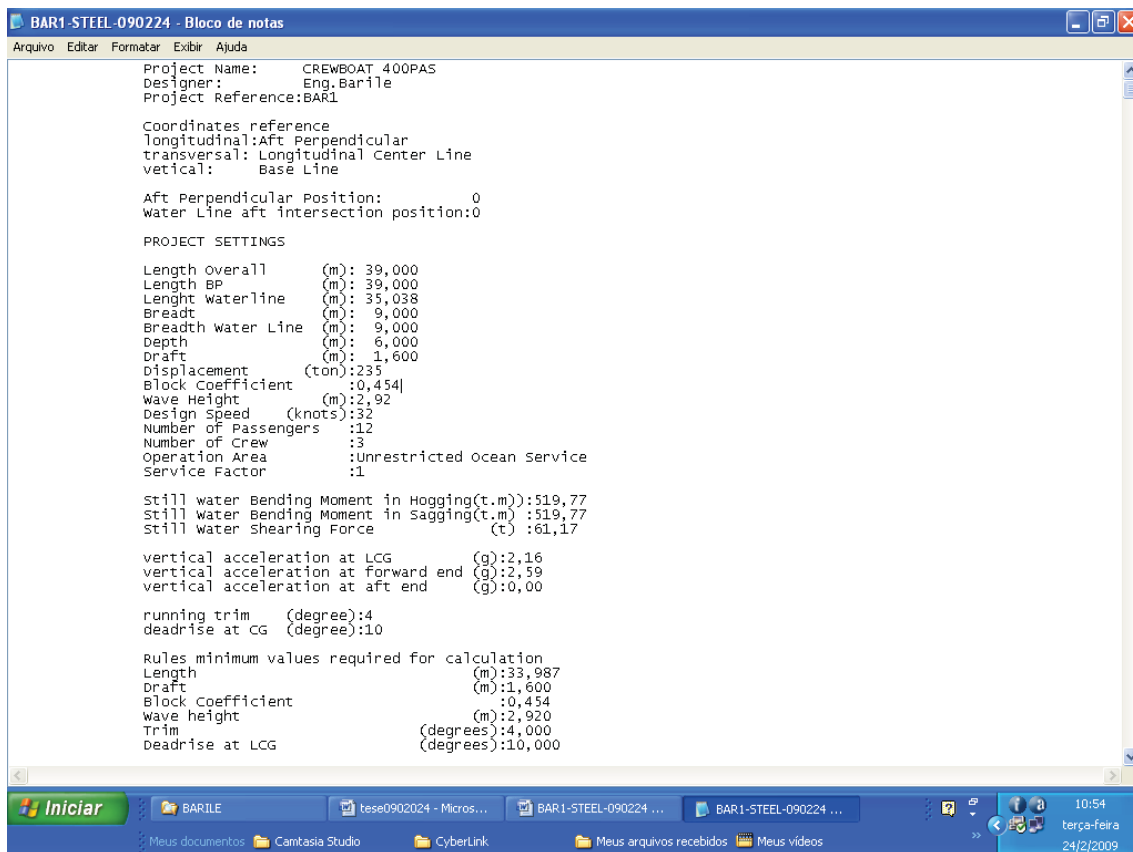


Figura 5.61 – Exemplo do relatório a ser impresso.

6. Exemplos de Aplicação

6.1 Descrição dos barcos analisados

A presente dissertação analisou três barcos conforme relacionados a seguir:

6.1.1 Barco de 400 passageiros em aço

O arquivo utilizado para importar as formas dos cascos foi o arquivo BAR1.SAI

Características principais:

Comprimento total:	39,00m
Boca máxima moldada:	9,00m
Pontal moldado:	6,00m
Calado de projeto:	1,60m
Deslocamento no calado de projeto:	235,00 ton
Velocidade de projeto:	32,00 nós
Navegação:	mar aberto serviço irrestrito
Coefficiente de Bloco:	0,454

Velocidade : 32 nós

Materiais a serem utilizados:

Chapas e Perfilados: Aço ASTM A131 Grau A

6.1.2 Barco de 400 passageiros em alumínio

O arquivo utilizado para importar as formas do casco foi o arquivo BAR1.SAI

Os dados utilizados são os mesmos indicados em 6.1.1, exceto o material utilizado que foi definido da seguinte forma:

Material das chapas : Alumínio 5083 H116 up to 38.0mm
Material dos reforços: Alumínio6061 T6 extrusão

6.1.3 Barco Wolver2 em alumínio

O arquivo utilizado para importar as formas do casco foi o arquivo Wolver2.SAI

Características principais:

Comprimento total : 12,200 m
Boca máxima moldada: 12,200 m
Pontal moldado: 2,150 m
Calado: 0,750 m
Deslocamento: 15 ton
Coeficiente de Bloco: 0,533
Velocidade: 20 nós
Area de operação : Serviço Restrito
Material das chapas : Alumínio 5083 H116 até to 38.0mm
Material dos reforços : Alumínio 5083 H112 extrusão

6.2 Descrição do processo de projeto

Os barcos tiveram a sua geometria do casco importada de um arquivo do tipo ".SAI" (.txt) do programa PHF [3].

Os barcos calculados e selecionados estão dentro dos parâmetros requeridos para cálculo na utilização do **PARLA**.(Referir se ao item 3.1 desta dissertação)

Utilizando as ferramentas apresentadas pelo programa **PARLA**, a seguinte sequência de trabalho foi estabelecida:

- a- Escolha de material para cada barco;
- b- Definição do espaçamento de cavernas;
- c- Posicionamento de anteparas;
- d- Definição da geometria dos compartimentos;
- e- Cálculo da espessura de uma caverna típica;
- f- Cálculo dos elementos longitudinais gigantes;
- g- Cálculo dos elementos transversais;
- h- Cálculo dos elementos longitudinais de estabilização dos painéis;
- i- Cálculo das espessuras das fiadas de chapa de uma antepara típica;
- j- Cálculo dos reforços gigantes da antepara;
- k- Cálculo dos reforços comuns da antepara;
- l- Cálculo do módulo de seção de viga navio;
- m- Cálculo dos momentos fletores e esforços cortantes atuantes;
- n- Revisão quanto à flambagem dos elementos longitudinais;
- o- Cálculo do peso e centro da estrutura da embarcação em estudo.

6.2.1 Resultados Gráficos do Barco de 400 passageiros em aço

A seguir serão apresentados os resultados obtidos do programa **PARLA** para o barco de 400 passageiros em aço que teve a sua geometria do casco importada de um arquivo do tipo ".SAI" (.txt) do programa PHF [3].

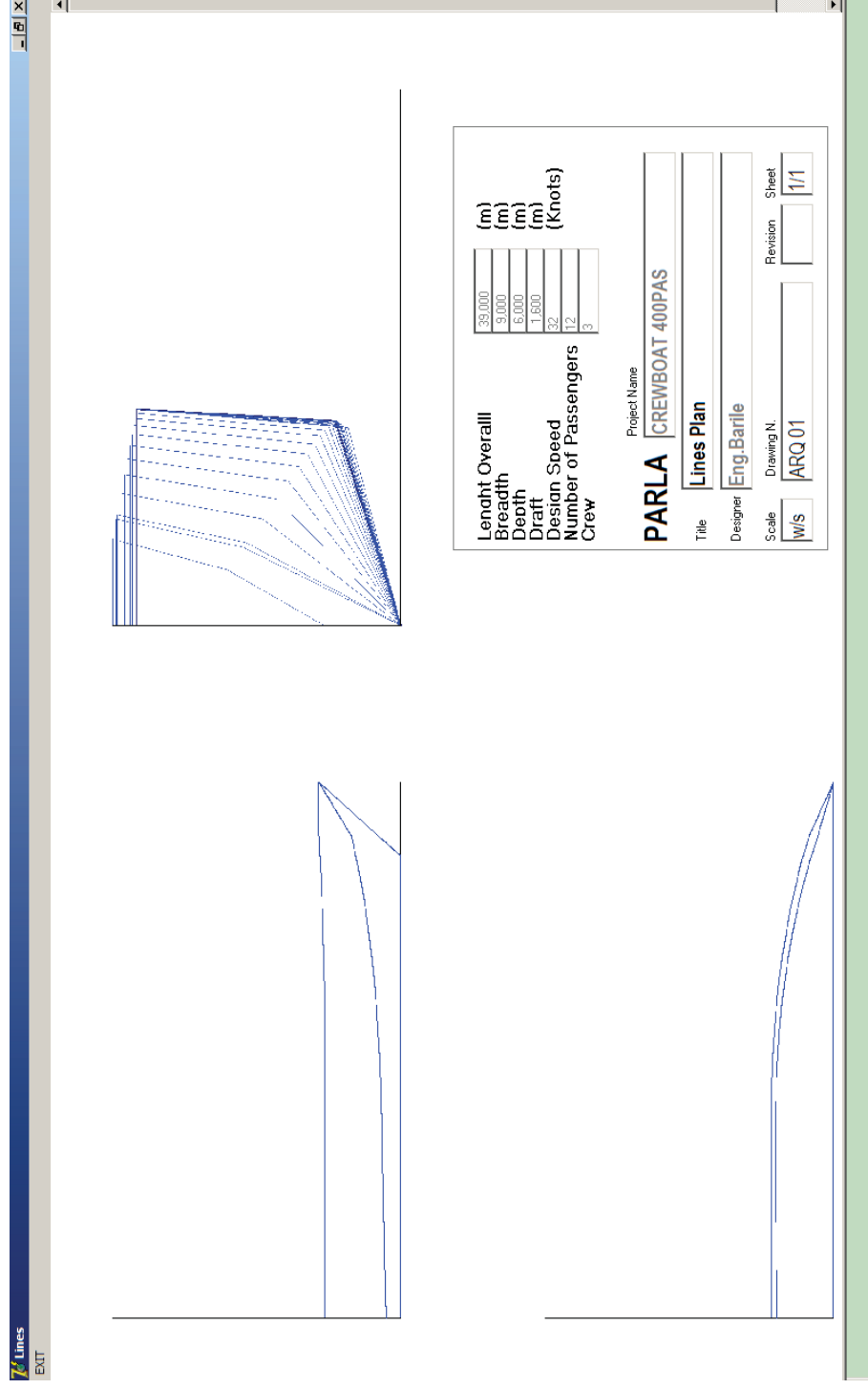


Figura 6.2.1.1: Plano de Linhas.

As anteparas transversais são posicionadas escolhendo-se a caverna e ativando o quadro "BULKHEAD".

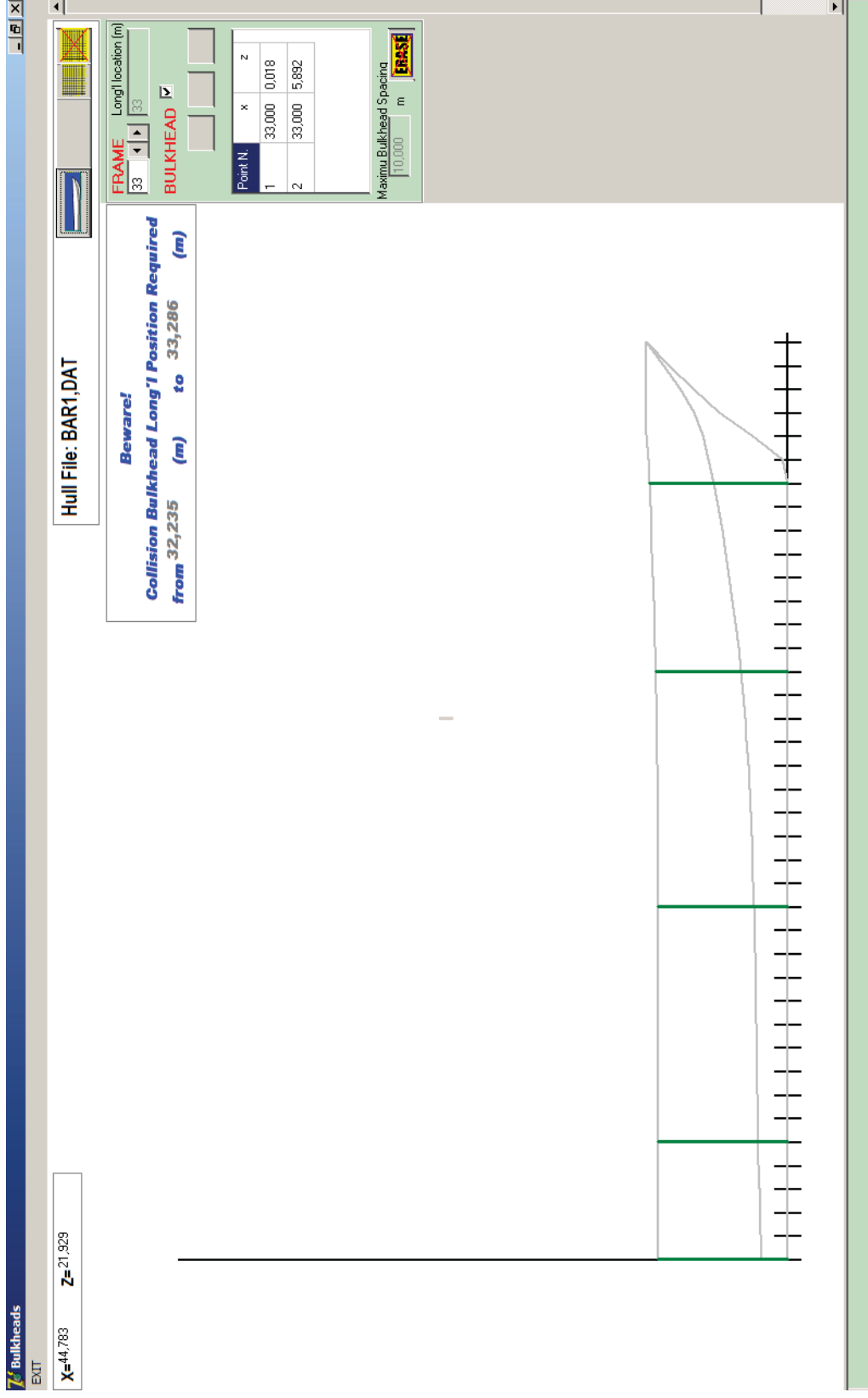


Figura 6.2.1.2: Posicionamento das Anteparas.

Definem-se as regiões das anteparas, calculam-se as espessuras e posteriormente calculam-se os reforços.

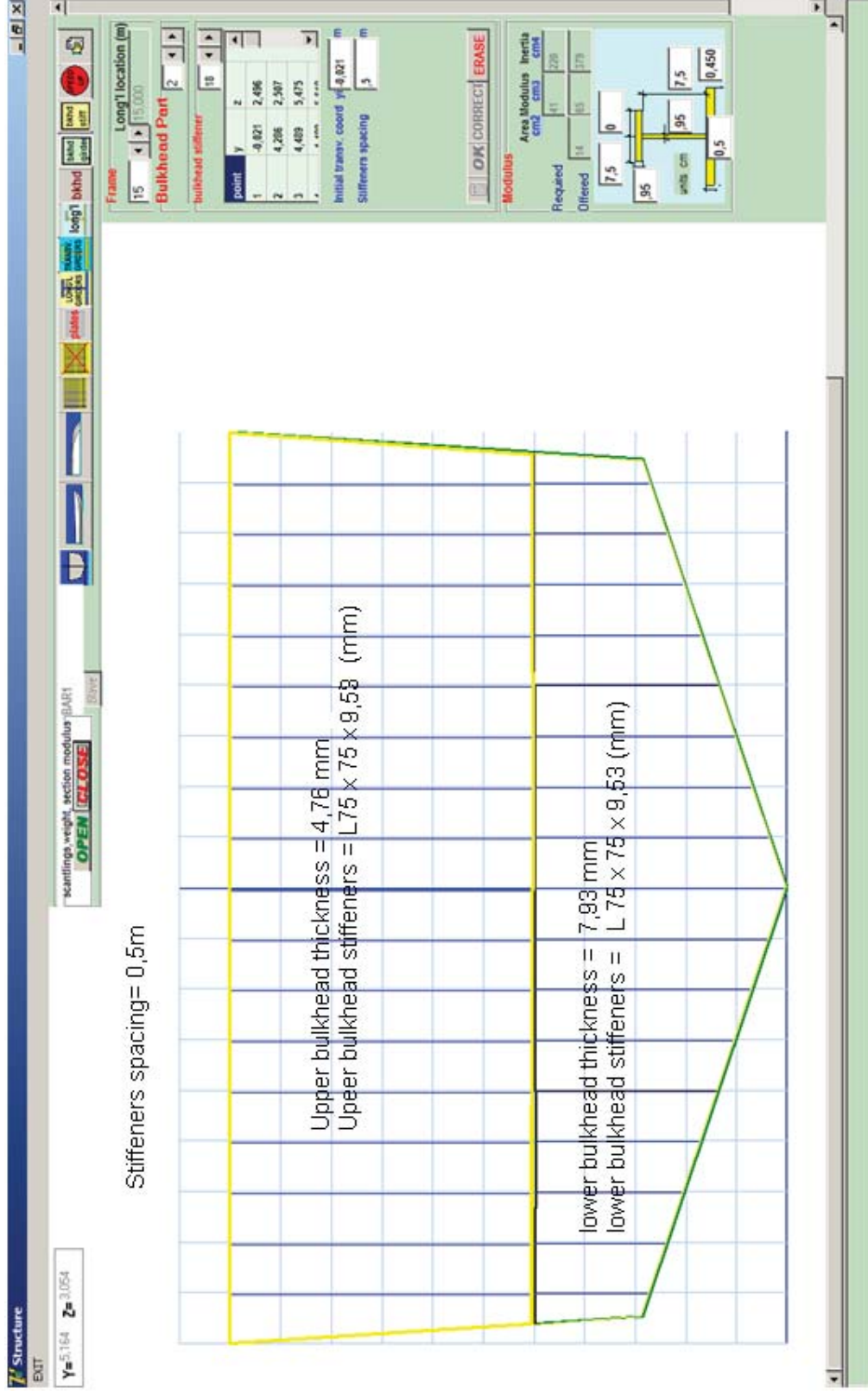


Figura 6.2.1.3: Reforços da Anteparas.

Os cálculos são efetuados na seguinte sequência: primeiro devem ser calculadas as chapas, posteriormente os elementos gigantes longitudinais, depois os transversais e finalmente os elementos longitudinais comuns.

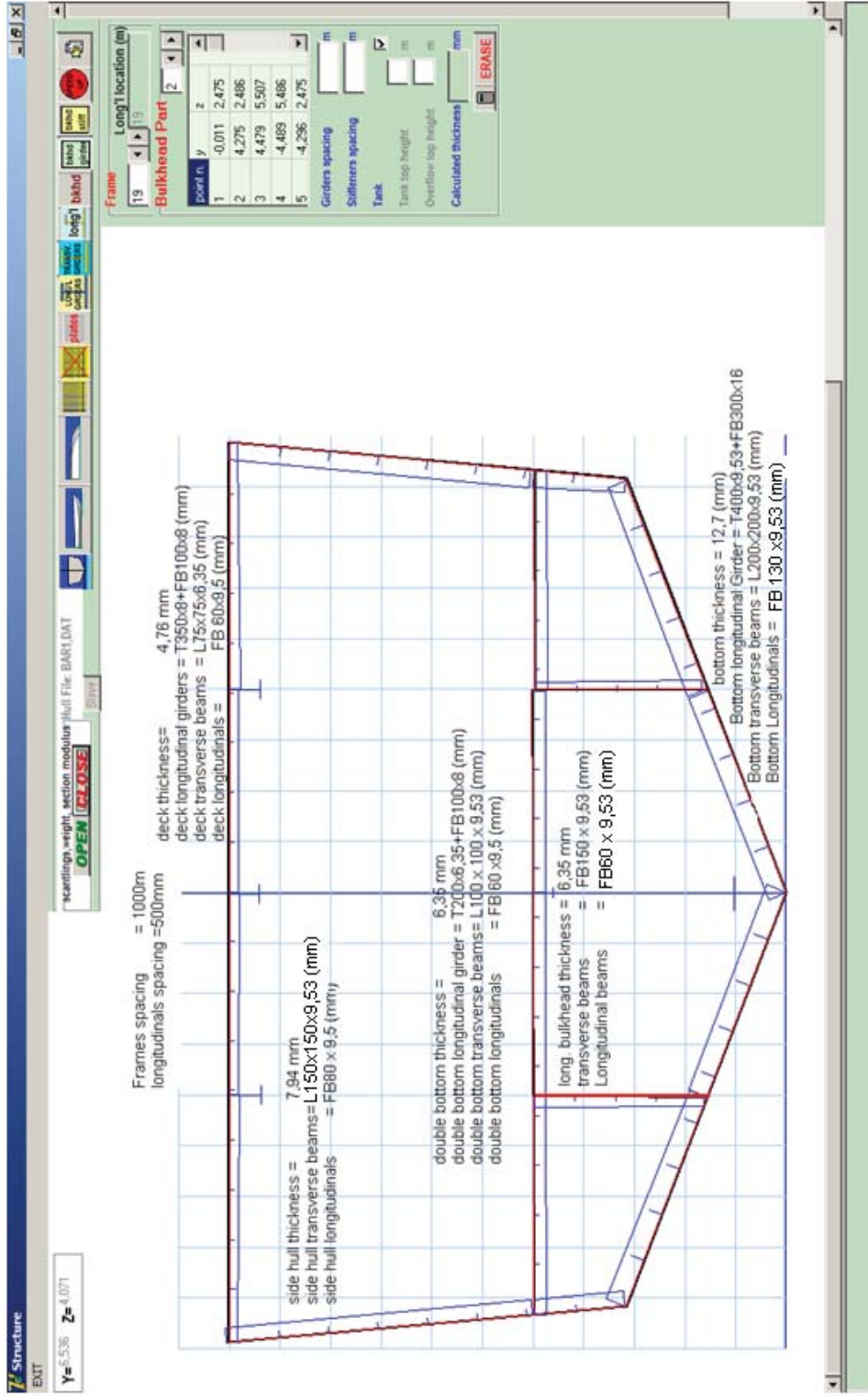


Figura 6.2.1.4: Caverna típica desenhada, com apresentação de espessuras de chapas, sicordas, transversais e longitudinais.

Acionando-se o comando de vista longitudinal o perfil longitudinal é apresentado com as anteparas, compartimentos e estrutura transversal.

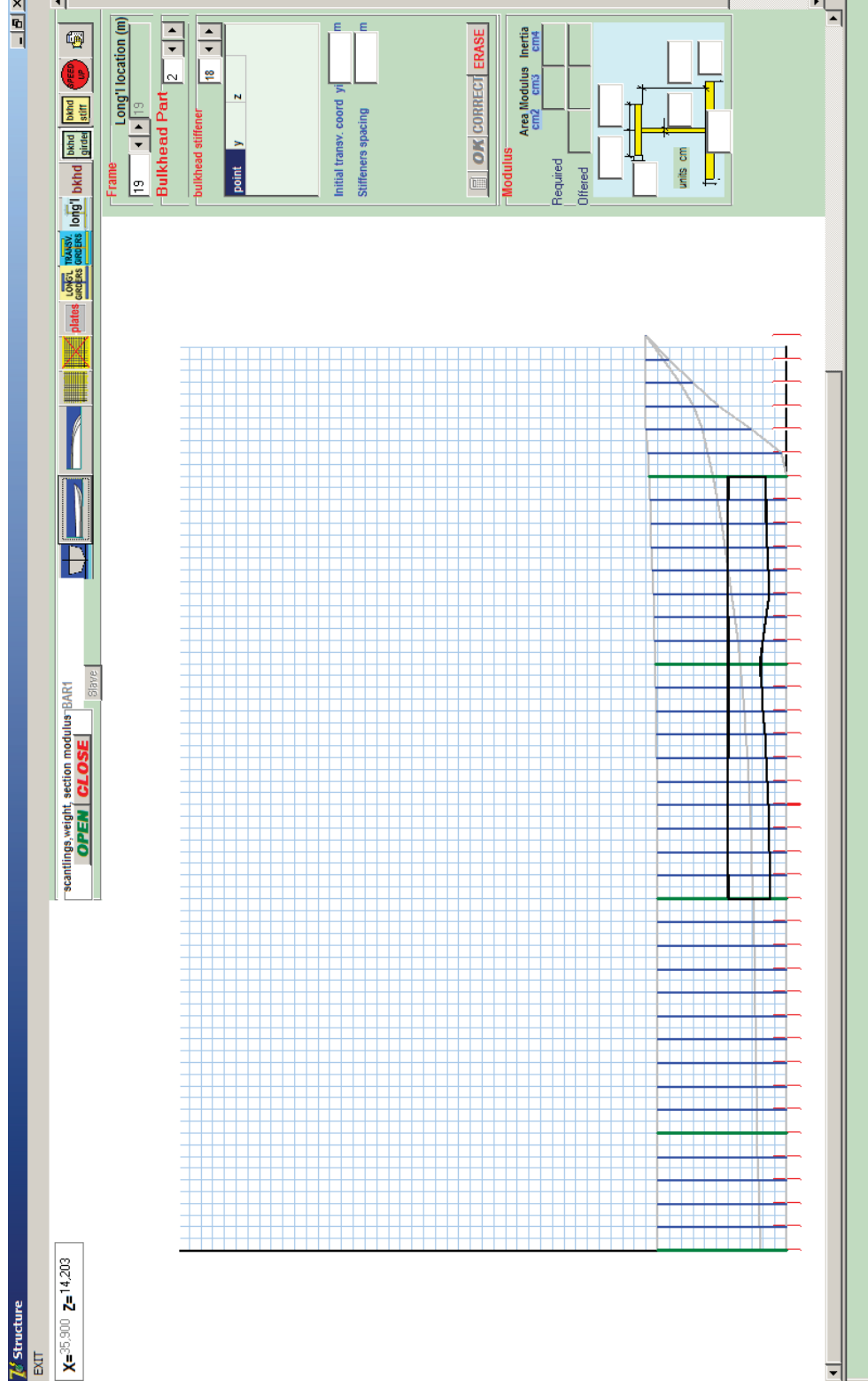


Figura 6.2.1.5: Perfil Longitudinal.

Acionando-se o comando de vista em planta, serão apresentadas as anteparas, compartimentagem e estrutura transversal.

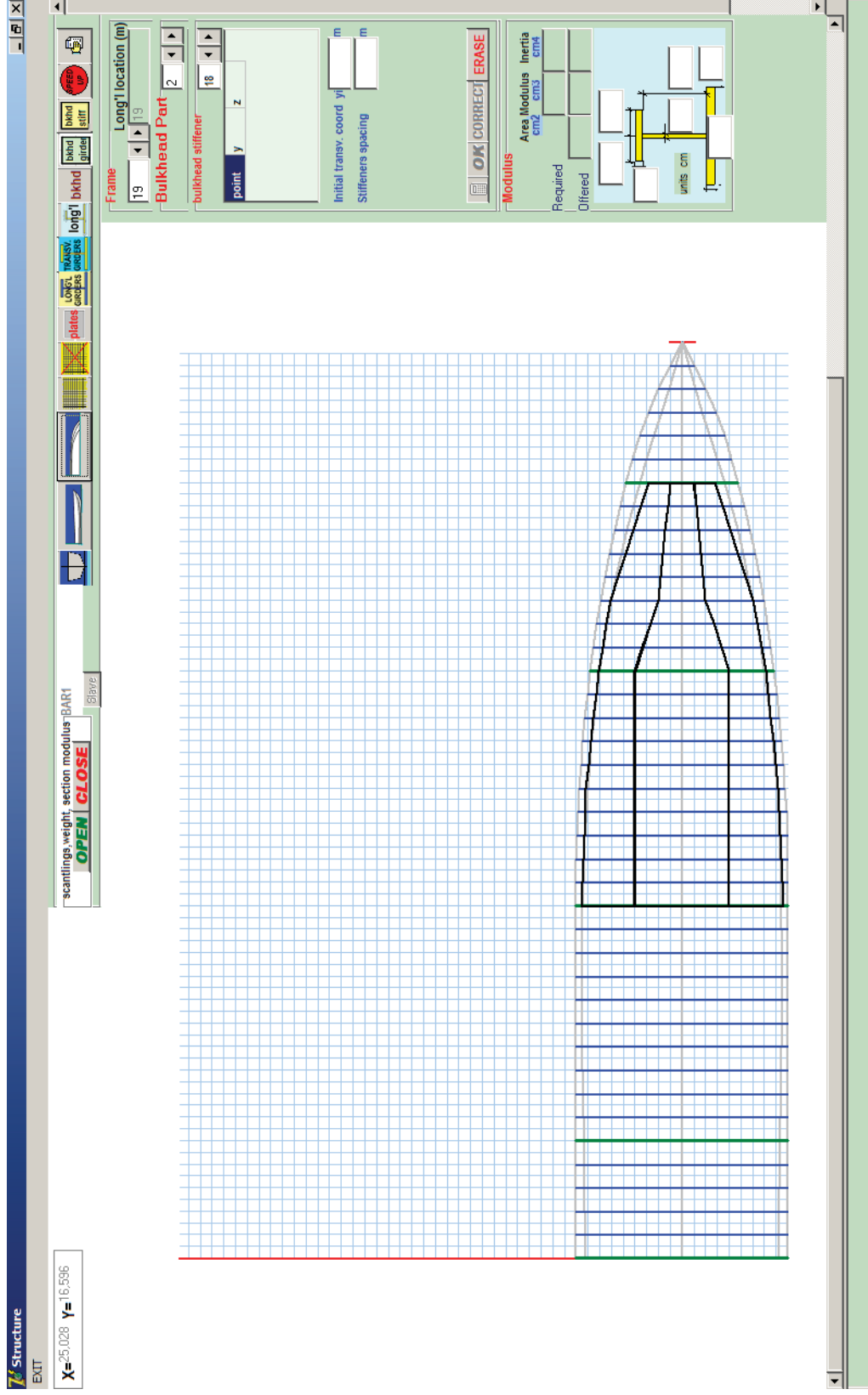


Figura 6.1.2.6: Vista em planta.

Ao acionar o comando *OPEN* da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo de chapeamento são apresentados na pasta *Plate Thickness*.

The screenshot shows the 'Plate Thickness' tab in the BART.DAT software. The main data table is as follows:

plate	x	yi	zi	yf	zf	s	l	top tk	overflo W	h	SM	type	tr	t	Buckling check
1	19,000	-0,021	0,021	4,082	1,575	,5	1,000	2,5	6,26		yes	bottom	11,34	12,7	OK
2	19,000	4,082	1,575	4,425	5,507	,5	1,000	2,5	6,26		yes	side/transom	6,66	7,93	OK
3	19,000	4,436	5,518	-4,457	5,518	,5	1,000				yes	exposed freeboard deck	3,55	4,76	OK
4	19,000	-4,457	5,507	-4,093	1,596	,5	1,000	2,5	6,26		yes	side/transom	6,65	7,93	OK
5	19,000	-4,093	1,586	-0,021	0,021	,5	1,000	2,5	6,26		yes	bottom	11,34	12,7	OK
6	19,000	2,004	0,793	1,993	2,496	,5	1,000	2,5	6,26		yes	tank boundaries	6,05	6,35	OK
7	19,000	1,982	2,496	4,157	2,518	,5	1,000	2,5	6,26		yes	tank boundaries	5,89	6,35	OK
8	19,000	-2,025	0,793	-2,014	2,496	,5	1,000	2,5	6,26		yes	tank boundaries	6,05	6,35	OK
9	19,000	-2,004	2,496	-4,168	2,496	,5	1,000	2,5	6,26		yes	tank boundaries	5,89	6,35	OK
10	19,000	-2,025	2,486	1,993	2,486	,5	1,000				yes	internal decks	3,04	3,18	OK

Additional data from the 'Frames data' table:

plate	y	z
1	1,982	2,496
2	4,157	2,518

The 'Longitudinals' table shows:

Long.	y	z
1	1,971	2,507
2	4,157	2,518

Figura 6.2.1.7: Tabela apresentando valores das espessuras calculadas das chapas.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos gigantes longitudinais são apresentados na pasta **Long Girder**.

scantlings weight section modulus Hull File: BAR1.DAT
OPEN **CLOSE** Save Print

Frame 19 Long 1 location 19,000 (m)
 material Steel Grade A Specific Weight 7800 Kg/m3

LG n. Transverse Girder n.
 Plate identification n.
 Long 1 Girder transversal position (m)
 y Long 1 Girder vertical position (m)
 z L. Girder effective width plating (m)
 s L. Girder span (m)
 l effective width plating thickness (cm)
 tcol

bfl left flange width (mm)
 bfr right flange width (mm)
 tf flange thickness (mm)
 lw web height (mm)
 hw web thickness (mm)
 R/L Right or Left

SMr Required long. section modulus (cm3)
 Ir Required long. section inertia (cm4)
 SMoff Offered long. section modulus (cm3)
 Aoff Offered long. area section (cm2)
 Ioff Offered long. inertia section (cm4)

Plate n.	y	z	s	l	tcol	SMr	Ir	SMoff	Aoff	Ioff	bfr	req	req	bfr	tw	R/L	Aoff	SMoff	Ioff	SM
1	-0,021	0,021	4,082	1,575	-0,011	0,011	4	2	12,7	2183	13500	15	15	1,6	40	1	88	2291	61577	yes
2	4,436	5,518	-4,457	5,518	2,004	5,507	4	2	4,76	488	2089	5	5	0,79	35	0,79	36	524	13190	yes
3	4,436	5,518	-4,457	5,518	-0,021	5,507	4	2	4,76	488	2089	5	5	0,79	35	0,79	36	524	13190	yes
4	4,436	5,518	-4,457	5,518	-2,004	5,507	4	2	4,76	488	2089	5	5	0,79	35	0,79	36	524	13190	yes

Area Modulus Inertia
 cm2 cm4
 Required Offered
 12 17
 6 12 71

units cm

Figura 6.2.1.8: Tabela apresentando as dimensões das longarinas gigantes calculadas.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos transversais são apresentados na pasta **Transverse Girders**.

Transverse Girders

Plate Thickness | Longitudinal Girders | Transverse Girders | Longitudinals | Bulkhead Plating | BKhd girder | BKhd stiff | Section Modulus | Frame Weight | Bkhd Weight | Final Weight

Frame 19 Longitudinal location 19,000 (m) Specific Weight 7800 Kgf/m³

material Steel Grade A

TG n. Transverse Girder n.
Plate identification n.
yi initial transversal position (m)
zi initial vertical position (m)
yf final transversal position (m)
zf final vertical position (m)
I T. Girder effective width plating (m)
s T. Girder span (m)

bfl left flange width (mm)
bfr right flange width (mm)
tf flange thickness (mm)
hw web height (mm)
tw web thickness (mm)
R/L Right or Left

SMR Required long. section modulus (cm³)
Ir Required long. section inertia (cm⁴)
SMoff Offered long. section modulus (cm³)
Aoff Offered long. area section (cm²)
Ioff Offered long. inertia section (cm⁴)
tcol effective width plating thickness (cm)

TG n.	Plate n.	yi	zi	yf	zf	I	s	tcol	SMreq	Ireq	bfl	bfr	tf	hw	tw	R/L	Aoff	SMoff	Ioff
1	1	0,000	0,011	1,993	0,793	2,141	1,000	12,7	366	1489	10	10	0,95	20	0,95	L	38	499	8416
2	1	2,004	0,782	4,104	1,575	2,245	1,000	12,7	399	1703	10	10	0,95	20	0,95	L	38	500	8510
3	2	4,104	1,596	4,157	2,529	0,935	1,000	7,93	23	25	0	10	0	15	0,95	L	14	66	830
4	2	4,157	2,518	4,414	5,507	3,000	1,000	7,93	261	1116	15	0	0,95	15	0,95	L	29	276	3446
5	3	4,425	5,507	1,993	5,518	2,432	1,000	4,76	40	235	7,5	0	0,65	7,5	0,65	L	10	48	342
6	3	1,993	5,518	-0,021	5,529	2,014	1,000	4,76	27	133	7,5	0	0,65	7,5	0,65	L	10	48	342
7	3	-0,011	5,539	-2,014	5,529	2,003	1,000	4,76	27	131	7,5	0	0,65	7,5	0,65	R	10	48	334
8	3	-2,004	5,518	-4,446	5,529	2,442	1,000	4,76	40	238	7,5	0	0,65	7,5	0,65	L	10	48	342
9	4	-4,457	5,507	-4,179	2,496	3,024	1,000	7,93	265	1141	15	0	0,95	15	0,95	R	29	276	3446
10	4	-4,168	2,518	-4,082	1,586	0,936	1,000	7,93	23	26	0	0	0	15	0,95	R	14	66	830
11	5	-4,093	1,596	-2,014	0,771	2,237	1,000	12,7	396	1686	10	10	0,95	20	0,95	R	38	500	8502
12	5	-2,014	0,771	-0,011	0,011	2,142	1,000	12,7	366	1492	10	10	0,95	20	0,95	R	38	499	8416
13	6	2,014	0,782	1,993	2,496	1,714	1,000	6,35	58	142	0	0	0	15	0,95	R	14	68	892

Modulus
Required Area Modulus cm² Inertia cm⁴
Offered Area Modulus cm² Inertia cm⁴

Figura 6.2.1.9: Tabela apresentando as dimensões das transversais calculadas.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos longitudinais comuns são apresentados na pasta **Longitudinals**.

The screenshot displays the 'Longitudinals' calculation results in a software interface. The interface includes a top toolbar with 'OPEN' and 'CLOSE' buttons, a 'Frame' section with 'Plate n' and 'Long'l location' fields, and a large table of results. The table has columns for plate identification, dimensions, material properties, and buckling status.

plate	long	yi	zi	yf	zf	li	si	ii	SM	I	s	z	y	SMreq	Ireq	bfr	tf	hw	tw	R/L	Aoff	SMoff	loff	Buckling	
1	1	0,000	0,011	4,082	1,575	0,500	,5	0,467	0,190	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	2	0,000	0,011	4,082	1,575	0,984	,5	0,919	0,363	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	3	0,000	0,011	4,082	1,575	1,468	,5	1,371	0,536	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	4	0,000	0,011	4,082	1,575	1,952	,5	1,823	0,709	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	5	0,000	0,011	4,082	1,575	2,436	,5	2,274	0,882	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	6	0,000	0,011	4,082	1,575	2,920	,5	2,726	1,056	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	7	0,000	0,011	4,082	1,575	3,404	,5	3,178	1,229	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
1	8	0,000	0,011	4,082	1,575	3,887	,5	3,630	1,402	,5	1,000	yes	59	92	0	0	0	0	13	1	L	13	60	741	OK
2	9	4,104	1,607	4,436	5,518	0,500	,5	4,146	2,105	,5	1,000	yes	15	17	0	0	0	8	0,95	L	8	22	166	OK	
2	10	4,104	1,607	4,436	5,518	0,989	,5	4,188	2,593	,5	1,000	yes	15	17	0	0	0	8	0,95	L	8	22	166	OK	
2	11	4,104	1,607	4,436	5,518	1,479	,5	4,229	3,080	,5	1,000	yes	15	17	0	0	0	8	0,95	L	8	22	166	OK	
2	12	4,104	1,607	4,436	5,518	1,968	,5	4,270	3,568	,5	1,000	yes	15	17	0	0	0	8	0,95	L	8	22	166	OK	
2	13	4,104	1,607	4,436	5,518	2,457	,5	4,312	4,055	,5	1,000	yes	15	17	0	0	0	8	0,95	L	8	22	166	OK	
2	14	4,104	1,607	4,436	5,518	2,946	,5	4,353	4,543	,5	1,000	yes	15	17	0	0	0	8	0,95	L	8	22	166	OK	

Figura 6.2.1.10: Tabela apresentando as dimensões das longitudinais comuns calculadas.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo das chapas de anteparas são apresentados na pasta **Bulkhead Plating**.

The screenshot shows a software window titled 'Structure' with a menu bar and a toolbar. The main window is divided into several panes. The 'Bulkhead Plating' pane displays a table with the following data:

bkhd part	l	s	top tk	overflow	Area	LCG	TCG	VCG	tr	t
1	2,5	0,5	2,5	6,27	15,3	15,000	-0,019	1,570	6,59	7,93
2	3,	0,5			26,5	15,000	-0,011	4,018	4,50	4,76

Other panes include 'Plate Thickness' (15), 'Long'l Gndr' (Long'l location: 15,000), 'Transverse Gnders' (15,000), 'Longitudinals' (Specific Weight: 7800), and 'Bulkhead part' (Steel Grade A). The 'Bulkhead Plating' pane also shows various parameters like Area, LCG, TCG, VCG, tr, and t.

Figura 6.2.1.12: Tabela apresentando as espessuras da antepara calculada.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos prumos são apresentados na pasta **Bkhd Stiff**.

The screenshot displays the 'Bkhd Stiff' calculation results table and various input parameters. The table lists 18 rows of data for different stiffeners, including their positions, dimensions, and calculated properties.

plate stiff	yi	zi	yf	zf	li	lf	top tk	overflw	SfReq	Ireq	bfl	bfr	tf	hw	tw	scol	scol	Aoff	SfOff	Ioff
1	0,000	0,021	0,000	2,486	2,465	0,5	2,5	6,27	66	232	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	0,500	0,193	0,500	2,486	2,293	0,5	2,5	6,27	56	183	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	1,000	0,365	1,000	2,486	2,121	0,5	2,5	6,27	47	141	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	1,500	0,536	1,500	2,486	1,950	0,5	2,5	6,27	39	107	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	2,000	0,708	2,000	2,486	1,778	0,5	2,5	6,27	31	79	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	2,500	0,880	2,500	2,486	1,606	0,5	2,5	6,27	26	59	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	3,000	1,052	3,000	2,486	1,434	0,5	2,5	6,27	21	43	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	3,500	1,224	3,500	2,486	1,262	0,5	2,5	6,27	16	30	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	4,000	1,395	4,000	2,486	1,091	0,5	2,5	6,27	12	19	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	4,500	1,566	4,500	2,486	0,920	0,5	2,5	6,27	8	12	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	5,000	1,737	5,000	2,486	0,750	0,5	2,5	6,27	5	7	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	5,500	1,908	5,500	2,486	0,580	0,5	2,5	6,27	3	4	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	6,000	2,079	6,000	2,486	0,410	0,5	2,5	6,27	2	3	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	6,500	2,250	6,500	2,486	0,240	0,5	2,5	6,27	1	2	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
1	7,000	2,421	7,000	2,486	0,070	0,5	2,5	6,27	0	1	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793	14	71	510
2	-0,011	5,518	-0,011	2,486	3,022	0,5	2,5	6,27	42	227	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476	14	66	395

Input parameters shown in the interface include: Frame 15, Longitudinals 15,000, Plate thickness 15, Longitudinal location 15,000, Material Steel Grade A, Specific Weight 7800 Kg/m³, and various dimensions for stiffeners (bfl, bfr, tf, hw, tw, scol, scol, Aoff, SfOff, Ioff).

Figura 6.2.1.13: Tabela apresentando as dimensões dos prumos da antepara.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo do peso e centro do barco são apresentados na pasta **Final Weight**.

The screenshot shows the 'Final Weight' tab in a software application. The main window displays a table with 12 rows of data. The columns are: frame, girth, b, d, weight, LCG, TCG, and VCG. The data is as follows:

frame	girth	b	d	weight	LCG	TCG	VCG
0	26,348	9,000	5,500	2426,5	0,000	-0,003	2,479
1	26,304	9,000	5,500	2422,5	1,000	-0,003	2,479
2	26,273	9,000	5,500	2419,6	2,000	-0,003	2,479
3	26,255	9,000	5,500	2418,0	3,000	-0,003	2,479
4	26,244	9,000	5,500	2416,9	4,000	-0,003	2,479
5	26,242	9,000	5,500	2416,8	5,000	-0,003	2,479
6	26,243	9,000	5,500	2416,8	6,000	-0,003	2,479
7	26,249	9,000	5,500	2417,4	7,000	-0,003	2,479
8	26,255	9,000	5,500	2418,0	8,000	-0,003	2,479
9	26,256	9,000	5,500	2418,0	9,000	-0,003	2,479
10	26,254	9,000	5,500	2417,9	10,000	-0,003	2,479
11	26,244	9,000	5,500	2416,9	11,000	-0,003	2,479
12	26,224	9,000	5,500	2415,1	12,000	-0,003	2,479

On the right side of the interface, there are several input fields and labels:

- Project Name:** (empty)
- Weight:** 110,252 ton
- LCG:** 17,272 m
- TCG:** -0,003 m
- VCG:** 2,531 m
- Weight (kgf or ton):** (empty)
- LCG (longitudinal center of gravity from reference (m)):** (empty)
- TCG (transversal center of gravity from reference (m)):** (empty)
- VCG (vertical center of gravity from reference (m)):** (empty)

The top toolbar contains buttons for 'OPEN', 'CLOSE', 'scantlings weight', 'section modulus', 'Bulkhead Plating', 'Bulkhead girder', 'BKhd stiff', 'Section Modulus', 'Frame Weight', 'BKhd Weight', 'Final Weight', 'plates', 'long', 'MASS', 'girders', 'enclos', 'bkhhd', 'girders', 'stiff', 'Save', 'Print', and 'Exit'.

Figura 6.2.1.14: Tabela apresentado o valor final estimado de peso e centro do barco.

6.2.2 Resultados Gráficos do Barco de 400 passageiros em alumínio.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos do programa **PARLA** para o barco de 400 passageiros em alumínio que teve a sua geometria do casco importada de um arquivo do tipo ".SAI" (.txt) do programa PHF [3].

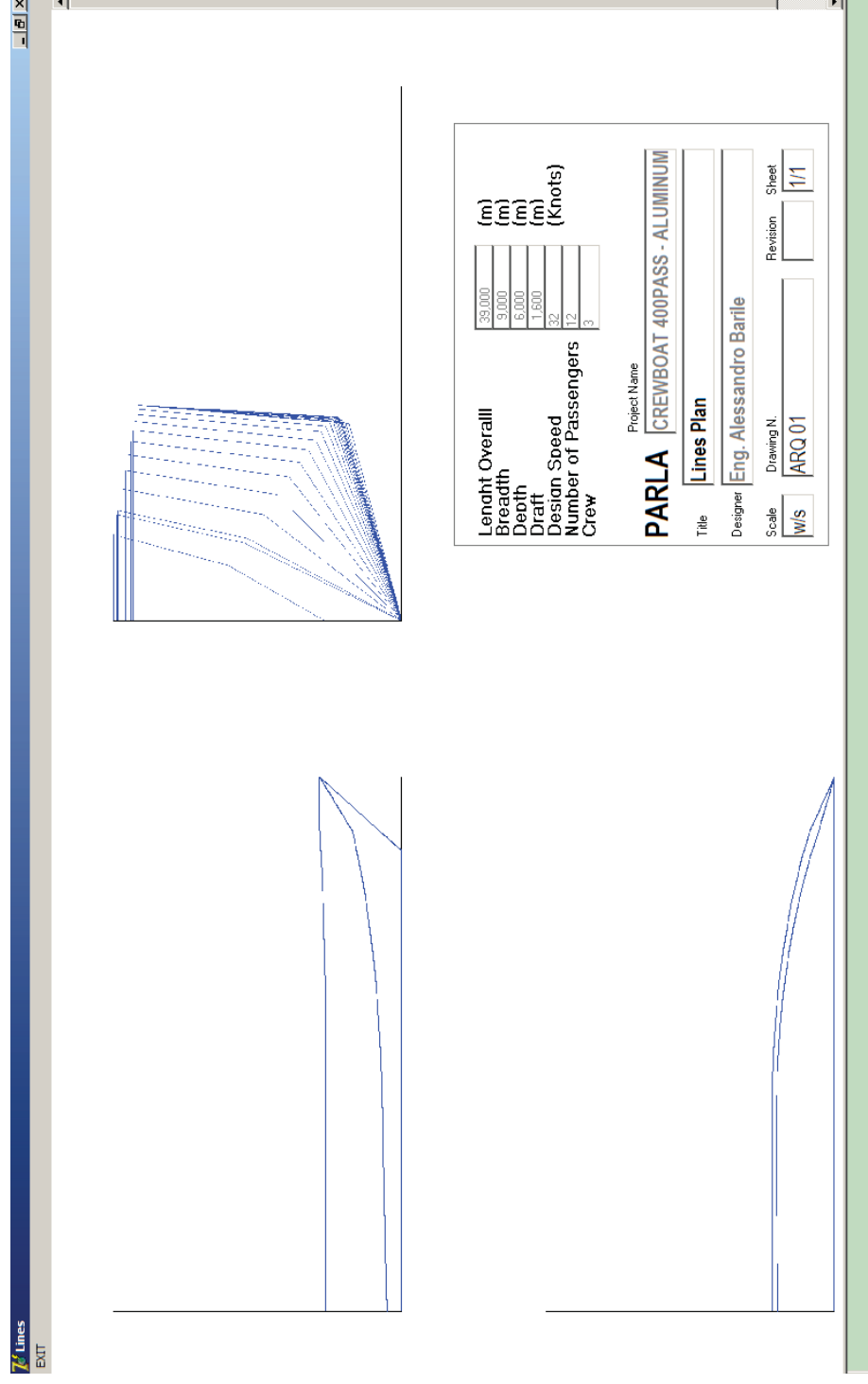


Figura 6.2.2.1: Plano Linhas.

Definem-se as regiões das anteparas, calculam-se as espessuras e posteriormente calculam-se os reforços.

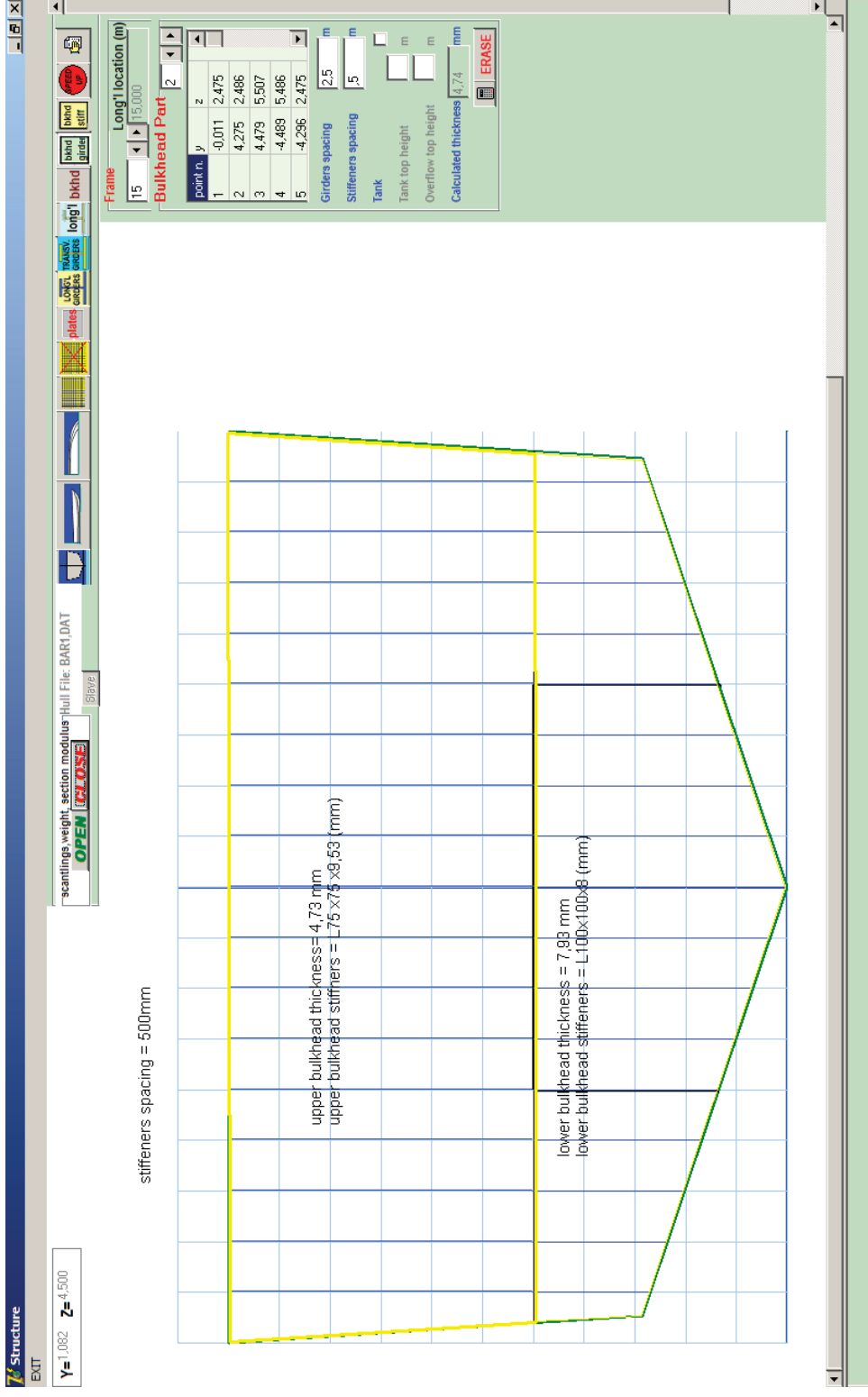


Figura 6.2.2.2: Antepara estruturada com reforços verticais

Os cálculos são efetuados na seguinte sequência: primeiro devem ser calculadas as chapas, posteriormente os elementos gigantes longitudinais, depois os transversais e finalmente os elementos longitudinais comuns.

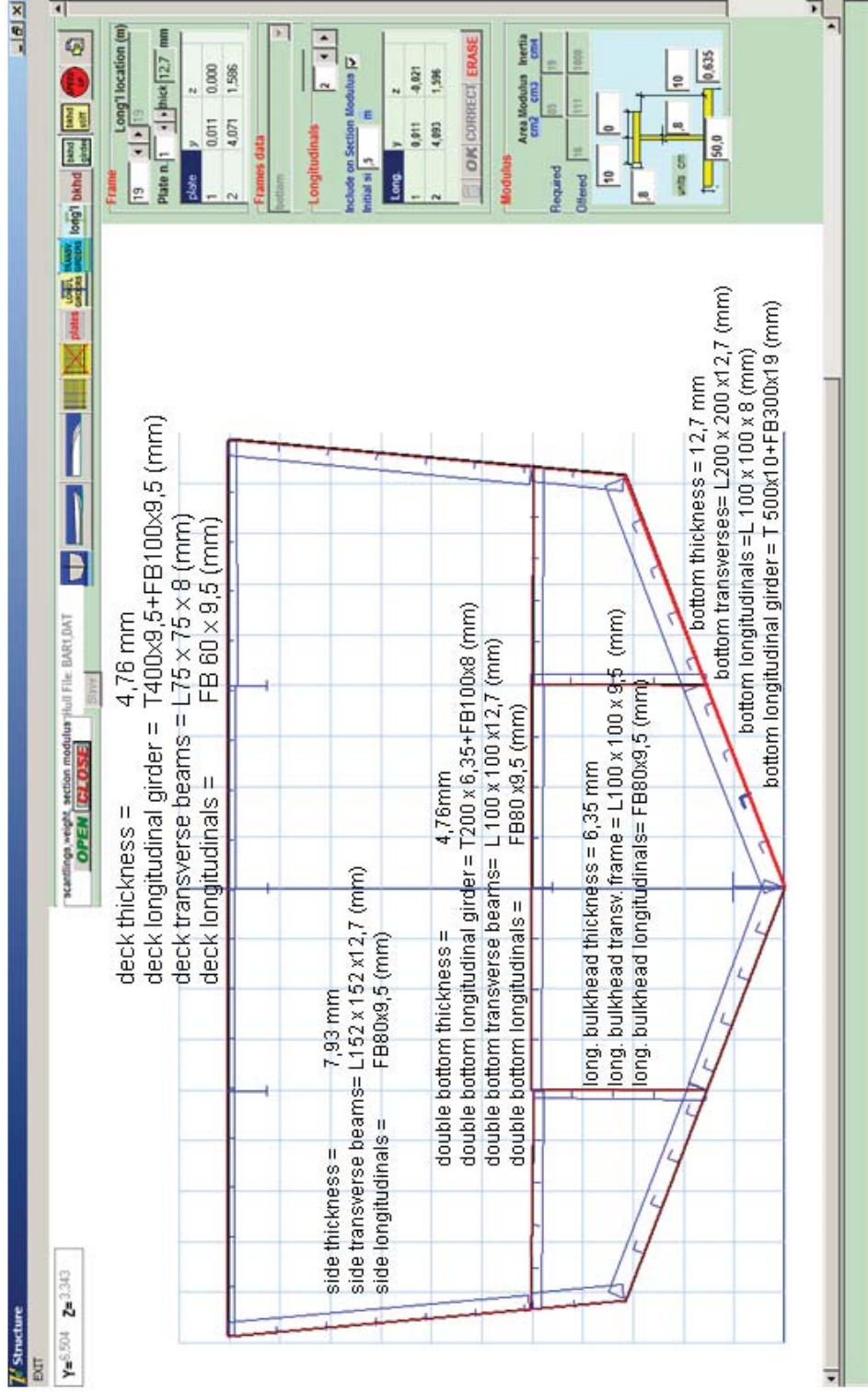


Figura 6.2.2.3: Seção típica estrutural

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo de chapeamento são apresentados na pasta **Plate Thickness**.

The screenshot displays the 'Plate Thickness' calculation results in a table with 10 rows and 10 columns. The table includes data for plate identification, longitudinal and transversal positions, dimensions, and buckling check results. The interface also shows various input fields and toolbars for editing and saving the data.

plate	x	yi	zi	yf	zf	s	l	top tk	overflow	W	h	SM	type	tr	t	Buckling check
1	19,000	-0,021	0,000	4,082	1,564	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	bottom	11,89	12,7	
2	19,000	4,114	1,575	4,425	5,496	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	side/transom	6,99	7,93	
3	19,000	4,436	5,518	4,446	5,496	,5	1,000					yes	exposed freeboard deck	4,01	4,76	
4	19,000	-4,446	5,496	-4,082	1,566	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	side/transom	6,98	7,93	
5	19,000	-4,093	1,575	0,000	0,000	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	bottom	11,89	12,7	
6	19,000	1,993	0,771	2,004	2,486	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	tank boundaries	6,36	7,93	
7	19,000	2,004	2,496	4,179	2,518	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	tank boundaries	6,18	6,35	
8	19,000	-2,004	0,761	-2,014	2,496	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	tank boundaries	6,37	7,93	
9	19,000	-2,036	2,486	-4,168	2,507	,5	1,000	2,5	6,26		6,26	yes	tank boundaries	6,18	6,35	
10	19,000	-2,014	2,486	2,004	2,496	,5	1,000					yes	internal decks	4,03	4,76	

Figura 6.2.2.4: Tabela apresentando as espessuras das chapas do casco.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos gigantes longitudinais são apresentados na pasta **Long'Girder**.

scantlings weight, section modulus Hull File: BAR1.DAT

OPEN CLOSE SAVE

Frame Long'l location (m) 19 Bulkhead Part 2

material Aluminum 6061 T6 extrusion Specific Weight 2700 Kg/m3

LG n. Transverse Girder n. identification n. Long'l Girder transversal position (m) Long'l Girder vertical position (m) L Girder effective width plating (m) L Girder span (m) L Girder effective width plating thickness (cm)

bfl left flange width (mm) bfr Required long. section modulus (cm3) Ir Required long. section inertia (cm4) SMoff Offered long. section modulus (cm3) Aoff Offered long. area section (cm2) Ioff Offered long. inertia section (cm4) R/L Right or Left

TG n.	Plate n.	yi	zi	yf	zf	y	z	l	s	icol	SMreq	Ireq	bfl	bfr	tf	hw	tw	R/L	Aoff	SMoff	Ioff	SM
1	1	-0,021	0,000	4,082	1,564	-0,021	0,011	4	2	11,89	3119	2852	15	15	1,9	50	1	0	107	3354	103556	yes
2	3	4,436	5,518	-4,446	5,496	2	5,539	4	2	4,61	697	378	5	5	0,95	40	0,95	180	48	741	20095	yes
3	3	4,436	5,518	-4,446	5,496	-0,011	5,496	4	2	4,61	697	378	5	5	0,95	40	0,95	180	48	741	20095	yes
4	3	4,436	5,518	-4,446	5,496	-1,993	5,496	4	2	4,61	697	378	5	5	0,95	40	0,95	180	48	741	20095	yes

Initial transv. coord yi m Stiffeners spacing m

OK CORRECT ERASE

Modulus Area Modulus inertia cm2 cm3 cm4

Required Offered units cm

Figura 6.2.2.5: Tabela apresentando as dimensões das longarinas gigantes.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos longitudinais comuns são apresentados na pasta **Longitudinais**.

The screenshot displays the 'Longitudinais' (Longitudinals) tab in a software application. The interface includes a top menu bar with options like 'OPEN', 'CLOSE', 'Save', and 'Oper'. Below the menu, there are several control panels: 'Frame' (Longitudinal location: 19, Bulkhead Part: 2), 'Bulkhead stiffener' (point: y, z), 'Initial transv. coord y' (m), and 'Stiffeners spacing' (m). A 'Modulus' section shows 'Area Modulus' (cm²) and 'Inertia' (cm⁴) with 'Required' and 'Offered' fields. A 'Buckling' section shows 'Area Modulus' (cm²) and 'Inertia' (cm⁴) with 'Required' and 'Offered' fields. A 'Units' section shows 'cm' and 'm'.

The main data table is as follows:

plate	long.	yi	zi	yf	zf	li	si	y	z	s	I	SM	SMreq	Ireq	bfl	bfr	tf	hw	tw	R/L	Acoff	SMoff	Ioff	Buckling
1	1	-0.011	0.011	4.093	1.564	0.500	,5	0,457	0,188	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	2	-0.011	0.011	4.093	1.564	0.986	,5	0,911	0,360	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	3	-0.011	0.011	4.093	1.564	1.472	,5	1,366	0,532	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	4	-0.011	0.011	4.093	1.564	1.958	,5	1,820	0,704	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	5	-0.011	0.011	4.093	1.564	2.444	,5	2,275	0,876	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	6	-0.011	0.011	4.093	1.564	2.930	,5	2,729	1,048	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	7	-0.011	0.011	4.093	1.564	3.416	,5	3,184	1,220	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
1	8	-0.011	0.011	4.093	1.564	3.902	,5	3,638	1,392	,5	1,000	yes	85	19	10	0	0,8	10	0,8	L	16	110	1058	
2	9	4.071	1.564	4.425	5.507	0.500	,5	4,116	2,062	,5	1,000	yes	21	4	0	0	0	8	0,95	L	8	21	160	
2	10	4.071	1.564	4.425	5.507	0.994	,5	4,160	2,554	,5	1,000	yes	21	4	0	0	0	8	0,95	L	8	21	160	
2	11	4.071	1.564	4.425	5.507	1.488	,5	4,204	3,046	,5	1,000	yes	21	4	0	0	0	8	0,95	L	8	21	160	
2	12	4.071	1.564	4.425	5.507	1.982	,5	4,248	3,538	,5	1,000	yes	21	4	0	0	0	8	0,95	L	8	21	160	
2	13	4.071	1.564	4.425	5.507	2.476	,5	4,292	4,031	,5	1,000	yes	21	4	0	0	0	8	0,95	L	8	21	160	
2	14	4.071	1.564	4.425	5.507	2.971	,5	4,337	4,523	,5	1,000	yes	21	4	0	0	0	8	0,95	L	8	21	160	

Figura 6.2.2.7: Tabela apresentando as dimensões dos longitudinais.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo para módulo de seção são apresentados na pasta **Section Modulus**.

Section Modulus

Y=2,435 Z=6,548

EXIT

scantlings weight, section modulus Hull File: BAR1.DAT

OPEN CLOSE SAVE

Frame 19 Long1 location 19,000 m Inertia req. 13000,2 cm2.m2 Inertia req. 1225,814 kg-m

Area 3624,1 cm2 Zdeck 3,519 m Slldeck 3694,3 cm2.m Sllreq 1153,005 cm2.m IIts -1559,319 kg-m

Zna 2,481 m Zbot 2,481 m

Section Modulus | **Frame Weight** | **Bkhd Weight** | **Final Weight**

Structure	n	x	zi	zj	zf	width or A	thick or 1	A	Zcg	A x Zcg	h	lo	I0	I	Area Modulus	Inertia
Plate	1	19,000	0,000	1,564	1,564	439,098	1,27	557,7	0,782	436,1	341,0	1,564	113,682			
Plate	2	19,000	1,575	5,496	5,496	393,331	0,79	310,7	3,536	1098,6	3921	398,065				
Plate	3	19,000	5,518	5,496	888,203	0,48	428,3	5,507	2347,6	12528,2	0,022	0,017				
Plate	4	19,000	5,496	1,586	392,691	0,79	310,2	3,541	1098,4	3889,4	3,910	395,197				
Plate	5	19,000	1,575	0,000	438,558	1,27	557,0	0,787	438,4	345,0	1,575	115,142				
Plate	6	19,000	0,771	2,486	171,504	0,79	135,5	1,629	220,7	359,5	1,715	33,211				
Plate	7	19,000	2,486	2,518	217,511	0,64	139,2	2,507	349,0	874,9	0,022	0,006				
Plate	8	19,000	0,761	2,496	173,503	0,79	137,1	1,629	223,3	363,8	1,735	34,392				
Plate	9	19,000	2,486	2,507	213,210	0,64	136,5	2,497	340,8	851,0	0,021	0,005				
Plate	10	19,000	2,486	2,496	401,801	0,48	192,9	2,491	480,5	1196,9	0,010	0,002				
Stiff	1	19	0,188	0,188	16	1	16	0,188	3,0	0,6	0	0				

Section Modulus | **Frame Weight** | **Bkhd Weight** | **Final Weight**

moment of inertia of the hull girder (cm2.m2) 1225,814 kg-m

section modulus of the hull at deck (cm2.m) 1153,005 cm2.m

section modulus of the hull at bottom (cm2.m) 1153,005 cm2.m

minimum required inertia (cm2.m2) 1153,005 cm2.m

minimum required section modulus (cm2.m) 1153,005 cm2.m

Mwvh+FS.lhw (kg-m) 1153,005 kg-m

lhw+FS.lhw (kg-m) 1153,005 kg-m

wave bending moment in hogging (sagging) (kg-m) 1153,005 kg-m

still-water bending moment in hogging (sagging) (kg-m) 1153,005 kg-m

Area Modulus Inertia cm2 cm3

Required Offered

units cm

OK CORRECT ERASE

Projectparta1

Meus documentos

PARLA090315

Projectparta1

Projectparta1-Aluminum-pictures...

14:06

Figura 6.2.2.8: Tabela apresentando o módulo de seção e inércia, requeridos e oferecidos da seção em estudo, incluindo momento fletor total em tosamento e alquebramento

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo das chapas de anteparas são apresentados na pasta **Bulkhead Plating**.

The screenshot shows the 'Bulkhead Plating' calculation results in a software interface. The main window displays the following data:

Plate Thickness	Long'l Girder	Transverse Girders	Longitudinals	Specific Weight	Area	LCG	TCG	VCG	tr	t
15	Long'l location 15,000	Aluminum 5083 H116 up to 38,0mm pl.	27,00	27,00	15,1	15,000	0,001	1,585	6,92	7,93
2	3,5	,5	26,3	15,000	-0,003	4,012	4,73	4,76		

Below the table, there are several input fields and labels for 'Bulkhead part' and 'Point n.':

- Area: bulkhead part area (m²)
- LCG: longitudinal center of gravity from reference (m)
- TCG: transversal center of gravity from reference (m)
- VCG: vertical center of gravity from reference (m)
- tr: required thickness (mm)
- t: selected thickness (mm)

The interface also includes a 'Bulkhead Plating' section with the following data:

point	y	z
1	-0,005	2,516
2	4,296	2,527
3	4,457	5,516

Additional parameters shown include:

- Initial transv. coord: y: 0,005 m
- Stiffeners spacing: ,5 m
- Area Modulus: 38 cm³
- Inertia: 64 cm⁴
- Required: 74
- Offered: 66
- 394

A diagram at the bottom right shows a cross-section of the bulkhead plating with dimensions: 7,5 units cm, 0,953 units cm, 7,5 units cm, 0,5 units cm, and 0,473 units cm.

Figura 6.2.2.9: Tabela apresentando as espessuras da antepara em cálculo

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos prumos são apresentados na pasta **Bkhd Stiff**.

The screenshot displays the 'Bkhd Stiff' calculation results for a bulkhead stiffener. The main window shows a table with 18 rows of data, including parameters like plate thickness, longitudinal and transverse girders, and various stiffness and weight metrics. A diagram on the right illustrates the stiffener cross-section with dimensions such as 7.5, 0.953, 0.5, and 0.473.

plate	stiff	yi	zi	yf	zf	li	y	top tk	overflow	SMreq	Ireq	bfl	bfr	tf	hw	tw	scol	tcoll	AoOff	SMoOff	Ioff
1	1	-0,016	2,511	-0,016	0,022	2,489	,5	2,5	6,27	96	71	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	2	0,484	0,167	0,484	2,510	2,343	,5	2,5	6,27	83	58	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	3	0,984	0,334	0,984	2,509	2,175	,5	2,5	6,27	70	45	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	4	1,484	0,501	1,484	2,509	2,007	,5	2,5	6,27	58	35	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	5	1,984	0,668	1,984	2,508	1,840	,5	2,5	6,27	48	26	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	6	2,484	0,835	2,484	2,507	1,672	,5	2,5	6,27	40	20	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	7	2,984	1,002	2,984	2,507	1,504	,5	2,5	6,27	33	15	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	8	3,484	1,169	3,484	2,506	1,337	,5	2,5	6,27	26	10	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	9	3,984	1,336	3,984	2,505	1,169	,5	2,5	6,27	20	7	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	10	-0,516	2,511	-0,516	0,191	2,320	,5	2,5	6,27	81	56	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	11	-1,016	2,512	-1,016	0,360	2,151	,5	2,5	6,27	68	43	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	12	-1,516	2,512	-1,516	0,530	1,983	,5	2,5	6,27	57	33	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	13	-2,016	2,513	-2,016	0,699	1,814	,5	2,5	6,27	46	25	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	14	-2,516	2,514	-2,516	0,868	1,646	,5	2,5	6,27	39	19	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	15	-3,016	2,514	-3,016	1,037	1,477	,5	2,5	6,27	32	14	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	16	-3,516	2,515	-3,516	1,206	1,309	,5	2,5	6,27	25	10	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
1	17	-4,016	2,516	-4,016	1,376	1,140	,5	2,5	6,27	19	7	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692	16	104	893
2	18	-0,005	5,521	-0,005	2,538	2,983	,5	5,8	64	58	64	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473	14	66	394

Figura 6.2.2.10: tabela apresentando as dimensões dos prumos da antepara em cálculo.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo do peso e centro de gravidade do barco são apresentados na pasta **Final Weight**.

The screenshot shows a software interface with a top menu bar containing: **Plate Thickness**, **Long'l Girder**, **Transverse Girders**, **Longitudinals**, **Bulkhead Plating**, **BKhd girder**, **BKhd stiff.**, **Section Modulus**, **Frame Weight**, **BKhd Weight**, and **Final Weight**. The **Final Weight** tab is active.

Below the menu, there are several input fields and buttons:

- Project Name:** [Empty field]
- Weight:** 41.411 ton
- LCG:** 17.307 m
- TCG:** -0.002 m
- VCG:** 2.592 m
- Buttons:** OPEN, CLOSE, scantlings weight, section modulus-Hull File: BAR1.DAT, Save, Print, BKhd stiff, BKhd, LONG' ENCLAS, LONG' PLATES, LONG' BECKERS, LONG' PLATES, LONG' ENCLAS, BKhd stiff, Save, Print, OK, CORRECT, ERASE.

On the right side, there are additional input fields:

- Long'l location (m):** 19, 2
- Bulkhead Part:** 18
- point:** y, z
- Initial transv. coord y:** [Empty field] m
- Stiffeners spacing:** [Empty field] m
- Modulus:** Area Modulus cm², Inertia cm⁴
- Required:** [Empty field] cm², cm⁴
- Offered:** [Empty field] cm², cm⁴
- units:** cm

The main area contains a table with the following data:

frame	girth	b	d	weight	LCG	TCG	VCG
0	26.348	9.000	5.500	919,3	0,000	-0,003	2,441
1	26.304	9.000	5.500	917,7	1,000	-0,003	2,441
2	26.273	9.000	5.500	916,6	2,000	-0,003	2,441
3	26.255	9.000	5.500	916,0	3,000	-0,003	2,441
4	26.244	9.000	5.500	915,6	4,000	-0,003	2,441
5	26.242	9.000	5.500	915,6	5,000	-0,003	2,441
6	26.243	9.000	5.500	915,6	6,000	-0,003	2,441
7	26.249	9.000	5.500	915,8	7,000	-0,003	2,441
8	26.255	9.000	5.500	916,0	8,000	-0,003	2,441
9	26.256	9.000	5.500	916,0	9,000	-0,003	2,441
10	26.254	9.000	5.500	916,0	10,000	-0,003	2,441
11	26.244	9.000	5.500	915,6	11,000	-0,003	2,441
12	26.224	9.000	5.500	914,9	12,000	-0,003	2,441

At the bottom, there is a status bar with: **Iniciar**, **PARLA090315**, **Meus documentos**, **Projectparla1**, **Projectparla1**, **BAR.1-Aluminum-pictures...**, and **14:09**.

Figura 6.2.2.11: Tabela apresentando o resultado estimado do peso total e centro da seção selecionada

6.2.3 Resultados Gráficos do Barco Wolver2 em alumínio.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos do programa **PARLA** para o barco **Wolver2** em alumínio que teve a sua geometria do casco importada de um arquivo do tipo ".SAI" (.txt) do programa PHF [3].

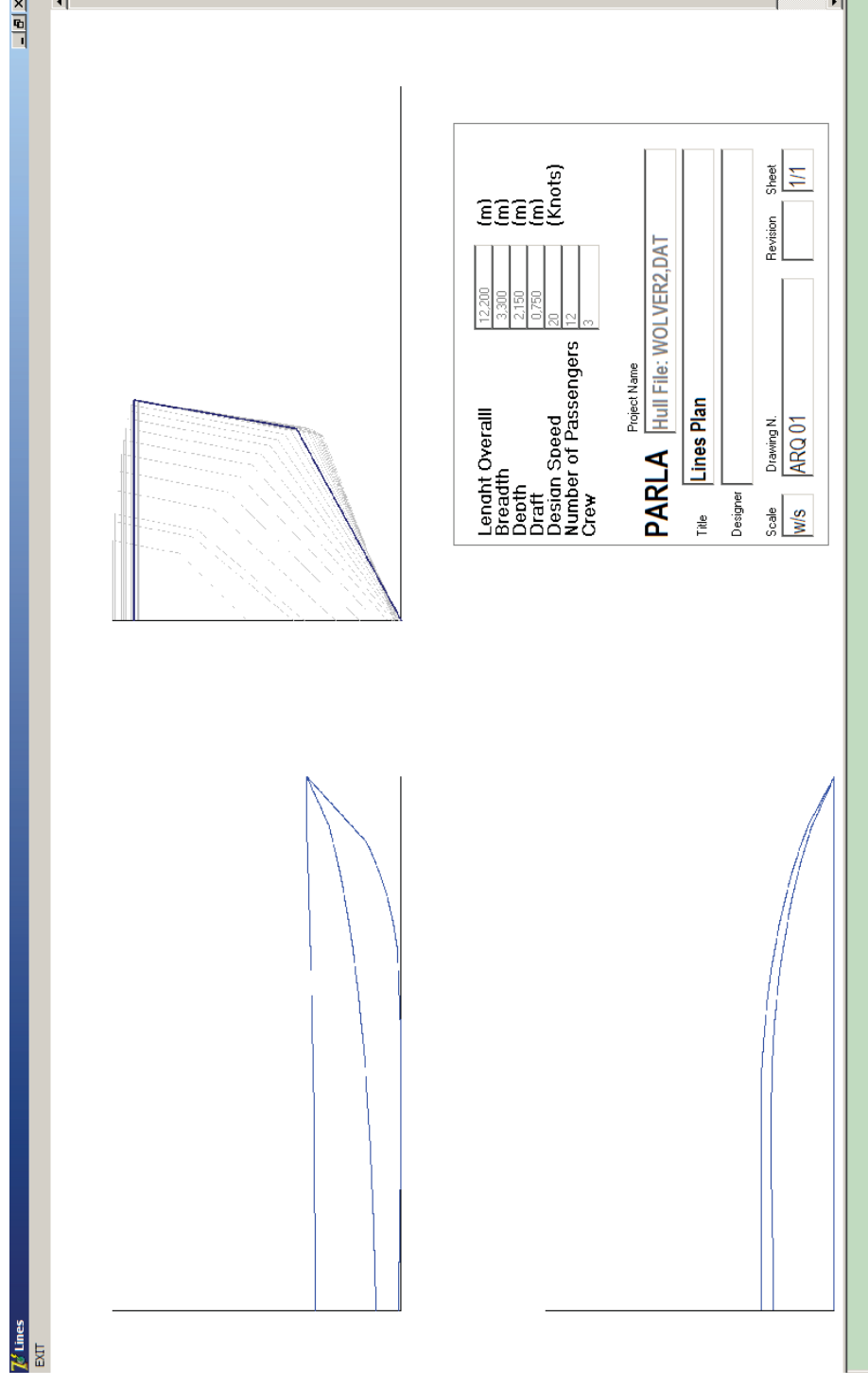


Figura 6.2.3.1: Plano de linhas

As anteparas transversais são posicionadas escolhendo-se a caverna e ativando o quadro "BULKHEAD".

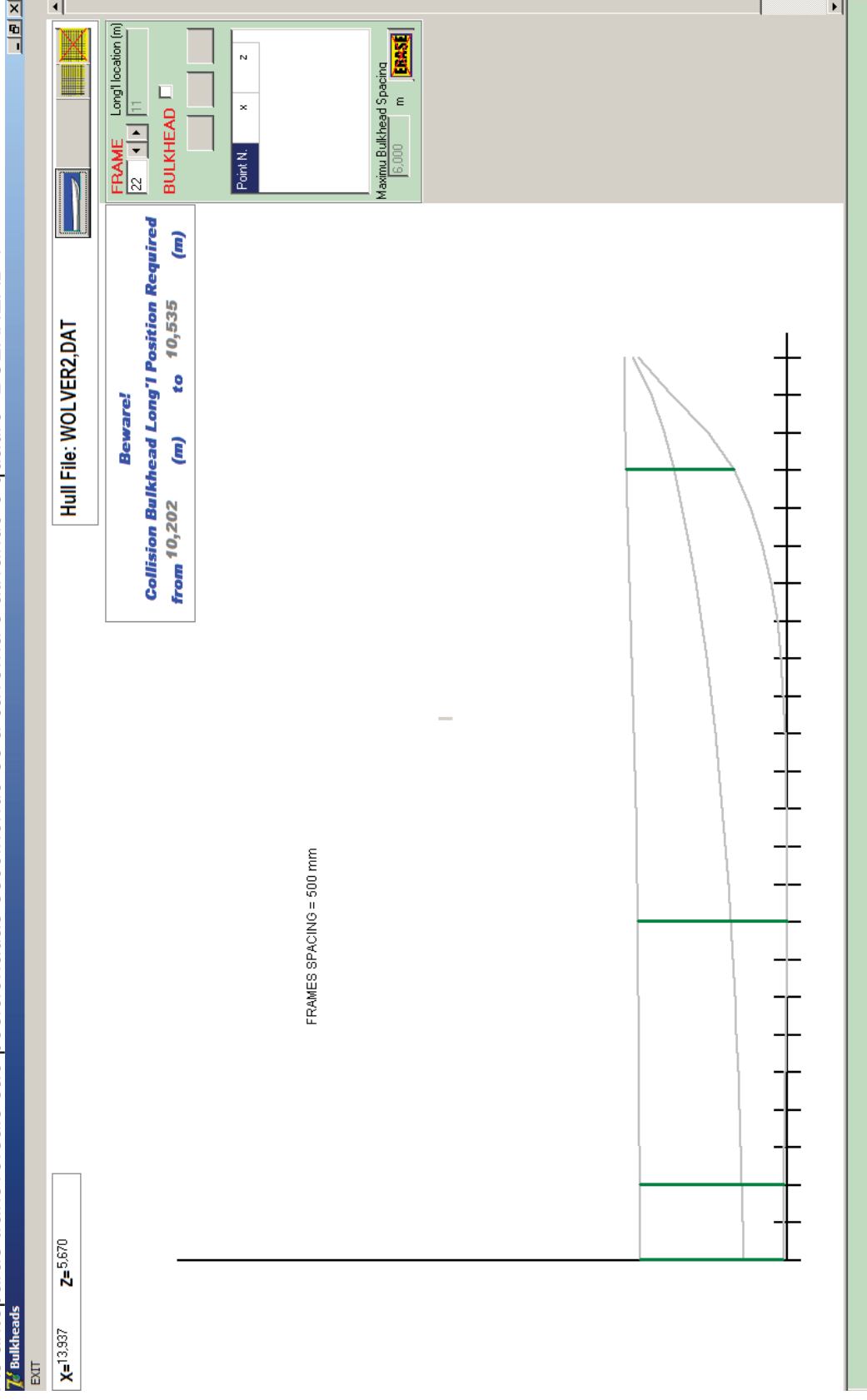


Figura 6.2.3.2: Posicionamento de Anteparas

Definem-se as regiões das anteparas, calculam-se as espessuras e posteriormente calculam-se os reforços.

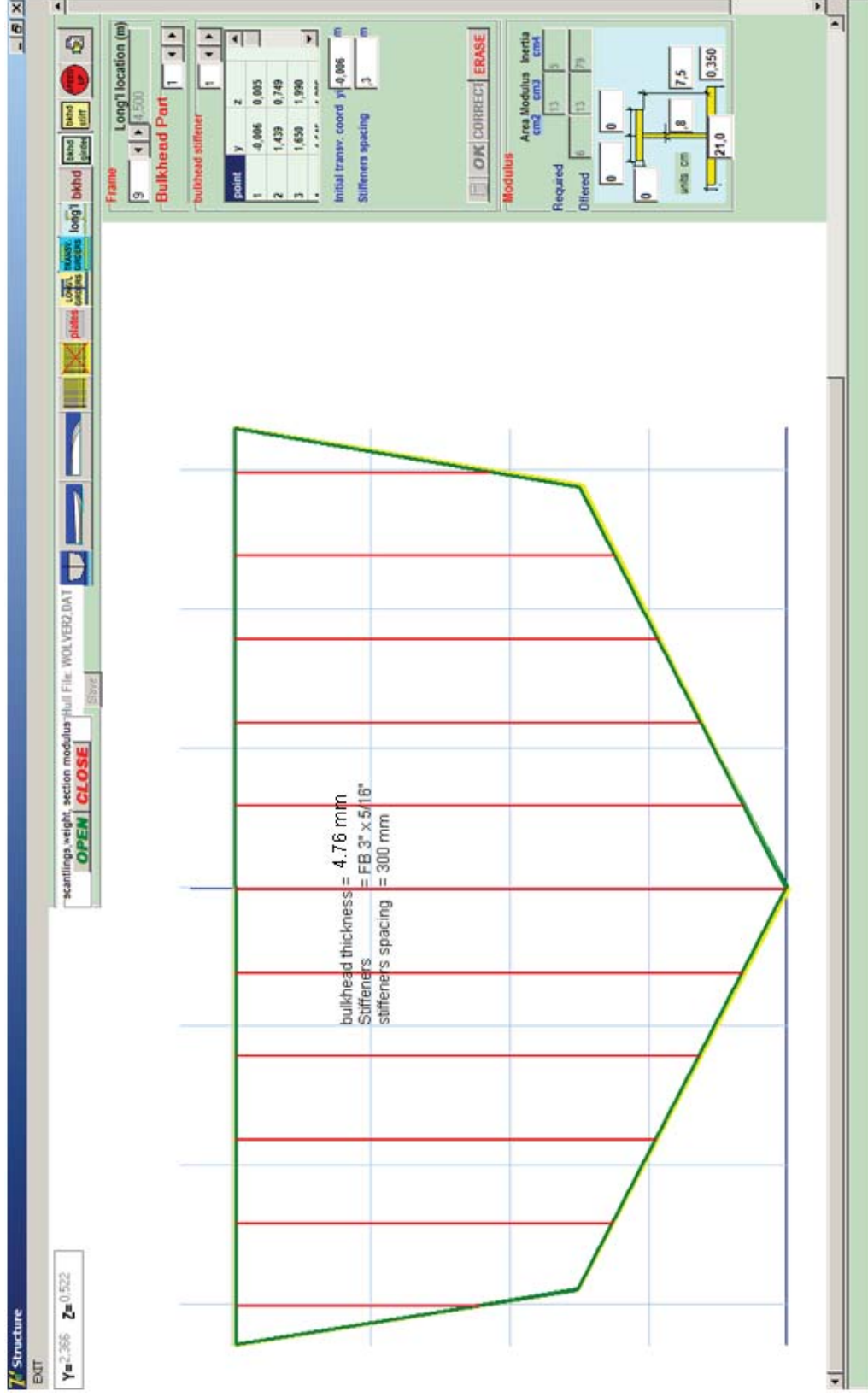


Figura 6.2.3.3: Antepara reforçada com prumos verticais

Os cálculos são efetuados na seguinte sequência: primeiro devem ser calculadas as chapas, posteriormente os elementos gigantes longitudinais e depois os transversais.

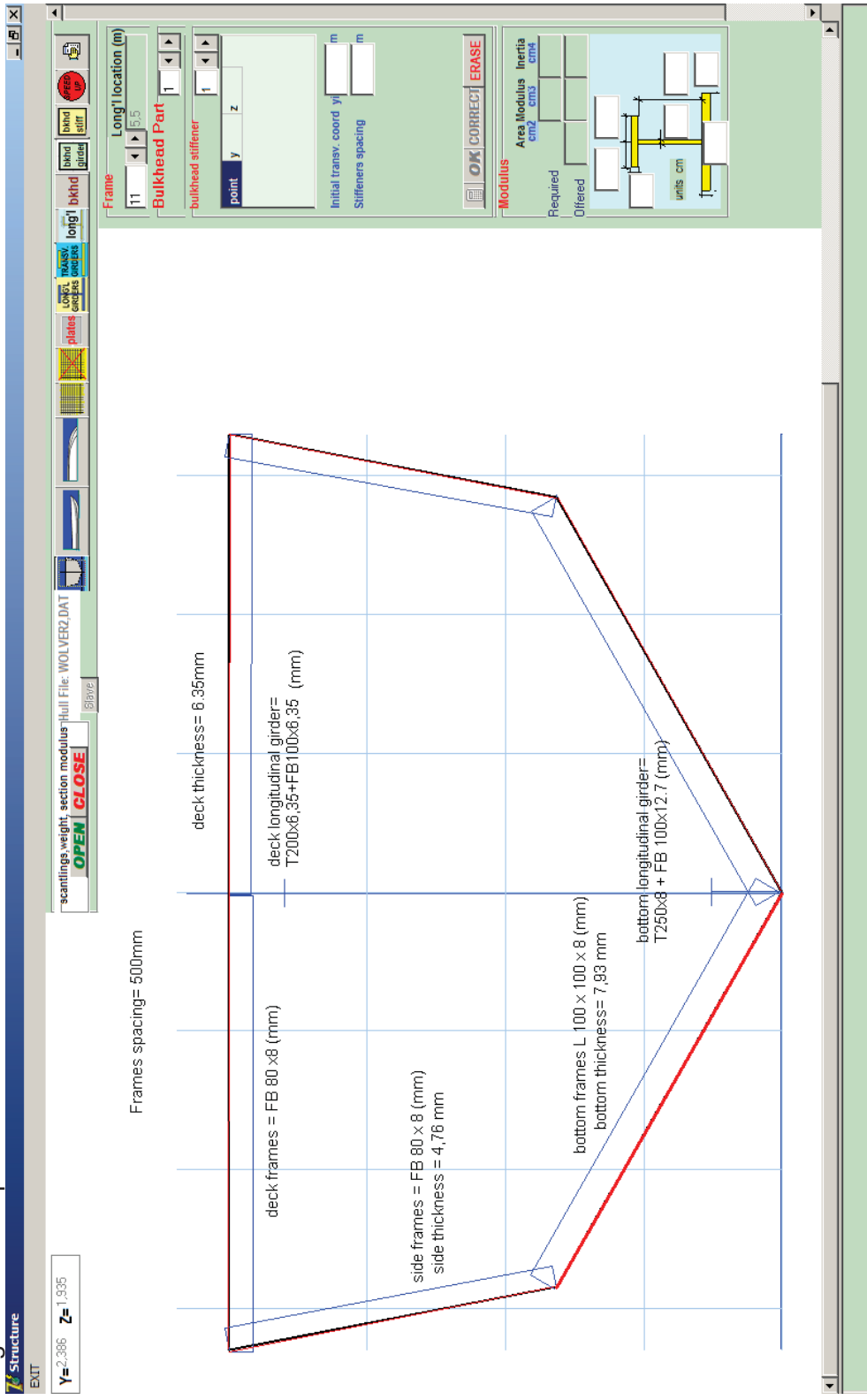


Figura 6.2.3.4: Seção típica estrutural

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo de chapeamento são apresentados na pasta **Plate Thickness**.

The screenshot shows the 'Plate Thickness' software interface. The main window displays a table with columns for plate identification, longitudinal and transversal positions, dimensions, and buckling check results. A black arrow points to the 'buckling' entry in the table. The interface includes various toolbars and a diagram of a ship's deck structure on the right side.

plate	x	yi	zi	yf	zf	s	l	top tk	overflo	h	SM	type	tr	t	Buckling check
1	5,500	0,006	0,005	1,423	0,811	1,5	0,500		yes	bottom	6,61	7,93	OK	OK	
2	5,500	1,419	0,815	1,650	2,001	1,5	0,500		yes	side/transom	4,61	4,76	OK	OK	
3	5,500	1,650	1,993	-1,650	2,001	1,5	0,500		yes	exposed freeboard deck	3,50	4,76	buckling		
4	5,500	-1,658	1,997	-1,423	0,823	1,5	0,500		yes	side/transom	4,60	4,76	OK	OK	
5	5,500	-1,427	0,815	-0,006	0,001	1,5	0,500		yes	bottom	6,61	7,93	OK	OK	

Figura 6.2.3.5: Tabela indicando que a chapa do convés flambou devido a tensão de flexão de viga navio

A chapa flambada foi trocada por uma chapa de espessura superior

scantlings weight, section modulus - Hull File: WOLVERZ.DAT

Y = -1,654 Z = 2,377

Plate Thickness 11 Long'l Girder Transverse Girders Longitudinals Bulkhead Plating Bulkhead stiff. Frame Weight Bkhd Wt Weight Final Wt Weight Kg/m3

Frame 11 Long'l location (m) 5,500 material Aluminum 5083 H116 up to 38,0mm plate Specific Weight 2700

Plate identification n. s shorter edge of plate panel (m) top tk top tank vertical position (m) SM (Y/N) to be included on SM

x longitudinal position (m) l longer edge of plate panel (m) overflow deck cargo log (lf/m2) type plate ship location

yi initial transversal position (m) yf final transversal position (m) w' height of enclosed rooms (m) tr required thickness (mm)

zi initial vertical position (m) zf final vertical position (m) h height of enclosed rooms (m) t selected thickness (mm)

plate	x	yi	zi	yf	zf	s	l	top tk	overflow	W	h	SM	type	tr	t	Buckling check
1	5,500	0,006	0,005	1,423	0,811	1,5	0,500					yes	bottom	6,61	7,93	OK
2	5,500	1,419	0,815	1,650	2,001	1,5	0,500					yes	side/transom	4,61	4,76	OK
3	5,500	1,650	1,993	-1,650	2,001	1,5	0,500					yes	exposed freeboard deck	3,50	6,35	OK
4	5,500	-1,658	1,997	-1,423	0,823	1,5	0,500					yes	side/transom	4,60	4,76	OK
5	5,500	-1,427	0,815	-0,006	0,001	1,5	0,500					yes	bottom	6,61	7,93	OK

standard thickness

Frame data

bottom

Transversal Girder 6

T.Girder y z

1	-1,431	0,823
2	-0,002	0,009

Modulus

Area Modulus inertia cm4

Required 73 23

Offered 16 103 580

10 0

8 10

50,0 0,661

units cm

Figura 6.2.3.6: Tabela mostrando a chapa com espessura majorada pelo projetista e atendendo os critérios de flambagem

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos gigantes longitudinais são apresentados na pasta **Long Girder**

Structure EXIT

Y=2,339 Z=2,467

scantlings weight, section modulus Hull File: WOLVER2.DAT

OPEN **CLOSE** **Save** **Print** **Undo** **Redo** **Find** **Help** **Quit**

Frame **Long^l Girder** **Transverse Girders** **Longitudinals** **Bulkhead Plating** **Bkhd girder** **Bkhd stiff.** **Section Modulus** **Frame Weight** **Bkhd Weight** **Final Weight**

Plate Thickness **Long^l Girder** **Transverse Girders** **Longitudinals** **Bulkhead Plating** **Bkhd girder** **Bkhd stiff.** **Section Modulus** **Frame Weight** **Bkhd Weight** **Final Weight**

Frame **Long^l location** **(m)** **Specific Weight** **2700** **Kgf/m3**

material Aluminum 5083 H112 extrusion

LG n. Transverse Girder n.
Plate identification n.
y Long^l Girder transversal position (m)
z Long^l Girder vertical position (m)
s L. Girder effective width plating (m)
i L. Girder span (m)
icol effective width plating thickness (cm)

bfl left flange width (mm)
bfr right flange width (mm)
tf flange thickness (mm)
hw web height (mm)
R/L Right or Left

SMr Required long. section modulus (cm³)
Ii Required long. section inertia (cm⁴)
SMoff Offered long. section modulus (cm³)
Aoff Offered long. area section (cm²)
Ioff Offered long. inertia section (cm⁴)

TG n.	Plate n	yi	zi	yf	zf	y	z	i	s	icol	SMreq	Ireq	bfi	bfr	tf	hw	tw	R/L	Aoff	SMoff	Ioff	SM
1	1	-0,002	0,005	1,423	0,823	-0,006	0,013	2	1,45	6,61	384	79	5	5	1,27	25	,8	0	33	444	8395	yes
2	3	1,646	1,987	-1,650	2,009	-0,006	2,005	2	1,45	3,50	129	23	5	5	0,635	20	0,635	180	19	192	2809	yes

bulkhead stiffener

point **y** **z**

Initial transv. coord **yj** **m**
Stiffeners spacing **m**

OK **CORRECT** **ERASE**

Modulus

Area Modulus Inertia
cm² cm³ cm⁴

Required
Offered

units cm

Figura 6.2.3.7: Tabela indicando as dimensões das longarinas gigantes

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos transversais são apresentados na pasta **Transverse Girders**.

The screenshot shows the 'Transverse Girders' tab in a software application. The interface includes a top menu bar with options like 'EXIT', 'scantlings weight', 'section modulus', and 'File: WOLVER2.DAT'. Below the menu, there are several input fields and buttons for 'OPEN', 'CLOSE', 'Save', and 'Print'. The main area is divided into sections for 'Frame', 'Bulkhead Part', and 'Bulkhead stiffener'. A table of calculated dimensions is displayed, with columns for Plate n, yi, zi, yf, zf, I, s, tcol, sMreq, Ireq, bfl, bfr, tf, hw, tw, R/L, Aoff, SMoff, and Ioff. The table contains 6 rows of data. Below the table, there are additional input fields for 'Long'l location (m)', 'Specific Weight', and 'Material'. A diagram of a transverse girder section is shown at the bottom right, with labels for 'Area Modulus Inertia' and 'Units cm⁴'.

Plate n	yi	zi	yf	zf	I	s	tcol	sMreq	Ireq	bfl	bfr	tf	hw	tw	R/L	Aoff	SMoff	Ioff
1	0,002	0,001	1,423	0,815	1,638	0,500	6,61	73	22	10	0	0,8	10	0,8	L	16	103	880
2	1,423	0,819	1,646	1,986	1,188	0,500	4,61	13	2	0	0	0	8	0,8	L	6	17	119
3	1,646	1,997	-0,006	2,001	1,652	0,500	3,50	13	5	0	0	0	8	0,8	L	6	16	116
4	-0,006	1,997	-1,650	2,005	1,644	0,500	3,50	13	4	0	0	0	8	0,8	L	6	16	116
5	-1,658	2,005	-1,431	0,811	1,215	0,500	4,62	14	2	0	0	0	8	0,8	R	6	17	120
6	-1,435	0,815	-0,014	0,009	1,634	0,500	6,61	73	22	10	0	0,8	10	0,8	R	16	103	880

Figura 6.2.3.8: Tabela indicando as dimensões das transversais

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo para módulo de seção são apresentados na pasta **Section Modulus**

The screenshot displays the 'Section Modulus' calculation results in a software interface. The interface includes a top toolbar with 'OPEN', 'CLOSE', and 'SAVE' buttons. Below the toolbar are several input fields for 'Plate Thickness', 'Long'l Girder', 'Transverse Girders', 'Longitudinals', 'Bulkhead Plating', 'Bulkhead stiff', 'Section Modulus', 'Frame Weight', 'Bkhd Weight', and 'Final Weight'. The main area contains a detailed table of structural properties and a summary table of section modulus results.

Structure	n	x	xi	zi	zf	width or A	A	Zcg	A x Zcg	A x Zcg ²	h	Io	
Plate	1	5,500	0,005	0,823	0,823	164,309	0,79	129,8	0,414	53,7	22,2	0,818	7,238
Plate	2	5,500	0,819	2,001	2,001	120,285	0,48	57,7	1,410	81,4	1,182	6,718	
Plate	3	5,500	1,987	2,009	2,009	329,602	0,48	158,2	2,003	316,9	0,012	0,002	
Plate	4	5,500	2,001	0,811	0,811	121,071	0,48	58,1	1,406	81,7	1,190	6,856	
Plate	5	5,500	0,815	0,001	0,001	164,458	0,79	129,9	0,408	53,0	0,814	7,173	
LGirder	1	5,5	0,013	0,013	33	33	1	33	0,013	0,4	0,0	0	
LGirder	2	5,5	2,005	2,005	19	19	1	19	2,005	38,1	76,4	0	

Figura 6.2.3.9: Tabela indicando o módulo e inércia de seção requerido e oferecido. Também apresenta os momentos fletores totais em tosamento e alquebramento.

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo de chapas de anteparas são apresentados na pasta **Bulkhead Plating**

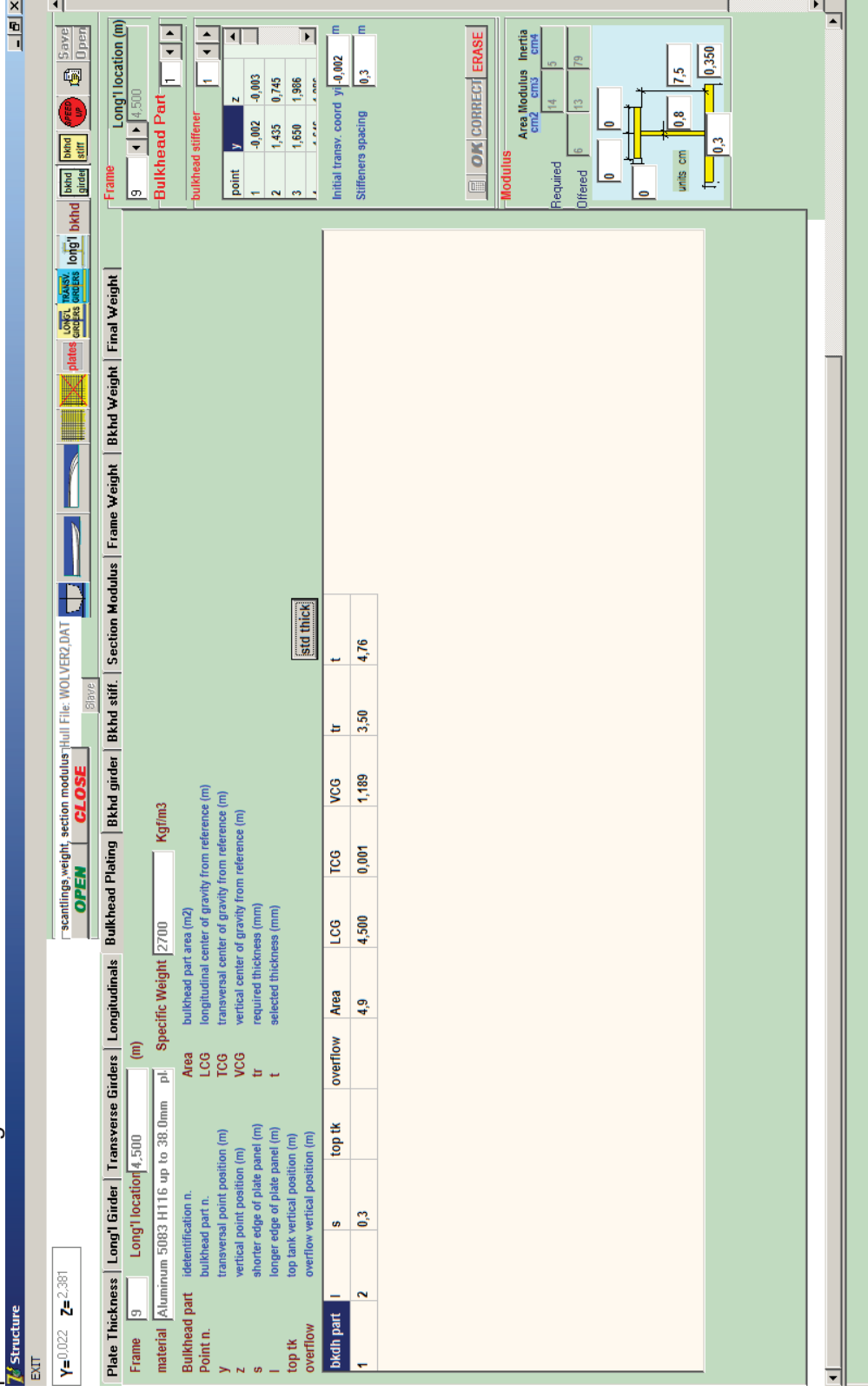


Figura 6.2.3.10: Tabela indicando a espessura da antepara em cálculo

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo dos prumos são apresentados na pasta **Bkhd Stiff**.

Structure EXIT Y=0.624 Z=2.377

scantlings, weight, section modulus Hull File: WOLVER2.DAT

OPEN CLOSE SAVE

Frame 9 Long'l location (m) 4.500

material Aluminum 5083 H112 extrusion Specific Weight 2700

bulkhead plate identification n. s shorter edge of plate panel (m) bfl left flange width (mm)

yi initial transversal stiff. position (m) i longer edge of plate panel (m) bfr right flange width (mm)

zi initial vertical stiff. position (m) y initial transv. coord yf (m) tf flange thickness (mm)

yf final transversal stiff. position (m) tcol effective plate thickness (mm) hw web height (mm)

zf final vertical stiff. position (m) scol effective plate width (cm) tw web thickness (mm)

top tank top tank vertical position (m) overflow tank overflow (m) SMoff Offered section modulus (cm3)

SMr Required section modulus (cm3) Aoff Offered area section (cm2)

Ir Required inertia (cm4) Ioff Offered inertia section (cm4)

Long'l location (m) Bulkhead Part

bulkhead stiffener

point	y	z
1	-0.002	-0.003
2	1.435	0.745
3	1.650	1.986

Initial transv. coord yf -0.002 m

Stiffeners spacing 0.3 m

Modulus

Area Modulus Inertia

cm2 cm4

Required 14 5

Offered 6 13 79

plate	stiff.	yi	zi	yf	zf	li	y	top tk	overflow	SMreq	lreq	bfl	bfr	tf	hw	tw	scol	tcol	Aoff	SMoff	loff	79
1	1	-0.002	1.986	-0.002	0.001	1.985	0.3			14	5	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	2	0.298	0.153	0.298	1.986	1.833	0.3			11	3	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	3	0.598	0.309	0.598	1.986	1.677	0.3			8	2	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	4	0.898	0.465	0.898	1.986	1.521	0.3			6	2	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	5	1.198	0.622	1.198	1.986	1.364	0.3			5	1	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	6	1.498	1.109	1.498	1.986	0.877	0.3			1	0	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	7	-0.302	1.986	-0.302	0.156	1.830	0.3			11	3	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	8	-0.602	1.986	-0.602	0.312	1.674	0.3			8	2	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	9	-0.902	1.986	-0.902	0.467	1.519	0.3			6	2	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	10	-1.202	1.986	-1.202	0.623	1.363	0.3			5	1	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79
1	11	-1.502	1.986	-1.502	1.095	0.891	0.3			1	0	0	0	0	7.5	0.8	0.3	0.350	6	13	79	79

units cm

Figura 6.2.3.11: Tabela indicando as dimensões dos prumos da antepara em cálculo

Ao acionar o comando **OPEN** da barra de ferramentas, todos os dados de cálculo do peso e centro do barco são apresentados na pasta **Final Weight**

The screenshot shows the 'Structure' software interface. The 'Final Weight' tab is active, displaying a table with 13 rows of frame data. The table columns are: frame, girth, b, d, weight, LCG, TCG, VCG, LCG, TCG, VCG. The data is as follows:

frame	girth	b	d	weight	LCG	TCG	VCG	LCG	TCG	VCG
0	9,054	3,300	1,900	103,2	0,000	-0,007	1,029	0,000	-0,007	1,029
1	9,051	3,300	1,906	103,2	0,500	-0,007	1,029	0,500	-0,007	1,029
2	9,056	3,300	1,914	103,2	1,000	-0,007	1,028	1,000	-0,007	1,028
3	9,064	3,300	1,924	103,3	1,500	-0,007	1,026	1,500	-0,007	1,026
4	9,072	3,300	1,934	103,4	2,000	-0,007	1,023	2,000	-0,007	1,023
5	9,079	3,300	1,945	103,5	2,500	-0,007	1,021	2,500	-0,007	1,021
6	9,084	3,300	1,956	103,5	3,000	-0,007	1,020	3,000	-0,007	1,020
7	9,085	3,300	1,968	103,6	3,500	-0,007	1,019	3,500	-0,007	1,019
8	9,077	3,300	1,978	103,5	4,000	-0,007	1,019	4,000	-0,007	1,019
9	9,058	3,300	1,987	103,3	4,500	-0,007	1,021	4,500	-0,007	1,021
10	9,030	3,300	1,994	102,9	5,000	-0,007	1,025	5,000	-0,007	1,025
11	8,992	3,302	2,000	102,5	5,500	-0,007	1,025	5,500	-0,007	1,025
12	8,868	3,247	2,003	101,1	6,000	-0,007	1,029	6,000	-0,007	1,029

The interface also features a toolbar with icons for 'OPEN', 'CLOSE', 'Plate Thickness', 'Longitudinal Girders', 'Transverse Girders', 'Bulkhead Plating', 'Bulkhead girder', 'Bulkhead stiff.', 'Section Modulus', 'Frame Weight', 'Bulkhead Weight', and 'Final Weight'. The 'Final Weight' tab is currently selected, showing a table with columns for 'frame', 'girth', 'b', 'd', 'weight', 'LCG', 'TCG', 'VCG', 'LCG', 'TCG', and 'VCG'. The table contains 13 rows of data, corresponding to frames 0 through 12. The 'weight' column shows values increasing from 103.2 to 101.1. The 'LCG' and 'TCG' columns show values increasing from 0.000 to 6.000. The 'VCG' column shows values fluctuating between 1.019 and 1.029. The interface also includes a 'Project Name' field, a 'Weight' field (2.408 ton), and a 'VCG' field (1.104 m). There are also buttons for 'OPEN', 'CLOSE', 'OK', 'CORRECT', and 'ERASE'.

Figura 6.2.3.12: Tabela apresentando o resultado da estimativa de Peso e Centro do barco.

7. Discussão sobre os resultados

7.1 Resultados dos barcos calculados (itens 6.1.1 e 6.1.2)

Os itens 6.1.1 e 6.1.2 analisaram o mesmo barco com materiais diferentes. O item 6.1.1. apresentou os resultados do barco BAR1 em aço e o item 6.1.2 apresentou os resultados do mesmo barco em alumínio. Propositamente, os materiais selecionados, embora de composições químicas diferentes, apresentam valores de resistência admissível próximos, para podermos comparar os resultados.

O barco Bar1 em aço apresenta um peso estrutural estimado de 110,3 ton, enquanto que o mesmo barco em alumínio apresenta um peso estrutural de 41.4 ton. O peso estrutural de um barco em alumínio é bem menor, o que já era esperado.

O tema principal desta dissertação não é a análise de resultados, e sim a elaboração de um programa para cálculo estrutural, ficando a critério do projetista a opção de escolha do material. Entretanto, os dois exemplos desta dissertação apresentam as diferentes possibilidades de soluções estruturais e recursos que o programa **PARLA** oferece ao projetista.

O custo do material e da mão de obra para a construção de um barco de alumínio é muito superior. Entretanto, o custo do barco não está somente associado ao custo da estrutura com sua mão de obra. Para barcos de passageiros, o luxo e o conforto representam uma parcela considerável do seu preço. Deve-se lembrar que os custos dos equipamentos de uma forma geral são os mesmos, e a motorização principal pode ser reduzida. Portanto, o projetista deverá ter em mente que o peso estrutural é muito importante, e que talvez, após uma boa análise, este não será representativo no custo final.

O programa **PARLA** será a ferramenta que dará respostas rápidas às diversas soluções propostas pelo projetista.

Deve ser observado que os dois modelos adotam uma estrutura transversal reforçada por elementos longitudinais. Os elementos longitudinais, permitem a redução da espessura de chapeamento, e também são importantes para evitarem deformações

excessivas oriundas do aquecimento por solda durante a fabricação, além serem recomendados pelas regras do ABS[1].

7.2 Resultados do barco Wolver2 (item 6.1.3.)

Diferentes modelos de barcos foram estudados para atestar a confiabilidade do programa.

PARLA também foi testado com o barco WOLVER2, adotando-se estrutura transversal. A tensão admissível em flambagem para um painel em compressão em estrutura transversal é inferior ao painel com estrutura longitudinal, logo o programa acusou a flambagem da chapa de convés que estava com 4,76mm de espessura. Essa chapa foi substituída por uma de maior espessura e padrão comercial com 6,35mm. Ver resultados apresentados em 6.1.3

7.3 Cálculos racionais

Embora à primeira vista as formulações das classificadoras pareçam totalmente empíricas, após analisadas criteriosamente, nota-se que as mesmas estão relacionadas com as formulações teóricas, apresentando fatores de segurança práticos, que vão garantir que a embarcação não venha a sofrer rupturas indesejáveis. Essas formulações de cálculo e utilizadas pelo **PARLA** são apresentadas no capítulo 3 desta dissertação.

Os fatores de segurança adotados dentro das formulações são modificados ao longo do tempo considerando os avanços tecnológicos e o banco de dados de resultados práticos de embarcações em operação que vai sendo ampliado.

Não faz parte deste trabalho a análise das formulações das classificadoras, mas seria um trabalho bastante interessante e que propomos para as novas dissertações.

7.4 Tradição Naval

Ao longo da nossa história de construção naval, notamos que, os estaleiros sempre utilizaram os mesmos modelos estruturais já adotados anteriormente. A evolução técnica sempre foi muita lenta.

É muito fácil entender que para o homem voar, cálculos foram necessários, e que para o homem navegar, tudo ocorreu naturalmente. Primeiro se apoiou num tronco de madeira, posteriormente sentou-se sobre o tronco de madeira, e por fim notou que podia abrir um recesso no tronco e sentar confortavelmente no mesmo.

É importante aprender e investigar embarcações semelhantes já construídas. Entretanto, o projetista deve ter a mente aberta para novos desafios de arranjos e dimensionamento estrutural. Com o programa **PARLA** torna-se fácil mudar o modelo estrutural, isto é, mudar espaçamentos, tipos de perfis, materiais, etc, e em pouco tempo obter diferentes soluções.

8. Conclusões

Este projeto apresenta um passo adicional no desenvolvimento do sistema computacional para embarcações e plataformas, denominado **SFD SYSTEM** (*Solution – Focused Design System*), cuja estruturação é baseada em processos de projeto com foco na solução e interações multidisciplinares [2], que já conta com vários módulos, definição de forma de embarcações [3] e para plataformas, definição da forma, cálculo das características hidrostáticas (embarcações e plataformas), curvas cruzadas, estabilidade, avaliação do comportamento em ondas de embarcações, equilíbrio dinâmico (lanchas [4], aerobarcos, asas em efeito de solo e aerodeslizadores), propulsão, etc. Foram citadas aqui apenas as referências das publicações utilizadas neste trabalho. O *software* desenvolvido também evoluiu de um trabalho piloto e simplificado de projeto estrutural de embarcações de até 90m, também estruturado para o sistema [5].

O programa desenvolvido mostrou-se eficiente, por reduzir o tempo de cálculo do projetista e dando ao mesmo mais tempo para estudar um maior número de possibilidades estruturais. É importante lembrar que os cálculos apresentados pelas regras do ABS, “*Guide for Building and Classing High-Speed Craft – October 2001*” [1], são muito trabalhosos e de utilização demorada.

As premissas de tornar o **PARLA** um programa amigável e que trabalhasse interativamente com o projetista foram cumpridas. Para uma dada embarcação, o programa importa a forma geométrica, compartimenta a mesma, calcula as pressões locais impostas à estrutura, espessura de chapeamento, elementos estruturais

longitudinais e transversais, reforços de anteparas, momento fletor atuante ao longo da vida navio, módulo de seção e inércias requeridas e oferecidas para as seções da viga navio, aproxima as espessuras calculadas para valores comerciais, verifica os elementos longitudinais em flambagem e, por fim, calcula o peso e centro de gravidade da estrutura calculada.

Com apenas um clique duplo nos elementos desejados o projetista consegue obter os escantilhões estruturais mínimos. Com apenas um clique no botão direito do mouse, o projetista pode apagar alguma informação fornecida erroneamente. Quando o projetista esquece de dar uma informação, necessária para o cálculo, **PARLA** alerta o projetista sobre a informação necessária. Se o projetista se antecipa na solicitação de algum cálculo onde o mesmo precisa do desenvolvimento de alguma etapa anterior, **PARLA** avisa o projetista para voltar.

A barra de ferramentas é bastante clara, apresentando figuras geométricas ou inscrições sobre os botões. Adicionalmente, passando o mouse sobre os botões, uma descrição sobre a função do mesmo aparece na tela.

Finalmente, o projetista poderá pedir um relatório dos valores fornecidos e dos resultados. Uma tabela "*Report Generator*" é apresentada ao clicar no respectivo botão, e o projetista poderá optar sobre quais dados deverão ser apresentados no relatório. O relatório é apresentado em arquivo tipo .txt, portanto podendo ser facilmente organizado pelo projetista da forma que melhor lhe convier para a emissão de um relatório oficial.

Por se tratar de um trabalho acadêmico, muito ainda pode ser inovado e melhorado. A presente proposta, entretanto vai ajudar o projetista na concepção estrutural de embarcações do tipo mono cascos de planeio apresentando resultados práticos e com visualização gráfica simultânea com bastante rapidez. Os dados vão servir de base para um projeto de detalhamento construtivo.

O programa possui uma lista muito grande de atividades, cálculo de todos os elementos estruturais, incluindo casarias e superestruturas, cálculo da resistência da viga navio, cálculo de pesos e centros, interação gráfica e compartimentagem. Por se tratar de um trabalho acadêmico e por ter sido desenvolvido por um único Engenheiro programador, o presente programa poderá e deverá sofrer evoluções. A parte gráfica deverá trabalhar em 3D, as subrotinas de interpolação deverão ser aperfeiçoadas, as

entradas de dados deverão ter mais opções, e serem mais claras ao projetista, a entrada das formas geométricas deverá ser mais abrangente, não ficando limitadas ao mono casco de fundo V, permitir a seleção de unidades e também permitir o cálculo de embarcações de materiais compósitos, que poderão constar em futuro trabalho.

“A evolução faz parte da história do homem e é necessária para manter a motivação da vida.”

O programa "AutoCAD" atual sofreu uma evolução muito grande em relação ao primeiro "AutoCAD" que foi colocado no mercado. Da mesma forma o "Office", e muitos outros programas.

Da mesma forma com o **PARLA**, a versão atual deverá evoluir para uma nova versão baseada na experiência dos seus usuários. Já foram iniciados os estudos para a próxima versão do **"PARLA 2010"**.

A contribuição do presente trabalho é entregar ao projetista uma ferramenta amigável que lhe permita com rapidez e precisão estudar diferentes modelos estruturais e com diferentes materiais, aço ou alumínio, para embarcações mono casco de planeio.

Somente com a utilização constante do programa para várias embarcações, novas e existentes, e por diferentes projetistas, é que poderá dar ao **PARLA** os avanços e amadurecimento desejáveis.

É importante lembrar que:

“A nossa maior ignorância é não sabermos o quanto somos ignorantes”

9. Bibliografia

[1] American Bureau of Shipping - "Guide for Building and Classing High-Speed Craft - October 2001", **ABS**, 2008

[2] Schachter, R.D., Fernandes, A.C., Bogosian Neto, S., Jordani, C.G., Castro, G.A.V., "The Solution-Focused Design Process Organization Approach Applied From Ship Design to Offshore Platforms Design", ASME Transactions, **Journal of OMAE**, OMAE-05-1042, pp. 1-10, November 2006

[3] Calkins, D.E., Schachter, R.D., Oliveira, L.T., "An Automated Computational Method for Planing Hull Form Definition in Concept Design" – **Journal of Ocean Engineering**, vol./ issue 28/3 – pp. 297-327, March, 2001

[4] Schachter, R.D., Isaltino, A.G.L.e Santos, M.A.T., "Um Enfoque para o Projeto Conceitual de Cascos Planadores de Alta Velocidade" - Anais 15º CNTMCN, **SOBENA** 94, pp. 25-38, Rio de Janeiro, 1994

[5] Schachter, R.D., Cyrino, J.C.R., Bastos, C.R., "Desenvolvimento de um Programa para o Projeto Estrutural de Embarcações de um Sistema Computacional de Projeto Preliminar" – Anais 22º CNTACNO, **SOBENA 2008**, pp. 1-15, Rio de Janeiro, 2008

[6] Savitsky, D. – "Hydrodynamic Design of Planing Hulls", **Marine Technology**, vol8, n.4, pp 71-95, Oct. 1964.

[7] Savitski,D. and Brown,P.W. "Procedure for Hydrodynamic Evaluation of Planing Hulls in Smooth and Rough Water", **Marine Technology**, October 1976

[8] Savitsky, D. "Planing Craft", **Modern Ships and Craft, Chapter IV, Naval Engineers Journal, American Society of Naval Engineering**, February 1985

[9] American Bureau of Shipping - "Guide for Building and Classing High-Speed Craft Naval Craft 2007", **ABS**, 2007

- [10] Christopher Morlan- “Development of the ABS Guide for Building and Classing High Speed Craft – 1993”
- [11] Allen, R. G. and Jones, R.R. “A Simplified Method for Determining Structural Design-Limit Pressures on High Performance Marine Vehicles”, **AIAA-SNAME Symposium on Advance Marine Vehicles**, 1978.
- [12] Heller, S.R. JR. and Jasper, N.H. “On the Structural Design of Planing Craft”, **Quarterly Transactions, Royal Institute of Naval Architects**, July 1960.
- [13] Henrickson, W.A. and Spencer, J.S. “**A Synthesis of Aluminum Crewboat Structural Design**”, Marine Technology, January 1982.
- [14] Calkins, D.E, “An Interactive Computer-Aided Design Synthesis Program for Recreational Poweboats”, **Sname Transaction**, Vol.91, PP,49-87, 1983
- [15] International Maritime Organization -International Code of Safety for High-Speed-Craft- Chapter 2, **IMO**, 2000
- [16] E. Russell Johnston Jr. e Ferdinand Pierre Beer – **Resistência dos Materiais** – Editora Makron, 3ª Edição.
- [17] Anderson Barata Custódio e Murilo Vaz – “Planilha de Cálculo do Módulo de Seção” COPPE - UFRJ;
- [18] Fridsma, G. – “ A systematic Study of the Rough-Water Performance of Planing Boats”, **Davidson Laboratory**, Report 1275, November 1969.
- [19] SOLAS – **International Convention for the Safety at Sea**, 1974 Consolidated Edition, 2004

ANEXO A – Resultados do programa PARLA referente aos barcos calculados
(Barcos apresentados em 6.1.1, 6.1.2 e 6.1.3)

A1– Nomenclatura utilizada no PARLA

X,Y,Z :	coordenadas longitudinal, transversal e vertical dos itens em estudo em relação aos eixos de referência
Yi,Zi:	coordenadas do ponto inicial do elemento
Yf,Zf:	coordenadas do ponto final do elemento
S:	lado mais curto da chapa
l:	lado mais longo da chapa
top tk:	coordenada vertical do ponto mais alto do tanque
overflow:	coordenada vertical do ponto de transbordamento do suspiro
SM(Y/N):	incluir (Y) ou não (N) no módulo de seção da viga navio
Type:	posicionamento do elemento na estrutura: fundo, costado, etc.
tr:	espessura mínima requerida de cálculo
t:	espessura padronizada de mercado
tcoll:	espessura da chapa colaborante
scol:	largura efetiva da chapa colaborante
bfl:	largura do flange da viga à esquerda da alma
bfr:	largura do flange da viga à direita da alma
tf:	espessura do flange da viga (bfl e bfr)
hw:	altura da alma da viga
tw:	espessura da alma da viga
SMr:	módulo de seção requerido para viga calculada
Ir:	momento de inércia requerido para a viga calculada
SMoff:	módulo de seção oferecido para viga escolhida
Ioff:	momento de inércia oferecido para a viga escolhida
Aoff:	área seccional oferecida para a viga escolhida
R/L:	indica se o perfil está posicionado do lado direito ou do lado esquerdo do chapeamento

Para módulo de seção da Viga Navio

Área:	área seccional da seção da viga navio
Zna:	coordenada vertical da linha neutra
Zdeck:	distância entre a linha neutra e o convés resistente da viga navio
Zbot:	distância entre a linha neutra e o fundo da viga navio
Inertia req:	Momento de inércia requerido para a seção em estudo da viga navio
SMr:	Módulo requerido para a seção em estudo da viga navio
Mth:	momento fletor total em hogging
Mts:	momento fletor total em sagging
Weight:	peso da seção ou embarcação (conforme item de cálculo)
LCG:	posição longitudinal do centro de gravidade em relação aos eixos de referência
TCG:	posição transversal do centro de gravidade em relação aos eixos de referência
VCG:	posição vertical do centro de gravidade em relação aos eixos de referência

A2- Lancha de 400 passageiros em aço

Arquivo: BAR1

Características principais:

Comprimento total:..... 39,00m
Boca máxima moldada:..... 9,00m
Pontal moldado:..... 6,00m
Calado de projeto:..... 1,60m
Deslocamento no calado de projeto..235,00 ton
Velocidade de projeto:..... 32,00 Knots
Navegação:.....mar aberto serviço irrestrito

Materiais a serem utilizados:

Chapas: Aço ASTM A131 Grau A
Perfilados: Aço ASTM A131 Grau A

Resultados do Programa **PARLA**

Project Name: CREWBOAT 400PAS - STEEL
Designer: Eng.Barile
Project Reference: BAR1

Coordinates referencia

longitudinal: Aft Perpendicular
transversal: Longitudinal Center Line
vetical: Base Line

Aft Perpendicular Position: 0
Water Line aft intersection position: 0

PROJECT SETTINGS

Length Overall (m): 39,000
Length BP (m): 39,000
Lenght Waterline (m): 35,038
Breadt (m): 9,000
Breadth Water Line (m): 9,000

Depth (m): 6,000
 Draft (m): 1,600
 Displacement (ton): 235
 Block Coefficient : 0,454
 Wave Height (m): 2,92
 Design Speed (knots): 32
 Number of Passengers : 12
 Number of Crew : 3
 Operation Area : Unrestricted Ocean Service
 Service Factor : 1

Still water Bending Moment in Hogging(t.m): 519,77
 Still Water Bending Moment in Sagging(t.m) : 519,77
 Still Water Shearing Force (t) : 61,17

vertical acceleration at LCG (g): 2,16
 vertical acceleration at forward end (g): 2,5
 vertical acceleration at aft end (g): 0,00

running trim (degree): 4
 deadrise at CG (degree): 20

Rules minimum values required for calculation

Length (m): 33,987
 Draft (m): 1,600
 Block Coefficient : 0,454
 Wave height (m): 2,920
 Trim (degrees): 4,000
 Deadrise at LCG (degrees): 10,000
 Vertical acceleration at LCG (g): 2,160
 Vertical acceleration at forward end (g): 2,592
 Vertical acceleration at aft end (g): 0,000
 Collision bulkheads Position from 32,235 (m) to 33,286 (m)

Selected Material

Plating Material : Steel Grade A
 Specific Weight (kgf/m³) : 7800

Ultimate Stress (kgf/cm²) : 4100
 Yeld Stress (kgf/cm²) : 2400
 Elasticity Modulus (kgf/cm²): 2100000
 Internals Material : Steel Grade A
 Specific Weight (kgf/m³) : 7800
 Ultimate Stress (kgf/cm²) : 4100
 Yeld Stress (kgf/cm²) : 2400
 Elasticity Modulus (kgf/cm²): 2100000

Lines Sections

Number of Sections: 22

X (m): 0.000 Number of Points: 4

Y (m)	Z (m)	Chine
0.000	0.000	k
4.115	1.103	C1
4.500	5.500	d
0.000	5.500	LC

X (m): 1.752 Number of Points: 4

Y (m)	Z (m)	Chine
0.000	0.000	k
4.128	1.166	C1
4.500	5.500	d
0.000	5.500	LC

X (m): 3.504 Number of Points: 4

Y (m)	Z (m)	Chine
0.000	0.000	k
4.151	1.215	C1
4.500	5.500	d
0.000	5.500	LC

X (m): 5.256 Number of Points: 4

Y (m)	Z (m)	Chine
0.000	0.000	k
4.178	1.253	C1

4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	7.008	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.207	1.284	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	8.760	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.233	1.312	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	10.511	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.250	1.338	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	12.263	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.255	1.368	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	14.015	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.243	1.405	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	

X (m):	15.767	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.210	1.451	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	17.519	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.151	1.511	C1	
4.500	5.500	d	
0.000	5.500	LC	
X (m):	19.271	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
4.062	1.588	C1	
4.418	5.515	d	
0.000	5.515	LC	
X (m):	21.023	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
3.938	1.685	C1	
4.306	5.536	d	
0.000	5.536	LC	
X (m):	22.775	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
3.774	1.805	C1	
4.158	5.563	d	
0.000	5.563	LC	

X (m):	24.527	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
3.567	1.953	C1	
3.971	5.598	d	
0.000	5.598	LC	

X (m):	26.279	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
3.312	2.132	C1	
3.741	5.641	d	
0.000	5.641	LC	

X (m):	28.031	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
3.005	2.345	C1	
3.463	5.692	d	
0.000	5.692	LC	

X (m):	29.782	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
2.640	2.596	C1	
3.134	5.753	d	
0.000	5.753	LC	

X (m):	31.534	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000	k	
2.214	2.887	C1	
2.750	5.824	d	
0.000	5.824	LC	

X (m): 33.286 Number of Points: 4

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	k
1.721	3.223	C1
2.307	5.906	d
0.000	5.906	LC

X (m): 33.598 Number of Points: 4

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	k
1.627	3.288	C1
2.222	5.922	d
0.000	5.922	LC

X (m): 35.038 Number of Points: 4

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	1.600	k
1.159	3.607	C1
1.800	6.000	d
0.000	6.000	LC

X (m): 39.000 Number of Points: 4

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	6.000	k
0.000	6.000	C1
0.000	6.000	d
0.000	6.000	LC

Frames Sections

first frame number: 0 last frame number: 39

X(m): 0.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.115	1.103	
4.500	5.500	
0.000	5.500	
-4.500	5.500	
-4.115	1.103	
-0.000	0.000	

X(m): 1.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.121	1.140	
4.500	5.500	
0.000	5.500	
-4.500	5.500	
-4.121	1.140	
-0.000	0.000	

X(m): 2.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.131	1.174	
4.500	5.500	
0.000	5.500	
-4.500	5.500	
-4.131	1.174	
-0.000	0.000	

X(m):	3.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.144	1.202		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.144	1.202		
-0.000	0.000		

X(m):	4.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.158	1.227		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.158	1.227		
-0.000	0.000		

X(m):	5.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.174	1.248		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.174	1.248		
-0.000	0.000		

X(m):	6.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.190	1.267		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.190	1.267		
-0.000	0.000		

X(m):	7.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.207	1.284		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.207	1.284		
-0.000	0.000		

X(m):	8.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.223	1.300		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.223	1.300		
-0.000	0.000		

X(m):	9.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.236	1.316		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.236	1.316		
-0.000	0.000		

X(m):	10.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.246	1.330		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.246	1.330		
-0.000	0.000		

X(m):	11.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.000		
4.253	1.346		
4.500	5.500		
0.000	5.500		
-4.500	5.500		
-4.253	1.346		
-0.000	0.000		

X(m): 12.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.255	1.363	
4.500	5.500	
0.000	5.500	
-4.500	5.500	
-4.255	1.363	
-0.000	0.000	

X(m): 13.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.252	1.383	
4.500	5.500	
0.000	5.500	
-4.500	5.500	
-4.252	1.383	
-0.000	0.000	

X(m): 14.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.243	1.405	
4.500	5.500	
0.000	5.500	
-4.500	5.500	
-4.243	1.405	
-0.000	0.000	

X(m): 15.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.227	1.429	
4.498	5.500	
0.000	5.500	
-4.498	5.500	
-4.227	1.429	
-0.000	0.000	

X(m): 16.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.204	1.458	
4.502	5.500	
0.000	5.500	
-4.502	5.500	
-4.204	1.458	
-0.000	0.000	

X(m): 17.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.171	1.492	
4.506	5.499	
0.000	5.499	
-4.506	5.499	
-4.171	1.492	
-0.000	0.000	

X(m): 18.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.130	1.530	
4.485	5.503	
0.000	5.503	
-4.485	5.503	
-4.130	1.530	
-0.000	0.000	

X(m): 19.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.078	1.575	
4.434	5.512	
0.000	5.512	
-4.434	5.512	
-4.078	1.575	
-0.000	0.000	

X(m): 20.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
4.015	1.626	
4.374	5.523	
0.000	5.523	
-4.374	5.523	
-4.015	1.626	
-0.000	0.000	

X(m): 21.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.000	
3.940	1.684	
4.308	5.536	
0.000	5.536	
-4.308	5.536	
-3.940	1.684	
-0.000	-0.000	

X(m): 22.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
3.852	1.749	
4.228	5.550	
0.000	5.550	
-4.228	5.550	
-3.852	1.749	
-0.000	0.000	

X(m): 23.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.000	
3.750	1.822	
4.136	5.567	
0.000	5.567	
-4.136	5.567	
-3.750	1.822	
-0.000	-0.000	

X(m): 24.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.000	
3.634	1.905	
4.031	5.587	
0.000	5.587	
-4.031	5.587	
-3.634	1.905	
-0.000	-0.000	

X(m): 25.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
3.503	1.998	
3.913	5.609	
0.000	5.609	
-3.913	5.609	
-3.503	1.998	
-0.000	0.000	

X(m): 26.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.000	
3.356	2.101	
3.781	5.634	
0.000	5.634	
-3.781	5.634	
-3.356	2.101	
-0.000	0.000	

X(m): 27.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.000	
3.192	2.215	
3.633	5.661	
0.000	5.661	
-3.633	5.661	
-3.192	2.215	
-0.000	-0.000	

X(m): 28.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.000	
3.011	2.341	
3.468	5.691	
0.000	5.691	
-3.468	5.691	
-3.011	2.341	
-0.000	-0.000	

X(m): 29.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.002	
2.810	2.479	
3.287	5.725	
0.000	5.725	
-3.287	5.725	
-2.810	2.479	
-0.000	0.002	

X(m): 30.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.002	
2.590	2.630	
3.089	5.761	
0.000	5.761	
-3.089	5.761	
-2.590	2.630	
-0.000	-0.002	

X(m): 31.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	-0.007	
2.351	2.794	
2.873	5.801	
0.000	5.801	
-2.873	5.801	
-2.351	2.794	
-0.000	-0.007	

X(m): 32.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.014	
2.089	2.971	
2.638	5.845	
0.000	5.845	
-2.638	5.845	
-2.089	2.971	
-0.000	0.014	

X(m): 33.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.018	
1.805	3.164	
2.384	5.892	
0.000	5.892	
-2.384	5.892	
-1.805	3.164	
-0.000	0.018	

X(m): 34.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.228	
1.500	3.366	
2.112	5.945	
0.000	5.945	
-2.112	5.945	
-1.500	3.366	
-0.000	0.228	

X(m): 35.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	1.544	
1.171	3.595	
1.813	5.998	
0.000	5.998	
-1.813	5.998	
-1.171	3.595	
-0.000	1.544	

X(m): 36.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	2.897	
0.857	4.000	
1.439	6.027	
0.000	6.027	
-1.439	6.027	
-0.857	4.000	
-0.000	2.897	

X(m): 37.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	4.045	
0.561	4.574	
0.997	6.032	
0.000	6.032	
-0.997	6.032	
-0.561	4.574	
-0.000	4.045	

X(m): 38.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	5.057	
0.277	5.259	
0.510	6.020	
0.000	6.020	
-0.510	6.020	
-0.277	5.259	
-0.000	5.057	

X(m): 39.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	6.000	
0.000	6.000	
0.000	6.000	
0.000	6.000	
-0.000	6.000	
-0.000	6.000	
-0.000	6.000	

Bulkheads

Frame:=	0	Longitudinal Position:=	0.000 (m)
Frame:=	5	Longitudinal Position:=	5.000 (m)
Frame:=	15	Longitudinal Position:=	15.000 (m)
Frame:=	25	Longitudinal Position:=	25.000 (m)
Frame:=	33	Longitudinal Position:=	33.000 (m)

compartments sections

compartment n.: 1 n. of sections: 19

X(m): 15.000 Number of Points: 3

Y	Z
(m)	(m)
1.993	0.675
2.004	2.507
4.296	2.496

X(m): 16.000 Number of Points: 3

Y	Z
(m)	(m)
1.991	0.703
2.006	2.507
4.253	2.498

X(m): 17.000 Number of Points: 3

Y	Z
(m)	(m)
1.989	0.731
2.008	2.507
4.210	2.500

X(m):	18.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.986	0.758		
2.010	2.507		
4.168	2.503		
X(m):	19.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.984	0.786		
2.012	2.507		
4.125	2.505		
X(m):	20.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.982	0.814		
2.014	2.507		
4.082	2.507		
X(m):	21.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.982	0.876		
2.014	2.507		
3.975	2.505		
X(m):	22.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.982	0.938		
2.014	2.507		
3.868	2.503		
X(m):	23.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.982	1.001		
2.014	2.507		
3.760	2.500		

X(m):	24.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.982	1.063		
2.014	2.507		
3.653	2.498		
X(m):	25.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.982	1.125		
2.014	2.507		
3.546	2.496		
X(m):	26.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.653	1.004		
1.678	2.500		
3.375	2.496		
X(m):	27.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
1.325	0.882		
1.343	2.493		
3.203	2.496		
X(m):	28.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
0.996	0.761		
1.007	2.486		
3.032	2.496		
X(m):	29.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
0.900	0.795		
0.906	2.484		
2.708	2.496		

X(m): 30.000 Number of Points: 3
 Y Z
 (m) (m)
 0.803 0.829
 0.806 2.482
 2.385 2.496

X(m): 31.000 Number of Points: 3
 Y Z
 (m) (m)
 0.707 0.864
 0.705 2.479
 2.061 2.496

X(m): 32.000 Number of Points: 3
 Y Z
 (m) (m)
 0.610 0.898
 0.605 2.477
 1.738 2.496

X(m): 33.000 Number of Points: 3
 Y Z
 (m) (m)
 0.514 0.932
 0.504 2.475
 1.414 2.496

compartment n.: 2 n. of sections: 19

X(m): 15.000 Number of Points: 3
 Y Z
 (m) (m)
 -2.004 0.686
 -2.004 2.475
 -4.307 2.496

X(m): 16.000 Number of Points: 3
 Y Z
 (m) (m)
 -2.004 0.712
 -2.002 2.479

-4.262	2.496		
X(m): 17.000	Number of Points:		3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	0.737		
-2.000	2.483		
-4.217	2.496		
X(m): 18.000	Number of Points:		3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	0.763		
-1.997	2.488		
-4.172	2.496		
X(m): 19.000	Number of Points:		3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	0.788		
-1.995	2.492		
-4.127	2.496		
X(m): 20.000	Number of Points:		3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	0.814		
-1.993	2.496		
-4.082	2.496		
X(m): 21.000	Number of Points:		3
	Y	Z	
(m)	(m)		
-2.004	0.880		
-1.997	2.494		
-3.981	2.492		
X(m): 22.000	Number of Points:		3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	0.947		
-2.001	2.492		
-3.881	2.488		

X(m):	23.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	1.013		
-2.006	2.490		
-3.780	2.483		
X(m):	24.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	1.080		
-2.010	2.488		
-3.680	2.479		
X(m):	25.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.004	1.146		
-2.014	2.486		
-3.579	2.475		
X(m):	26.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.672	1.018		
-1.678	2.486		
-3.390	2.479		
X(m):	27.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.339	0.889		
-1.343	2.486		
-3.200	2.482		
X(m):	28.000	Number of Points:	3
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.007	0.761		
-1.007	2.486		
-3.011	2.486		

X(m): 29.000 Number of Points: 3
Y Z
(m) (m)
-0.906 0.791
-0.906 2.490
-2.692 2.486

X(m): 30.000 Number of Points: 3
Y Z
(m) (m)
-0.806 0.821
-0.806 2.494
-2.372 2.486

X(m): 31.000 Number of Points: 3
Y Z
(m) (m)
-0.705 0.851
-0.705 2.499
-2.053 2.486

X(m): 32.000 Number of Points: 3
Y Z
(m) (m)
-0.605 0.881
-0.605 2.503
-1.733 2.486

X(m): 33.000 Number of Points: 3
Y Z
(m) (m)
-0.504 0.911
-0.504 2.507
-1.414 2.486

compartment n.: 3 n. of sections: 19

X(m): 15.000 Number of Points: 2
Y Z
(m) (m)
-2.004 2.496
2.004 2.486

X(m):	16.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.003	2.493		
2.004	2.488		
X(m):	17.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.002	2.490		
2.004	2.490		
X(m):	18.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.001	2.486		
2.004	2.492		
X(m):	19.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-2.000	2.483		
2.004	2.494		
X(m):	20.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.998	2.480		
2.004	2.497		
X(m):	21.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.997	2.477		
2.004	2.499		
X(m):	22.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.996	2.474		
2.004	2.501		

X(m):	23.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.995	2.470		
2.004	2.503		
X(m):	24.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.994	2.467		
2.004	2.505		
X(m):	25.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.993	2.464		
2.004	2.507		
X(m):	26.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.664	2.475		
1.672	2.507		
X(m):	27.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.336	2.485		
1.339	2.507		
X(m):	28.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-1.007	2.496		
1.007	2.507		
X(m):	29.000	Number of Points:	2
Y	Z		
(m)	(m)		
-0.904	2.496		
0.906	2.509		

X(m): 30.000 Number of Points: 2
 Y Z
 (m) (m)
 -0.801 2.496
 0.806 2.511

X(m): 31.000 Number of Points: 2
 Y Z
 (m) (m)
 -0.699 2.496
 0.705 2.514

X(m): 32.000 Number of Points: 2
 Y Z
 (m) (m)
 -0.596 2.496
 0.605 2.516

X(m): 33.000 Number of Points: 2
 Y Z
 (m) (m)
 -0.493 2.496
 0.504 2.518

Plates

Frame n.: 19 N. of plates: 10

n.	x	yi	zi	yf	zf	s	l
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	19,000	-0,021	0,021	4,082	1,575	,5	1,000
2	19,000	4,082	1,575	4,425	5,507	,5	1,000
3	19,000	4,436	5,518	-4,457	5,518	,5	1,000
4	19,000	-4,457	5,507	-4,093	1,596	,5	1,000
5	19,000	-4,093	1,586	-0,021	0,021	,5	1,000
6	19,000	2,004	0,793	1,993	2,496	,5	1,000
7	19,000	1,982	2,496	4,157	2,518	,5	1,000
8	19,000	-2,025	0,793	-2,014	2,496	,5	1,000
9	19,000	-2,004	2,496	-4,168	2,496	,5	1,000
10	19,000	-2,025	2,486	1,993	2,486	,5	1,000

n.	tk	overflow	w	h
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2,5	6,26		
2	2,5	6,26		
3				
4	2,5	6,26		
5	2,5	6,26		
6	2,5	6,26		
7	2,5	6,26		
8	2,5	6,26		
9	2,5	6,26		
10				

n.	SM	type	tr	t
			(mm)	(mm)
1	yes	bottom	11,34	12,7
2	yes	side/transom	6,66	7,93
3	yes	exposed freeboard deck	3,55	4,76
4	yes	side/transom	6,65	7,93
5	yes	bottom	11,34	12,7
6	yes	tank boundaries	6,05	6,35
7	yes	tank boundaries	5,89	6,35
8	yes	tank boundaries	6,05	6,35
9	yes	tank boundaries	5,89	6,35
10	yes	internal decks	3,04	3,18

Longitudinal Girders

Frame n.: 19 N. of Longitudinal Girders: 4

Lgirder	plate	yi	zi	yf	zf
		(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	-0,021	0,021	4,082	1,575
2	3	4,436	5,518	-4,457	5,518
3	3	4,436	5,518	-4,457	5,518
4	3	4,436	5,518	-4,457	5,518

Lgirder	y	z	s	l	tcol	SMreq	lreq
	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(cm3)	(cm4)
1	-0,011	0,011	4	2	12,7	2183	13500
2	2,004	5,507	4	2	4,76	488	2089
3	-0,021	5,507	4	2	4,76	488	2089
4	-2,004	5,507	4	2	4,76	488	2089

Lgirder	bfl	bfr	tf	hw	tw	L/R
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
1	15	15	1,6	40	1	0
2	5	5	0,79	35	0,79	180
3	5	5	0,79	35	0,79	180
4	5	5	0,79	35	0,79	180

Lgirder	Aoff	SMoff	loff	SM
	(cm2)	(cm3)	(cm4)	
1	88	2291	61577	yes
2	36	524	13190	yes
3	36	524	13190	yes
4	36	524	13190	yes

Transversal Girders

Frame n.: 19 N. of Transversal Girders: 17

Tgirder	plate	yi	zi	yf	zf
		(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	0,000	0,011	1,993	0,793
2	1	2,004	0,782	4,104	1,575
3	2	4,104	1,596	4,157	2,529
4	2	4,157	2,518	4,414	5,507
5	3	4,425	5,507	1,993	5,518
6	3	1,993	5,518	-0,021	5,529
7	3	-0,011	5,539	-2,014	5,529
8	3	-2,004	5,518	-4,446	5,529
9	4	-4,457	5,507	-4,179	2,496
10	4	-4,168	2,518	-4,082	1,586
11	5	-4,093	1,596	-2,014	0,771

12	5	-2,014	0,771	-0,011	0,011
13	6	2,014	0,782	1,993	2,496
14	7	1,993	2,496	4,157	2,518
15	8	-2,004	0,761	-2,004	2,475
16	9	-2,004	2,507	-4,157	2,496
17	10	-2,004	2,507	1,993	2,496

Tgirder	l (m)	s (m)	tcol (cm)	SMreq (cm3)	Ireq (cm4)
1	2,141	1,000	12,7	366	1489
2	2,245	1,000	12,7	399	1703
3	0,935	1,000	7,93	23	25
4	3,000	1,000	7,93	261	1116
5	2,432	1,000	4,76	40	235
6	2,014	1,000	4,76	27	133
7	2,003	1,000	4,76	27	131
8	2,442	1,000	4,76	40	238
9	3,024	1,000	7,93	265	1141
10	0,936	1,000	7,93	23	26
11	2,237	1,000	12,7	396	1686
12	2,142	1,000	12,7	366	1492
13	1,714	1,000	6,35	58	142
14	2,164	1,000	6,35	108	335
15	1,714	1,000	6,35	58	142
16	2,153	1,000	6,35	107	330
17	3,997	1,000	3,18	76	690

Tgirder	bfl (cm)	bfr (cm)	tf (cm)	hw (cm)	tw (cm)	L/R
1	10	10	0,95	20	0,95	L
2	10	10	0,95	20	0,95	L
3	0	10	0	15	0,95	L
4	15	0	0,95	15	0,95	L
5	7,5	0	0,65	7,5	0,65	L
6	7,5	0	0,65	7,5	0,65	L
7	7,5	0	0,65	7,5	0,65	R
8	7,5	0	0,65	7,5	0,65	L

9	15	0	0,95	15	0,95	R
10	0	0	0	15	0,95	R
11	10	10	0,95	20	0,95	R
12	10	10	0,95	20	0,95	R
13	0	0	0	5	0,95	R
14	10	0	0,95	10	0,95	R
15	0	0	0	15	0,95	L
16	10	0	0,95	10	0,95	R
17	10	0	0,95	10	0,95	L

Tgirder	Aoff (cm2)	SMoff (cm3)	loff (cm4)
1	38	499	8416
2	38	500	8510
3	14	66	830
4	29	276	3446
5	10	48	342
6	10	48	342
7	10	48	334
8	10	48	342
9	29	276	3446
10	14	66	830
11	38	500	8502
12	38	499	8416
13	14	68	892
14	19	123	1093
15	14	68	892
16	19	123	1091
17	19	116	882

Longitudinals

Frame n.: 19 N. of Longitudinal: 68

long plate	yi (m)	zi (m)	yf (m)	zf (m)	li (m)	si (m)
1	1 0,000	0,011	4,082	1,575	0,500	,5
2	1 0,000	0,011	4,082	1,575	0,984	,5
3	1 0,000	0,011	4,082	1,575	1,468	,5
4	1 0,000	0,011	4,082	1,575	1,952	,5
5	1 0,000	0,011	4,082	1,575	2,436	,5
6	1 0,000	0,011	4,082	1,575	2,920	,5
7	1 0,000	0,011	4,082	1,575	3,404	,5
8	1 0,000	0,011	4,082	1,575	3,887	,5
9	2 4,104	1,607	4,436	5,518	0,500	,5
10	2 4,104	1,607	4,436	5,518	0,989	,5
11	2 4,104	1,607	4,436	5,518	1,479	,5
12	2 4,104	1,607	4,436	5,518	1,968	,5
13	2 4,104	1,607	4,436	5,518	2,457	,5
14	2 4,104	1,607	4,436	5,518	2,946	,5
15	2 4,104	1,607	4,436	5,518	3,436	,5
16	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-0,500	,5
17	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-0,991	,5
18	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-1,482	,5
19	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-1,974	,5
20	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-2,465	,5
21	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-2,956	,5
22	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-3,447	,5
23	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-3,938	,5
24	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-4,429	,5
25	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-4,921	,5
26	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-5,412	,5
27	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-5,903	,5
28	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-6,394	,5
29	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-6,885	,5
30	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-7,376	,5
31	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-7,868	,5
32	3 4,436	5,496	-4,414	5,491	-8,359	,5

33	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	0,500	,5
34	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	0,992	,5
35	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	1,485	,5
36	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	1,977	,5
37	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	2,470	,5
38	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	2,962	,5
39	4	-4,446	5,507	-4,104	1,575	3,454	,5
40	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	0,500	,5
41	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	0,984	,5
42	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	1,469	,5
43	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	1,953	,5
44	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	2,438	,5
45	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	2,922	,5
46	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	3,406	,5
47	5	-4,093	1,586	-0,011	0,011	3,891	,5
48	6	2,004	0,782	1,993	2,486	-0,500	,5
49	6	2,004	0,782	1,993	2,486	-0,901	,5
50	6	2,004	0,782	1,993	2,486	-1,303	,5
51	7	1,971	2,507	4,157	2,518	0,500	,5
52	7	1,971	2,507	4,157	2,518	0,922	,5
53	7	1,971	2,507	4,157	2,518	1,343	,5
54	7	1,971	2,507	4,157	2,518	1,765	,5
55	8	-2,014	0,782	-2,025	2,496	-0,500	,5
56	8	-2,014	0,782	-2,025	2,496	-0,905	,5
57	8	-2,014	0,782	-2,025	2,496	-1,309	,5
58	9	-2,004	2,496	-4,168	2,507	-0,500	,5
59	9	-2,004	2,496	-4,168	2,507	-0,916	,5
60	9	-2,004	2,496	-4,168	2,507	-1,332	,5
61	9	-2,004	2,496	-4,168	2,507	-1,748	,5
62	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	0,500	,5
63	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	1,000	,5
64	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	1,499	,5
65	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	1,999	,5
66	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	2,498	,5
67	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	2,998	,5
68	9	-2,004	2,518	1,993	2,515	3,497	,5

long	y	z	s	l	SM	SMreq	lreq
	(m)	(m)	(m)	(m)		(cm3)	(cm4)
1	0,467	0,190	,5	1,000	yes	59	92
1	0,919	0,363	,5	1,000	yes	59	92
1	1,371	0,536	,5	1,000	yes	59	92
1	1,823	0,709	,5	1,000	yes	59	92
1	2,274	0,882	,5	1,000	yes	59	92
1	2,726	1,056	,5	1,000	yes	59	92
1	3,178	1,229	,5	1,000	yes	59	92
1	3,630	1,402	,5	1,000	yes	59	92
2	4,146	2,105	,5	1,000	yes	15	17
2	4,188	2,593	,5	1,000	yes	15	17
2	4,229	3,080	,5	1,000	yes	15	17
2	4,270	3,568	,5	1,000	yes	15	17
2	4,312	4,055	,5	1,000	yes	15	17
2	4,353	4,543	,5	1,000	yes	15	17
2	4,395	5,030	,5	1,000	yes	15	17
3	3,936	5,496	,5	1,000	yes	8	8
3	3,445	5,495	,5	1,000	yes	8	8
3	2,954	5,495	,5	1,000	yes	8	8
3	2,462	5,495	,5	1,000	yes	8	8
3	1,971	5,494	,5	1,000	yes	8	8
3	1,480	5,494	,5	1,000	yes	8	8
3	0,989	5,494	,5	1,000	yes	8	8
3	0,498	5,494	,5	1,000	yes	8	8
3	0,007	5,493	,5	1,000	yes	8	8
3	-0,485	5,493	,5	1,000	yes	8	8
3	-0,976	5,493	,5	1,000	yes	8	8
3	-1,467	5,492	,5	1,000	yes	8	8
3	-1,958	5,492	,5	1,000	yes	8	8
3	-2,449	5,492	,5	1,000	yes	8	8
3	-2,940	5,491	,5	1,000	yes	8	8
3	-3,432	5,491	,5	1,000	yes	8	8
3	-3,923	5,491	,5	1,000	yes	8	8
4	-4,403	5,009	,5	1,000	yes	15	18
4	-4,360	4,518	,5	1,000	yes	15	18
4	-4,317	4,028	,5	1,000	yes	15	18

4	-4,275	3,537	,5	1,000	yes	15	18
4	-4,232	3,047	,5	1,000	yes	15	18
4	-4,189	2,556	,5	1,000	yes	15	18
4	-4,147	2,066	,5	1,000	yes	15	18
5	-3,627	1,406	,5	1,000	yes	59	92
5	-3,175	1,232	,5	1,000	yes	59	92
5	-2,723	1,057	,5	1,000	yes	59	92
5	-2,271	0,883	,5	1,000	yes	59	92
5	-1,819	0,709	,5	1,000	yes	59	92
5	-1,367	0,534	,5	1,000	yes	59	92
5	-0,915	0,360	,5	1,000	yes	59	92
5	-0,463	0,185	,5	1,000	yes	59	92
6	2,001	1,282	,5	1,000	yes	12	17
6	1,998	1,683	,5	1,000	yes	12	17
6	1,996	2,085	,5	1,000	yes	12	17
7	2,471	2,510	,5	1,000	yes	12	17
7	2,892	2,512	,5	1,000	yes	12	17
7	3,314	2,514	,5	1,000	yes	12	17
7	3,735	2,516	,5	1,000	yes	12	17
8	-2,017	1,282	,5	1,000	yes	12	17
8	-2,020	1,687	,5	1,000	yes	12	17
8	-2,022	2,091	,5	1,000	yes	12	17
9	-2,504	2,499	,5	1,000	yes	12	16
9	-2,920	2,501	,5	1,000	yes	12	16
9	-3,336	2,503	,5	1,000	yes	12	16
9	-3,752	2,505	,5	1,000	yes	12	16
9	-1,504	2,518	,5	1,000	yes	12	17
9	-1,004	2,517	,5	1,000	yes	12	17
9	-0,505	2,517	,5	1,000	yes	12	17
9	-0,005	2,517	,5	1,000	yes	12	17
9	0,494	2,516	,5	1,000	yes	12	17
9	0,994	2,516	,5	1,000	yes	12	17
9	1,493	2,516	,5	1,000	yes	12	17

long	bfl	bfr	tf	hw	tw	L/R
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
1	0	0	0	13	1	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
2	0	0	0	8	0,95	L
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
3	0	0	0	6	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R

4	0	0	0	8	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
5	0	0	0	13	0,95	R
6	0	0	0	6	0,95	R
6	0	0	0	6	0,95	R
6	0	0	0	6	0,95	R
7	0	0	0	6	0,95	R
7	0	0	0	6	0,95	R
7	0	0	0	6	0,95	R
7	0	0	0	6	0,95	R
8	0	0	0	6	0,95	L
8	0	0	0	6	0,95	L
8	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L
9	0	0	0	6	0,95	L

Long	Aoff	SMoff	loff
	(cm2)	(cm3)	(cm4)
1	13	60	741
2	8	22	166
3	6	12	66
4	8	22	166
5	12	57	709
6	6	12	71
7	6	12	71
8	6	12	71
9	6	12	71

Bulkhead Plates

Frame n.: 15 N. of bulkheads parts: 2

part n.	l	s	tk	overflow
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2,5	0,5	2,5	6,27
2	3,	0,5		

part n.	area	lcg	tcg	vcg	tr	t
	(m2)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)
1	15,3	15,000	-0,019	1,570	6,59	7,93
2	26,5	15,000	-0,011	4,018	4,50	4,76

Bulkhead Girders

NÃO HÁ PRUMOS GIGANTES

Bulkhead Stiffeners

Frame n.: 15 N. of bulkheads stiffeners: 34

part n.	stif n	yi	zi	yf	zf	li	s
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	0,000	0,021	0,000	2,486	2,465	0,5
1	2	0,500	0,193	0,500	2,486	2,293	0,5
1	3	1,000	0,365	1,000	2,486	2,121	0,5
1	4	1,500	0,536	1,500	2,486	1,950	0,5

1	5	2,000	0,708	2,000	2,486	1,778	0,5
1	6	2,500	0,880	2,500	2,486	1,606	0,5
1	7	3,000	1,052	3,000	2,486	1,434	0,5
1	8	3,500	1,224	3,500	2,486	1,262	0,5
1	9	4,000	1,395	4,000	2,486	1,091	0,5
1	10	-0,500	2,486	-0,500	0,197	2,289	0,5
1	11	-1,000	2,486	-1,000	0,361	2,125	0,5
1	12	-1,500	2,486	-1,500	0,526	1,960	0,5
1	13	-2,000	2,486	-2,000	0,690	1,796	0,5
1	14	-2,500	2,486	-2,500	0,855	1,631	0,5
1	15	-3,000	2,486	-3,000	1,019	1,467	0,5
1	16	-3,500	2,486	-3,500	1,184	1,302	0,5
1	17	-4,000	2,486	-4,000	1,349	1,137	0,5
2	18	-0,011	5,518	-0,011	2,496	3,022	0,5
2	19	0,489	2,496	0,489	5,518	3,022	0,5
2	20	0,989	2,496	0,989	5,518	3,022	0,5
2	21	1,489	2,496	1,489	5,518	3,022	0,5
2	22	1,989	2,496	1,989	5,518	3,022	0,5
2	23	2,489	2,496	2,489	5,518	3,022	0,5
2	24	2,989	2,496	2,989	5,518	3,022	0,5
2	25	3,489	2,496	3,489	5,518	3,022	0,5
2	26	3,989	2,496	3,989	5,518	3,022	0,5
2	27	-0,511	5,518	-0,511	2,499	3,019	0,5
2	28	-1,011	5,518	-1,011	2,501	3,017	0,5
2	29	-1,511	5,518	-1,511	2,504	3,014	0,5
2	30	-2,011	5,518	-2,011	2,506	3,012	0,5
2	31	-2,511	5,518	-2,511	2,509	3,009	0,5
2	32	-3,011	5,518	-3,011	2,511	3,007	0,5
2	33	-3,511	5,518	-3,511	2,514	3,004	0,5
2	34	-4,011	5,518	-4,011	2,517	3,001	0,5

stif n	tk	overflow	SMreq	Ireq
	(m)	(m)	(cm3)	(cm4)
1	2,5	6,27	66	232
2	2,5	6,27	56	183
3	2,5	6,27	47	141
4	2,5	6,27	39	107

5	2,5	6,27	31	79
6	2,5	6,27	26	59
7	2,5	6,27	21	43
8	2,5	6,27	16	30
9	2,5	6,27	12	19
10	2,5	6,27	56	182
11	2,5	6,27	47	142
12	2,5	6,27	39	109
13	2,5	6,27	32	82
14	2,5	6,27	27	62
15	2,5	6,27	22	46
16	2,5	6,27	17	32
17	2,5	6,27	14	22
18			42	227
19			42	227
20			42	227
21			42	227
22			42	227
23			42	227
24			42	227
25			42	227
26			42	227
27			42	226
28			42	226
29			42	225
30			42	224
31			42	223
32			42	223
33			41	222
34			41	221

stif n	bfl	bfr	tf	hw	tw	scol	tcol
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
2	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
3	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
4	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793

5	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
6	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
7	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
8	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
9	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
10	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
11	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
12	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
13	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
14	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
15	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
16	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
17	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,793
18	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
19	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
20	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
21	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
22	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
23	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
24	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
25	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
26	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
27	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
28	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
29	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
30	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
31	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
32	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
33	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476
34	7,5	0	0,95	7,5	0,95	0,5	0,476

stif n	Aoff	SMoff	loff
	(cm2)	(cm3)	(cm4)
1	14	71	510
2	14	71	510
3	14	71	510
4	14	71	510

5	14	71	510
6	14	71	510
7	14	71	510
8	14	71	510
9	14	71	510
10	14	71	510
11	14	71	510
12	14	71	510
13	14	71	510
14	14	71	510
15	14	71	510
16	14	71	510
17	14	71	510
18	14	66	395
19	14	66	395
20	14	66	395
21	14	66	395
22	14	66	395
23	14	66	395
24	14	66	395
25	14	66	395
26	14	66	395
27	14	66	395
28	14	66	395
29	14	66	395
30	14	66	395
31	14	66	395
32	14	66	395
33	14	66	395
34	14	66	395

Required x Offered Inertia and Section Modulus

Frame n.	M hog t.m	M Sag t.m	SMreq cm2m	Ireq cm2m2	SMdeck cm2m	SMbot cm2m	Ioff cm2m2
0	0	-0	0	0			
1	87	-111	82	56			
2	175	-223	165	112			
3	262	-334	247	168			
4	350	-445	329	224			
5	437	-556	411	280			
6	525	-668	494	336			
7	612	-779	576	391			
8	700	-890	658	447			
9	787	-1001	740	503			
10	875	-1113	823	559			
11	962	-1224	905	615			
12	1050	-1335	987	671			
13	1137	-1446	1069	727			
14	1224	-1558	1152	783			
15	1226	-1559	1153	784			
16	1226	-1559	1153	784			
17	1226	-1559	1153	784			
18	1226	-1559	1153	784			
19	1226	-1559	1153	784	3526,7	4913,8	12318,8
20	1226	-1559	1153	784			
21	1226	-1559	1153	784			
22	1226	-1559	1153	784			
23	1203	-1531	1132	769			
24	1103	-1404	1038	705			
25	1003	-1276	944	642			
26	903	-1149	850	578			
27	803	-1022	756	514			
28	704	-895	662	450			
29	604	-768	568	386			
30	504	-641	474	322			
31	404	-513	380	258			
32	304	-386	286	194			

33	204	-259	192	130
34	104	-132	98	66
35	4	-5	4	2
36	0	-0	0	0
37	0	-0	0	0
38	0	-0	0	0
39	0	-0	0	0

Final Weight and CG

Weight: 110.3 ton

LCG : 17.272 (m)

TCG : -0.003 (m)

VCG : 2.631 (m)

A3- Lancha de 400 passageiros em alumínio

Arquivo: BAR1

Características principais:

Comprimento total:..... 39,00m

Boca máxima moldada:..... 9,00m

Pontal moldado:..... 6,00m

Calado de projeto:..... 1,60m

Deslocamento no calado de projeto..235,00 ton

Velocidade de projeto:..... 32,00 Knots

Navegação:.....mar aberto serviço irrestrito

Materiais a serem utilizados:

Chapas: Alumínio 5083 H0

Perfilados: Alumínio 6061 T6

Project Name: CREWBOAT 400PASS - ALUMINUM

Designer: Eng. Alessandro Barile

Project Reference:Hull File: BAR1,DAT

Coordinates reference

longitudinal:Aft Perpendicular

transversal: Longitudinal Center Line

vetical: Base Line

Aft Perpendicular Position: 0

Water Line aft intersection position:0

PROJECT SETTINGS

Length Overall (m): 39,000

Length BP (m): 39,000

Lenght Waterline (m): 35,038

Breadt (m): 9,000

Breadth Water Line (m): 9,000

Depth (m): 6,000

Draft (m): 1,600
 Displacement (ton): 235
 Block Coefficient : 0,454
 Wave Height (m): 2,92
 Design Speed (knots): 32
 Number of Passengers : 12
 Number of Crew : 3
 Operation Area : Unrestricted Ocean Service
 Service Factor : 1

Still water Bending Moment in Hogging(t.m):519,77
 Still Water Bending Moment in Sagging(t.m) :519,77
 Still Water Shearing Force (t) : 61,17

vertical acceleration at LCG (g): 2,16
 vertical acceleration at forward end (g): 2,59
 vertical acceleration at aft end (g): 0,00

running trim (degree): 4
 deadrise at CG (degree):15

Rules minimum values required for calculation

Length (m):33,987
 Draft (m): 1,600
 Block Coefficient : 0,454
 Wave height (m): 2,920
 Trim (degrees): 4,000
 Deadrise at LCG (degrees):15,000
 Vertical acceleration at LCG (g): 2,160
 Vertical acceleration at forward end (g):2,592
 Vertical acceleration at aft end (g): 0,000
 Colision bulkheads Position from 32,235(m) to 33,286 (m)

Selected Material

Plating Material : Aluminum 5083 H116 up to 38.0mm plate
 Specific Weight (kgf/m3) : 2700

Ultimate Stress (kgf/cm²) : 2810
 Yeld Stress (kgf/cm²) : 2180
 Elasticity Modulus (kgf/cm²): 7100000

Internals Material : Aluminum 6061 T6 extrusion
 Specific Weight (kgf/m³) : 2700
 Ultimate Stress (kgf/cm²) : 1680
 Yeld Stress (kgf/cm²) : 1680
 Elasticity Modulus (kgf/cm²): 7100000

Lines Sections

(note: Same as BAR1 steel)

Frames Sections

(note: Same as BAR1 steel)

Bulkheads

(note: Same as BAR1 steel)

compartments sections

(note: Same as BAR1 steel)

Plates

Frame n.: 19 N. of plates: 10

n.	x	yi	zi	yf	zf	s	l
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	19,000	-0,021	0,000	4,082	1,564	,5	1,000
2	19,000	4,114	1,575	4,425	5,496	,5	1,000
3	19,000	4,436	5,518	-4,446	5,496	,5	1,000
4	19,000	-4,446	5,496	-4,082	1,586	,5	1,000
5	19,000	-4,093	1,575	0,000	0,000	,5	1,000
6	19,000	1,993	0,771	2,004	2,486	,5	1,000
7	19,000	2,004	2,496	4,179	2,518	,5	1,000
8	19,000	-2,004	0,761	-2,014	2,496	,5	1,000

9	19,000	-2,036	2,486	-4,168	2,507	,5	1,000
10	19,000	-2,014	2,486	2,004	2,496	,5	1,000

n.	tk	overflow	w	h
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2,5	6,26		
2	2,5	6,26		
3				
4	2,5	6,26		
5	2,5	6,26		
6	2,5	6,26		
7	2,5	6,26		
8	2,5	6,26		
9	2,5	6,26		
10				

n.	SM	type	tr	t
			(mm)	(mm)
1	yes	bottom	11,89	12,7
2	yes	side/transom	6,99	7,93
3	yes	exposed freeboard deck	4,61	4,76
4	yes	side/transom	6,98	7,93
5	yes	bottom	11,89	12,7
6	yes	tank boundaries	6,36	7,93
7	yes	tank boundaries	6,18	6,35
8	yes	tank boundaries	6,37	7,93
9	yes	tank boundaries	6,18	6,35
10	yes	internal decks	4,03	4,76

Longitudinal Girders

Frame n.: 19 N. of Longitudinal Girders: 4

Lgirder	plate	yi	zi	yf	zf
		(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	-0,021	0,000	4,082	1,564
2	3	4,436	5,518	-4,446	5,496
3	3	4,436	5,518	-4,446	5,496
4	3	4,436	5,518	-4,446	5,496

Lgirder	y	z	s	l	tcol	SMreq	Ireq
	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(cm ³)	(cm ⁴)
1	-0,021	0,011	4	2	11,89	3119	2852
2	2	5,539	4	2	4,61	697	378
3	-0,011	5,496	4	2	4,61	697	378
4	-1,993	5,496	4	2	4,61	697	378

Lgirder	bfl	bfr	tf	hw	tw	L/R
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
1	15	15	1,9	50	1	0
2	5	5	0,95	40	0,95	180
3	5	5	0,95	40	0,95	180
4	5	5	0,95	40	0,95	180

Lgirder	Aoff	SMoff	loff	SM
	(cm ²)	(cm ³)	(cm ⁴)	
1	107	3354	103956	yes
2	48	741	20095	yes
3	48	741	20095	yes
4	48	741	20095	yes

Transversal Girders

Frame n.: 19 N. of Transversal Girders: 17

Tgirder	plate	yi	zi	yf	zf
		(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	-0,011	0,000	1,993	0,771
2	1	1,982	0,782	4,093	1,586
3	2	4,093	1,575	4,168	2,507
4	2	4,168	2,518	4,425	5,518
5	3	4,436	5,518	1,993	5,529
6	3	1,993	5,518	-0,011	5,486
7	3	-0,021	5,529	-2,004	5,496
8	3	-2,004	5,496	-4,446	5,518
9	4	-4,457	5,496	-4,168	2,518
10	4	-4,168	2,507	-4,082	1,596
11	5	-4,093	1,575	-2,014	0,761

12	5	-2,025	0,782	-0,011	0,032
13	6	1,993	0,782	2,014	2,496
14	7	2,025	2,475	4,136	2,529
15	8	-2,014	0,771	-2,004	2,529
16	9	-2,014	2,486	-4,168	2,529
17	10	-2,004	2,496	2,004	2,464

Tgirder	l (m)	s (m)	tcol (cm)	SMreq (cm3)	Ireq (cm4)
1	2,147	1,000	11,89	525	317
2	2,259	1,000	11,89	576	366
3	0,935	1,000	6,99	33	5
4	3,011	1,000	6,99	376	239
5	2,443	1,000	4,61	57	43
6	2,004	1,000	4,61	39	24
7	1,983	1,000	4,61	38	23
8	2,442	1,000	4,61	57	43
9	2,992	1,000	6,98	370	234
10	0,915	1,000	6,98	31	5
11	2,233	1,000	11,89	564	354
12	2,149	1,000	11,89	526	318
13	1,714	1,000	6,36	83	30
14	2,112	1,000	6,18	147	66
15	1,758	1,000	6,37	88	33
16	2,154	1,000	6,18	154	70
17	4,008	1,000	4,03	109	126

Tgirder	bfl (cm)	bfr (cm)	tf (cm)	hw (cm)	tw (cm)	L/R
1	20	0	1,27	20	1,27	L
2	20	0	1,27	20	1,27	L
3	15,2	0	1,27	15,2	1,27	L
4	15,2	0	1,27	15,2	1,27	L
5	7,5	0	0,8	7,5	,8	L
6	7,5	0	0,8	7,5	,8	R
7	7,5	0	0,8	7,5	,8	R
8	7,5	0	0,8	7,5	,8	L

9	15,2	0	1,27	15,2	1,27	R
10	15,2	0	1,27	15,2	1,27	R
11	20	0	1,27	20	1,27	R
12	20	0	1,27	20	1,27	R
13	10	0	0,95	10	0,95	R
14	10	0	1,27	10	1,27	R
15	10	0	0,95	10	0,95	L
16	10	0	1,27	10	1,27	L
17	10	0	1,27	10	1,27	L

Tgirder Aoff SMoff loff
(cm2) (cm3) (cm4)

1	51	650	10322
2	51	652	10471
3	39	335	3046
4	39	365	4268
5	12	58	407
6	12	58	396
7	12	58	395
8	12	58	407
9	39	365	4266
10	39	334	3015
11	51	651	10439
12	51	650	10322
13	19	121	1030
14	25	159	1366
15	19	122	1038
16	25	158	1307
17	25	153	1197

Longitudinals

Frame n.: 19 N. of Longitudinal: 47

long plate	yi	zi	yf	zf	li	si
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1 -0,011	0,011	4,093	1,564	0,500	,5
2	1 -0,011	0,011	4,093	1,564	0,986	,5

3	1	-0,011	0,011	4,093	1,564	1,472	,5
4	1	-0,011	0,011	4,093	1,564	1,958	,5
5	1	-0,011	0,011	4,093	1,564	2,444	,5
6	1	-0,011	0,011	4,093	1,564	2,930	,5
7	1	-0,011	0,011	4,093	1,564	3,416	,5
8	1	-0,011	0,011	4,093	1,564	3,902	,5
9	2	4,071	1,564	4,425	5,507	0,500	,5
10	2	4,071	1,564	4,425	5,507	0,994	,5
11	2	4,071	1,564	4,425	5,507	1,488	,5
12	2	4,071	1,564	4,425	5,507	1,982	,5
13	2	4,071	1,564	4,425	5,507	2,476	,5
14	2	4,071	1,564	4,425	5,507	2,971	,5
15	2	4,071	1,564	4,425	5,507	3,465	,5
16	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-0,500	,5
17	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-0,990	,5
18	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-1,480	,5
19	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-1,970	,5
20	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-2,460	,5
21	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-2,949	,5
22	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-3,439	,5
23	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-3,929	,5
24	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-4,419	,5
25	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-4,909	,5
26	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-5,399	,5
27	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-5,889	,5
28	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-6,379	,5
29	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-6,868	,5
30	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-7,358	,5
31	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-7,848	,5
32	3	4,414	5,507	-4,414	5,496	-8,338	,5
33	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	0,500	,5
34	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	0,993	,5
35	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	1,487	,5
36	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	1,980	,5
37	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	2,473	,5
38	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	2,966	,5
39	4	-4,435	5,527	-4,070	1,591	3,460	,5

40	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	0,500	,5
41	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	0,982	,5
42	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	1,465	,5
43	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	1,947	,5
44	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	2,430	,5
45	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	2,912	,5
46	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	3,395	,5
47	5	-4,102	1,581	-0,027	0,032	3,877	,5

long	y	z	s	l	SM	SMreq	lreq
	(m)	(m)	(m)	(m)		(cm3)	(cm4)
1	0,457	0,188	,5	1,000	yes	85	19
1	0,911	0,360	,5	1,000	yes	85	19
1	1,366	0,532	,5	1,000	yes	85	19
1	1,820	0,704	,5	1,000	yes	85	19
1	2,275	0,876	,5	1,000	yes	85	19
1	2,729	1,048	,5	1,000	yes	85	19
1	3,184	1,220	,5	1,000	yes	85	19
1	3,638	1,392	,5	1,000	yes	85	19
2	4,116	2,062	,5	1,000	yes	21	4
2	4,160	2,554	,5	1,000	yes	21	4
2	4,204	3,046	,5	1,000	yes	21	4
2	4,248	3,538	,5	1,000	yes	21	4
2	4,292	4,031	,5	1,000	yes	21	4
2	4,337	4,523	,5	1,000	yes	21	4
2	4,381	5,015	,5	1,000	yes	21	4
3	3,914	5,506	,5	1,000	yes	11	1
3	3,424	5,506	,5	1,000	yes	11	1
3	2,934	5,505	,5	1,000	yes	11	1
3	2,444	5,505	,5	1,000	yes	11	1
3	1,954	5,504	,5	1,000	yes	11	1
3	1,465	5,503	,5	1,000	yes	11	1
3	0,975	5,503	,5	1,000	yes	11	1
3	0,485	5,502	,5	1,000	yes	11	1
3	-0,005	5,501	,5	1,000	yes	11	1
3	-0,495	5,501	,5	1,000	yes	11	1

3	-0,985	5,500	,5	1,000	yes	11	1
3	-1,475	5,500	,5	1,000	yes	11	1
3	-1,965	5,499	,5	1,000	yes	11	1
3	-2,454	5,498	,5	1,000	yes	11	1
3	-2,944	5,498	,5	1,000	yes	11	1
3	-3,434	5,497	,5	1,000	yes	11	1
3	-3,924	5,497	,5	1,000	yes	11	1
4	-4,389	5,029	,5	1,000	yes	21	5
4	-4,343	4,538	,5	1,000	yes	21	5
4	-4,298	4,047	,5	1,000	yes	21	5
4	-4,252	3,556	,5	1,000	yes	21	5
4	-4,207	3,064	,5	1,000	yes	21	5
4	-4,161	2,573	,5	1,000	yes	21	5
4	-4,116	2,082	,5	1,000	yes	21	5
5	-3,635	1,403	,5	1,000	yes	85	27
5	-3,184	1,232	,5	1,000	yes	85	27
5	-2,733	1,061	,5	1,000	yes	85	27
5	-2,282	0,889	,5	1,000	yes	85	27
5	-1,831	0,718	,5	1,000	yes	85	27
5	-1,380	0,546	,5	1,000	yes	85	27
5	-0,929	0,375	,5	1,000	yes	85	27
5	-0,478	0,203	,5	1,000	yes	85	27

long	bfl	bfr	tf	hw	tw	L/R
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
1	10	0	0,8	10	0,8	L
2	0	0	0	8	0,95	L
3	0	0	0	6	0,95	R
4	0	0	0	8	0,95	R
5	0	10	,8	10	0,8	R

Long	Aoff	SMoff	loff
	(cm2)	(cm3)	(cm4)
1	16	110	1058
2	8	21	160
3	6	12	65
4	8	21	160

5 16 110 1058

Bulkhead Plates

Frame n.: 15 N. of bulkheads parts: 2

part n.	l	s	tk	overflow
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2,5	,5	2,5	6,27
2	3,5	,5		

part n.	area	l _{cg}	t _{cg}	v _{cg}	tr	t
	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)
1	15,1	15,000	0,001	1,565	6,92	7,93
2	26,3	15,000	-0,003	4,012	4,73	4,76

Bulkhead Girders

Não há prumos gigantes na antepara

Bulkhead Stiffeners

Frame n.: 15 N. of bulkheads stiffeners: 34

part n.	stif n	y _i	z _i	y _f	z _f	l _i	s
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	-0,016	2,511	-0,016	0,022	2,489	,5
1	2	0,484	0,167	0,484	2,510	2,343	,5
1	3	0,984	0,334	0,984	2,509	2,175	,5
1	4	1,484	0,501	1,484	2,509	2,007	,5
1	5	1,984	0,668	1,984	2,508	1,840	,5
1	6	2,484	0,835	2,484	2,507	1,672	,5
1	7	2,984	1,002	2,984	2,507	1,504	,5
1	8	3,484	1,169	3,484	2,506	1,337	,5
1	9	3,984	1,336	3,984	2,505	1,169	,5
1	10	-0,516	2,511	-0,516	0,191	2,320	,5
1	11	-1,016	2,512	-1,016	0,360	2,151	,5
1	12	-1,516	2,512	-1,516	0,530	1,983	,5
1	13	-2,016	2,513	-2,016	0,699	1,814	,5
1	14	-2,516	2,514	-2,516	0,868	1,646	,5

1	15	-3,016	2,514	-3,016	1,037	1,477	,5
1	16	-3,516	2,515	-3,516	1,206	1,309	,5
1	17	-4,016	2,516	-4,016	1,376	1,140	,5
2	18	-0,005	5,521	-0,005	2,538	2,983	,5
2	19	0,495	2,517	0,495	5,521	3,004	,5
2	20	0,995	2,519	0,995	5,520	3,002	,5
2	21	1,495	2,520	1,495	5,520	3,000	,5
2	22	1,995	2,521	1,995	5,519	2,998	,5
2	23	2,495	2,522	2,495	5,518	2,996	,5
2	24	2,995	2,524	2,995	5,518	2,994	,5
2	25	3,495	2,525	3,495	5,517	2,992	,5
2	26	3,995	2,526	3,995	5,517	2,990	,5
2	27	-0,505	5,522	-0,505	2,537	2,985	,5
2	28	-1,005	5,523	-1,005	2,535	2,987	,5
2	29	-1,505	5,523	-1,505	2,534	2,989	,5
2	30	-2,005	5,524	-2,005	2,533	2,991	,5
2	31	-2,505	5,525	-2,505	2,532	2,993	,5
2	32	-3,005	5,525	-3,005	2,530	2,995	,5
2	33	-3,505	5,526	-3,505	2,529	2,997	,5
2	34	-4,005	5,526	-4,005	2,528	2,999	,5

stif n	tk	overflow	SMreq	lreq
	(m)	(m)	(cm3)	(cm4)
1	2,5	6,27	96	71
2	2,5	6,27	83	58
3	2,5	6,27	70	45
4	2,5	6,27	58	35
5	2,5	6,27	48	26
6	2,5	6,27	40	20
7	2,5	6,27	33	15
8	2,5	6,27	26	10
9	2,5	6,27	20	7
10	2,5	6,27	81	56
11	2,5	6,27	68	43
12	2,5	6,27	57	33
13	2,5	6,27	46	25
14	2,5	6,27	39	19

15	2,5	6,27	32	14
16	2,5	6,27	25	10
17	2,5	6,27	19	7
18			58	64
19			59	66
20			59	65
21			59	65
22			59	65
23			59	65
24			59	65
25			59	65
26			58	65
27			58	64
28			58	64
29			58	64
30			58	64
31			58	65
32			58	65
33			59	65
34			59	65

stif n	bfl	bfr	tf	hw	tw	scol	tcol
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
2	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
3	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
4	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
5	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
6	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
7	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
8	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
9	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
10	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
11	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
12	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
13	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
14	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692

15	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
16	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
17	10	0	0,8	10	0,8	0,5	0,692
18	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
19	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
20	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
21	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
22	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
23	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
24	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
25	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
26	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
27	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
28	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
29	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
30	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
31	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
32	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
33	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473
34	7,5	0	0,953	7,5	0,953	0,5	0,473

stif n	Aoff	SMoff	loff
	(cm2)	(cm3)	(cm4)
1	16	104	893
2	16	104	893
3	16	104	893
4	16	104	893
5	16	104	893
6	16	104	893
7	16	104	893
8	16	104	893
9	16	104	893
10	16	104	893
11	16	104	893
12	16	104	893
13	16	104	893
14	16	104	893

15	16	104	893
16	16	104	893
17	16	104	893
18	14	66	394
19	14	66	394
20	14	66	394
21	14	66	394
22	14	66	394
23	14	66	394
24	14	66	394
25	14	66	394
26	14	66	394
27	14	66	394
28	14	66	394
29	14	66	394
30	14	66	394
31	14	66	394
32	14	66	394
33	14	66	394
34	14	66	394

Required x Offered Inertia and Section Modulus

Frame n.	M hog t.m	M Sag t.m	SMreq cm2m	Ireq cm2m2	SMdeck cm2m	SMbot cm2m	Ioff cm2m2
0	0	-0	0	0			
1	87	-111	82	56			
2	175	-223	165	112			
3	262	-334	247	168			
4	350	-445	329	224			
5	437	-556	411	280			
6	525	-668	494	336			
7	612	-779	576	391			
8	700	-890	658	447			
9	787	-1001	740	503			
10	875	-1113	823	559			
11	962	-1224	905	615			

12	1050	-1335	987	671			
13	1137	-1446	1069	727			
14	1224	-1558	1152	783			
15	1226	-1559	1153	784			
16	1226	-1559	1153	784			
17	1226	-1559	1153	784			
18	1226	-1559	1153	784			
19	1226	-1559	1153	784	3694,3	5239,9	13000,2
20	1226	-1559	1153	784			
21	1226	-1559	1153	784			
22	1226	-1559	1153	784			
23	1203	-1531	1132	769			
24	1103	-1404	1038	705			
25	1003	-1276	944	642			
26	903	-1149	850	578			
27	803	-1022	756	514			
28	704	-895	662	450			
29	604	-768	568	386			
30	504	-641	474	322			
31	404	-513	380	258			
32	304	-386	286	194			
33	204	-259	192	130			
34	104	-132	98	66			
35	4	-5	4	2			
36	0	-0	0	0			
37	0	-0	0	0			
38	0	-0	0	0			
39	0	-0	0	0			

Final Weight and CG

Weight: 41.4 ton
 LCG : 17.307 (m)
 TCG : -0.002 (m)
 VCG : 2.592 (m)

A4- Lancha Wolver2 em alumínio

Project Name: WOLVER2
Designer:
Project Reference:Hull File: WOLVER2,DAT

Coordinates reference

longitudinal: Aft Perpendicular
transversal: Longitudinal Center Line
vetical: Base Line

Aft Perpendicular Position: 0
Water Line aft intersection position: 0

PROJECT SETTINGS

Length Overall (m):	12,200
Length BP (m):	12,200
Lenght Waterline (m):	11,089
Breadt (m):	3,300
Breadth Water Line (m):	3,300
Depth (m):	2,150
Draft (m):	0,750
Displacement (ton):	15
Block Coefficient :	0,533
Wave Height (m):	0,92
Design Speed (knots):	20
Number of Passengers :	6
Number of Crew :	2
Operation Area :	Restricted Service
Service Factor :	0,5

Still water Bending Moment in Hogging (t.m):81,00
Still Water Bending Moment in Sagging (t.m) :81,00
Still Water Shearing Force (t) : 30,12

vertical acceleration at LCG (g): 1,58
vertical acceleration at forward end (g): 1,90
vertical acceleration at aft end (g): 0,00

running trim (degree): 4
deadrise at CG (degree): 30

Rules minimum values required for calculation

Length (m): 10,756
Draft (m): 0,750
Block Coefficient : 0,533
Wave height (m): 0,924
Trim (degrees): 4,000
Deadrise at LCG (degrees): 10,000
Vertical acceleration at LCG (g): 1,580
Vertical acceleration at forward end (g): 1,900
Vertical acceleration at aft end (g): 0,000
Collision bulkheads Position from 10,202(m) to 10,535 (m)

Selected Material

Plating Material : Aluminum 5083 H116 up to 38.0mm plate
Specific Weight (kgf/m³) : 2700
Ultimate Stress (kgf/cm²) : 2810
Yield Stress (kgf/cm²) : 2180
Elasticity Modulus (kgf/cm²): 7100000

Internals Material : Aluminum 5083 H112 extrusion
Specific Weight (kgf/m³) : 2700
Ultimate Stress (kgf/cm²) : 2810
Yield Stress (kgf/cm²) : 1120
Elasticity Modulus (kgf/cm²): 7100000

Lines Sections

Number of Sections: 22

X (m):	0.000	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.050	k	
1.384	0.581	C1	
1.650	1.950	d	
0.000	1.950	LC	
X (m):	0.554	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.046	k	
1.388	0.595	C1	
1.650	1.953	d	
0.000	1.953	LC	
X (m):	1.109	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.040	k	
1.397	0.609	C1	
1.650	1.956	d	
0.000	1.956	LC	
X (m):	1.663	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.032	k	
1.408	0.625	C1	
1.650	1.959	d	
0.000	1.959	LC	
X (m):	2.218	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.023	k	
1.419	0.643	C1	
1.650	1.962	d	
0.000	1.962	LC	

X (m):	2.772	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.015	k	
1.430	0.664	C1	
1.650	1.966	d	
0.000	1.966	LC	
X (m):	3.327	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.007	k	
1.439	0.687	C1	
1.650	1.971	d	
0.000	1.971	LC	
X (m):	3.881	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.001	k	
1.444	0.714	C1	
1.650	1.977	d	
0.000	1.977	LC	
X (m):	4.436	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.003	k	
1.443	0.745	C1	
1.650	1.983	d	
0.000	1.983	LC	
X (m):	4.990	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.003	k	
1.436	0.780	C1	
1.650	1.991	d	
0.000	1.991	LC	

X (m):	5.545	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.000	k	
1.421	0.820	C1	
1.650	2.000	d	
0.000	2.000	LC	
X (m):	6.099	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.008	k	
1.393	0.867	C1	
1.616	2.011	d	
0.000	2.011	LC	
X (m):	6.654	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.021	k	
1.355	0.918	C1	
1.570	2.023	d	
0.000	2.023	LC	
X (m):	7.208	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.040	k	
1.306	0.975	C1	
1.512	2.038	d	
0.000	2.038	LC	
X (m):	7.763	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.066	k	
1.242	1.039	C1	
1.439	2.053	d	
0.000	2.053	LC	

X (m):	8.317	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.100	k	
1.164	1.112	C1	
1.350	2.070	d	
0.000	2.070	LC	
X (m):	8.872	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.185	k	
1.071	1.194	C1	
1.244	2.086	d	
0.000	2.086	LC	
X (m):	9.426	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.310	k	
0.960	1.288	C1	
1.119	2.103	d	
0.000	2.103	LC	
X (m):	9.980	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.485	k	
0.830	1.395	C1	
0.971	2.119	d	
0.000	2.119	LC	
X (m):	10.535	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.718	k	
0.678	1.516	C1	
0.798	2.135	d	
0.000	2.135	LC	

X (m):	10.701	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.800	k	
0.628	1.556	C1	
0.742	2.140	d	
0.000	2.140	LC	

X (m):	11.089	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	1.150	k	
0.503	1.653	C1	
0.600	2.150	d	
0.000	2.150	LC	

X (m):	12.200	Number of Points:	4
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	2.150	k	
0.000	2.150	C1	
0.000	2.150	d	
0.000	2.150	LC	

Frames Sections

first frame number: 0 last frame number: 24

X(m):	0.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.050		
1.384	0.581		
1.650	1.950		
0.000	1.950		
-1.650	1.950		
-1.384	0.581		
-0.000	0.050		

X(m): 0.500 Number of Points: 7
Y Z Chine
(m) (m)
0.000 0.046
1.387 0.594
1.650 1.953
0.000 1.953
-1.650 1.953
-1.387 0.594
-0.000 0.046

X(m): 1.000 Number of Points: 7
Y Z Chine
(m) (m)
0.000 0.041
1.395 0.606
1.650 1.955
0.000 1.955
-1.650 1.955
-1.395 0.606
-0.000 0.041

X(m): 1.500 Number of Points: 7
Y Z Chine
(m) (m)
0.000 0.035
1.405 0.620
1.650 1.958
0.000 1.958
-1.650 1.958
-1.405 0.620
-0.000 0.035

X(m):	2.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.026		
1.415	0.636		
1.650	1.961		
0.000	1.961		
-1.650	1.961		
-1.415	0.636		
-0.000	0.026		

X(m):	2.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.019		
1.425	0.653		
1.650	1.964		
0.000	1.964		
-1.650	1.964		
-1.425	0.653		
-0.000	0.019		

X(m):	3.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.012		
1.434	0.673		
1.650	1.968		
0.000	1.968		
-1.650	1.968		
-1.434	0.673		
-0.000	0.012		

X(m):	3.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.005		
1.441	0.695		
1.650	1.973		
0.000	1.973		
-1.650	1.973		
-1.441	0.695		
-0.000	0.005		

X(m):	4.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.000		
1.444	0.720		
1.650	1.978		
0.000	1.978		
-1.650	1.978		
-1.444	0.720		
-0.000	-0.000		

X(m):	4.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.003		
1.442	0.749		
1.650	1.984		
0.000	1.984		
-1.650	1.984		
-1.442	0.749		
-0.000	-0.003		

X(m):	5.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.003		
1.436	0.781		
1.650	1.991		
0.000	1.991		
-1.650	1.991		
-1.436	0.781		
-0.000	-0.003		

X(m):	5.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	-0.000		
1.423	0.816		
1.651	1.999		
0.000	1.999		
-1.651	1.999		
-1.423	0.816		
-0.000	-0.000		

X(m):	6.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.006		
1.399	0.858		
1.624	2.009		
0.000	2.009		
-1.624	2.009		
-1.399	0.858		
-0.000	0.006		

X(m):	6.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.017		
1.367	0.903		
1.584	2.019		
0.000	2.019		
-1.584	2.019		
-1.367	0.903		
-0.000	0.017		

X(m):	7.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.032		
1.326	0.953		
1.535	2.032		
0.000	2.032		
-1.535	2.032		
-1.326	0.953		
-0.000	0.032		

X(m):	7.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.054		
1.274	1.008		
1.476	2.046		
0.000	2.046		
-1.476	2.046		
-1.274	1.008		
-0.000	0.054		

X(m):	8.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.077		
1.210	1.069		
1.403	2.060		
0.000	2.060		
-1.403	2.060		
-1.210	1.069		
-0.000	0.077		

X(m):	8.500	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.122		
1.135	1.138		
1.317	2.075		
0.000	2.075		
-1.317	2.075		
-1.135	1.138		
-0.000	0.122		

X(m):	9.000	Number of Points:	7
Y	Z	Chine	
(m)	(m)		
0.000	0.211		
1.047	1.215		
1.217	2.090		
0.000	2.090		
-1.217	2.090		
-1.047	1.215		
-0.000	0.211		

X(m): 9.500 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.330	
0.944	1.302	
1.101	2.105	
0.000	2.105	
-1.101	2.105	
-0.944	1.302	
-0.000	0.330	

X(m): 10.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.493	
0.825	1.399	
0.965	2.120	
0.000	2.120	
-0.965	2.120	
-0.825	1.399	
-0.000	0.493	

X(m): 10.500 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	0.703	
0.688	1.508	
0.810	2.134	
0.000	2.134	
-0.810	2.134	
-0.688	1.508	
-0.000	0.703	

X(m): 11.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	1.059	
0.534	1.628	
0.635	2.148	
0.000	2.148	
-0.635	2.148	
-0.534	1.628	
-0.000	1.059	

X(m): 11.500 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	1.544	
0.337	1.805	
0.405	2.154	
0.000	2.154	
-0.405	2.154	
-0.337	1.805	
-0.000	1.544	

X(m): 12.000 Number of Points: 7

Y	Z	Chine
(m)	(m)	
0.000	1.981	
0.100	2.046	
0.120	2.152	
0.000	2.152	
-0.120	2.152	
-0.100	2.046	
-0.000	1.981	

Bulkheads

Frame:= 0 Longitudinal Position:= 0.000 (m)
 Frame:= 2 Longitudinal Position:= 1.000 (m)
 Frame:= 9 Longitudinal Position:= 4.500 (m)
 Frame:= 21 Longitudinal Position:= 10.500 (m)

compartments sections
 (independent tanks)

Plates

Frame n.: 11 N. of plates: 5

n.	x	yi	zi	yf	zf	s	l
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	5,500	-0,002	0,005	1,423	0,823	1,5	0,500
2	5,500	1,423	0,819	1,646	2,001	1,2	0,500
3	5,500	1,646	1,997	-1,650	2,009	1,65	0,500
4	5,500	-1,654	2,001	-1,431	0,811	1,2	0,500
5	5,500	-1,439	0,815	-0,010	0,001	1,5	0,500

n.	tk	overflow	w	h
	(m)	(m)	(m)	(m)
1				
2				
3				
4				
5				

n.	SM	type	tr	t
			(mm)	(mm)
1	yes	bottom	6,61	7,93
2	yes	side/transom	4,61	4,76
3	yes	exposed freeboard deck	3,50	4,76
4	yes	side/transom	4,62	4,76
5	yes	bottom	6,61	7,93

Longitudinal Girders

Frame n.: 11 N. of Longitudinal Girders: 2

Lgirder plate	yi	zi	yf	zf
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1 -0,002	0,005	1,423	0,823
2	3 1,646	1,997	-1,650	2,009

Lgirder	y	z	s	l	tcol	SMreq	Ireq
	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(cm3)	(cm4)
1	-0,006	0,013	2	1,45	6,61	384	79
2	-0,006	2,005	2	1,45	3,50	129	23

Lgirder	bfl	bfr	tf	hw	tw	L/R
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
1	5	5	1,27	25	,8	0
2	5	5	0,635	20	0,635	180

Lgirder	Aoff	SMoff	Ioff	SM
	(cm2)	(cm3)	(cm4)	
1	33	444	8395	yes
2	19	192	2809	yes

Transversal Girders

Frame n.: 11 N. of Transversal Girders: 6

Tgirder plate	yi	zi	yf	zf
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1 0,002	0,001	1,423	0,815
2	2 1,423	0,819	1,646	1,986
3	3 1,646	1,997	-0,006	2,001
4	3 -0,006	1,997	-1,650	2,005
5	4 -1,658	2,005	-1,431	0,811
6	5 -1,435	0,815	-0,014	0,009

Tgirder	l	s	tcol	SMreq	Ireq
	(m)	(m)	(cm)	(cm ³)	(cm ⁴)
1	1,638	0,500	6,61	73	22
2	1,188	0,500	4,61	13	2
3	1,652	0,500	3,50	13	5
4	1,644	0,500	3,50	13	4
5	1,215	0,500	4,62	14	2
6	1,634	0,500	6,61	73	22

Tgirder	bfl	bfr	tf	hw	tw	L/R
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
1	10	0	,8	10	,8	L
2	0	0	0	8	,8	L
3	0	0	0	8	,8	L
4	0	0	0	8	,8	L
5	0	0	0	8	,8	R
6	10	0	0,8	10	,8	R

Tgirder	Aoff	SMoff	Ioff
	(cm ²)	(cm ³)	(cm ⁴)
1	16	103	880
2	6	17	119
3	6	16	116
4	6	16	116
5	6	17	120
6	16	103	880

Longitudinals

Não há longitudinais comuns no casco

Bulkhead Plates

Frame n.: 9 N. of bulkheads parts: 1

part n.	l	s	tk	overflow
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	0,3		

part n.	area	l _{cg}	t _{cg}	v _{cg}	tr	t
	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)
1	4,9	4,500	0,001	1,189	3,50	3,50

Bulkhead Girders

Não há prumos gigantes na antepara

Bulkhead Stiffeners

Frame n.: 9 N. of bulkheads stiffeners: 11

part n.	stif n	y _i	z _i	y _f	z _f	l _i	s
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	-0,002	1,986	-0,002	0,001	1,985	0,3
1	2	0,298	0,153	0,298	1,986	1,833	0,3
1	3	0,598	0,309	0,598	1,986	1,677	0,3
1	4	0,898	0,465	0,898	1,986	1,521	0,3
1	5	1,198	0,622	1,198	1,986	1,364	0,3
1	6	1,498	1,109	1,498	1,986	0,877	0,3
1	7	-0,302	1,986	-0,302	0,156	1,830	0,3
1	8	-0,602	1,986	-0,602	0,312	1,674	0,3
1	9	-0,902	1,986	-0,902	0,467	1,519	0,3
1	10	-1,202	1,986	-1,202	0,623	1,363	0,3
1	11	-1,502	1,986	-1,502	1,095	0,891	0,3

stif n	tk	overflow	SMreq	lreq
	(m)	(m)	(cm ³)	(cm ⁴)
1			14	5
2			11	3
3			8	2
4			6	2
5			5	1
6			1	0
7			11	3
8			8	2
9			6	2
10			5	1
11			1	0

stif n	bfl	bfr	tf	hw	tw	scol	tcot
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
2	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
3	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
4	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
5	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
6	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
7	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
8	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
9	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
10	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350
11	0	0	0	7,5	0,8	0,3	0,350

stif n	Aoff	SMoff	loff
	(cm2)	(cm3)	(cm4)
1	6	13	79
2	6	13	79
3	6	13	79
4	6	13	79
5	6	13	79
6	6	13	79
7	6	13	79
8	6	13	79
9	6	13	79
10	6	13	79
11	6	13	79

Required x Offered Inertia and Section Modulus

Frame n.	M hog t.m	M Sag t.m	SMreq cm2m	Ireq cm2m2	SMdeck cm2m	SMbot cm2m	Ioff cm2m2
0	0	-0	0	0			
1	16	-18	25	14			
2	48	-55	74	41			
3	80	-91	124	69			
4	112	-128	173	96			
5	141	-162	219	122			
6	141	-162	219	122	318,8	323,6	345,3
7	141	-162	219	122			
8	131	-150	203	113			
9	94	-108	146	81			
10	58	-66	90	50			
11	21	-25	33	19			
12	0	-0	0	0			

Final Weight and CG

Weight: 2.4 ton

LCG : 4.874 (m)

TCG : -0.006 (m)

VCG : 1.103 (m)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)