



Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# CUADERNO 8: CUADERNA MAESTRA

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

RPA:



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**ANTEPROYECTO Y PROYECTO FIN DE CARRERA**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO 14-03**

**TIPO DE BUQUE:** Fast-Ferry catamarán de 950 pax. y 250 vehículos.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV, MARPOL, COLREG, ILO, CODIGO DE BUQUES DE ALTA VELOCIDAD.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 950 pasajeros y 250 vehículos.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 38kn al 100% MCR y 10% Margen de mar.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 rampas para vehículos a popa.

**PROPULSIÓN:** 4 Waterjets, planta propulsora dual LNG-DIESEL.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 tripulantes, 950 pasajeros.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Dos propulsores de proa (uno en cada casco).

Ferrol, Febrero de 2.014

ALUMNO: D Carlos Fernández Baldomir.

## Contenido

RPA:.....	1
Introducción .....	4
Datos de partida .....	5
Materiales.....	8
Cálculo de las aceleraciones .....	9
Aceleración vertical (B200).....	9
Aceleración horizontal (B300) .....	10
Aceleración longitudinal (B301) .....	10
Aceleración transversal (B302).....	11
Aceleraciones finales .....	11
Cálculo de las presiones .....	12
Presión de slamming en el fondo (C200).....	12
Presión de impacto en los costados y proa (C 300) .....	14
Presión del mar (C500) .....	16
Presión de la cubierta de carga rodada.....	18
Escantillonado de las chapas de la cuaderna maestra .....	20
Espesor mínimo de chapas (B 100) .....	20
Espesor requerido por flexión (B 200).....	23
Espesor requerido por slamming (B 300) .....	24
Escantillonado de chapas .....	25
Escantillonado de los refuerzos de la cuaderna maestra.....	26
Módulo requerido por flexión (C 100).....	26
Módulo requerido por slamming .....	27
Escantillonado de los refuerzos.....	28
Refuerzos primarios.....	29
Espesor mínimo (A 200).....	29
Requisito de resistencia (B 400) .....	30
Cálculo del módulo para los refuerzos longitudinales del túnel .....	32
Escantillonado de refuerzos primarios.....	33
Puntales .....	33
Cuaderna maestra .....	37
Resistencia longitudinal.....	38

Distribución del peso en rosca .....	38
Peso longitudinal continuo .....	38
Modelización de las cargas fijas .....	40
Distribución de la carga .....	42
Cálculo de resistencia longitudinal para las condiciones de carga .....	45
Plena carga salida .....	45
Plena carga llegada .....	45
Salida de puerto vacío .....	46
Llegada a puerto vacío:.....	46
Cálculo de envolventes.....	47
Solicitaciones por olas .....	50
Módulo resistente .....	51
Conclusiones.....	54
ANEXOS.....	56

**ANEXOS:**

1. ANEXO 1: TABLA DE PERFILES COMERCIALES UTILIZADOS
2. ANEXO 2: PLANOS DE LA CUADERNA MAESTRA
3. ANEXO 3: CÁLCULO DEL PESO LONGITUDINAL
4. ANEXO 4: CÁLCULOS DE RESISTENCIA LONGITUDINAL
5. ANEXO 5: CÁLCULO DE LAS ENVOLVENTES
6. ANEXO 6: CÁLCULO DEL MÓDULO DE LA CUADERNA MAESTRA

## Introducción

Un buque a lo largo de su vida útil estará expuesto a distintas fuerzas que someterán a su estructura. El objetivo de este cuaderno es calcular la estructura del buque necesaria para que este sea capaz de soportar dichas fuerzas.

Se hará el escantillonado de la cuaderna maestra y posteriormente se realizará un análisis de resistencia longitudinal, para determinar si esta es capaz de soportar las fuerzas a las que se va a encontrar sometida.

Los cálculos se harán de acuerdo con las reglas establecidas por el DNV. Al ser un buque de alta velocidad, las directrices las establece el reglamento “*DNV Rules for Classification of High Speed, Light Craft and Naval Surface Craft*” conocido también como “*HSLC*”, en este caso usaremos la versión de julio de 2015.

Las características del buque proyecto son:

B(m)	26,3
Lpp (m)	83,16
Loa (m)	92,4
Bcasco (m)	5,5
T (m)	4
D (m)	7,65
BHP (Kw)	32000
CB	0,6
CM	0,909
CP	0,68
$\Delta$ (t)	2082
Fn	0,66
Autonomía (millas)	1200

Se realizarán todos los cálculos en una hoja de Excel y se irán adjuntando y referenciando en este documento.

## Datos de partida

De acuerdo con el reglamento, en este apartado se van a definir los datos de partida que vamos a usar para los cálculos en apartados posteriores. Se definen mediante el DNV para buques de alta velocidad (HSLC), Parte 3, capítulo 1, sección 1, apartado D:

- Eslora (L): se toma la eslora entre perpendiculares del buque. La sección media del buque se define a la mitad de la eslora L.

$$L = 83,16 \text{ m}$$

- Manga (B): se define como la mayor manga de trazado del buque.

$$B = 26,3 \text{ m}$$

- Puntal de trazado (D): se define como la distancia vertical entre la línea de base y la cubierta continua más alta en el centro del buque. Se considera la cubierta continua más alta a la primera cubierta de pasaje (Cubierta de pasaje A).

$$D = 12,5 \text{ m}$$

- Calado (T): se toma el calado máximo para el que se va a diseñar la estructura: el calado de escantillonado.

$$T = 4 \text{ m}$$

- Desplazamiento ( $\Delta$ ): se toma el desplazamiento a plena carga, al calado de escantillonado, en agua salada de densidad 1,025 t/m<sup>3</sup>. Para un calado de 4 metros, el desplazamiento es:

$$\Delta = 2.287 \text{ t}$$

- Coeficiente de bloque (Cb): calculado según la fórmula.

$$Cb = \frac{\Delta}{1,025 * L * Bwl * T} = 0,61$$

- Manga en la flotación (Bwl): es la mayor manga en la flotación de escantillonado. Para buques multicasco es la suma de la manga máxima de los semicascos.

$$Bwl = 11 \text{ m}$$

- Manga en la flotación medida en L/2 (Bwl<sub>2</sub>): es la manga en la flotación medida a la mitad de la eslora. Para los buques multicasco es la suma de la manga en L/2 de los semicascos.

$$Bwl_2 = 9,234 \text{ m}$$

- Velocidad (V): se toma la velocidad máxima, en nudos.

$$V = 38 \text{ kn}$$

- Aceleración de la gravedad (g<sub>0</sub>): valor de la aceleración de la gravedad.

$$g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$$

- Centro de gravedad longitudinal (LCG): definido en el cuaderno 5.

- Coeficiente de ola (Cw): Se define, para buques con menos de 100 metros de eslora:

$$Cw = 0,08L = 6,653$$

Al coeficiente de olas se le aplica una reducción dependiendo del tipo de buque que se considere. Vamos a definir nuestro tipo de buque de acuerdo con el reglamento.

En el capítulo 1, parte 1, sección 2, el reglamento nos dice que se tome:

<b>Table B1 Service restrictions, general</b>				
<i>Condition</i>	<i>Notation</i>	<i>Winter</i>	<i>Summer</i>	<i>Tropical</i>
Ocean	None	1)	1)	1)
Ocean	<b>R0</b>	300	1)	1)
Ocean	<b>R1</b>	100	300	300
Offshore	<b>R2</b>	50	100	250
Coastal	<b>R3</b>	20	50	100
Inshore	<b>R4</b>	5	10	20
Inland	<b>R5</b>	1	2	5
Sheltered	<b>R6</b>	0.2	0.3	0.5

En la tabla se representan las distancias, en millas, al puerto más cercano. Como el buque va a realizar un viaje de aproximadamente 56 millas, se considera que en el punto más alejado de tierra se va a encontrar a 28 millas de puerto. Como el buque hace el mismo itinerario en verano que en invierno, se considera que el buque es del tipo R2, ya que supera por 8 millas el límite establecido para invierno en los buques R3.

Entonces, para este tipo de buques, la reducción a aplicar viene dada en el capítulo 3, parte 3, sección 1:

<b>Table A1 Reduction of <math>C_w</math></b>	
<i>Class notation</i>	<i>Reduction</i>
<b>R0</b>	0
<b>R1</b>	0
<b>R2</b>	10%
<b>R3</b>	20%
<b>R4</b>	40%
<b>R5-R6</b>	60%

Se reduce el  $C_w$  un 10%, por lo tanto:

$$C_w = 5,988$$

Este tipo de buques suelen llevar estructura longitudinal, en la que los refuerzos primarios son transversales y los refuerzos secundarios, encargados de soportar las tensiones de las chapas, son longitudinales.

- Separación entre refuerzos:
  - Refuerzos transversales (l): en el cuaderno 4 se ha definido una clara de cuadernas de 1 metro. Se situarán los refuerzos en cuadernas alternas, de forma que haya un refuerzo primario a cada dos claras:

$$l = 2m$$

- Refuerzos longitudinales (s): vamos a suponer que se distribuyen 80 refuerzos en toda la manga del buque, por lo que:

$$s = \frac{26,3}{80} = 0,328m$$

Se elabora una tabla con los datos de partida:

L (m)	83,160
B (m)	26,300
D (m)	12,500
T (m)	4,000
$\Delta$ (t)	2287,000
Cb	0,610
Bwl (m)	11,000
Bwl2 (m)	9,234

V (kn)	38,000
g (m/s <sup>2</sup> )	9,810
Cw	6,653
Cw red	5,988
$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	1,025
l (m)	2,000
s (m)	0,328
LCG (m)	32,071



## Materiales

El buque, al ser una embarcación de alta velocidad, necesita un peso reducido. Como se ha visto en el cuaderno 1, el buque se construirá con aluminio, al igual que los buques de la base de datos.

En el reglamento HSLC del DNV, en la parte 3, capítulo 3, sección 2, se definen los distintos materiales de aluminio. Las propiedades del aluminio vienen en el capítulo 2.

Se selecciona el aluminio NV-5086 filler 5356, con un f1 de 0,53.

En caso de que, tras calcular el escantillado, sea necesario cambiarlo, se hará una segunda iteración cambiando el material.

## Cálculo de las aceleraciones

Es necesario calcular las aceleraciones, tanto verticales como longitudinales o transversales antes de hacer el escantillonado mediante el reglamento. El cálculo de las aceleraciones viene definido en DNV para HSLC, parte 3, capítulo 1, sección 2.

### Aceleración vertical (B200)

La aceleración vertical del centro de gravedad del buque no será menor de:

$$a_{cg} = \frac{V}{\sqrt{L}} * \frac{3.2}{L^{0,76}} * f_g * g_0 \left( \frac{m}{s^2} \right)$$

Siendo  $f_g$  un factor de aceleración dependiente del tipo de buque y área de servicio, según se muestra en la siguiente tabla:

Type and service notation	Service area restriction notation					
	R0	R1	R2	R3	R4	R5-R6
Passenger	1) <sup>1)</sup>	1	1	1	1	0.5
Car ferry	1) <sup>1)</sup>	1	1	1	1	0.5
Cargo	4	3	2	1	1	0.5
Patrol	7	5	3	1	1	0.5
Yacht	1	1	1	1	1	0.5

1) Service area restriction R0 is not available for class notations Passenger and Car Ferry.

Como se ha definido en el apartado anterior, el buque es de clase R2 y es un buque de pasaje, por lo que se considera que el factor vale:

$$f_g = 1$$

Para nuestro buque, el número de Froude toma un valor de:

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 4,167$$

El reglamento indica que cuando  $V/\sqrt{L}$  es mayor o igual a 3, el valor de la aceleración vertical del centro de gravedad se calcula de la siguiente forma:

$$a_{cg} = \frac{k_h g_0}{1650} \left( \frac{H_s}{B_{WL2}} + 0.084 \right) (50 - \beta_{cg}) \left( \frac{V}{\sqrt{L}} \right)^2 \frac{L B_{WL2}^2}{\Delta} \quad (m/s^2)$$

Donde:

- $H_s$ : altura de la ola en metros. Ya que el buque no va a navegar en condiciones severas, se estima un valor de altura de ola de:

$$H_s = 4$$

- $\beta_{cg}$ : ángulo de astilla muerta en LCG, mínimo 10°, máximo 30°. Se mide en plano:

$$\beta_{cg} = 15^\circ$$

- $Kh$ : factor del casco, dado en la tabla B2. Para buques wave piercer:

$$Kh = 0,9$$

<i>Hull type</i>	$k_h$
Monohull, Catamaran	1.0
Wave Piercer	0.9
SES, ACV	0.8
Foil assisted hull (see 206)	0.7
SWATH (see 206)	0.7

Haciendo los cálculos en Excel, para la aceleración vertical se obtienen los siguientes resultados:

Aceleración vertical	
fg	1
V/vL	4,167
Acg (m/s <sup>2</sup> )	9,810
Hs (m)	4,000
Bcg (°)	15
Kh	0,900
ACG (m/s <sup>2</sup> )	4,513
<b>AV (m/s<sup>2</sup>)</b>	9,810

Como la aceleración calculada es menor a la aceleración requerida al principio del apartado, se toma el valor de la aceleración vertical como 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Aceleración horizontal (B300)

Aceleración longitudinal (B301)

El buque debe soportar una aceleración no inferior a la indicada en la fórmula:

$$a_l = 2.5 \frac{C_w}{L} \left( 0.85 + 0.25 \frac{V}{\sqrt{L}} \right)^2 g_0$$

Donde no se tomará el factor V/vL superior a 4.

Los cálculos de la aceleración longitudinal nos dan los siguientes resultados:

Aceleración longitudinal	
V/vL	4,167
V/vL se toma	4,000
<b>AL (m/s<sup>2</sup>)</b>	6,043

## Aceleración transversal (B302)

El buque debe soportar una aceleración transversal no menor a:

$$a_t = \left(2 \frac{\pi}{T_R}\right)^2 \theta_r r_r \quad (\text{m/s}^2)$$

Donde:

- $T_R$ : periodo de balance forzado. El reglamento indica que no se tomará el factor  $V/\sqrt{L}$  superior a 4.

$$T_R = \frac{\sqrt{L}}{1.05 + 0.175 \frac{V}{\sqrt{L}}} \quad (\text{s})$$

- $\theta_r$ : ángulo máximo de escora:

$$\theta_r = \frac{\pi h_w}{2L} \quad (\text{radians})$$

- $h_w$ : altura de la ola, calculada mediante la fórmula:

$$h_w = 0,6 * C_w$$

- $r_r$ : es la altura sobre el eje de balance. Para catamaranes se toma la altura hasta la flotación.

El resultado de los cálculos es el siguiente:

Aceleración transversal	
Tr (s)	5,125
hw (m)	3,593
rr (m)	4,000
tita r (rad)	0,068
<b>AT (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>0,204</b>

## Aceleraciones finales

Tras el cálculo, se presenta a continuación una tabla con los valores de las aceleraciones obtenidas:

Aceleración (m/s <sup>2</sup> )	
<b>Vertical</b>	9,810
<b>Longitudinal</b>	6,043
<b>Transversal</b>	0,204

## Cálculo de las presiones

Una vez se han calculado las aceleraciones definidas por el reglamento, es necesario obtener los valores de las presiones que se van a utilizar a la hora de definir espesores y módulos de chapa y refuerzos en el cálculo del escantillonado. El cálculo de las presiones se sigue en DNV HSLC, parte 3, capítulo 1, sección 2.

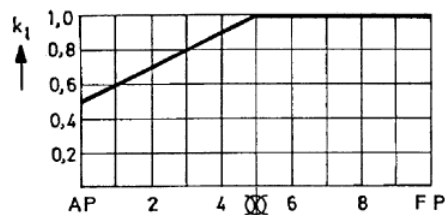
### Presión de slamming en el fondo (C200)

Para buques cuyo factor  $V/\sqrt{L}$  sea mayor que 3, como el buque proyecto, en el que  $V/\sqrt{L}$  tiene el valor de 4,167, se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo de la presión de Slamming:

$$P_{sl} = 1.3k_l \left( \frac{\Delta}{nA} \right)^{0.3} T_0^{0.7} \frac{50 - \beta_x}{50 - \beta_{cg}} a_{cg} \quad (\text{kN/m}^2)$$

Donde:

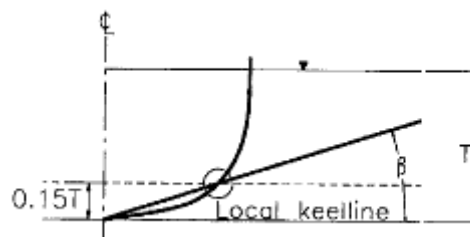
- $K_l$ : Es el factor de distribución longitudinal. Se toma 1 para la sección media, según indica el reglamento en la gráfica:



- $n$ : Es el número de cascos. Para catamaranes  $n = 2$ .
- $T_0$ : Es el calado en la sección media del buque en condiciones normales de operación a la velocidad de servicio. Se tomará el calculado para la condición de máxima carga en el cuaderno 5:  $T_0 = 3,69m$
- $A$ : Es el área de carga de la chapa y de los refuerzos:
  - Para chapa no debe de ser mayor de:
 
$$A = 2,5 * s^2$$
  - Para refuerzo se tomará como:
 
$$A = s * l$$

No se tomara menor de  $0,002 \Delta/T$ .

- $\beta x$ : ángulo de astilla muerta. Se mide como indica la figura, para la sección media:



Midiendo en el plano, tenemos que:  $\beta x = 15,29^\circ$

Calculando en Excel, se obtienen los siguientes resultados:

Slamming fondo	
Kl	1,000
n	2,000
0,002*Δ /T	1,144
A refuerzo (m2)	0,656
A chapa (m2)	0,269
T0 (m)	3,690
Bx (º)	15,290
Bcg (º)	15,000
Psl refuerzo (kN/m2)	296,017
Psl chapa (kN/m2)	386,796

Resultando de un valor de presión de slamming en el fondo de 409,266 kN/m2 para chapa y 313,214 kN/m2 para los refuerzos.

También se calcula la presión originada por slamming por cabeceo se calcula como:

$$P_{sl} = \frac{21}{\tan(\beta_x)} k_a k_b C_W \left(1 - \frac{20T_L}{L}\right) (0.3/A)^{0.3} \quad (\text{kN/m}^2)$$

Donde:

- $k_a$ : 1 para las chapas, 0,35 para los refuerzos.
- $k_b$ : 1 para chapas y para refuerzos.
- $T_L$ : El calado en proa a la menor velocidad de servicio.

La sobrepresión se extenderá durante una eslora desde la proa:

$$\left(0,1 + 0,15 * \frac{V}{\sqrt{L}}\right) L$$

La relación V/√L debe de ser tomada no mayor que 3.

Se obtienen los siguientes resultados:

Slamming cabeceo	
Ka refuerzos	0,350
Ka chapa	1,000
Kb	1,000
Tl (m)	2,201
V/√L se toma	3,000
Psl refuerzo (kN/m2)	59,915
Psl chapa (kN/m2)	223,683

## Presión de impacto en los costados y proa (C 300)

La presión de impacto en los costados y proa se debe de toma, en  $kN/m^2$ , como:

$$P_{sl} = \frac{0.7LC_L C_H}{A^{0.3}} \left( 0.6 + 0.4 \frac{V}{\sqrt{L}} \sin \gamma \cos(90^\circ - \alpha) + \frac{2.1 a_0}{C_B} \sqrt{0.4 \frac{V}{\sqrt{L}} + 0.6 \sin(90^\circ - \alpha) \left( \frac{x}{L} - 0.4 \right)} \right)^2$$

El reglamento indica que la relación  $V/\sqrt{L}$  debe ser tomada no mayor que 3, y siendo:

- $A$ : Área de carga del elemento. El reglamento indica que:
  - Para chapas:  $A = 2,5 s^2$
  - Para refuerzos:  $A = e^2$
- $e$ : es la extensión vertical del área sobre la que se ejerce la carga, perpendicular a la flotación. Se van a estudiar tres tramos distintos para el cálculo de las presiones en los costados, lo que nos permitirá más adelante afinar el escantillonado en caso de que fuera necesario.
- $h_0$ : es la distancia vertical en metros desde la flotación al calado T al punto de carga. El punto de carga para cada tramo es el punto más bajo de este, ya que es donde la presión es mayor y de esta forma se calcularía el escantillonado respecto al valor más crítico.

Para este caso se tendrán en consideración los siguientes tramos:

- Tramo 1 ( $h_{01}$ ): el situado entre la flotación de escantillonado y la cubierta de cierre. Se dimensiona para  $h_0 = 0$  metros.
- Tramo 2 ( $h_{02}$ ): el situado entre la cubierta de cierre y la cubierta de pasaje A. Se calcula para  $h_0 = 3,65$  metros (altura de la cubierta principal sobre la flotación de escantillonado).
- Tramo 3 ( $h_{03}$ ): el situado sobre la cubierta de pasaje A, para  $h_0 = 8,65$  metros.
- $x$ : es la distancia desde popa hasta el punto a considerar. En este caso se toma la perpendicular de proa, al ser el punto de impacto más desfavorable.
- $C_L$ : factor de corrección de eslora para el buque:

$$= \frac{250L - L^2}{15000}, \text{ L not be taken greater than 100m}$$

- $C_H$ : factor de corrección de altura sobre la flotación para el punto de carga:

$$1 - \frac{0.5}{C_W} h_0$$

- $\alpha$ : ángulo entre la chapa del costado y una línea horizontal medida en el punto a considerar.
- $\gamma$ : ángulo entre la flotación y una línea longitudinal medida en el punto a considerar.
- $a_0$ : parámetro de aceleración

$$a_0 = 3 \frac{C_W}{L} + C_V \frac{V}{\sqrt{L}}$$

$$C_V = \frac{\sqrt{L}}{50}, \text{ maximum } 0.2$$

Como resultados se tienen:

<b>Impacto en costados y proa</b>	
e1 (m)	3,00
e2 (m)	4,65
e3 (m)	5,00
h0 1 (m)	0,00
h0 2 (m)	3,65
h0 3 (m)	8,65
x (m)	83,16
A refuerzo 1 (m2)	9,00
A refuerzo 2 (m2)	21,62
A refuerzo 3 (m2)	25,00
A chapa (m2)	0,269
CL	0,925
CH1	1,000
CH2	0,695
CH3	0,278
V/vL se toma	3,000
Alfa 1	88,049
Alfa 2	88,003
Alfa 3	87,831
Gamma	1,900
Cv	0,182
a0 (m/s2)	0,763
Psl refuerzo 1 (kN/m2)	2,602
Psl refuerzo 2 (kN/m2)	1,404
Psl refuerzo 3 (kN/m2)	0,557
Psl chapa 1 (kN/m2)	7,458
Psl chapa 2 (kN/m2)	5,237
Psl chapa 3 (kN/m2)	2,170



## Presión del mar (C500)

La presión que actúa sobre el fondo, costado y cubiertas expuestas, se tomará como:

1. Para puntos por debajo de la flotación de escantillonado:

$$p = 10h_0 + \left( k_s - 1.5 \frac{h_0}{T} \right) C_W \quad (\text{kN/m}^2)$$

2. Para puntos sobre la flotación de escantillonado:

$$p = a k_s (C_W - 0.67 h_0) \quad (\text{kN/m}^2)$$

Donde:

- $h_0$ : es la altura desde la flotación al calado T al punto considerado para el cálculo de las cargas. Se considera el valor absoluto.
  - Tramo 0 ( $h_0$ ): el situado bajo la flotación de escantillonado. Se calcula para 4 metros, que es el calado de escantillonado.
  - Tramo 1 ( $h_01$ ): el situado en la cubierta de cierre. Se dimensiona para  $h_0 = 3,65$  metros.
  - Tramo 2 ( $h_02$ ): el situado en el cardeck. Se dimensiona para 6,15 metros.
  - Tramo 3 ( $h_03$ ): el situado sobre la cubierta de pasaje A, para  $h_0 = 8,65$  metros.
  - Tramo 4 ( $h_04$ ): el situado sobre la cubierta de pasaje B, para  $h_0 = 11,65$  metros.
- $K_s$ : se toma un valor de 7,5 para la sección maestra.
- $a$ : vale 1 para costados y cubierta de francobordo expuesta, y 0,8 para cubiertas expuestas superiores a la de francobordo.
- La presión en superestructura, final de mamparos y casetas no debe de ser tomada menor a:

$$p = a k_s (C_W - 0.67 h_0) \quad (\text{kN/m}^2)$$

<b>Table C1 Minimum sea pressures</b>			
<i>Notation</i>	<i>Sides</i>	<i>Weather decks</i>	<i>Roofs higher than 0.1 L above WL</i>
<b>R0, R1, R2, R3</b>	6.5	5	3
<b>R4</b>	5	4	3
<b>R5-R6</b>	4	3	3

Tras calcular se obtiene:

Presión del mar			
h0 (m)	4,000		
h0 1 (m)	3,650		
h0 2 (m)	6,150		
h0 3 (m)	8,650		
h0 4 (m)	11,650		
Ks	7,500		
a costados y bajo WL (m2)	1,000		
a sobre WL (m2)	0,800		
Bajo la flotación			
P costados (kN/m2)	79,917		
P cubiertas (kN/m2)	71,917		
Sobre la flotación		Mínima	Mayor
P costados 1 (kN/m2)	31,555	6,500	31,555
P costados 2 (kN/m2)	6,430	6,500	6,500
P costados 3 (kN/m2)	-8,645	6,500	6,500
P cubiertas 1 (kN/m2)	25,244	5,000	25,244
P cubiertas 2 (kN/m2)	5,144	5,000	5,144
P cubiertas 3 (kN/m2)	-6,916	5,000	5,000
Mamparos y casetas			
P mamparos 1 (kN/m2)	21,252		
P mamparos 2 (kN/m2)	11,202		
P mamparos 3 (kN/m2)	1,152		

### Presión de la cubierta de carga rodada

La presión en dicha cubierta se define en Pt.5 Ch.2 Sec.3, A100, de la siguiente forma, para vehículos con dos ruedas individuales por cada eje:

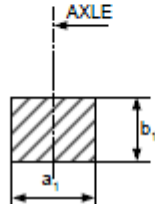
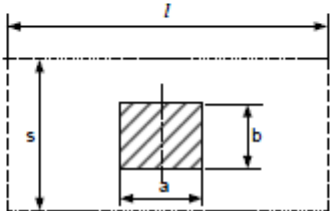
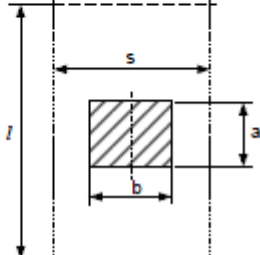
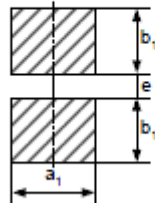
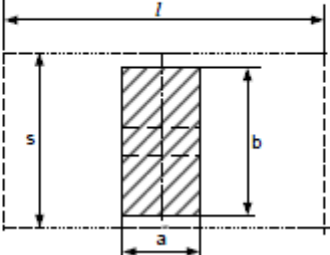
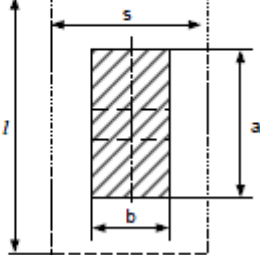
$$p = \frac{Q}{n_o ab} (9.81 + 0.5a_v) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Donde:

- $Q$ : es la carga máxima por eje, en toneladas. Se han estimado 2 toneladas por coche, así que el valor de  $Q$  se quedará en 1 tonelada por eje.
- $N_o$ : es el número de áreas por eje. Para coches se consideran 2 huellas por eje.
- $a_v$ : se toma como:

$$a_v = \frac{6}{\sqrt{Q}}$$

- $a$  y  $b$  se definen según la tabla:

1	2	3	4
Number of wheels in group	Footprint dimensions (real contact areas between tyres and deck)	Design load area for axle perpendicular to stiffeners	Design load area for axle parallel to stiffeners
Single wheel			
Double wheels			

Los valores de  $a$  y de  $b$  se definen, para datos desconocidos, como:

$$a = \sqrt{kA} \text{ (m)}$$

$$b = \sqrt{A/k} \text{ (m)}$$

Aunque nosotros suponemos una anchura de huella de  $b=200\text{mm}$  (siendo una anchura media de huella de neumático de turismo).

Donde:

- $K = 2$  por ser huellas de una sola rueda.

Calculando se obtiene:

Presión carga rodada	
Q (t)	1,000
n0	2,000
w	1,000
k1	2,000
k2	0,023
p0 (kN/m2)	240,000
A (m2)	0,020
a	0,202
b	0,200
av (m/s2)	6,000
P (kN/m2)	158,402

## Escantillonado de las chapas de la cuaderna maestra

Ya se han calculado las aceleraciones y con ellas las presiones. A partir de esto se puede empezar a calcular los valores de espesor y módulo para el escantillonado.

En este apartado se calcularán los refuerzos y chapas de la cuaderna maestra, que la consideramos en la sección media del buque.

Como el buque tiene estructura longitudinal consideramos los refuerzos secundarios como perfiles longitudinales.

Para el escantillonado se usará el DNV para HSLC, Pt. 3, Ch. 3, Sec. 5.

### Espesor mínimo de chapas (B 100)

El espesor de las estructuras no debe ser menor de:

$$t = \frac{t_0 + kL}{\sqrt{f}} * \frac{s}{s_R} (mm)$$

Donde:

- $f = \frac{\sigma_f}{240}$ ; siendo  $\sigma_f$  el 70% de la tensión admisible a flexión, que se toma según la siguiente tabla A1.

<b>Table A1 Allowable bending stresses</b>		
<i>Item</i>	<i>Plate</i>	<i>Stiffener</i>
	<i>(N/mm<sup>2</sup>)</i>	
Bottom, slamming load	200 $f_1$	180 $f_1$
Bottom, sea load	180 $f_1$	160 $f_1$
Side	180 $f_1$	160 $f_1$
Deck	180 $f_1$	160 $f_1$
Flat cross structure, slamming load	200 $f_1$	180 $f_1$
Flat cross structure, sea load	180 $f_1$	160 $f_1$
Bulkhead, collision	180 $f_1$	160 $f_1$
Superstructure/deckhouse front	160 $f_1$	140 $f_1$
Superstructure/deckhouse side/deck	180 $f_1$	160 $f_1$
Bulkhead, watertight	220 $f_1$	200 $f_1$
Tank bulkhead	180 $f_1$	160 $f_1$

- $s$ : es la separación entre refuerzos secundarios, en metros.
- $s_R$ : es la separación básica entre refuerzos, en metros.

$$s_R = \frac{2(100 + L)}{1000}$$

- $\frac{s}{s_R}$  se tomará entre 0,5 y 1.
- $t_0$  y  $k$  se tomarán de acuerdo con la siguiente tabla:

<b>Table B1 Values of <math>t_0</math> and <math>k</math></b>			
<i>Item</i>		$t_0$	$k$
<i>Shell plating</i>	Bottom, bilge and side to loaded water line	4.0	0.03
	Side above loaded water line	3.5	0.02
	Bottom aft in way of rudder, shaft brackets etc.	10.0	0.10
<i>Deck and inner bottom plating</i>	Strength deck weather part forward of amidships	3.0	0.03
	Strength deck weather part aft of amidships	2.5	0.02
	Inner bottom	3.0	0.03
	Car deck	4.0	0.03
	Accommodation deck	2.0	0.02
	Deck for cargo	4.0	0.03
	Superstructure and deckhouse decks	1.0	0.01
<i>Bulkhead plating</i>	Collision bulkhead	3.0	0.03
	Tank bulkhead	3.0	0.03
	Other watertight bulkheads	3.0	0.02
	Superstructure and deckhouse front	3.0	0.01
	Superstructure and deckhouse sides and aft	2.5	0.01
<i>Other structures</i>	Foundations	3.0	0.08
	Structures not mentioned above	3.0	0

Tras el cálculo se obtienen, para las distintas chapas, los espesores mínimos:

	<b>Fondo y costados bajo FL</b>	<b>Costados sobre FL 1</b>	<b>Costados sobre FL 2</b>	<b>Costados sobre FL 3</b>	<b>Cubierta de cierre (coches)</b>	<b>cardeck</b>
$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	106,0000	95,4000	95,4000	95,4000	95,4000	95,4000
of (N/mm <sup>2</sup> )	74,2000	66,7800	66,7800	66,7800	66,7800	66,7800
f	0,3401	0,3061	0,3061	0,3061	0,3061	0,3061
s (m)	0,3280	0,3280	0,3280	0,3280	0,3280	0,3280
sr (m)	0,3663	0,3663	0,3663	0,3663	0,3663	0,3663
t0 (mm)	4,0000	3,5000	3,5000	3,5000	4,0000	4,0000
k	0,0300	0,0200	0,0200	0,0200	0,0300	0,0300
t (mm)	9,9721	8,3564	8,3564	8,3564	10,5115	10,5115
t (mm)	10	9	9	9	11	11

	<b>Cubierta acomodación</b>	<b>Costado superestructura</b>	<b>Doble fondo</b>
$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	95,4000	95,4000	106,6000
of (N/mm <sup>2</sup> )	66,7800	66,7800	74,2000
f	0,3061	0,3061	0,3401
s (m)	0,3280	0,3280	0,3280
sr (m)	0,3663	0,3663	0,3663
t0 (mm)	2,0000	2,5000	4,0000
k	0,0300	0,0100	0,0300
t (mm)	7,2746	5,3920	9,9721
t (mm)	8	6	10

## Espesor requerido por flexión (B 200)

El espesor requerido por flexión viene dado por la siguiente expresión:

$$t = \frac{s\sqrt{C * p}}{\sqrt{\sigma}} \text{ (mm)}$$

Donde:

- $C$ : factor de aspecto calculado por la siguiente tabla. Se entra para un radio de aspecto menor a 0,5 y se coge el valor para refuerzos sujetos en todos los ejes en el eje más largo.
- $p$ : se escoge la mayor presión a la que está sometido cada elemento.

Degree of fixation of plate edges	Aspect ratio < 0.5				Aspect ratio = 1.0			
	$\sigma_l$	$\sigma_s$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_l$	$\sigma_s$	$\sigma_x$	$\sigma_y$
Clamped along all edges	500	342	75	250	310	310	130	130
Longest edge clamped, shortest edge simply supported	500	0	75	250	425	0	140	200

$\sigma_l$  = stress at midpoint of longest edge.  
 $\sigma_s$  = stress at midpoint of shortest edge.  
 $\sigma_x$  = maximum field stress parallel to longest edge.  
 $\sigma_y$  = maximum field stress parallel to shortest edge.

Calculando los espesores se obtiene:

	Fondo y costados bajo FL	Costados sobre FL 1	Costados sobre FL 2	Costados sobre FL 3	Cubierta de cierre	Cubierta de coches
s (m)	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328
l (m)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
s/l	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164
$\sigma$	106,000	95,400	95,400	95,400	95,400	95,400
C	500,000	500,000	501,000	502,000	500,000	500,000
P (kN/mm <sup>2</sup> )	79,917	31,555	6,500	6,500	158,402	158,402
t (mm)	6,368	4,218	1,916	1,918	9,451	9,451
t (mm)	7	5	2	2	10	10

	Cubierta acomodación	Costado superestructura	Doble fondo
s (m)	0,328	0,328	0,328
l (m)	2,000	2,000	2,000
s/l	0,164	0,164	0,164
$\sigma$	95,400	95,400	106,600
C	500,000	500,000	500,000
P (kN/mm <sup>2</sup> )	5,144	6,500	71,917
t (mm)	1,703	1,914	6,041
t (mm)	2	2	7



### Espesor requerido por slamming (B 300)

Solo se aplica a las chapas del fondo y a los costados bajo la flotación, ya que el Slamming afecta únicamente a estas regiones. El espesor no debe ser menor a:

$$t = \frac{22.4 k_r k_a s \sqrt{P_{sl}}}{\sqrt{\sigma_{sl}}} \quad (\text{mm})$$

Donde:

- $k_r$ : es un factor corrector para chapas curvas, expresado por  $1 - 0,5 \cdot s/r$ .
- $r$ : es el radio de curvatura, en metros. El radio más desfavorable es de 4,1 metros, que es el que se tendrá en cuenta para el cálculo del espesor por slamming.
- $P_{sl}$ : es la presión definida para slamming, en el apartado anterior.
- $K_a$ : es un factor de corrección
- $\sigma_{sl} = 200 \cdot f_1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Haciendo los cálculos se obtiene:

	Fondo y costados bajo FL
r (m)	4,139
$k_r$	0,960
$k_a$	1,121
$p_{sl}$ (kN/m <sup>2</sup> )	386,796
$\sigma_{sl}$ (N/mm <sup>2</sup> )	106,000
t (mm)	15,116
t (mm)	16

## Escantillonado de chapas

Los resultados finales del cálculo de espesores de chapas del buque son los siguientes:

	t mínimo (mm)	t min flexión (mm)	t min slamming (mm)	t mínimo final (mm)
<b>Fondo y costados bajo FL</b>	10	7	16	<b>16</b>
<b>Costados sobre FL 1</b>	9	5	N/A	<b>9</b>
<b>Costados sobre FL 2</b>	9	2	N/A	<b>9</b>
<b>Costados sobre FL 3</b>	9	2	N/A	<b>9</b>
<b>Cubierta de cierre</b>	11	10	N/A	<b>11</b>
<b>Cubierta de coches</b>	11	10	N/A	<b>11</b>
<b>Cubierta acomodación</b>	8	2	N/A	<b>8</b>
<b>Mamparo de colisión</b>	9	4	N/A	<b>9</b>
<b>Costado superestructura</b>	6	2	N/A	<b>6</b>
<b>Doble fondo</b>	10	7	N/A	<b>10</b>

## Escantillado de los refuerzos de la cuaderna maestra

En este apartado se escantillarán los refuerzos de la cuaderna maestra, según lo indicado en el DNV para HSLC, Pt. 3, Ch. 3, Sec. 5.

### Módulo requerido por flexión (C 100)

El reglamento indica que el módulo requerido por flexión para los refuerzos sometidos a presiones laterales no debe de ser menor que:

$$Z = \frac{m l^2 s p}{\sigma} \quad (\text{cm}^3)$$

Donde:

- $m$ : es el factor de momento flector. Se toma:

Item	$m$
Continuous longitudinal members	85
Non-continuous longitudinal members	100
Transverse members	100
Vertical members, ends fixed	100
Vertical members, simply supported	135
Bottom longitudinal members	85
Bottom transverse members	100
Side longitudinal members	85
Side vertical members	100
Deck longitudinal members	85
Deck transverse members	100
Watertight bulkhead stiffeners, fixed ends	65
Watertight bulkhead stiffeners, fixed one end (lower)	85
Watertight bulkhead stiffeners, simply supported ends	125
Watertight bulkhead horizontal stiffeners, fixed ends	85
Watertight bulkhead stiffeners, fixed one end (upper)	75
Watertight bulkhead horizontal stiffeners, simply supported	125
Tank cargo bulkhead, fixed ends	100
Tank cargo bulkhead, simply supported	135
Deckhouse stiffeners	100
Casing stiffeners	100

- La presión se elige la más crítica que actúe sobre cada refuerzo, es decir, la mayor.

Se obtienen los siguientes valores:

	Fondo y costados bajo FL	Costados sobre FL 1	Costados sobre FL 2	Costados sobre FL 3	Cubierta de cierre
s (m)	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328
l (m)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
p (kN/m <sup>2</sup> )	79,917	31,555	6,500	6,500	158,402
$m$	85,000	85,000	85,000	85,000	85,000
$\sigma$	106,000	95,400	95,400	95,400	95,400
Z (cm <sup>3</sup> )	84,079	36,887	7,598	7,598	185,167

	Cubierta de coches	Cubierta acomodación	Costado superestructura	Doble fondo
s	0,328	0,328	0,328	0,328
l	2,000	2,000	2,000	2,000
p	158,402	5,144	6,500	71,917
m	85,000	85,000	100,000	85,000
$\sigma$	95,400	95,400	95,400	116,600
Z (cm <sup>3</sup> )	185,167	6,013	8,939	75,662

### Módulo requerido por slamming

Solo se aplica a los refuerzos del fondo. El módulo debe de ser mayor a:

$$Z = \frac{m l^2 s p_{sl}}{\sigma_{sl}} \quad (\text{cm}^3)$$

Donde:

- $m$ : vale 85 para refuerzos continuos longitudinales y 100 para transversales.
- $P_{sl}$ : Es la presión de slamming, calculada en el cálculo de presiones.
- $\sigma_{sl} = 180 * f_1 (N/mm^2)$

Los resultados obtenidos para el cálculo de son:

	Fondo y costados bajo FL
m	85,000
$\sigma_{sl} (N/mm^2)$	95,400
$P_{sl}$	296,017
Z (cm <sup>3</sup> )	346,036

## Escantillonado de los refuerzos

Se presenta a continuación una tabla con el escantillonado de los refuerzos:

	<b>Z flexión (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Z slamming (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Z mínimo final (cm<sup>3</sup>)</b>
<b>Fondo y costados bajo FL</b>	84,079	346,036	<b>346,036</b>
<b>Costados sobre FL 1</b>	36,887	N/A	<b>36,887</b>
<b>Costados sobre FL 2</b>	7,598	N/A	<b>7,598</b>
<b>Costados sobre FL 3</b>	7,598	N/A	<b>7,598</b>
<b>Cubierta de cierre</b>	185,167	N/A	<b>185,167</b>
<b>Cubierta de coches</b>	185,167	N/A	<b>185,167</b>
<b>Cubierta acomodación</b>	6,013	N/A	<b>6,013</b>
<b>Mamparo de colisión</b>	24,843	N/A	<b>24,843</b>
<b>Costado superestructura</b>	8,939	N/A	<b>8,939</b>
<b>Doble fondo</b>	75,662	N/A	<b>75,662</b>

## Refuerzos primarios

Los refuerzos primarios de un buque con estructura longitudinal son los siguientes:

- Varengas: refuerzos transversales situados en el fondo del buque, sobre los que suelen apoyar los longitudinales del fondo.
- Bulárcamas: refuerzos verticales adyacentes al casco en los costados.
- Baos: refuerzos transversales situados generalmente bajo las cubiertas sobre los que se apoyan principalmente los refuerzos secundarios y la chapa de cubierta.

Los siguientes refuerzos no son de carácter transversal y no soportan directamente a los refuerzos secundarios, pero se consideran en este apartado y se dimensionarán como los refuerzos transversales con los que intersecan:

- Esloras: refuerzos longitudinales situados bajo cubierta que aportan resistencia y rigidez a la estructura.
- Palmejares: refuerzos longitudinales adyacentes al casco en los costados.
- Vagras: refuerzos longitudinales situados en el fondo del buque que ayudan a aportar resistencia longitudinal y rigidez a la estructura.

En este proyecto académico dimensionaremos dichos refuerzos de acuerdo con las reglas que nos indica el DNV HSLC para buques en construcción de aluminio.

### Espesor mínimo (A 200)

El espesor de los distintos refuerzos primarios no puede ser menor que:

$$t = \frac{t_0 + kL}{\sqrt{f}} \frac{s}{s_R} \quad (\text{mm})$$

Donde:

- $f = \frac{\sigma_f}{240}$ ; siendo  $\sigma_f$  el 70% del esfuerzo de flexión admisible
- $s$ : es la separación entre refuerzos secundarios, en metros.
- $s_R$ : es la separación básica entre refuerzos, en metros.

$$s_R = \frac{2(100 + L)}{1000}$$

- $\frac{s}{s_R}$  se tomará entre 0,5 y 1.
- $t_0$  y  $k$  se tomarán de acuerdo con la siguiente tabla:

Item	$t_0$	$k$	
<i>Girders and stiffeners</i>	Bottom centre girder	3.0	0.05
	Bottom side girders, floors, brackets and stiffeners	3.0	0.03
	Side, deck and bulkhead longitudinal girders and stiffeners outside the peaks	3.0	0.02
	Peak girders and stiffeners	3.0	0.03
	Longitudinals	3.0	0.03
	Double bottom floors and girders	3.0	0.02
<i>Other structures</i>	Foundations	3.0	0.08
	Structures not mentioned above	3.0	0

Se obtienen los siguientes resultados:

	Vagra central del fondo	Longitudinales	Doble fondo
$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	106,0000	95,4000	95,4000
$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )	74,2000	66,7800	66,7800
f	0,3401	0,3061	0,3061
s (m)	0,328	0,328	0,328
sr (m)	0,3663	0,3663	0,3663
t0 (mm)	3,0000	3,0000	3,0000
k	0,0500	0,0300	0,0300
t (mm)	10,9904	8,8931	8,8931
t (mm)	11	9	9

#### Requisito de resistencia (B 400)

El módulo requerido para los refuerzos principales no debe ser menor de:

$$Z = \frac{mS^2bp}{\sigma} \quad (\text{cm}^3)$$

Donde:

- $m$ : Es un factor del momento flector, vale 100 por reglamento.
- $S$ : Es la luz de los refuerzos.
  - Los baos apoyan en puntales que se definirán en el siguiente apartado y su luz es de 3,28 metros.
  - Las bulárcama del fondo se considera con luz de 3 metros, que es la altura de la zona.
- $b$ : Es la manga del área de carga.
- $\sigma_{sl} = 160 * f_1$

Se obtiene:

	Bottom		Side		
	Web frames (bularcama)	floors (varenga)	Web frames (Bularcama)	Deck girders (Bao) coches	Deck girders (Bao) pasaje
<b>m</b>	100	100	100	100	100
<b>ks</b>	0,63	0,63	0,54	0,72	0,72
<b>S (m)</b>	3	2,75	4	3,28	3,28
<b>b (m)</b>	2	2	2	2	2
<b>p (kN/m<sup>2</sup>)</b>	79,917	296,017	31,555	158,402	25,244
<b><math>\sigma</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8
<b>Z (cm<sup>3</sup>)</b>	1696,347	5279,79	1190,745	2147,230	342,194
<b>PERFIL</b>	T450	T775	T370	T460	T315

\*El módulo de los perfiles se ha seleccionado contando con la chapa asociada que define el fabricante, de valor cercano a la chapa asociada correspondiente (Ver anexo 1).

Para dimensionar los baos he utilizado la siguiente fórmula, recogida en el DNV, Parte 3, capítulo 2:

**C 400 Transverse beams**

**401** The section modulus requirement is given by:

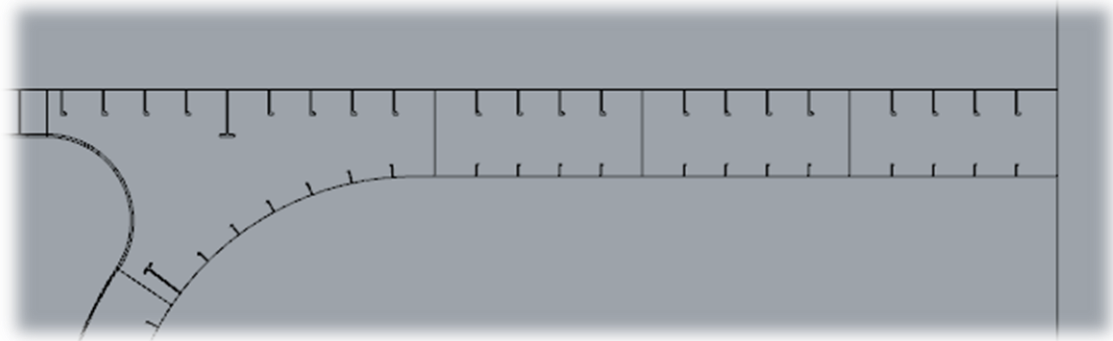
$$Z = 0.63 l^2 s p w_k \text{ (cm}^3\text{), minimum 15 cm}^3$$

Donde se toma  $Wk$  como 1.



### Cálculo del módulo para los refuerzos longitudinales del túnel

En la zona entre el túnel y la cubierta, por problemas de espacio, no podemos situar los perfiles necesarios como refuerzos longitudinales sobre ambas chapas. Es por ello que debemos de buscar una solución.



Vamos a sustituir los refuerzos tipo T necesarios por placas continuas de un espesor de 9 mm. Con ello vamos a calcular el módulo del conjunto refuerzo + chapa asociada y ver si cumple con los requisitos de módulo dados por el reglamento:

El módulo requerido para cada uno de estos refuerzos, como hemos visto, es de

$$Z = 1494,37 \text{ cm}^3$$

El módulo calculado para este refuerzo en la cubierta de carga tiene que ser mayor que el módulo requerido.

	Anchura (cm)	Altura (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Y (cm)	A*Y	A*Y*Y	Inercia p (cm <sup>4</sup> )	Inercia EN (cm <sup>4</sup> )
Refuerzo longitudinal	0,9	68,4	61,56	34,2	2105,352	72003,0384	24001,0128	96004,0512
Chapa asociada cubierta	164	1,1	180,4	68,95	12438,58	857640,091	18,19033333	857658,2813
Chapa asociada túnel	164	1,1	180,4	-0,55	-99,22	54,571	18,19033333	72,76133333
Refuerzo sec. Cub	Bulbo 200-9 x 4		94,4	56,3	5314,72	299218,736	3764	302982,736
Refuerzo sec. Túnel	Bulbo 100-6 x 4		30,96	5,98	185,1408	1107,141984	304,4	1411,541984

Obteniéndose los siguientes resultados:

$\Sigma A$ (mm <sup>2</sup> )	Y E.N. (mm)	$\Sigma A*Y$	$\Sigma A*Y*Y$	$\Sigma$ Inercia Propia	$\Sigma$ Inercia Propia EN
547,72	36,4138114	19944,5728	1230023,578	28105,79347	531871,4587

Y un valor del módulo en la cubierta de coches de:

<b>MÓDULO (cm<sup>3</sup>)</b>	16075,3318
--------------------------------	------------

Como el módulo obtenido es mayor al módulo requerido por reglamento con bastante margen, podemos decir que este tipo de refuerzos cumplen con el mínimo exigido.

Se ha probado con refuerzos de menor espesor y también cumplen, pero se seleccionan 9mm por ser el espesor mínimo requerido por el reglamento.

#### Escantillonado de refuerzos primarios

El resultado final para el cálculo de los refuerzos primarios y refuerzos longitudinales fuertes es:

REFUERZOS PRIMARIOS			
	Separación (m)	Módulo min (cm <sup>3</sup> )	Perfil
VARENGA	2	5279,79	T775
VAGRAS	1,64		T775
PALMEJARES	1,64		T370
BAO C. COCHES	2	2147,230	T460
BAO C. PASAJE	2	342,194	T315
BULÁRCAMAS DF	2	1696,347	T450
BULÁRCAMAS	2	1190,745	T370
ESLORAS C. COCHES TUNEL	1,64		Chapa t = 9mm
ESLORAS C. COCHE	1,64		T460
ESLORAS C. PASAJE	1,64		T315
ESLORAS DOBLE FONDO	1,64		T460

Al final del cuaderno, en los anexos, se presentan las tablas con los refuerzos utilizados para el escantillonado:

#### **“ANEXO 1: TABLAS DE PERFILES COMERCIALES UTILIZADAS”**

#### Puntales

Se van a distribuir 7 líneas de puntales a lo largo de toda la manga, situados a cada 3.28 metros de manga. La distancia entre puntales de una misma línea es de 6 metros, de forma que cada puntal reciba la carga de una intersección entre eslora y bao.

En un buque real esta distribución no sería posible, porque impediría el correcto manejo de los coches en la cubierta de carga rodada. Para posteriores vueltas a la espiral de proyecto habría que revisar la colocación de los refuerzos de forma que coincidieran los puntales con la separación de carriles.

Los puntales deben situarse encima y debajo de otros puntales. En caso de que no sea posible, se deberá reforzar el bao o la eslora sobre la que se sitúe el puntal de la cubierta superior a estas. En el buque esto va a ocurrir sobre el puntal situado más cercano al costado en la primera cubierta de coches, por lo que se reforzarán las esloras y el bao en la zona donde apoya.

El reglamento HSCL en la parte 3, capítulo 3, sección 7, apartado B nos dice que el radio de giro viene dado por:

$$i = \sqrt{\frac{I_a}{A_a}} \quad (\text{cm})$$

Donde:

- $I$ : Es la inercia en cm<sup>4</sup> sobre el eje perpendicular a la dirección esperada de pandeo.
- $A$ : Es el área de la sección del puntal en cm<sup>2</sup>.

El área de sección transversal no debe ser menor que:

$$A = \frac{10 P}{\eta \sigma_c} \quad (\text{cm}^2)$$

En donde:

- $n = \frac{k}{1 + \left(\frac{l}{i}\right)^2}$  siendo como mínimo 0,3.
- $P$ : es la carga axial dada en KN.
- $l$ : es la longitud del miembro en metros. Se toma el entrepuente
- $i$ : es el radio de giro en metros.
- $k$ : se toma como 0,7 en general.
- $\sigma_c$ : Se toma como indica el reglamento:

$$\sigma_c = \sigma_E \text{ when } \sigma_E < \frac{\sigma_F}{2}$$

$$= \sigma_F \left(1 - \frac{\sigma_F}{4\sigma_E}\right) \text{ when } \sigma_E > \frac{\sigma_F}{2}$$

$$\sigma_E = \pi^2 E \left(\frac{i}{100 l}\right)^2 \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_F = \text{minimum upper yield stress of material in N/mm}^2$$

$$E = \text{modulus of elasticity for aluminium} = 69\,000 \text{ N/mm}^2.$$

La carga axial se calcula, en kN, como:

$$P = n * F$$

Donde:

- $n$ : es el número de cubiertas sobre el pilar.
- $F$ : es la carga, en kN, soportada por el pilar. Dicha carga vale:

$$F = p * A_D$$

- $p$ : es la presión de diseño calculada.
- $A_D$ : es el área de cubierta que soporta el pilar, normalmente se toma como la mitad de la luz de los refuerzos que soporta multiplicado por la manga de carga.

Se estudiará el uso de puntales circulares y rectangulares y se seleccionará la alternativa que se considere más favorable:

- Puntales de sección circular:

	C1	C2	C3	C4
r (cm)	13	7	7	7
Ia (cm <sup>4</sup> )	22431,75694	1885,74099	1885,74099	1885,74099
Aa (cm <sup>2</sup> )	530,9291585	153,93804	153,93804	153,93804
i (cm)	6,5	3,5	3,5	3,5
k	0,7	0,7	0,7	0,7
l (m)	2,5	2,4	2,4	2,4
N	0,505555556	0,415254237	0,415254237	0,415254237
n	1	1	1	1
p (kN/m <sup>2</sup> )	158,402	25,244	5,144	5,000
Luz (m)	3,280	3,280	3,280	3,280
Separacion (m)	6,000	6,000	6,000	6,000
Ad (m <sup>2</sup> )	9,84	9,84	9,84	9,84
F (kN)	1558,674226	248,398992	50,614992	49,2
P (kN)	1558,674226	248,398992	50,614992	49,2
sigma f (N/mm <sup>2</sup> )	84,8	84,8	84,8	84,8
E (N/mm <sup>2</sup> )	69000	69000	69000	69000
sigma e (N/mm <sup>2</sup> )	70,82428118	41,38037262	41,38037262	41,38037262
sigma c (N/mm <sup>2</sup> )	59,41661495	41,38037262	41,38037262	41,38037262
A min (cm <sup>2</sup> )	518,8938949	144,5577432	29,45579189	28,63232619
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

- Puntales de sección rectangular:

	C1	C2	C3	C4
<b>l(cm)</b>	30	10	7	7
<b>b (cm)</b>	10	7	7	7
<b>Ia (cm4)</b>	636172,5124	7853,981634	1885,74099	1885,74099
<b>Aa (cm2)</b>	300	70	49	49
<b>i (cm)</b>	46,04970186	10,59243776	6,203588478	6,203588478
<b>k</b>	0,7	0,7	0,7	0,7
<b>l (m)</b>	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>N</b>	0,663954465	0,566335053	0,498933508	0,498933508
<b>n</b>	1	1	1	1
<b>p (kN/m2)</b>	0,164	0,164	0,164	0,164
<b>Luz (m)</b>	3,280	3,280	3,280	3,280
<b>Separacion (m)</b>	6,000	6,000	6,000	6,000
<b>Ad (m2)</b>	9,84	9,84	9,84	9,84
<b>F (kN)</b>	1558,674226	248,398992	50,614992	49,2
<b>P (kN)</b>	1558,674226	248,398992	50,614992	49,2
<b>sigma f (N/mm2)</b>	84,8	84,8	84,8	84,8
<b>E (N/mm2)</b>	69000	69001	69002	69003
<b>sigma e (N/mm2)</b>	501,7595435	115,4173327	67,59652768	67,59750731
<b>sigma c (N/mm2)</b>	81,21708858	69,22382996	58,20455107	58,20493649
<b>A min (cm2)</b>	289,0477821	63,3608161	17,4292844	16,94191939
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tras haber hecho varias iteraciones para ambos casos, llegamos a la conclusión que la alternativa más favorable es la elección de puntales de sección rectangular, ya que la manga que ocupan es menor y por lo tanto se puede aprovechar de mejor forma el espacio de la cubierta destinado a carga rodada.

## Cuaderna maestra

Una vez definidos los elementos de la cuaderna maestra se procederá a dibujarla. Los planos de la cuaderna maestra se adjuntan en los anexos:

***“ANEXO 2: PLANOS DE LA CUADERNA MAESTRA”***

## Resistencia longitudinal

A continuación vamos a estudiar la resistencia longitudinal. Esto implica usar la teoría del buque-viga, suponiendo que este esté únicamente expuesto a cargas que afectan únicamente al eje longitudinal.

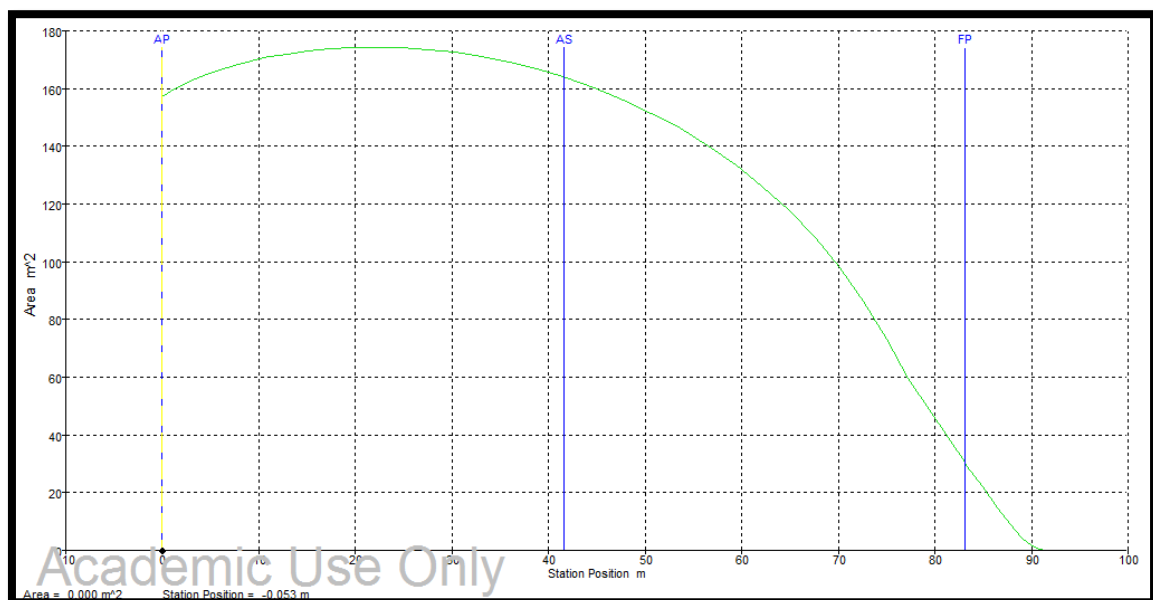
Para ello primero hay que definir esas cargas y posteriormente hay que calcular las cortantes y los momentos flectores que causan estas sobre el buque-viga.

### Distribución del peso en rosca

#### Peso longitudinal continuo

Para la distribución del peso de la estructura de aluminio, como se ha visto en el “cuaderno 2: cálculo de pesos”, se ha utilizado el siguiente método:

El peso continuo se calcula, a partir de las formas obtenidas en el cuaderno 3, la curva de áreas perteneciente al puntal del buque.



Se exportan los valores de áreas por sección longitudinal obtenidos en esta curva a Excel y se calcula el peso continuo.

A continuación voy a explicar el procedimiento que he seguido:

1. La tabla realizada a partir de la curva de áreas presenta el siguiente aspecto, para todas las secciones del buque:

X (m)	Area (m2)	A=Area/Am	dx (m)	dWc (t)
-0,000205	0	0	0	0
-0,000205	0,03455183	0,00019829	0,000203	3,5804E-07
-0,000002	145,775059	0,83657234	0,000001	7,4413E-06
-0,000001	140,039146	0,80365514	0,000002	1,4297E-05
0,000001	140,039146	0,80365514	0,092409	0,66058689

En ella se indican varios valores:

- X: Posición longitudinal de la sección, en metros.
- Área: Área de la curva de áreas en esa sección, en metros cuadrados.
- A: Relación entre el área de cada sección respecto al área de la maestra, en metros cuadrados.
- Dx: Distancia entre una sección y la siguiente, en metros.
- dWc: producto de multiplicar el peso longitudinal (supuesto como 1 para empezar el cálculo) por A y Dx. Es el peso del volumen que hay entre dos secciones contiguas.

2. Se realiza la siguiente tabla, para todas las secciones:

Sección	Masa de sección	Brazo long.	Limite anterior	Limite posterior	Mom long.
S1	0	-0,000205	-0,000205	-0,000205	0
S2	3,58041E-07	-0,0001035	-0,000205	-0,000002	-3,7057E-11
S3	7,44131E-06	-0,0000015	-0,000002	-0,000001	-1,1162E-11
S4	1,4297E-05	0	-0,000001	0,000001	0
S5	0,660586891	0,0462055	0,000001	0,09241	0,03052275

\*Las tablas enteras se presentan en los anexos:

### **“ANEXO 3: CÁLCULO DEL PESO LONGITUDINAL CONTÍNUO”**

Donde:

- Masa de sección: corresponde al dWc calculado en el apartado anterior, en toneladas.
- Brazo longitudinal: es la posición del centro de esa sección, resultado de restar el límite anterior y límite posterior de cada sección, en metros.
- Momento longitudinal: producto de la masa de sección por el brazo longitudinal, en toneladas por metro.

3. El peso longitudinal continuo se obtiene suponiendo Wcont como 1 y viendo el ratio entre el valor resultante de la suma de todas las Wcont y el valor del peso de la estructura de aluminio calculado en este cuaderno:

<b>Am</b>	174,25	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>PC Total</b>	551,2	<b>XG</b>	33,59
<b>W continuo</b>	8,895	<b>t/m</b>	<b>PC Real</b>	551,2		
			<b>Ratio</b>	1,00		

El ratio es de 8,895, por lo que se procederá a sustituir el Wcont a 8,895 t/m.

4. Se obtiene la suma de los pesos de todas las secciones y la suma de los momentos longitudinales de todas las secciones.



## Modelización de las cargas fijas

Con el objeto de modelizar las cargas para el estudio de la resistencia longitudinal del buque proyecto, es necesario presentar las tablas que resumen el cálculo de pesos realizado en el cuaderno 2:

PESO DE LOS EQUIPOS					
EQUIPO	PESO (t)	XG (m)	KG (m)	MOM. L. (t.m)	MOM. V. (t.m)
PINTURA	4,37	33,6	7,76	146,832	33,9112
PROTECCIÓN CATÓDICA	1,33	31,675	2,222	42,12775	2,95526
EQUIPO DE FONDEO	65	41,58	7,65	2702,7	497,25
EQUIPO DE NAVEGACIÓN	2	58,247	17,399	116,494	34,798
EQUIPO DE GOBIERNO	87,88	0,618	2	54,30984	175,76
SALVAMENTO	24,5	33,6	11,95	823,2	292,775
CONTRAINCENDIOS	5,46	18,505	3,43	101,0373	18,7278
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	67	33,6	7,76	2251,2	519,92
TUBERÍAS Y BOMBAS	18,28	33,6	7,76	614,208	141,8528
HABILITACIÓN	211,6	37,91	13,185	8021,756	2789,946
RAMPAS	2	0	10,15	0	20,3
CHIMENEAS	7,44	18,5	8,7	137,64	64,728
<b>TOTAL</b>	<b>496,86</b>	<b>30,21</b>	<b>9,24</b>	<b>15011,50</b>	<b>4592,92</b>

PESO EN ROSCA					
TÉRMINO	PESO (t)	XG (m)	KG (m)	MOM. L. (t.m)	MOM. V. (t.m)
ESTRUCTURA	551,2	33,6	7,76	18520,32	4277,312
MAQUINARIA	308	18,5	3,43	5698	1056,44
EQUIPOS	496,86	30,21	9,24	15011,50	4592,92
<b>TOTAL</b>	<b>1356,06</b>	<b>28,93</b>	<b>7,32</b>	<b>39229,82</b>	<b>9926,68</b>

A partir de esto se crea en MaxSurf un loadgroup llamado “peso en rosca”, en el que se modelizan en introducen una a una todas las cargas fijas representadas en las tablas que se han presentado previamente.

Ya que el valor de la masa de cada elemento y su centro de gravedad son conocidos, queda por determinar la distribución de cada carga:

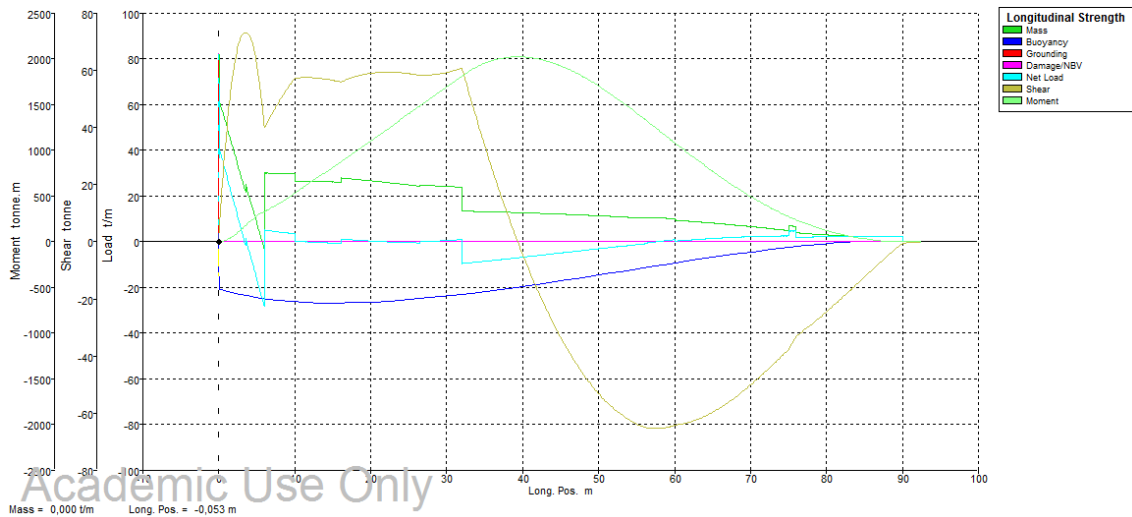
- **Pintura:** se considera distribuida a lo largo de toda la eslora total del buque, así que como límites se fijan el punto que se encuentra a 0m y el que se encuentra 92,4m de la perpendicular de popa.
- **Protección catódica:** ya que está distribuida a lo largo de toda la carena, se modelizará a lo largo de toda la eslora entre perpendiculares del buque, de forma que, entonces, esté comprendida entre 0 y 83,16m.
- **Amarre y fondeo:** dado que el equipo de amarre y fondeo va situado principalmente a proa y popa y a estas alturas del proyecto no está definida la distribución del equipo, se considerará como distribuido en ambas estaciones, entre 0m y 10m y entre 75m y 90m.

- **Equipo de navegación:** es una carga con centro de gravedad a 58 metros de la perpendicular de popa. Se considera distribuida entre el punto situado a 56 metros y el punto situado a 60 metros.
- **Equipo de gobierno:** se estima como una carga distribuida a lo largo de las dimensiones del waterjet.
- **Equipo de salvamento:** se considera distribuido a lo largo de toda la habilitación del buque, de esta forma se modeliza en el intervalo comprendido entre la perpendicular de popa y el punto situado a 76 metros de esta.
- **Contraincendios:** se supone distribuido en toda la eslora total.
- **Instalación eléctrica:** se supone distribuida entre toda la eslora total.
- **Tuberías y bombas:** se suponen distribuidas entre toda la eslora total.
- **Habilitación:** se comprende en las medidas que se han hecho sobre los planos dibujados en rhinoceros, es decir, entre 3,53 y 76 metros de eslora.
- **Rampas:** se consideran puntuales en el punto de apoyo de las rampas, a 0 metros.
- **Chimenea:** medida sobre el plano, la chimenea se localiza entre los puntos situados a 16,1 y 26,4 metros.
- **Maquinaria:** se distribuye en la sala de máquinas principal, entre 6 y 32 metros.

Se presenta, a continuación una tabla en la que se recoge la distribución de pesos:

PESO DE LOS EQUIPOS				
EQUIPO	PESO (t)	XG (m)	Limite popa (m)	Limite proa (m)
PINTURA	4,37	33,6	0	92,4
PROTECCIÓN CATÓDICA	1,33	31,675	0	83,16
EQUIPO DE FONDEO PP	32,5	5	0	10
EQUIPO DE FONDEO PR	32,5	82,5	75	90
EQUIPO DE NAVEGACIÓN	2	58,247	56	60
EQUIPO DE GOBIERNO	87,88	0,618	0	6
SALVAMENTO	24,5	33,6	0	76
CONTRAINCENDIOS	5,46	18,505	0	92,4
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	67	33,6	0	92,4
TUBERÍAS Y BOMBAS	18,28	33,6	0	92,4
HABILITACIÓN	211,6	37,91	3,53	76
RAMPAS	2	0	0	0
CHIMENEAS	7,44	18,5	16,1	26,4
MAQUINARIA	308	18,5	6	32

Para el peso en rosca se obtienen las siguientes curvas de resistencia longitudinal:



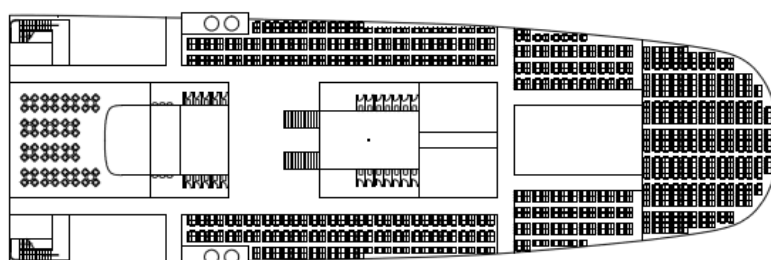
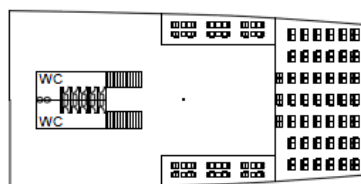
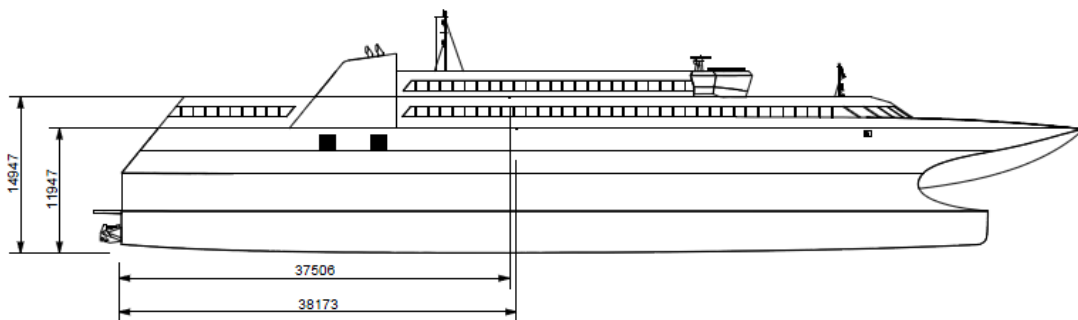
Se presenta la tabla con los resultados obtenidos en el anexo:

**“ANEXO 4: CÁLCULOS DE RESISTENCIA LONGITUDINAL”**

**Distribución de la carga**

Los tanques ya están definidos en maxsurf, por lo tanto no hace falta distribuir la carga, mientras que para el pasaje o los coches se consideran a continuación. Completando las estimaciones que se han hecho para la entrega 4.

Para calcular el centro de gravedad del pasaje se calcula el centro de área de las cubiertas de pasaje que previamente hemos dibujado, ya que se considera el pasaje uniformemente distribuido en toda la superficie de la cubierta:



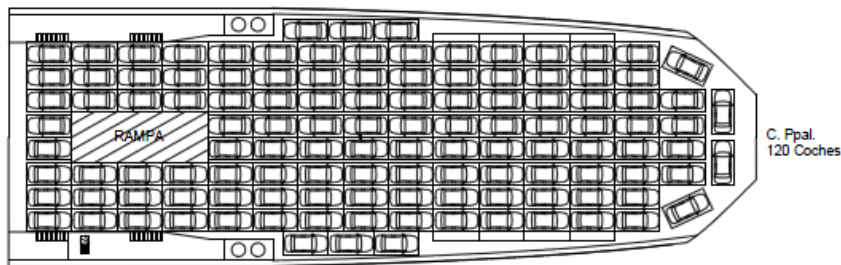
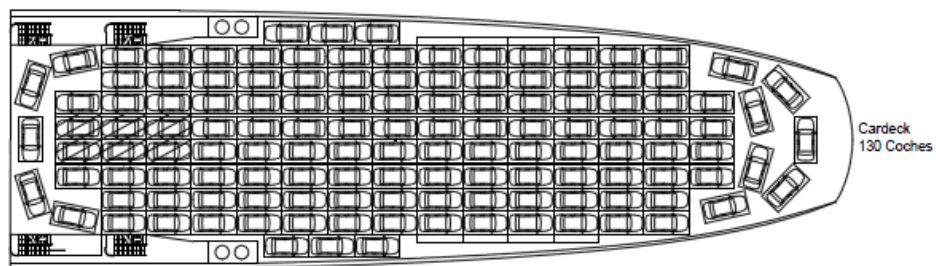
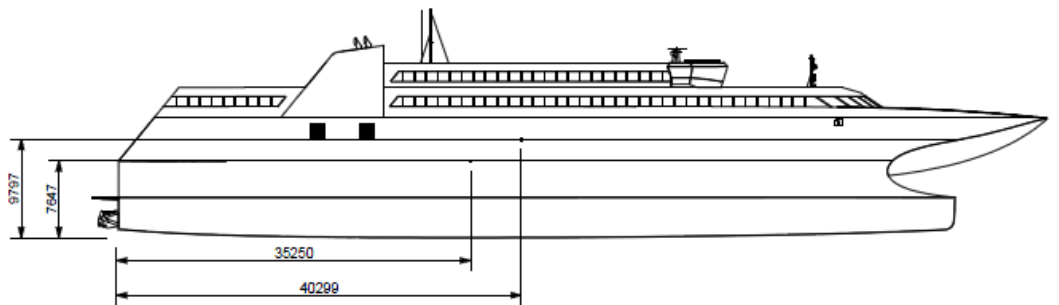
De forma que:

	Pasajeros	T/pasajero	Peso (t)	XG (m)	YG (m)	KG (m)	MX	MY	MZ
Cubierta P1	836	0,09	75,24	37,5	0	11,95	2821,5	0	899,118
Cubierta P2	114	0,09	10,26	38,17	0	14,95	391,6242	0	153,387
<b>TOTAL</b>	<b>950</b>	<b>0,18</b>	<b>85,5</b>	<b>37,5804</b>	<b>0</b>	<b>12,31</b>	<b>3213,1242</b>	<b>0</b>	<b>1052,505</b>

El pasaje se distribuye en la longitud de las cubiertas, entre un punto situado a 3,6 metros y un punto situado a 76 metros de la perpendicular de proa. La densidad de carga es de:

$$\frac{85,5}{76 - 3,6} = 1,18t/m$$

Para calcular el peso y centro de gravedad de los coches se usa el mismo procedimiento. Se considera un peso medio de 1.5 toneladas por coche y se calcula, para los siguientes centros de área, basándonos en los planos de los garajes dibujados:



	Coches	T/coche	Peso (t)	XG (m)	YG (m)	KG (m)	MX	MY	MZ
C. Ppal.	120	1,5	180	35,25	0	7,65	6345,00	0	1377,00
Cardeck	130	1,5	195	40,30	0	9,78	7858,50	0	1907,10
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>		<b>375</b>	<b>37,88</b>	<b>0</b>	<b>8,7576</b>	<b>14203,50</b>	<b>0</b>	<b>3284,10</b>

Se distribuyen a lo largo de toda la extensión de las cubiertas rodadas: entre 0 metros y 83,8 metros. La densidad de carga es de:

$$\frac{500}{83,8} = 4.47t/m$$

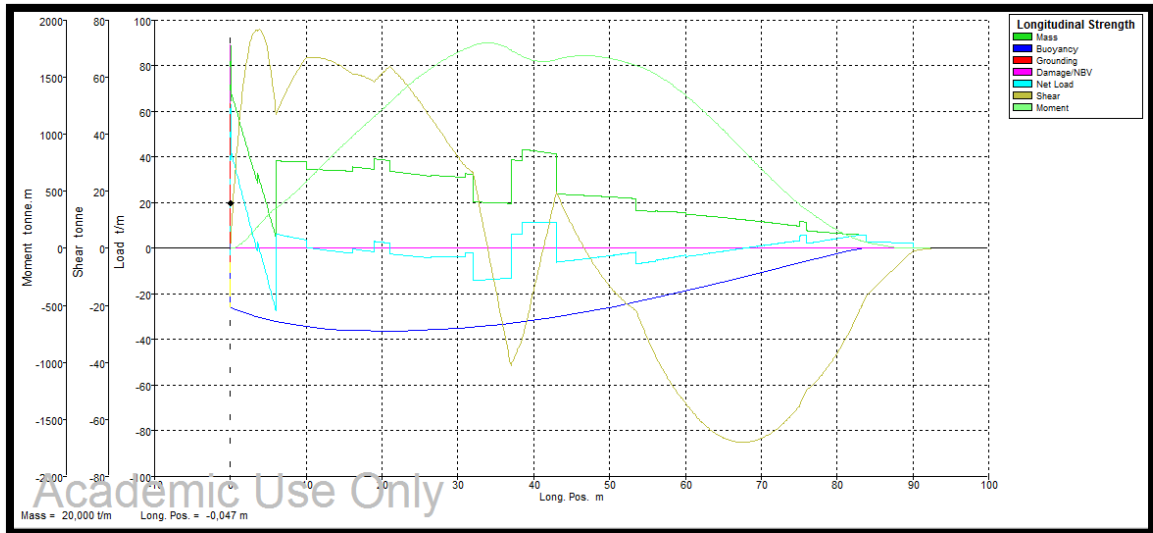
Cálculo de resistencia longitudinal para las condiciones de carga

Se calculan las curvas de la resistencia longitudinal para cada caso. Los datos obtenidos se adjuntan en el anexo 3:

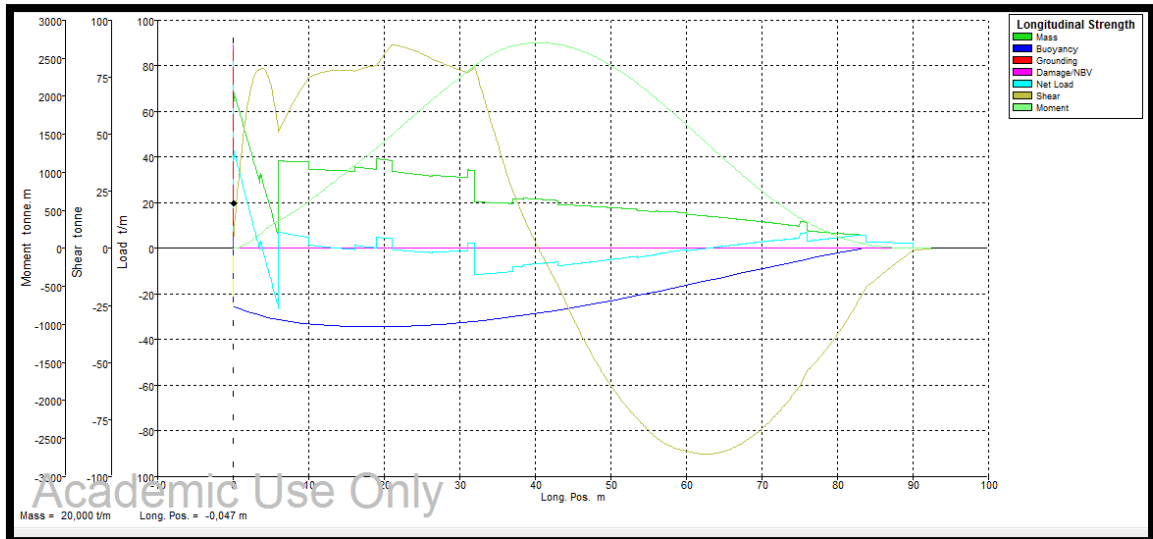
**“ANEXO 4: CÁLCULOS DE RESISTENCIA LONGITUDINAL”**

A continuación se representan las curvas obtenidas para cada una de las cuatro condiciones de carga.

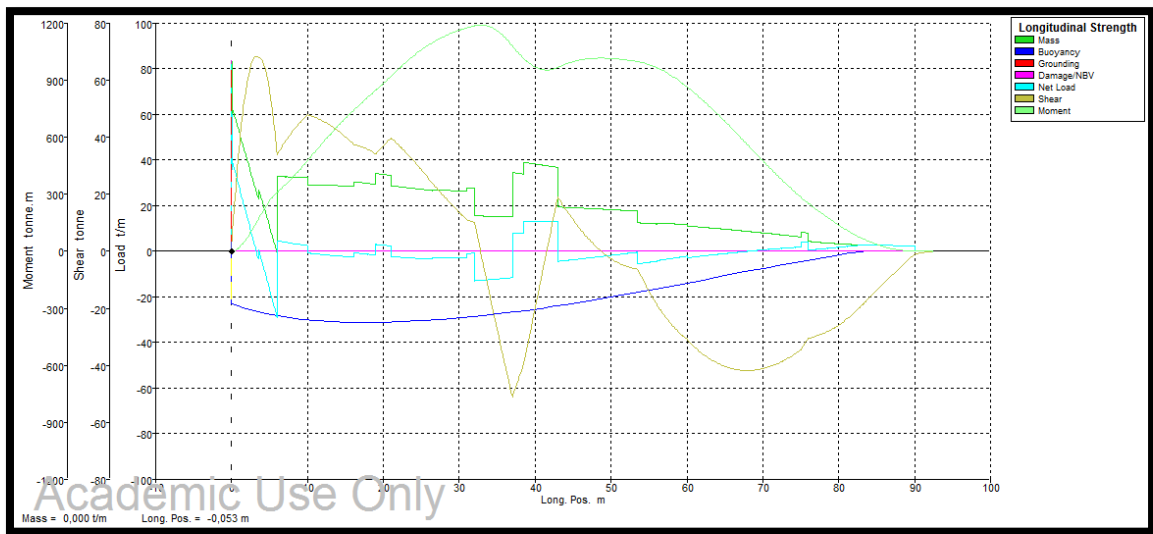
Plena carga salida



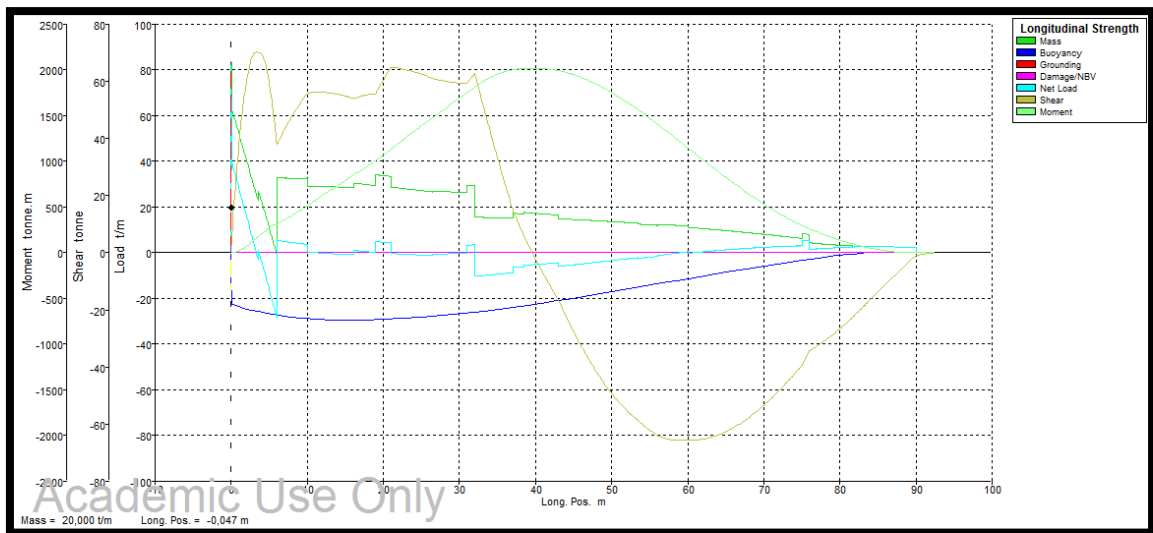
Plena carga llegada



Salida de puerto vacío



Llegada a puerto vacío:



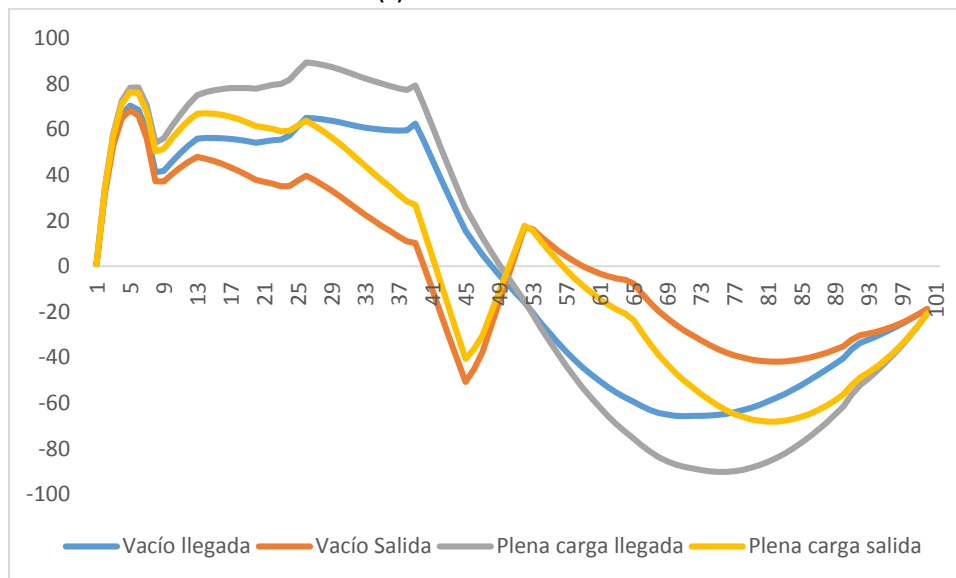
### Cálculo de envolventes

A través de los valores que se han obtenido del cálculo de la resistencia longitudinal para las distintas situaciones de carga se calculan los valores máximos y mínimos de cortantes y momentos flectores para cada condición:

	Q MAX (T)	Q MIN (T)	M MAX (T.m)	M MIN (T.m)
SPPC	76,388	-68,024	1801,157	0
LLPPC	89,325	-90,094	2704,368	0
SPV	68,297	-50,693	1190,883	0
LLPV	70,321	-65,711	2020,774	0
MAX/MIN	89,325	-50,693	2704,368	0

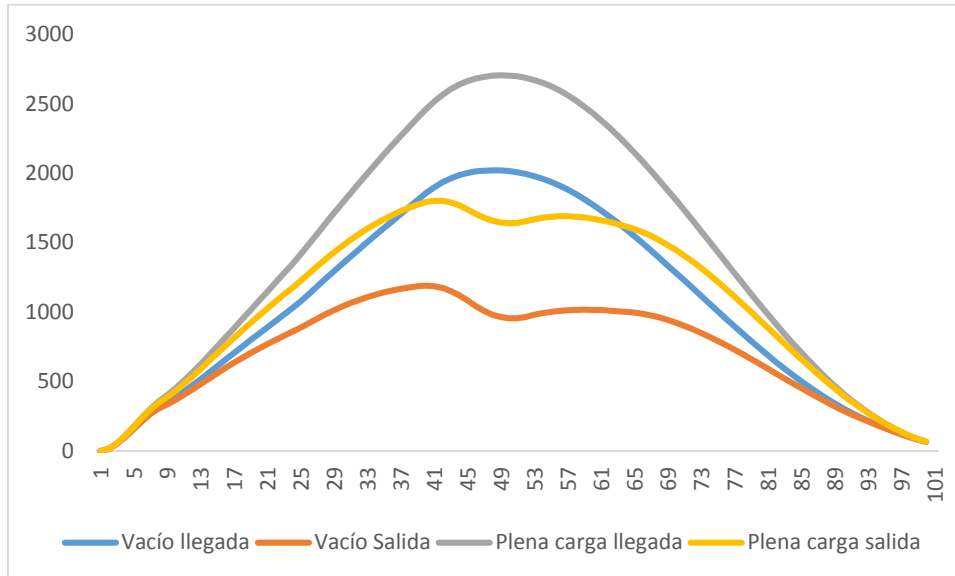
Para cada condición de carga tenemos las siguientes curvas de fuerzas cortantes y momentos flectores:

- Curvas de fuerzas cortantes (t):

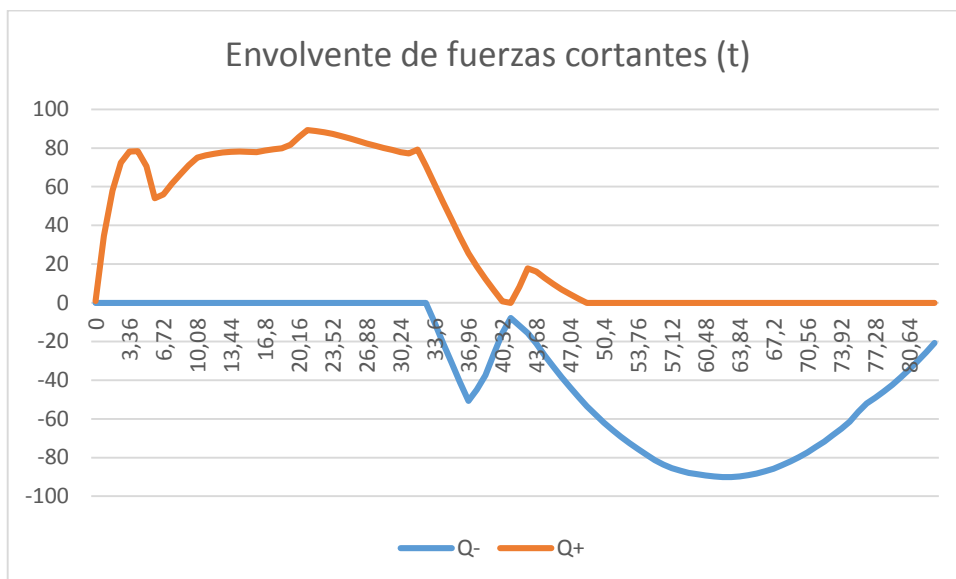


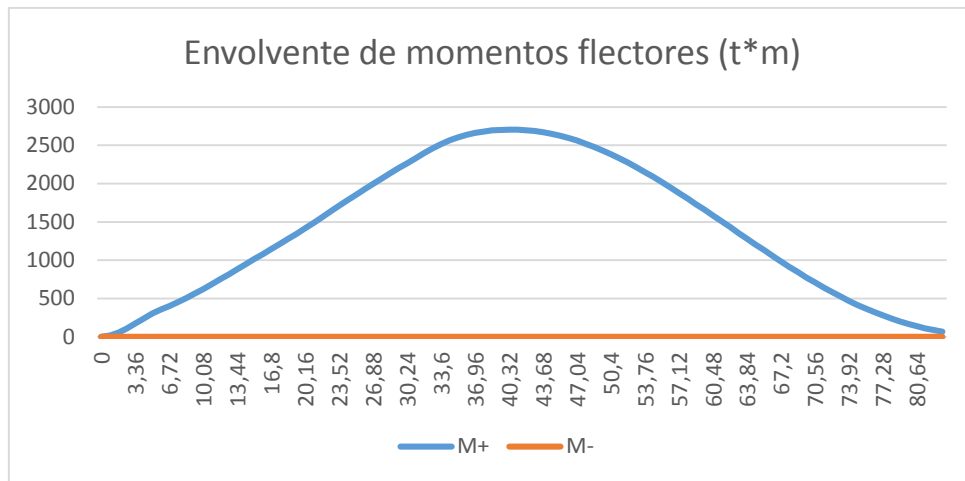


- Curvas de momentos flectores(t.m):



A partir de las curvas obtenidas para las condiciones de carga se calculan las envolventes para cada sección: momentos máximos, momentos mínimos, cortantes máximas y cortantes mínimas:





La tabla utilizada para elaborar esta gráfica se adjunta sobre el anexo:

**“ANEXO 5: TABLA PARA EL CÁLCULO DE LAS ENVOLVENTES”**

## Solicitaciones por olas

Para este apartado se va a calcular el momento por olas mediante el reglamento.

El reglamento DNV HSLC define el momento total en arrufo y quebranto compuesto por momento en aguas tranquilas y momento por olas, como:

For twin hull craft (in kNm):

$$M_{\text{tot hog}} = M_{\text{sw}} + 0.19 C_W L^2 (B_{\text{WL2}} + k_2 B_{\text{tm}}) C_B$$

$$M_{\text{tot sag}} = M_{\text{sw}} + 0.14 C_W L^2 (B_{\text{WL2}} + k_3 B_{\text{tm}}) (C_B + 0.7)$$

$M_{\text{sw}}$  = still water moment in the most unfavourable loading condition in kNm<sup>1)</sup>  
 = 0.5  $\Delta L$  (kNm) in hogging if not known  
 = 0 in sagging if not known.<sup>2)</sup>

Conocemos el momento máximo en aguas tranquilas para la condición de arrufo (sagging):

	Q MAX (T)	Q MIN (T)	M MAX (T.m)	M MIN (T.m)
SPPC	76,388	-68,024	1801,157	0
LLPPC	89,325	-90,094	2704,368	0
SPV	68,297	-50,693	1190,883	0
LLPV	70,321	-65,711	2020,774	0
MAX/MIN	89,325	-50,693	2704,368	0

En la condición más desfavorable en quebranto el momento es de 2704,368 Tm, que pasándolo a kNm es:

$$M_{\text{sw hogg}} = 2704,368 * 9.81 = 26.529,85 \text{ kNm}$$

Para el momento en aguas tranquilas en condición de arrufo el reglamento dice que se supone 0 si no se conoce. Como se ha observado en la envolvente de momentos, el momento en arrufo en aguas tranquilas es de 0:

$$M_{\text{sw sagg}} = 0$$

Realizado el cálculo indicado en el DNV, se obtienen los siguientes momentos por olas:

Hogging an sagging bending moments	
MSW hogging (kNm)	26529,85
MSW Sagging (kNm)	0
Btm (m)	15,300
z (m)	7,000
k2	0,642
k3	0,705
M HOG (kNm)	117967,8143
M SAG (kNm)	144718,8529

## Módulo resistente

Con la cuaderna maestra ya diseñada se va a comprobar que el módulo requerido en cubierta y en fondo es válido. Para ello, siguiendo el DNV HSLC, en la parte 3, capítulo 1, sección 3, tenemos que:

- Momentos de arrufo y quebranto totales (aguas tranquilas y olas): calculados según lo visto en el apartado anterior.

Hogging an sagging bending moments	
MSW hogging (kNm)	95093,46
MSW Sagging (kNm)	26529,85
Btm (m)	15,300
z (m)	7,000
k2	0,642
k3	0,705
M HOG (kNm)	186531,4243
M SAG (kNm)	171248,7029

- Momento producido por la cresta de una ola: el reglamento nos dice que para valores de  $F_n$  mayores a 3, la presión de slamming actúa sobre un área de referencia " $A_R$ " que se calcula de la siguiente forma:

$$A_R = k \Delta \frac{\left(1 + 0.2 \frac{a_{cg}}{g_0}\right)}{T} \quad (\text{m}^2)$$

Donde:

- $K$ : vale 0,7 para cresta y 0,6 para valle.

El momento flector longitudinal en la sección media para este caso se asume como:

$$M_B = \frac{\Delta}{2} (g_0 + a_{cg}) \left(e_w - \frac{l_s}{4}\right) \quad (\text{kNm})$$

Donde:

- $\Delta$ : Desplazamiento en toneladas.
- $a_{cg}$ : aceleración vertical del centro de gravedad.
- $e_w$ : Se toma como 0,25L.
- $l_s$ : Extensión longitudinal del área de Slamming. Se toma como:

$$l_s = \frac{A_R}{b_s}$$



Calculando tenemos que:

Crest landing	
k	0,7
Desplazamiento	2287,000
T	4,000
Acg	9,810
ew	20,79
AR	480,27
bs	11,000
ls	43,66090909
MB Crest	221545,1673

- Momento producido por el valle de una ola: el reglamento nos dice que el procedimiento es similar al momento producido por la cresta de una ola, solo que el área de referencia se distribuye a proa y a popa. Se calcula de la misma forma:

$$A_R = k \Delta \frac{\left(1 + 0.2 \frac{a_{cg}}{g_0}\right)}{T} \quad (\text{m}^2)$$

Donde:

- K: vale 0,7 para cresta y 0,6 para valle.

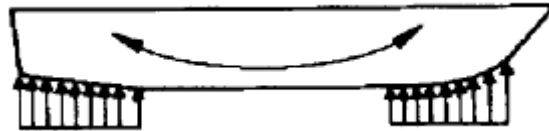
El momento flector longitudinal en la sección media para este caso se asume como:

$$M_B = \frac{\Delta}{2} (g_0 + a_{cg}) (e_r - e_w)$$

Donde:

- $\Delta$ : Desplazamiento en toneladas.
- $a_{cg}$ : aceleración vertical del centro de gravedad.
- $e_r - e_w$ : Se toma como 0,04L
- $g_0$ : aceleración de la gravedad.

Hollow landing	
k	0,6
Desplazamiento	2287,000
T	4,000
Acg	9,810
ew	16,632
AR	411,66
bs	11,000
ls	37,42363636
MB Hollow	74629,34741



- Cortante por flexión: el reglamento indica que la cortante por flexión debe ser mayor que la cortante obtenida para aguas tranquilas. Se calcula como:

$$Q_b = \frac{M_B}{0.25 L} \text{ (kN)}$$

El resultado, calculado para cada uno de los momentos flectores calculados anteriormente es:

Shear forces	
Qb crest (kN)	10656,3332
Qb crest (t)	1086,272498
Qb hollow (kN)	23881,39117
Qb hollow (t)	2434,392576
Qb hogging (kN)	326,2464789
Qb hogging (t)	33,25652181
Qb sagging (kN)	62272,25559
Qb sagging (t)	6347,834413
<b>Q CRÍTICA (kN)</b>	<b>62272,25559</b>
<b>Q CRÍTICA (t)</b>	<b>6347,834413</b>

Calculados los momentos producidos, nos quedamos con el momento de mayor magnitud. El momento crítico será el dado por la situación de slamming en la cresta de una ola y el módulo se calculará como:

$$Z = \frac{M}{\sigma} * 10^3 \text{ (cm}^3\text{)}$$

<b>MOMENTO CRÍTICO:</b>	221545,1673
<b>TENSIÓN (N/mm2)</b>	92,75
<b>MODULO RESISTENTE REQUERIDO (cm3)</b>	2388627,14

Se realiza el cálculo del módulo en fondo y cubierta para la cuaderna maestra, que se adjunta en los anexos:

**“ANEXO 6: CÁLCULO DEL MÓDULO DE LA CUADERNA MAESTRA”**

Los resultados que se obtienen son los siguientes:

$\Sigma A$ (cm <sup>2</sup> )	Y E.N. (cm)	$\Sigma A*Y$	$\Sigma A*Y*Y$	$\Sigma$ Inercia Propia	$\Sigma$ Inercia Propia EN
29844,02	942,3491998	28123488,37	37782707357	12971312,26	11293531913

<b>MÓDULO FONDO (cm<sup>3</sup>)</b>	11984444,74	cumple
<b>MÓDULO CUBIERTA SUPERIOR (cm<sup>3</sup>)</b>	11039072,46	cumple

<b>MODULO REQUERIDO (cm<sup>3</sup>)</b>	2388627,14
------------------------------------------	------------

Como el módulo requerido por la sociedad de clasificación es menor al módulo obtenido en la cuaderna maestra, se puede decir que el buque cumple con los criterios de resistencia longitudinal exigidos.

## Conclusiones

Tras realizar el escantillonado de la cuaderna maestra y el estudio de la resistencia longitudinal, podemos decir que la estructura del buque será capaz de soportar todas las solicitaciones a las que estará sometida.

Considero necesario indicar que la estructura que hemos calculado para este cuaderno está bastante sobredimensionada, ya que cumple con márgenes muy altos lo requerido por las sociedades de clasificación. Lo ideal para un proyecto real sería optimizar la estructura, disminuyendo el módulo y ajustándolo un poco más al límite con el objetivo de ahorrar material, aumentar el espacio útil (reduciendo los escantillones de los refuerzos, modificando la separación entre refuerzos, estudiando otros tipos de perfiles, etc.) y como consecuencia reducir el peso del buque (y con ello el coste de operación) y el coste de fabricación.

También es necesario indicar que tal como se ha calculado la estructura no sería la forma adecuada para este tipo de buques, ya que se cuenta con puntales en zonas que en la realidad deben de ser ocupadas por coches y el escantillón de los baos y el entrepuente de los garajes limitan considerablemente la altura de los vehículos.

Para posteriores vueltas en la espiral de diseño, sería necesario modificar la separación entre refuerzos de forma que se puedan situar los puntales en el espacio existente entre carriles de coches y a su vez poder reducir la luz de los baos.

Otro aspecto a destacar para posteriores vueltas en la espiral de proyecto es la modificación de ciertos aspectos que faciliten la construcción del buque a los operarios, como por ejemplo la colocación de refuerzos y chapas en la zona del túnel del catamarán.





## ANEXOS



Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# ANEXO 1: TABLAS DE PERFILES COMERCIALES

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

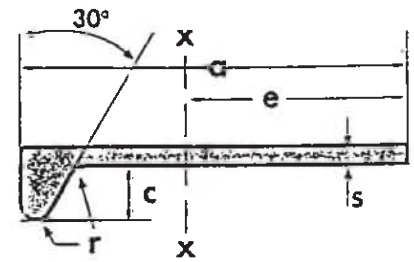
c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

# Bulb Flats



## Dimension range, weight/m and static values

Width a mm	Thickness s mm	Height c mm	Radius r mm	Area A cm <sup>2</sup>	Weight kg/m	e cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> * cm <sup>3</sup>
60	4	13	3.5	3.58	2.81	3.82	12.2	13
	5	13	3.5	4.18	3.28	3.70	14.4	14
	6	13	3.5	4.78	3.75	3.62	16.4	16
80	5	14	4	5.40	4.24	4.89	33.8	23
	6	14	4	6.20	4.87	4.78	39.0	25
	7	14	4	7.00	5.50	4.69	43.3	27
Delivery by special agreement. Standard lengths 6-12 m								
100	6	15.5	4.5	7.74	6.08	5.98	76.1	38
	7	15.5	4.5	8.74	6.86	5.87	85.3	41
	8	15.5	4.5	9.74	7.65	5.78	94.3	45
120	6	17	5	9.31	7.31	7.20	133	54
	7	17	5	10.5	8.25	7.07	148	59
	8	17	5	11.7	9.19	6.96	164	63
140	7	19	5.5	12.4	9.74	8.31	241	80
	8	19	5.5	13.8	10.8	8.18	266	87
	9	19	5.5	15.2	11.9	8.07	291	93
160	7	22	6	14.6	11.4	9.66	373	110
	8	22	6	16.2	12.7	9.49	411	118
	9	22	6	17.8	14.0	9.36	448	126
180	8	25	7	18.9	14.8	10.9	609	157
	9	25	7	20.7	16.2	10.7	663	166
	10	25	7	22.5	17.6	10.6	717	177
200	9	28	8	23.6	18.5	12.1	941	225
	10	28	8	25.6	20.1	11.9	1020	237
	11.5	28	8	28.6	22.5	11.7	1126	255
220	10	31	9	29.0	22.8	13.4	1400	302
	11.5	31	9	32.3	25.4	13.1	1550	323
240	10	34	10	32.4	25.4	14.7	1860	368
	11	34	10	34.9	27.4	14.6	2000	391
	12	34	10	37.3	29.3	14.4	2130	406
260	10	37	11	36.1	28.3	16.2	2477	455
	11	37	11	38.7	30.3	16.0	2610	474
	12	37	11	41.3	32.4	15.8	2770	493
280	11	40	12	42.6	33.5	17.4	3330	566
	12	40	12	45.5	35.7	17.2	3550	590
300	11	43	13	46.7	36.7	18.9	4190	671
	12	43	13	49.7	39.0	18.7	4460	701
	13	43	13	52.8	41.5	18.5	4720	728
320	12	46	14	54.2	42.5	20.1	5530	819
	13	46	14	57.4	45.0	19.9	5850	849
340	12	49	15	58.8	46.1	21.5	6760	947
	14	49	15	65.5	51.5	21.1	7540	1014
370	13	53.5	16.5	69.6	54.6	23.5	9470	1210
	15	53.5	16.5	77.0	60.5	23.0	10490	1278
400	14	58	18	81.4	63.9	25.5	12930	1580
	16	58	18	89.4	70.2	25.0	14220	1666
430	15	62.5	19.5	94.1	73.9	27.4	17260	1935
	17	62.5	19.5	103.0	80.6	26.9	18860	2036



### Standard lengths

6-18 m.

Other lengths by special agreement

Plate cross sectional area 60 cm<sup>2</sup>

### Orders

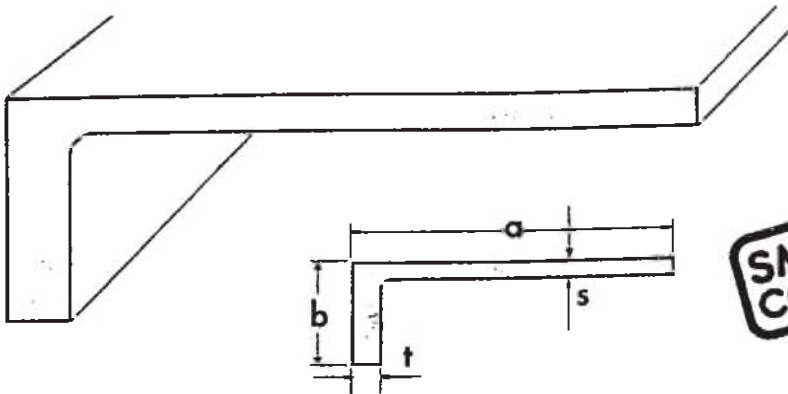
must include the following measurements:  
a x s.

Plate cross sectional area 100 cm<sup>2</sup>

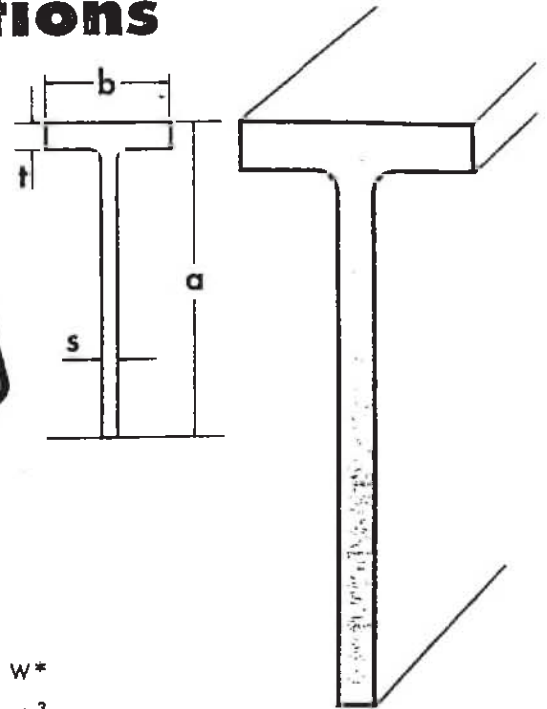
Plate cross sectional area 150 cm<sup>2</sup>

\* Inclusive plate as noted

# Welded Angles and T-Sections



**SMOOTH CORNERS**



Dimension range, weight/m and static values

	Width a mm	Height b mm	Thickness s mm	Thickness t mm	Area A cm <sup>2</sup>	Weight kg/m	e cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W* cm <sup>3</sup>
T-Sections	315	100	12	15	51.0	40.8	19.6	5329	764
	340	120	12	15	57.0	45.6	21.6	6995	946
	370	120	12	20	66.0	52.8	24.2	9523	1235
	395	120	12	20	69.0	55.2	25.6	11387	1350
	425	120	12	25	78.0	62.4	28.2	14750	1682
Angles and T-Sections	450	120	12	25	81.0	64.8	29.6	17250	1885
	455	120	12	30	87.0	69.6	30.7	18630	2118
	460	120	12	35	93.0	74.4	31.6	19900	2350
	475	120	12	25	84.0	67.2	31.0	20010	2030
	525	120	12	25	90.0	72.0	33.8	26300	2330
	525	150	12	25	97.5	78.0	35.1	28420	2685
	530	150	12	30	105.0	84.0	36.4	30590	3026
	535	150	12	35	112.5	90.0	37.5	32590	3364
	575	150	12	25	103.5	82.8	37.9	36420	3033
	585	150	12	35	118.5	94.8	40.5	41710	3775
	625	150	12	25	109.5	87.6	40.7	45700	3395
	630	150	12	30	117.0	93.6	42.1	49110	3799
	635	150	12	35	124.5	99.6	43.4	52260	4200
	625	200	12	25	122.0	97.6	42.8	50440	4096
	630	200	12	30	132.0	105.6	44.3	54120	4636
	635	200	12	35	142.0	113.6	45.7	57450	5172
	Angles and T-Sections	675	200	12	25	128.0	102.4	45.7	62190
685		200	12	35	148.0	118.4	48.7	70810	5782
725		200	12	25	134.0	107.2	48.5	75510	5054
735		200	12	35	154.0	123.2	51.7	85940	6319
775		200	12	25	140.0	112.0	51.3	90480	5520
780		200	12	30	150.0	120.0	53.1	96990	6197
785		200	12	35	160.0	128.0	54.7	102920	6870
830		200	14	30	172.0	137.6	54.5	127070	7003
835		200	14	35	182.0	145.6	56.1	134890	7707
880		200	14	30	179.0	143.2	57.2	148920	7572
885		200	14	35	189.0	151.2	58.9	158020	8317
930		200	15	30	195.0	156.0	59.3	180990	8331
935		200	15	35	205.0	164.0	61.0	191950	9110
985		200	15	35	212.5	170.0	63.7	221100	9768
1035		200	15	35	220.0	176.0	66.5	252890	10440

Plate cross sectional area 100 cm<sup>2</sup>

**Butt / Fillet welded**

Full penetration welds by special agreement.

Plate cross sectional area 150 cm<sup>2</sup>

**Orders**

must include the following measurements:  
a x b x s x t.

**Standard lengths**

8 - 18 m,  
Other lengths by special agreement.

Plate cross sectional area 175 cm<sup>2</sup>

By special agreement other dimensions and combinations can be offered to satisfy required area and/or strength.

Heights up to 1500 mm can be offered.

Static values for required combination can be given.

\* Inclusive plate as noted

Welded I-Sections are also available in heights from 350 - 1500 mm



Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# ANEXO 2: PLANOS DE LA CUADERNA MAESTRA

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



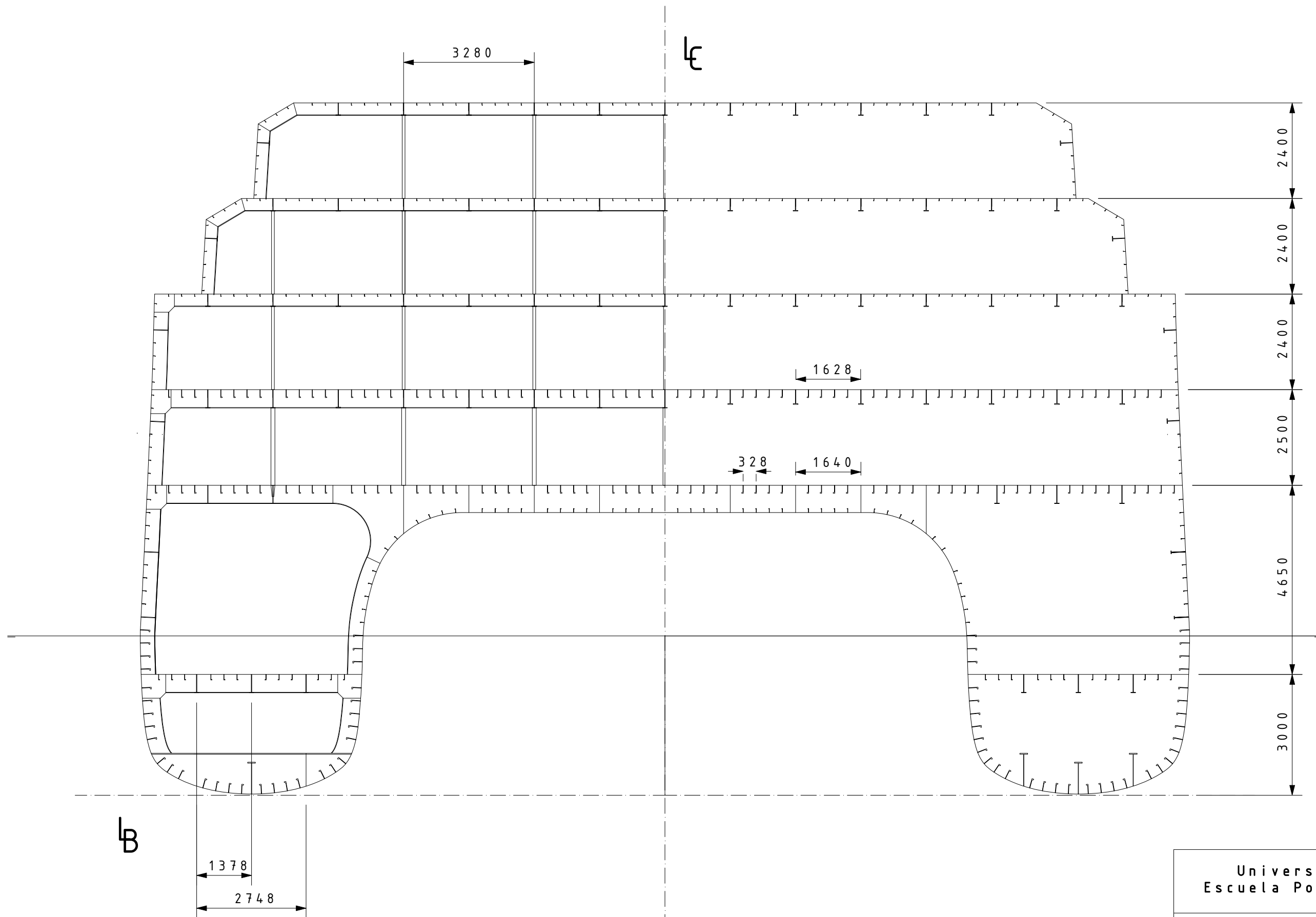
Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004



**DIMENSIONES PRINCIPALES**

Eslora entre perpendiculares (Lpp)	83,16 m
Eslora total (Loa)	92,40 m
Manga de trazado (B)	26,3 m
Manga del semicasco (Bhull)	5,5 m
Calado de escantillonado (T)	4 m
Puntal a la cubierta principal (D)	7,65 m

Universidade da Coruña  
Escuela Politécnica Superior

Título del plano: Cuaderna maestra	Buque: Fast-ferry catamarán 250 coches y 950 pax
Referencia del proyecto: 14-03	Formato: A3
Nombre: Carlos Fernández Baldomir	Escala: 1/ Fecha: 2016



Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# ANEXO 3: CÁLCULO DEL PESO LONGITUDINAL

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total mass	Unit volume	Total volume	Long. Arm m
PC_1	1	0	0			-0,000205
PC_2	1	3,58042E-07	3,58042E-07			-0,0001035
PC_3	1	7,44132E-06	7,44132E-06			-0,0000015
PC_4	1	1,4297E-05	1,4297E-05			0
PC_5	1	0,660587633	0,660587633			0,0462055
PC_6	1	7,16764E-06	7,16764E-06			0,0924105
PC_7	1	0,663558742	0,663558742			0,1386995
PC_8	1	1,330935829	1,330935829			0,2775845
PC_9	1	1,337991111	1,337991111			0,462778
PC_10	1	1,344944228	1,344944228			0,6479715
PC_11	1	1,351800502	1,351800502			0,833165
PC_12	1	1,358519226	1,358519226			1,0183585
PC_13	1	1,365116487	1,365116487			1,2035515
PC_14	1	1,371588519	1,371588519			1,388745
PC_15	1	1,377911297	1,377911297			1,5739385
PC_16	1	1,38410663	1,38410663			1,7591315
PC_17	1	1,390174431	1,390174431			1,944325
PC_18	1	1,396092721	1,396092721			2,1295185
PC_19	1	1,401885194	1,401885194			2,3147115
PC_20	1	1,40755332	1,40755332			2,499905
PC_21	1	1,413076143	1,413076143			2,6850985
PC_22	1	1,41848593	1,41848593			2,870292
PC_23	1	1,423754541	1,423754541			3,0554855
PC_24	1	1,428906855	1,428906855			3,2406785
PC_25	1	1,433945637	1,433945637			3,425872
PC_26	1	1,438850116	1,438850116			3,6110655
PC_27	1	1,443654035	1,443654035			3,796259
PC_28	1	1,448328985	1,448328985			3,9814525
PC_29	1	1,452901107	1,452901107			4,1666455
PC_30	1	1,457373735	1,457373735			4,351839
PC_31	1	1,461726185	1,461726185			4,5370325
PC_32	1	1,465984765	1,465984765			4,7222255
PC_33	1	1,470152859	1,470152859			4,907419
PC_34	1	1,474209799	1,474209799			5,0926125
PC_35	1	1,478182623	1,478182623			5,2778055
PC_36	1	1,482073517	1,482073517			5,462999
PC_37	1	1,485865047	1,485865047			5,6481925
PC_38	1	1,48958839	1,48958839			5,833386
PC_39	1	1,493213593	1,493213593			6,0185795
PC_40	1	1,496767242	1,496767242			6,2037725
PC_41	1	1,500251929	1,500251929			6,388966
PC_42	1	1,503645827	1,503645827			6,5741595
PC_43	1	1,506974395	1,506974395			6,7593525
PC_44	1	1,510243385	1,510243385			6,944546
PC_45	1	1,513428927	1,513428927			7,1297395
PC_46	1	1,516558393	1,516558393			7,3149325
PC_47	1	1,519634626	1,519634626			7,500126
PC_48	1	1,5226361	1,5226361			7,6853195



PC_49	1	1,525598744	1,525598744		7,870513
PC_50	1	1,528492823	1,528492823		8,0557065
PC_51	1	1,53134765	1,53134765		8,2408995
PC_52	1	1,534157838	1,534157838		8,4260925
PC_53	1	1,536936265	1,536936265		8,611286
PC_54	1	1,53966189	1,53966189		8,7964795
PC_55	1	1,542366818	1,542366818		8,9816725
PC_56	1	1,545054985	1,545054985		9,166866
PC_57	1	1,547709351	1,547709351		9,3520595
PC_58	1	1,550348306	1,550348306		9,537253
PC_59	1	1,552932085	1,552932085		9,722447
PC_60	1	1,555463066	1,555463066		9,9076405
PC_61	1	1,557957773	1,557957773		10,0928335
PC_62	1	1,560416826	1,560416826		10,278027
PC_63	1	1,562817515	1,562817515		10,4632205
PC_64	1	1,565184429	1,565184429		10,6484135
PC_65	1	1,567518427	1,567518427		10,833607
PC_66	1	1,569795586	1,569795586		11,0188005
PC_67	1	1,572041858	1,572041858		11,2039935
PC_68	1	1,574254897	1,574254897		11,389187
PC_69	1	1,576411452	1,576411452		11,5743805
PC_70	1	1,578537734	1,578537734		11,7595735
PC_71	1	1,580633014	1,580633014		11,944767
PC_72	1	1,582673195	1,582673195		12,1299605
PC_73	1	1,584683715	1,584683715		12,3151535
PC_74	1	1,586665444	1,586665444		12,500347
PC_75	1	1,588593796	1,588593796		12,6855405
PC_76	1	1,590493526	1,590493526		12,8707335
PC_77	1	1,592365743	1,592365743		13,055927
PC_78	1	1,594184969	1,594184969		13,2411205
PC_79	1	1,595978005	1,595978005		13,4263135
PC_80	1	1,597744955	1,597744955		13,611507
PC_81	1	1,599468927	1,599468927		13,796701
PC_82	1	1,601151326	1,601151326		13,9818945
PC_83	1	1,602807518	1,602807518		14,1670875
PC_84	1	1,604439169	1,604439169		14,352281
PC_85	1	1,606020174	1,606020174		14,5374745
PC_86	1	1,607578091	1,607578091		14,7226675
PC_87	1	1,609113093	1,609113093		14,907861
PC_88	1	1,610596897	1,610596897		15,0930545
PC_89	1	1,612059555	1,612059555		15,2782475
PC_90	1	1,613498875	1,613498875		15,463441
PC_91	1	1,614890079	1,614890079		15,6486345
PC_92	1	1,616257889	1,616257889		15,8338275
PC_93	1	1,617605809	1,617605809		16,019021
PC_94	1	1,618913193	1,618913193		16,204215
PC_95	1	1,620171922	1,620171922		16,389408
PC_96	1	1,621436017	1,621436017		16,574601
PC_97	1	1,622634976	1,622634976		16,759794
PC_98	1	1,623837751	1,623837751		16,944987

PC_99	1	1,624992516	1,624992516		17,130181
PC_100	1	1,626108032	1,626108032		17,3153745
PC_101	1	1,627211499	1,627211499		17,500568
PC_102	1	1,62827594	1,62827594		17,685762
PC_103	1	1,629292578	1,629292578		17,870955
PC_104	1	1,630315784	1,630315784		18,056148
PC_105	1	1,631290553	1,631290553		18,241342
PC_106	1	1,632218605	1,632218605		18,426535
PC_107	1	1,633151556	1,633151556		18,611728
PC_108	1	1,634037678	1,634037678		18,796922
PC_109	1	1,634877873	1,634877873		18,982115
PC_110	1	1,635723918	1,635723918		19,167308
PC_111	1	1,636523571	1,636523571		19,352502
PC_112	1	1,637276546	1,637276546		19,537695
PC_113	1	1,638035441	1,638035441		19,722888
PC_114	1	1,638747973	1,638747973		19,908082
PC_115	1	1,639414549	1,639414549		20,093275
PC_116	1	1,640086961	1,640086961		20,278468
PC_117	1	1,640713193	1,640713193		20,463662
PC_118	1	1,641294211	1,641294211		20,648855
PC_119	1	1,641882112	1,641882112		20,834048
PC_120	1	1,642423383	1,642423383		21,019242
PC_121	1	1,642918306	1,642918306		21,204435
PC_122	1	1,643420277	1,643420277		21,389628
PC_123	1	1,643885875	1,643885875		21,5748225
PC_124	1	1,644287263	1,644287263		21,760016
PC_125	1	1,644704866	1,644704866		21,945209
PC_126	1	1,645076292	1,645076292		22,130403
PC_127	1	1,645400877	1,645400877		22,315596
PC_128	1	1,645733178	1,645733178		22,500789
PC_129	1	1,646019029	1,646019029		22,685983
PC_130	1	1,646258943	1,646258943		22,871176
PC_131	1	1,64650484	1,64650484		23,056369
PC_132	1	1,646705396	1,646705396		23,241563
PC_133	1	1,64685889	1,64685889		23,426756
PC_134	1	1,647019555	1,647019555		23,611949
PC_135	1	1,647133344	1,647133344		23,797143
PC_136	1	1,647202787	1,647202787		23,982336
PC_137	1	1,647273727	1,647273727		24,167529
PC_138	1	1,647302482	1,647302482		24,352723
PC_139	1	1,647282606	1,647282606		24,537916
PC_140	1	1,647271083	1,647271083		24,723109
PC_141	1	1,647211879	1,647211879		24,908303
PC_142	1	1,647106617	1,647106617		25,093496
PC_143	1	1,647008511	1,647008511		25,278689
PC_144	1	1,646862838	1,646862838		25,463883
PC_145	1	1,646680041	1,646680041		25,6490765
PC_146	1	1,646486459	1,646486459		25,83427
PC_147	1	1,646255118	1,646255118		26,019464
PC_148	1	1,645977173	1,645977173		26,204657

PC_149	1	1,645706956	1,645706956		26,38985
PC_150	1	1,645391401	1,645391401		26,575044
PC_151	1	1,645024203	1,645024203		26,760237
PC_152	1	1,644666874	1,644666874		26,94543
PC_153	1	1,644263826	1,644263826		27,130624
PC_154	1	1,643812501	1,643812501		27,315817
PC_155	1	1,643368504	1,643368504		27,50101
PC_156	1	1,642877088	1,642877088		27,686204
PC_157	1	1,642339608	1,642339608		27,871397
PC_158	1	1,641808568	1,641808568		28,05659
PC_159	1	1,641212921	1,641212921		28,241783
PC_160	1	1,640624583	1,640624583		28,426976
PC_161	1	1,639989095	1,639989095		28,61217
PC_162	1	1,639305287	1,639305287		28,797363
PC_163	1	1,638630851	1,638630851		28,982556
PC_164	1	1,637907833	1,637907833		29,16775
PC_165	1	1,63714601	1,63714601		29,3529435
PC_166	1	1,636373709	1,636373709		29,538137
PC_167	1	1,63556331	1,63556331		29,723331
PC_168	1	1,634705999	1,634705999		29,908524
PC_169	1	1,633854404	1,633854404		30,093717
PC_170	1	1,632956252	1,632956252		30,278911
PC_171	1	1,63201198	1,63201198		30,464104
PC_172	1	1,631073627	1,631073627		30,649297
PC_173	1	1,630086175	1,630086175		30,834491
PC_174	1	1,629052972	1,629052972		31,019684
PC_175	1	1,628025306	1,628025306		31,204877
PC_176	1	1,626951236	1,626951236		31,390071
PC_177	1	1,625829066	1,625829066		31,575264
PC_178	1	1,624712811	1,624712811		31,760457
PC_179	1	1,62354974	1,62354974		31,945651
PC_180	1	1,622338401	1,622338401		32,130844
PC_181	1	1,621151098	1,621151098		32,316038
PC_182	1	1,619863149	1,619863149		32,501232
PC_183	1	1,618580846	1,618580846		32,686424
PC_184	1	1,617302225	1,617302225		32,871618
PC_185	1	1,615925489	1,615925489		33,056812
PC_186	1	1,614562792	1,614562792		33,2420045
PC_187	1	1,613177616	1,613177616		33,4271985
PC_188	1	1,611727296	1,611727296		33,6123925
PC_189	1	1,610256073	1,610256073		33,797585
PC_190	1	1,608764166	1,608764166		33,982777
PC_191	1	1,607276487	1,607276487		34,167971
PC_192	1	1,605689469	1,605689469		34,353165
PC_193	1	1,604108189	1,604108189		34,538357
PC_194	1	1,602530141	1,602530141		34,723551
PC_195	1	1,600853983	1,600853983		34,908745
PC_196	1	1,599181412	1,599181412		35,093937
PC_197	1	1,597514665	1,597514665		35,279131
PC_198	1	1,595748069	1,595748069		35,464325

PC_199	1	1,593987112	1,593987112		35,649517
PC_200	1	1,592229257	1,592229257		35,834711
PC_201	1	1,590373738	1,590373738		36,019905
PC_202	1	1,588523594	1,588523594		36,205097
PC_203	1	1,586674459	1,586674459		36,390291
PC_204	1	1,584729389	1,584729389		36,575485
PC_205	1	1,582786911	1,582786911		36,760677
PC_206	1	1,580850084	1,580850084		36,945871
PC_207	1	1,578814016	1,578814016		37,131065
PC_208	1	1,576790381	1,576790381		37,3162575
PC_209	1	1,574753654	1,574753654		37,501452
PC_210	1	1,572628885	1,572628885		37,686646
PC_211	1	1,570505482	1,570505482		37,871838
PC_212	1	1,568387051	1,568387051		38,057032
PC_213	1	1,566171483	1,566171483		38,242226
PC_214	1	1,563957142	1,563957142		38,427418
PC_215	1	1,561748581	1,561748581		38,612612
PC_216	1	1,559440542	1,559440542		38,797806
PC_217	1	1,557139362	1,557139362		38,982998
PC_218	1	1,554836063	1,554836063		39,168192
PC_219	1	1,552438317	1,552438317		39,353386
PC_220	1	1,550044318	1,550044318		39,538578
PC_221	1	1,547652423	1,547652423		39,723772
PC_222	1	1,545163913	1,545163913		39,908966
PC_223	1	1,542677562	1,542677562		40,094158
PC_224	1	1,540193953	1,540193953		40,279352
PC_225	1	1,537614518	1,537614518		40,464546
PC_226	1	1,53503533	1,53503533		40,649738
PC_227	1	1,532461661	1,532461661		40,834932
PC_228	1	1,529789481	1,529789481		41,020126
PC_229	1	1,527128254	1,527128254		41,2053185
PC_230	1	1,524453384	1,524453384		41,390513
PC_231	1	0,036794932	0,036794932		41,48535
PC_232	1	0,759291773	0,759291773		41,5337945
PC_233	1	0,724883135	0,724883135		41,6241515
PC_234	1	0,033693448	0,033693448		41,670357
PC_235	1	1,485174718	1,485174718		41,762953
PC_236	1	1,516169236	1,516169236		41,946093
PC_237	1	1,51331356	1,51331356		42,131287
PC_238	1	1,51046156	1,51046156		42,316479
PC_239	1	1,507608657	1,507608657		42,501673
PC_240	1	1,504660347	1,504660347		42,686867
PC_241	1	1,501716125	1,501716125		42,872059
PC_242	1	1,49877066	1,49877066		43,057253
PC_243	1	1,49573071	1,49573071		43,242447
PC_244	1	1,492690355	1,492690355		43,427639
PC_245	1	1,489652098	1,489652098		43,612833
PC_246	1	1,486517665	1,486517665		43,798027
PC_247	1	1,483385795	1,483385795		43,983219
PC_248	1	1,480253138	1,480253138		44,168413

PC_249	1	1,477024656	1,477024656		44,353607
PC_250	1	1,47379656	1,47379656		44,538799
PC_251	1	1,470571379	1,470571379		44,723993
PC_252	1	1,467247252	1,467247252		44,909187
PC_253	1	1,463930834	1,463930834		45,0943795
PC_254	1	1,460591837	1,460591837		45,2795735
PC_255	1	1,45718833	1,45718833		45,4647675
PC_256	1	1,453760397	1,453760397		45,64996
PC_257	1	1,450338639	1,450338639		45,835154
PC_258	1	1,446823074	1,446823074		46,020348
PC_259	1	1,443306224	1,443306224		46,20554
PC_260	1	1,439786914	1,439786914		46,390734
PC_261	1	1,436172165	1,436172165		46,575928
PC_262	1	1,43255475	1,43255475		46,76112
PC_263	1	1,428935608	1,428935608		46,946314
PC_264	1	1,425221218	1,425221218		47,131508
PC_265	1	1,421503089	1,421503089		47,3167
PC_266	1	1,417785114	1,417785114		47,501894
PC_267	1	1,413968816	1,413968816		47,687088
PC_268	1	1,410148669	1,410148669		47,87228
PC_269	1	1,406323885	1,406323885		48,057474
PC_270	1	1,402405574	1,402405574		48,242668
PC_271	1	1,398483818	1,398483818		48,42786
PC_272	1	1,394556836	1,394556836		48,613054
PC_273	1	1,390533875	1,390533875		48,798248
PC_274	1	1,386514385	1,386514385		48,9834405
PC_275	1	1,382465945	1,382465945		49,1686345
PC_276	1	1,378352577	1,378352577		49,3538285
PC_277	1	1,374209789	1,374209789		49,539021
PC_278	1	1,370068409	1,370068409		49,724215
PC_279	1	1,365832517	1,365832517		49,909409
PC_280	1	1,361588654	1,361588654		50,094601
PC_281	1	1,357339282	1,357339282		50,279795
PC_282	1	1,3529947	1,3529947		50,464989
PC_283	1	1,348641035	1,348641035		50,650181
PC_284	1	1,344277146	1,344277146		50,835375
PC_285	1	1,339819654	1,339819654		51,020569
PC_286	1	1,335351977	1,335351977		51,205761
PC_287	1	1,330877605	1,330877605		51,390955
PC_288	1	1,326304976	1,326304976		51,576149
PC_289	1	1,321724778	1,321724778		51,761341
PC_290	1	1,31713105	1,31713105		51,946535
PC_291	1	1,312442435	1,312442435		52,131729
PC_292	1	1,307742079	1,307742079		52,316921
PC_293	1	1,303031317	1,303031317		52,502115
PC_294	1	1,298222942	1,298222942		52,687309
PC_295	1	1,293409115	1,293409115		52,8725015
PC_296	1	1,288561632	1,288561632		53,0576955
PC_297	1	1,28364503	1,28364503		53,2428895
PC_298	1	1,278693797	1,278693797		53,428082

PC_299	1	1,273736444	1,273736444		53,613276
PC_300	1	1,268680976	1,268680976		53,79847
PC_301	1	1,263610651	1,263610651		53,983662
PC_302	1	1,25852596	1,25852596		54,168856
PC_303	1	1,253341351	1,253341351		54,35405
PC_304	1	1,248141576	1,248141576		54,539242
PC_305	1	1,242925254	1,242925254		54,724436
PC_306	1	1,237608087	1,237608087		54,90963
PC_307	1	1,23227726	1,23227726		55,094822
PC_308	1	1,226924252	1,226924252		55,280016
PC_309	1	1,221473995	1,221473995		55,46521
PC_310	1	1,216006026	1,216006026		55,650402
PC_311	1	1,210516323	1,210516323		55,835596
PC_312	1	1,204927156	1,204927156		56,02079
PC_313	1	1,199319774	1,199319774		56,205982
PC_314	1	1,19368886	1,19368886		56,391176
PC_315	1	1,187959376	1,187959376		56,57637
PC_316	1	1,182207403	1,182207403		56,761562
PC_317	1	1,176411779	1,176411779		56,9467545
PC_318	1	1,170579326	1,170579326		57,131949
PC_319	1	1,16465193	1,16465193		57,317143
PC_320	1	1,158702569	1,158702569		57,502335
PC_321	1	1,152725402	1,152725402		57,687529
PC_322	1	1,146647581	1,146647581		57,872723
PC_323	1	1,140541617	1,140541617		58,057915
PC_324	1	1,134409649	1,134409649		58,243109
PC_325	1	1,128175639	1,128175639		58,428303
PC_326	1	1,121912924	1,121912924		58,613495
PC_327	1	1,115619441	1,115619441		58,798689
PC_328	1	1,109223106	1,109223106		58,983883
PC_329	1	1,102799691	1,102799691		59,169075
PC_330	1	1,096341274	1,096341274		59,354269
PC_331	1	1,089779889	1,089779889		59,539463
PC_332	1	1,083184805	1,083184805		59,724655
PC_333	1	1,076553155	1,076553155		59,909849
PC_334	1	1,06982064	1,06982064		60,095043
PC_335	1	1,06305208	1,06305208		60,280235
PC_336	1	1,056248323	1,056248323		60,465429
PC_337	1	1,0493394	1,0493394		60,650623
PC_338	1	1,042396326	1,042396326		60,8358155
PC_339	1	1,035398801	1,035398801		61,0210095
PC_340	1	1,028316227	1,028316227		61,2062035
PC_341	1	1,021178161	1,021178161		61,391396
PC_342	1	1,014001939	1,014001939		61,57659
PC_343	1	1,006721091	1,006721091		61,761784
PC_344	1	0,999397224	0,999397224		61,946976
PC_345	1	0,992029676	0,992029676		62,13217
PC_346	1	0,984551804	0,984551804		62,317364
PC_347	1	0,9770285	0,9770285		62,502556
PC_348	1	0,969456969	0,969456969		62,68775

PC_349	1	0,961779142	0,961779142		62,872944
PC_350	1	0,954051244	0,954051244		63,058136
PC_351	1	0,946275884	0,946275884		63,24333
PC_352	1	0,938384558	0,938384558		63,428524
PC_353	1	0,930443964	0,930443964		63,613716
PC_354	1	0,922450998	0,922450998		63,79891
PC_355	1	0,914363143	0,914363143		63,984106
PC_356	1	0,906161182	0,906161182		64,169298
PC_357	1	0,89796447	0,89796447		64,35449
PC_358	1	0,889652013	0,889652013		64,539686
PC_359	1	0,881231343	0,881231343		64,7248785
PC_360	1	0,872791175	0,872791175		64,9100705
PC_361	1	0,864250245	0,864250245		65,095266
PC_362	1	0,855587561	0,855587561		65,2804585
PC_363	1	0,846911246	0,846911246		65,465651
PC_364	1	0,838120386	0,838120386		65,650847
PC_365	1	0,829208892	0,829208892		65,836039
PC_366	1	0,820306298	0,820306298		66,021231
PC_367	1	0,811418539	0,811418539		66,206427
PC_368	1	0,802484678	0,802484678		66,391619
PC_369	1	0,793598063	0,793598063		66,576811
PC_370	1	0,784640614	0,784640614		66,762007
PC_371	1	0,775611574	0,775611574		66,947199
PC_372	1	0,766608462	0,766608462		67,132391
PC_373	1	0,757525415	0,757525415		67,317587
PC_374	1	0,748361562	0,748361562		67,502779
PC_375	1	0,73920996	0,73920996		67,687971
PC_376	1	0,729974442	0,729974442		67,873167
PC_377	1	0,720652759	0,720652759		68,058359
PC_378	1	0,711337934	0,711337934		68,243551
PC_379	1	0,701909407	0,701909407		68,4287435
PC_380	1	0,692475968	0,692475968		68,613936
PC_381	1	0,68295413	0,68295413		68,7991315
PC_382	1	0,673353427	0,673353427		68,9843235
PC_383	1	0,663740252	0,663740252		69,169516
PC_384	1	0,654039851	0,654039851		69,354712
PC_385	1	0,64425381	0,64425381		69,539904
PC_386	1	0,634460111	0,634460111		69,725096
PC_387	1	0,624574069	0,624574069		69,910292
PC_388	1	0,614599702	0,614599702		70,095484
PC_389	1	0,604613216	0,604613216		70,280676
PC_390	1	0,594538348	0,594538348		70,465872
PC_391	1	0,584371825	0,584371825		70,651064
PC_392	1	0,574195096	0,574195096		70,836256
PC_393	1	0,563924587	0,563924587		71,021452
PC_394	1	0,553565057	0,553565057		71,206644
PC_395	1	0,543187165	0,543187165		71,391836
PC_396	1	0,532721742	0,532721742		71,577032
PC_397	1	0,52216396	0,52216396		71,762224
PC_398	1	0,511585923	0,511585923		71,947416

PC_399	1	0,50091901	0,50091901		72,132612
PC_400	1	0,490164756	0,490164756		72,3178045
PC_401	1	0,479379971	0,479379971		72,5029965
PC_402	1	0,468512203	0,468512203		72,688192
PC_403	1	0,45755717	0,45755717		72,8733845
PC_404	1	0,446568285	0,446568285		73,058577
PC_405	1	0,435497947	0,435497947		73,243773
PC_406	1	0,424338173	0,424338173		73,428965
PC_407	1	0,413148817	0,413148817		73,614157
PC_408	1	0,401873694	0,401873694		73,799353
PC_409	1	0,390514748	0,390514748		73,984545
PC_410	1	0,379123559	0,379123559		74,169737
PC_411	1	0,367648418	0,367648418		74,354933
PC_412	1	0,356091109	0,356091109		74,540125
PC_413	1	0,344499272	0,344499272		74,725317
PC_414	1	0,332826068	0,332826068		74,910513
PC_415	1	0,321074929	0,321074929		75,095705
PC_416	1	0,309288824	0,309288824		75,280897
PC_417	1	0,297420761	0,297420761		75,466093
PC_418	1	0,285479243	0,285479243		75,651285
PC_419	1	0,273500988	0,273500988		75,836477
PC_420	1	0,261446037	0,261446037		76,021673
PC_421	1	0,249325064	0,249325064		76,2068655
PC_422	1	0,237161654	0,237161654		76,3920575
PC_423	1	0,224930612	0,224930612		76,577253
PC_424	1	0,214230422	0,214230422		76,7624455
PC_425	1	0,205066639	0,205066639		76,947638
PC_426	1	0,19679927	0,19679927		77,132834
PC_427	1	0,188935862	0,188935862		77,318026
PC_428	1	0,18129226	0,18129226		77,503218
PC_429	1	0,17382554	0,17382554		77,688414
PC_430	1	0,16650693	0,16650693		77,873606
PC_431	1	0,159345251	0,159345251		78,058798
PC_432	1	0,152301083	0,152301083		78,243994
PC_433	1	0,145372285	0,145372285		78,429186
PC_434	1	0,138567695	0,138567695		78,614378
PC_435	1	0,131865011	0,131865011		78,799574
PC_436	1	0,125260127	0,125260127		78,984766
PC_437	1	0,118767937	0,118767937		79,169958
PC_438	1	0,112365837	0,112365837		79,355154
PC_439	1	0,106057787	0,106057787		79,540346
PC_440	1	0,09985362	0,09985362		79,725538
PC_441	1	0,093743185	0,093743185		79,910734
PC_442	1	0,08772652	0,08772652		80,0959265
PC_443	1	0,081818214	0,081818214		80,2811185
PC_444	1	0,076005287	0,076005287		80,466314
PC_445	1	0,070296663	0,070296663		80,6515065
PC_446	1	0,064693177	0,064693177		80,836699
PC_447	1	0,059199535	0,059199535		81,0218945
PC_448	1	0,053816129	0,053816129		81,2070865



PC_449	1	0,048553019	0,048553019		81,392279
PC_450	1	0,043409337	0,043409337		81,577475
PC_451	1	0,038388049	0,038388049		81,762667
PC_452	1	0,033505584	0,033505584		81,947859
PC_453	1	0,028756482	0,028756482		82,133055
PC_454	1	0,024149216	0,024149216		82,318247
PC_455	1	0,019693567	0,019693567		82,503439
PC_456	1	0,015413892	0,015413892		82,688635
PC_457	1	0,011331548	0,011331548		82,873827
PC_458	1	0,004105702	0,004105702		83,017004
PC_459	1	0,002535231	0,002535231		83,109602
PC_460	1	0,004195217	0,004195217		83,244215
PC_461	1	0,002906075	0,002906075		83,429407
PC_462	1	0,00195308	0,00195308		83,614599
PC_463	1	0,001177629	0,001177629		83,799795
PC_464	1	0,000588277	0,000588277		83,984987
PC_465	1	0,000195865	0,000195865		84,170179
PC_466	1	4,16022E-06	4,16022E-06		84,29365
PC_467	1	0	0		42,1622615

Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm	Vert. Arm m
-0,000205	-0,000205		11,02
-0,000205	-0,000002		11,02
-0,000002	-0,000001		11,02
-0,000001	0,000001		11,02
0,000001	0,09241		11,02
0,09241	0,092411		11,02
0,092411	0,184988		11,02
0,184988	0,370181		11,02
0,370181	0,555375		11,02
0,555375	0,740568		11,02
0,740568	0,925762		11,02
0,925762	1,110955		11,02
1,110955	1,296148		11,02
1,296148	1,481342		11,02
1,481342	1,666535		11,02
1,666535	1,851728		11,02
1,851728	2,036922		11,02
2,036922	2,222115		11,02
2,222115	2,407308		11,02
2,407308	2,592502		11,02
2,592502	2,777695		11,02
2,777695	2,962889		11,02
2,962889	3,148082		11,02
3,148082	3,333275		11,02
3,333275	3,518469		11,02
3,518469	3,703662		11,02
3,703662	3,888856		11,02
3,888856	4,074049		11,02
4,074049	4,259242		11,02
4,259242	4,444436		11,02
4,444436	4,629629		11,02
4,629629	4,814822		11,02
4,814822	5,000016		11,02
5,000016	5,185209		11,02
5,185209	5,370402		11,02
5,370402	5,555596		11,02
5,555596	5,740789		11,02
5,740789	5,925983		11,02
5,925983	6,111176		11,02
6,111176	6,296369		11,02
6,296369	6,481563		11,02
6,481563	6,666756		11,02
6,666756	6,851949		11,02
6,851949	7,037143		11,02
7,037143	7,222336		11,02
7,222336	7,407529		11,02
7,407529	7,592723		11,02
7,592723	7,777916		11,02

7,777916	7,96311		11,02
7,96311	8,148303		11,02
8,148303	8,333496		11,02
8,333496	8,518689		11,02
8,518689	8,703883		11,02
8,703883	8,889076		11,02
8,889076	9,074269		11,02
9,074269	9,259463		11,02
9,259463	9,444656		11,02
9,444656	9,62985		11,02
9,62985	9,815044		11,02
9,815044	10,000237		11,02
10,000237	10,18543		11,02
10,18543	10,370624		11,02
10,370624	10,555817		11,02
10,555817	10,74101		11,02
10,74101	10,926204		11,02
10,926204	11,111397		11,02
11,111397	11,29659		11,02
11,29659	11,481784		11,02
11,481784	11,666977		11,02
11,666977	11,85217		11,02
11,85217	12,037364		11,02
12,037364	12,222557		11,02
12,222557	12,40775		11,02
12,40775	12,592944		11,02
12,592944	12,778137		11,02
12,778137	12,96333		11,02
12,96333	13,148524		11,02
13,148524	13,333717		11,02
13,333717	13,51891		11,02
13,51891	13,704104		11,02
13,704104	13,889298		11,02
13,889298	14,074491		11,02
14,074491	14,259684		11,02
14,259684	14,444878		11,02
14,444878	14,630071		11,02
14,630071	14,815264		11,02
14,815264	15,000458		11,02
15,000458	15,185651		11,02
15,185651	15,370844		11,02
15,370844	15,556038		11,02
15,556038	15,741231		11,02
15,741231	15,926424		11,02
15,926424	16,111618		11,02
16,111618	16,296812		11,02
16,296812	16,482004		11,02
16,482004	16,667198		11,02
16,667198	16,85239		11,02
16,85239	17,037584		11,02

17,037584	17,222778		11,02
17,222778	17,407971		11,02
17,407971	17,593165		11,02
17,593165	17,778359		11,02
17,778359	17,963551		11,02
17,963551	18,148745		11,02
18,148745	18,333939		11,02
18,333939	18,519131		11,02
18,519131	18,704325		11,02
18,704325	18,889519		11,02
18,889519	19,074711		11,02
19,074711	19,259905		11,02
19,259905	19,445099		11,02
19,445099	19,630291		11,02
19,630291	19,815485		11,02
19,815485	20,000679		11,02
20,000679	20,185871		11,02
20,185871	20,371065		11,02
20,371065	20,556259		11,02
20,556259	20,741451		11,02
20,741451	20,926645		11,02
20,926645	21,111839		11,02
21,111839	21,297031		11,02
21,297031	21,482225		11,02
21,482225	21,66742		11,02
21,66742	21,852612		11,02
21,852612	22,037806		11,02
22,037806	22,223		11,02
22,223	22,408192		11,02
22,408192	22,593386		11,02
22,593386	22,77858		11,02
22,77858	22,963772		11,02
22,963772	23,148966		11,02
23,148966	23,33416		11,02
23,33416	23,519352		11,02
23,519352	23,704546		11,02
23,704546	23,88974		11,02
23,88974	24,074932		11,02
24,074932	24,260126		11,02
24,260126	24,44532		11,02
24,44532	24,630512		11,02
24,630512	24,815706		11,02
24,815706	25,0009		11,02
25,0009	25,186092		11,02
25,186092	25,371286		11,02
25,371286	25,55648		11,02
25,55648	25,741673		11,02
25,741673	25,926867		11,02
25,926867	26,112061		11,02
26,112061	26,297253		11,02

26,297253	26,482447		11,02
26,482447	26,667641		11,02
26,667641	26,852833		11,02
26,852833	27,038027		11,02
27,038027	27,223221		11,02
27,223221	27,408413		11,02
27,408413	27,593607		11,02
27,593607	27,778801		11,02
27,778801	27,963993		11,02
27,963993	28,149187		11,02
28,149187	28,334379		11,02
28,334379	28,519573		11,02
28,519573	28,704767		11,02
28,704767	28,889959		11,02
28,889959	29,075153		11,02
29,075153	29,260347		11,02
29,260347	29,44554		11,02
29,44554	29,630734		11,02
29,630734	29,815928		11,02
29,815928	30,00112		11,02
30,00112	30,186314		11,02
30,186314	30,371508		11,02
30,371508	30,5567		11,02
30,5567	30,741894		11,02
30,741894	30,927088		11,02
30,927088	31,11228		11,02
31,11228	31,297474		11,02
31,297474	31,482668		11,02
31,482668	31,66786		11,02
31,66786	31,853054		11,02
31,853054	32,038248		11,02
32,038248	32,22344		11,02
32,22344	32,408636		11,02
32,408636	32,593828		11,02
32,593828	32,77902		11,02
32,77902	32,964216		11,02
32,964216	33,149408		11,02
33,149408	33,334601		11,02
33,334601	33,519796		11,02
33,519796	33,704989		11,02
33,704989	33,890181		11,02
33,890181	34,075373		11,02
34,075373	34,260569		11,02
34,260569	34,445761		11,02
34,445761	34,630953		11,02
34,630953	34,816149		11,02
34,816149	35,001341		11,02
35,001341	35,186533		11,02
35,186533	35,371729		11,02
35,371729	35,556921		11,02

35,556921	35,742113		11,02
35,742113	35,927309		11,02
35,927309	36,112501		11,02
36,112501	36,297693		11,02
36,297693	36,482889		11,02
36,482889	36,668081		11,02
36,668081	36,853273		11,02
36,853273	37,038469		11,02
37,038469	37,223661		11,02
37,223661	37,408854		11,02
37,408854	37,59405		11,02
37,59405	37,779242		11,02
37,779242	37,964434		11,02
37,964434	38,14963		11,02
38,14963	38,334822		11,02
38,334822	38,520014		11,02
38,520014	38,70521		11,02
38,70521	38,890402		11,02
38,890402	39,075594		11,02
39,075594	39,26079		11,02
39,26079	39,445982		11,02
39,445982	39,631174		11,02
39,631174	39,81637		11,02
39,81637	40,001562		11,02
40,001562	40,186754		11,02
40,186754	40,37195		11,02
40,37195	40,557142		11,02
40,557142	40,742334		11,02
40,742334	40,92753		11,02
40,92753	41,112722		11,02
41,112722	41,297915		11,02
41,297915	41,483111		11,02
41,483111	41,487589		11,02
41,487589	41,58		11,02
41,58	41,668303		11,02
41,668303	41,672411		11,02
41,672411	41,853495		11,02
41,853495	42,038691		11,02
42,038691	42,223883		11,02
42,223883	42,409075		11,02
42,409075	42,594271		11,02
42,594271	42,779463		11,02
42,779463	42,964655		11,02
42,964655	43,149851		11,02
43,149851	43,335043		11,02
43,335043	43,520235		11,02
43,520235	43,705431		11,02
43,705431	43,890623		11,02
43,890623	44,075815		11,02
44,075815	44,261011		11,02

44,261011	44,446203		11,02
44,446203	44,631395		11,02
44,631395	44,816591		11,02
44,816591	45,001783		11,02
45,001783	45,186976		11,02
45,186976	45,372171		11,02
45,372171	45,557364		11,02
45,557364	45,742556		11,02
45,742556	45,927752		11,02
45,927752	46,112944		11,02
46,112944	46,298136		11,02
46,298136	46,483332		11,02
46,483332	46,668524		11,02
46,668524	46,853716		11,02
46,853716	47,038912		11,02
47,038912	47,224104		11,02
47,224104	47,409296		11,02
47,409296	47,594492		11,02
47,594492	47,779684		11,02
47,779684	47,964876		11,02
47,964876	48,150072		11,02
48,150072	48,335264		11,02
48,335264	48,520456		11,02
48,520456	48,705652		11,02
48,705652	48,890844		11,02
48,890844	49,076037		11,02
49,076037	49,261232		11,02
49,261232	49,446425		11,02
49,446425	49,631617		11,02
49,631617	49,816813		11,02
49,816813	50,002005		11,02
50,002005	50,187197		11,02
50,187197	50,372393		11,02
50,372393	50,557585		11,02
50,557585	50,742777		11,02
50,742777	50,927973		11,02
50,927973	51,113165		11,02
51,113165	51,298357		11,02
51,298357	51,483553		11,02
51,483553	51,668745		11,02
51,668745	51,853937		11,02
51,853937	52,039133		11,02
52,039133	52,224325		11,02
52,224325	52,409517		11,02
52,409517	52,594713		11,02
52,594713	52,779905		11,02
52,779905	52,965098		11,02
52,965098	53,150293		11,02
53,150293	53,335486		11,02
53,335486	53,520678		11,02

53,520678	53,705874		11,02
53,705874	53,891066		11,02
53,891066	54,076258		11,02
54,076258	54,261454		11,02
54,261454	54,446646		11,02
54,446646	54,631838		11,02
54,631838	54,817034		11,02
54,817034	55,002226		11,02
55,002226	55,187418		11,02
55,187418	55,372614		11,02
55,372614	55,557806		11,02
55,557806	55,742998		11,02
55,742998	55,928194		11,02
55,928194	56,113386		11,02
56,113386	56,298578		11,02
56,298578	56,483774		11,02
56,483774	56,668966		11,02
56,668966	56,854158		11,02
56,854158	57,039351		11,02
57,039351	57,224547		11,02
57,224547	57,409739		11,02
57,409739	57,594931		11,02
57,594931	57,780127		11,02
57,780127	57,965319		11,02
57,965319	58,150511		11,02
58,150511	58,335707		11,02
58,335707	58,520899		11,02
58,520899	58,706091		11,02
58,706091	58,891287		11,02
58,891287	59,076479		11,02
59,076479	59,261671		11,02
59,261671	59,446867		11,02
59,446867	59,632059		11,02
59,632059	59,817251		11,02
59,817251	60,002447		11,02
60,002447	60,187639		11,02
60,187639	60,372831		11,02
60,372831	60,558027		11,02
60,558027	60,743219		11,02
60,743219	60,928412		11,02
60,928412	61,113607		11,02
61,113607	61,2988		11,02
61,2988	61,483992		11,02
61,483992	61,669188		11,02
61,669188	61,85438		11,02
61,85438	62,039572		11,02
62,039572	62,224768		11,02
62,224768	62,40996		11,02
62,40996	62,595152		11,02
62,595152	62,780348		11,02



62,780348	62,96554		11,02
62,96554	63,150732		11,02
63,150732	63,335928		11,02
63,335928	63,52112		11,02
63,52112	63,706312		11,02
63,706312	63,891508		11,02
63,891508	64,076704		11,02
64,076704	64,261892		11,02
64,261892	64,447088		11,02
64,447088	64,632284		11,02
64,632284	64,817473		11,02
64,817473	65,002668		11,02
65,002668	65,187864		11,02
65,187864	65,373053		11,02
65,373053	65,558249		11,02
65,558249	65,743445		11,02
65,743445	65,928633		11,02
65,928633	66,113829		11,02
66,113829	66,299025		11,02
66,299025	66,484213		11,02
66,484213	66,669409		11,02
66,669409	66,854605		11,02
66,854605	67,039793		11,02
67,039793	67,224989		11,02
67,224989	67,410185		11,02
67,410185	67,595373		11,02
67,595373	67,780569		11,02
67,780569	67,965765		11,02
67,965765	68,150953		11,02
68,150953	68,336149		11,02
68,336149	68,521338		11,02
68,521338	68,706534		11,02
68,706534	68,891729		11,02
68,891729	69,076918		11,02
69,076918	69,262114		11,02
69,262114	69,44731		11,02
69,44731	69,632498		11,02
69,632498	69,817694		11,02
69,817694	70,00289		11,02
70,00289	70,188078		11,02
70,188078	70,373274		11,02
70,373274	70,55847		11,02
70,55847	70,743658		11,02
70,743658	70,928854		11,02
70,928854	71,11405		11,02
71,11405	71,299238		11,02
71,299238	71,484434		11,02
71,484434	71,66963		11,02
71,66963	71,854818		11,02
71,854818	72,040014		11,02

72,040014	72,22521		11,02
72,22521	72,410399		11,02
72,410399	72,595594		11,02
72,595594	72,78079		11,02
72,78079	72,965979		11,02
72,965979	73,151175		11,02
73,151175	73,336371		11,02
73,336371	73,521559		11,02
73,521559	73,706755		11,02
73,706755	73,891951		11,02
73,891951	74,077139		11,02
74,077139	74,262335		11,02
74,262335	74,447531		11,02
74,447531	74,632719		11,02
74,632719	74,817915		11,02
74,817915	75,003111		11,02
75,003111	75,188299		11,02
75,188299	75,373495		11,02
75,373495	75,558691		11,02
75,558691	75,743879		11,02
75,743879	75,929075		11,02
75,929075	76,114271		11,02
76,114271	76,29946		11,02
76,29946	76,484655		11,02
76,484655	76,669851		11,02
76,669851	76,85504		11,02
76,85504	77,040236		11,02
77,040236	77,225432		11,02
77,225432	77,41062		11,02
77,41062	77,595816		11,02
77,595816	77,781012		11,02
77,781012	77,9662		11,02
77,9662	78,151396		11,02
78,151396	78,336592		11,02
78,336592	78,52178		11,02
78,52178	78,706976		11,02
78,706976	78,892172		11,02
78,892172	79,07736		11,02
79,07736	79,262556		11,02
79,262556	79,447752		11,02
79,447752	79,63294		11,02
79,63294	79,818136		11,02
79,818136	80,003332		11,02
80,003332	80,188521		11,02
80,188521	80,373716		11,02
80,373716	80,558912		11,02
80,558912	80,744101		11,02
80,744101	80,929297		11,02
80,929297	81,114492		11,02
81,114492	81,299681		11,02

81,299681	81,484877		11,02
81,484877	81,670073		11,02
81,670073	81,855261		11,02
81,855261	82,040457		11,02
82,040457	82,225653		11,02
82,225653	82,410841		11,02
82,410841	82,596037		11,02
82,596037	82,781233		11,02
82,781233	82,966421		11,02
82,966421	83,067587		11,02
83,067587	83,151617		11,02
83,151617	83,336813		11,02
83,336813	83,522001		11,02
83,522001	83,707197		11,02
83,707197	83,892393		11,02
83,892393	84,077581		11,02
84,077581	84,262777		11,02
84,262777	84,324523		
84,324523	0		

X (m)	Area (m2)	A=A/Am	dx (m)	dWc (t)
-0,000205	0	0	0	0
-0,000205	0,017539	0,00019829	0,000203	3,5804E-07
-0,000002	73,997492	0,83657234	0,000001	7,4413E-06
-0,000001	71,085861	0,80365514	0,000002	1,4297E-05
0,000001	71,085861	0,80365514	0,092409	0,66058763
0,09241	71,275998	0,80580472	1E-06	7,1676E-06
0,092411	71,276002	0,80580477	0,092577	0,66355874
0,184988	71,466022	0,80795302	0,185193	1,33093583
0,370181	71,844475	0,81223159	0,185194	1,33799111
0,555375	72,218218	0,81645691	0,185193	1,34494423
0,740568	72,585981	0,82061462	0,185194	1,3518005
0,925762	72,947142	0,8246977	0,185193	1,35851923
1,110955	73,301389	0,82870261	0,185193	1,36511649
1,296148	73,648514	0,832627	0,185194	1,37158852
1,481342	73,98842	0,83646978	0,185193	1,3779113
1,666535	74,321085	0,84023069	0,185193	1,38410663
1,851728	74,646499	0,84390963	0,185194	1,39017443
2,036922	74,964691	0,84750692	0,185193	1,39609272
2,222115	75,275724	0,85102328	0,185193	1,40188519
2,407308	75,579672	0,85445954	0,185194	1,40755332
2,592502	75,876634	0,85781682	0,185193	1,41307614
2,777695	76,166707	0,86109621	0,185194	1,41848593
2,962889	76,450022	0,86429921	0,185193	1,42375454
3,148082	76,726681	0,86742695	0,185193	1,42890686
3,333275	76,996828	0,87048108	0,185194	1,43394564
3,518469	77,260595	0,87346307	0,185193	1,43885012
3,703662	77,518128	0,87637459	0,185194	1,44365403
3,888856	77,769573	0,87921728	0,185193	1,44832898
4,074049	78,015078	0,88199281	0,185193	1,45290111
4,259242	78,254818	0,88470317	0,185194	1,45737374
4,444436	78,48895	0,88735013	0,185193	1,46172619
4,629629	78,717619	0,88993533	0,185193	1,46598477
4,814822	78,941003	0,89246078	0,185194	1,47015286
5,000016	79,159271	0,89492839	0,185193	1,4742098
5,185209	79,372596	0,89734012	0,185193	1,47818262
5,370402	79,581092	0,89969725	0,185194	1,48207352
5,555596	79,785112	0,90200378	0,185193	1,48586505
5,740789	79,984609	0,90425918	0,185194	1,48958839
5,925983	80,1797	0,90646476	0,185193	1,49321359
6,111176	80,370517	0,90862203	0,185193	1,49676724
6,296369	80,557196	0,91073251	0,185194	1,50025193
6,481563	80,73987	0,91279772	0,185193	1,50364583
6,666756	80,918601	0,91481835	0,185193	1,5069744
6,851949	81,093695	0,91679786	0,185194	1,51024338
7,037143	81,265184	0,91873661	0,185193	1,51342893
7,222336	81,433224	0,92063637	0,185193	1,51655839
7,407529	81,597965	0,92249884	0,185194	1,51963463

7,592723	81,759573	0,92432588	0,185193	1,5226361
7,777916	81,918213	0,92611937	0,185194	1,52559874
7,96311	82,074056	0,92788124	0,185193	1,52849282
8,148303	82,227349	0,92961429	0,185193	1,53134765
8,333496	82,378245	0,93132023	0,185193	1,53415784
8,518689	82,52699	0,93300185	0,185194	1,53693626
8,703883	82,673791	0,9346615	0,185193	1,53966189
8,889076	82,819035	0,93630354	0,185193	1,54236682
9,074269	82,962931	0,93793034	0,185194	1,54505498
9,259463	83,105908	0,93954676	0,185193	1,54770935
9,444656	83,24716	0,94114367	0,185194	1,55034831
9,62985	83,385898	0,94271216	0,185194	1,55293208
9,815044	83,522252	0,9442537	0,185193	1,55546307
10,000237	83,656208	0,94576813	0,185193	1,55795777
10,18543	83,787797	0,9472558	0,185194	1,56041683
10,370624	83,917157	0,94871827	0,185193	1,56281751
10,555817	84,044251	0,95015512	0,185193	1,56518443
10,74101	84,169123	0,95156685	0,185194	1,56751843
10,926204	84,291852	0,95295435	0,185193	1,56979559
11,111397	84,412468	0,95431796	0,185193	1,57204186
11,29659	84,530843	0,95565624	0,185194	1,5742549
11,481784	84,647098	0,95697055	0,185193	1,57641145
11,666977	84,761271	0,95826132	0,185193	1,57853773
11,85217	84,873321	0,9595281	0,185194	1,58063301
12,037364	84,983329	0,96077178	0,185193	1,5826732
12,222557	85,091286	0,96199228	0,185193	1,58468371
12,40775	85,197237	0,9631901	0,185194	1,58666544
12,592944	85,301242	0,96436592	0,185193	1,5885938
12,778137	85,40325	0,96551916	0,185193	1,59049353
12,96333	85,503319	0,96665048	0,185194	1,59236574
13,148524	85,601466	0,96776008	0,185193	1,59418497
13,333717	85,697745	0,96884855	0,185193	1,59597801
13,51891	85,79216	0,96991595	0,185194	1,59774496
13,704104	85,88473	0,97096249	0,185194	1,59946893
13,889298	85,975532	0,97198905	0,185193	1,60115133
14,074491	86,064463	0,97299445	0,185193	1,60280752
14,259684	86,151611	0,97397969	0,185194	1,60443917
14,444878	86,23697	0,97494471	0,185193	1,60602017
14,630071	86,320624	0,97589046	0,185193	1,60757809
14,815264	86,402581	0,97681701	0,185194	1,60911309
15,000458	86,482722	0,97772304	0,185193	1,6105969
15,185651	86,561261	0,97861096	0,185193	1,61205956
15,370844	86,638079	0,97947942	0,185194	1,61349888
15,556038	86,713249	0,98032925	0,185193	1,61489008
15,741231	86,786695	0,98115958	0,185193	1,61625789
15,926424	86,858604	0,98197254	0,185194	1,61760581
16,111618	86,928805	0,9827662	0,185194	1,61891319
16,296812	86,997333	0,98354093	0,185192	1,62017192
16,482004	87,06427	0,98429768	0,185194	1,62143602
16,667198	87,12959	0,98503615	0,185192	1,62263498

16,85239	87,193233	0,98575566	0,185194	1,62383775
17,037584	87,255239	0,98645667	0,185194	1,62499252
17,222778	87,315609	0,98713917	0,185193	1,62610803
17,407971	87,374389	0,98780371	0,185194	1,6272115
17,593165	87,431545	0,98844988	0,185194	1,62827594
17,778359	87,487079	0,98907771	0,185192	1,62929258
17,963551	87,541076	0,98968817	0,185194	1,63031578
18,148745	87,593417	0,99027991	0,185194	1,63129055
18,333939	87,644196	0,99085399	0,185192	1,63221861
18,519131	87,693345	0,99140964	0,185194	1,63315156
18,704325	87,740926	0,99194756	0,185194	1,63403768
18,889519	87,786989	0,99246832	0,185192	1,63487787
19,074711	87,83147	0,9929712	0,185194	1,63572392
19,259905	87,874408	0,99345663	0,185194	1,63652357
19,445099	87,915789	0,99392446	0,185192	1,63727655
19,630291	87,955589	0,99437441	0,185194	1,63803544
19,815485	87,993849	0,99480696	0,185194	1,63874797
20,000679	88,030592	0,99522235	0,185192	1,63941455
20,185871	88,065747	0,9956198	0,185194	1,64008696
20,371065	88,099373	0,99599995	0,185194	1,64071319
20,556259	88,131523	0,99636342	0,185192	1,64129421
20,741451	88,162139	0,99670955	0,185194	1,64188211
20,926645	88,191203	0,99703813	0,185194	1,64242338
21,111839	88,218731	0,99734934	0,185192	1,64291831
21,297031	88,244732	0,9976433	0,185194	1,64342028
21,482225	88,269256	0,99792055	0,185195	1,64388588
21,66742	88,292239	0,99818038	0,185192	1,64428726
21,852612	88,313709	0,99842311	0,185194	1,64470487
22,037806	88,333653	0,99864858	0,185194	1,64507629
22,223	88,352036	0,99885641	0,185192	1,64540088
22,408192	88,368925	0,99904735	0,185194	1,64573318
22,593386	88,384274	0,99922088	0,185194	1,64601903
22,77858	88,398111	0,99937731	0,185192	1,64625894
22,963772	88,41036	0,99951579	0,185194	1,64650484
23,148966	88,421129	0,99963754	0,185194	1,6467054
23,33416	88,430326	0,99974151	0,185192	1,64685889
23,519352	88,437998	0,99982825	0,185194	1,64701955
23,704546	88,444108	0,99989732	0,185194	1,64713334
23,88974	88,448792	0,99995028	0,185192	1,64720279
24,074932	88,451646	0,99998254	0,185194	1,64727373
24,260126	88,45319	1	0,185194	1,64730248
24,44532	88,453078	0,99999873	0,185192	1,64728261
24,630512	88,451504	0,99998094	0,185194	1,64727108
24,815706	88,448325	0,999945	0,185194	1,64721188
25,0009	88,443628	0,9998919	0,185192	1,64710662
25,186092	88,437405	0,99982154	0,185194	1,64700851
25,371286	88,429583	0,99973311	0,185194	1,64686284
25,55648	88,420245	0,99962754	0,185193	1,64668004
25,741673	88,409373	0,99950463	0,185194	1,64648646
25,926867	88,396951	0,99936419	0,185194	1,64625512

26,112061	88,382981	0,99920626	0,185192	1,64597717
26,297253	88,367517	0,99903143	0,185194	1,64570696
26,482447	88,350573	0,99883987	0,185194	1,6453914
26,667641	88,33181	0,99862775	0,185192	1,6450242
26,852833	88,311669	0,99840005	0,185194	1,64466687
27,038027	88,290027	0,99815537	0,185194	1,64426383
27,223221	88,266746	0,99789217	0,185192	1,6438125
27,408413	88,241952	0,99761187	0,185194	1,6433685
27,593607	88,215565	0,99731355	0,185194	1,64287709
27,778801	88,187657	0,99699804	0,185192	1,64233961
27,963993	88,15819	0,9966649	0,185194	1,64180857
28,149187	88,127158	0,99631407	0,185192	1,64121292
28,334379	88,094615	0,99594616	0,185194	1,64062458
28,519573	88,060492	0,99556039	0,185194	1,6399891
28,704767	88,024725	0,99515603	0,185192	1,63930529
28,889959	87,98756	0,99473586	0,185194	1,63863085
29,075153	87,948737	0,99429695	0,185194	1,63790783
29,260347	87,908305	0,99383985	0,185193	1,63714601
29,44554	87,866361	0,99336565	0,185194	1,63637371
29,630734	87,822846	0,9928737	0,185194	1,63556331
29,815928	87,77776	0,99236398	0,185192	1,634706
30,00112	87,731085	0,9918363	0,185194	1,6338544
30,186314	87,682858	0,99129108	0,185194	1,63295625
30,371508	87,633101	0,99072855	0,185192	1,63201198
30,5567	87,581769	0,99014822	0,185194	1,63107363
30,741894	87,528747	0,98954879	0,185194	1,63008618
30,927088	87,474213	0,98893226	0,185192	1,62905297
31,11228	87,418087	0,98829773	0,185194	1,62802531
31,297474	87,360414	0,98764571	0,185194	1,62695124
31,482668	87,301101	0,98697516	0,185192	1,62582907
31,66786	87,24022	0,98628687	0,185194	1,62471281
31,853054	87,177768	0,98558083	0,185194	1,62354974
32,038248	87,113665	0,98485611	0,185192	1,6223384
32,22344	87,048031	0,98411409	0,185196	1,6211511
32,408636	86,980753	0,98335349	0,185192	1,61986315
32,593828	86,911898	0,98257505	0,185192	1,61858085
32,77902	86,841365	0,98177765	0,185196	1,61730223
32,964216	86,769315	0,98096309	0,185192	1,61592549
33,149408	86,695675	0,98013056	0,185193	1,61456279
33,334601	86,620361	0,97927911	0,185195	1,61317762
33,519796	86,54342	0,97840926	0,185193	1,6117273
33,704989	86,464888	0,97752142	0,185192	1,61025607
33,890181	86,384778	0,97661574	0,185192	1,60876417
34,075373	86,303031	0,97569156	0,185196	1,60727649
34,260569	86,219678	0,97474922	0,185192	1,60568947
34,445761	86,134769	0,97378929	0,185192	1,60410819
34,630953	86,048175	0,97281031	0,185196	1,60253014
34,816149	85,96003	0,97181379	0,185192	1,60085398
35,001341	85,870219	0,97079844	0,185192	1,59918141
35,186533	85,778868	0,96976568	0,185196	1,59751466

35,371729	85,685861	0,9687142	0,185192	1,59574807
35,556921	85,591304	0,96764519	0,185192	1,59398711
35,742113	85,495067	0,96655719	0,185196	1,59222926
35,927309	85,397279	0,96545166	0,185192	1,59037374
36,112501	85,297933	0,96432851	0,185192	1,58852359
36,297693	85,196801	0,96318517	0,185196	1,58667446
36,482889	85,094198	0,9620252	0,185192	1,58472939
36,668081	84,989894	0,960846	0,185192	1,58278691
36,853273	84,88406	0,95964951	0,185196	1,58085008
37,038469	84,776564	0,95843422	0,185192	1,57881402
37,223661	84,667445	0,95720058	0,185193	1,57679038
37,408854	84,556711	0,95594869	0,185196	1,57475365
37,59405	84,444445	0,95467948	0,185192	1,57262889
37,779242	84,330426	0,95339044	0,185192	1,57050548
37,964434	84,214855	0,95208386	0,185196	1,56838705
38,14963	84,097706	0,95075945	0,185192	1,56617148
38,334822	83,978804	0,94941521	0,185192	1,56395714
38,520014	83,858401	0,948054	0,185196	1,56174858
38,70521	83,736279	0,94667336	0,185192	1,55944054
38,890402	83,612714	0,94527641	0,185192	1,55713936
39,075594	83,487232	0,94385779	0,185196	1,55483606
39,26079	83,360285	0,9424226	0,185192	1,55243832
39,445982	83,231736	0,9409693	0,185192	1,55004432
39,631174	83,101505	0,93949698	0,185196	1,54765242
39,81637	82,969676	0,9380066	0,185192	1,54516391
40,001562	82,836168	0,93649724	0,185192	1,54267756
40,186754	82,701021	0,93496934	0,185196	1,54019395
40,37195	82,564301	0,93342367	0,185192	1,53761452
40,557142	82,425808	0,93185795	0,185192	1,53503533
40,742334	82,285834	0,93027548	0,185196	1,53246166
40,92753	82,144125	0,9286734	0,185192	1,52978948
41,112722	82,000784	0,92705287	0,185193	1,52712825
41,297915	81,855828	0,92541409	0,185196	1,52445338
41,483111	81,709204	0,92375644	0,004478	0,03679493
41,487589	81,705649	0,92371625	0,092411	0,75929177
41,58	81,631842	0,92288183	0,088303	0,72488313
41,668303	81,560914	0,92207996	0,004108	0,03369345
41,672411	81,557617	0,92204269	0,181084	1,48517472
41,853495	81,411009	0,92038522	0,185196	1,51616924
42,038691	81,259428	0,91867154	0,185192	1,51331356
42,223883	81,106286	0,9169402	0,185192	1,51046156
42,409075	80,951347	0,91518855	0,185196	1,50760866
42,594271	80,794782	0,91341852	0,185192	1,50466035
42,779463	80,636688	0,9116312	0,185192	1,50171613
42,964655	80,476789	0,90982348	0,185196	1,49877066
43,149851	80,315293	0,9079977	0,185192	1,49573071
43,335043	80,152037	0,90615202	0,185192	1,49269035
43,520235	79,987166	0,90428809	0,185196	1,4896521
43,705431	79,820586	0,90240483	0,185192	1,48651766
43,890623	79,652416	0,9005036	0,185192	1,48338579



44,075815	79,482487	0,89858248	0,185196	1,48025314
44,261011	79,310846	0,89664201	0,185192	1,47702466
44,446203	79,137509	0,89468236	0,185192	1,47379656
44,631395	78,962623	0,8927052	0,185196	1,47057138
44,816591	78,785835	0,89070654	0,185192	1,46724725
45,001783	78,607331	0,88868848	0,185193	1,46393083
45,186976	78,427193	0,88665195	0,185195	1,46059184
45,372171	78,245285	0,8845954	0,185193	1,45718833
45,557364	78,06164	0,88251922	0,185192	1,4537604
45,742556	77,876222	0,88042299	0,185196	1,45033864
45,927752	77,689131	0,87830785	0,185192	1,44682307
46,112944	77,500289	0,87617291	0,185192	1,44330622
46,298136	77,309645	0,8740176	0,185196	1,43978691
46,483332	77,117216	0,87184211	0,185192	1,43617217
46,668524	76,922974	0,86964613	0,185192	1,43255475
46,853716	76,726982	0,86743035	0,185196	1,42893561
47,038912	76,52919	0,86519423	0,185192	1,42522122
47,224104	76,32954	0,86293711	0,185192	1,42150309
47,409296	76,128254	0,86066149	0,185196	1,41778511
47,594492	75,924977	0,85836336	0,185192	1,41396882
47,779684	75,719849	0,8560443	0,185192	1,41014867
47,964876	75,512841	0,85370399	0,185196	1,40632388
48,150072	75,304073	0,85134378	0,185192	1,40240557
48,335264	75,093489	0,84896304	0,185192	1,39848382
48,520456	74,881007	0,84656084	0,185196	1,39455684
48,705652	74,666606	0,84413695	0,185192	1,39053388
48,890844	74,450372	0,84169233	0,185193	1,38651439
49,076037	74,232185	0,83922564	0,185195	1,38246594
49,261232	74,012115	0,83673766	0,185193	1,37835258
49,446425	73,790062	0,83422726	0,185192	1,37420979
49,631617	73,566096	0,83169523	0,185196	1,37006841
49,816813	73,340233	0,82914175	0,185192	1,36583252
50,002005	73,112353	0,82656547	0,185192	1,36158865
50,187197	72,882603	0,82396806	0,185196	1,35733928
50,372393	72,650889	0,82134843	0,185192	1,3529947
50,557585	72,417113	0,8187055	0,185192	1,34864103
50,742777	72,181229	0,81603873	0,185196	1,34427715
50,927973	71,943437	0,81335039	0,185192	1,33981965
51,113165	71,703539	0,81063825	0,185192	1,33535198
51,298357	71,461738	0,80790459	0,185196	1,33087761
51,483553	71,217748	0,80514618	0,185192	1,32630498
51,668745	70,971808	0,80236573	0,185192	1,32172478
51,853937	70,723614	0,79955979	0,185196	1,31713105
52,039133	70,47338	0,79673079	0,185192	1,31244243
52,224325	70,220988	0,79387739	0,185192	1,30774208
52,409517	69,966526	0,7910006	0,185196	1,30303132
52,594713	69,709845	0,78809871	0,185192	1,29822294
52,779905	69,450985	0,78517219	0,185193	1,29340911
52,965098	69,189947	0,78222105	0,185195	1,28856163
53,150293	68,926692	0,77924484	0,185193	1,28364503

53,335486	68,661201	0,77624336	0,185192	1,2786938
53,520678	68,393532	0,77321725	0,185196	1,27373644
53,705874	68,123549	0,77016498	0,185192	1,26868098
53,891066	67,851291	0,76708699	0,185192	1,26361065
54,076258	67,576802	0,76398377	0,185196	1,25852596
54,261454	67,299867	0,76085291	0,185192	1,25334135
54,446646	67,020658	0,75769634	0,185192	1,24814158
54,631838	66,739119	0,75451342	0,185196	1,24292525
54,817034	66,455048	0,75130188	0,185192	1,23760809
55,002226	66,168802	0,74806575	0,185192	1,23227726
55,187418	65,879942	0,74480007	0,185196	1,22692425
55,372614	65,588706	0,74150753	0,185192	1,22147399
55,557806	65,295096	0,73818814	0,185192	1,21600603
55,742998	64,998915	0,73483969	0,185196	1,21051632
55,928194	64,700201	0,73146261	0,185192	1,20492716
56,113386	64,399105	0,72805859	0,185192	1,19931977
56,298578	64,095361	0,72462464	0,185196	1,19368886
56,483774	63,789093	0,72116215	0,185192	1,18795938
56,668966	63,480233	0,71767036	0,185192	1,1822074
56,854158	63,168688	0,71414822	0,185193	1,17641178
57,039351	62,85449	0,71059608	0,185196	1,17057933
57,224547	62,537568	0,70701314	0,185192	1,16465193
57,409739	62,218109	0,70340153	0,185192	1,15870257
57,594931	61,89582	0,69975792	0,185196	1,1527254
57,780127	61,5708	0,69608343	0,185192	1,14664758
57,965319	61,242932	0,69237675	0,185192	1,14054162
58,150511	60,912352	0,6886394	0,185196	1,13440965
58,335707	60,578924	0,68486986	0,185192	1,12817564
58,520899	60,242639	0,68106802	0,185192	1,12191292
58,706091	59,903408	0,67723287	0,185196	1,11561944
58,891287	59,561242	0,67336454	0,185192	1,10922311
59,076479	59,216328	0,66946515	0,185192	1,10279969
59,261671	58,868263	0,66553013	0,185196	1,09634127
59,446867	58,517212	0,66156135	0,185192	1,08977989
59,632059	58,16308	0,65755774	0,185192	1,0831848
59,817251	57,805736	0,65351782	0,185196	1,07655315
60,002447	57,445473	0,6494449	0,185192	1,06982064
60,187639	57,082026	0,64533598	0,185192	1,06305208
60,372831	56,715464	0,64119184	0,185196	1,05624832
60,558027	56,345705	0,63701157	0,185192	1,0493394
60,743219	55,972585	0,63279329	0,185193	1,04239633
60,928412	55,596245	0,62853861	0,185195	1,0353988
61,113607	55,216539	0,62424588	0,185193	1,02831623
61,2988	54,833549	0,61991601	0,185192	1,02117816
61,483992	54,447036	0,61554632	0,185196	1,01400194
61,669188	54,057257	0,61113971	0,185192	1,00672109
61,85438	53,663992	0,60669369	0,185192	0,99939722
62,039572	53,267231	0,60220814	0,185196	0,99202968
62,224768	52,866847	0,59768163	0,185192	0,9845518
62,40996	52,462873	0,59311454	0,185192	0,9770285

62,595152	52,055185	0,58850546	0,185196	0,96945697
62,780348	51,644038	0,58385727	0,185192	0,96177914
62,96554	51,229078	0,57916597	0,185192	0,95405124
63,150732	50,810472	0,57443346	0,185196	0,94627588
63,335928	50,387834	0,56965536	0,185192	0,93838456
63,52112	49,961453	0,56483495	0,185192	0,93044396
63,706312	49,53119	0,55997065	0,185196	0,922451
63,891508	49,096911	0,55506094	0,185196	0,91436314
64,076704	48,658607	0,55010573	0,185188	0,90616118
64,261892	48,216381	0,54510619	0,185196	0,89796447
64,447088	47,770042	0,54006014	0,185196	0,88965201
64,632284	47,319681	0,53496862	0,185189	0,88123134
64,817473	46,864949	0,52982769	0,185195	0,87279118
65,002668	46,406089	0,52464008	0,185196	0,86425025
65,187864	45,942681	0,51940106	0,185189	0,85558756
65,373053	45,475068	0,51411451	0,185196	0,84691125
65,558249	45,003041	0,50877804	0,185196	0,83812039
65,743445	44,52646	0,5033901	0,185188	0,82920889
65,928633	44,04651	0,49796406	0,185196	0,8203063
66,113829	43,56928	0,49256878	0,185196	0,81141854
66,299025	43,091436	0,48716656	0,185188	0,80248468
66,484213	42,612406	0,48175092	0,185196	0,79359806
66,669409	42,131434	0,47631334	0,185196	0,78464061
66,854605	41,648417	0,47085263	0,185188	0,77561157
67,039793	41,163194	0,46536698	0,185196	0,76660846
67,224989	40,675478	0,45985315	0,185196	0,75752542
67,410185	40,185159	0,45430989	0,185188	0,74836156
67,595373	39,692026	0,44873482	0,185196	0,73920996
67,780569	39,196123	0,44312843	0,185196	0,72997444
67,965765	38,697265	0,43748863	0,185188	0,72065276
68,150953	38,195432	0,4318152	0,185196	0,71133793
68,336149	37,69059	0,42610775	0,185189	0,70190941
68,521338	37,182635	0,42036511	0,185196	0,69247597
68,706534	36,671556	0,41458715	0,185195	0,68295413
68,891729	36,157213	0,40877229	0,185189	0,67335343
69,076918	35,639665	0,40292119	0,185196	0,66374025
69,262114	35,1188	0,3970326	0,185196	0,65403985
69,44731	34,594831	0,39110891	0,185188	0,64425381
69,632498	34,067462	0,38514679	0,185196	0,63446011
69,817694	33,536629	0,3791455	0,185196	0,62457407
70,00289	33,002479	0,37310671	0,185188	0,6145997
70,188078	32,464827	0,36702833	0,185196	0,60461322
70,373274	31,923855	0,36091242	0,185196	0,59453835
70,55847	31,379317	0,35475619	0,185188	0,58437182
70,743658	30,83152	0,34856312	0,185196	0,5741951
70,928854	30,280043	0,34232845	0,185196	0,56392459
71,11405	29,72507	0,33605425	0,185188	0,55356506
71,299238	29,166543	0,32973987	0,185196	0,54318717
71,484434	28,6046	0,32338687	0,185196	0,53272174
71,66963	28,038909	0,3169915	0,185188	0,52216396

71,854818	27,469708	0,31055644	0,185196	0,51158592
72,040014	26,896946	0,30408113	0,185196	0,50091901
72,22521	26,320489	0,29756404	0,185189	0,49016476
72,410399	25,740542	0,2910075	0,185195	0,47937997
72,595594	25,156856	0,28440869	0,185196	0,4685122
72,78079	24,569552	0,27776898	0,185189	0,45755717
72,965979	23,978573	0,27108771	0,185196	0,44656829
73,151175	23,384149	0,2643675	0,185196	0,43549795
73,336371	22,785907	0,25760413	0,185188	0,42433817
73,521559	22,184108	0,25080054	0,185196	0,41314882
73,706755	21,578688	0,24395602	0,185196	0,40187369
73,891951	20,969673	0,23707085	0,185188	0,39051475
74,077139	20,357115	0,23014563	0,185196	0,37912356
74,262335	19,740955	0,22317968	0,185196	0,36764842
74,447531	19,121209	0,2161732	0,185188	0,35609111
74,632719	18,497957	0,20912708	0,185196	0,34449927
74,817915	17,871162	0,2020409	0,185196	0,33282607
75,003111	17,240927	0,19491583	0,185188	0,32107493
75,188299	16,607325	0,1877527	0,185196	0,30928882
75,373495	15,970067	0,18054823	0,185196	0,29742076
75,558691	15,329527	0,17330666	0,185188	0,28547924
75,743879	14,68569	0,16602782	0,185196	0,27350099
75,929075	14,038397	0,1587099	0,185196	0,26144604
76,114271	13,388065	0,15135763	0,185189	0,24932506
76,29946	12,734511	0,14396893	0,185195	0,23716165
76,484655	12,077694	0,13654334	0,185196	0,22493061
76,669851	11,50358	0,13005274	0,185189	0,21423042
76,85504	11,011094	0,12448498	0,185196	0,20506664
77,040236	10,567176	0,11946631	0,185196	0,19679927
77,225432	10,145387	0,11469781	0,185188	0,18893586
77,41062	9,734524	0,11005283	0,185196	0,18129226
77,595816	9,333597	0,10552019	0,185196	0,17382554
77,781012	8,941009	0,10108182	0,185188	0,16650693
77,9662	8,556075	0,09672998	0,185196	0,15934525
78,151396	8,177837	0,09245384	0,185196	0,15230108
78,336592	7,806131	0,08825155	0,185188	0,14537229
78,52178	7,44042	0,08411703	0,185196	0,1385677
78,706976	7,080518	0,08004819	0,185196	0,13186501
78,892172	6,726158	0,07604201	0,185188	0,12526013
79,07736	6,377268	0,07209766	0,185196	0,11876794
79,262556	6,033506	0,06821129	0,185196	0,11236584
79,447752	5,69504	0,06438479	0,185188	0,10605779
79,63294	5,36166	0,06061579	0,185196	0,09985362
79,818136	5,033559	0,05690647	0,185196	0,09374319
80,003332	4,710671	0,05325609	0,185189	0,08772652
80,188521	4,393269	0,04966773	0,185195	0,08181821
80,373716	4,081119	0,04613874	0,185196	0,07600529
80,558912	3,774736	0,04267496	0,185189	0,07029666
80,744101	3,473713	0,03927177	0,185196	0,06469318
80,929297	3,178748	0,03593706	0,185195	0,05919954

81,114492	2,889777	0,03267013	0,185189	0,05381613
81,299681	2,607064	0,02947394	0,185196	0,04855302
81,484877	2,330873	0,02635149	0,185196	0,04340934
81,670073	2,061343	0,02330434	0,185188	0,03838805
81,855261	1,799089	0,02033945	0,185196	0,03350558
82,040457	1,544085	0,01745652	0,185196	0,02875648
82,225653	1,296753	0,01466033	0,185188	0,02414922
82,410841	1,05745	0,01195491	0,185196	0,01969357
82,596037	0,827652	0,00935695	0,185196	0,01541389
82,781233	0,608476	0,00687907	0,185188	0,01133155
82,966421	0,403571	0,00456254	0,101166	0,0041057
83,067587	0,30002	0,00339185	0,08403	0,00253523
83,151617	0,225263	0,00254669	0,185196	0,00419522
83,336813	0,156049	0,0017642	0,185188	0,00290607
83,522001	0,104871	0,00118561	0,185196	0,00195308
83,707197	0,063233	0,00071488	0,185196	0,00117763
83,892393	0,031589	0,00035713	0,185188	0,00058828
84,077581	0,010517	0,0001189	0,185196	0,00019586
84,262777	0,00067	7,5746E-06	0,061746	4,1602E-06
84,324523	0	0	-84,324523	0



Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# ANEXO 4: CÁLCULOS DE RESISTENCIA LONGITUDINAL

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.fbaldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

## Longitudinal Strength calculation - Buque proyecto

Stability 21.00.02.63, build: 63

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX  
250 COCHES\Buque proyecto (High precision, 64 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long.  
datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100);  
Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

### Loadcase - Peso en rosca

#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Simulate fluid movement

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	0,000	0,000			28,930	28,930	28,930	0,000	7,320
PINTURA	1	4,370	4,370			33,600	0,000	92,400	0,000	7,760
PROTECCIÓN CATÓDICA	1	1,330	1,330			31,675	0,000	83,160	0,000	2,222
EQUIPO DE FONDEO PP	1	32,500	32,500			5,000	0,000	10,000	0,000	7,650
EQUIPO DE FONDEO PR	1	32,500	32,500			82,500	75,000	90,000	0,000	7,650
EQUIPO DE NAVEGACIÓN	1	2,000	2,000			58,247	56,000	60,000	0,000	17,399
EQUIPO DE GOBIERNO	1	87,880	87,880			0,618	0,000	6,000	0,000	2,000
SALVAMENTO	1	24,500	24,500			33,600	0,000	76,000	0,000	11,950
CONTRAINCENDIOS	1	5,460	5,460			18,505	0,000	92,400	0,000	3,430
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1	67,000	67,000			33,600	0,000	92,400	0,000	7,760
TUBERÍAS Y BOMBAS	1	18,280	18,280			33,600	0,000	92,400	0,000	7,760
HABILITACIÓN	1	211,600	211,600			37,910	3,530	76,000	0,000	13,185
RAMPAS	1	2,000	2,000			0,000	0,000	0,000	0,000	10,150
CHIMENEAS	1	7,440	7,440			18,500	16,100	26,400	0,000	8,700
MAQUINARIA	1	308,000	308,000			18,500	6,000	32,000	0,000	3,430
Total			804,860			25,906			0,000	7,019
S1	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
S2	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
S3	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
S4	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
S5	1	0,661	0,661			0,046	0,000	0,092	0,000	7,320
S6	1	0,000	0,000			0,092	0,092	0,092	0,000	7,320
S7	1	0,664	0,664			0,139	0,092	0,185	0,000	7,320
S8	1	1,331	1,331			0,278	0,185	0,370	0,000	7,320
S9	1	1,338	1,338			0,463	0,370	0,555	0,000	7,320
S10	1	1,345	1,345			0,648	0,555	0,741	0,000	7,320
S11	1	1,352	1,352			0,833	0,741	0,926	0,000	7,320
S12	1	1,359	1,359			1,018	0,926	1,111	0,000	7,320
S13	1	1,365	1,365			1,204	1,111	1,296	0,000	7,320
S14	1	1,372	1,372			1,389	1,296	1,481	0,000	7,320
S15	1	1,378	1,378			1,574	1,481	1,667	0,000	7,320
S16	1	1,384	1,384			1,759	1,667	1,852	0,000	7,320
S17	1	1,390	1,390			1,944	1,852	2,037	0,000	7,320
S18	1	1,396	1,396			2,130	2,037	2,222	0,000	7,320
S19	1	1,402	1,402			2,315	2,222	2,407	0,000	7,320
S20	1	1,408	1,408			2,500	2,407	2,593	0,000	7,320
S21	1	1,413	1,413			2,685	2,593	2,778	0,000	7,320
S22	1	1,418	1,418			2,870	2,778	2,963	0,000	7,320
S23	1	1,424	1,424			3,055	2,963	3,148	0,000	7,320
S24	1	1,429	1,429			3,241	3,148	3,333	0,000	7,320
S25	1	1,434	1,434			3,426	3,333	3,518	0,000	7,320
S26	1	1,439	1,439			3,611	3,518	3,704	0,000	7,320

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S27	1	1,444	1,444			3,796	3,704	3,889	0,000	7,320
S28	1	1,448	1,448			3,981	3,889	4,074	0,000	7,320
S29	1	1,453	1,453			4,167	4,074	4,259	0,000	7,320
S30	1	1,457	1,457			4,352	4,259	4,444	0,000	7,320
S31	1	1,462	1,462			4,537	4,444	4,630	0,000	7,320
S32	1	1,466	1,466			4,722	4,630	4,815	0,000	7,320
S33	1	1,470	1,470			4,907	4,815	5,000	0,000	7,320
S34	1	1,474	1,474			5,093	5,000	5,185	0,000	7,320
S35	1	1,478	1,478			5,278	5,185	5,370	0,000	7,320
S36	1	1,482	1,482			5,463	5,370	5,556	0,000	7,320
S37	1	1,486	1,486			5,648	5,556	5,741	0,000	7,320
S38	1	1,490	1,490			5,833	5,741	5,926	0,000	7,320
S39	1	1,493	1,493			6,019	5,926	6,111	0,000	7,320
S40	1	1,497	1,497			6,204	6,111	6,296	0,000	7,320
S41	1	1,500	1,500			6,389	6,296	6,482	0,000	7,320
S42	1	1,504	1,504			6,574	6,482	6,667	0,000	7,320
S43	1	1,507	1,507			6,759	6,667	6,852	0,000	7,320
S44	1	1,510	1,510			6,945	6,852	7,037	0,000	7,320
S45	1	1,513	1,513			7,130	7,037	7,222	0,000	7,320
S46	1	1,517	1,517			7,315	7,222	7,408	0,000	7,320
S47	1	1,520	1,520			7,500	7,408	7,593	0,000	7,320
S48	1	1,523	1,523			7,685	7,593	7,778	0,000	7,320
S49	1	1,526	1,526			7,871	7,778	7,963	0,000	7,320
S50	1	1,528	1,528			8,056	7,963	8,148	0,000	7,320
S51	1	1,531	1,531			8,241	8,148	8,333	0,000	7,320
S52	1	1,534	1,534			8,426	8,333	8,519	0,000	7,320
S53	1	1,537	1,537			8,611	8,519	8,704	0,000	7,320
S54	1	1,540	1,540			8,796	8,704	8,889	0,000	7,320
S55	1	1,542	1,542			8,982	8,889	9,074	0,000	7,320
S56	1	1,545	1,545			9,167	9,074	9,259	0,000	7,320
S57	1	1,548	1,548			9,352	9,259	9,445	0,000	7,320
S58	1	1,550	1,550			9,537	9,445	9,630	0,000	7,320
S59	1	1,553	1,553			9,722	9,630	9,815	0,000	7,320
S60	1	1,555	1,555			9,908	9,815	10,000	0,000	7,320
S61	1	1,558	1,558			10,093	10,000	10,185	0,000	7,320
S62	1	1,560	1,560			10,278	10,185	10,371	0,000	7,320
S63	1	1,563	1,563			10,463	10,371	10,556	0,000	7,320
S64	1	1,565	1,565			10,648	10,556	10,741	0,000	7,320
S65	1	1,568	1,568			10,834	10,741	10,926	0,000	7,320
S66	1	1,570	1,570			11,019	10,926	11,111	0,000	7,320
S67	1	1,572	1,572			11,204	11,111	11,297	0,000	7,320
S68	1	1,574	1,574			11,389	11,297	11,482	0,000	7,320
S69	1	1,576	1,576			11,574	11,482	11,667	0,000	7,320
S70	1	1,579	1,579			11,760	11,667	11,852	0,000	7,320
S71	1	1,581	1,581			11,945	11,852	12,037	0,000	7,320
S72	1	1,583	1,583			12,130	12,037	12,223	0,000	7,320
S73	1	1,585	1,585			12,315	12,223	12,408	0,000	7,320
S74	1	1,587	1,587			12,500	12,408	12,593	0,000	7,320
S75	1	1,589	1,589			12,686	12,593	12,778	0,000	7,320
S76	1	1,590	1,590			12,871	12,778	12,963	0,000	7,320
S77	1	1,592	1,592			13,056	12,963	13,149	0,000	7,320
S78	1	1,594	1,594			13,241	13,149	13,334	0,000	7,320
S79	1	1,596	1,596			13,426	13,334	13,519	0,000	7,320
S80	1	1,598	1,598			13,612	13,519	13,704	0,000	7,320
S81	1	1,599	1,599			13,797	13,704	13,889	0,000	7,320
S82	1	1,601	1,601			13,982	13,889	14,074	0,000	7,320
S83	1	1,603	1,603			14,167	14,074	14,260	0,000	7,320
S84	1	1,604	1,604			14,352	14,260	14,445	0,000	7,320
S85	1	1,606	1,606			14,537	14,445	14,630	0,000	7,320
S86	1	1,608	1,608			14,723	14,630	14,815	0,000	7,320



Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S87	1	1,609	1,609			14,908	14,815	15,000	0,000	7,320
S88	1	1,611	1,611			15,093	15,000	15,186	0,000	7,320
S89	1	1,612	1,612			15,278	15,186	15,371	0,000	7,320
S90	1	1,613	1,613			15,463	15,371	15,556	0,000	7,320
S91	1	1,615	1,615			15,649	15,556	15,741	0,000	7,320
S92	1	1,616	1,616			15,834	15,741	15,926	0,000	7,320
S93	1	1,618	1,618			16,019	15,926	16,112	0,000	7,320
S94	1	1,619	1,619			16,204	16,112	16,297	0,000	7,320
S95	1	1,620	1,620			16,389	16,297	16,482	0,000	7,320
S96	1	1,621	1,621			16,575	16,482	16,667	0,000	7,320
S97	1	1,623	1,623			16,760	16,667	16,852	0,000	7,320
S98	1	1,624	1,624			16,945	16,852	17,038	0,000	7,320
S99	1	1,625	1,625			17,130	17,038	17,223	0,000	7,320
S100	1	1,626	1,626			17,315	17,223	17,408	0,000	7,320
S101	1	1,627	1,627			17,501	17,408	17,593	0,000	7,320
S102	1	1,628	1,628			17,686	17,593	17,778	0,000	7,320
S103	1	1,629	1,629			17,871	17,778	17,964	0,000	7,320
S104	1	1,630	1,630			18,056	17,964	18,149	0,000	7,320
S105	1	1,631	1,631			18,241	18,149	18,334	0,000	7,320
S106	1	1,632	1,632			18,427	18,334	18,519	0,000	7,320
S107	1	1,633	1,633			18,612	18,519	18,704	0,000	7,320
S108	1	1,634	1,634			18,797	18,704	18,890	0,000	7,320
S109	1	1,635	1,635			18,982	18,890	19,075	0,000	7,320
S110	1	1,636	1,636			19,167	19,075	19,260	0,000	7,320
S111	1	1,637	1,637			19,353	19,260	19,445	0,000	7,320
S112	1	1,637	1,637			19,538	19,445	19,630	0,000	7,320
S113	1	1,638	1,638			19,723	19,630	19,815	0,000	7,320
S114	1	1,639	1,639			19,908	19,815	20,001	0,000	7,320
S115	1	1,639	1,639			20,093	20,001	20,186	0,000	7,320
S116	1	1,640	1,640			20,278	20,186	20,371	0,000	7,320
S117	1	1,641	1,641			20,464	20,371	20,556	0,000	7,320
S118	1	1,641	1,641			20,649	20,556	20,741	0,000	7,320
S119	1	1,642	1,642			20,834	20,741	20,927	0,000	7,320
S120	1	1,642	1,642			21,019	20,927	21,112	0,000	7,320
S121	1	1,643	1,643			21,204	21,112	21,297	0,000	7,320
S122	1	1,643	1,643			21,390	21,297	21,482	0,000	7,320
S123	1	1,644	1,644			21,575	21,482	21,667	0,000	7,320
S124	1	1,644	1,644			21,760	21,667	21,853	0,000	7,320
S125	1	1,645	1,645			21,945	21,853	22,038	0,000	7,320
S126	1	1,645	1,645			22,130	22,038	22,223	0,000	7,320
S127	1	1,645	1,645			22,316	22,223	22,408	0,000	7,320
S128	1	1,646	1,646			22,501	22,408	22,593	0,000	7,320
S129	1	1,646	1,646			22,686	22,593	22,779	0,000	7,320
S130	1	1,646	1,646			22,871	22,779	22,964	0,000	7,320
S131	1	1,647	1,647			23,056	22,964	23,149	0,000	7,320
S132	1	1,647	1,647			23,242	23,149	23,334	0,000	7,320
S133	1	1,647	1,647			23,427	23,334	23,519	0,000	7,320
S134	1	1,647	1,647			23,612	23,519	23,705	0,000	7,320
S135	1	1,647	1,647			23,797	23,705	23,890	0,000	7,320
S136	1	1,647	1,647			23,982	23,890	24,075	0,000	7,320
S137	1	1,647	1,647			24,168	24,075	24,260	0,000	7,320
S138	1	1,647	1,647			24,353	24,260	24,445	0,000	7,320
S139	1	1,647	1,647			24,538	24,445	24,631	0,000	7,320
S140	1	1,647	1,647			24,723	24,631	24,816	0,000	7,320
S141	1	1,647	1,647			24,908	24,816	25,001	0,000	7,320
S142	1	1,647	1,647			25,093	25,001	25,186	0,000	7,320
S143	1	1,647	1,647			25,279	25,186	25,371	0,000	7,320
S144	1	1,647	1,647			25,464	25,371	25,556	0,000	7,320
S145	1	1,647	1,647			25,649	25,556	25,742	0,000	7,320
S146	1	1,646	1,646			25,834	25,742	25,927	0,000	7,320

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S147	1	1,646	1,646			26,019	25,927	26,112	0,000	7,320
S148	1	1,646	1,646			26,205	26,112	26,297	0,000	7,320
S149	1	1,646	1,646			26,390	26,297	26,482	0,000	7,320
S150	1	1,645	1,645			26,575	26,482	26,668	0,000	7,320
S151	1	1,645	1,645			26,760	26,668	26,853	0,000	7,320
S152	1	1,645	1,645			26,945	26,853	27,038	0,000	7,320
S153	1	1,644	1,644			27,131	27,038	27,223	0,000	7,320
S154	1	1,644	1,644			27,316	27,223	27,408	0,000	7,320
S155	1	1,643	1,643			27,501	27,408	27,594	0,000	7,320
S156	1	1,643	1,643			27,686	27,594	27,779	0,000	7,320
S157	1	1,642	1,642			27,871	27,779	27,964	0,000	7,320
S158	1	1,642	1,642			28,057	27,964	28,149	0,000	7,320
S159	1	1,641	1,641			28,242	28,149	28,334	0,000	7,320
S160	1	1,641	1,641			28,427	28,334	28,520	0,000	7,320
S161	1	1,640	1,640			28,612	28,520	28,705	0,000	7,320
S162	1	1,639	1,639			28,797	28,705	28,890	0,000	7,320
S163	1	1,639	1,639			28,983	28,890	29,075	0,000	7,320
S164	1	1,638	1,638			29,168	29,075	29,260	0,000	7,320
S165	1	1,637	1,637			29,353	29,260	29,446	0,000	7,320
S166	1	1,636	1,636			29,538	29,446	29,631	0,000	7,320
S167	1	1,636	1,636			29,723	29,631	29,816	0,000	7,320
S168	1	1,635	1,635			29,909	29,816	30,001	0,000	7,320
S169	1	1,634	1,634			30,094	30,001	30,186	0,000	7,320
S170	1	1,633	1,633			30,279	30,186	30,372	0,000	7,320
S171	1	1,632	1,632			30,464	30,372	30,557	0,000	7,320
S172	1	1,631	1,631			30,649	30,557	30,742	0,000	7,320
S173	1	1,630	1,630			30,834	30,742	30,927	0,000	7,320
S174	1	1,629	1,629			31,020	30,927	31,112	0,000	7,320
S175	1	1,628	1,628			31,205	31,112	31,297	0,000	7,320
S176	1	1,627	1,627			31,390	31,297	31,483	0,000	7,320
S177	1	1,626	1,626			31,575	31,483	31,668	0,000	7,320
S178	1	1,625	1,625			31,760	31,668	31,853	0,000	7,320
S179	1	1,624	1,624			31,946	31,853	32,038	0,000	7,320
S180	1	1,622	1,622			32,131	32,038	32,223	0,000	7,320
S181	1	1,621	1,621			32,316	32,223	32,409	0,000	7,320
S182	1	1,620	1,620			32,501	32,409	32,594	0,000	7,320
S183	1	1,619	1,619			32,686	32,594	32,779	0,000	7,320
S184	1	1,617	1,617			32,872	32,779	32,964	0,000	7,320
S185	1	1,616	1,616			33,057	32,964	33,149	0,000	7,320
S186	1	1,615	1,615			33,242	33,149	33,335	0,000	7,320
S187	1	1,613	1,613			33,427	33,335	33,520	0,000	7,320
S188	1	1,612	1,612			33,612	33,520	33,705	0,000	7,320
S189	1	1,610	1,610			33,798	33,705	33,890	0,000	7,320
S190	1	1,609	1,609			33,983	33,890	34,075	0,000	7,320
S191	1	1,607	1,607			34,168	34,075	34,261	0,000	7,320
S192	1	1,606	1,606			34,353	34,261	34,446	0,000	7,320
S193	1	1,604	1,604			34,538	34,446	34,631	0,000	7,320
S194	1	1,603	1,603			34,724	34,631	34,816	0,000	7,320
S195	1	1,601	1,601			34,909	34,816	35,001	0,000	7,320
S196	1	1,599	1,599			35,094	35,001	35,187	0,000	7,320
S197	1	1,598	1,598			35,279	35,187	35,372	0,000	7,320
S198	1	1,596	1,596			35,464	35,372	35,557	0,000	7,320
S199	1	1,594	1,594			35,650	35,557	35,742	0,000	7,320
S200	1	1,592	1,592			35,835	35,742	35,927	0,000	7,320
S201	1	1,590	1,590			36,020	35,927	36,113	0,000	7,320
S202	1	1,589	1,589			36,205	36,113	36,298	0,000	7,320
S203	1	1,587	1,587			36,390	36,298	36,483	0,000	7,320
S204	1	1,585	1,585			36,575	36,483	36,668	0,000	7,320
S205	1	1,583	1,583			36,761	36,668	36,853	0,000	7,320
S206	1	1,581	1,581			36,946	36,853	37,038	0,000	7,320

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S207	1	1,579	1,579			37,131	37,038	37,224	0,000	7,320
S208	1	1,577	1,577			37,316	37,224	37,409	0,000	7,320
S209	1	1,575	1,575			37,501	37,409	37,594	0,000	7,320
S210	1	1,573	1,573			37,687	37,594	37,779	0,000	7,320
S211	1	1,571	1,571			37,872	37,779	37,964	0,000	7,320
S212	1	1,568	1,568			38,057	37,964	38,150	0,000	7,320
S213	1	1,566	1,566			38,242	38,150	38,335	0,000	7,320
S214	1	1,564	1,564			38,427	38,335	38,520	0,000	7,320
S215	1	1,562	1,562			38,613	38,520	38,705	0,000	7,320
S216	1	1,559	1,559			38,798	38,705	38,890	0,000	7,320
S217	1	1,557	1,557			38,983	38,890	39,076	0,000	7,320
S218	1	1,555	1,555			39,168	39,076	39,261	0,000	7,320
S219	1	1,552	1,552			39,353	39,261	39,446	0,000	7,320
S220	1	1,550	1,550			39,539	39,446	39,631	0,000	7,320
S221	1	1,548	1,548			39,724	39,631	39,816	0,000	7,320
S222	1	1,545	1,545			39,909	39,816	40,002	0,000	7,320
S223	1	1,543	1,543			40,094	40,002	40,187	0,000	7,320
S224	1	1,540	1,540			40,279	40,187	40,372	0,000	7,320
S225	1	1,538	1,538			40,465	40,372	40,557	0,000	7,320
S226	1	1,535	1,535			40,650	40,557	40,742	0,000	7,320
S227	1	1,532	1,532			40,835	40,742	40,928	0,000	7,320
S228	1	1,530	1,530			41,020	40,928	41,113	0,000	7,320
S229	1	1,527	1,527			41,205	41,113	41,298	0,000	7,320
S230	1	1,524	1,524			41,391	41,298	41,483	0,000	7,320
S231	1	0,037	0,037			41,485	41,483	41,488	0,000	7,320
S232	1	0,759	0,759			41,534	41,488	41,580	0,000	7,320
S233	1	0,725	0,725			41,624	41,580	41,668	0,000	7,320
S234	1	0,034	0,034			41,670	41,668	41,672	0,000	7,320
S235	1	1,485	1,485			41,763	41,672	41,853	0,000	7,320
S236	1	1,516	1,516			41,946	41,853	42,039	0,000	7,320
S237	1	1,513	1,513			42,131	42,039	42,224	0,000	7,320
S238	1	1,510	1,510			42,316	42,224	42,409	0,000	7,320
S239	1	1,508	1,508			42,502	42,409	42,594	0,000	7,320
S240	1	1,505	1,505			42,687	42,594	42,779	0,000	7,320
S241	1	1,502	1,502			42,872	42,779	42,965	0,000	7,320
S242	1	1,499	1,499			43,057	42,965	43,150	0,000	7,320
S243	1	1,496	1,496			43,242	43,150	43,335	0,000	7,320
S244	1	1,493	1,493			43,428	43,335	43,520	0,000	7,320
S245	1	1,490	1,490			43,613	43,520	43,705	0,000	7,320
S246	1	1,487	1,487			43,798	43,705	43,891	0,000	7,320
S247	1	1,483	1,483			43,983	43,891	44,076	0,000	7,320
S248	1	1,480	1,480			44,168	44,076	44,261	0,000	7,320
S249	1	1,477	1,477			44,354	44,261	44,446	0,000	7,320
S250	1	1,474	1,474			44,539	44,446	44,631	0,000	7,320
S251	1	1,471	1,471			44,724	44,631	44,817	0,000	7,320
S252	1	1,467	1,467			44,909	44,817	45,002	0,000	7,320
S253	1	1,464	1,464			45,094	45,002	45,187	0,000	7,320
S254	1	1,461	1,461			45,280	45,187	45,372	0,000	7,320
S255	1	1,457	1,457			45,465	45,372	45,557	0,000	7,320
S256	1	1,454	1,454			45,650	45,557	45,743	0,000	7,320
S257	1	1,450	1,450			45,835	45,743	45,928	0,000	7,320
S258	1	1,447	1,447			46,020	45,928	46,113	0,000	7,320
S259	1	1,443	1,443			46,206	46,113	46,298	0,000	7,320
S260	1	1,440	1,440			46,391	46,298	46,483	0,000	7,320
S261	1	1,436	1,436			46,576	46,483	46,669	0,000	7,320
S262	1	1,433	1,433			46,761	46,669	46,854	0,000	7,320
S263	1	1,429	1,429			46,946	46,854	47,039	0,000	7,320
S264	1	1,425	1,425			47,132	47,039	47,224	0,000	7,320
S265	1	1,422	1,422			47,317	47,224	47,409	0,000	7,320
S266	1	1,418	1,418			47,502	47,409	47,594	0,000	7,320

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S267	1	1,414	1,414			47,687	47,594	47,780	0,000	7,320
S268	1	1,410	1,410			47,872	47,780	47,965	0,000	7,320
S269	1	1,406	1,406			48,057	47,965	48,150	0,000	7,320
S270	1	1,402	1,402			48,243	48,150	48,335	0,000	7,320
S271	1	1,398	1,398			48,428	48,335	48,520	0,000	7,320
S272	1	1,395	1,395			48,613	48,520	48,706	0,000	7,320
S273	1	1,391	1,391			48,798	48,706	48,891	0,000	7,320
S274	1	1,387	1,387			48,983	48,891	49,076	0,000	7,320
S275	1	1,382	1,382			49,169	49,076	49,261	0,000	7,320
S276	1	1,378	1,378			49,354	49,261	49,446	0,000	7,320
S277	1	1,374	1,374			49,539	49,446	49,632	0,000	7,320
S278	1	1,370	1,370			49,724	49,632	49,817	0,000	7,320
S279	1	1,366	1,366			49,909	49,817	50,002	0,000	7,320
S280	1	1,362	1,362			50,095	50,002	50,187	0,000	7,320
S281	1	1,357	1,357			50,280	50,187	50,372	0,000	7,320
S282	1	1,353	1,353			50,465	50,372	50,558	0,000	7,320
S283	1	1,349	1,349			50,650	50,558	50,743	0,000	7,320
S284	1	1,344	1,344			50,835	50,743	50,928	0,000	7,320
S285	1	1,340	1,340			51,021	50,928	51,113	0,000	7,320
S286	1	1,335	1,335			51,206	51,113	51,298	0,000	7,320
S287	1	1,331	1,331			51,391	51,298	51,484	0,000	7,320
S288	1	1,326	1,326			51,576	51,484	51,669	0,000	7,320
S289	1	1,322	1,322			51,761	51,669	51,854	0,000	7,320
S290	1	1,317	1,317			51,947	51,854	52,039	0,000	7,320
S291	1	1,312	1,312			52,132	52,039	52,224	0,000	7,320
S292	1	1,308	1,308			52,317	52,224	52,410	0,000	7,320
S293	1	1,303	1,303			52,502	52,410	52,595	0,000	7,320
S294	1	1,298	1,298			52,687	52,595	52,780	0,000	7,320
S295	1	1,293	1,293			52,873	52,780	52,965	0,000	7,320
S296	1	1,289	1,289			53,058	52,965	53,150	0,000	7,320
S297	1	1,284	1,284			53,243	53,150	53,335	0,000	7,320
S298	1	1,279	1,279			53,428	53,335	53,521	0,000	7,320
S299	1	1,274	1,274			53,613	53,521	53,706	0,000	7,320
S300	1	1,269	1,269			53,798	53,706	53,891	0,000	7,320
S301	1	1,264	1,264			53,984	53,891	54,076	0,000	7,320
S302	1	1,259	1,259			54,169	54,076	54,261	0,000	7,320
S303	1	1,253	1,253			54,354	54,261	54,447	0,000	7,320
S304	1	1,248	1,248			54,539	54,447	54,632	0,000	7,320
S305	1	1,243	1,243			54,724	54,632	54,817	0,000	7,320
S306	1	1,238	1,238			54,910	54,817	55,002	0,000	7,320
S307	1	1,232	1,232			55,095	55,002	55,187	0,000	7,320
S308	1	1,227	1,227			55,280	55,187	55,373	0,000	7,320
S309	1	1,221	1,221			55,465	55,373	55,558	0,000	7,320
S310	1	1,216	1,216			55,650	55,558	55,743	0,000	7,320
S311	1	1,211	1,211			55,836	55,743	55,928	0,000	7,320
S312	1	1,205	1,205			56,021	55,928	56,113	0,000	7,320
S313	1	1,199	1,199			56,206	56,113	56,299	0,000	7,320
S314	1	1,194	1,194			56,391	56,299	56,484	0,000	7,320
S315	1	1,188	1,188			56,576	56,484	56,669	0,000	7,320
S316	1	1,182	1,182			56,762	56,669	56,854	0,000	7,320
S317	1	1,176	1,176			56,947	56,854	57,039	0,000	7,320
S318	1	1,171	1,171			57,132	57,039	57,225	0,000	7,320
S319	1	1,165	1,165			57,317	57,225	57,410	0,000	7,320
S320	1	1,159	1,159			57,502	57,410	57,595	0,000	7,320
S321	1	1,153	1,153			57,688	57,595	57,780	0,000	7,320
S322	1	1,147	1,147			57,873	57,780	57,965	0,000	7,320
S323	1	1,141	1,141			58,058	57,965	58,151	0,000	7,320
S324	1	1,134	1,134			58,243	58,151	58,336	0,000	7,320
S325	1	1,128	1,128			58,428	58,336	58,521	0,000	7,320
S326	1	1,122	1,122			58,613	58,521	58,706	0,000	7,320

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S327	1	1,116	1,116			58,799	58,706	58,891	0,000	7,320
S328	1	1,109	1,109			58,984	58,891	59,076	0,000	7,320
S329	1	1,103	1,103			59,169	59,076	59,262	0,000	7,320
S330	1	1,096	1,096			59,354	59,262	59,447	0,000	7,320
S331	1	1,090	1,090			59,539	59,447	59,632	0,000	7,320
S332	1	1,083	1,083			59,725	59,632	59,817	0,000	7,320
S333	1	1,077	1,077			59,910	59,817	60,002	0,000	7,320
S334	1	1,070	1,070			60,095	60,002	60,188	0,000	7,320
S335	1	1,063	1,063			60,280	60,188	60,373	0,000	7,320
S336	1	1,056	1,056			60,465	60,373	60,558	0,000	7,320
S337	1	1,049	1,049			60,651	60,558	60,743	0,000	7,320
S338	1	1,042	1,042			60,836	60,743	60,928	0,000	7,320
S339	1	1,035	1,035			61,021	60,928	61,114	0,000	7,320
S340	1	1,028	1,028			61,206	61,114	61,299	0,000	7,320
S341	1	1,021	1,021			61,391	61,299	61,484	0,000	7,320
S342	1	1,014	1,014			61,577	61,484	61,669	0,000	7,320
S343	1	1,007	1,007			61,762	61,669	61,854	0,000	7,320
S344	1	0,999	0,999			61,947	61,854	62,040	0,000	7,320
S345	1	0,992	0,992			62,132	62,040	62,225	0,000	7,320
S346	1	0,985	0,985			62,317	62,225	62,410	0,000	7,320
S347	1	0,977	0,977			62,503	62,410	62,595	0,000	7,320
S348	1	0,969	0,969			62,688	62,595	62,780	0,000	7,320
S349	1	0,962	0,962			62,873	62,780	62,966	0,000	7,320
S350	1	0,954	0,954			63,058	62,966	63,151	0,000	7,320
S351	1	0,946	0,946			63,243	63,151	63,336	0,000	7,320
S352	1	0,938	0,938			63,429	63,336	63,521	0,000	7,320
S353	1	0,930	0,930			63,614	63,521	63,706	0,000	7,320
S354	1	0,922	0,922			63,799	63,706	63,892	0,000	7,320
S355	1	0,914	0,914			63,984	63,892	64,077	0,000	7,320
S356	1	0,906	0,906			64,169	64,077	64,262	0,000	7,320
S357	1	0,898	0,898			64,354	64,262	64,447	0,000	7,320
S358	1	0,890	0,890			64,540	64,447	64,632	0,000	7,320
S359	1	0,881	0,881			64,725	64,632	64,817	0,000	7,320
S360	1	0,873	0,873			64,910	64,817	65,003	0,000	7,320
S361	1	0,864	0,864			65,095	65,003	65,188	0,000	7,320
S362	1	0,856	0,856			65,280	65,188	65,373	0,000	7,320
S363	1	0,847	0,847			65,466	65,373	65,558	0,000	7,320
S364	1	0,838	0,838			65,651	65,558	65,743	0,000	7,320
S365	1	0,829	0,829			65,836	65,743	65,928	0,000	7,320
S366	1	0,820	0,820			66,021	65,928	66,114	0,000	7,320
S367	1	0,811	0,811			66,206	66,114	66,299	0,000	7,320
S368	1	0,802	0,802			66,392	66,299	66,484	0,000	7,320
S369	1	0,794	0,794			66,577	66,484	66,669	0,000	7,320
S370	1	0,785	0,785			66,762	66,669	66,855	0,000	7,320
S371	1	0,776	0,776			66,947	66,855	67,040	0,000	7,320
S372	1	0,767	0,767			67,132	67,040	67,225	0,000	7,320
S373	1	0,758	0,758			67,318	67,225	67,410	0,000	7,320
S374	1	0,748	0,748			67,503	67,410	67,595	0,000	7,320
S375	1	0,739	0,739			67,688	67,595	67,781	0,000	7,320
S376	1	0,730	0,730			67,873	67,781	67,966	0,000	7,320
S377	1	0,721	0,721			68,058	67,966	68,151	0,000	7,320
S378	1	0,711	0,711			68,244	68,151	68,336	0,000	7,320
S379	1	0,702	0,702			68,429	68,336	68,521	0,000	7,320
S380	1	0,692	0,692			68,614	68,521	68,707	0,000	7,320
S381	1	0,683	0,683			68,799	68,707	68,892	0,000	7,320
S382	1	0,673	0,673			68,984	68,892	69,077	0,000	7,320
S383	1	0,664	0,664			69,170	69,077	69,262	0,000	7,320
S384	1	0,654	0,654			69,355	69,262	69,447	0,000	7,320
S385	1	0,644	0,644			69,540	69,447	69,632	0,000	7,320
S386	1	0,634	0,634			69,725	69,632	69,818	0,000	7,320

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S387	1	0,625	0,625			69,910	69,818	70,003	0,000	7,320
S388	1	0,615	0,615			70,095	70,003	70,188	0,000	7,320
S389	1	0,605	0,605			70,281	70,188	70,373	0,000	7,320
S390	1	0,595	0,595			70,466	70,373	70,558	0,000	7,320
S391	1	0,584	0,584			70,651	70,558	70,744	0,000	7,320
S392	1	0,574	0,574			70,836	70,744	70,929	0,000	7,320
S393	1	0,564	0,564			71,021	70,929	71,114	0,000	7,320
S394	1	0,554	0,554			71,207	71,114	71,299	0,000	7,320
S395	1	0,543	0,543			71,392	71,299	71,484	0,000	7,320
S396	1	0,533	0,533			71,577	71,484	71,670	0,000	7,320
S397	1	0,522	0,522			71,762	71,670	71,855	0,000	7,320
S398	1	0,512	0,512			71,947	71,855	72,040	0,000	7,320
S399	1	0,501	0,501			72,133	72,040	72,225	0,000	7,320
S400	1	0,490	0,490			72,318	72,225	72,410	0,000	7,320
S401	1	0,479	0,479			72,503	72,410	72,596	0,000	7,320
S402	1	0,469	0,469			72,688	72,596	72,781	0,000	7,320
S403	1	0,458	0,458			72,873	72,781	72,966	0,000	7,320
S404	1	0,447	0,447			73,059	72,966	73,151	0,000	7,320
S405	1	0,435	0,435			73,244	73,151	73,336	0,000	7,320
S406	1	0,424	0,424			73,429	73,336	73,522	0,000	7,320
S407	1	0,413	0,413			73,614	73,522	73,707	0,000	7,320
S408	1	0,402	0,402			73,799	73,707	73,892	0,000	7,320
S409	1	0,391	0,391			73,985	73,892	74,077	0,000	7,320
S410	1	0,379	0,379			74,170	74,077	74,262	0,000	7,320
S411	1	0,368	0,368			74,355	74,262	74,448	0,000	7,320
S412	1	0,356	0,356			74,540	74,448	74,633	0,000	7,320
S413	1	0,344	0,344			74,725	74,633	74,818	0,000	7,320
S414	1	0,333	0,333			74,911	74,818	75,003	0,000	7,320
S415	1	0,321	0,321			75,096	75,003	75,188	0,000	7,320
S416	1	0,309	0,309			75,281	75,188	75,373	0,000	7,320
S417	1	0,297	0,297			75,466	75,373	75,559	0,000	7,320
S418	1	0,285	0,285			75,651	75,559	75,744	0,000	7,320
S419	1	0,274	0,274			75,836	75,744	75,929	0,000	7,320
S420	1	0,261	0,261			76,022	75,929	76,114	0,000	7,320
S421	1	0,249	0,249			76,207	76,114	76,299	0,000	7,320
S422	1	0,237	0,237			76,392	76,299	76,485	0,000	7,320
S423	1	0,225	0,225			76,577	76,485	76,670	0,000	7,320
S424	1	0,214	0,214			76,762	76,670	76,855	0,000	7,320
S425	1	0,205	0,205			76,948	76,855	77,040	0,000	7,320
S426	1	0,197	0,197			77,133	77,040	77,225	0,000	7,320
S427	1	0,189	0,189			77,318	77,225	77,411	0,000	7,320
S428	1	0,181	0,181			77,503	77,411	77,596	0,000	7,320
S429	1	0,174	0,174			77,688	77,596	77,781	0,000	7,320
S430	1	0,167	0,167			77,874	77,781	77,966	0,000	7,320
S431	1	0,159	0,159			78,059	77,966	78,151	0,000	7,320
S432	1	0,152	0,152			78,244	78,151	78,337	0,000	7,320
S433	1	0,145	0,145			78,429	78,337	78,522	0,000	7,320
S434	1	0,139	0,139			78,614	78,522	78,707	0,000	7,320
S435	1	0,132	0,132			78,800	78,707	78,892	0,000	7,320
S436	1	0,125	0,125			78,985	78,892	79,077	0,000	7,320
S437	1	0,119	0,119			79,170	79,077	79,263	0,000	7,320
S438	1	0,112	0,112			79,355	79,263	79,448	0,000	7,320
S439	1	0,106	0,106			79,540	79,448	79,633	0,000	7,320
S440	1	0,100	0,100			79,726	79,633	79,818	0,000	7,320
S441	1	0,094	0,094			79,911	79,818	80,003	0,000	7,320
S442	1	0,088	0,088			80,096	80,003	80,189	0,000	7,320
S443	1	0,082	0,082			80,281	80,189	80,374	0,000	7,320
S444	1	0,076	0,076			80,466	80,374	80,559	0,000	7,320
S445	1	0,070	0,070			80,652	80,559	80,744	0,000	7,320
S446	1	0,065	0,065			80,837	80,744	80,929	0,000	7,320

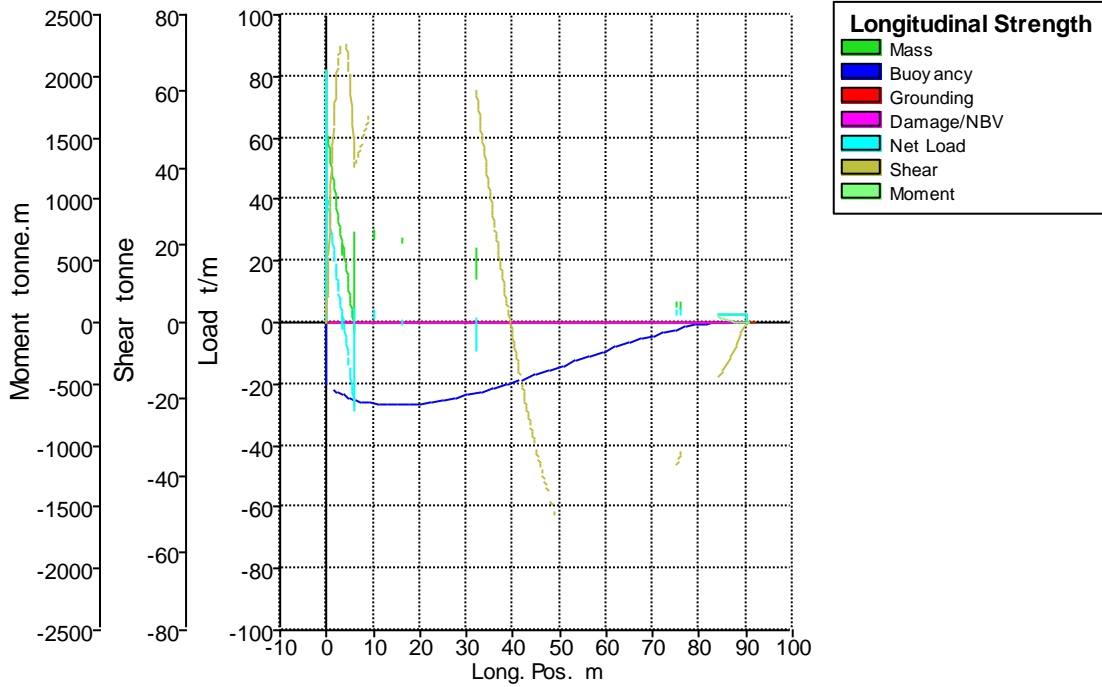
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
S447	1	0,059	0,059			81,022	80,929	81,114	0,000	7,320
S448	1	0,054	0,054			81,207	81,114	81,300	0,000	7,320
S449	1	0,049	0,049			81,392	81,300	81,485	0,000	7,320
S450	1	0,043	0,043			81,577	81,485	81,670	0,000	7,320
S451	1	0,038	0,038			81,763	81,670	81,855	0,000	7,320
S452	1	0,034	0,034			81,948	81,855	82,040	0,000	7,320
S453	1	0,029	0,029			82,133	82,040	82,226	0,000	7,320
S454	1	0,024	0,024			82,318	82,226	82,411	0,000	7,320
S455	1	0,020	0,020			82,503	82,411	82,596	0,000	7,320
S456	1	0,015	0,015			82,689	82,596	82,781	0,000	7,320
S457	1	0,011	0,011			82,874	82,781	82,966	0,000	7,320
S458	1	0,004	0,004			83,017	82,966	83,068	0,000	7,320
S459	1	0,003	0,003			83,110	83,068	83,152	0,000	7,320
S460	1	0,004	0,004			83,244	83,152	83,337	0,000	7,320
S461	1	0,003	0,003			83,429	83,337	83,522	0,000	7,320
S462	1	0,002	0,002			83,615	83,522	83,707	0,000	7,320
S463	1	0,001	0,001			83,800	83,707	83,892	0,000	7,320
S464	1	0,001	0,001			83,985	83,892	84,078	0,000	7,320
S465	1	0,000	0,000			84,170	84,078	84,263	0,000	7,320
S466	1	0,000	0,000			84,294	84,263	84,325	0,000	7,320
S467	1	0,000	0,000			42,162	84,325	0,000	0,000	7,320
item 8	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 9	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 10	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 1	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 2	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 3	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 4	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 5	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 6	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 7	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 8	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 9	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 10	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 1	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 2	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 3	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 4	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 5	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 6	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 7	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 8	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 9	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 10	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 1	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 2	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 3	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 4	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 5	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 6	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 7	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 8	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 9	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 10	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 1	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 2	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 3	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 4	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 5	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 6	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320







Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
item 7	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 8	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 9	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 10	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 1	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 2	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 3	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 4	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 5	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 6	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 7	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 8	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 9	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
item 10	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	7,320
Total Loadgroup			1356,073	0,000	0,000	29,031			0,000	7,141



Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 0	0,000	47,588	-0,291	0,000	0,000	47,297	1,000	0,025
st 0,5	4,158	17,932	-23,934	0,000	0,000	-6,002	71,535	223,922
st 1	8,316	30,000	-25,837	0,000	0,000	4,163	50,715	438,408
st 1,5	12,474	26,465	-26,640	0,000	0,000	-0,174	57,440	671,606
st 2	16,632	27,830	-26,689	0,000	0,000	1,141	56,543	907,463
st 2,5	20,790	26,423	-26,193	0,000	0,000	0,230	59,235	1149,481
st 3	24,948	24,935	-25,276	0,000	0,000	-0,341	58,910	1395,919
st 4	33,264	13,355	-22,454	0,000	0,000	-9,100	49,063	1881,362
st 5	41,580	12,557	-18,691	0,000	0,000	-6,133	-14,553	2007,808
st 6	49,896	11,428	-14,487	0,000	0,000	-3,059	-52,796	1709,926
st 7	58,212	10,406	-10,146	0,000	0,000	0,260	-65,284	1199,860
st 7,5	62,370	8,932	-8,028	0,000	0,000	0,903	-62,805	933,151
st 8	66,528	7,755	-6,009	0,000	0,000	1,746	-57,192	682,433

Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 8,5	70,686	6,479	-4,120	0,000	0,000	2,359	-48,538	461,776
st 9	74,845	4,975	-2,427	0,000	0,000	2,547	-38,178	281,134
st 9,25	76,924	3,711	-1,683	0,000	0,000	2,028	-31,181	210,162
st 9,5	79,003	3,239	-1,015	0,000	0,000	2,224	-26,764	149,867
st 9,75	81,382	2,778	-0,358	0,000	0,000	2,420	-21,244	92,666
st 10	83,161	2,499	0,000	0,000	0,000	2,499	-16,854	58,754
st 10,25	85,540	2,430	0,000	0,000	0,000	2,430	-11,014	26,328

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = 62,163 m)		1,78
Deck Edge (freeboard pos = 62,163 m)		1,856
Admisión 1	Downflooding point	12,667
Admisión 2	Downflooding point	12,726
Admisión 3	Downflooding point	10,784
Admisión 4	Downflooding point	10,868
Guardacalor	Downflooding point	18,790

## Longitudinal Strength calculation - Buque proyecto

Stability 21.00.02.63, build: 63

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Buque proyecto (High precision, 64 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

### Loadcase - Vacío salida

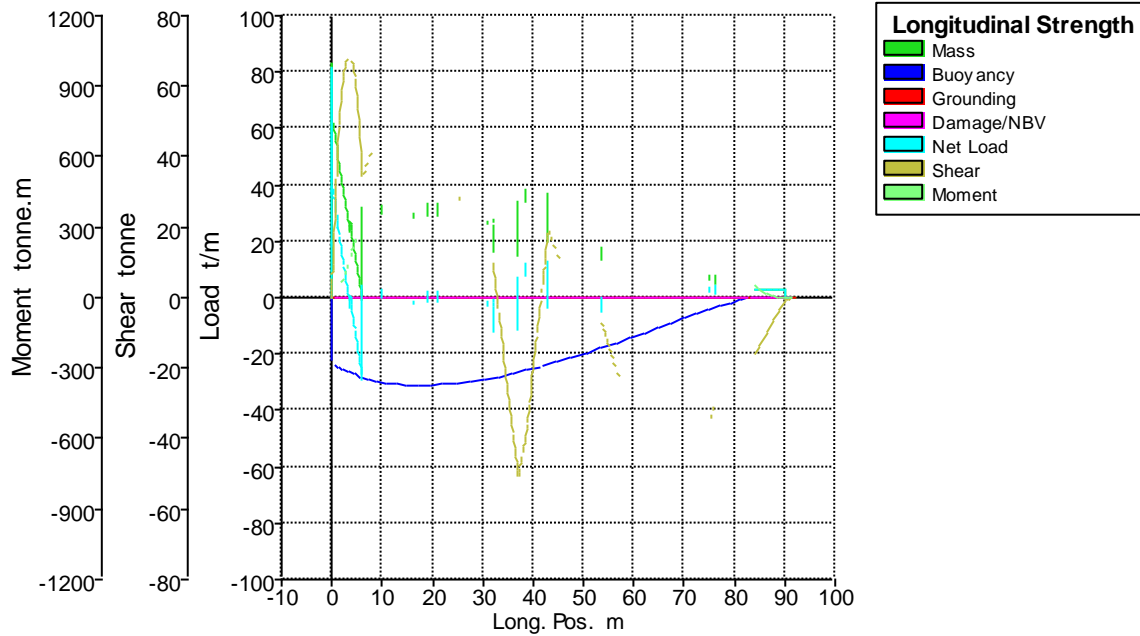
#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Simulate fluid movement

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso en rosca	1	1423,873	1423,873			29,249			0,000	7,150
Coches	0	375,000	0,000			37,876	0,000	83,800	0,000	8,757
Pasaje	1	85,500	85,500			37,580	3,600	76,000	0,000	13,310
A. Des ER	0%	4,695	0,000	4,695	0,000	20,978			10,801	0,073
A. Des BR	0%	4,695	0,000	4,695	0,000	20,978			-10,801	0,073
A. Dulce ER	97%	4,805	4,661	4,805	4,661	20,000			9,041	0,876
Aceite ER	97%	0,850	0,825	0,924	0,896	31,497			8,575	0,966
Aceite BR	97%	0,850	0,825	0,924	0,896	31,497			-8,575	0,966
Lodos ER	0%	1,765	0,000	1,918	0,000	31,031			11,001	0,037
Lodos BR	0%	1,765	0,000	1,918	0,000	31,031			-11,001	0,037
Diesel ER	97%	56,972	55,262	67,823	65,789	39,944			10,370	1,604
Diesel BR	97%	56,972	55,262	67,823	65,789	39,944			-10,370	1,604
LNG ER	97%	39,465	38,281	87,699	85,068	45,983			10,000	4,860
LNG BR	97%	39,465	38,281	87,699	85,068	45,983			-10,000	4,860
A. Dulce BR	97%	4,805	4,661	4,805	4,661	20,000			-9,041	0,876
Total Loadcase			1707,430	335,729	312,828	31,060			0,000	6,956



Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 0	0,000	48,255	-1,731	0,000	0,000	46,524	1,000	0,025
st 0,5	4,158	20,607	-26,887	0,000	0,000	-6,279	66,249	211,596
st 1	8,316	32,596	-29,296	0,000	0,000	3,300	43,035	399,960
st 1,5	12,474	28,982	-30,575	0,000	0,000	-1,593	45,003	592,110
st 2	16,632	30,268	-31,060	0,000	0,000	-0,792	37,135	762,494
st 2,5	20,790	33,441	-30,958	0,000	0,000	2,483	39,133	913,178
st 3	24,948	27,215	-30,401	0,000	0,000	-3,187	28,852	1057,878
st 4	33,264	15,477	-28,097	0,000	0,000	-12,620	-5,979	1189,447
st 5	41,580	37,527	-24,560	0,000	0,000	12,966	0,682	954,160
st 6	49,896	18,320	-20,106	0,000	0,000	-1,786	-2,365	1015,514
st 7	58,212	12,054	-15,062	0,000	0,000	-3,008	-26,363	916,935
st 7,5	62,370	10,501	-12,409	0,000	0,000	-1,909	-36,566	785,029
st 8	66,528	9,245	-9,719	0,000	0,000	-0,475	-41,453	620,733
st 8,5	70,686	7,890	-7,052	0,000	0,000	0,839	-40,618	448,249
st 9	74,845	6,307	-4,471	0,000	0,000	1,835	-34,930	289,667
st 9,25	76,924	4,045	-3,246	0,000	0,000	0,800	-29,844	223,808
st 9,5	79,003	3,547	-2,076	0,000	0,000	1,470	-27,491	163,973
st 9,75	81,382	3,054	-0,820	0,000	0,000	2,234	-23,093	103,440
st 10	83,161	2,752	0,000	0,000	0,000	2,752	-18,641	66,176
st 10,25	85,540	2,652	0,000	0,000	0,000	2,652	-12,238	30,245

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = 62,163 m)		0,919
Deck Edge (freeboard pos = 62,163 m)		0,994
Admisión 1	Downflooding point	12,233
Admisión 2	Downflooding point	12,250
Admisión 3	Downflooding point	9,931
Admisión 4	Downflooding point	9,954
Guardacalor	Downflooding point	18,340

**Longitudinal Strength calculation - Buque proyecto**  
 Stability 21.00.02.63, build: 63

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Buque proyecto (High precision, 64 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

**Loadcase - Vacío Llegada**

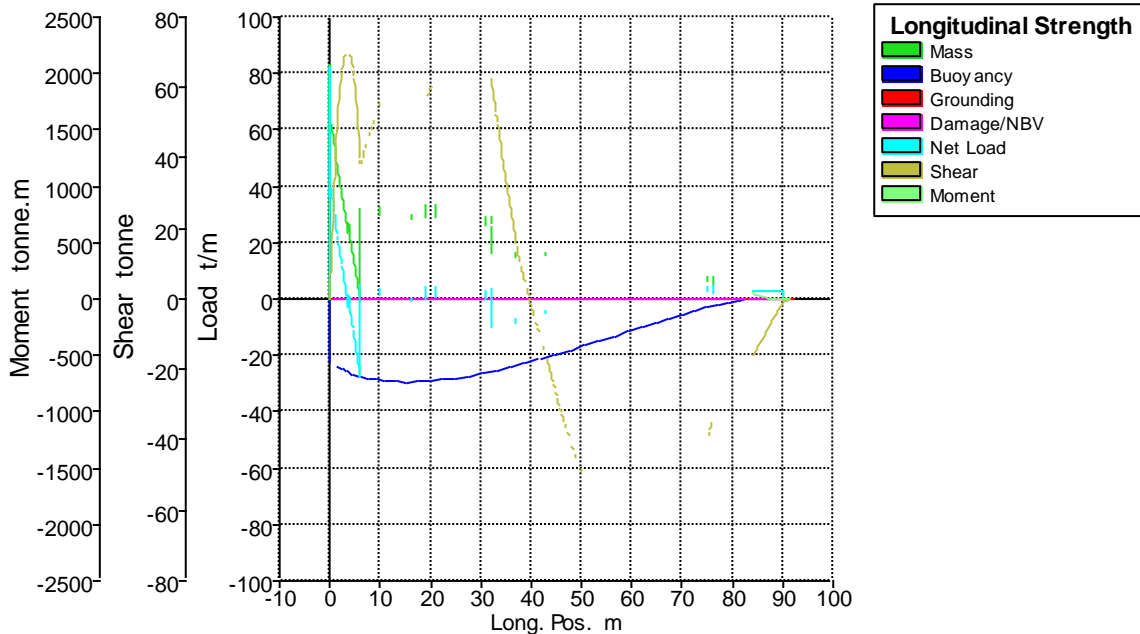
**Damage Case - Intact**

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Simulate fluid movement

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso en rosca	1	1423,873	1423,873			29,249			0,000	7,150
Coches	0	375,000	0,000			37,876	0,000	83,800	0,000	8,757
Pasaje	1	85,500	85,500			37,580	3,600	76,000	0,000	13,310
A. Des ER	90%	4,695	4,225	4,695	4,225	19,998			11,727	0,835
A. Des BR	90%	4,695	4,225	4,695	4,225	19,998			-11,727	0,835
A. Dulce ER	10%	4,805	0,481	4,805	0,481	19,997			9,476	0,253
Aceite ER	10%	0,850	0,085	0,924	0,092	31,490			8,799	0,407
Aceite BR	10%	0,850	0,085	0,924	0,092	31,490			-8,799	0,407
Lodos ER	90%	1,765	1,588	1,918	1,726	31,498			11,744	0,826
Lodos BR	90%	1,765	1,588	1,918	1,726	31,498			-11,744	0,826
Diesel ER	10%	56,972	5,697	67,823	6,782	39,827			10,373	0,299
Diesel BR	10%	56,972	5,697	67,823	6,782	39,827			-10,373	0,299
LNG ER	10%	39,465	3,946	87,699	8,770	45,306			10,000	3,764
LNG BR	10%	39,465	3,946	87,699	8,770	45,306			-10,000	3,764
A. Dulce BR	10%	4,805	0,481	4,805	0,481	19,997			-9,476	0,253
Total Loadcase			1541,418	335,729	44,153	29,820			0,000	7,371



Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 0	0,000	48,255	-0,481	0,000	0,000	47,774	1,000	0,025
st 0,5	4,158	20,607	-26,180	0,000	0,000	-5,572	68,811	217,062

Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 1	8,316	32,596	-28,272	0,000	0,000	4,323	49,194	423,103
st 1,5	12,474	28,982	-29,227	0,000	0,000	-0,245	56,092	650,657
st 2	16,632	30,268	-29,399	0,000	0,000	0,869	54,475	879,696
st 2,5	20,790	33,458	-29,001	0,000	0,000	4,457	64,088	1117,799
st 3	24,948	27,215	-28,163	0,000	0,000	-0,949	62,541	1384,022
st 4	33,264	15,477	-25,406	0,000	0,000	-9,929	50,001	1881,779
st 5	41,580	16,860	-21,583	0,000	0,000	-4,724	-9,925	2010,707
st 6	49,896	13,684	-17,117	0,000	0,000	-3,433	-48,755	1757,377
st 7	58,212	12,054	-12,352	0,000	0,000	-0,298	-65,615	1264,799
st 7,5	62,370	10,501	-9,957	0,000	0,000	0,544	-65,056	992,432
st 8	66,528	9,245	-7,615	0,000	0,000	1,630	-60,442	729,926
st 8,5	70,686	7,890	-5,368	0,000	0,000	2,522	-51,702	495,529
st 9	74,845	6,307	-3,285	0,000	0,000	3,022	-40,026	304,013
st 9,25	76,924	4,045	-2,333	0,000	0,000	1,712	-32,756	229,931
st 9,5	79,003	3,547	-1,454	0,000	0,000	2,093	-28,805	165,808
st 9,75	81,382	3,054	-0,546	0,000	0,000	2,508	-23,337	103,585
st 10	83,161	2,752	0,000	0,000	0,000	2,752	-18,641	66,175
st 10,25	85,540	2,652	0,000	0,000	0,000	2,652	-12,238	30,244

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = 62,163 m)		1,396
Deck Edge (freeboard pos = 62,163 m)		1,472
Admisión 1	Downflooding point	12,413
Admisión 2	Downflooding point	12,459
Admisión 3	Downflooding point	10,403
Admisión 4	Downflooding point	10,468
Guardacalor	Downflooding point	18,531

## Longitudinal Strength calculation - Buque proyecto

Stability 21.00.02.63, build: 63

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Buque proyecto (High precision, 64 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

### Loadcase - Plena carga llegada

#### Damage Case - Intact

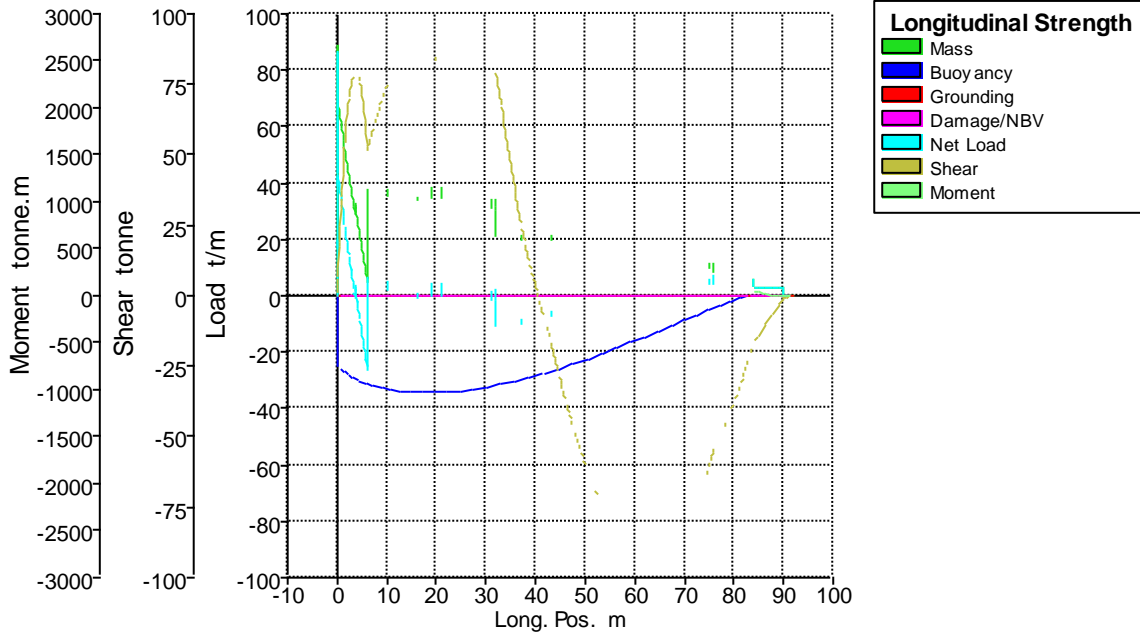
Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Simulate fluid movement

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso en rosca	1	1423,873	1423,873			29,249			0,000	7,150
Coches	1	375,000	375,000			37,876	0,000	83,800	0,000	8,757
Pasaje	1	85,500	85,500			37,580	3,600	76,000	0,000	13,310
A. Des ER	90%	4,695	4,225	4,695	4,225	20,001			11,727	0,835
A. Des BR	90%	4,695	4,225	4,695	4,225	20,001			-11,727	0,835
A. Dulce ER	10%	4,805	0,481	4,805	0,481	20,014			9,476	0,253
Aceite ER	10%	0,850	0,085	0,924	0,092	31,495			8,799	0,407
Aceite BR	10%	0,850	0,085	0,924	0,092	31,495			-8,799	0,407
Lodos ER	90%	1,765	1,588	1,918	1,726	31,499			11,744	0,826
Lodos BR	90%	1,765	1,588	1,918	1,726	31,499			-11,744	0,826
Diesel ER	10%	56,972	5,697	67,823	6,782	39,907			10,373	0,298
Diesel BR	10%	56,972	5,697	67,823	6,782	39,907			-10,373	0,298
LNG ER	10%	39,465	3,946	87,699	8,770	45,883			10,000	3,761
LNG BR	10%	39,465	3,946	87,699	8,770	45,883			-10,000	3,761

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
A. Dulce BR	10%	4,805	0,481	4,805	0,481	20,014			-9,476	0,253
Total Loadcase			1916,418	335,729	44,153	31,399			0,000	7,642



Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 0	0,000	51,137	-3,218	0,000	0,000	47,919	1,000	0,025
st 1	0,840	59,749	-26,498	0,000	0,000	33,251	34,475	15,980
st 2	1,680	50,099	-27,446	0,000	0,000	22,653	57,937	55,410
st 3	2,520	40,401	-28,315	0,000	0,000	12,086	72,483	110,835
st 4	3,360	30,719	-29,109	0,000	0,000	1,610	78,282	174,718
st 5	4,200	25,752	-29,809	0,000	0,000	-4,058	78,302	240,791
st 6	5,040	16,027	-30,450	0,000	0,000	-14,423	70,539	303,895
st 7	5,880	6,270	-31,039	0,000	0,000	-24,770	54,075	356,809
st 8	6,720	38,276	-31,536	0,000	0,000	6,740	56,075	401,809
st 9	7,560	38,184	-32,015	0,000	0,000	6,169	61,497	451,205
st 10	8,400	38,103	-32,400	0,000	0,000	5,703	66,484	505,004
st 11	9,240	38,003	-32,781	0,000	0,000	5,222	71,075	562,786
st 12	10,080	34,663	-33,072	0,000	0,000	1,591	75,041	624,283
st 13	10,920	34,555	-33,363	0,000	0,000	1,191	76,214	687,828
st 14	11,760	34,455	-33,583	0,000	0,000	0,872	77,077	752,233
st 15	12,600	34,349	-33,788	0,000	0,000	0,561	77,678	817,247
st 16	13,440	34,230	-33,958	0,000	0,000	0,272	78,017	882,658
st 17	14,280	34,116	-34,086	0,000	0,000	0,030	78,144	948,261
st 18	15,120	33,989	-34,213	0,000	0,000	-0,224	78,062	1013,883
st 19	15,960	33,868	-34,275	0,000	0,000	-0,407	77,795	1079,354
st 20	16,800	35,457	-34,332	0,000	0,000	1,126	78,633	1144,989
st 21	17,640	35,139	-34,372	0,000	0,000	0,767	79,423	1211,394
st 22	18,480	34,813	-34,363	0,000	0,000	0,449	79,935	1278,343
st 23	19,320	39,174	-34,354	0,000	0,000	4,820	81,678	1345,858
st 24	20,160	38,866	-34,320	0,000	0,000	4,547	85,607	1416,136
st 25	21,000	35,274	-34,250	0,000	0,000	1,024	89,325	1489,614
st 26	21,840	33,484	-34,180	0,000	0,000	-0,696	88,854	1564,465

Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 27	22,680	33,145	-34,083	0,000	0,000	-0,938	88,161	1638,824
st 28	23,520	32,802	-33,956	0,000	0,000	-1,153	87,284	1712,529
st 29	24,360	32,456	-33,828	0,000	0,000	-1,373	86,222	1785,410
st 30	25,200	32,106	-33,679	0,000	0,000	-1,574	84,980	1857,332
st 31	26,040	31,753	-33,497	0,000	0,000	-1,744	83,587	1928,137
st 32	26,880	31,939	-33,315	0,000	0,000	-1,376	82,284	1997,774
st 33	27,720	31,770	-33,122	0,000	0,000	-1,352	81,135	2066,408
st 34	28,560	31,595	-32,888	0,000	0,000	-1,293	80,025	2134,095
st 35	29,400	31,420	-32,653	0,000	0,000	-1,234	78,964	2200,867
st 36	30,240	31,237	-32,419	0,000	0,000	-1,182	77,949	2266,773
st 37	31,080	34,431	-32,137	0,000	0,000	2,294	77,268	2331,858
st 38	31,920	34,186	-31,853	0,000	0,000	2,332	79,211	2397,579
st 39	32,760	20,282	-31,569	0,000	0,000	-11,288	70,755	2460,956
st 40	33,600	20,173	-31,257	0,000	0,000	-11,083	61,355	2516,402
st 41	34,440	20,070	-30,925	0,000	0,000	-10,856	52,138	2564,099
st 42	35,280	19,954	-30,594	0,000	0,000	-10,640	43,109	2604,051
st 43	36,120	19,834	-30,254	0,000	0,000	-10,419	34,263	2636,575
st 44	36,960	19,721	-29,878	0,000	0,000	-10,156	25,623	2661,699
st 45	37,800	21,621	-29,502	0,000	0,000	-7,881	18,836	2680,343
st 46	38,640	22,007	-29,126	0,000	0,000	-7,119	12,384	2693,396
st 47	39,480	21,822	-28,721	0,000	0,000	-6,900	6,493	2701,338
st 48	40,320	21,645	-28,306	0,000	0,000	-6,661	0,799	2704,368
st 49	41,160	21,449	-27,891	0,000	0,000	-6,442	-4,703	2702,719
st 50	42,000	21,264	-27,460	0,000	0,000	-6,196	-10,016	2696,527
st 51	42,840	21,059	-27,006	0,000	0,000	-5,947	-15,117	2685,965
st 52	43,680	19,193	-26,551	0,000	0,000	-7,359	-21,156	2670,803
st 53	44,520	19,033	-26,097	0,000	0,000	-7,064	-27,214	2650,456
st 54	45,360	18,888	-25,618	0,000	0,000	-6,730	-33,014	2625,164
st 55	46,200	18,720	-25,130	0,000	0,000	-6,409	-38,534	2595,076
st 56	47,040	18,549	-24,641	0,000	0,000	-6,093	-43,782	2560,512
st 57	47,880	18,393	-24,147	0,000	0,000	-5,754	-48,754	2521,612
st 58	48,720	18,213	-23,628	0,000	0,000	-5,415	-53,442	2478,682
st 59	49,560	18,051	-23,110	0,000	0,000	-5,059	-57,837	2431,912
st 60	50,400	17,863	-22,592	0,000	0,000	-4,729	-61,946	2381,595
st 61	51,240	17,693	-22,055	0,000	0,000	-4,361	-65,763	2327,931
st 62	52,080	17,496	-21,510	0,000	0,000	-4,014	-69,280	2271,197
st 63	52,920	17,319	-20,965	0,000	0,000	-3,646	-72,497	2211,631
st 64	53,760	16,611	-20,415	0,000	0,000	-3,805	-75,548	2149,469
st 65	54,600	16,428	-19,848	0,000	0,000	-3,419	-78,584	2084,718
st 66	55,440	16,213	-19,280	0,000	0,000	-3,067	-81,309	2017,539
st 67	56,280	16,363	-18,712	0,000	0,000	-2,349	-83,639	1948,223
st 68	57,120	16,214	-18,130	0,000	0,000	-1,916	-85,434	1877,183
st 69	57,960	16,092	-17,543	0,000	0,000	-1,452	-86,856	1804,804
st 70	58,800	15,930	-16,957	0,000	0,000	-1,026	-87,901	1731,378
st 71	59,640	15,762	-16,365	0,000	0,000	-0,603	-88,581	1657,235
st 72	60,480	14,893	-15,763	0,000	0,000	-0,870	-89,226	1582,590
st 73	61,320	14,633	-15,162	0,000	0,000	-0,529	-89,809	1507,379
st 74	62,160	14,404	-14,560	0,000	0,000	-0,156	-90,094	1431,802
st 75	63,000	14,128	-13,949	0,000	0,000	0,179	-90,079	1356,111
st 76	63,840	13,886	-13,337	0,000	0,000	0,549	-89,772	1280,556
st 77	64,680	13,592	-12,725	0,000	0,000	0,867	-89,176	1205,380
st 78	65,520	13,335	-12,110	0,000	0,000	1,225	-88,299	1130,822
st 79	66,360	13,024	-11,493	0,000	0,000	1,531	-87,143	1057,121
st 80	67,200	12,759	-10,877	0,000	0,000	1,882	-85,714	984,502
st 81	68,040	12,440	-10,260	0,000	0,000	2,180	-84,012	913,204
st 82	68,880	12,165	-9,644	0,000	0,000	2,521	-82,046	843,437
st 83	69,720	11,832	-9,028	0,000	0,000	2,804	-79,817	775,447
st 84	70,560	11,490	-8,415	0,000	0,000	3,075	-77,336	709,416
st 85	71,400	11,196	-7,805	0,000	0,000	3,391	-74,608	645,598
st 86	72,240	10,839	-7,195	0,000	0,000	3,643	-71,644	584,147
st 87	73,080	10,532	-6,592	0,000	0,000	3,940	-68,450	525,305



Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 88	73,920	10,158	-5,995	0,000	0,000	4,163	-65,040	469,219
st 89	74,760	9,838	-5,398	0,000	0,000	4,440	-61,422	416,099
st 90	75,600	11,615	-4,814	0,000	0,000	6,802	-56,306	366,489
st 91	76,440	7,647	-4,235	0,000	0,000	3,412	-52,090	321,262
st 92	77,280	7,333	-3,656	0,000	0,000	3,677	-49,127	278,726
st 93	78,120	7,120	-3,101	0,000	0,000	4,019	-45,896	238,808
st 94	78,960	6,882	-2,546	0,000	0,000	4,337	-42,390	201,716
st 95	79,800	6,692	-2,004	0,000	0,000	4,688	-38,602	167,671
st 96	80,640	6,479	-1,477	0,000	0,000	5,002	-34,537	136,949
st 97	81,480	6,308	-0,954	0,000	0,000	5,354	-30,193	109,724
st 98	82,320	6,123	-0,468	0,000	0,000	5,655	-25,574	86,308
st 99	83,160	5,957	-0,002	0,000	0,000	5,955	-20,689	66,836

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = 62,163 m)		0,539
Deck Edge (freeboard pos = 62,163 m)		0,615
Admisión 1	Downflooding point	11,937
Admisión 2	Downflooding point	11,945
Admisión 3	Downflooding point	9,553
Admisión 4	Downflooding point	9,564
Guardacalor	Downflooding point	18,040

## Longitudinal Strength calculation - Buque proyecto

Stability 21.00.02.63, build: 63

Model file: C:\Users\Carlos\Dropbox\Arquitectura naval\PROYECTO\FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX 250 COCHES\Buque proyecto (High precision, 64 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.%; 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

### Loadcase - Plena carga salida

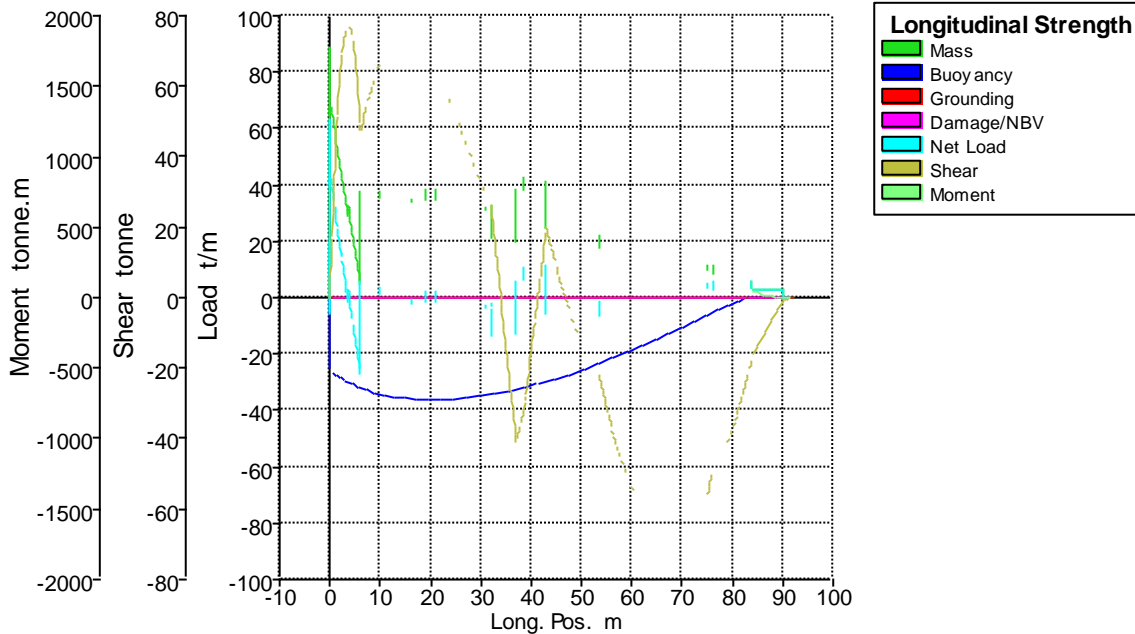
#### Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Fluid analysis method: Simulate fluid movement

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m <sup>3</sup>	Total Volume m <sup>3</sup>	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso en rosca	1	1423,873	1423,873			29,249			0,000	7,150
Coches	1	375,000	375,000			37,876	0,000	83,800	0,000	8,757
Pasaje	1	85,500	85,500			37,580	3,600	76,000	0,000	13,310
A. Des ER	0%	4,695	0,000	4,695	0,000	20,989			10,802	0,073
A. Des BR	0%	4,695	0,000	4,695	0,000	20,989			-10,802	0,073
A. Dulce ER	97%	4,805	4,661	4,805	4,661	20,003			9,041	0,876
Aceite ER	97%	0,850	0,825	0,924	0,896	31,498			8,575	0,966
Aceite BR	97%	0,850	0,825	0,924	0,896	31,498			-8,575	0,966
Lodos ER	0%	1,765	0,000	1,918	0,000	31,977			11,001	0,037
Lodos BR	0%	1,765	0,000	1,918	0,000	31,977			-11,001	0,037
Diesel ER	97%	56,972	55,262	67,823	65,789	39,955			10,370	1,604
Diesel BR	97%	56,972	55,262	67,823	65,789	39,955			-10,370	1,604
LNG ER	97%	39,465	38,281	87,699	85,068	46,023			10,000	4,860
LNG BR	97%	39,465	38,281	87,699	85,068	46,023			-10,000	4,860
A. Dulce BR	97%	4,805	4,661	4,805	4,661	20,003			-9,041	0,876
Total Loadcase			2082,430	335,729	312,828	32,290			0,000	7,281



Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 0	0,000	51,137	-25,790	0,000	0,000	25,347	0,995	0,023
st 1	0,840	59,749	-26,976	0,000	0,000	32,773	34,035	15,732
st 2	1,680	50,099	-27,986	0,000	0,000	22,113	57,064	54,594
st 3	2,520	40,401	-28,918	0,000	0,000	11,483	71,126	109,057
st 4	3,360	30,719	-29,779	0,000	0,000	0,940	76,388	171,555
st 5	4,200	25,752	-30,547	0,000	0,000	-4,796	75,818	235,759
st 6	5,040	16,027	-31,247	0,000	0,000	-15,220	67,411	296,483
st 7	5,880	6,270	-31,907	0,000	0,000	-25,638	50,281	346,524
st 8	6,720	38,276	-32,464	0,000	0,000	5,811	51,494	387,896
st 9	7,560	38,184	-33,002	0,000	0,000	5,183	56,108	433,084
st 10	8,400	38,103	-33,457	0,000	0,000	4,646	60,235	481,964
st 11	9,240	38,003	-33,896	0,000	0,000	4,107	63,909	534,092
st 12	10,080	34,663	-34,257	0,000	0,000	0,406	66,909	589,132
st 13	10,920	34,555	-34,618	0,000	0,000	-0,063	67,057	645,395
st 14	11,760	34,455	-34,893	0,000	0,000	-0,439	66,846	701,627
st 15	12,600	34,349	-35,167	0,000	0,000	-0,818	66,317	757,551
st 16	13,440	34,230	-35,392	0,000	0,000	-1,163	65,474	812,891
st 17	14,280	34,116	-35,587	0,000	0,000	-1,471	64,367	867,417
st 18	15,120	33,989	-35,775	0,000	0,000	-1,786	62,997	920,901
st 19	15,960	33,868	-35,896	0,000	0,000	-2,029	61,393	973,128
st 20	16,800	35,457	-36,018	0,000	0,000	-0,560	60,841	1024,374
st 21	17,640	35,139	-36,112	0,000	0,000	-0,972	60,190	1075,203
st 22	18,480	34,813	-36,165	0,000	0,000	-1,353	59,213	1125,346
st 23	19,320	39,122	-36,219	0,000	0,000	2,904	59,400	1174,782
st 24	20,160	38,823	-36,236	0,000	0,000	2,587	61,699	1225,634
st 25	21,000	35,264	-36,225	0,000	0,000	-0,961	63,750	1278,307
st 26	21,840	33,484	-36,215	0,000	0,000	-2,730	61,594	1330,940
st 27	22,680	33,145	-36,167	0,000	0,000	-3,022	59,171	1381,640
st 28	23,520	32,802	-36,096	0,000	0,000	-3,293	56,519	1430,230
st 29	24,360	32,456	-36,025	0,000	0,000	-3,569	53,635	1476,468
st 30	25,200	32,106	-35,922	0,000	0,000	-3,816	50,528	1520,214
st 31	26,040	31,753	-35,792	0,000	0,000	-4,039	47,228	1561,245
st 32	26,880	31,939	-35,662	0,000	0,000	-3,723	43,976	1599,501
st 33	27,720	31,770	-35,512	0,000	0,000	-3,742	40,834	1635,088
st 34	28,560	31,595	-35,326	0,000	0,000	-3,731	37,695	1668,045

Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 35	29,400	31,420	-35,139	0,000	0,000	-3,720	34,565	1698,365
st 36	30,240	31,237	-34,948	0,000	0,000	-3,710	31,442	1726,071
st 37	31,080	32,723	-34,707	0,000	0,000	-1,984	28,484	1751,158
st 38	31,920	32,499	-34,465	0,000	0,000	-1,966	26,824	1774,358
st 39	32,760	20,282	-34,224	0,000	0,000	-13,942	16,021	1792,664
st 40	33,600	20,173	-33,943	0,000	0,000	-13,769	4,377	1801,157
st 41	34,440	20,070	-33,648	0,000	0,000	-13,578	-7,111	1800,021
st 42	35,280	19,954	-33,353	0,000	0,000	-13,399	-18,443	1789,199
st 43	36,120	19,834	-33,041	0,000	0,000	-13,207	-29,622	1769,021
st 44	36,960	19,721	-32,695	0,000	0,000	-12,974	-40,616	1739,462
st 45	37,800	38,616	-32,349	0,000	0,000	6,267	-36,125	1706,927
st 46	38,640	43,339	-32,003	0,000	0,000	11,336	-30,149	1678,855
st 47	39,480	42,986	-31,616	0,000	0,000	11,370	-20,614	1657,465
st 48	40,320	42,635	-31,224	0,000	0,000	11,411	-11,045	1644,173
st 49	41,160	42,257	-30,831	0,000	0,000	11,427	-1,453	1638,893
st 50	42,000	41,883	-30,413	0,000	0,000	11,471	8,159	1641,674
st 51	42,840	41,483	-29,971	0,000	0,000	11,511	17,811	1652,539
st 52	43,680	23,749	-29,530	0,000	0,000	-5,781	15,636	1667,466
st 53	44,520	23,598	-29,089	0,000	0,000	-5,491	10,901	1678,555
st 54	45,360	23,461	-28,611	0,000	0,000	-5,151	6,425	1685,801
st 55	46,200	23,301	-28,127	0,000	0,000	-4,825	2,232	1689,374
st 56	47,040	23,138	-27,642	0,000	0,000	-4,505	-1,684	1689,577
st 57	47,880	22,990	-27,145	0,000	0,000	-4,155	-5,320	1686,576
st 58	48,720	22,818	-26,620	0,000	0,000	-3,802	-8,659	1680,664
st 59	49,560	22,663	-26,095	0,000	0,000	-3,431	-11,694	1672,058
st 60	50,400	22,483	-25,570	0,000	0,000	-3,087	-14,430	1661,044
st 61	51,240	22,321	-25,015	0,000	0,000	-2,694	-16,859	1647,849
st 62	52,080	22,131	-24,452	0,000	0,000	-2,321	-18,964	1632,756
st 63	52,920	21,961	-23,889	0,000	0,000	-1,928	-20,749	1616,026
st 64	53,760	16,611	-23,317	0,000	0,000	-6,706	-23,557	1597,737
st 65	54,600	16,428	-22,719	0,000	0,000	-6,291	-29,018	1575,613
st 66	55,440	16,213	-22,122	0,000	0,000	-5,909	-34,144	1549,025
st 67	56,280	16,363	-21,525	0,000	0,000	-5,162	-38,849	1518,307
st 68	57,120	16,214	-20,902	0,000	0,000	-4,688	-42,991	1483,865
st 69	57,960	16,092	-20,274	0,000	0,000	-4,182	-46,725	1446,146
st 70	58,800	15,930	-19,645	0,000	0,000	-3,715	-50,046	1405,432
st 71	59,640	15,762	-19,006	0,000	0,000	-3,244	-52,967	1362,124
st 72	60,480	14,893	-18,351	0,000	0,000	-3,458	-55,808	1316,431
st 73	61,320	14,633	-17,696	0,000	0,000	-3,063	-58,543	1268,361
st 74	62,160	14,404	-17,039	0,000	0,000	-2,636	-60,935	1218,135
st 75	63,000	14,128	-16,362	0,000	0,000	-2,235	-62,975	1166,036
st 76	63,840	13,886	-15,685	0,000	0,000	-1,799	-64,668	1112,373
st 77	64,680	13,592	-15,008	0,000	0,000	-1,416	-66,017	1057,435
st 78	65,520	13,335	-14,318	0,000	0,000	-0,983	-67,027	1001,506
st 79	66,360	13,024	-13,624	0,000	0,000	-0,600	-67,694	944,871
st 80	67,200	12,759	-12,931	0,000	0,000	-0,172	-68,024	887,820
st 81	68,040	12,440	-12,231	0,000	0,000	0,208	-68,014	830,633
st 82	68,880	12,165	-11,528	0,000	0,000	0,637	-67,668	773,595
st 83	69,720	11,832	-10,825	0,000	0,000	1,007	-66,985	716,994
st 84	70,560	11,490	-10,120	0,000	0,000	1,370	-65,977	661,095
st 85	71,400	11,196	-9,414	0,000	0,000	1,783	-64,641	606,192
st 86	72,240	10,839	-8,707	0,000	0,000	2,131	-62,989	552,533
st 87	73,080	10,532	-8,003	0,000	0,000	2,529	-61,023	500,406
st 88	73,920	10,158	-7,301	0,000	0,000	2,857	-58,756	450,046
st 89	74,760	9,838	-6,599	0,000	0,000	3,239	-56,191	401,725
st 90	75,600	11,615	-5,905	0,000	0,000	5,710	-52,039	356,070
st 91	76,440	7,647	-5,214	0,000	0,000	2,433	-48,694	314,025
st 92	77,280	7,333	-4,524	0,000	0,000	2,810	-46,507	273,984
st 93	78,120	7,120	-3,850	0,000	0,000	3,270	-43,956	235,942
st 94	78,960	6,882	-3,176	0,000	0,000	3,706	-41,030	200,201
st 95	79,800	6,692	-2,513	0,000	0,000	4,179	-37,722	167,062

Name	Long. Pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Grounding t/m	Damage/NBV t/m	Net Load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
st 96	80,640	6,479	-1,862	0,000	0,000	4,617	-34,033	136,883
st 97	81,480	6,308	-1,215	0,000	0,000	5,093	-29,962	109,932
st 98	82,320	6,123	-0,600	0,000	0,000	5,523	-25,508	86,604
st 99	83,160	5,957	-0,006	0,000	0,000	5,952	-20,682	67,126

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = 83,16 m)		-0,026
Deck Edge (freeboard pos = 83,16 m)		0,05
Admisión 1	Downflooding point	11,760
Admisión 2	Downflooding point	11,739
Admisión 3	Downflooding point	9,095
Admisión 4	Downflooding point	9,065
Guardacalor	Downflooding point	17,852



Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# ANEXO 5: CÁLCULO DE LAS ENVOLVENTES

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

		Q MAX	Q MIN	M MAX	M MIN
	SPPC	76,388	-68,024	1801,157	0,023
SALIDA PUERTO PLENA CARGA					
X	w	b	q	Q	M
0	51,137	-25,79	25,347	0,995	0,023
0,84	59,749	-26,976	32,773	34,035	15,732
1,68	50,099	-27,986	22,113	57,064	54,594
2,52	40,401	-28,918	11,483	71,126	109,057
3,36	30,719	-29,779	0,94	76,388	171,555
4,2	25,752	-30,547	-4,796	75,818	235,759
5,04	16,027	-31,247	-15,22	67,411	296,483
5,88	6,27	-31,907	-25,638	50,281	346,524
6,72	38,276	-32,464	5,811	51,494	387,896
7,56	38,184	-33,002	5,183	56,108	433,084
8,4	38,103	-33,457	4,646	60,235	481,964
9,24	38,003	-33,896	4,107	63,909	534,092
10,08	34,663	-34,257	0,406	66,909	589,132
10,92	34,555	-34,618	-0,063	67,057	645,395
11,76	34,455	-34,893	-0,439	66,846	701,627
12,6	34,349	-35,167	-0,818	66,317	757,551
13,44	34,23	-35,392	-1,163	65,474	812,891
14,28	34,116	-35,587	-1,471	64,367	867,417
15,12	33,989	-35,775	-1,786	62,997	920,901
15,96	33,868	-35,896	-2,029	61,393	973,128
16,8	35,457	-36,018	-0,56	60,841	1024,374
17,64	35,139	-36,112	-0,972	60,19	1075,203
18,48	34,813	-36,165	-1,353	59,213	1125,346
19,32	39,122	-36,219	2,904	59,4	1174,782
20,16	38,823	-36,236	2,587	61,699	1225,634
21	35,264	-36,225	-0,961	63,75	1278,307
21,84	33,484	-36,215	-2,73	61,594	1330,94
22,68	33,145	-36,167	-3,022	59,171	1381,64
23,52	32,802	-36,096	-3,293	56,519	1430,23
24,36	32,456	-36,025	-3,569	53,635	1476,468
25,2	32,106	-35,922	-3,816	50,528	1520,214
26,04	31,753	-35,792	-4,039	47,228	1561,245
26,88	31,939	-35,662	-3,723	43,976	1599,501
27,72	31,77	-35,512	-3,742	40,834	1635,088
28,56	31,595	-35,326	-3,731	37,695	1668,045
29,4	31,42	-35,139	-3,72	34,565	1698,365
30,24	31,237	-34,948	-3,71	31,442	1726,071
31,08	32,723	-34,707	-1,984	28,484	1751,158
31,92	32,499	-34,465	-1,966	26,824	1774,358
32,76	20,282	-34,224	-13,942	16,021	1792,664
33,6	20,173	-33,943	-13,769	4,377	1801,157
34,44	20,07	-33,648	-13,578	-7,111	1800,021
35,28	19,954	-33,353	-13,399	-18,443	1789,199
36,12	19,834	-33,041	-13,207	-29,622	1769,021
36,96	19,721	-32,695	-12,974	-40,616	1739,462

37,8	38,616	-32,349	6,267	-36,125	1706,927
38,64	43,339	-32,003	11,336	-30,149	1678,855
39,48	42,986	-31,616	11,37	-20,614	1657,465
40,32	42,635	-31,224	11,411	-11,045	1644,173
41,16	42,257	-30,831	11,427	-1,453	1638,893
42	41,883	-30,413	11,471	8,159	1641,674
42,84	41,483	-29,971	11,511	17,811	1652,539
43,68	23,749	-29,53	-5,781	15,636	1667,466
44,52	23,598	-29,089	-5,491	10,901	1678,555
45,36	23,461	-28,611	-5,151	6,425	1685,801
46,2	23,301	-28,127	-4,825	2,232	1689,374
47,04	23,138	-27,642	-4,505	-1,684	1689,577
47,88	22,99	-27,145	-4,155	-5,32	1686,576
48,72	22,818	-26,62	-3,802	-8,659	1680,664
49,56	22,663	-26,095	-3,431	-11,694	1672,058
50,4	22,483	-25,57	-3,087	-14,43	1661,044
51,24	22,321	-25,015	-2,694	-16,859	1647,849
52,08	22,131	-24,452	-2,321	-18,964	1632,756
52,92	21,961	-23,889	-1,928	-20,749	1616,026
53,76	16,611	-23,317	-6,706	-23,557	1597,737
54,6	16,428	-22,719	-6,291	-29,018	1575,613
55,44	16,213	-22,122	-5,909	-34,144	1549,025
56,28	16,363	-21,525	-5,162	-38,849	1518,307
57,12	16,214	-20,902	-4,688	-42,991	1483,865
57,96	16,092	-20,274	-4,182	-46,725	1446,146
58,8	15,93	-19,645	-3,715	-50,046	1405,432
59,64	15,762	-19,006	-3,244	-52,967	1362,124
60,48	14,893	-18,351	-3,458	-55,808	1316,431
61,32	14,633	-17,696	-3,063	-58,543	1268,361
62,16	14,404	-17,039	-2,636	-60,935	1218,135
63	14,128	-16,362	-2,235	-62,975	1166,036
63,84	13,886	-15,685	-1,799	-64,668	1112,373
64,68	13,592	-15,008	-1,416	-66,017	1057,435
65,52	13,335	-14,318	-0,983	-67,027	1001,506
66,36	13,024	-13,624	-0,6	-67,694	944,871
67,2	12,759	-12,931	-0,172	-68,024	887,82
68,04	12,44	-12,231	0,208	-68,014	830,633
68,88	12,165	-11,528	0,637	-67,668	773,595
69,72	11,832	-10,825	1,007	-66,985	716,994
70,56	11,49	-10,12	1,37	-65,977	661,095
71,4	11,196	-9,414	1,783	-64,641	606,192
72,24	10,839	-8,707	2,131	-62,989	552,533
73,08	10,532	-8,003	2,529	-61,023	500,406
73,92	10,158	-7,301	2,857	-58,756	450,046
74,76	9,838	-6,599	3,239	-56,191	401,725
75,6	11,615	-5,905	5,71	-52,039	356,07
76,44	7,647	-5,214	2,433	-48,694	314,025
77,28	7,333	-4,524	2,81	-46,507	273,984
78,12	7,12	-3,85	3,27	-43,956	235,942
78,96	6,882	-3,176	3,706	-41,03	200,201
79,8	6,692	-2,513	4,179	-37,722	167,062

80,64	6,479	-1,862	4,617	-34,033	136,883
81,48	6,308	-1,215	5,093	-29,962	109,932
82,32	6,123	-0,6	5,523	-25,508	86,604
83,16	5,957	-0,006	5,952	-20,682	67,126



		Q MAX	Q MIN	M MAX	M MIN
	LLPPC	89,325	-90,094	2704,368	0,025
LLEGADA PUERTO PLENA CARGA					
X	w	b	q	Q	M
0	51,137	-3,218	47,919	1	0,025
0,84	59,749	-26,498	33,251	34,475	15,98
1,68	50,099	-27,446	22,653	57,937	55,41
2,52	40,401	-28,315	12,086	72,483	110,835
3,36	30,719	-29,109	1,61	78,282	174,718
4,2	25,752	-29,809	-4,058	78,302	240,791
5,04	16,027	-30,45	-14,423	70,539	303,895
5,88	6,27	-31,039	-24,77	54,075	356,809
6,72	38,276	-31,536	6,74	56,075	401,809
7,56	38,184	-32,015	6,169	61,497	451,205
8,4	38,103	-32,4	5,703	66,484	505,004
9,24	38,003	-32,781	5,222	71,075	562,786
10,08	34,663	-33,072	1,591	75,041	624,283
10,92	34,555	-33,363	1,191	76,214	687,828
11,76	34,455	-33,583	0,872	77,077	752,233
12,6	34,349	-33,788	0,561	77,678	817,247
13,44	34,23	-33,958	0,272	78,017	882,658
14,28	34,116	-34,086	0,03	78,144	948,261
15,12	33,989	-34,213	-0,224	78,062	1013,883
15,96	33,868	-34,275	-0,407	77,795	1079,354
16,8	35,457	-34,332	1,126	78,633	1144,989
17,64	35,139	-34,372	0,767	79,423	1211,394
18,48	34,813	-34,363	0,449	79,935	1278,343
19,32	39,174	-34,354	4,82	81,678	1345,858
20,16	38,866	-34,32	4,547	85,607	1416,136
21	35,274	-34,25	1,024	89,325	1489,614
21,84	33,484	-34,18	-0,696	88,854	1564,465
22,68	33,145	-34,083	-0,938	88,161	1638,824
23,52	32,802	-33,956	-1,153	87,284	1712,529
24,36	32,456	-33,828	-1,373	86,222	1785,41
25,2	32,106	-33,679	-1,574	84,98	1857,332
26,04	31,753	-33,497	-1,744	83,587	1928,137
26,88	31,939	-33,315	-1,376	82,284	1997,774
27,72	31,77	-33,122	-1,352	81,135	2066,408
28,56	31,595	-32,888	-1,293	80,025	2134,095
29,4	31,42	-32,653	-1,234	78,964	2200,867
30,24	31,237	-32,419	-1,182	77,949	2266,773
31,08	34,431	-32,137	2,294	77,268	2331,858
31,92	34,186	-31,853	2,332	79,211	2397,579
32,76	20,282	-31,569	-11,288	70,755	2460,956
33,6	20,173	-31,257	-11,083	61,355	2516,402
34,44	20,07	-30,925	-10,856	52,138	2564,099
35,28	19,954	-30,594	-10,64	43,109	2604,051
36,12	19,834	-30,254	-10,419	34,263	2636,575
36,96	19,721	-29,878	-10,156	25,623	2661,699

37,8	21,621	-29,502	-7,881	18,836	2680,343
38,64	22,007	-29,126	-7,119	12,384	2693,396
39,48	21,822	-28,721	-6,9	6,493	2701,338
40,32	21,645	-28,306	-6,661	0,799	2704,368
41,16	21,449	-27,891	-6,442	-4,703	2702,719
42	21,264	-27,46	-6,196	-10,016	2696,527
42,84	21,059	-27,006	-5,947	-15,117	2685,965
43,68	19,193	-26,551	-7,359	-21,156	2670,803
44,52	19,033	-26,097	-7,064	-27,214	2650,456
45,36	18,888	-25,618	-6,73	-33,014	2625,164
46,2	18,72	-25,13	-6,409	-38,534	2595,076
47,04	18,549	-24,641	-6,093	-43,782	2560,512
47,88	18,393	-24,147	-5,754	-48,754	2521,612
48,72	18,213	-23,628	-5,415	-53,442	2478,682
49,56	18,051	-23,11	-5,059	-57,837	2431,912
50,4	17,863	-22,592	-4,729	-61,946	2381,595
51,24	17,693	-22,055	-4,361	-65,763	2327,931
52,08	17,496	-21,51	-4,014	-69,28	2271,197
52,92	17,319	-20,965	-3,646	-72,497	2211,631
53,76	16,611	-20,415	-3,805	-75,548	2149,469
54,6	16,428	-19,848	-3,419	-78,584	2084,718
55,44	16,213	-19,28	-3,067	-81,309	2017,539
56,28	16,363	-18,712	-2,349	-83,639	1948,223
57,12	16,214	-18,13	-1,916	-85,434	1877,183
57,96	16,092	-17,543	-1,452	-86,856	1804,804
58,8	15,93	-16,957	-1,026	-87,901	1731,378
59,64	15,762	-16,365	-0,603	-88,581	1657,235
60,48	14,893	-15,763	-0,87	-89,226	1582,59
61,32	14,633	-15,162	-0,529	-89,809	1507,379
62,16	14,404	-14,56	-0,156	-90,094	1431,802
63	14,128	-13,949	0,179	-90,079	1356,111
63,84	13,886	-13,337	0,549	-89,772	1280,556
64,68	13,592	-12,725	0,867	-89,176	1205,38
65,52	13,335	-12,11	1,225	-88,299	1130,822
66,36	13,024	-11,493	1,531	-87,143	1057,121
67,2	12,759	-10,877	1,882	-85,714	984,502
68,04	12,44	-10,26	2,18	-84,012	913,204
68,88	12,165	-9,644	2,521	-82,046	843,437
69,72	11,832	-9,028	2,804	-79,817	775,447
70,56	11,49	-8,415	3,075	-77,336	709,416
71,4	11,196	-7,805	3,391	-74,608	645,598
72,24	10,839	-7,195	3,643	-71,644	584,147
73,08	10,532	-6,592	3,94	-68,45	525,305
73,92	10,158	-5,995	4,163	-65,04	469,219
74,76	9,838	-5,398	4,44	-61,422	416,099
75,6	11,615	-4,814	6,802	-56,306	366,489
76,44	7,647	-4,235	3,412	-52,09	321,262
77,28	7,333	-3,656	3,677	-49,127	278,726
78,12	7,12	-3,101	4,019	-45,896	238,808
78,96	6,882	-2,546	4,337	-42,39	201,716
79,8	6,692	-2,004	4,688	-38,602	167,671

80,64	6,479	-1,477	5,002	-34,537	136,949
81,48	6,308	-0,954	5,354	-30,193	109,724
82,32	6,123	-0,468	5,655	-25,574	86,308
83,16	5,957	-0,002	5,955	-20,689	66,836

	Q MAX	Q MIN	M MAX	M MIN
MAX MIN	68,297	-50,693	1190,883	0,025

SALIDA PUERTO VACIO					
X	w	b	q	Q	M
0	48,255	-1,731	46,524	1	0,025
0,84	54,011	-23,831	30,18	31,899	14,91
1,68	44,387	-24,715	19,672	52,82	51,102
2,52	34,715	-25,526	9,189	64,899	101,177
3,36	25,058	-26,265	-1,206	68,297	157,687
4,2	20,117	-26,919	-6,802	65,981	214,376
5,04	10,417	-27,518	-17,1	55,942	266,173
5,88	0,686	-28,065	-27,379	37,257	305,887
6,72	32,718	-28,53	4,189	37,089	335,844
7,56	32,653	-28,977	3,676	40,394	368,403
8,4	32,598	-29,331	3,266	43,31	403,595
9,24	32,523	-29,686	2,837	45,877	441,065
10,08	29,209	-29,952	-0,743	47,862	480,551
10,92	29,126	-30,217	-1,091	47,095	520,455
11,76	29,052	-30,418	-1,366	46,059	559,591
12,6	28,973	-30,603	-1,63	44,8	597,773
13,44	28,879	-30,756	-1,877	43,318	634,79
14,28	28,791	-30,866	-2,075	41,658	670,496
15,12	28,69	-30,976	-2,286	39,826	704,732
15,96	28,594	-31,026	-2,431	37,842	737,358
16,8	30,21	-31,068	-0,858	36,996	768,72
17,64	29,918	-31,098	-1,18	36,137	799,455
18,48	29,617	-31,078	-1,461	35,028	829,36
19,32	33,979	-31,058	2,921	35,176	858,484
20,16	33,673	-31,016	2,657	37,513	889,03
21	30,134	-30,939	-0,804	39,648	921,446
21,84	28,392	-30,861	-2,469	37,673	953,932
22,68	28,079	-30,76	-2,681	35,505	984,671
23,52	27,762	-30,628	-2,866	33,176	1013,539
24,36	27,441	-30,497	-3,056	30,687	1040,36
25,2	27,117	-30,347	-3,23	28,044	1065,047
26,04	26,79	-30,164	-3,373	25,27	1087,437
26,88	27,002	-29,981	-2,979	22,61	1107,519
27,72	26,858	-29,789	-2,931	20,125	1125,461
28,56	26,709	-29,558	-2,849	17,698	1141,345
29,4	26,56	-29,327	-2,767	15,34	1155,216
30,24	26,404	-29,096	-2,692	13,046	1167,142
31,08	27,922	-28,823	-0,902	10,967	1177,171
31,92	27,711	-28,547	-0,836	10,237	1186,072
32,76	15,526	-28,27	-12,744	0,414	1190,883
33,6	15,443	-27,969	-12,526	-10,204	1186,726
34,44	15,365	-27,649	-12,284	-20,626	1173,81
35,28	15,275	-27,33	-12,055	-30,849	1152,132
36,12	15,182	-27,004	-11,822	-40,878	1122,037
36,96	15,094	-26,645	-11,551	-50,693	1083,546

37,8	34,162	-26,286	7,876	-44,849	1043,139
38,64	38,934	-25,927	13,007	-37,518	1008,339
39,48	38,54	-25,544	12,996	-26,598	981,365
40,32	38,149	-25,151	12,999	-15,679	963,649
41,16	37,734	-24,757	12,977	-4,768	955,06
42	37,324	-24,352	12,972	6,128	955,627
42,84	36,888	-23,925	12,963	17,021	965,335
43,68	19,354	-23,498	-4,144	16,191	980,182
44,52	19,22	-23,071	-3,852	12,832	992,347
45,36	19,099	-22,625	-3,526	9,728	1001,815
46,2	18,956	-22,17	-3,214	6,895	1008,768
47,04	18,809	-21,715	-2,906	4,328	1013,478
47,88	18,678	-21,256	-2,578	2,029	1016,122
48,72	18,523	-20,777	-2,254	0,002	1016,961
49,56	18,385	-20,298	-1,913	-1,744	1016,205
50,4	18,221	-19,819	-1,598	-3,216	1014,107
51,24	18,076	-19,326	-1,25	-4,412	1010,882
52,08	17,903	-18,827	-0,924	-5,324	1006,776
52,92	17,75	-18,327	-0,577	-5,953	1002,021
53,76	12,501	-17,825	-5,324	-7,625	996,663
54,6	12,344	-17,309	-4,964	-11,948	988,429
55,44	12,155	-16,792	-4,638	-15,982	976,673
56,28	12,33	-16,276	-3,946	-19,642	961,678
57,12	12,207	-15,751	-3,543	-22,791	943,823
57,96	12,111	-15,221	-3,111	-25,592	923,491
58,8	11,975	-14,692	-2,717	-28,044	900,93
59,64	11,833	-14,16	-2,327	-30,158	876,472
60,48	10,99	-13,622	-2,632	-32,266	850,283
61,32	10,755	-13,083	-2,328	-34,345	822,294
62,16	10,552	-12,545	-1,993	-36,157	792,67
63	10,302	-12,002	-1,7	-37,702	761,628
63,84	10,086	-11,459	-1,373	-38,99	729,399
64,68	9,818	-10,915	-1,097	-40,027	696,196
65,52	9,587	-10,372	-0,785	-40,818	662,225
66,36	9,302	-9,828	-0,526	-41,371	627,69
67,2	9,063	-9,285	-0,222	-41,689	592,79
68,04	8,769	-8,743	0,026	-41,775	557,72
68,88	8,52	-8,204	0,316	-41,64	522,67
69,72	8,213	-7,665	0,547	-41,285	487,829
70,56	7,897	-7,131	0,766	-40,721	453,371
71,4	7,629	-6,602	1,027	-39,956	419,477
72,24	7,297	-6,073	1,225	-39,001	386,3
73,08	7,016	-5,551	1,465	-37,861	354,01
73,92	6,668	-5,037	1,631	-36,554	322,742
74,76	6,375	-4,523	1,851	-35,087	292,645
75,6	8,177	-4,024	4,154	-32,17	264,237
76,44	4,235	-3,53	0,705	-30,204	238,341
77,28	3,947	-3,037	0,91	-29,54	213,234
78,12	3,759	-2,569	1,191	-28,659	188,779
78,96	3,548	-2,1	1,447	-27,554	165,157
79,8	3,383	-1,646	1,737	-26,219	142,553

80,64	3,196	-1,208	1,989	-24,659	121,174
81,48	3,051	-0,773	2,278	-22,872	101,187
82,32	2,892	-0,377	2,515	-20,865	82,814
83,16	2,752	0	2,752	-18,644	66,195

	Q MAX	Q MIN	M MAX	M MIN
MAX MIN	70,321	-65,711	2020,774	0,025

LLEGADA PUERTO VACÍO					
X	w	b	q	Q	M
0	48,255	-0,481	47,774	1	0,025
0,84	54,011	-23,373	30,638	32,536	15,287
1,68	44,387	-24,2	20,187	53,88	52,165
2,52	34,715	-24,947	9,767	66,44	103,31
3,36	25,058	-25,614	-0,555	70,321	161,325
4,2	20,117	-26,208	-6,091	68,573	219,95
5,04	10,417	-26,749	-16,331	59,157	274,184
5,88	0,686	-27,222	-26,535	41,15	316,88
6,72	32,718	-27,629	5,089	41,71	350,41
7,56	32,653	-28,004	4,649	45,803	387,179
8,4	32,598	-28,3	4,297	49,555	427,261
9,24	32,523	-28,582	3,941	53,018	470,349
10,08	29,209	-28,792	0,417	55,949	516,229
10,92	29,126	-28,986	0,141	56,187	563,341
11,76	29,052	-29,13	-0,078	56,207	610,56
12,6	28,973	-29,244	-0,272	56,06	657,724
13,44	28,879	-29,341	-0,462	55,744	704,691
14,28	28,791	-29,382	-0,592	55,301	751,339
15,12	28,69	-29,424	-0,733	54,744	797,566
15,96	28,594	-29,419	-0,824	54,084	843,279
16,8	30,21	-29,394	0,816	54,616	888,861
17,64	29,918	-29,369	0,549	55,19	934,993
18,48	29,617	-29,285	0,332	55,56	981,521
19,32	34,047	-29,2	4,847	57,265	1028,534
20,16	33,712	-29,105	4,607	61,232	1078,319
21	30,137	-28,966	1,171	65,019	1131,347
21,84	28,392	-28,827	-0,435	64,726	1185,85
22,68	28,079	-28,676	-0,597	64,289	1240,045
23,52	27,762	-28,486	-0,724	63,735	1293,825
24,36	27,441	-28,296	-0,855	63,071	1347,088
25,2	27,117	-28,098	-0,981	62,298	1399,754
26,04	26,79	-27,861	-1,071	61,436	1451,725
26,88	27,002	-27,625	-0,623	60,732	1503
27,72	26,858	-27,388	-0,529	60,248	1553,808
28,56	26,709	-27,108	-0,399	59,86	1604,245
29,4	26,56	-26,828	-0,268	59,58	1654,403
30,24	26,404	-26,548	-0,144	59,407	1704,371
31,08	29,639	-26,238	3,402	59,619	1754,252
31,92	29,388	-25,918	3,47	62,505	1805,541
32,76	15,526	-25,598	-10,073	55,043	1855,299
33,6	15,443	-25,263	-9,82	46,684	1897,984
34,44	15,365	-24,907	-9,542	38,55	1933,803
35,28	15,275	-24,551	-9,276	30,646	1962,815
36,12	15,182	-24,195	-9,013	22,965	1985,35
36,96	15,094	-23,807	-8,712	15,523	2001,486

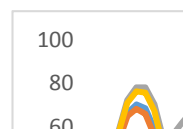
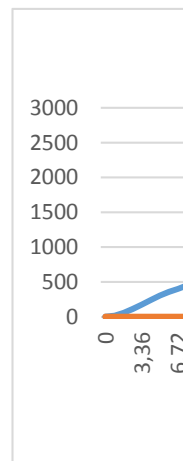
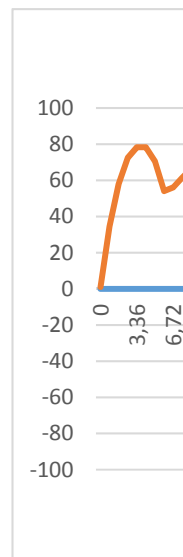
37,8	17,133	-23,419	-6,285	10,074	2012,203
38,64	17,622	-23,031	-5,409	4,975	2018,464
39,48	17,403	-22,626	-5,223	0,507	2020,774
40,32	17,195	-22,209	-5,014	-3,79	2019,369
41,16	16,97	-21,792	-4,822	-7,921	2014,44
42	16,757	-21,379	-4,622	-11,888	2006,119
42,84	16,526	-20,94	-4,415	-15,683	1994,526
43,68	14,809	-20,502	-5,693	-20,344	1979,459
44,52	14,661	-20,064	-5,403	-25,005	1960,384
45,36	14,528	-19,615	-5,087	-29,416	1937,526
46,2	14,373	-19,159	-4,786	-33,565	1911,041
47,04	14,213	-18,702	-4,489	-37,457	1881,215
47,88	14,07	-18,245	-4,175	-41,092	1848,201
48,72	13,903	-17,775	-3,872	-44,467	1812,251
49,56	13,754	-17,305	-3,552	-47,581	1773,563
50,4	13,578	-16,835	-3,257	-50,439	1732,384
51,24	13,422	-16,36	-2,938	-53,04	1688,901
52,08	13,237	-15,881	-2,644	-55,383	1643,348
52,92	13,074	-15,402	-2,328	-57,47	1595,933
53,76	12,501	-14,922	-2,421	-59,405	1546,855
54,6	12,344	-14,438	-2,093	-61,303	1496,142
55,44	12,155	-13,953	-1,798	-62,939	1443,941
56,28	12,33	-13,469	-1,138	-64,227	1390,493
57,12	12,207	-12,983	-0,776	-65,034	1336,18
57,96	12,111	-12,498	-0,387	-65,529	1281,325
58,8	11,975	-12,012	-0,036	-65,711	1226,183
59,64	11,833	-11,527	0,306	-65,592	1171,015
60,48	10,99	-11,043	-0,053	-65,512	1115,992
61,32	10,755	-10,56	0,195	-65,447	1060,975
62,16	10,552	-10,076	0,476	-65,163	1006,104
63	10,302	-9,599	0,703	-64,662	951,566
63,84	10,086	-9,122	0,964	-63,96	897,532
64,68	9,818	-8,645	1,173	-63,061	844,171
65,52	9,587	-8,175	1,412	-61,975	791,643
66,36	9,302	-7,708	1,594	-60,714	740,104
67,2	9,063	-7,241	1,821	-59,284	689,691
68,04	8,769	-6,782	1,988	-57,687	640,556
68,88	8,52	-6,33	2,19	-55,94	592,817
69,72	8,213	-5,877	2,335	-54,047	546,62
70,56	7,897	-5,433	2,464	-52,018	502,054
71,4	7,629	-5	2,629	-49,868	459,266
72,24	7,297	-4,567	2,73	-47,608	418,311
73,08	7,016	-4,145	2,871	-45,245	379,315
73,92	6,668	-3,736	2,933	-42,801	342,326
74,76	6,375	-3,326	3,048	-40,284	307,431
75,6	8,177	-2,935	5,242	-36,406	275,066
76,44	4,235	-2,553	1,681	-33,573	245,982
77,28	3,947	-2,172	1,775	-32,135	218,374
78,12	3,759	-1,822	1,938	-30,577	192,032
78,96	3,548	-1,472	2,076	-28,895	167,048
79,8	3,383	-1,138	2,245	-27,081	143,525



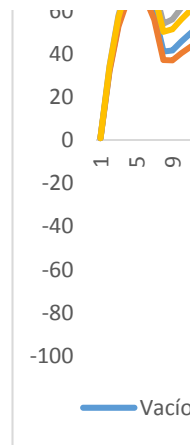
80,64	3,196	-0,824	2,372	-25,147	121,587
81,48	3,051	-0,514	2,537	-23,09	101,309
82,32	2,892	-0,247	2,645	-20,92	82,829
83,16	2,752	0	2,752	-18,644	66,194

MAX MIN	78,302	0	1079,354	0
---------	--------	---	----------	---

ENVOLVENTES				
Posición	Q+	Q-	M+	M-
0	1	0	0,025	0
0,84	34,475	0	15,98	0
1,68	57,937	0	55,41	0
2,52	72,483	0	110,835	0
3,36	78,282	0	174,718	0
4,2	78,302	0	240,791	0
5,04	70,539	0	303,895	0
5,88	54,075	0	356,809	0
6,72	56,075	0	401,809	0
7,56	61,497	0	451,205	0
8,4	66,484	0	505,004	0
9,24	71,075	0	562,786	0
10,08	75,041	0	624,283	0
10,92	76,214	0	687,828	0
11,76	77,077	0	752,233	0
12,6	77,678	0	817,247	0
13,44	78,017	0	882,658	0
14,28	78,144	0	948,261	0
15,12	78,062	0	1013,883	0
15,96	77,795	0	1079,354	0
16,8	78,633	0	1144,989	0
17,64	79,423	0	1211,394	0
18,48	79,935	0	1278,343	0
19,32	81,678	0	1345,858	0
20,16	85,607	0	1416,136	0
21	89,325	0	1489,614	0
21,84	88,854	0	1564,465	0
22,68	88,161	0	1638,824	0
23,52	87,284	0	1712,529	0
24,36	86,222	0	1785,41	0
25,2	84,98	0	1857,332	0
26,04	83,587	0	1928,137	0
26,88	82,284	0	1997,774	0
27,72	81,135	0	2066,408	0
28,56	80,025	0	2134,095	0
29,4	78,964	0	2200,867	0
30,24	77,949	0	2266,773	0
31,08	77,268	0	2331,858	0
31,92	79,211	0	2397,579	0
32,76	70,755	0	2460,956	0
33,6	61,355	-10,204	2516,402	0
34,44	52,138	-20,626	2564,099	0
35,28	43,109	-30,849	2604,051	0
36,12	34,263	-40,878	2636,575	0
36,96	25,623	-50,693	2661,699	0



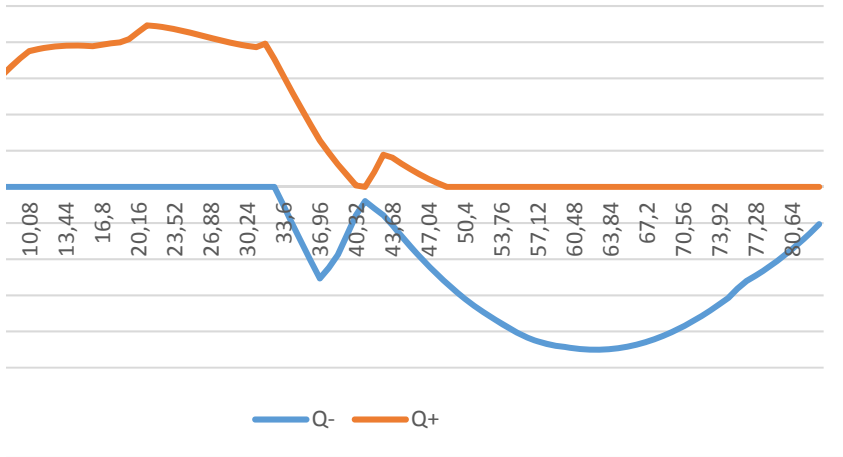
37,8	18,836	-44,849	2680,343	0
38,64	12,384	-37,518	2693,396	0
39,48	6,493	-26,598	2701,338	0
40,32	0,799	-15,679	2704,368	0
41,16	0	-7,921	2702,719	0
42	8,159	-11,888	2696,527	0
42,84	17,811	-15,683	2685,965	0
43,68	16,191	-21,156	2670,803	0
44,52	12,832	-27,214	2650,456	0
45,36	9,728	-33,014	2625,164	0
46,2	6,895	-38,534	2595,076	0
47,04	4,328	-43,782	2560,512	0
47,88	2,029	-48,754	2521,612	0
48,72	0,002	-53,442	2478,682	0
49,56	0	-57,837	2431,912	0
50,4	0	-61,946	2381,595	0
51,24	0	-65,763	2327,931	0
52,08	0	-69,28	2271,197	0
52,92	0	-72,497	2211,631	0
53,76	0	-75,548	2149,469	0
54,6	0	-78,584	2084,718	0
55,44	0	-81,309	2017,539	0
56,28	0	-83,639	1948,223	0
57,12	0	-85,434	1877,183	0
57,96	0	-86,856	1804,804	0
58,8	0	-87,901	1731,378	0
59,64	0	-88,581	1657,235	0
60,48	0	-89,226	1582,59	0
61,32	0	-89,809	1507,379	0
62,16	0	-90,094	1431,802	0
63	0	-90,079	1356,111	0
63,84	0	-89,772	1280,556	0
64,68	0	-89,176	1205,38	0
65,52	0	-88,299	1130,822	0
66,36	0	-87,143	1057,121	0
67,2	0	-85,714	984,502	0
68,04	0	-84,012	913,204	0
68,88	0	-82,046	843,437	0
69,72	0	-79,817	775,447	0
70,56	0	-77,336	709,416	0
71,4	0	-74,608	645,598	0
72,24	0	-71,644	584,147	0
73,08	0	-68,45	525,305	0
73,92	0	-65,04	469,219	0
74,76	0	-61,422	416,099	0
75,6	0	-56,306	366,489	0
76,44	0	-52,09	321,262	0
77,28	0	-49,127	278,726	0
78,12	0	-45,896	238,808	0
78,96	0	-42,39	201,716	0
79,8	0	-38,602	167,671	0



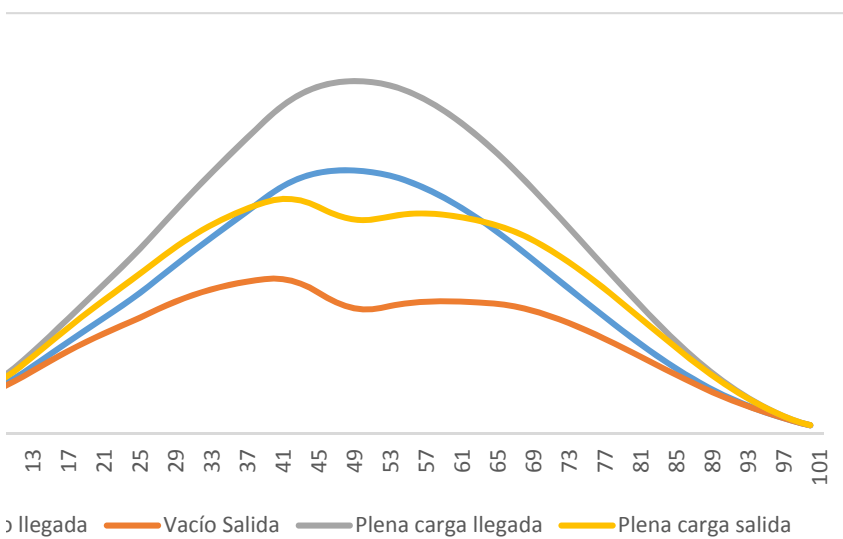
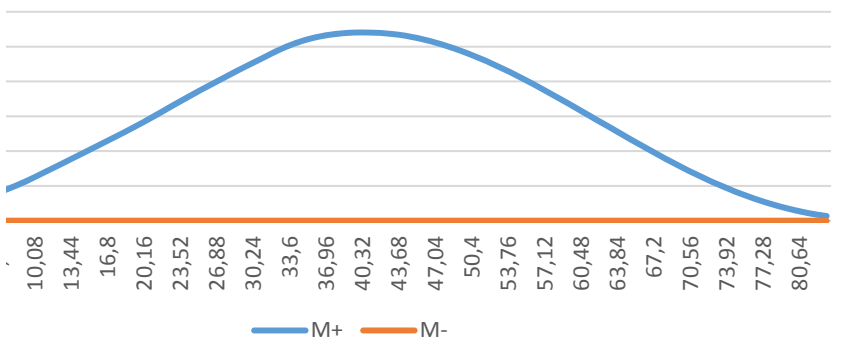
80,64	0	-34,537	136,949	0
81,48	0	-30,193	109,932	0
82,32	0	-25,574	86,604	0
83,16	0	-20,689	67,126	0

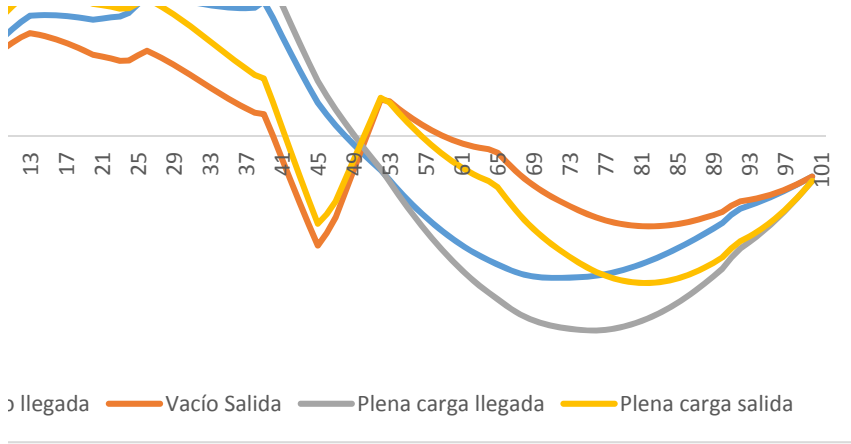
SPPC
LLPPC
SPV
LLPV
MAX/MIN

### Envolvente de fuerzas cortantes



### Envolvente de momentos flectores







Q MAX (T)	Q MIN (T)	M MAX (T.m)	M MIN (T.m)
76,388	-68,024	1801,157	0
89,325	-90,094	2704,368	0
68,297	-50,693	1190,883	0
70,321	-65,711	2020,774	0
89,325	-50,693	2704,368	0





Escola Politécnica  
Superior de Ferrol

# ANEXO 6: CÁLCULO DEL MÓDULO DE LA C.M.

FAST FERRY CATAMARÁN 950 PAX Y 250 COCHES

Trabajo de fin de grado 14-03

Escuela politécnica superior - Universidade da coruña.



Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carlos Fernández Baldomir

c.faldomir@udc.es baldomirr@gmail.com (+34)618477004

		Número	Anchura (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	A total (cm2)	x refuerzo (cm)	Y (cm)	A*Y	A*Y*Y	Inercia p (cm4)	Inercia LB (cm4)		
Chapas	Costados bajo FL	4	1,6	200	320	1280		150	192000	28800000	1066666,667	2986666,67		
	Fondo bajo FL	2	500	1,6	800	1600		0,8	1280	1024	170,6666667	1194,666667		
	Doble fondo	2	550	1	550	1100		300,5	330550	99330275	45,83333333	99330320,83		
	Costados sobre FL1 EXT	2	0,9	370	333	666		585	389610	227921850	3798975	231720825		
	Costados sobre FL1 INT (suponemos)	2	0,9	370	333	666		585	389610	227921850	3798975	231720825		
	Costados sobre FL2	2	0,9	240	216	432		885	382320	338353200	1036800	339390000		
	Costados sobre FL3	2	0,9	240	216	432		1485	641520	952657200	1036800	953694000		
	Cubierta cierre	1	2576	1,1	2833,6	2833,6		765,55	2169262,48	1660678892	285,7213333	1660679177		
	Cubierta de coches	1	2576	1,1	2833,6	2833,6		1015,55	2877662,48	2922410132	285,7213333	2922410417		
	Cubierta pas. 1	1	2560	0,8	2048	2048		1365,4	2796339,2	3818121544	109,2266667	3818121653		
	Cubierta pas. 2	1	2046	0,8	1636,8	1636,8		1665,4	2725926,72	4539758359	87,296	4539758447		
	Costado superestructura 1	2	0,6	240	144	288		1485	427680	635104800	691200	635796000		
	Costado superestructura 2	2	0,6	240	144	288		1785	514080	917632800	691200	918324000		
	Cubierta superior	1	2048	0,8	1638,4	1638,4		1965,4	3220111,36	632806867	87,38133333	632806954		
	Cubierta tunel	1	967,4	0,9	870,66	870,66		700	609462	426623400	58,76955	426623458,8		
	Refuerzos secundarios	Costados bajo FL	240-10	4		32,4	129,6	14,7	91,4	11845,44	1082673,216	32,36	1082705,576	
Costados bajo FL 2		240-10	4		32,4	129,6	14,7	12,2	1581,12	19289,664	32,36	19322,024		
Costados bajo FL 3		240-10	4		32,4	129,6	14,7	18,7	2423,52	45319,824	32,36	45352,184		
Costados bajo FL 4		240-10	4		32,4	129,6	14,7	22,1	2864,16	63297,936	32,36	63330,296		
Costados bajo FL 5		240-10	4		32,4	129,6	14,7	25,2	3265,92	82301,184	32,36	82333,544		
Costados bajo FL 6		240-10	4		32,4	129,6	14,7	28,5	3693,6	105267,6	32,36	105299,96		
Fondo bajo FL		240-10	2		32,4	64,8	14,7	16,3	1056,24	17216,712	37,20	20936,712		
Doble fondo		140-7	26		12,4	322,4	8,31	292,19	94202,056	27524898,74	48360	27573258,74		
Costados sobre FL1 EXT		100-6	2		7,74	15,48	6,08	415,5	2672471,07	6431,94	4084981,441	3,42	2672474,49	
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	481	7445,88	3581468,28	3,42	3581471,7		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	513,7	7952,076	4084981,441	3,42	4084984,861		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	546,5	8459,82	4623291,63	3,42	4623295,05		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	579,3	8967,564	5194909,825	3,42	5194913,245		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	644,8	9981,504	6436073,779	3,42	6436077,199		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	677,5	10487,7	7105416,75	3,42	7105420,17		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	710,3	10995,444	7810063,873	3,42	7810067,293		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	743,1	11503,188	8548019,003	3,42	8548022,423		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	775,9	12011,032	9288034,127	3,42	9288037,557		
Costados sobre FL1 INT (suponemos horizontal)		100-6	2		7,74	15,48	6,08	426,4	6600,672	2814526,541	3,42	2814529,961		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	489,9	7583,652	3715231,115	3,42	3715234,535		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	521,1	8066,628	4203519,851	3,42	4203523,271		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	551,6	8538,768	4709984,429	3,42	4709987,849		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	580,8	8990,784	5221847,347	3,42	5221850,767		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	632,1	9784,908	6185040,347	3,42	6185043,767		
Costados sobre FL1 INT (suponemos vertical)		100-6	2		7,74	15,48	6,08	652,9	10106,892	6598789,787	152,2	6598941,987		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	670,4	10377,792	6957271,757	152,2	6957423,957		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	683,7	10583,676	7236059,281	152,2	7236211,481		
		100-6	2		7,74	15,48	6,08	692,6	10721,448	7425674,885	152,2	7425827,085		
Costados sobre FL2		60-4	2		3,58	7,16	3,82	795	5692,2	4525299	1,22	4525300,22		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	827,2	5922,752	4899300,454	1,22	4899301,674		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	859,5	6154,02	5289380,19	1,22	5289381,41		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	892,4	6389,584	5702064,762	1,22	5702065,982		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	925,7	6642,812	6539675,428	1,22	6539676,648		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	980	7070,8	698919104	1,22	698919105,2		
Costados sobre FL3		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1020,2	7304,632	7452185,566	1,22	7452186,786		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1052,4	7535,184	7930027,642	1,22	7930028,862		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1084,6	7765,736	8422717,266	1,22	8422718,486		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1116,9	7997,004	8931853,768	1,22	8931854,988		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1181,3	8458,108	9991562,98	1,22	9991564,2		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1213,6	8689,376	10545426,71	1,22	10545427,93		
Cubierta cierre		200-9	65		23,6	1534	10,9	754,65	1157633,1	873607818,9	39585	873647403,9		
Cubierta de coches		200-9	63		23,6	1486,8	10,9	1004,65	1493713,62	1500659388	38367	1500697755		
Cubierta pas. 1		60-4	63		3,58	225,54	3,82	1361,58	307090,7532	418128627,7	768,6	418129396,3		
Cubierta pas. 2		60-4	53		3,58	189,74	3,82	1661,58	315268,1892	523843317,8	646,6	523843964,4		
Costado superestructura 1		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1245,8	8919,928	11112446,3	1,22	11112447,52		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1278	9150,48	11694314,44	1,22	11694314,66		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1310,2	9381,032	12291028,13	1,22	12291029,35		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1342,4	9611,584	12902590,36	1,22	12902591,58		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1406,8	10072,688	14170257,8	1,22	14170258,02		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1310,2	9381,032	12291028,13	24,4	12291052,53		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1342,4	9611,584	12902590,36	24,4	12902614,76		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1406,8	10072,688	14170257,8	24,4	14170281,88		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1499,8	10738,568	16105704,29	1,22	16105705,51		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1531,9	10968,404	16802498,09	1,22	16802499,31		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1564,1	11198,956	17516287,08	1,22	17516288,3		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1596,3	11429,508	18244923,62	1,22	18244924,84		
Esquina CS 2 (Suponemos vertical)		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1310,2	9381,032	12291028,13	24,4	12291052,53		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1342,4	9611,584	12902590,36	24,4	12902614,76		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1406,8	10072,688	14170257,8	24,4	14170281,88		
Costado superestructura 2		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1499,8	10738,568	16105704,29	1,22	16105705,51		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1531,9	10968,404	16802498,09	1,22	16802499,31		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1564,1	11198,956	17516287,08	1,22	17516288,3		
Esquina CS 1 (Suponemos vertical)		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1310,2	9381,032	12291028,13	24,4	12291052,53		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1342,4	9611,584	12902590,36	24,4	12902614,76		
		60-4	2		3,58	7,16	3,82	1406,8	10072,688	14170257,8	24,4	14170281,88		
Cubierta superior		60-4	47		3,58	168,26	3,82	1961,58	330055,4508	647430171,2	573,4	647430744,6		
Tunel		100-6	25		10,5	262,5	6,08	697,2	183015	127598058	1902,5	127599960,5		
Refuerzos primarios		Vagras fondo 1	T535	2		112,5	225	37,5	37,5	8437,5	316406,25	65180	381586,25	
		Vagras fondo 2	T535	2		112,5	225	37,5	66,2	14895	986049	65180	1051229	
		Vagras fondo 3	T535	2		112,5	225	37,5	70,9	15952,5	1131032,25	65180	1196212,25	
		Esloras doble fondo	T315	6		51	306	19,6	280,4	85802,4	2405892,96	57138	24116130,96	
		Vagras tunel	CHAPA	7	0,9	68	61,2	428,4	0	734	314445,6	23080370,4	23582,4	230826652,8
		Palmejares ext	T315	2		51	102	19,6	4470	455940	2038051800	260	2038052060	
			T315	2		51	102	19,6	610	62220	37954200	260	37954460	
			T315	2		51	102	19,6	938	95676	89744088	260	89744348	
			T315	2		51	102	19,6	1167	119034	138912678	260	138912938	

MODULO REQUERIDO (cm3)	2388627,14
------------------------	------------