

Cálculo del arqueo de catamaranes con un tonelaje de registro bruto menor de 50 Toneladas Moorson

**Elaborado Por: Alonso Leiva Arias[†]
Ingeniero Mecánico
Dirección de Navegación y Seguridad
División Marítimo Portuaria
Ministerio de Obras Públicas y Transportes**

Resumen

Actualmente, la reglamentación en Costa Rica, referente a la técnica del arqueo de embarcaciones, está orientada a las embarcaciones monocasco y sin ninguna explicación, se centra en proporcionar fórmulas, de modo que el funcionario o profesional encargado de realizar el cálculo, al ignorar su origen, las aplica a los catamaranes; sin embargo, estas son embarcaciones que cuentan con dos cascos por lo que el empleo de estas fórmulas en los mismas, induce a un cálculo erróneo del arqueo ya que la fórmula es aplicable por su origen a un solo casco, y la reglamentación actual no lo especifica, porque los catamaranes son un caso especial de buque. Por tanto, este artículo pretende estandarizar el cálculo para catamaranes.

Los arqueos de una embarcación son una representación del tamaño y de la capacidad de carga de la nave y son utilizados para fijar tarifas portuarias, establecer los cobros por uso de remolcadores, pilotaje, entre otros.

Palabras Claves o Descriptores

ARQUEO, BUQUE, CATAMARÁN, EMBARCACIÓN, MOORSON, TRB.

Introducción

En Costa Rica, surge la necesidad de estandarizar el método de cálculo de los arqueos para los catamaranes, dado que las fórmulas requeridas para el cálculo incluyen como variables la eslora, manga y puntal de la embarcación. Así bien, el funcionario, por desconocimiento del origen de las fórmulas, mide estas variables

[†] Correo electrónico: aleivaar@mopt.go.cr

en la embarcación y las introduce en la metodología de cálculo, induciendo a un error del cálculo en las embarcaciones que cuentan con dos cascos, ya que éstas se componen en primer lugar, de una manga y eslora del catamarán (usadas erróneamente para el cálculo en catamaranes) y en segundo lugar, de una eslora y manga de cada uno de los casco; siendo estas últimas las que se les deben aplicar a las fórmulas en el caso de embarcaciones con dos cascos.

Se deduce en primera instancia el origen de la fórmula para las embarcaciones menores y posteriormente, su correcta aplicabilidad a los catamaranes.

Definiciones

Alefriz: Ranura a lo largo de la quilla de un barco, para que encajen los tablonés.

Bao: Son los elementos de soporte de las cubiertas en sentido transversal.

Eslora Total: Es la distancia medida desde el extremo a popa de la roda hasta la cara interior del espejo (Decreto N° 28528-MOPT, 2000).

Manga: Será la manga máxima del buque, distancia medida transversalmente de estribor a babor, medida en el centro del mismo.

Quilla: “Pieza central e inferior de un buque, de proa a popa, sirve de base a las cuadernas y cuerpo del buque” (De Laburu B., 2010).

Puntal de trazado: Se mide al centro de la embarcación.

- a) El puntal de trazado es la distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta la cara inferior de la cubierta superior en el costado. En los buques de madera y en los de construcción mixta, esta distancia se medirá desde el canto inferior del alefriz. Cuando la forma de la parte inferior de la cuaderna maestra es cóncava o cuando existen tracas de apuradura de gran espesor, esta distancia se medirá desde el punto en que la línea del plano del fondo, prolongada hacia el interior, corte el costado de la quilla;
- b) En los buques que tengan trancones redondeados, el puntal de trazado se medirá hasta el punto de intersección de la línea de trazado de la cubierta

con la de las chapas de costado del forro, prolongando las líneas como si el trancañil fuera de forma angular;

- c) Cuando la cubierta superior sea escalonada y la parte elevada de dicha cubierta pase por encima del punto en el que ha de determinarse el puntal de trazado, éste se medirá hasta una línea de referencia que se obtiene prolongando la parte más baja de la cubierta paralelamente a la parte más elevada.
- d) Para embarcaciones menores sin cubierta, se tomará como puntal de trazado la distancia desde el canto alto de la quilla hasta la tapa de la regala.
- e) En las embarcaciones que tengan solamente una parte de cubierta en torno del trancañil y el resto abierto o cerrado por una superestructura, la cubierta principal será la prolongación de la superficie reglada de cubierta a la altura del trancañil y por tanto hasta ahí se medirá el puntal de trazado.

Marco Teórico

Arqueo de Catamaranes.

El arqueo de los catamaranes se debe ajustar a lo establecido en el Decreto N° 28528-MOPT Reglamento de Arqueo de los Buques y a la Ley 8713 Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques; teniendo en cuenta que un catamarán es un tipo especial de embarcación que cuenta con dos cascos.

En primer lugar, se debe precisar si el catamarán es una embarcación mayor o menor (una embarcación es mayor si su tonelaje de registro bruto (en sus siglas TRB) es mayor o igual a 50 Toneladas Moorson y menor, si su TRB es menor de 50 Toneladas Moorson), con objeto de determinar las fórmulas de arqueo que le son aplicables, para lo cual se debe calcular su TRB conforme a lo establecido en el Decreto N° 28528-MOPT.

Se debe agregar que el Decreto N° 28528-MOPT cuenta con fórmulas sencillas para el cálculo del arqueo de una embarcación pequeña, monocasco y se puede obtener el arqueo del casco a partir de la medición de la eslora, manga y puntal, por lo que es conveniente comprender el origen de la fórmula básica que incluye dicho

decreto para advertir que no es correcto incluir la manga del catamarán (manga de la embarcación) en la siguiente fórmula:

$$TRB = \frac{e \cdot m \cdot p}{5} + \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{2,83}$$

Donde:

TRB: Tonelaje de registro (en Toneladas Moorson).

e: Eslora, es la distancia medida desde el extremo a popa de la roda hasta la cara interior del espejo

m: Manga, será la manga máxima del buque, distancia medida transversalmente de estribor a babor, medida en el centro del mismo.

p: Puntal de trazado, distancia vertical medida al centro desde el canto alto de la quilla hasta la cara inferior de la cubierta superior en el costado. En los buques de madera o mixtos; esta distancia se mide desde el alefriz.

n: Número de espacios cerrados sobre cubierta.

V_i : Volumen de un espacio cerrado sobre cubierta en metros cúbicos.

El origen de la parte $\frac{e \cdot m \cdot p}{5}$, se basa en la suposición de que todas las embarcaciones tienen un casco con formas similares, por lo que se asume que todos los cascos son proporcionales. En el desarrollo de esta fórmula, se tomó la forma de un casco que era predominante en el país, el cual se utilizó como modelo y para el que se le calculó un coeficiente de afinamiento cúbico o coeficiente de bloque (para este caso en particular se calcula como la relación entre el volumen total del casco y el volumen del paralelepípedo que lo contiene).

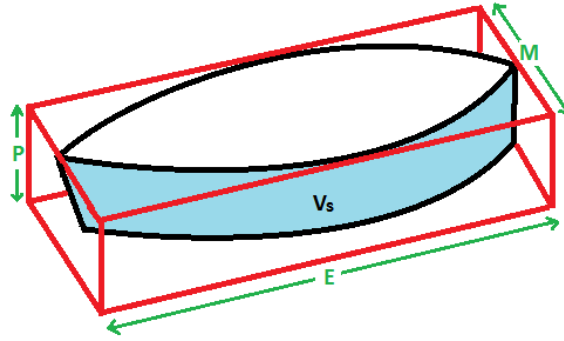


Figura 1: Casco y paralelepípedo que lo contiene.

$$CB = \frac{\text{Volumen del casco}}{\text{Volumen del paralelepípedo}} = \frac{V_s}{E \cdot M \cdot P}$$

Donde

$CB =$ Coeficiente de bloque

$V_s =$ Volumen del casco

Volumen del paralelepípedo = $E \cdot M \cdot P$

Para obtener el volumen de un casco cualquiera y asumiendo su casco proporcional al casco modelo, se multiplica el volumen del paralelepípedo ($E \cdot M \cdot P$) que contiene dicho casco de la embarcación por el coeficiente de bloque:

$$\text{Volumen del casco} = \text{Coeficiente de bloque} \cdot (E \cdot M \cdot P)$$

Por tanto:

$$CB = \frac{V_m}{V_{pm}} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{V_s}{E \cdot M \cdot P}$$

Donde

V_m : Volumen del casco del modelo.

V_{pm} : Volumen del paralelepípedo que contiene el casco del modelo.

V_s : Volumen del casco de la embarcación (desconocido ya que se mide la eslora, manga y puntal).

V_p : Volumen del paralelepípedo que contiene el casco de la embarcación.

CB : Coeficiente de bloque.

Despejando V_s

$$V_s = E \cdot M \cdot P \cdot CB$$

Como 1 Tonelada Moorson = 2,83 m³

$$V_s \text{ en toneladas Moorson} = \frac{V_s}{2.83} = \frac{E \cdot M \cdot P \cdot CB}{2.83}$$

Ya que en la fórmula del reglamento se divide $E \cdot M \cdot P$ entre cinco (5), para obtener el TRB del casco en Toneladas Moorson, se consigue entonces calcular el CB de la embarcación que se utilizó para desarrollar la fórmula.

De la fórmula del reglamento:

$$TRB = \frac{\text{Volumen del casco}}{2.83} = \frac{E \cdot M \cdot P \cdot CB}{2.83} = \frac{E \cdot M \cdot P}{5}$$

Lo anterior implica:

$$\frac{E \cdot M \cdot P \cdot CB}{2.83} = \frac{E \cdot M \cdot P}{5}$$

⇒

$$\frac{CB}{2.83} = \frac{1}{5}$$

Despejando CB

⇒

$$CB = \frac{2.83}{5} = 0.566$$

De lo previamente expuesto, se concluye que la fórmula proviene originalmente de su aplicación en embarcaciones monocasco; de modo que, si se introduce la manga del catamarán en dicha fórmula, el resultado del cálculo sería igual al que se obtendría para un buque de un solo casco, el cual tiene una manga y una eslora igual a la del catamarán; y cuyo resultado sería el de un volumen mayor del real y por consiguiente, un TRB incorrecto.

Por tanto, para arquear un catamarán, se procede inicialmente con el cálculo del arqueado bruto de uno de los cascos, el cual se multiplica por dos (2), ya que por tratarse de una embarcación simétrica, el otro casco poseerá el mismo arqueado. Posteriormente se calcula el volumen bajo cubierta de los espacios cerrados entre los cascos, y el volumen de los espacios cerrados sobre cubierta, los cuales se dividen entre 2.83 para obtener Toneladas Moorson:

$$TRB_{catamarán} = 2 \cdot \frac{E_c \cdot M_c \cdot P_c}{5} + \frac{V_{bc} + V_{sc}}{2.83}$$

E_c : Eslora uno de los cascos (m). Es la distancia medida desde el extremo a popa de la roda hasta la cara interior del espejo.

M_c : Manga de uno de los cascos (m). Será la manga máxima del buque, distancia medida transversalmente de estribor a babor, medida en el centro del mismo..

P_c : Puntal de trazado de uno de los casco (m). Distancia vertical medida al centro del casco, desde el canto alto de la quilla hasta la cara inferior de la cubierta superior en el costado. En los buques de madera o mixtos, esta distancia se medirá desde el alefriz.

V_{bc} : Volumen total de los espacios cerrados bajo cubierta entre pontones (m³).

V_{sc} : Volumen total de todos los espacios cerrados sobre cubierta (m³).

Para el cálculo de los volúmenes sobre cubierta y bajo cubierta entre los cascos, lo recomendado es hacer uso de los planos, o en el caso de embarcaciones menores con geometrías básicas, se pueden calcular a partir de mediciones en campo; por ejemplo, se puede hacer uso de las fórmulas indicadas en el Manual

Técnico para la Expedición del Certificado de Arqueo[‡], Anexo 2 (fórmulas para el cálculo de áreas y volúmenes), Anexo 3 (fórmulas de integración) y sección 6.3 (cálculo de volúmenes sobre cubierta).

Se debe de tener en cuenta que para el cálculo de los volúmenes de los espacios sobre cubierta se deberán de aplicar los criterios del punto f, Artículo 3, del reglamento, el cual trata sobre la exclusión de volúmenes de los espacios considerados cerrados.

El arqueo neto para embarcaciones con un TRB menor de 50, se calculará conforme a lo indicado en el reglamento.

Para buques de carga y pesqueros:

$$TRN = \frac{V_c}{2,83}$$

TRN: Tonelaje de registro neto.

V_c = Volumen de los espacios de carga o nevera (m³).

Para los demás buques:

$$TRN = 0,48 \cdot TRB$$

TRB: Tonelaje de registro bruto.

Si el arqueo bruto es mayor de 50 Toneladas Moorson, se deberá arquear como una embarcación mayor haciendo uso de las fórmulas del artículo 7 del reglamento o de las fórmulas de la Ley 8713 si tiene una eslora mayor de 24 m y realiza viajes internacionales, además de emplear los métodos de integración (Primera regla de Simpson, Primera regla de Simpson con subdivisión, Segunda regla de Simpson y Regla de 5, 8 y -1) descritos en el Manual Técnico para la Expedición del Certificado de Arqueo.

[‡] Manual aprobado por la Dirección de Planeamiento Administrativo del MOPT, como una herramienta para uso de los funcionarios de la División Marítimo Portuaria.

Resultados

A continuación, se describe un ejemplo básico de un catamarán con un arqueado menor de 50 Toneladas Moorson. Conviene tomar en cuenta que el cálculo de los volúmenes dependerá de la geometría del catamarán, pero el mismo servirá de guía para la comprensión de las fórmulas.

Ejemplo 1.

Arqueo de la embarcación Isla Uvita[§]

Características de la embarcación:

$$E: 12,23 - 0,04^{**} = 12,19 \text{ m} = E_c$$

M : 3.60 m (manga del catamarán)

$$P: 1,10 \text{ m} = P_c$$

M_c : 1,20 m (manga del casco)

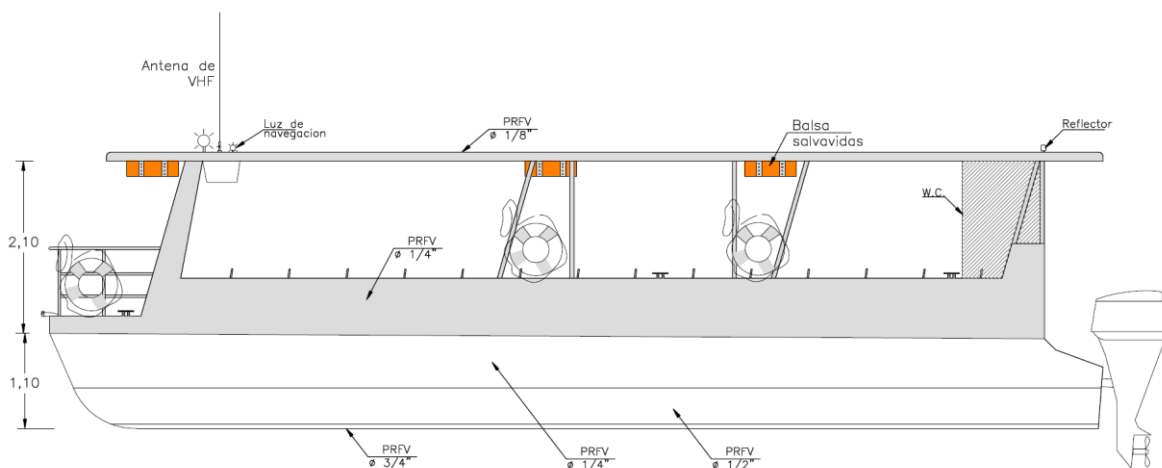


Figura 2: Embarcación Isla Uvita.

[§] Planos aportados por el señor José Manuel Alcover Simó.

^{**} Conforme al Artículo 3, i), del Decreto N° 28528-MOPT, la eslora total se mide hasta la cara interior del espejo (espesor del espejo 0,04 m).

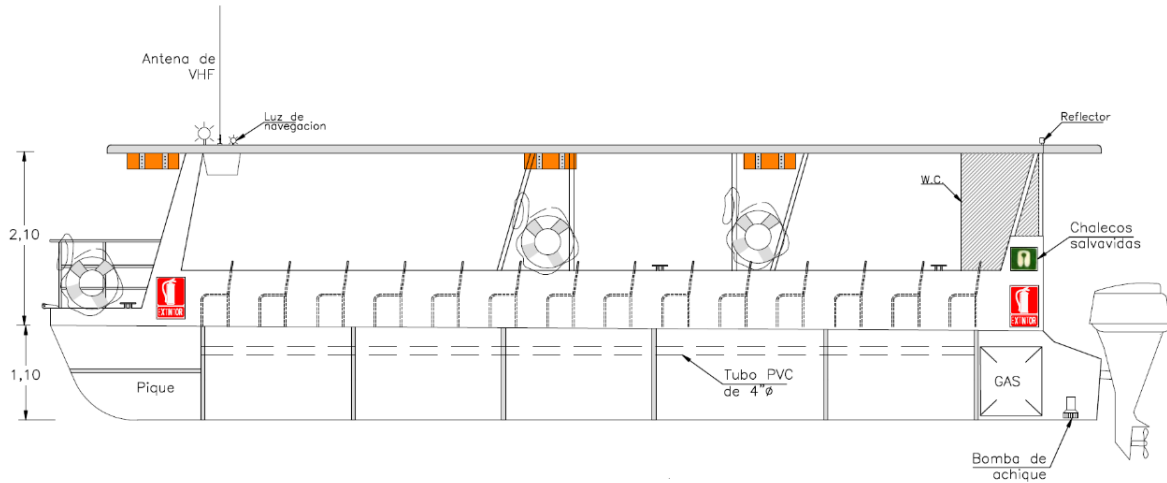


Figura 3: Distancia de mamparos y elementos de seguridad.

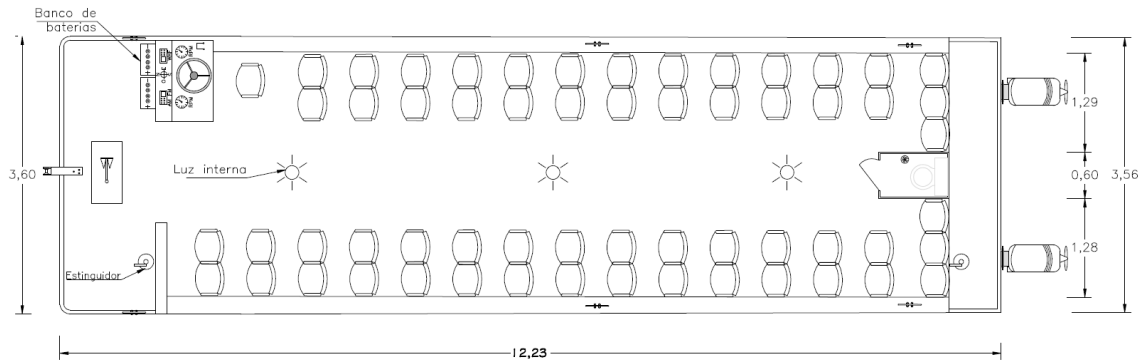


Figura 4: Vista en planta (cubierta).

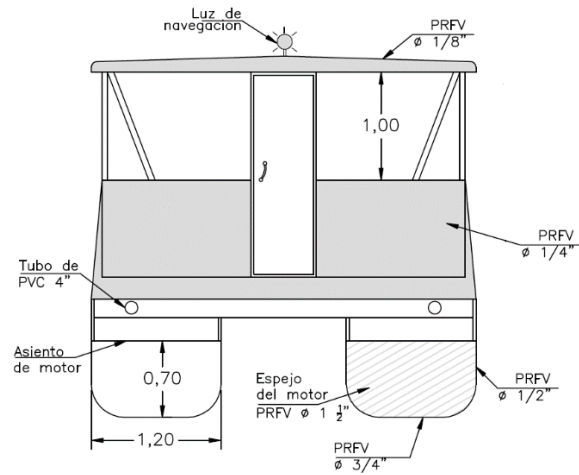


Figura 5: Popa.

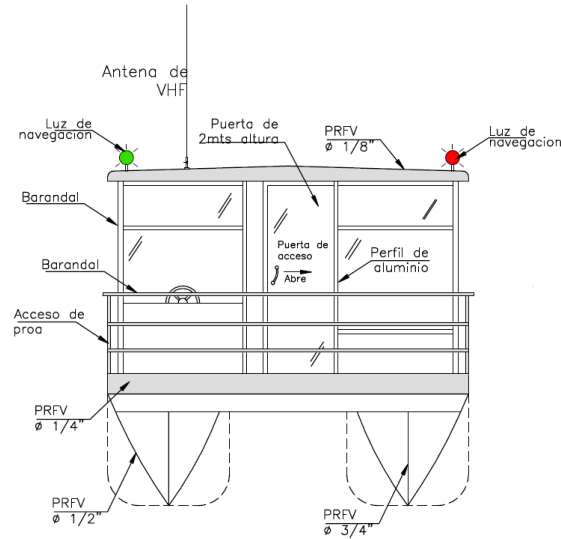


Figura 6: Proa.

Consideración del espacio sobre cubierta.

Para determinar si el espacio sobre cubierta se debe excluir del cálculo del arqueo, se debe aplicar lo indicado en el Artículo 3, punto f.2, del reglamento (Espacios excluidos): Todo espacio situado bajo las cubiertas o techos, abiertos a la mar o a la intemperie, cuya única conexión con los costados expuestos del cuerpo del buque sea la de los puntales necesarios para soportarlo. En ese espacio, pueden instalarse barandillas o una amurada y una chapa de cenefa, y también puntales sobre el costado del buque, siempre que la distancia entre la parte superior de las barandillas o de la amurada y la cenefa no sea inferior a 0,75 metros (2,5 pies) o un tercio de la altura del espacio, tomándose de estos dos valores el que sea mayor (ver Figura 7).

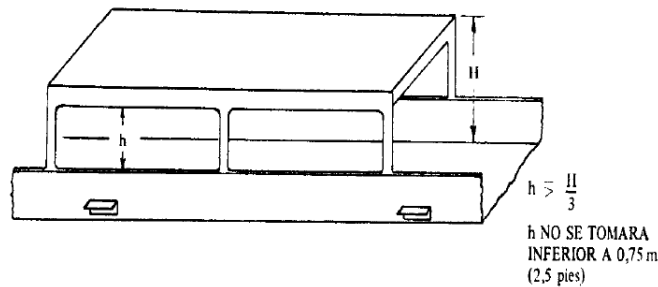


Figura 7: Criterio para espacios bajo cubiertas o techos abiertos a la mar.

Según la regla de un tercio de la altura del espacio obtenemos: $2,10/3 = 0,7$; como este resultado es menor que $0,75$; se toma el mayor $0,75$; como la distancia entre la barandilla (regala) y la cenefa es de $1,00$ m (ver Ilustración 5) y mayor a $0,75$ el espacio sobre la cubierta se considera abierto o excluido.

Sin embargo, se observa que sobre cubierta se instaló un espacio destinado al servicio sanitario; este se clasifica como un espacio cerrado, al cual se le debe calcular el volumen con objeto de incluirlo en el arqueo de la embarcación.

Dimensiones del espacio destinado al servicio sanitario:

E : $1,00$ m M : $0,60$ m P : $2,20$ m

V_{ss} : Volumen del servicio sanitario.

$$V_{ss} = 1,00 \cdot 0,60 \cdot 2,10 = 1,26 \text{ m}^3$$

La embarcación Uvita no cuenta con espacios cerrados bajo cubierta entre pontones, ya que la cubierta esta soportada simplemente por baos y no tiene doble fondo.

V_{bcp} : Volumen bajo cubierta entre pontones.

$$V_{bcp} = 0$$

Se procede entonces con el cálculo del tonelaje de registro bruto:

$$TRB_{catamarán} = 2 \cdot \frac{E_c \cdot M_c \cdot P_c}{5} + \frac{V_{bc} + V_{sc}}{2.83}$$

$$TRB_{catamarán} = 2 \cdot \frac{12,19 \cdot 1,20 \cdot 1,10}{5} + \frac{0 + 1,26}{2.83}$$

$$TRB_{catamarán} = 6,88 \text{ Toneladas Moorson}$$

Para el cálculo del arqueo neto, ya que la embarcación no es de carga, se utilizará en este caso la siguiente fórmula:

$$TRN = 0,48 \cdot TRB$$

$$TRN = 0,48 \cdot 6,88$$

TRN = 3,30 Toneladas Moorson

Conclusión:

<i>TRB = 6,88 Toneladas Moorson</i>
<i>TRN = 3,0 Toneladas Moorson</i>
<i>Eslora=12,23 m</i>
<i>Manga=3,60 m</i>
<i>Puntal=1,10 m</i>

Ejemplo 2.

Arqueo del catamarán Zafira.^{††}



Figura 8: Catamarán Zafira.



Figura 9: Popa del catamarán Zafira.

^{††} Constructor Fountaine Pajot, Modelo Bahía 46 Catamarán 2006.



Figura 10: Proa del catamarán Zafira.

Datos generales del catamarán:

Eslora: 14,04 m = E_c

Manga: 7,30 m

Puntal: 2,44 m = P_c

Manga del casco: 2,37 m

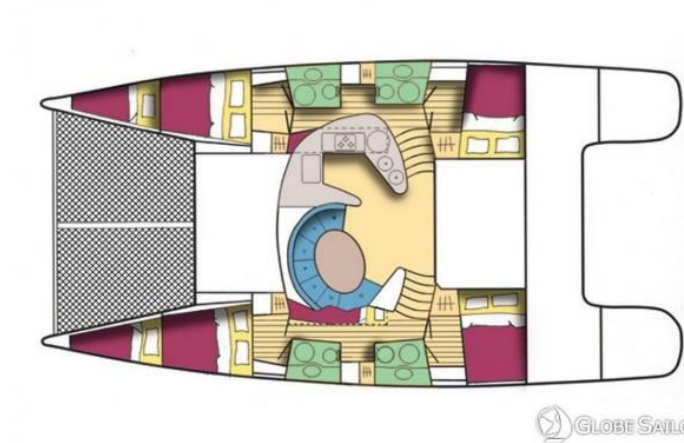


Figura 11: Distribución general.

Se procede, en primer lugar, con el cálculo del arqueado de uno de los pontones:

$$TRB_{\text{pontón}} = \frac{14,04 \cdot 2,37 \cdot 2,44}{5} = 16,24 \text{ Tonelas Moorson}$$

Cálculo del volumen de la superestructura (espacio sobre cubierta).

Para el cálculo del volumen de la superestructura, se calculan el área de la sección inferior y el área de la sección superior del espacio con el fin de calcular su volumen usando el método aproximado de integración de la regla de los trapecios. De modo que se procede a medir la eslora de la sección; en este caso, se divide en tres partes (el número de divisiones que se haga dependerá de la curvatura, en algunos casos se podría requerir una subdivisión para obtener una mejor aproximación, conforme al Manual Técnico para la Expedición del Certificado de Arqueo), ya que se pretende obtener cuatro (4) mangas (m1, m2, m3 y m4) para proceder con el cálculo del área de cada una de ellas por el método de la segunda regla de Simpson. Ver Figura 14.



Figura 12: espacio cerrado sobre cubierta.

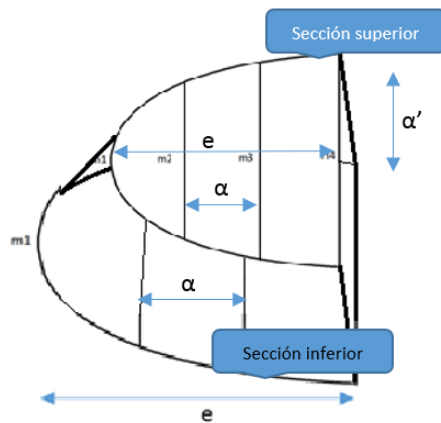


Figura 13: Volumen de la superestructura, se muestran la sección superior e inferior.

Con las áreas de las secciones calculadas, se procede al cálculo del volumen. En esta oportunidad, el cálculo del volumen se realizará usando la regla del trapecio y usando la distancia α' entre las secciones.

Área de la sección superior:

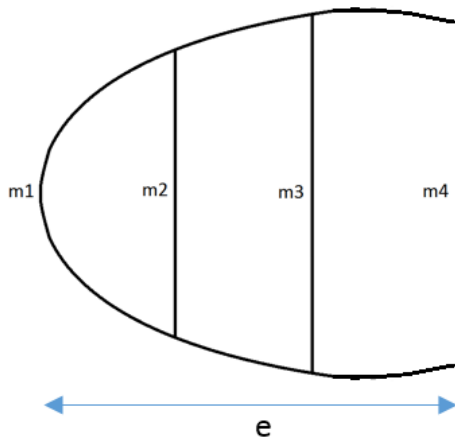


Figura 14: Sección superior.

$$m_1=0 \text{ m}$$

$$m_2=3,60 \text{ m}$$

$$m_3=4,10 \text{ m}$$

$$m_4=2,45 \text{ m}$$

$$e=3 \text{ m}$$

$$\alpha = \text{Separación entre mangas} = e/3 = 1 \text{ m}$$

Se procede al cálculo del área usando la segunda regla de Simpson, ya que el número de intervalos es múltiplo de 3.

Manga	Factor	Producto
0	1	0
3,6	3	10,8
4,1	3	12,3
2,45	1	2,45
	Σ	25,55

Se obtiene al área de la sección superior (A_s)

$$A_s = \alpha \cdot \frac{3}{8} \cdot \Sigma$$

$$A_s = 1 \cdot \frac{3}{8} \cdot 25,55 = 9,58 \text{ m}^2$$

Área de la sección inferior

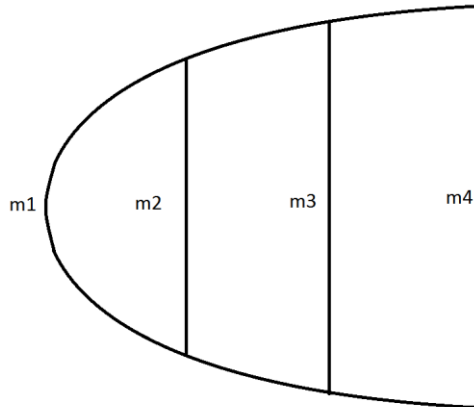


Figura 15: Sección inferior.

m1=0 m

m2=4,66 m

m3=4,93 m

m4=4,96 m

e=3,53 m

α = Separación entre mangas= $e/3 = 1,18$ m

Manga	Factor	Producto
0	1	0
4,66	3	13,98
4,93	3	14,79
4,96	1	4,96
Σ		33,73

Usando la segunda regla de Simpson, se obtiene al área de la sección inferior (A_i)

$$A_i = \alpha \cdot \frac{3}{8} \cdot \Sigma$$

$$A_i = 1,18 \cdot \frac{3}{8} \cdot 33,73 = 14,93 \text{ m}^2$$

Con las áreas A_i y A_s calculadas, se procede a aplicar la regla de los trapecios para calcular el volumen de la superestructura.

$$V_1 = \alpha' \cdot \left(\frac{A_s + A_i}{2} \right)$$

$\alpha' = \text{separación entre secciones} = 1,08 \text{ m}$

$$V_1 = 1,08 \cdot \left(\frac{9,58 + 14,93}{2} \right)$$

$$V_1 = 13,24 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen de los espacios cerrados bajo cubierta.

Volumen de la superestructura bajo cubierta.

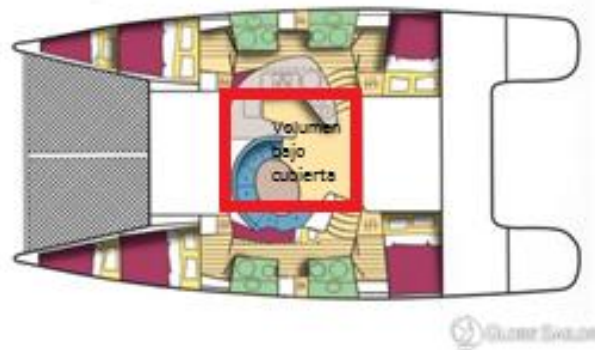


Figura 16: Ubicación del volumen bajo cubierta.

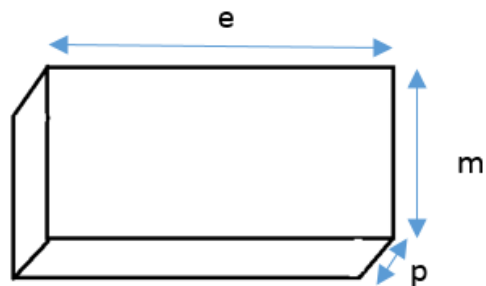


Figura 17: Volumen bajo cubierta.

$e = 3,53 \text{ m}$; $m = 2,56 \text{ m}$; $p = 1,21 \text{ m}$

$$V_2 = 3,53 \cdot 2,56 \cdot 1,21 = 10,93 \text{ m}^3$$

Volumen bajo cubierta en proa.

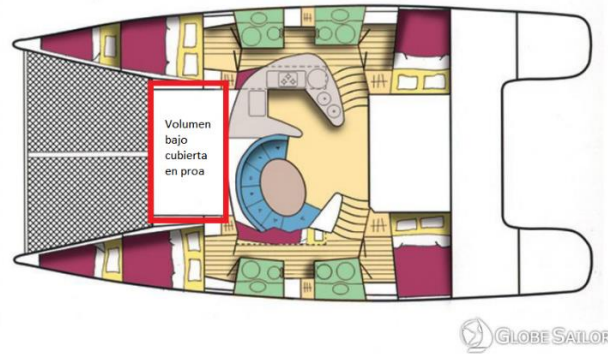


Figura 18: Ubicación del volumen bajo cubierta en proa.



Figura 19: Volumen bajo cubierta en proa.

Se mide la eslora “e” del volumen y se divide por tres (3) para obtener tres intervalos y aplicar la segunda regla de Simpson:

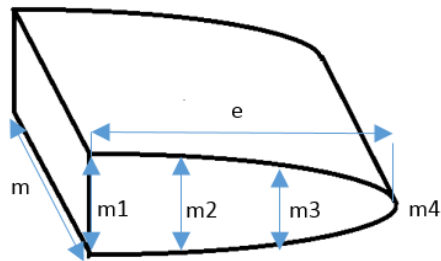


Figura 20: Volumen bajo cubierta en proa.

Dimensiones:

$$m=2,56 \text{ m}$$

$$m_1=0,94 \text{ m}$$

$$m_2=0,86 \text{ m}$$

$$m_3=0,58 \text{ m}$$

$$m_4=0 \text{ m}$$

$$e=1,89 \text{ m}$$

$$\alpha = \text{Separación entre mangas} = e/3 = 0,63 \text{ m}$$

Manga	Factor	Producto
0,94	1	0,94
0,86	3	2,58
0,58	3	1,74
0	1	0
	Σ	5,26

Usando la segunda regla de Simpson, se obtiene al área de la sección transversal (A)

$$A = \alpha \cdot \frac{3}{8} \cdot \Sigma$$

$$A = 0,63 \cdot \frac{3}{8} \cdot 5,26 = 1,24 \text{ m}^2$$

El volumen se obtiene multiplicando el área A por la manga m:

$$V_3 = A \cdot m = 1,24 \cdot 2,56$$

$$V_3 = 3,17 \text{ m}^3$$

Volumen bajo cubierta en popa (doble fondo).

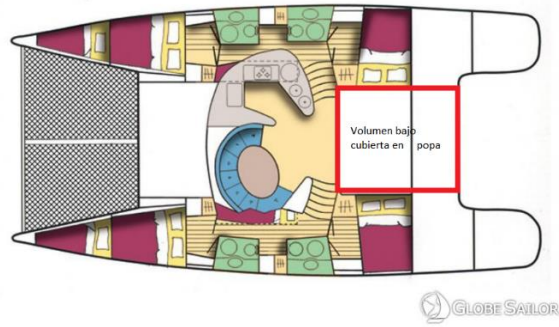


Figura 21: Ubicación del volumen bajo cubierta en popa.

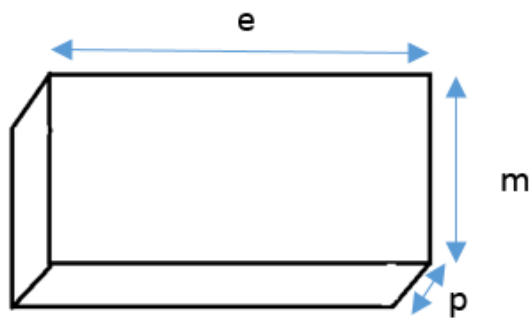


Figura 22: Volumen bajo cubierta en popa.

Dimensiones:

$e = 3,30 \text{ m}$; $m = 2,56 \text{ m}$; $p = 0,39 \text{ m}$

$$V_4 = 3,30 \cdot 2,56 \cdot 0,39 = 3,29 \text{ m}^3$$

Volumen del asiento en popa y espejo (se incluye el asiento porque el mismo está integrado a la embarcación).

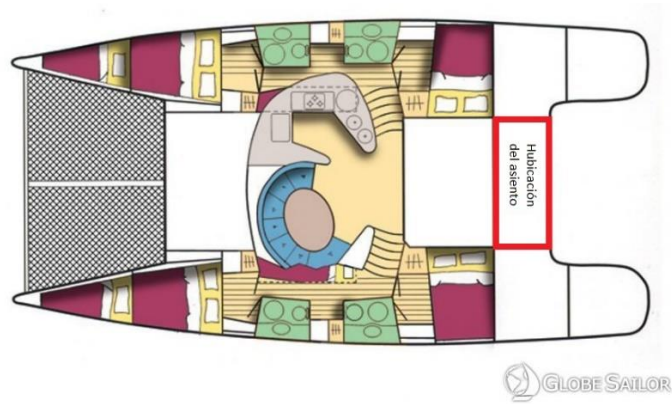


Figura 23: Ubicación del asiento en popa.

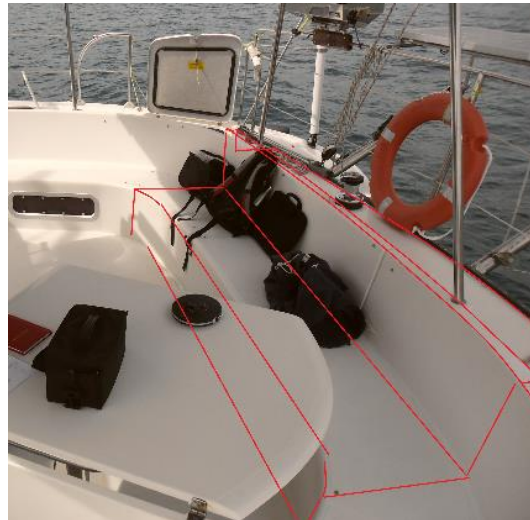


Figura 24: Asiento en popa.

Cálculo de TRB.

$$TRB_{catamaran} = 2 \cdot \frac{E_c \cdot M_c \cdot P_c}{5} + \frac{V_{bc} + V_{sc}}{2.83}$$

$$V_{bc} = V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 10,93 + 3,17 + 3,29 + 1,61 = 19 \text{ m}^3$$

$$V_{sc} = V_1 = 13,24 \text{ m}^3$$

$$TRB_{catamaran} = 2 \cdot 16,24 + \frac{19 + 13,24}{2.83}$$

$$TRB_{catamaran} = 43,87 \text{ Toneladas Moorson}$$

Cálculo de TRN.

$$TRN = TRB \cdot 0,48$$

$$TRN = 43,87 \cdot 0,48$$

$$TRN = 21,06 \text{ Toneladas Moorson}$$

Resultado del arqueo.

<i>TRB = 43,87 Toneladas Moorson</i>
<i>TRN = 21,06 Toneladas Moorson</i>
<i>Eslora=14,04 m</i>
<i>Manga=7,30 m</i>
<i>Puntal=2,44 m</i>

Conclusiones

Las fórmulas establecidas en la reglamentación vigente y aplicables a las embarcaciones menores (TRB<50), aunque se definieron a partir de una embarcación monocasco, las mismas son aplicables a las embarcaciones con dos cascos (catamaranes) e incluso a embarcaciones con tres cascos (trimaranes), siempre que al aplicarlas se tomen en cuenta, que las variables requeridas por las fórmulas se obtienen de cada uno de los cascos y no realizando las mediciones como si la embarcación contara con un solo casco.

Recomendaciones

Los funcionarios que tienen la responsabilidad de realizar los arqueos, constructores de embarcaciones y profesionales que requieran realizar dicho cálculo; al aplicar las fórmulas establecidas en la reglamentación, deben tener en cuenta que hay embarcaciones que, por sus características de diseño, se clasifican como especiales, por lo cual se debe analizar la correcta aplicabilidad de las fórmulas.

El uso correcto de las fórmulas permite un cálculo más preciso de los arqueos, por tanto, mayor credibilidad del trabajo realizado; es recomendable que los profesionales responsables de los arqueos reciban una inducción en cuanto al uso de las fórmulas, terminología marítima, y normativa aplicable.

Bibliografía

De Laburu B., Alberto. (2010). Patrón de Embarcaciones de Recreo. Cancomar (Cantábria Consultores Marítimos S.L.).

Costa Rica, Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2000), Decreto N° 28528-[3] MOPT “Reglamento de Arqueo de los Buques”.

Costa Rica, Poder Legislativo (2009), Ley 8713 “Convenio Internacional Sobre Arqueo de Buques, 1969”.

Dirección de Navegación y Seguridad (2012). Manual Técnico para la Expedición del Certificado de Arqueo. San José, C.R.