



13-P6

Trabajo Fin de Grado: Petrolero de Crudo 280.000TPM



Cuaderno Nº13

Presupuesto de la Construcción

Mónica M^a Rodríguez Lapido

Grado en Propulsión y Servicios del Buque

25/09/2014



1.	CONTENIDO DEL CUADERNO.....	2
2.	PRESUPUESTO DEL ASTILLERO.....	3
2.1.	ACEROS.....	3
2.2.	MATERIALES.....	6
2.2.1.	PIEZAS FUNDIDAS Y FORJADAS.....	6
2.2.2.	TIMONES.....	6
2.2.3.	MATERIALES AUXILIARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.....	6
2.2.4.	PREPARACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES.....	7
2.2.5.	EQUIPOS DIVERSOS Y PROTECCIÓN Y PINTURA.....	7
2.3.	COSTE NETO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.....	9
2.4.	GASTOS DIVERSOS.....	10
2.5.	BENEFICIO DEL ASTILLERO.....	11
3.	PRECIO DEL BUQUE.....	11
4.	ESQUEMA DE LA FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN.....	12

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.012-2013

PROYECTO NÚMERO 13-P6

TIPO DE BUQUE : BUQUE TANQUE DE CRUDOS

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : DNV, SOLAS, MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudos de petróleo 280000 T.P.M.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 16,0 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 18.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas de carga y descarga en cámara de bombas. Calefacción en tanques de carga.

PROPULSIÓN : Un motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 Personas en camarotes individuales. Cabina personal de Suez

Ferrol, Febrero de 2.013

ALUMNO : D^a. Mónica M^a Rodríguez Lapido.



1. CONTENIDO DEL CUADERNO.

En este cuaderno realizaremos un presupuesto para la construcción del buque.

Las características del buque son las siguientes:

Eslora entre Perpendiculares L_{pp}		316,49 m
Eslora Total L_t		329,19 m
Manga B		57,57 m
Puntal D		29,70 m
Calado T	Navegación Normal	21,073 m.
	Navegación Suez	17,50 m
Francobordo FBV de verano		6809 mm
Francobordo FBI de invierno		7286 mm
Peso Muerto DW		290255 t
Capacidad de Tanques (incl. Slops)		331501 m ³
Desplazamiento Δ		352568 t
Coeficiente de Bloque CB		0,89
Coeficiente de la Maestra CM		0,99
Coeficiente de la Flotación CF		0,96
Coeficiente Prismático CP		0,89
Potencia con 15% M.M, a 82 rpm		29492 kW

A continuación se deducirá el presupuesto de la construcción del buque que realizará el astillero y que se divide principalmente en las siguientes partidas:

- Transformaciones.
- Materiales.
- Gastos diversos.
- Beneficio del Astillero.

Para la elaboración de este documento se ha consultado información a cerca de diferentes petroleros, así como catálogos e información de suministradores en el caso de equipos definidos a lo largo del proyecto y de los cuales teníamos acceso a su coste.

El beneficio del astillero se estima en un 10% del valor bruto de construcción del buque



2. PRESUPUESTO DEL ASTILLERO.

2.1. ACEROS.

En este apartado se contempla el total del coste de las horas invertidas y el material empleado por el astillero en la construcción de la estructura.

Para el acero del casco puede suponerse que el peso bruto es de aproximadamente un 8% mayor que el valor del peso neto. Este factor representa los recortes generados en el proceso de corte del acero. La cantidad de recortes será menor cuanto más eficiente sea la ingeniería realizada en el astillero constructor.

Estas horas debemos repartirlas entre los diferentes procesos, asignándole a cada uno de ellos las horas proporcionalmente al peso que cada uno de estos procesos tiene en el buque.

Estos procesos se dividen en los siguientes:

Proceso de Cabecera:

- **Corte por plasma de chapas** con espesor inferior a 20mm. En nuestro caso todas las chapas a excepción de las almas de las vagras , quilla vertical y consolas del tanque central pueden ser cortadas en esta instalación.
- **Oxicorte de chapas** con espesor superior o igual a 20mm. Son los refuerzos longitudinales indicados en el punto anterior.
- **Corte de perfiles** en nuestro caso serán perfiles de llanta de bulbo.

En estas operaciones de corte también se realizan las groeras y los pasos de líquidos en las chapas y refuerzos de forma que el producto intermedio quede listo para pasar a los procesos de fabricación.

Proceso de Prefabricado:

Son aquellos destinados a producir las previas y paneles que formarán los subbloques que tras su unión formarán los bloques.

- Previas simples. Son aquellos refuerzos formados por un alma y un ala. En nuestro caso estas previas son los baos y otros refuerzos en "T".
- Previas complejas. Son aquellas que están formadas por una chapa a la que se le incorporan refuerzos tanto transversales como longitudinales que no excedan de aproximadamente 6,5m.
- Paneles. Formados por chapas a las que se les incorporan refuerzos longitudinales y posteriormente ya fuera de la incorporan los refuerzos transversales o previas simples y/o complejas

Como podemos observar es complicado repartir las horas de los aceros entre los diferentes procesos sin realizar previamente una ingeniería de producción que nos lleva a una estrategia constructiva y así podemos conocer tanto los pesos de cada proceso. Hemos de



tener en cuenta que en los buques, como son los petroleros y los FPSO/FSU tienen un gran peso en los paneles planos.

Lo que si tenemos son unos ratios de horas orientativos, en este caso los ratios corresponden a un astillero con unas instalaciones competitivas:

	CORTE POR PLASMA	OXICORTE	CORTE PERFILES	PREVIAS SIMPLES	PREVIAS COMPLEJAS	PANELES
H/T	2,40	3,40	6,20	7,70	9,40	3,72

El promedio de hora que se usará es de 40h/t, que ya incluye un margen por posibles desviaciones.

Como no realizamos los cuadernos correspondiente a Estructura y Maestra (Cuaderno nº8), ni el correspondiente a Pesos y Centros de Gravedad (Cuaderno nº2), en los que se calcularían los escantillonados y los pesos respectivamente, usaremos un valor estimativo calculado en el Cuaderno 1 apoyándonos en la experiencia y en los buques de referencia. Debemos señalar que el peso de la estructura es ligeramente superior al peso medio en este tipo de buques. Esto es porque al no conocer en detalle los cálculos estructurales no podemos conocer qué porcentaje del peso de acero sería susceptible de ser reemplazado por acero de alto límite elástico (HTS) lo que en la práctica permite reducir el escantillón de los elementos afectados y consecuentemente su peso.

El peso estimado de nuestro buque es de 42.101t, entonces el número de horas de elaborado y prefabricado será 1.557.737h.

El coste actual del acero es de 420\$/ton. (329€/ton). Por lo tanto conocido el peso estructural del buque tendremos un coste del acero de 13.851 miles de €.

En este tipo de buques como es nuestro petrolero el acero representa un 65% de las horas, un 35% pertenecen a armamento, llevando la oficina técnica un 1%, y el departamento de gestión de calidad un 1,5%.

El reparto de las horas por departamentos quedaría como se puede ver a continuación:



REPARTO DE HORAS	
PESO DE ACERO NETO	42.101
RECORTES	8%
PESO DE ACERO BRUTO	45.469
H/T ACERO	37

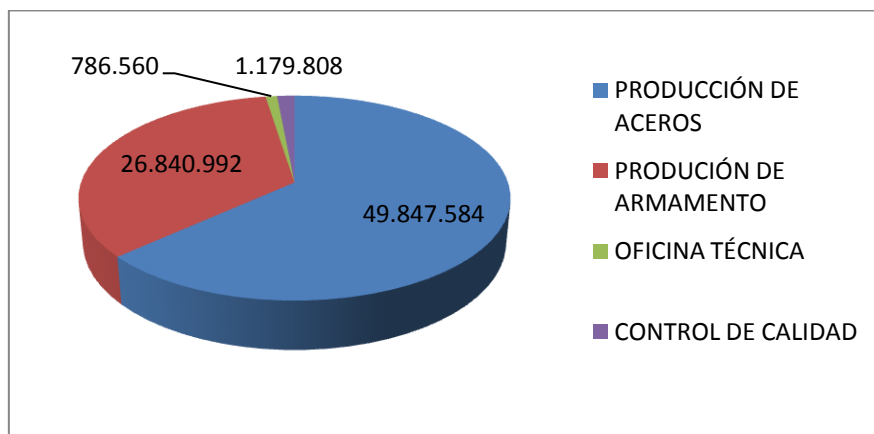
		PRODUCCIÓN	OFICINA TÉCNICA	CONTROL DE CALIDAD
COEFICIENTE HORAS	DESGLOSE	97,5%	1,0%	1,5%
DESGLOSE DE HORAS		2.396.518	24.580	36.869
		ACEROS	ARMAMENTO	
COEFICIENTE DE PRODUCCIÓN	DESGLOSE	65%	35%	
DESGLOSE DE PRODUCCIÓN	HORAS DE	1.557.737	838.781	

HORAS TOTALES BLOQUE	2.457.967
-----------------------------	------------------

Sabiendo que tenemos un precio hora de 36 euros calcularemos las transformaciones y luego a partir de esas transformaciones calcularemos el coste por departamentos.

CALCULO DE LAS TRANSFORMACIONES	
PRECIO MEDIO/HORA	32
HORAS TOTALES	2.457.967
COSTE TRANSFORMACIONES	78.654.944

COSTE POR DEPARTAMENTOS EN EUROS	
PRODUCCIÓN DE ACEROS	49.847.584
PRODUCCIÓN DE ARMAMENTO	26.840.992
OFICINA TÉCNICA	786.560
CONTROL DE CALIDAD	1.179.808
TOTAL TRANSFORMACIONES	78.654.944





2.2. MATERIALES.

Con los precios de mercado del acero y de aquellos equipos más importantes para nuestro buque realizaremos el siguiente desglose.

2.2.1. PIEZAS FUNDIDAS Y FORJADAS.

Su coste se obtiene de la siguiente expresión:

$$P = \frac{(4 \cdot L \cdot T)}{166,386} \text{ miles de } \text{€}$$

L será la eslora reglamentaria.(325,65m.)

T es el calado de escantillonado.(21,7m.)

Substituyendo los valores en la fórmula tendremos que el coste de las piezas fundidas y forjadas será de 169,88miles de €

2.2.2. TIMONES.

Su coste puede estimarse según la expresión:

$$P = 6 \cdot N_t \cdot L_t^2 \cdot H_t \text{ miles de } \text{€}.$$

N_t es el número de timones que toma el valor 1.

L_t es la longitud del timón. Toma el valor de 11,53m.

H_t es la anchura del timón. Toma el valor de 1,67m.

El coste del timón será de 1.332miles de €.

Para calcular las horas de mano de obra se calcularan por la siguiente expresión, son horas estimadas:

$$P = 100 \cdot N_t \cdot L_t \cdot H_t$$

Por lo consiguiente tendremos un valor de horas de 1.925h.

2.2.3. MATERIALES AUXILIARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.

Se pueden estimar con la siguiente expresión:

$$P = 7 \cdot P_A$$

Y con ello obtenemos un valor de 294.707€.



2.2.4. PREPARACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES.

Para saber el coste estimado lo podemos calcular mediante la siguiente tabla:

PREPARACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES		
CONCEPTO	COSTE €/M2	TOTAL
Obra viva	13,87	443.262
Obra muerta	13,87	92.471
Cubierta intemperie	13,87	259.897
Superestructuray guardacalor	13,87	98.892
Accesorios	13,87	5.037
Cámara de Máquinas	23,12	128.362
Tanques de Carga	23,12	969.953
Tanques de Lastre	23,12	817.061
Piso de Cámara de Máquinas	23,12	147.050
SUBTOTAL		2.961.990

Podremos estimar unas 20.000horas.

2.2.5. EQUIPOS DIVERSOS Y PROTECCIÓN Y PINTURA.

COSTES DE EQUIPOS Y PINTURA	
CONCEPTO	COSTE €
Anclas	114.715
Cadenas y estachas	425.925
Botes Salvavidas	105.980
Sistema Davits	27.970
Balsas, chalecos y aros	34.209
Puertas de acero, ventanas, portillos	60.715
Escaleras, pasamanos y candeleros	34.739
Escotillas y lumbreras	41.888
Accesorios de fondeo y amarre	8.815
Escalas reales, práctico	44.812
Preparación de superficies de pintura	2.961.990
Protección catódica	50.166
Molinetes	326.334
Chigres de maniobra	218.852
Timón y accesorios	1.539.790
Tuberías	675.939
Sistemas de automatización	186.470
Sistema de gas inerte	40.460
Sistemas de navegación y comunicaciones	289.844
SUBTOTAL	7.189.610



COSTES DE EQUIPOS Y PINTURA	
CONCEPTO	COSTE €
Acero (€/kg)	
Chapas	0,42
Perfiles	0,62
VALOR MEDIO DEL ACERO	0,53
Consumibles (€/kg)	2,31
Recortes	0,26

CONCEPTO	PESO (t).	COSTE €
Acero	42.101	13.851.000
Consumibles (2,5% de acero)	942,35	2.176.828
Recortes (8% de acero)	3.015,54	-784040
SUBTOTAL		15.243.788

LLAVE EN MANO	
CONCEPTO	COSTE €
Habilitación	694.770
Aire acondicionado	277.908
Electricidad	568.627
Sistemas contraincendios	295.402
SUBTOTAL	1.833.710

PROPULSIÓN	
CONCEPTO	COSTE €
Motor principal	4.164.440
Línea de ejes	104.216
Hélice	221.047
SUBTOTAL	4.489.700



AUXILIARES DE MÁQUINAS	
CONCEPTO	COSTE €
Grupos de generadores	1.407.440
Grupo de emergencia	52.337
Servomotor	459.590
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación	168.266
Caldera	151.374
Equipos aire de arranque	57.041
Equipos de manejo combustible	231.296
Equipos de purificación	157.150
Bombas, C.I., lastre, baldeo	114.637
Separador de sentinas	34.975
Equipos sanitarios	54.589
Ventilación en Cámara de Máquinas	26.165
Equipos de desmontaje en Cámara de Máquinas	11.402
Taller de maquinas	16.674
SUBTOTAL	2.492.940

CARGOS Y PERTRECHOS	
DESCRIPCIÓN	IMPORTE €
Respetos no reglamentarios	288.556
Respetos especiales	406.750
SUBTOTAL	695.316

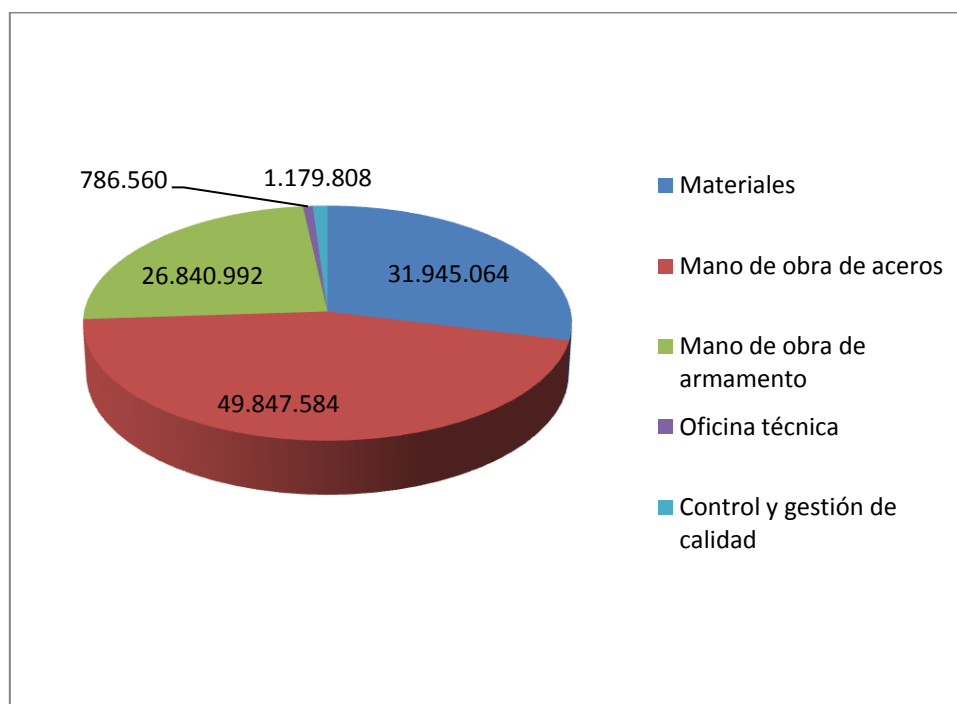
Con todos estos valores lo que hacemos ahora es hacer el cálculo total de partidas.

MATERIALES	EUROS
Coste de acero y consumibles	15.243.788
Coste de equipos y pintura	7.189.610
Llave en mano	1.833.710
Propulsión	4.489.700
Auxiliares de máquinas	2.492.940
Cargos y pertrechos	695.316
TOTAL MATERIALES	31.945.064

2.3. COSTE NETO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.

Al coste calculado de los materiales debemos de sumarle el coste de la mano de obra.

CONCEPTO	EUROS
Materiales	31.945.064
Mano de obra de aceros	49.847.584
Mano de obra de armamento	26.840.992
Oficina técnica	786.560
Control y gestión de calidad	1.179.808
TOTAL	110.600.008



Representando en una gráfica de sectores estas partidas podemos ver el peso que cada una tiene en el coste de la producción: materiales y mano de obra.

2.4. GASTOS DIVERSOS.

Aquí se incluirán aquellos gastos que son de construcción y que no están incluidos en las partidas anteriores. Los más importantes los indicaremos a continuación:

- Seguros.
- Sociedad de Clasificación.
- Auxilios durante la construcción (andamios, radiografías,..).
- Garantías.
- Varios: inspección armador.
- Comisiones broker.

Se pueden estimar los costes entre el 3% y el 5% del valor de la construcción del buque. Tomamos un valor intermedio del 4%.

VALOR TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓN	110.600.008
GASTOS VARIOS	4%
TOTAL GASTOS VARIOS	4.424.000



2.5. BENEFICIO DEL ASTILLERO.

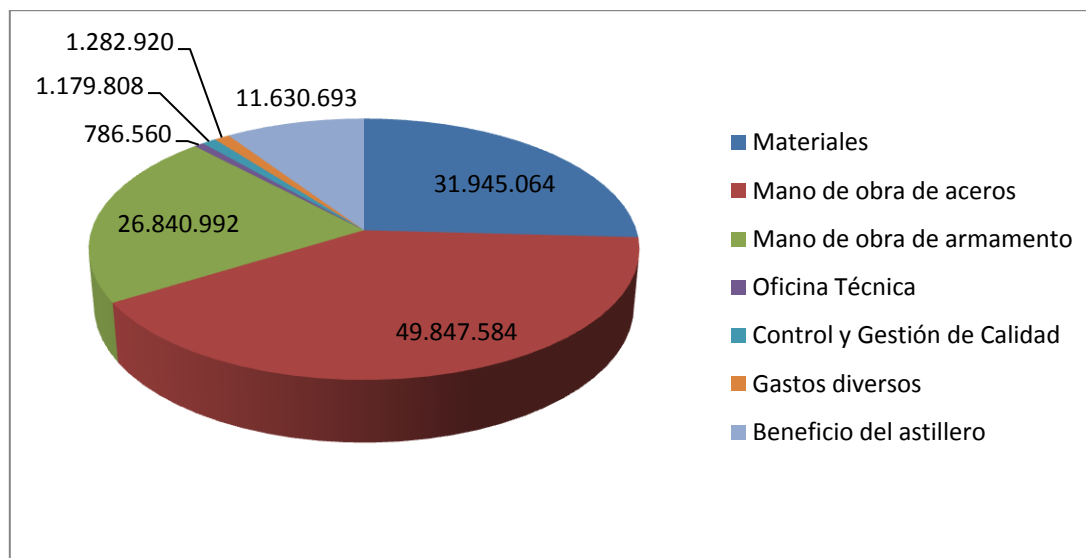
En esta partida tendremos el beneficio que obtiene el astillero en las labores de la construcción del buque. Que será un porcentaje del coste total del buque y que se estima en un 10%.

3. PRECIO DEL BUQUE.

Los totales de las partidas anteriores, se recogen y de desglosan como sigue:

CONCEPTO	EUROS
Materiales	31.945.064
Mano de obra de aceros	49.847.584
Mano de obra de armamento	26.840.992
Oficina Técnica	786.560
Control y Gestión de Calidad	1.179.808
Gastos diversos	1.282.920
Beneficio del astillero	11.630.693
TOTAL	123.513.621

Si lo representamos gráficamente obtenemos una distribución como la que podemos ver a continuación.



Hemos considerado más horas de elaborado y prefabricado para cubrir posibles desviaciones aplicando un margen que al final nos lleva a unas 37H/T. El indicador H/T va en función de los retrasos en suministros de materiales, huelgas, motivación de los operarios, menor número de plantilla frente a la prevista en el estudio de productividades por procesos...



4. ESQUEMA DE LA FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN.

El Armador financiará el 80% del coste del buque(P_o) con créditos oficiales a 10 años y el 4% de interés y el 20% restante (P_p) con créditos privados a 10 años y a un 3% de interés.

Así las anualidades del crédito oficial serán de:

$$A_o = \frac{P_o \cdot I_o}{1 - (1 + I_o)^{-N_o}}$$

Y las del privado:

$$A_p = \frac{P_p \cdot I_p}{1 - (1 + I_p)^{-N_p}}$$

Siendo:

P_a Precio del Armador = 123.513.621€.

$P_o = 0,8 \cdot P_a$ es Inversión financiada por créditos oficiales. Es decir, 98.810.897€.

$P_p = 0,2 \cdot P_a$ es Inversión financiada por créditos privados. Es decir, 24.702.724€.

I_o es el Interés oficial de 8%.

I_p es el Interés privado 3%.

N_o es el N^o de años a los que se concede el crédito oficial a 10 años.

N_p es el N^o de años a los que se concede el crédito privado a 10 años.

Por lo tanto:

$$A_o = \frac{98.810.897 \cdot 0,08}{1 - (1 + 0,08)^{-10}} = 14.725.737€$$

$$A_p = \frac{24.702.724 \cdot 0,03}{1 - (1 + 0,03)^{-10}} = 2.895.912€$$

PRECIO DEL BUQUE	123.513.621	ANUALIDADES
CRÉDITO OFICIAL	98.810.897	14.725.737
CRÉDITO PRIVADO	24.702.724	2.895.912