



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2022/23

*PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA,
AUXILIAR A OTRA DE EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO
Y GAS EN AGUAS PROFUNDAS*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Manuel Martínez Suárez

TUTOR

Vicente Díaz Casás

FECHA

FEBRERO 2023

1 TÍTULO Y RESUMEN

1.1 O Proxecto

Nas seguintes páxinas desenvolverase o deseño dunha plataforma TLP que servirá de apoio a outra de extracción e produción en augas profundas, servindo para a acomodación do persoal técnico e para a estiba da carga na cuberta.

O proxecto comezará cunha análise do mercado do oil&gas para coñecer o estado do arte do sector offshore e así comezar a valorar unha posible xeometría inicial da unidade; cun estudo sobre o emprazamento, e recompilando unha base de datos de plataformas similares para o seu posterior estudo.

Unha vez analizada a base de datos, e atendendo aos requirimentos esixidos nos RPA, áchanse os elementos que conforman a xeometría da unidade, describindo os pesos e empuxes que producen.

Realizarase mediante simulación un estudo hidrodinámico sobre as forzas que actúan na plataforma para coñecer así as esixencias de cargas sobre o sistema de tendóns. Por último, describiranse os equipos e servizos da plataforma, o sistema de xeración e distribución de electricidade e a localización e volume dos tanques de consumibles e lastre.

1.2 El proyecto

En las siguientes páginas se desarrollará el diseño de una plataforma TLP que servirá de apoyo a otra de extracción y producción en aguas profundas, sirviendo para la acomodación del personal técnico y para la estiba de carga en cubierta.

El proyecto comenzará con un análisis del mercado del oil&gas para conocer el estado del arte del sector offshore y así comenzar a valorar una posible geometría inicial de la unidad; con un estudio sobre el emplazamiento, y recopilando una base de datos de plataformas similares para su posterior estudio.

Una vez analizada la base de datos, y atendiendo a los requerimientos exigidos en los RPA, se hallan los elementos que conforman la geometría de la unidad, describiendo las fuerzas que y empujes que producen.

Se realiza mediante simulación un estudio hidrodinámico sobre las fuerzas que actúan en la plataforma para conocer así las exigencias de carga sobre el sistema de tendones. Por último, se describirán los equipos y servicios de la plataforma, el sistema de generación y distribución de electricidad y la ubicación y volumen de los tanques de consumibles y lastre.

1.3 The project

In the following pages will be developed the design of a TLP platform that will support another extraction and production in deep waters, serving for the accommodation of technical personnel and for the stowage of cargo on deck.

The project will begin with an analysis of the oil&gas market to know the state of the art of the offshore sector and thus begin to assess a possible initial geometry of the unit; with a study on the site and collecting a database of similar platforms for further study.

Once the database has been analyzed, and according to the requirements demanded in the RPA, the distribution and size of the roof is found and, from that, the rest of the elements that make up the geometry of the unit, describing the forces that and the pushes that they produce.

A hydrodynamic study on the forces acting on the platform is carried out by means of simulation to determine the load requirements on the tendon system. Finally, the equipment and services of the platform, the electricity generation and distribution system and the location and volume of consumable and ballast tanks will be described.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2022/23

*PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA,
AUXILIAR A OTRA DE EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO
Y GAS EN AGUAS PROFUNDAS*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CAPÍTULO 3

PLANO DE FORMAS Y DISPOSICIÓN GENERAL

2 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2022/23

- **TIPO DE UNIDAD**

Plataforma TLP para habilitación y carga, auxiliar a otra de extracción oil&gas en aguas profundas.

- **CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN**

Bureau Veritas, API, AISC, MODU y Convenio MARPOL.

- **CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA**

Espacio de 550 m² de carga general en cubierta.

- **SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA/DESCARGA**

Grúas de cubierta para carga y descarga.

- **TRIPULACIÓN Y PASAJE**

40 tripulantes.

- **OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los habituales en este tipo de unidades.

ÍNDICE

1 TÍTULO Y RESUMEN	2
1.1 O Proxecto	2
1.2 El proyecto	2
1.3 The project	3
2 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD	5
3 VOLUMEN DE CONSUMOS Y TANQUES	7
3.1 Combustible	7
3.1.1 Tanque de diésel	7
3.1.2 Tanque de diésel de uso diario	7
3.1.3 Tanque de sedimentación	8
3.1.4 Tanque de aceite	8
3.2 Agua	8
3.2.1 Tanque de agua dulce	8
3.2.2 Tanque de agua técnica	8
3.3 Residuos	9
3.3.1 Tanque de lodos y aguas aceitosas	9
3.3.2 Tanque de aguas residuales	9
3.4 Lastre	10
3.5 Dimensionamiento y formas de los tanques	11
3.6 Resumen de los tanques de consumibles	11
4 EXPLICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN GENERAL	13
5 PLANOS DE LOS TANQUES DE LASTRE	15
6 FORMAS DE LA PLATAFORMA	20
Bibliografía	30

3 VOLUMEN DE CONSUMOS Y TANQUES

A partir de los datos de los equipos que se han dimensionado en los capítulos 5 y 6, los consumos estimados y los reglamentos, tanto internacionales como de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, se puede calcular el volumen que requieren los tanques de los consumibles.

3.1 Combustible

El hecho de que no exista un requerimiento previo sobre la autonomía de la plataforma hace no que tengamos un dato sobre el que dimensionar los dichos consumos. Sin embargo, nos podemos decantar por estimarla en 30 días, guiándonos por el tiempo estándar de turnos de trabajo de la tripulación.

3.1.1 Tanque de diésel

El tanque de diésel se dimensionará por el consumo del generador, que se establece en su ficha técnica como 107,25 l/h. Sabiendo que la unidad contará con tres generadores, se establece el volumen necesario de diésel con un sobredimensionamiento del 10% como:

$$C_D = C_G \cdot t_{funcionamiento} \cdot n_G$$

$$C_D = \frac{107,25 \cdot 30 \cdot 24 \text{ h} \cdot 3}{1000} \cdot 1,1 = 254,83 \text{ m}^3$$

3.1.2 Tanque de diésel de uso diario

Se dispondrá de un tanque de uso diario, que a su vez supondrá un margen de contingencia del combustible total y como tanque de emergencia en caso de incidente en el tanque principal, cuyo consumo sería de 1,23 m³. Supondrá el consumo del generador principal durante 24 h.

$$C_{DVD} = \frac{107,25 \cdot 24 \text{ h} \cdot 3}{1000} = 7,722 \text{ m}^3$$

3.1.3 Tanque de sedimentación

Para el diseño del tanque de sedimentación se tomará el volumen del consumo de combustible de 24 h con un margen del 15%.

$$V_s = \frac{107,25 \cdot 24 \text{ h} \cdot 3}{1000} \cdot 1.15 = \mathbf{8,88 \text{ m}^3}$$

3.1.4 Tanque de aceite

En este caso, la unidad no dispondrá de un tanque de aceite, como podría ser el caso de una plataforma de perforación, al sólo ser necesario para el generador y no tener una maquinaria de grandes dimensiones. El consumo, que se estima en 6,82 l, no puede considerarse suficiente para dimensionar un tanque exclusivo, y se almacenará en la zona de máquinas como otros líquidos relativos a las máquinas.

3.2 Agua

3.2.1 Tanque de agua dulce

El consumo de agua dulce se ha estimado en el Capítulo 5, a la hora de dimensionar el generador, en 14 m³ diarios. Teniendo en cuenta la permeabilidad (k_I), el volumen de dicho tanque será:

$$V_{AD} = \frac{C_{AD}}{k_I} = \frac{14}{0,98} = \mathbf{14,29 \text{ m}^3}$$

3.2.2 Tanque de agua técnica

De igual manera que el aceite, al no disponer de grandes consumos de agua técnica como refrigeración, por ejemplo, no será necesario disponer de un tanque específico para este servicio, pudiéndose utilizar directamente el agua dulce.

3.3 Residuos

3.3.1 Tanque de lodos y aguas aceitosas

Para el tanque de lodos debemos redirigirnos a la Regla 12 del Anexo I del Convenio MARPOL relativa a los tanques de residuos de hidrocarburos. Este reglamento indica que el volumen de este tanque se obtiene a partir del consumo del generador y de un coeficiente de la siguiente forma:

- 0,010 si el combustible ha de ser purificado antes de entrar en la máquina
- 0,005 en caso de fuel oil o diésel oil que no necesite purificación

Así, el volumen de lodos será el siguiente:

$$V_L = K_1 \cdot C \cdot D$$

$$V_L' = 0,005 \cdot 7,72 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 30 \text{ días} = 1,16 \text{ m}^3$$

El tanque también contendrá las aguas aceitosas, que se estiman en el mismo volumen que los lodos, siendo así el volumen del tanque:

$$V_L = 2,32 \text{ m}^3$$

3.3.2 Tanque de aguas residuales

Con respecto a las aguas residuales, también debemos atenernos al Convenio MARPOL (Regla 9, Capítulo 3, Anexo IV); donde se establecen los procesos de depuración y tratamiento (explicados en el Capítulo 5).

Para saber el volumen de generación de aguas residuales, nos ceñimos a las reglas UNE-ENISO 15749-1:2009 y UNE-EN ISO 15749-2:2009.

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

Tipo de buque	Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros			
	Planta sin vacío		Planta con vacío	
	Aguas negras	Aguas negras y grises	Aguas negras	Aguas negras y grises
Buques de pasaje	70	230	25	185
Buques de alta mar exceptuando los de pasaje	70	180	25	135
Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.				
NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.				

Figura 1 Cantidad de aguas de desecho (Fuente: Normas UNE)

El volumen del tanque de aguas residuales, atendiendo a la permeabilidad, será:

$$V_{AR} = \frac{\text{desechos}/\text{tripulante} \cdot n_t \cdot t}{k_I}$$

De esta manera, la cantidad de aguas negras y grises (pues se tratarán de forma distinta y, por tanto, se almacenarán por separado) será, respectivamente:

$$V_{AN} = \frac{70 \cdot 40 \cdot 30}{0,98} = 81,71 \text{ m}^3$$

$$V_{AG} = \frac{110 \cdot 40 \cdot 30}{0,98} = 134,69 \text{ m}^3$$

3.4 Lastre

En esta unidad se usará como tanques de lastre los espacios estancos entre mamparos en las patas, como se indicó anteriormente. De esta manera, se puede colocar lastre en lugares lejanos al centro de gravedad, pudiendo corregir asientos de la plataforma con pesos relativamente pequeños.

Cabe destacar que los tanques de cada pata son de volúmenes diferentes debido a la forma trapezoidal de estas. La siguiente tabla recoge un resumen general de las medidas medias de los tanques de lastre.

LASTRE	
Nº TANQUES POR PATA	17
Nº TANQUES	51
VOLUMEN MEDIO TANQUE (m3)	247,69
PESO MEDIO/TANQUE (t)	254,13
VOLUMEN TOTAL LASTRE (m3)	12632,37
PESO TOTAL LASTRE (t)	12960,81

Tabla 1 Características de los tanques de lastre

Las dimensiones y situación de los tanques se adjuntan en los planos de tanques de lastre.

3.5 Dimensionamiento y formas de los tanques

Como anteriormente se ha indicado, los tanques de los consumibles se instalarán en la Cubierta -1. La altura de esta cubierta es de 4,52 m y la superficie libre disponible para la instalación de 149,2 m², pues se deben evitar los pilares en los que la pontona se une al casco. El volumen total disponible para la instalación de tanques resulta en 663,75 m³.

Se han dimensionado de esta manera los tanques con una forma prismática de altura igual a 4,5 m (a excepción del tanque de lodos por su pequeño tamaño). El volumen total que ocupan los tanques es de 594,15 m³, quedando todavía 69,6 m³ de margen.

3.6 Resumen de los tanques de consumibles

La siguiente tabla muestra un resumen de volumen, peso y ubicación de los diferentes tanques calculados en los puntos anteriores. La ubicación se ha tomado respecto a su centro de gravedad en coordenadas polares, pues así se determinó en el capítulo anterior.

TANQUE			UBICACIÓN		
CONSUMIBLE	VOLUMEN (m3)	PESO (t)	ρ (m)	φ (°)	Z (m)
DIÉSEL	254,83	216,60	3,19	144	48,497
DIÉSEL DE USO DIARIO	7,72	6,56	2,58	17	48,497
SEDIMENTACIÓN	8,88	7,55	2,65	339	48,497
AGUA DULCE	14,29	14,29	4,54	342	48,497
LODOS	2,32	1,39	3,48	45	46,620
AGUAS NEGRAS	85,71	94,29	1,51	119	48,497
AGUAS GRISES	134,69	148,16	0,74	171	48,497

Tabla 2 Características de los tanques de consumibles

4 EXPLICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN GENERAL

La primera cubierta en orden ascendente, la Cubierta -1, la conforma la chapa superior de la columna del casco, y se ha diseñado a semejanza de las plataformas y existentes. Su función es la de albergar los distintos tanques de almacenamiento de líquidos consumibles (residuos, diésel, etc.).

Los tanques de agua dulce están, como se observa el [plano 01](#), separados de los de aguas residuales para evitar posibles infiltraciones debido a su porosidad.

La Cubierta Principal es la más importante de la unidad, pues en ella están instalados los medios de carga y descarga, el espacio de máquinas y el de habilitación. En ella se estiba la carga para la que está diseñada la plataforma en las dos zonas de carga y los principales medios de salvamento.

El espacio de máquinas contiene los equipos de tratamiento de basuras, aguas residuales, generación y servicio de agua potable, el sistema de generación eléctrico y todos los demás equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la unidad, además de todas las bombas encargadas de la circulación de líquidos como diésel o agua.

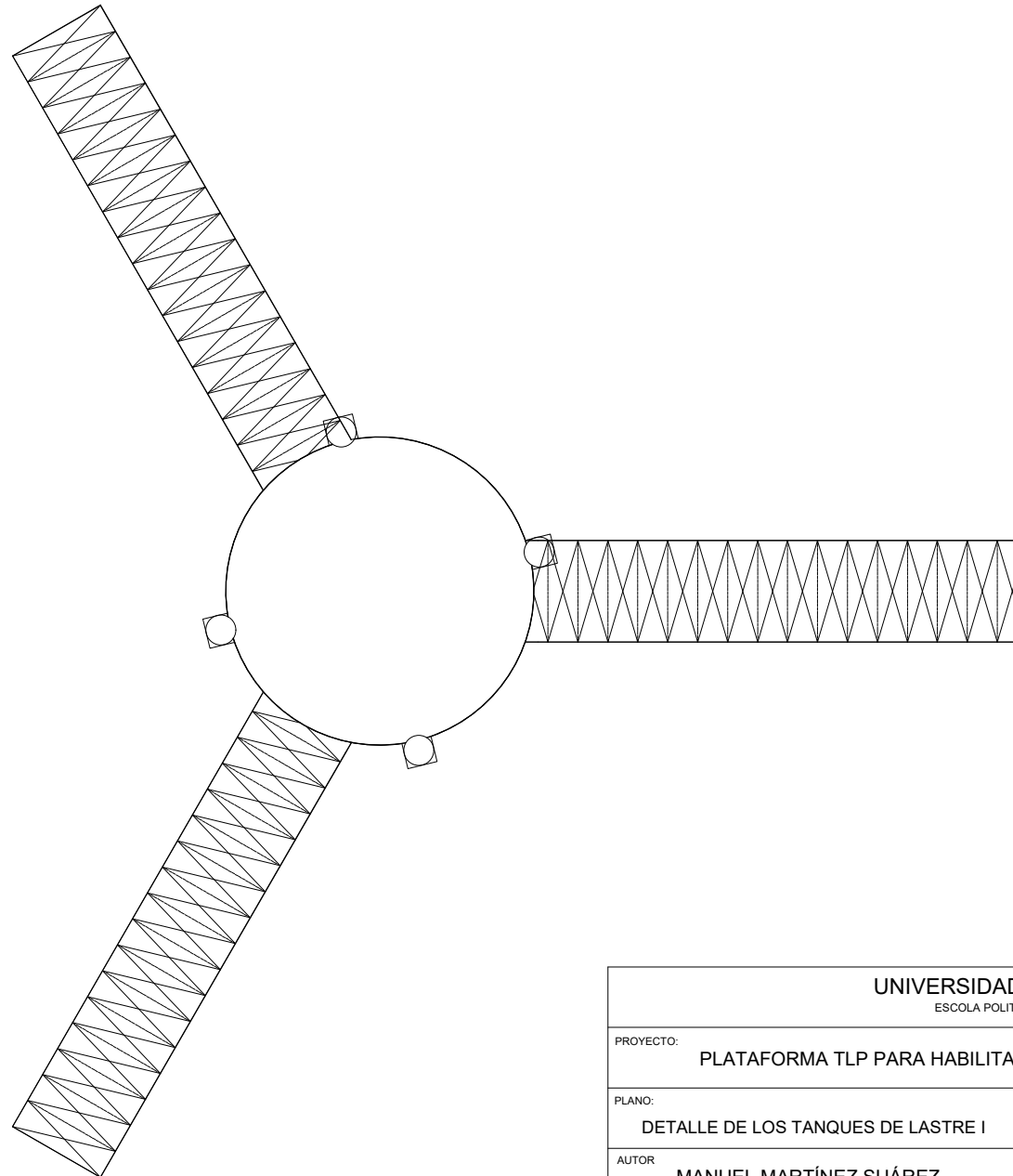
En la habilitación, por su parte, encontramos los espacios comunes de la tripulación, distribuidos según el modelo del proveedor. Justo después de la entrada de proa se encuentran a ambos lados el gimnasio y el vestuario (que tiene función propia de sala de cambio de ropa y de servicio en la planta), que colindan a su vez con la sala de reuniones y la enfermería, la cual posee doble puerta para facilitar la entrada y salida de la camilla. A continuación, se encuentra el comedor, con capacidad para toda la tripulación, aunque no se predispone para esta situación, al existir comúnmente varios turnos de comidas. Éste tiene conexión a la cocina, para luego dar paso a la lavandería y las gambuzas, por lo que la división entre comedor y cocina da lugar a dos espacios: uno para el servicio de habilitación y otro para el personal propio de las instalaciones offshore.

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

La Cubierta 1 y la Cubierta 2 sólo están presentes en la habilitación, y tiene función de alojar propiamente a la tripulación en los camarotes, situados aquí para alejarlos lo máximo posible de la CP y así intentar reducir el ruido y mejorar el confort, así como facilitar una posible evacuación a través del helipuerto.

Por último, la Cubierta 3 forma el techo de la habilitación y aloja al helipuerto. Forma una de las principales vías de evacuación y se accede a ella por las mismas escaleras metálicas a proa y a popa que comunican el resto de cubiertas.

5 PLANOS DE LOS TANQUES DE LASTRE



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA

PLANO: DETALLE DE LOS TANQUES DE LASTRE I

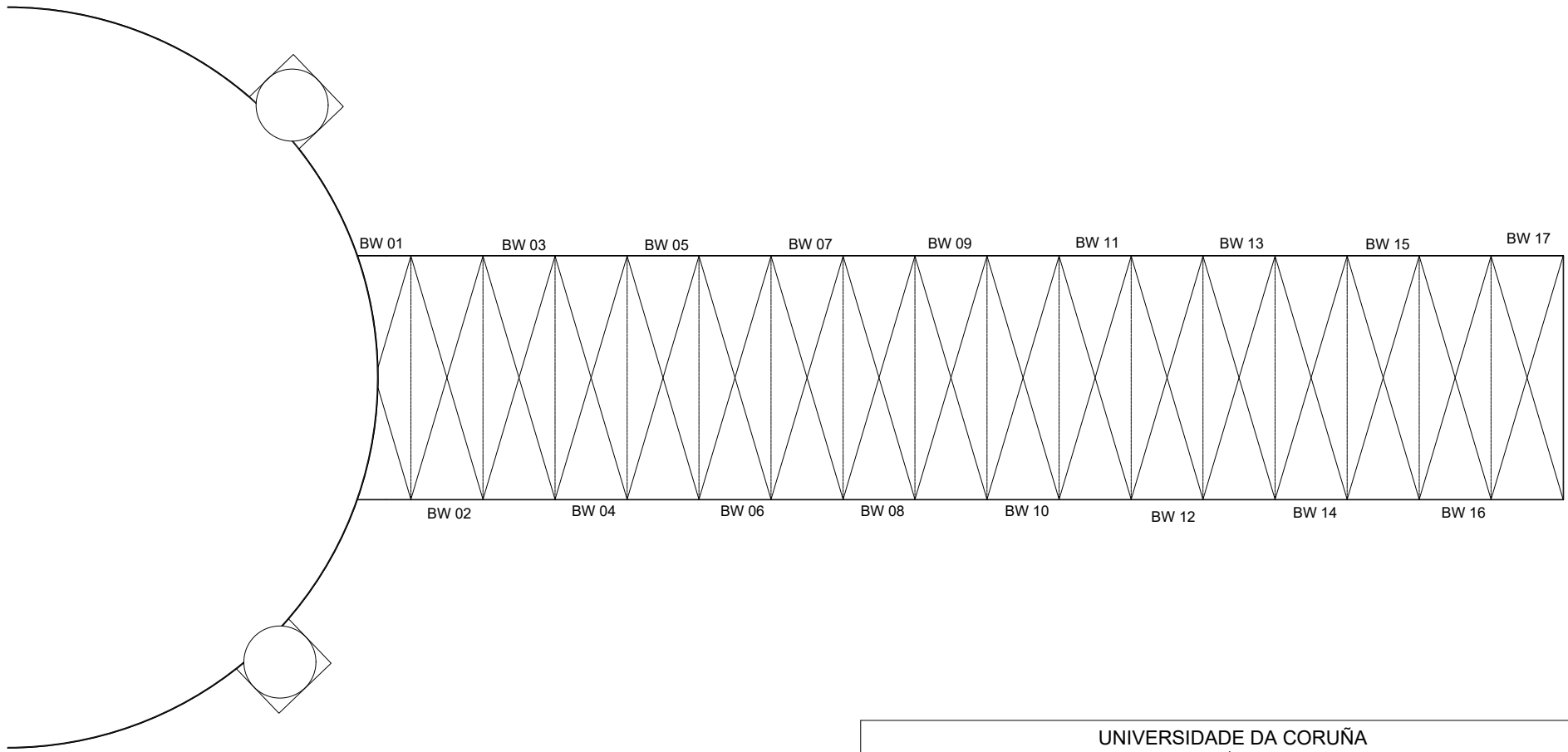
FIRMA:

ESCALA: 1:500

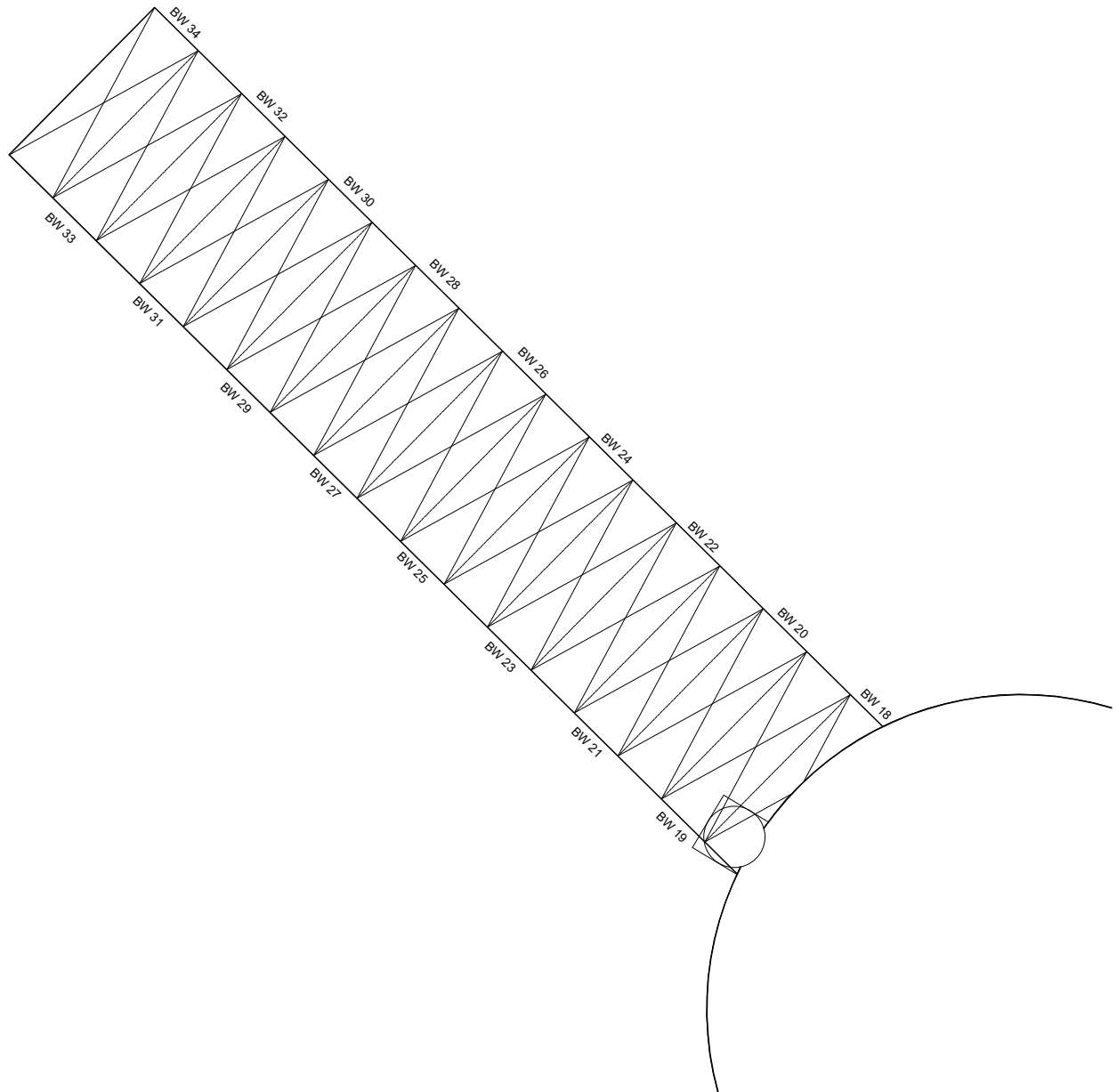
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ

FECHA: ENERO 2023

Nº DE PLANO: 01/04

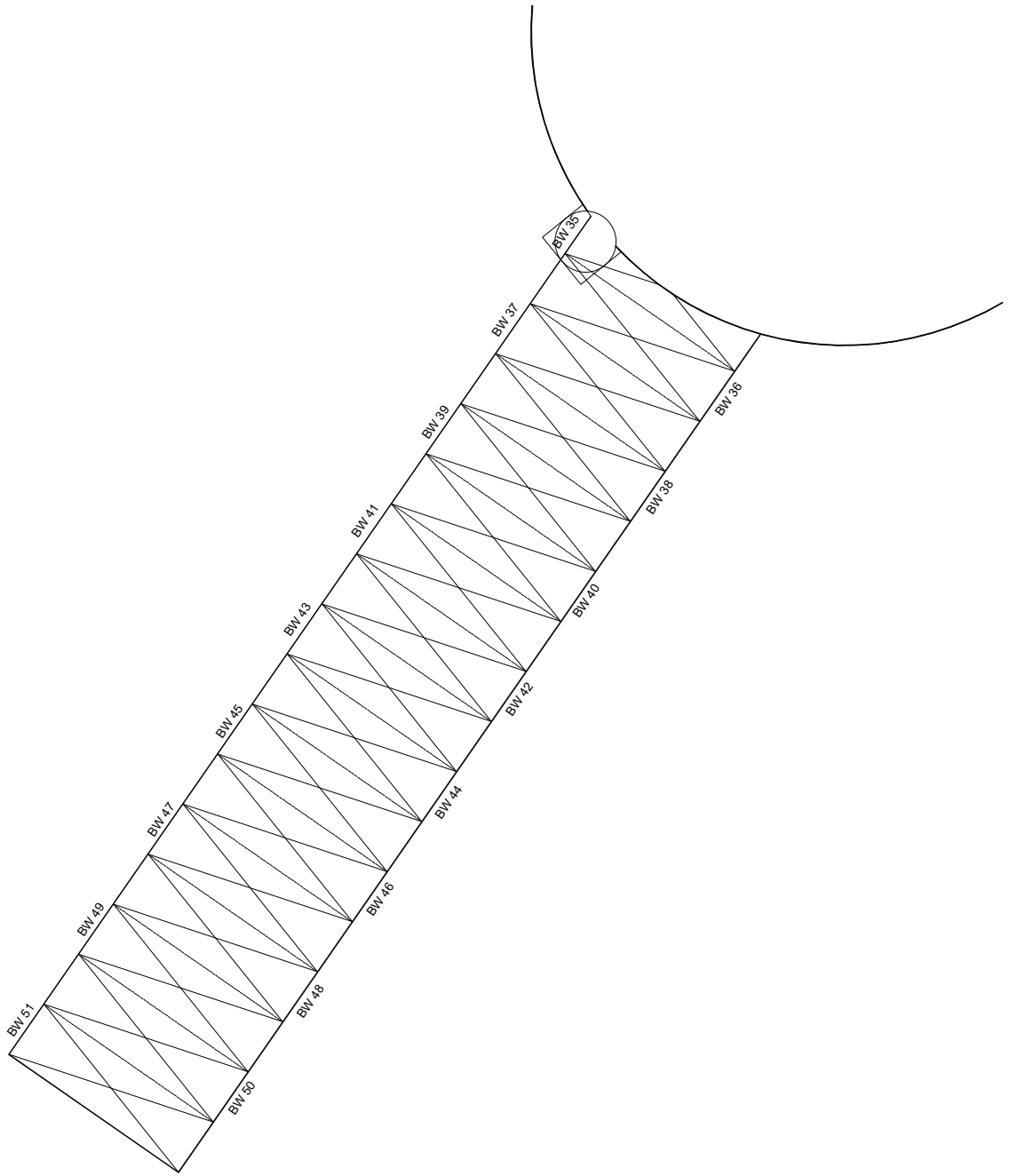


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DETALLE DE LOS TANQUES DE LASTRE I	FIRMA:	ESCALA: 1:200
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 02/04



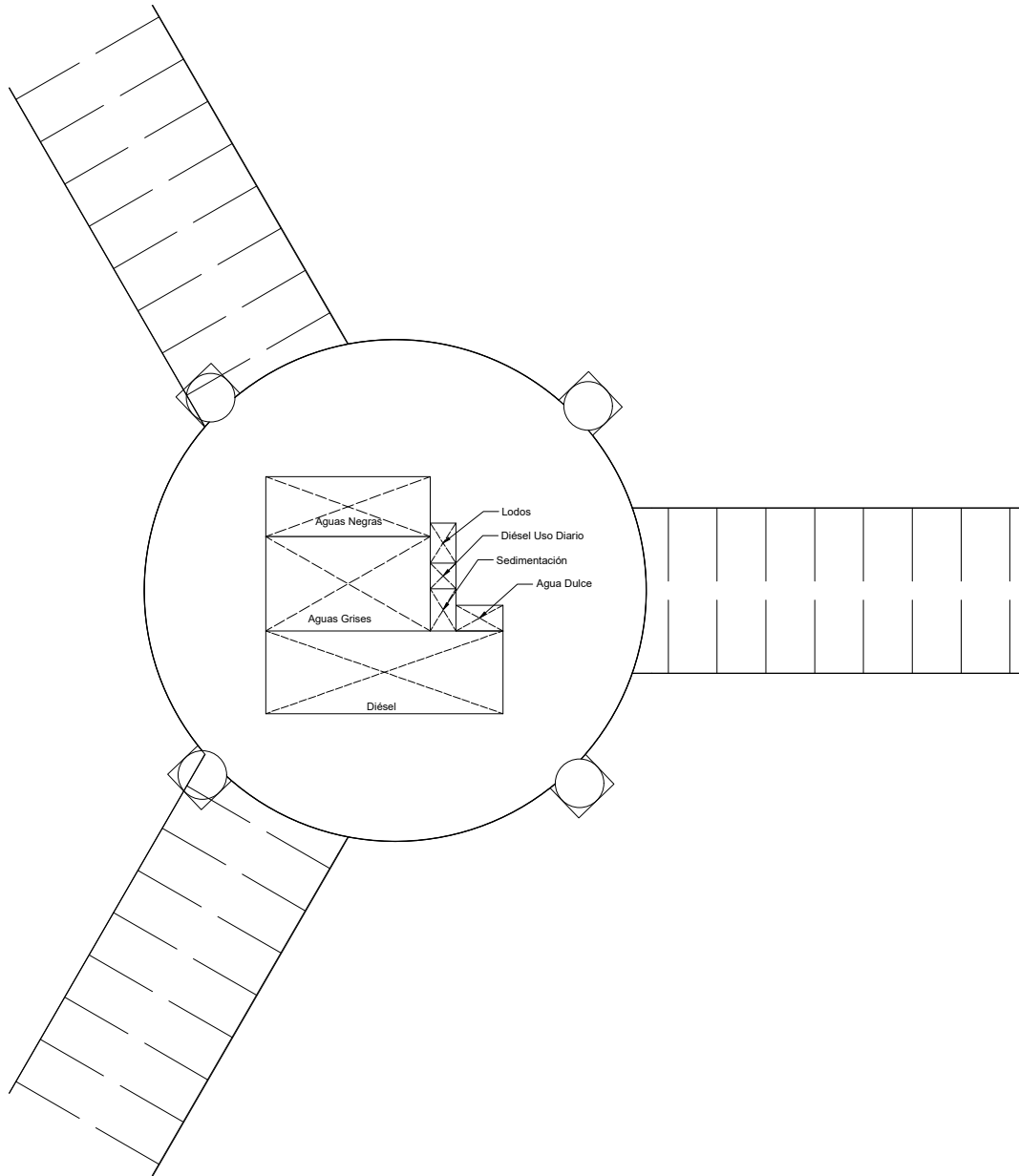
UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DETALLE DE LOS TANQUES DE LASTRE II	FIRMA:	ESCALA: 1:200
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 03/04



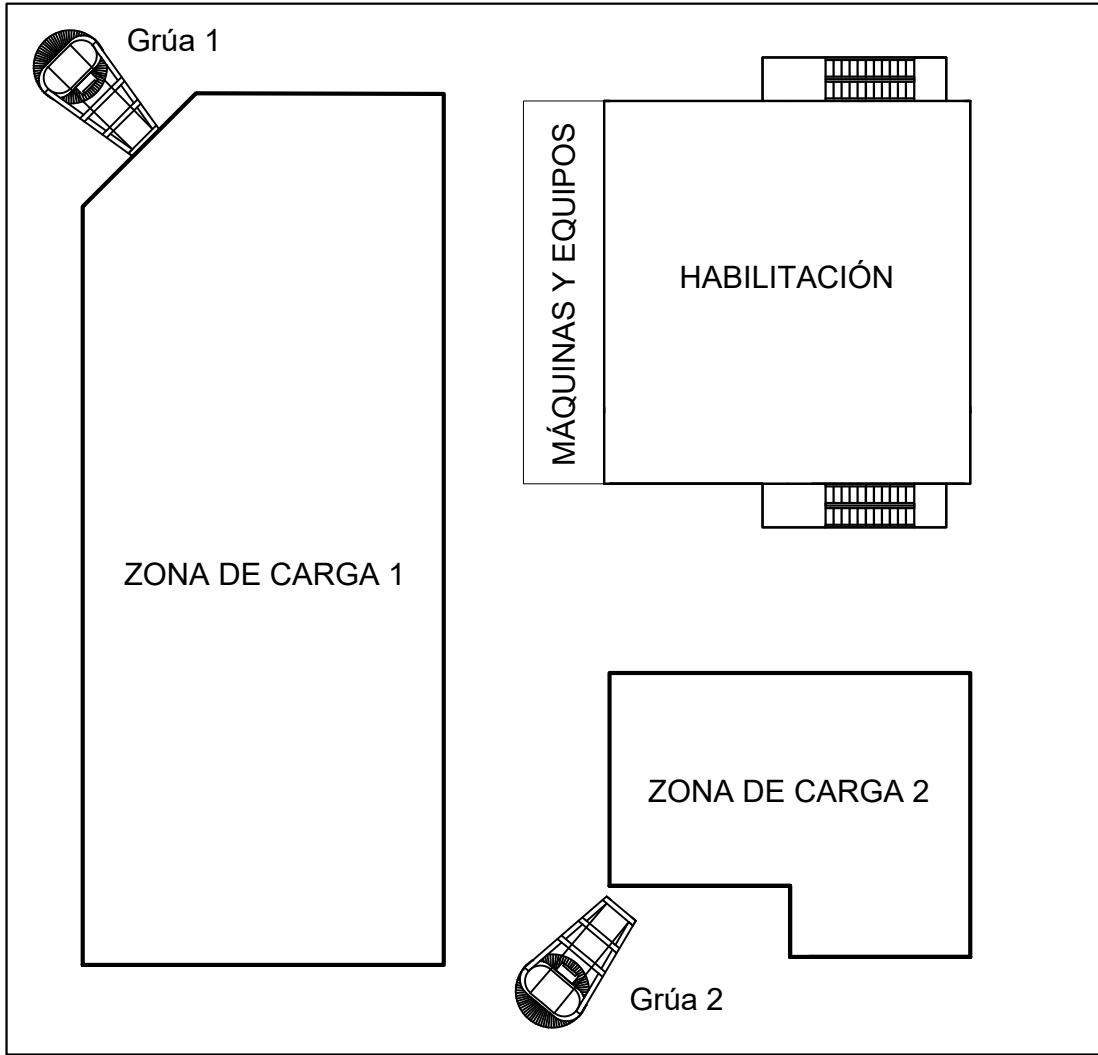
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DETALLE DE LOS TANQUES DE LASTRE III	FIRMA:	ESCALA: 1:200
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 04/04

6 FORMAS DE LA PLATAFORMA

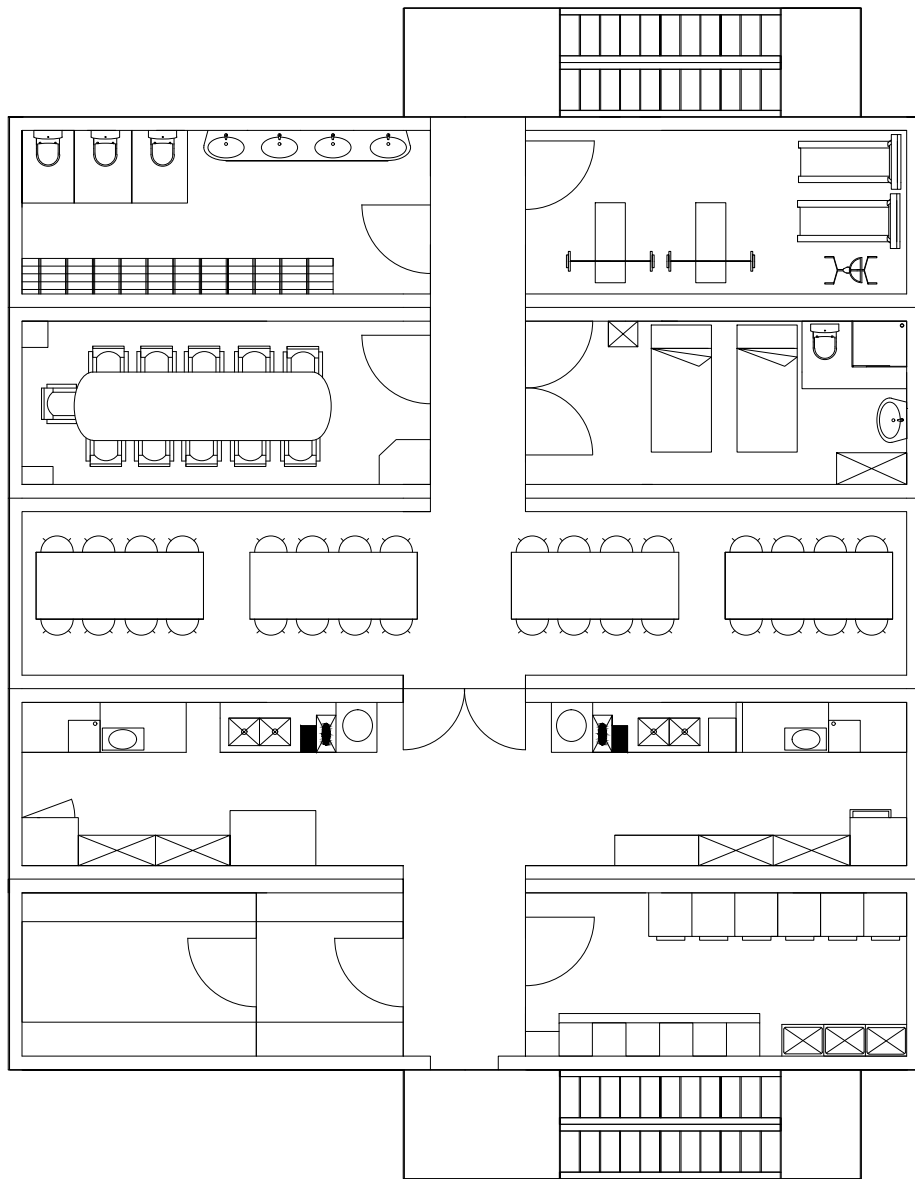


UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DISPOSICIÓN CUBIERTA -1 (TANQUES)	FIRMA:	ESCALA: 1:300
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 01/09

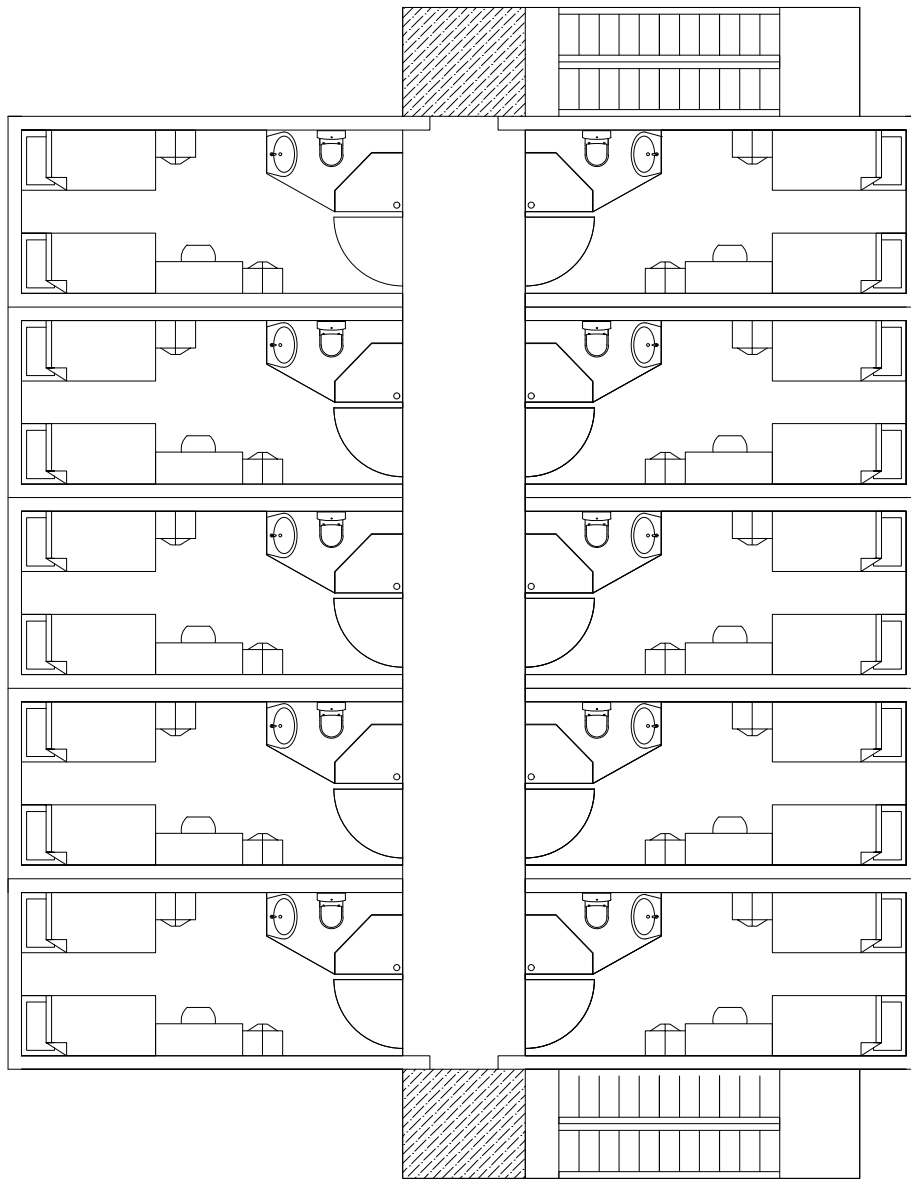


UNIVERSIDADE DA CORUÑA <small>ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR</small>			
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA			
PLANO: DISPOSICIÓN CUBIERTA PRINCIPAL	FIRMA:	ESCALA: 1:1000	
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023	
		Nº DE PLANO: 02/09	



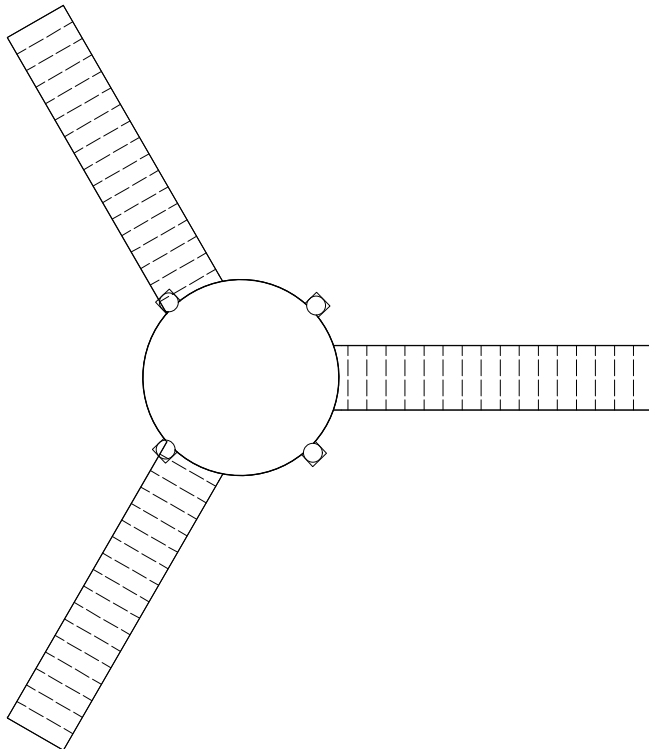
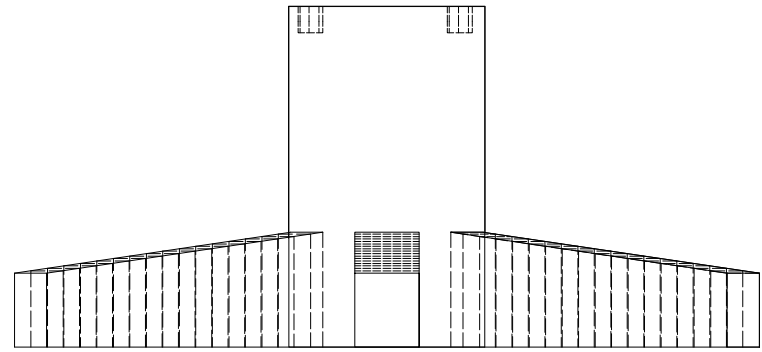
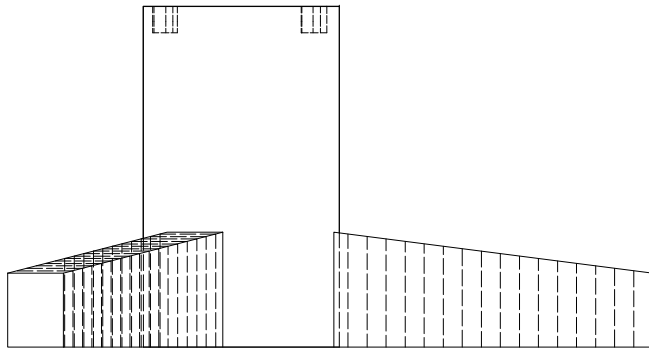
UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DISPOSICIÓN CP (HABILITACIÓN)	FIRMA:	ESCALA: 1:100
AUTOR MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 03/09

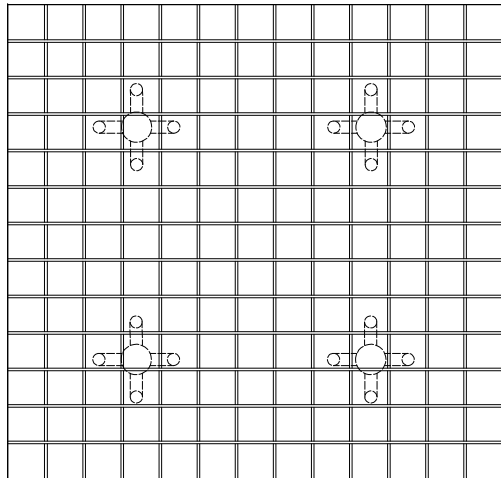


UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO:			PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO:		DISPOSICIÓN C1 Y C2 (HABILITACIÓN)		FIRMA:	
AUTOR:		MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		ESCALA: 1:100	
				FECHA: ENERO 2023	
				Nº DE PLANO: 04/09	



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DETALLE DEL CASCO	FIRMA:	ESCALA: 1:800
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 05/09



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA

PLANO: DETALLE DE LA PONTONA

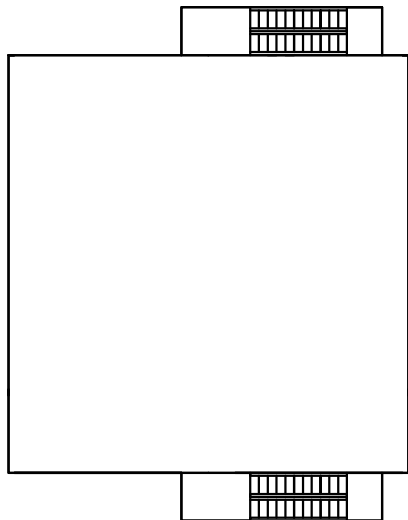
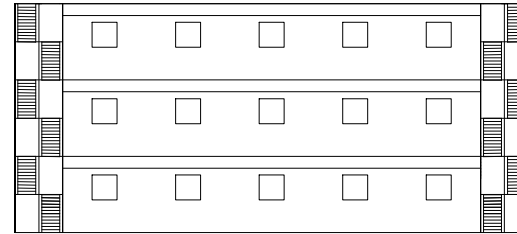
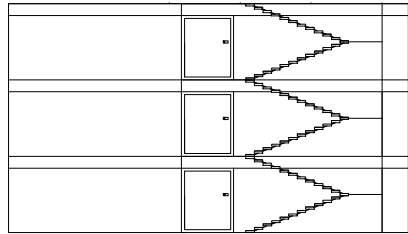
FIRMA:

ESCALA: 1:500

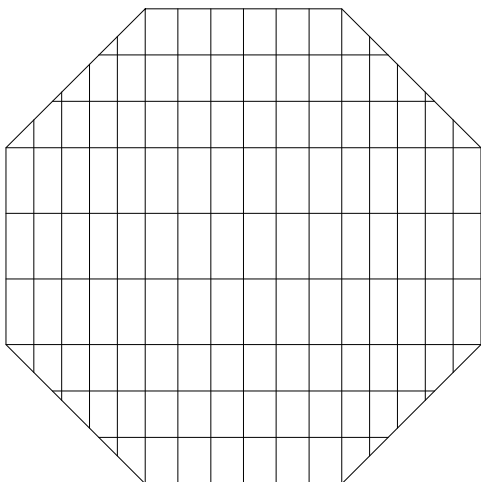
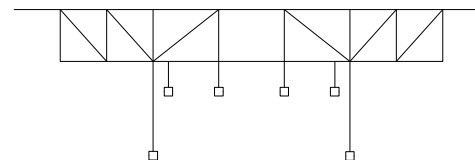
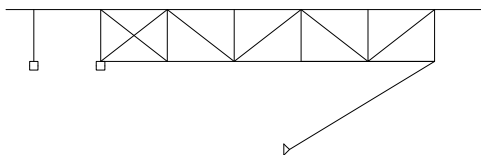
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ

FECHA: ENERO 2023

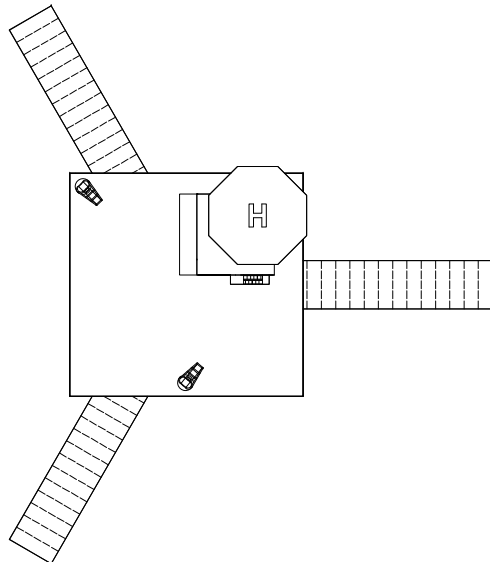
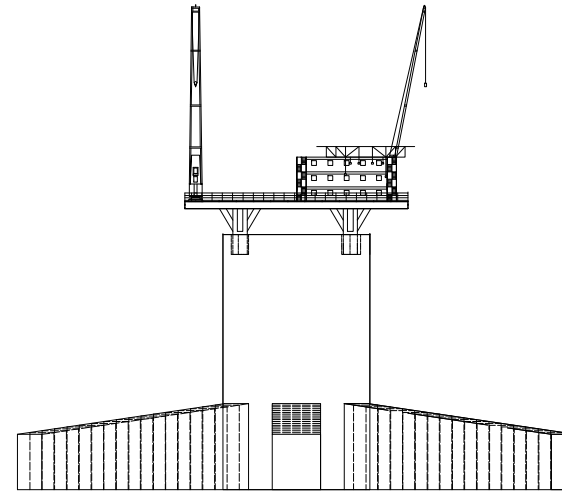
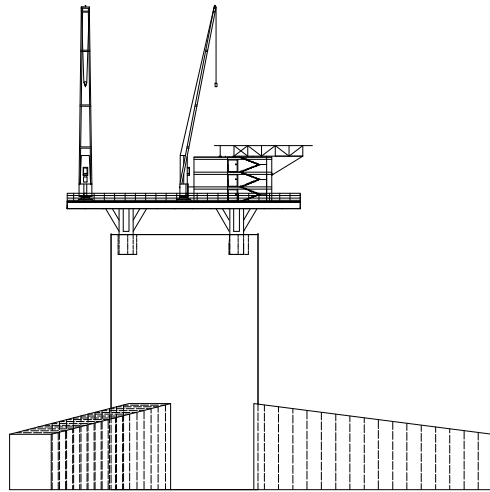
Nº DE PLANO: 06/09



UNIVERSIDADE DA CORUÑA <small>ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR</small>		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DETALLE DE LA HABILITACIÓN	FIRMA:	ESCALA: 1:200
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 07/09



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: DETALLE DEL HELIPUERTO	FIRMA:	ESCALA: 1:200
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 08/09



UNIVERSIDADE DA CORUÑA <small>ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR</small>		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: PLATAFORMA PROYECTO	FIRMA:	ESCALA: 1:1100
AUTOR: MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 09/09

BIBLIOGRAFÍA

- [1] GARCÍA ÁVILA, Javier (2022). *Buque Portacontenedores 16000 TEUs*, Trabajo Fin de Grado, Universidade da Coruña.
- [2] RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Miguel Ángel (2021). *Buque portacontenedores de 20000 TEUs adaptado a ruta Asia-Europa*, Trabajo Fin de Grado, Universidade da Coruña.
- [3] *Meet the FourStar TLP* (2010). Offshore Magazine