



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Propuesta de diseño para la instalación de
un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Ignacio Grueiro Méndez

DIRECTOR: Xavier Núñez Nieto

CURSO ACADÉMICO: 2014-2015

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Propuesta de diseño para la instalación de
un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General / Infantería de Marina

UniversidadeVigo

RESUMEN

En el presente trabajo se ha estudiado el diseño para la instalación de una estructura basada en la tipología de pantalán flotante en la dársena de la Escuela Naval Militar ubicada en la población de Marín (Pontevedra). Con ella, se pretende, en primer lugar complementar la capacidad de las instalaciones ya existentes, mejorando tanto el rendimiento como la operatividad de las mismas. Así mismo dar servicio de atraque a la flota de embarcaciones de vela de la citada institución, así como a aquellas que de manera esporádica fuese necesario. Por último, servir de punto de estiba a las embarcaciones pertenecientes a la categoría de vela ligera, mediante la disponibilidad de la adecuada superficie, y las rampas de varada necesarias. Por lo tanto, se han tenido en cuenta los principales factores que pueden condicionar una instalación de esta naturaleza: el régimen de vientos, el oleaje, la batimetría de la dársena, el régimen mareal, las corrientes, salinidad del agua. A la vista del análisis de los datos existentes, y de las opciones disponibles, se ha optado por una estructura de planta compleja, que incorpora pantalanes rompeolas de hormigón, pantalanes flotantes con estructura de aluminio, y estructuras flotantes compuestas por elementos de polietileno independientes, ubicándola en la cara oeste del muelle G.M.Chereguini.

PALABRAS CLAVE

Pantalán flotante, diseño 3D, planos constructivos, condiciones de contorno, selección de materiales.

AGRADECIMIENTOS

Tengo que empezar agradeciéndole su apoyo, consejos y dirección, al tutor de este trabajo, D. Xavier Núñez Nieto.

Por el apoyo recibido, hay dos personas a las que debo gran parte del desarrollo de este trabajo, sin cuya colaboración no podría haber afrontado ciertos campos de su proceso; D^a Rosa Devesa Rey, y el CC. D. Juan Ignacio Py de Porras. Así mismo, agradecerle al TN. D Miguel Torres Aboal su interés y predisposición.

Al CC. D. Antonio Díaz Rodríguez, por ser uno de los “culpables” de que yo haya llegado a realizar este trabajo.

Finalmente no puedo dejar de dedicarle las líneas de cierre de este agradecimiento a mi mujer Simone y a mi hijo Hugo, que son los que han tenido que padecer mis largas horas de trabajo, ya no solo en la realización de este documento, sino en los casi cinco años que llevo embarcado en esta empresa...

Contenido

Contenido	1
Índice de Figuras	5
Índice de Tablas.....	8
1 Introducción y objetivos	9
1.1 Introducción	9
1.2 Antecedentes	9
1.3 Objeto.....	9
1.4 Bases de partida	10
1.5 Ubicación y emplazamiento.....	10
1.6 Medio físico	11
1.7 Funcionabilidad y operatividad.....	11
1.8 Marco legal	11
1.9 Sostenibilidad ambiental	12
1.10 Estudio del impacto ambiental	12
1.11 Rentabilidad económica y social.....	12
1.12 Contenido del proyecto	12
1.13 Estudio geotécnico	12
1.14 Equipo utilizado	13
1.14.1 Conductímetro CRISON® Basic 30.....	13
1.14.1 Topometro Rolatope® RT412D	14
1.15 Clasificación del contratista	14
1.16 Formula propuesta para la revisión de precios.....	14
1.17 Presupuesto de las obras	14
2 Estado del arte	15
2.1 Presentación	15
2.2 Muelles.....	16
2.2.1 Cerrados	16
2.2.2 Abiertos.....	17
2.3 Pantalanes.....	18
2.3.1 Fijos	18
2.3.2 Flotantes.....	18
2.4 Materiales.....	20
2.4.1 Materiales pétreos	20

2.4.2 Hormigón	21
2.4.3 Aceros	21
2.4.4 Aluminio	22
2.4.5 Madera	22
2.4.6 Materiales compuestos.....	23
2.4.7 Materiales reciclados	24
2.5 Elementos accesorios	25
2.5.1 Cornamusas.....	25
2.5.2 Defensas.....	25
2.5.3 Armarios de servicios	26
3 Desarrollo del TFG.....	27
3.1 Introducción	27
3.2 Emplazamiento.....	27
3.2.1 Ría de Pontevedra	27
3.2.2 Escuela Naval Militar	28
3.2.3 Particularidades legales derivadas del lugar de actuación.	31
3.3 Medio físico	31
3.3.1 Introducción	31
3.3.2 Clima medio del viento.....	31
3.3.3 Oleaje	34
3.3.4 Batimetría	34
3.3.5 Mareas y corrientes.....	35
3.3.6 Salinidad del agua.....	36
3.3.7 Dinámica local de sedimentos	37
3.3.8 Sismicidad.....	37
3.4 Toma de muestras y mediciones	38
3.4.1 Medición de la zona de actuación.....	38
3.4.2 Medición de las instalaciones existentes	38
3.4.3 Toma de muestras de agua.....	39
3.5 Documentación técnica	39
3.6 Software utilizado	39
3.6.1 AutoCAD 2015.....	39
3.6.2 Inkscape 0.48	42
3.6.3 WRPLOT View 7.0.0	42
3.6.4 Portus	42

4 Resultados	43
4.1 Determinación del modelo	43
4.1.1 Atendiendo a los factores de uso y explotación.....	43
4.1.2 Atendiendo al medio físico.....	44
4.1.3 Atendiendo a las consideraciones geotécnicas y morfológicas.	46
4.2 Determinación de la ubicación.....	46
4.2.1 Opción I.-Instalación a levante del muelle G.M.Chereguini.	46
4.2.2 Opción II.-Instalación a poniente del muelle G.M.Chereguini.	47
4.3 Dimensionamiento	48
4.3.1 En planta.	48
4.3.2 En alzado.	49
4.4 Configuración de la obra.....	50
4.4.1 Operaciones previas.....	50
4.4.2 Estructura del pantalán	50
4.5 Selección de materiales.....	51
4.5.1 Hormigón armado.....	51
4.5.2 Aluminio.....	52
4.5.3 Acero inoxidable.....	52
4.5.4 Madera técnica.....	52
4.6 Planos	52
4.6.1 Plano de situación de la Ría de Pontevedra (LOC-001)	53
4.6.2 Plano de situación de la Escuela Naval Militar (LOC-002)	54
4.6.3 Plano de Situación de la Escuela Naval Militar y zonas de mayor afectación de viento y oleaje. (LOC-003).....	55
4.6.4 Plano de Estaciones Meteorológicas y Fetch (LOC-004).....	56
4.6.5 Plano 3D de la infraestructura propuesta (LOC-005).....	57
4.6.6 Plano de emplazamiento de muelles y pantalanés zona Sur ENM (DIS-001)	58
4.6.7 Plano de Batimetría del sur de la dársena de la ENM y zonas de sedimentación (DIS-002).....	59
4.6.8 Plano de Batimetría y sondas del sur de la dársena de la ENM (DIS-003)	60
4.6.9 Plano de emplazamiento de la actuación propuesta I (DIS-004).....	61
4.6.10 Plano de emplazamiento de la actuación propuesta II (DIS-005)	62
4.6.11 Plano de servicios (DIS-006).....	63
4.6.12 Plano de viento y oleaje en la zona de actuación (DIS-007)	64
4.6.13 Plano de Configuración de la obra (CON-001)	65
4.6.14 Plano de Alzado norte de la instalación (CON-002)	66

4.6.15 Plano de Alzado de rampa de varada (CON-003)	67
4.6.16 Plano de Pantalán flotante con estructura de aluminio (CON-004)	68
4.6.17 Visión 3D del Pantalán flotante con estructura de aluminio (CON-005)	69
4.6.18 Plano de Pantalán flotante de hormigón (CON-006)	70
4.6.19 Visión 3D del Pantalán flotante de hormigón (CON-007)	71
4.6.20 Plano de Cubo flotante (CON-008)	72
4.6.21 Visión 3D del pantalán flotante de cubos (CON-009)	73
4.6.22 Plano de la pieza de unión Cubo-Pantalán de aluminio (CON-010)	74
4.6.23 Plano del anclaje de la pasarela al muelle (CON-011)	75
4.6.24 Plano de la cornamusa (CON-012)	76
4.6.25 Plano del perfil resistente de la estructura del pantalán de aluminio (CON-013)	77
4.6.26 Visión 3D de estructura pilotada (CON-014)	78
4.7 Presupuesto	79
4.7.1 Cuadro de precios	79
5 Conclusiones y líneas futuras	89
5.1 Conclusiones previas	89
5.2 Conclusión final	90
5.3 Líneas futuras	90
5.3.1 Corto plazo	90
5.3.2 Largo plazo.	90
6 Bibliografía	91
Anexo I: Clima medio del viento	93
Anexo II: Régimen mareal	105

Índice de Figuras

Figura 1-1 Esquema de ubicación	10
Figura 1-2 Conductímetro CRISON Basic 30 (www.crisoninstruments.com)	13
Figura 1-3 Topometro Rolatape RT412D (www.rolatape.com)	14
Figura 2-1 Clasificación general de obras de atraque y amarre (ROM 2.0-11[1]).....	15
Figura 2-2 Obra de atraque de bloques (ROM 2.0-11[1]).....	16
Figura 2-3 Obra de atraque de pilotes (ROM 2.0-11 [1])	17
Figura 2-4 Pantalán flotante de bloques de hormigón armado (web.msicom.net/wordpress)	19
Figura 2-5 Pantalán flotante de armazón metálico de aluminio (www.sistemawalcon.com)	19
Figura 2-6 Pantalán flotante de matriz de elementos flotantes (tdocks.com).....	20
Figura 2-7 Perfil HEB-160 de acero galvanizado para anclaje de pantalán en la Escuela Naval Militar	21
Figura 2-8 Pasarela y pantalanes de aluminio en la Escuela Naval Militar	22
Figura 2-9 Símbolo de identificación del polietileno de alta densidad (www.re-cicla.com)	24
Figura 2-10 Elementos fabricados con madera sintética (www.koa.mx).....	25
Figura 2-11 Torreta de servicio en la ENM.....	26
Figura 3-1 Vista de la entrada a la Escuela Naval Militar.....	28
Figura 3-2 Vista general de la dársena desde el muelle Almirante Vierna.	28
Figura 3-3 Vista general de la dársena formada por los muelles G.M.Chereguini y de Gelmírez...29	
Figura 3-4 Pantalán actual con rampa y plataforma de varada.	29
Figura 3-5 Detalle del pantalán anexo al muelle de Gelmírez.	30
Figura 3-6 Vista del muelle G.M.Chereguini.....	30
Figura 3-7 Muelle G.M.Chereguini.....	31
Figura 3-8 Sondas dársena ENM (IHM)	35
Figura 3-9 Desembocadura del río Lameira 18.02.15.....	35
Figura 3-10 Isohalinas en un estuario parcialmente estratificado	36
Figura 3-11 CRISON Basic 30.....	36
Figura 3-12 Sedimentación procedente de la desembocadura del río Lameira en la Escuela Naval Militar	37
Figura 3-13 Peligrosidad sísmica de España (www.ign.es)	37
Figura 3-14 Mediciones realizadas en el Muelle G.M.Chereguini.	38
Figura 3-15 Mediciones realizadas en las instalaciones existentes.	38
Figura 3-16 Toma de muestras de agua en el Muelle G.M.Chereguini.	39
Figura 3-17 Vista 2D.....	40

Figura 3-18 AutoCAD - Vista 3D en modo Realista.	40
Figura 3-19 AutoCAD - Vista 3D en modo Estructura alámbrica.	41
Figura 3-20 AutoCAD - Vista 3D en modo Realista.	41
Figura 3-21 Aplicación Inkscape 0.48.....	42
Figura 3-22 Aplicación WRPLOT View 7.0.0.....	42
Figura 3-23 Aplicación Portus (portus.puertos.es [3]).	42
Figura 4-1 Embarcación de vela ligera en la Escuela Naval Militar	43
Figura 4-2 Configuraciones físicas del atraque en función del tipo de uso. (ROM 2.0-11 [1]).....	44
Figura 4-3 Lámina de agua a levante del muelle G.M. Chereguini	47
Figura 4-4 Lámina de agua a poniente del muelle G.M. Chereguini	48
Figura A1-1 Zonificación del litoral español a efectos de caracterización del viento (ROM 0.4 [6])	93
Figura A1-2 Caracterización media del viento – Zona III (ROM 0.4 [6])	94
Figura A1-3 Caracterización extremal del viento – Zona III (ROM 0.4 [6]).....	95
Figura A1-4 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 (www.puertos.es).....	96
Figura A1-5 Rosa de velocidad máxima del viento - Marín 1997-2001 (www.puertos.es)	96
Figura A1-6 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Invierno (www.puertos.es)	97
Figura A1-7 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Primavera (www.puertos.es)	97
Figura A1-8 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Verano (www.puertos.es)	98
Figura A1-9 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Otoño (www.puertos.es) ..	98
Figura A1-10 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR(www.puertos.es)	99
Figura A1-11 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR – Invierno (www.puertos.es)	99
Figura A1-12 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR – verano (www.puertos.es)	100
Figura A1-13 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR – Mensuales (www.puertos.es)	100
Figura A1-14 Rosa de velocidad media del viento – E.M. I.Ons (Google Earth y WRPLOT View)	101
Figura A1-15 Rosa de velocidad media del viento – E.M. Isla de Ons (WRPLOT View).....	102
Figura A1-16 Rosa de velocidad media del viento – E.M. Lourizán (Google Earth y WRPLOT View).....	103
Figura A1-17 Rosa de velocidad media del viento – E.M. Lourizán (WRPLOT View)	104
Figura A2-1 Mareógrafo del puerto de Marín (www.lavozdeg Galicia.es)	105
Figura A2-2 Tabla de mareas - Mes de enero (www.apmarin.com)	106
Figura A2-3 Tabla de mareas - Mes de febrero (www.apmarin.com)	107

Figura A2-4 Tabla de mareas - Mes de marzo (www.apmarin.com).....	108
Figura A2-5 Tabla de mareas - Mes de abril (www.apmarin.com).....	109
Figura A2-6 Tabla de mareas - Mes de mayo (www.apmarin.com).....	110
Figura A2-7 Tabla de mareas - Mes de junio (www.apmarin.com).....	111
Figura A2-8 Tabla de mareas - Mes de julio (www.apmarin.com).....	112
Figura A2-9 Tabla de mareas - Mes de agosto (www.apmarin.com)	113
Figura A2-10 Tabla de mareas - Mes de septiembre (www.apmarin.com)	114
Figura A2-11 Tabla de mareas - Mes de octubre (www.apmarin.com).....	115
Figura A2-12 Tabla de mareas - Mes de noviembre (www.apmarin.com).....	116
Figura A2-13 Tabla de mareas - Mes de diciembre (www.apmarin.com).....	117
Figura A2-14 Tabla de mareas - Mareas vivas (www.apmarin.com)	118
Figura A2-15 Tabla de mareas - Mareas muertas (www.apmarin.com)	119

Índice de Tablas

Tabla 1-1 Especificaciones CRISON Basic 30 (www.crisoninstruments.com)	13
Tabla 1-2 Especificaciones Rolatape RT412D (www.rolatape.com)	14
Tabla 2-1 Durabilidad de distintas maderas (www.fao.org)	23
Tabla A1-1 Datos de la estación de Vigo (ROM 0.4 [6])	93
Tabla A1-2 Datos de la estación de Marín (ROM 0.4 [6]).....	93
Tabla A1-3 Datos de la estación de la Isla de Ons (Meteogalicia)	101
Tabla A1-4 Datos de la estación de Lourizán (Meteogalicia).....	103

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

El presente proyecto consiste en la realización del Trabajo Fin de Grado correspondiente a la titulación de Ingeniería Mecánica, teniendo el mismo carácter obligatorio. Dicho proyecto se titula “Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar”, y ha sido realizado por el alumno Ignacio Grueiro Méndez, bajo la tutoría de D. Xavier Núñez Nieto, Ingeniero Industrial..

1.2 Antecedentes

La Escuela Naval Militar cuenta entre sus instalaciones con una dársena, y una serie de muelles y pantalanes para dar servicio:

- A los buques que recalán en ella, tanto de la Armada como de otras instituciones (Salvamento Marítimo, Guardia Civil, Aduanas,...)
- A la flota propia de embarcaciones auxiliares, y de adiestramiento y formación (Lanchas de Instrucción y barcos de vela)

Con el objeto de optimizar los puntos y formas de atraque, cuenta con una serie de pantalanes flotantes en diversas ubicaciones de la rada (Véase Plano de ubicación ENM).

1.3 Objeto

El objeto de este proyecto es, ante la infrautilización de los muelles disponibles en la citada instalación militar, y teniendo en cuenta la importancia que el adiestramiento en la disciplina de vela tiene para la formación de los futuros oficiales de la Armada, afrontar de manera simultánea los aspectos siguientes:

- Conseguir el incremento en el uso, y consecuentemente en el rendimiento, de las instalaciones portuarias con las que cuenta la Escuela Naval Militar de Marín.
- Aumentar las instalaciones disponibles para el desarrollo de actividades náuticas, y más concretamente para la vela ligera.
- Corregir las deficiencias de las instalaciones existentes.

- Mejorar el aprovechamiento de las actividades náuticas desarrolladas, mediante la mejora en la disponibilidad, tanto en tiempo como en espacio, de las embarcaciones y los servicios necesarios.
- Contar con una mayor infraestructura que pueda servir de apoyo a la realización de eventos de carácter náutico.

Se propone por ello, el incrementar la dotación de pantalanes flotantes mediante la instalación de una nueva estructura en la dársena de la escuela, y anexa al muelle G.M. Chereguini, toda vez que se trata del muelle con menor utilización efectiva de todos los existentes.

1.4 Bases de partida

Las inversiones con que afrontar el proyecto deben ser estrictas, en el sentido de que no presentarán rentabilidad en su explotación, realizándose las mismas contra los presupuestos de la Administración General del Estado, en concreto, con las partidas presupuestarias asignadas a Infraestructuras de la Armada.

Por tanto, se ha estudiado la construcción de un pantalán de planta compleja, basado en estructuras prefabricadas, y en el cual se pueda dar simultáneamente servicio a las siguientes necesidades:

- Superficie útil para la varada y estiba de embarcaciones de vela ligera.
- Playa para la botadura y varada de las embarcaciones a las que da servicio de estiba.
- Perímetro de atraque tanto para las embarcaciones que en él se estiban, como para embarcaciones auxiliares, y de vela de mayor porte.

1.5 Ubicación y emplazamiento

La actuación se pretende instalar en la Escuela Naval Militar que se encuentra situada en la Ría de Pontevedra, Galicia.



Figura 1-1 Esquema de ubicación

La ría de Pontevedra está ubicada en el litoral noroeste de España, encuadrada en las rías bajas de la costa gallega, de las que es la tercera por tamaño (Véase la Figura 1-1). Se encuentra separada de la ría de Arosa al norte por la península del Salnés y de la de Vigo al sur por la del Morrazo.

1.6 Medio físico

Para la realización del presente proyecto, nos hemos basado en los siguientes datos:

- Históricos y modelos predictivos, tanto de viento como de oleaje obtenidos de diversas fuentes.
- Tablas de mareas y datos de sondas obrantes en el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM).
- Salinidad del agua realizando análisis de muestreo propio y su comparación con datos de referencia.

Tomamos estos cinco parámetros como base para el dimensionamiento y diseño de la estructura a proyectar por ser los que tendrán una influencia decisiva en la misma, sin dejar de observar aquellos otros que pudieran ser condicionantes de la obra.

1.7 Funcionabilidad y operatividad

Tendremos que comprobar que las embarcaciones de vela y auxiliares sean capaces de operar de manera segura y con plena operatividad en la dársena interior en que se van a llevar a cabo las actuaciones, sin tener problema alguno en las maniobras de atraque, durante las operaciones de varada y botadura, así como con el calado respecto a la profundidad...

1.8 Marco legal

REAL DECRETO 2486/1980, de 26 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Puertos Deportivos (Derogada parcialmente por Real Decreto 1471/1989).

CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 2486/1980, de 26 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Puertos Deportivos.

Ley Orgánica 1/1981, de 6 de abril, de Estatuto de Autonomía para Galicia (Artículo 27.9 “Los puertos, aeropuertos y helipuertos no calificados de interés general por el Estado y los puertos de refugio y puertos y aeropuertos deportivos”)

Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento general para el desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

ORDEN del 23 de diciembre de 1997 por la que se aprueba el plan de utilización de los espacios portuarios del puerto de Marín-Pontevedra.

Real Decreto Legislativo 2/2001, de 5 del septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

Orden FOM/1597/2010, de 4 de junio, por la que se aprueba las modificaciones del Plan de utilización de los espacios portuarios del puerto de Marín y ría de Pontevedra.

Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

1.9 Sostenibilidad ambiental

La instalación se plantea en aguas de la dársena de la E.N.M.; se trata pues de un entorno ya estéril en cuanto a fauna y flora, y donde las actividades a realizar con esta instalación no aumentarían las ya existentes, siendo estas las mismas que se realizan en la actualidad, manteniendo así la lamina de agua la misma función actual.

En cuanto a las actuaciones de instalación, la estructura se construirá enteramente en talleres dedicados a cada una de las acciones necesarias, siendo únicamente necesario en el lugar de actuación la colocación de los pilotes, vigas guía en los muelles existentes y el ensamblaje final de los módulos prefabricados.

Es por ello que no se generará durante su construcción y ensamblaje ningún impacto significativo, no esperándose por tanto ninguna afectación medioambiental en el entorno de actuación.

1.10 Estudio del impacto ambiental

Este proyecto, debido a la poca entidad de la obra, está exento de la realización de dicho estudio. Además, como ya se ha mencionado en el apartado de sostenibilidad ambiental, al realizar las obras de construcción en talleres dedicados, y su montaje en una dársena ya operativa, nos vamos a encontrar un entorno que no va a ser modificado por las actuaciones necesarias, lo cual haría innecesario su realización.

1.11 Rentabilidad económica y social

Dadas las especiales circunstancias del lugar de instalación, esta actuación no es evaluable desde el punto de vista de rentabilidad económico-financiera, tomando mucha más importancia su explotación que los nulos recursos que por sus especiales características de uso generará.

1.12 Contenido del proyecto

El proyecto comprende las siguientes partes:

- a) Operaciones previas: No son necesarias por actuarse sobre una infraestructura de muelle preexistente, si bien se ha detectado una diferencia considerable entre los datos existentes de la batimetría y la situación actual del lecho en la dársena, con significativas variaciones de disminución de sondas en diversos puntos, lo que haría necesario el planteamiento de un dragado integral de la dársena, el cual no es necesario para el desarrollo del presente proyecto, y la acometida de la instalación.
- b) Estructura del pantalán: Este apartado contempla la estructura completa del pantalán, consistente en la fijación de las vigas e instalación de los pilotes necesarios para el anclado y guía de la totalidad del conjunto flotante, la fabricación de los módulos necesarios, así como el ensamblaje y colocación de todos los módulos en su ubicación.
- c) Instalaciones: se contempla aquí la instalación y puesta en servicio de todos aquellos elementos que no pertenezcan a la estructura modular, flotación o fijación del pantalán, comprendiendo las instalaciones de agua y electricidad, así como los elementos auxiliares que completan la instalación, como defensas, cornamusas...

1.13 Estudio geotécnico

Realizadas las consultas pertinentes, se desconocen las características de los sustratos inferiores, conociéndose únicamente la naturaleza de la superficie del lecho marino, que presenta un paquete de limos y depósitos de arena de espesor desconocido. Así, en el momento de realizar la instalación de los pilotes guía, que es la única estructura del proyecto que necesitará datos de este estudio, se hará

necesaria la realización de un estudio geotécnico de las características del suelo, con el fin de determinar su dimensionamiento y mesurar las acciones necesarias para su instalación.

1.14 Equipo utilizado

1.14.1 Conductímetro CRISON® Basic 30

Instrumento para la determinación de la conductividad mediante la medición de la resistencia eléctrica, con las siguientes especificaciones:

Escalas de medida:	
Conductividad	0.01 $\mu\text{S/cm}$. 199.9 mS/cm
Temperatura	-10.0... 110.0 $^{\circ}\text{C}$
Error de medida:	
Conductividad	$\leq 0.5\%$ (± 1 dígito)
Temperatura	$\leq 0.3^{\circ}\text{C}$ (± 1 dígito)
Reproducibilidad:	
Conductividad	$\pm 0.1\%$ (± 1 dígito)
Temperatura	$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (± 1 dígito)

Tabla 1-1 Especificaciones CRISON Basic 30 (www.crisoninstruments.com)



Figura 1-2 Conductímetro CRISON Basic 30 (www.crisoninstruments.com)

1.14.1 Topometro Rolatape® RT412D

Instrumento de medida mediante rueda, con las siguientes especificaciones:

Unidades	Feet, inches Feet, 100ths Metros, cm
Tipo de contador	Digital
Circunferencia de medida	3.4 ft (1.03632 m.)
Diámetro	1 ft (0.3048 m.)

Tabla 1-2 Especificaciones Rolatape RT412D (www.rolatape.com)



Figura 1-3 Topometro Rolatape RT412D (www.rolatape.com)

1.15 Clasificación del contratista

Al tratarse de una instalación propiedad de una administración pública, el Ministerio de Defensa, el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, en base a las características de las obras, se le exigirá al contratista adjudicatario estar en posesión de la siguiente clasificación:

Grupo F) Marítimas

Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas

Categoría d) cuando la anualidad media exceda de 360.000 euros y no sobrepase los 840.000 euros.

1.16 Formula propuesta para la revisión de precios

No se prevé la inclusión de cláusulas de rescisión de precios, pues se considera que la ejecución de la totalidad del objeto del presente documento se realizará dentro del ejercicio de la adjudicación.

1.17 Presupuesto de las obras

Aplicando los precios calculados a las unidades de obra proyectadas, se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de CUATROCIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y UN CENTIMOS (471.259,51 €)

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Presentación

Atendiendo a lo planteado en el punto 1, se ha procedido a evaluar las posibles soluciones con las que se cuenta actualmente para resolver todos aquellos requerimientos planteados.

A continuación se realiza un repaso a todas aquellas posibilidades que pueden dar solución, estudiando todas las posibles, para poder posteriormente en el punto 3, realizar los oportunos estudios en base a los inputs del caso particular que ocupa el presente trabajo.

Inicialmente, en el apartado 2.2. se estudiarán las posibilidades de construcción para instalaciones que pueden dar servicio a embarcaciones en un entorno como el de la Escuela Naval Militar. Utilizaremos como base, la Clasificación General que establece para las obras de atraque y amarre la ROM 2.0-11[1]:

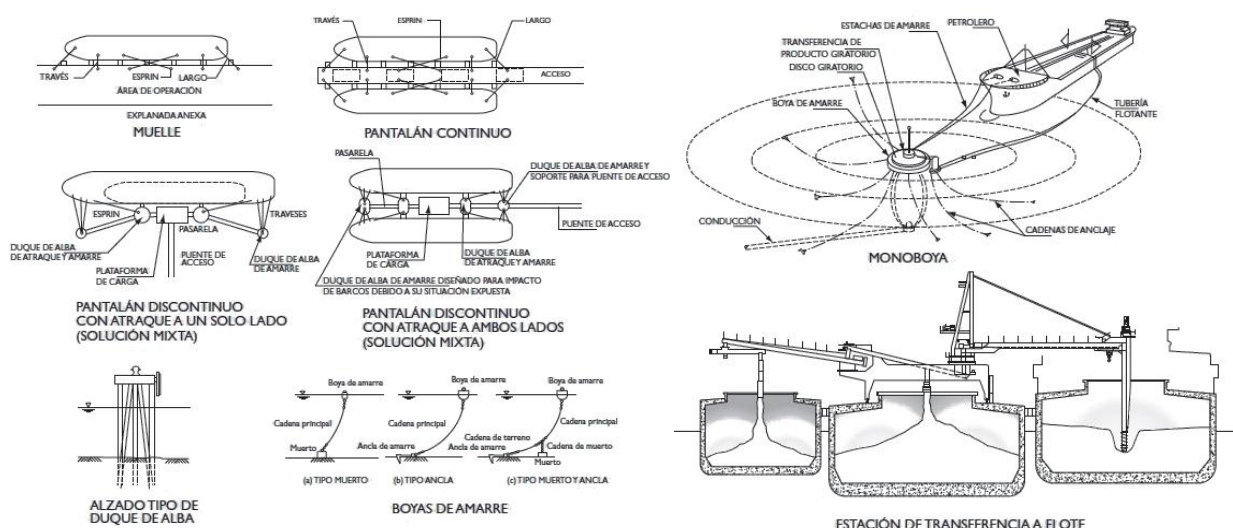


Figura 2-1 Clasificación general de obras de atraque y amarre (ROM 2.0-11[1])

- Muelles
- Pantalanes

- Duques de alba
- Boyas, campos de boyas y monoboyas
- Soluciones mixtas
- Estaciones de transferencia a flote

Nos ceñiremos a las dos primeras, o en todo caso a Soluciones mixtas, por tratarse de las que serían capaces de cumplir las necesidades planteadas, pues no sería funcional la disposición de las embarcaciones sin un acceso directo entre la obra proyectada y tierra.

A continuación, observaremos también, y de manera independiente, el catálogo de materiales y accesorios con que surtir a estas estructuras.

2.2 Muelles

Se trata de la estructura de atraque y amarre más común en las instalaciones portuarias, toda vez que siendo fijas, conforman una línea de atraque continua, y que estando conectadas de manera total o parcial con tierra, dan lugar a explanadas que permiten las operaciones necesarias para su explotación. Por su tipología estructural se pueden clasificar en:

2.2.1 Cerrados

En este caso los muelles estarán conformados por un paramento vertical continuo entre el cantil y la cementación, pudiéndose a su vez dividir en:

2.2.1.1 Obras de gravedad.

Resiste las acciones causadas por las cargas de uso y explotación mediante su propio peso, transmitiéndolas al cimiento, de manera general, mediante una banqueta de cimentación de escollera.

2.2.1.1.1 De bloques.

La estructura está conformada por bloques de materiales pétreos o prefabricados de hormigón. Macizos o huecos, siendo estos rellenos para su instalación.

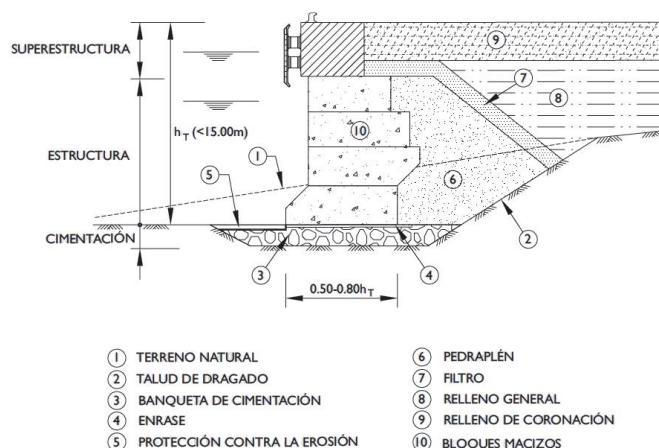


Figura 2-2 Obra de atraque de bloques (ROM 2.0-11[1])

2.2.1.1.2 De hormigón sumergido.

Se realizan mediante el bombeo de hormigón rico en cemento. A fin evitar al máximo el lavado del cemento y el árido fino al expandirse, la operación se realiza a través de un tubo embutido en la masa de la zona a hormigonar.

2.2.1.1.3 De cajones.

La estructura resistente la forman cajones prefabricados, generalmente de hormigón armado aligerados con celdas, que se fondean para a continuación rellenar las celdas con agua, material granular o con hormigón pobre.

2.2.1.2 Obras de pantallas.

En este tipo, la estructura comunica las acciones horizontales mediante su empotramiento o apoyo en el terreno de cimentación, pudiendo estar completada por anclajes en el trasdós. La estructura será dimensionada pues para hacer cara a los esfuerzos cortantes y de flexión creados a lo largo de la misma.

- De pantallas sin plataforma superior de descarga.- La estructura resistente se forma exclusivamente por una pantalla vertical (o ligeramente inclinada), pudiendo ser completada por uno o varios anclajes para reforzar su rigidez y capacidad resistente.
- De pantallas con plataforma superior de descarga.- Similar al tipo anterior, en este caso se dispone además de una plataforma (usualmente de hormigón armado), que unido firmemente a la pantalla, y con elementos de apoyo propios (pilotes) en el trasdós, contribuye a la resistencia estructural de la obra.
- De recintos de tablestacas.- La estructura resistente se basa en la construcción de recintos de tablestacas adosados para crear la línea de muelle.

2.2.2 Abiertos

La estructura se forma por una plataforma sustentada en pilotes o pilas, permitiendo el paso del flujo del agua. En esta tipología, la plataforma, debe ser debidamente dimensionada para además de soportar los esfuerzos derivados de su operación, resistir su propia carga en los espacios entre los apoyos. Así mismo se recomienda que la parte inferior de la plataforma esté situada por encima del nivel máximo de marea. Se dividen en:

2.2.2.1 Obras de pilotes.

En este caso el muelle se compone de una plataforma horizontal resistente portada por pilotes empotrados en el lecho marino (Véase la figura 2-3).

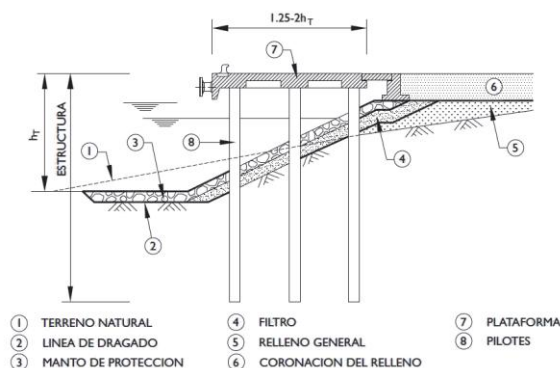


Figura 2-3 Obra de atraque de pilotes (ROM 2.0-11 [1])

2.2.2.1 Obras de pilas.

Sobre el mismo principio de diseño que el anterior, en este caso el asiento de la plataforma de operación, se realiza sobre pilas, las cuales pueden ser construidas por pilares de material pétreo colocado, bloques, o bien por su construcción por el sistema de hormigón sumergido.

2.3 Pantalanés

Se trata de manera general de estructuras de menor entidad que los muelles, si bien la principal diferenciación de los anteriores es que en el caso de ser fijos, no se genera en su unión con tierra una explanada, estando conectadas a tierra según el caso por una prolongación del mismo, o bien por estructuras de tipo puente o pasarela. Se pueden dividir en dos grupos principales atendiendo a si están sólidamente unidos al lecho marino o no:

2.3.1 Fijos

En este caso los pantalanés están firmes al lecho marino y su clasificación por tipología estructural, se corresponde con la expuesta para los muelles, diferenciándose de estos en la no existencia de la explanada anexa para la operación y explotación.

2.3.2 Flotantes

En este tipo de instalación portuaria o de servicio, su principal característica radica en que la superficie de operación y/o utilidad, se encuentra flotando sobre el medio acuático, encontrándonos con diversos tipos dependiendo de la característica analizada, y que si bien pueden plantearse otras clasificaciones, en este estudio atenderemos a las reseñadas a continuación:

2.3.2.1 Función

En base al empleo que se va a hacer de los mismos, se pueden clasificar en los tipos a continuación reseñados:

2.3.2.1.1 Atraque.

Cuando su destino es el de servir de punto de amarre para las embarcaciones a las que da servicio.

2.3.2.1.2 Varada.

Si su función es servir de plataforma de estacionamiento de embarcaciones fuera del agua.

2.3.2.1.3 Embarque.

En aquellos casos que las embarcaciones que los operan solo se amarran a él para realizar tareas de embarque y desembarque de personas y/o material.

2.3.2.1.4 Paso o conexión.

Aquellas estructuras que sirven de puente de acceso entre otras dos con distinta función o naturaleza.

2.3.2.1.5 Rompeolas.

En este caso la estructura suele estar utilizada simultáneamente para una de las funciones anteriores. Si bien su condicionante de diseño es que realice un efecto atenuador en las olas que se aproximan por uno de sus traveses, protegiendo la otra banda de la afectación del oleaje.

2.3.2.2 Estructura

2.3.2.2.1 De bloques.

En aquellos casos en que la unidad modular mínima está compuesta por un bloque independiente que es el que aporta simultáneamente flotabilidad y base estructural al conjunto. Generalmente se trata de estructuras de hormigón armado con celdas interiores para darle flotabilidad.



Figura 2-4 Pantalán flotante de bloques de hormigón armado (web.msicom.net/wordpress)

2.3.2.2.2 De armazón metálico.

La flotabilidad es aportada por elementos auxiliares de distinta naturaleza (Bloques de hormigón, metálicos o de polietileno), sobre la que se asienta la estructura resistente compuesta por perfiles metálicos que forman una estructura a la que se unirán el resto de elementos constituyentes del módulo.

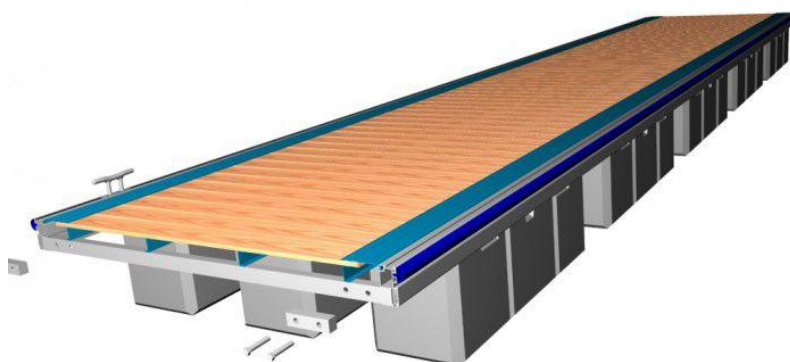


Figura 2-5 Pantalán flotante de armazón metálico de aluminio (www.sistemawalcon.com)

2.3.2.2.3 *De matriz de elementos flotantes.*

En este tipo, la superficie funcional está compuesta por una matriz de elementos con flotabilidad propia, que al encontrarse unidos entre sí conforman una estructura suficientemente estable.



Figura 2-6 Pantalán flotante de matriz de elementos flotantes (tdocks.com)

2.3.2.3 Sistema de anclaje

2.3.2.3.1 *Anclados.*

Se trata de estructuras que mantienen su posición mediante un sistema de cables o cadenas fijas al fondo mediante un sistema de fondeo permanente en hormigón o por un ancla.

2.3.2.3.2 *De pilotes.*

La estructura se une firmemente a una anilla que se abraza y desliza por unos pilotes que le sirven de guía.

2.3.2.3.3 *Adosado.*

Unos perfiles HEB sirven de guía a un elemento que se desliza por ellos a la vez que este último está rígidamente unido a los módulos flotantes.

2.3.2.3.4 *De brazos guía.*

En este caso la estructura flotante está firme a tierra mediante unos brazos articulados mediante bisagra en ambos extremos, conectado uno al pantalán, y el otro a un punto en tierra.

2.4 Materiales

En este apartado se presentan los diversos materiales disponibles en el mercado para los diversos elementos que deberán constituir la estructura objeto del trabajo.

2.4.1 *Materiales pétreos*

Se utilizan en construcción de muelles o pantalanes fijos, para aquellos casos de estructuras cerradas o abiertas de bloques, formando parte de las cimentaciones, rellenos o la estructura resistente de la obra. Según la función que vayan a realizar, se optará por uno de los siguientes métodos de puesta en obra:

Muro de bloques de roca regulares

Muro de bloques de roca irregulares

Escollera

- Escollera vertida.- Realización de rellenos,...
- Escollera compactada.- Cimentaciones,...
- Escollera colocada.- Rompeolas,...

2.4.2 Hormigón

Actualmente es el material más ampliamente utilizado tanto en construcción marítima como fluvial. Su uso es normalmente como hormigón armado (o reforzado), es decir con una estructura interior de acero. De esta forma es usado con fines estructurales, tanto en muelles como en pantalanes fijos, y además armado con acero inoxidable para la construcción de módulos o flotadores de pantalanes flotantes. En aquellas ocasiones en que se utiliza sin acero, su función suele ser el acabado superficial de la obra, como recebado sobre materiales pétreos, o constitutivo de la superficie de un relleno.

Durante el siglo XX se han desarrollado tecnologías como la del hormigón pretensado y el proyectado, además de la aparición de los denominados hormigones “especiales”: Dentro de este último grupo podemos incluir los de alta resistencia, ligeros, pesados, porosos, autocompactables, reciclados, reforzados con fibras,...

La resistencia manifestada frente a las solicitaciones más frecuentes, la buena trabajabilidad que presenta, y el bajo coste comparativo que presenta frente a otros materiales para la realización de obras en estos entornos, le han hecho ocupar una posición dominante en el mercado actual.

2.4.3 Aceros

Podemos encontrar en las obras de atraque y amarre, de manera casi exclusiva, dos tipos de acero:

Acero galvanizado.- Mediante un proceso electroquímico, se cubre el acero con otro más oxidable, que genera un óxido estable, protegiéndolo de la exposición al oxígeno del agua o el aire. Este se usa normalmente como vigas, bien para estructuras de fijación, bien para estructuras de pantalanes, y el cual presenta el inconveniente de que, una vez realizado el galvanizado, la mecanización del mismo supondrá la rotura de la protección en ese punto, creando pues una no deseada disminución de la resistencia a la corrosión.



Figura 2-7 Perfil HEB-160 de acero galvanizado para anclaje de pantalán en la Escuela Naval Militar

Acero inoxidable.- Se define como la aleación de acero con un mínimo de 10~12% de contenido en masa de cromo u otros aleantes. Es por la gran afinidad que presentan estos con el oxígeno, que reaccionan con el formando una capa de óxido estable, evitando la corrosión. El uso, se restringe a elementos auxiliares, o bien al armado de pantalanos y flotadores de hormigón. Si bien destaca frente a cualquier otro acero por su buen comportamiento en ambientes marinos, el alto coste de este material hace que sea adecuada la búsqueda de alternativas más económicas que garanticen la funcionalidad requerida en aquellos casos que es posible.

2.4.4 Aluminio

Se trata de un material que ha aumentado considerablemente su presencia en las obras marinas desde la segunda mitad del siglo XX, desbancando a otros materiales con mayor tradición en la elaboración de objetos, estructuras e incluso construcción de embarcaciones.

Se trata de un metal con oxidación pasiva, pues crea al oxidarse una capa superficial, denominada *alúmina*, que sirve de protección frente a la corrosión, y que tiene mayor dureza que el propio aluminio del que procede. Es un metal más ligero que los aceros, y que a diferencia del acero galvanizado, si permite las modificaciones posteriores sin romper la protección frente a la corrosión, exactamente lo que hace es regenerar la capa de *alúmina*.

Los aluminios más utilizados en ambiente marino son los pertenecientes a las series:

- 5000 (proporción 10% Magnesio (Mg)), utilizado en perfiles extruidos y construcción de buques presentado en planchas o láminas.
- 6000 (proporción 0.5 % Magnesio (Mg) y 0.5% Silicio (Si)), utilizado en conformación de perfiles o piezas realizadas mediante extrusión. En concreto es ampliamente utilizado para la extrusión de perfiles y tubos usados en la elaboración de estructuras el 6005A T6 (Tratamiento térmico de solución temple y maduración artificial) que presenta muy buena aptitud para el anodizado, y buena resistencia a la corrosión en ambiente marino. Permitiendo soldadura por procedimientos conocidos, es común utilizar el soldado bajo gas neutro argón por sistema MIG (Metal Inert Gas).



Figura 2-8 Pasarela y pantalanos de aluminio en la Escuela Naval Militar

2.4.5 Madera

Tradicionalmente, el hombre ha encontrado en la madera un material económico y efectivo para la construcción de todo tipo de estructuras. Sin embargo como consecuencia de una mala utilización de este recurso de la naturaleza, este material ha recibido en los últimos tiempos grandes críticas como materia prima para la construcción.

Pese a ello, podemos encontrar maderas particularmente resistentes que proceden de plantaciones, y constituyendo un recurso renovable, y que son de uso preferible a las que proceden de bosques tropicales.

La madera que se utiliza en ambientes marinos, está sujeta al ataque de animales como algunos moluscos (el teredo o broma) y algunos crustáceos, si bien esto se da mayormente en aguas tropicales. De todas formas las maderas a utilizar en ambientes marinos, de manera general, necesitan la aplicación de un tratamiento previo a su utilización. Es aconsejable pues utilizar madera impregnada a presión con alguna sustancia preservante, lo que le conferirá una gran duración.

10-15 años	15-25 años	Superior a 25 años
Maderas duras		
Roble	Tola blanca	Afromosia
Sapelli	Framiré	Tindalo
Seraya blanca	Caoba Americana	Azobe
Nogal	Roble Europeo	Corazón verde
Caoba Africana	Castaño	Iroko
		Eucalipto caoba
		Makoré
		Bilinga
		Teka
Maderas blandas		
	Alerce	Pino resinoso
	Pino de Oregón	Tejo
	Pino Marítimo	Árbol de la vida

Tabla 2-1 Durabilidad de distintas maderas (www.fao.org)

En Europa, el uso de madera en obras de este tipo, se limita a actuaciones de pequeña envergadura, prefiriéndose los materiales pétreos o el hormigón armado para obras que van a tener grandes solicitaciones. Por ello su presencia se limita a pequeños embarcaderos o acabados de instalaciones más complejas, como es el caso del tarimado de pantalanones flotantes, o defensas en los cantiles de muelles o pantalanones.

2.4.6 Materiales compuestos

Son aquellos materiales en los que mediante la unión de dos o más materiales básicos, se busca conseguir la combinación de sus propiedades. Así se comienzan a realizar infraestructuras marítimas con materiales sintéticos mezclados de manera heterogénea, con lo que tienen unas propiedades mecánicas muy superiores a las de las materias primas de partida. Este es el caso de fibras de vidrio o carbono, cuya utilización en la construcción de buques y embarcaciones está suficientemente desarrollado, iniciándose recientemente el desarrollo de construcciones en ambiente marino utilizando estos materiales. Buen ejemplo de ello es el nuevo faro del puerto de Valencia, construido por Acciona, que estará en servicio a partir del verano de 2015.

2.4.6.1 Fibra de vidrio.

Es un material formado por finísimos filamentos extruidos de un material que tiene como base un compuesto de sílice (SiO_2). Su uso constructivo habitual es como material compuesto en el que se forma un plástico reforzado por fibra (FRP – Fibre-reinforced plastic) mediante el armado de un polímero con fibra de vidrio.

2.4.6.2 Fibra de carbono.

De manera similar a los materiales compuestos de fibra de vidrio, la fibra de carbono, forma materiales compuestos mediante la utilización de sus fibras o tejidos con polímeros termoestables, comúnmente resina epoxi. El principal inconveniente que presenta es su alto coste, si bien presenta propiedades mecánicas similares a las del acero, siendo tan ligero como el plástico o la madera.

2.4.6.3 Polietileno de alta densidad (HDPE-High Density Polyethylene).

Se trata de un polímero termoplástico que presenta una excelente resistencia térmica y química, con muy buena resistencia al impacto. Es por tanto un material con un excelente comportamiento en ambiente marino. Se puede procesar por diversos métodos de conformado como extrusión, inyección, rotomoldeo y compresión. Además este material presenta la ventaja de que puede ser reciclado, al igual que los demás termoplásticos.



Figura 2-9 Símbolo de identificación del polietileno de alta densidad (www.re-cicla.com)

2.4.6.4 Caucho de etileno propileno dieno (EPDM-Etileno Propileno Dieno tipo M ASTM).

Es un termopolímero elastómero que presenta una buena resistencia a la abrasión y al desgaste, así como al calor, al ozono y a las inclemencias meteorológicas, mejorando su resistencia cuanto mayor sea el porcentaje de etileno (que suele presentar entre un 45 y un 75 %).

2.4.7 Materiales reciclados

La tendencia actual, a evitar el uso de materiales que implique el menoscabo del medioambiente, bien durante su obtención (madera, etc.) o durante su instalación (hormigones, etc.), está generando la investigación en la aplicación de materiales compuestos y de reciclaje para afrontar la solución a diversos requerimientos constructivos. Se está desarrollando una gran oferta de materiales procedentes de reciclado, y que constituyen una solución comprometida con el entorno, a la vez que viable desde el punto de vista económico, y por las propiedades que ofrecen.

2.4.7.1 Polipropileno (PP).

Se trata de un polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que en su tipo de alto impacto, o copolímero (al añadir etileno), es muy similar en características al polietileno, pero que las mejora en: tener una menor densidad, una mayor temperatura de reblandecimiento y gran resistencia al stress cracking. Es por sus características de resistencia a los factores ambientales, elasticidad y dureza, un

material muy idóneo para realizar el tarimado de exteriores, incluso en ambiente marino.

2.4.7.2 Madera sintética.

Se trata de un composite mezcla entre fibras de madera y polímeros recuperados de alta calidad. Producido con materiales 100% reciclados, y reciclable, que además, y a diferencia de las maderas naturales tratadas, no contiene químicos tóxicos. Mientras que las fibras de madera aportan un acabado natural, la base de polímeros le aporta una extraordinaria durabilidad en exteriores. Se consigue así un material que con una estética y posibilidad de mecanizado similar a la madera, presenta unas características superiores a ella en cuanto a durabilidad, no siendo necesaria la aplicación de barnices, pinturas o aceites, teniendo una extraordinaria resistencia a la climatología. Además mejora a la madera en su acabado, al no presentar grietas ni astillas.



Figura 2-10 Elementos fabricados con madera sintética (www.koa.mx)

2.5 Elementos accesorios

En este apartado se presentan los diversos materiales disponibles en el mercado para los diversos elementos que deberán complementar a la estructura objeto del trabajo.

2.5.1 Cornamusas

Podemos encontrar en el mercado infinidad de estos elementos accesorios, y en gran disponibilidad de materiales, desde acero inoxidable hasta termoplásticos, pasando por aluminio o madera. Es necesaria la evaluación tanto del material a utilizar, como del diseño, en base a las solicitudes a que vayan a estar expuestos, así como al sistema de fijación que se va a utilizar. Para el caso de pantalanés, es común que el propio fabricante del mismo disponga en su catálogo de estos elementos diseñados especialmente para adaptarse al sistema de fijación con el que cuentan.

2.5.2 Defensas

De manera similar a las cornamusas, estos elementos los tenemos disponibles en el mercado en gran cantidad de materiales como madera o caucho, y si bien las hay genéricas en forma de balón o

cilíndrica, existen también con diseños específicos para adaptarse al lugar de emplazamiento. Los fabricantes de pantalanés suelen disponer de diseños particulares que se adaptan a sus productos.

2.5.3 *Armarios de servicios*

Se trata de accesorios imprescindibles para el suministro de agua y luz. De la misma manera que los elementos anteriores, existe una amplia disponibilidad de modelos en el mercado, y también los fabricantes de pantalanés suelen tener sus propios modelos adaptados al pantalán que fabrican.

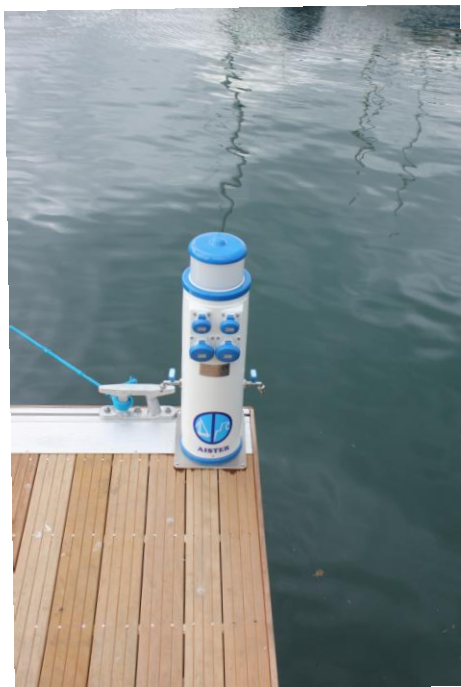


Figura 2-11 Torreta de servicio en la ENM

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Introducción

Para el desarrollo del presente TFG se han seguido los hitos que se describen a continuación. Inicialmente se estudia el entorno en que se va a realizar la instalación, determinando las posibilidades y limitaciones que este ofrece a las actuaciones necesarias. Se procede al análisis del medio físico, considerando los parámetros que van a determinar el dimensionamiento y restricciones de diseño. Una vez establecido el equilibrio entre las necesidades de operación y las limitaciones ambientales y de ubicación

3.2 Emplazamiento

Se evalúa en este apartado la localización en la que se realizaran las actuaciones necesarias para cumplir el objetivo del trabajo, teniendo en cuenta tanto la localización física como las medidas legales que implican sus particularidades.

3.2.1 Ría de Pontevedra

La ría de Pontevedra, según la clasificación de Nonn (1966), y junto con las de Vigo y Muros, es una ría tectónica: En su origen predomina el factor tectónico por fracturación de una cordillera hercínica que dio lugar a bloques hundidos y levantados. Se atribuyen a este tipo todos aquellos casos en los que el modelado fluvial se revela incapaz de justificar la forma actual de la ría.

Con la particularidad de tener las islas de Ons en su boca, que protegen la ría de los temporales del oeste, y en base a la clasificación de Dalrymple et al (1992), se puede establecer como un estuario dominado por la marea y parcialmente mezclado, con una estratificación parcial causada por la salinidad. Esto está provocado por las aportaciones de agua dulce, del río Lérez principalmente, durante el periodo de lluvias, y por el calentamiento solar en la época estival.

Su orientación desde la cabeza de la ría (desembocadura del río Lérez) hasta su boca (Islas Ons) es NE-SO. Tiene una profundidad media de 31 m., ocupando una superficie de 141 km², y con un volumen medio de 3450 Hm³. Cabe reseñar en su interior la existencia de varias islas, entre las que destaca la Isla de Tambo en la parte este de la ría, situada al norte del municipio de Marín y de la Escuela Naval Militar.

3.2.2 Escuela Naval Militar

Las instalaciones de este centro de formación de la Armada Española se encuentran ubicadas en la cara sur de la Ría de Pontevedra, y en la parte noroeste de la población de Marín, que es el puerto pesquero e industrial con la mayor actividad de la ría. Corresponde su posicionamiento a las coordenadas 42.39 N y 8.70 W (WGS84) (Véase los planos LOC-001, LOC-002)

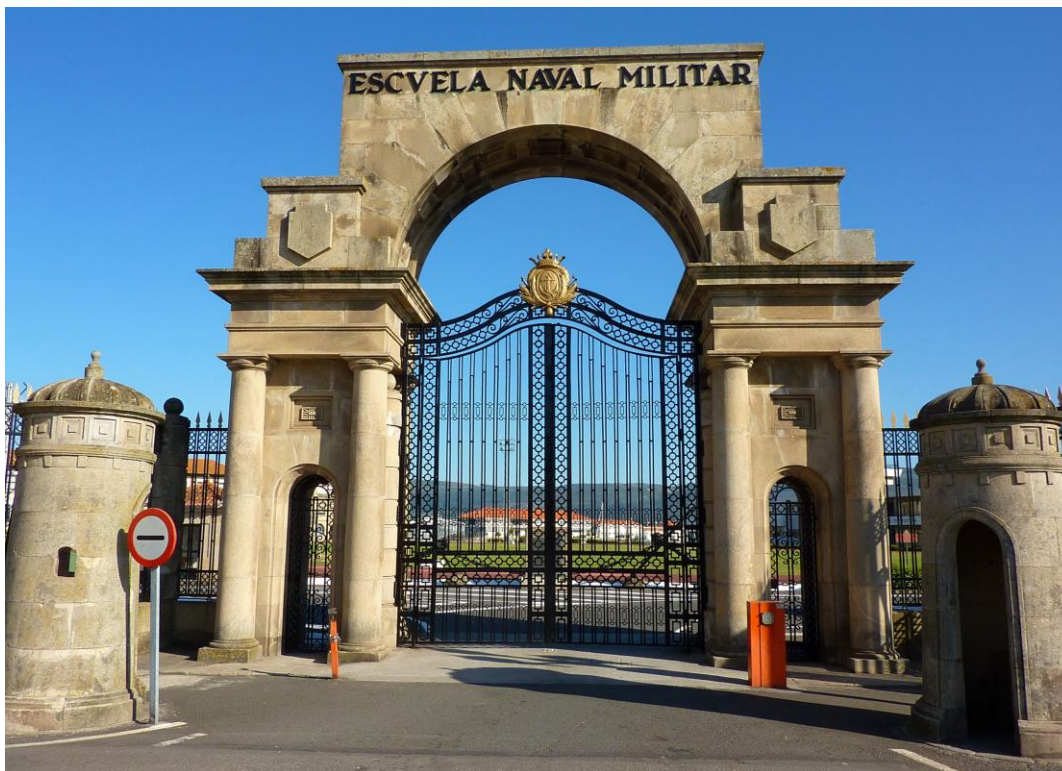


Figura 3-1 Vista de la entrada a la Escuela Naval Militar.

3.2.2.1 Dársena

La dársena de operación se encuentra ubicada al oeste del puerto de Marín, presentando una planta cerrada por el muelle de Torpedos, y junto al que se abre la bocana de acceso ubicada en la parte norte (Véase plano LOC-002). Dispone de muelles construidos según la tipología fija cerrada de bloques y dos pantalanes fijos, siendo el muelle de Gelmírez también de la misma tipología y el muelle G.M.Chereguini un pantalán de tipología fija, abierta y de pilas. Suma en total 1133 m. de muelles, de los cuales 280 m. están utilizados por pantalanes flotantes que suman 690 m. de línea de atraque, suponiendo con ello un total de 1543 m. disponibles para su operación.

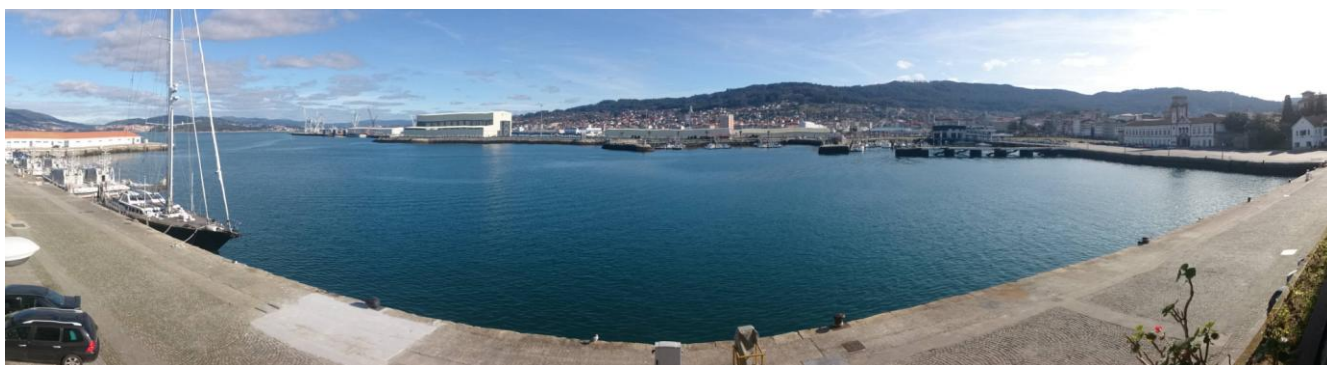


Figura 3-2 Vista general de la dársena desde el muelle Almirante Vierna.

Su utilización es la que se reseña a continuación:

Muelle de torpedos: Utilizado normalmente por la lancha del Servicio de Aduanas, el buque María Pita de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, así como aquellos buques de mayor porte que pueden acceder a la dársena (B.E. Juan Sebastián de Elcano, patrulleros,...)

Muelle Almirante Vierna: Cuenta con un pantalán adosado mediante guías a perfiles HEB 160 en su parte norte, que da servicio a las embarcaciones del Servicio Marítimo de la Guardia Civil, el núcleo de lanchas de Instrucción y el velero Peregrina, siendo utilizado en el resto de su longitud por el patrullero "Tabarca", así como por buques de mediano porte de manera esporádica (BAMs, hidrográficos)

Muelle de la Explanada: Se encuentra totalmente en desuso para labores de atraque, siendo utilizado únicamente de manera esporádica para el embarque de personal en embarcaciones menores.



Figura 3-3 Vista general de la dársena formada por los muelles G.M.Chereguini y de Gelmírez.

Muelle G.M.Chereguini: Igualmente se encuentra totalmente en desuso, se trata de la obra con menos utilización efectiva de cuantas se encuentran en la dársena.

Muelle anexo al edificio Príncipe de Asturias: En él se acoge actualmente la mayoría de las operaciones de vela ligera, contando para ello de un pantalán flotante adosado mediante guías a perfiles HEB 160. Compuesto dicho pantalán por una estructura lineal de cuatro módulos a la que están anexas, dos fingers, y la actual plataforma de varada de embarcaciones, la cual está constituida por cuatro módulos adosados por sus lados mayores y una rampa (Véase figura 3-4). A continuación se encuentra un Travel-lift y una rampa fija de construcción por bloques de material pétreo.



Figura 3-4 Pantalán actual con rampa y plataforma de varada.

Muelle de Gelmírez: Que con el muelle G.M.Chereguini cierra una pequeña dársena que actualmente es de uso por toda la flota de embarcaciones de vela excepto la Peregrina, así como las

embarcaciones auxiliares (RHIBs, pequeñas embarcaciones de recreo,...). Anexo a su cara sur dispone de un pantalán de planta compleja con una estructura lineal adosada al mismo mediante guías a perfiles HEB 160, de la que parten tres estructuras lineales equipadas a su vez con finguers, y que dispones de un sistema de fijación por pilotes. Este pantalán da servicio al resto de la flota de embarcaciones de vela, así como a diversas embarcaciones de recreo y auxiliares.



Figura 3-5 Detalle del pantalán anexo al muelle de Gelmírez.

3.2.2.2 Muelle G.M.Chereguini

Nos encontramos en la línea sur de atraque de la dársena de la Escuela Naval Militar el denominado Muelle “G.M.Chereguini”, en localización 42.395 N 8.704 W (WGS84). Pese a su nombre, y atendiendo a la clasificación establecida en el punto 2, se trata, como ya se ha mencionado de un pantalán de tipología fija, abierta, y de pilas de 72 metros de longitud y 10 metros de ancho, con una orientación NO-ONO al 036, y unido a tierra por su lado menor el situado más al sur. Construcción de seis pilares en cantería de granito sobre zapatas del mismo material. Plataforma de hormigón armado, que ha sido perforado para servir de alivio a las fuerzas generadas por las pleamares que se elevan por encima de su superficie interior. Cuenta con siete escaleras de hormigón armado, situadas cuatro de ellas a poniente, y las otras tres a levante, a lo largo de sus lados mayores. Está equipado con seis puntos de luz sobre postes, y en su parte norte dispone de dos postes para la realización de pruebas de pentatlón naval.

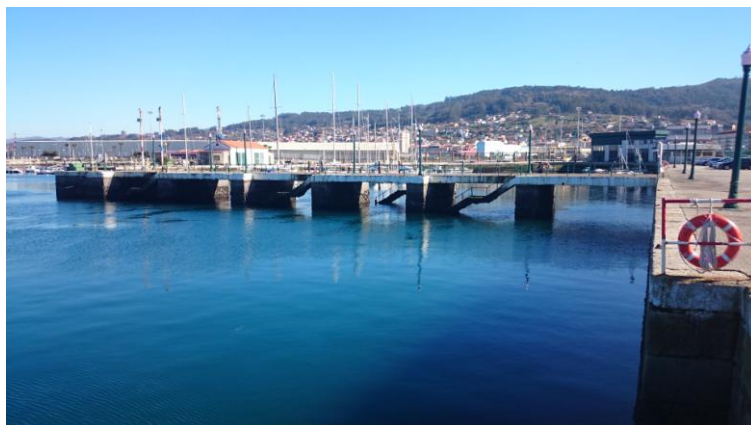


Figura 3-6 Vista del muelle G.M.Chereguini.

Toda vez que es la instalación portuaria mas infrautilizada de las existentes, será el eje sobre el que se realizará el estudio de implantación objeto de este trabajo, con el objeto de no actuar sobre una instalación que esté prestando servicio.



Figura 3-7 Muelle G.M.Chereguini.

3.2.3 Particularidades legales derivadas del lugar de actuación.

Las obras marítimas realizadas en la costa española, están reguladas por la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. Al tratarse de una ubicación dependiente del Ministerio de Defensa, esta debería registrarse por el Real Decreto Legislativo 2-2011, Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, en cuyo artículo 14.1 establece:

“Los puertos, bases, estaciones, arsenales e instalaciones navales de carácter militar y zonas militares portuarias quedan fuera del ámbito de aplicación de esta ley.

Los espacios de dominio público afectados quedan reservados a la Administración General del Estado, ejerciéndose las competencias propias de ésta por el Ministerio de Defensa.”

Cabe reseñar que las instalaciones de la Escuela Naval Militar no se encuentran contempladas en el Plan Especial de ordenación del puerto de Marín y Ría de Pontevedra

3.3 Medio físico

3.3.1 Introducción

Las características climáticas de la ría de Pontevedra, se corresponden al tipo oceánico con influencias mediterráneas, siendo sus particulares el tener inviernos suaves y lluviosos, y estíos cálidos con temperaturas normalmente inferiores a 30° C.

En este apartado se estudiará el medio físico que rodea el punto de instalación de la estructura objeto del trabajo. Para ello nos centraremos en los cinco parámetros que condicionarán y justificarán su diseño y dimensionamiento. Siendo estudiado cada uno de ellos en los subapartados siguientes.

3.3.2 Clima medio del viento

Uno de los parámetros más importantes durante el estudio de la ubicación y el diseño de una instalación de atraque y amarre es el viento, tanto por la incidencia que tiene sobre la propia estructura, por la que puede tener sobre la normal operación de las embarcaciones que hacen uso de ella.

Los vientos reinantes en la localización estudiada son de componente N-NE y SO. En invierno, la localización del anticiclón de la Azores en el noroeste de la costa de África, y de un centro de bajas

presiones en Islandia, propicia los vientos de componente SO en las costas. En primavera y verano, por el contrario el anticiclón se desplaza hacia el norte de Galicia, lo que provoca altas presiones y vientos de componente NNE.

Se realiza a continuación el estudio desglosado de las diversas fuentes de información de que se dispone, y cuyos datos y tablas se incluyen en el Anexo I, si bien cabe señalar que de todas las informaciones obtenidas, las más representativas a tener en cuenta para su extrapolación a la Escuela Naval Militar, son las de la Estación Meteorológica de la Autoridad Portuaria de Marín, toda vez que la orografía del terreno condiciona en ambos puntos de manera similar el comportamiento del viento. En general la propia disposición de la ría determina en sí misma el desarrollo de vientos en su interior, haciendo que los predominantes sean los que se corresponden a eje que la define, NE-SO, frente a los datos provenientes de las otras estaciones que reflejan también vientos de otras direcciones.

Para el caso de la Escuela Naval Militar, esta limitación en el desarrollo de los vientos, se ve modificada por existir en su cara norte, y a levante de la Isla de Tambo, una superficie libre como para permitir un fetch de 5 km, lo que supone la ampliación del arco de vientos que afectan a la misma desde el primer cuadrante. (Véase plano LOC-004)

Los datos estudiados proceden de:

3.3.2.1 Publicación ROM 0.3[2], Atlas de viento del litoral español

En esta publicación se realiza una división del litoral español en diez áreas con el fin de obtener modelos de viento válidos para toda la zona incluida en cada una de ellas. La Ría de Pontevedra se encuentra ubicada en el interior del área III, como se puede observar en la figura A1-1

La publicación nos ofrece dos tablas distintas para cada una de las zonas, presentándose a continuación las dos correspondientes al Área III

- Caracterización media.- los datos se corresponden a los obtenidos por:
 - Buques en ruta dentro del área
 - Estación meteorológica de Vigo (aeropuerto) (Véase tabla A1-1)

Del análisis de la tabla de la figura A1-2 se puede obtener que los regímenes medios de viento para esta estación tienen una dirección reinante norte, como se puede observar en la Rosa de vientos del apartado A1 y con una intensidad inferior a 8 en la escala Beaufort, es decir con una velocidad máxima de 61 km/h o 33 nudos

- Caracterización extremal.- los datos se corresponden a los obtenidos por:
 - Buques en ruta dentro del área
 - Estación meteorológica de Vigo (aeropuerto) (Véase tabla A1-1)
 - Estación meteorológica de Marín (Véase tabla A1-2)

Del análisis de la tabla de la figura A1-3 y en concreto de los datos del apartado B4, se observa que la velocidad básica en el lugar de actuación es menor a 32 m/s.

3.3.2.2 Aplicación Portus [3]

A través de esta aplicación es posible la consulta de datos tanto de predicciones y en tiempo real, como de históricos, siendo estos últimos los de interés para establecer las condiciones que van condicionar el diseño de la instalación.

Para la zona de interés son tres los puntos que nos pueden ofrecer datos de utilidad:

- Estación meteorológica de la Autoridad Portuaria de Marín

Los datos ofrecidos se corresponden al período entre 1997 y 2001, durante el que estuvo operativa la estación, ubicada en el interior del recinto portuario, y sobre la cubierta de un edificio. En la actualidad la Autoridad Portuaria la tiene desmontada pendiente de una nueva ubicación.

En la figura A1-4 se puede observar la rosa de viento correspondiente a la velocidad media. En ella se puede observar que los vientos con mayor presencia son los de componente NE y ENE, seguidos de los de componente O. Siendo los del arco desde componente S hasta ONO, junto con los de componente NE, los que alcanzan mayor intensidad media, superior a 8 m/s.

En la figura A1-5 se puede observar la rosa de viento correspondiente a la velocidad máxima. En ella se vuelve a repetir que los vientos con mayor presencia son los de componente NE y ENE, seguidos de los de componente O. Alcanzando en los 360° una intensidad superior a 8 m/s.

En la figura A1-6 se puede observar la rosa de viento correspondiente a la velocidad media en invierno. En ella se produce una pequeña rotación de los vientos con mayor presencia, siendo en este caso los de componente NNE en el 1° cuadrante, seguidos de los de componente N y NE también en el 1° cuadrante y SO y SSO en el 3° cuadrante. Alcanzando en la mayoría de estos una intensidad superior a 8 m/s.

En la figura A1-7 se puede observar la rosa de viento correspondiente a la velocidad media en primavera. En ella se produce una pequeña rotación de los vientos con mayor presencia, siendo en este caso los de componente NNE en el 1° cuadrante, seguidos de los de componente SO en el 3° cuadrante. Manteniéndose en todos los casos unas intensidades menores a 14 m/s.

En la figura A1-8 se puede observar la rosa de viento correspondiente a la velocidad media estacional de verano. En ella las direcciones con mayor presencia vuelven a aproximarse a los de las rosas correspondientes a todo el periodo, si bien en este caso el que presenta mayor porcentaje es el viento de componente O, seguido por los vientos de componente NE en el 1° cuadrante. Para este grafico, casi exclusivamente los vientos de 3° y 4° cuadrante alcanzan intensidades superiores a 8 m/s.

En la figura A1-9 se puede observar la rosa de viento correspondiente a la velocidad media estacional de otoño. Esta vez los vientos más observados son del NE, y en general vientos del 1° cuadrante. En este caso los vientos del 1° cuadrante son los únicos que no alcanzan intensidades superiores a 8 m/s.

- Puntos SIMAR(3014008) y SIMAR(3014010)

Los datos ofrecidos se corresponden al período entre 2005 y 2015, no se trata de datos de observación, sino generados por el modelo regional RCA3.5 alimentado con los datos del reanálisis atmosférico global ERA-40. Las simulaciones fueron realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, www.aemet.es [4]).

En la figura A1-10 se puede observar las rosas de viento correspondientes a la velocidad media. En ella se puede observar que los vientos con mayor presencia son los de componente NE, seguidos de los de componentes N, SSO y S. Siendo la mayor intensidad media, superior a 8 m/s en los cuatro cuadrantes.

En la figura A1-11 se puede observar las rosas de viento correspondientes a la velocidad media en invierno. En ella se puede observar que los vientos con mayor presencia son los de componente S, seguidos de los de componentes N, NNE y SSO. Siendo la mayor intensidad media, superior a 8 m/s en los cuatro cuadrantes.

En la figura A1-12 se puede observar las rosas de viento correspondientes a la velocidad media en verano. El esquema general se mantiene, con la diferencia de que la mayor persistencia se localiza en los vientos contenidos en el arco NO-NNE

En la figura A1-13 se puede observar las rosas de viento correspondientes a las velocidades medias de cada mes. Se pueden observar unas graficas muy similares a las correspondientes a los meses de invierno, con las mayores persistencias en los vientos S y NNE.

3.3.2.3 Meteogalicia [5]

La página web de este organismo de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras de la Xunta de Galicia, ofrece datos pormenorizados de diverso tipo de estaciones diseminadas por todo el territorio de la Comunidad Autónoma y las aguas de su litoral.

Por su posible interés son dos los puntos que nos pueden ofrecer datos de utilidad:

- Estación meteorológica de Lourizán
La observación de la rosa de vientos nos muestra que los datos no están en consonancia con el resto de estaciones, cambiando la orientación de los vientos predominantes, así como las intensidades. La explicación más plausible de esta discrepancia de datos es la influencia de la topografía del área en que se ubica.
- Estación meteorológica de Ons
Para esta estación, y como cabría esperar por su localización, la representación coincide casi exactamente con la obtenida de los puntos SIMAR del punto anterior. Donde los vientos mas predominantes don los de componente NE.

3.3.3 Oleaje

El oleaje que nos podemos encontrar en el interior de la dársena, está directamente relacionado con los resultados del Clima medio del viento, y de hecho, solo se contempla la posibilidad de agitación significativa con vientos estables de componentes comprendidos entre N y NNE, que teniendo un fetch de 5km, como se ha visto en el punto 3.3.2, pueden generar cierto oleaje de tipo viento.

No podemos olvidar que nos encontramos dentro de una ría, y la única posibilidad de entrada en la misma de oleaje de mar de fondo, sería a través de su boca, que para el caso concreto de la Ría de Pontevedra cuenta con la protección natural de las islas de Ons, siendo la única posibilidad de que entraran en la ría los vientos provenientes del O-OSO. Y ante estos oleajes, la dársena está perfectamente resguardada por la existencia de relleno y los muelles Almirante Vierna y Torpedos. (Véase plano LOC-002).

3.3.4 Batimetría

Para el análisis batimétrico de la zona de actuación nos hemos basado en la información del Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), si bien como veremos a continuación sería necesaria su revisión al constatar el estado desactualizado de los mismos para el caso concreto de la zona sur de la dársena.

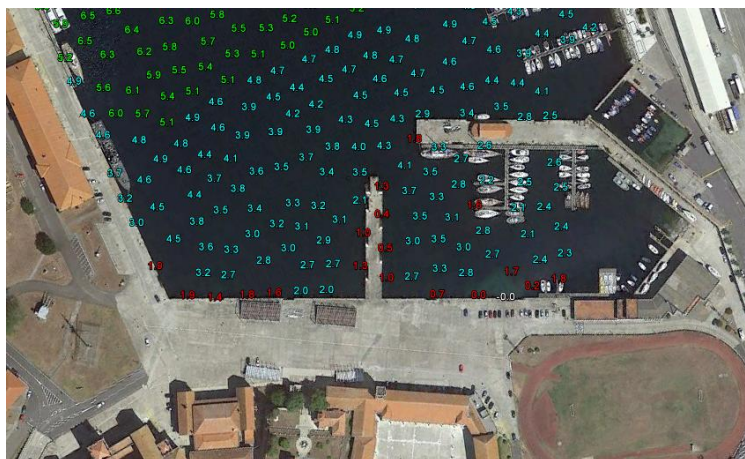


Figura 3-8 Sondas dársena ENM (IHM)

Así fijándonos en la zona de desembocadura del río Lameira, podemos observar que en sus inmediaciones deberíamos tener para todos los casos en que la bajamar fuera igual o superior a 0.0, una continua capa de agua, que en la actualidad y debido a la sedimentación causada por mencionada desembocadura ofrece imágenes como la de la figura 3-9. Detectándose también por observación directa un aumento significativo de la sedimentación en los puntos marcados en color rojo en el plano DIS-002, de lo que se desprende un aumento de la capa superficial de sedimentos en el lecho de la dársena, causado probablemente por las aportaciones procedentes de la desembocadura en ella del citado río.



Figura 3-9 Desembocadura del río Lameira 18.02.15.

Con todo, tomando un margen de error adecuado, y por carecer de datos que puedan completar estas apreciaciones, serán los obtenidos del Instituto Hidrográfico de la Marina los datos que se usen para el estudio batimétrico del presente trabajo.

3.3.5 Mareas y corrientes

Las mareas en el punto de actuación son de tipo semidiurno, como es característico de los estuarios atlánticos, con una amplitud máxima que supera los 4 metros, siendo la menor de 0.0 sobre el Cero Hidrográfico que se encuentra establecido en la Mayor Bajamar Astronómica (LAT). Para el año 2015, las mareas vivas son de 0.0 m. de bajamar el 20 de febrero y 4.12 m. de pleamar el de septiembre, con una carrera máxima de 4.04 m. en los meses de febrero y marzo.

Las corrientes en la Ría de Pontevedra, y su particularización a la dársena de la Escuela Naval Militar, se consideran poco significativas, y debidas únicamente al forzamiento mareal. Esto es debido

por una parte al poco caudal aportado por los ríos que vierten a ella sus aguas, y por otro lado, su propia topografía favorece esta mínima significancia de las corrientes al amortiguarlas con su ensanchamiento progresivo, teniendo así una boca de gran amplitud que favorece la disminución de la fuerza de las corrientes que se produciría en el caso de verse forzada en una angostura.

3.3.6 Salinidad del agua

La ría de Pontevedra es un estuario parcialmente mezclado. Mantiene la estratificación parcial durante todo el año debido a que tiene una circulación residual en doble capa, es decir la masa de agua de menor salinidad, procedente de las aportaciones fluviales, se desplaza por la capa superior en sentido de salida, mientras las aguas de procedencia oceánica, y en consecuencia con mayor salinidad, discurren por la capa profunda lo que genera un perfil como el mostrado en la figura 3-10.

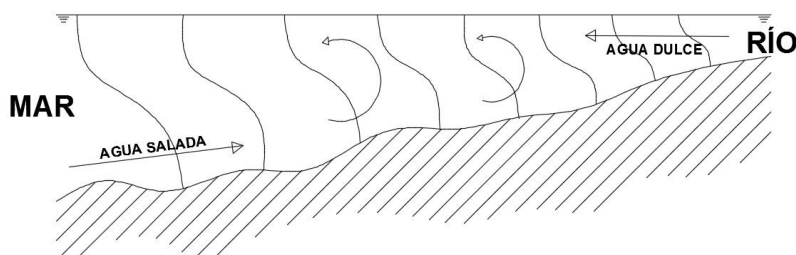


Figura 3-10 Isohalinas en un estuario parcialmente estratificado

Para su determinación se tomaron dos muestras, como se reseñará más adelante, que se evaluaron mediante la determinación de la conductividad utilizando un equipo CRISON® Basic 30, equipado con sonda de compensación de temperatura (medidas realizadas a 20°C), lo que nos vierte unos resultados de 37.1 y 40.6 mS/cm. Comparando los datos obtenidos con el nivel medio de salinidad para agua del mar (50 mS/cm), podemos observar que como cabía esperar, la salinidad en el punto de actuación es menor a las condiciones estándar de ambiente marino.

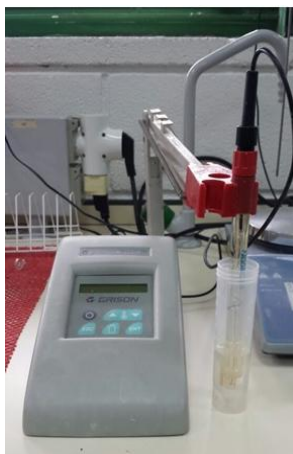


Figura 3-11 CRISON Basic 30

Estos datos, implican pues, un nivel de salinidad más bajo que el que se usa para determinar los parámetros de resistencia a la corrosión en ambiente marino, traduciéndose en un mejor comportamiento de los materiales, con lo que cabe esperar que la influencia de la salinidad en la vida útil, sea menor que la especificada para ambiente marino.

3.3.7 Dinámica local de sedimentos

Teniendo en cuenta los datos aportados en los subapartados 3.3.4 y 3.3.5, se puede observar un proceso de sedimentación perfectamente identificado de posible naturaleza fluvial, procedente del cauce del río Lameira.



Figura 3-12 Sedimentación procedente de la desembocadura del río Lameira en la Escuela Naval Militar

Esto hace que una instalación fija pudiera ejercer una variación en la dinámica de esta sedimentación. En la actualidad, y necesitando un estudio batimétrico de comparación con los datos obrantes en el Instituto Hidrográfico de la Marina, parece estarse localizando los puntos de sedimentación en la zonas marcada en el plano DIS-002.

3.3.8 Sismicidad

Como se puede apreciar en la figura 3-13, la ría de Pontevedra se encuentra en la zona de menor peligrosidad sísmica, con una intensidad menor que VI, lo cual nos permite no tomar ningún tipo de medida frente a sollicitaciones dinámicas de esta naturaleza.



Figura 3-13 Peligrosidad sísmica de España (www.ign.es)

3.4 Toma de muestras y mediciones

Con el objeto de documentar el desarrollo del presente trabajo, y que nos llevará a constatar los datos referidos en el subapartado 3.2, se realiza una inspección insitu, en la que se procede a analizar las instalaciones existentes, tanto de muelles, como de pantalanes e instalaciones de servicios. Se procede a realizar las siguientes mediciones y toma de muestras.

3.4.1 Medición de la zona de actuación

Durante varias jornadas, se procedió a la medición de las estructuras existentes, centrándose como zona de actuación en el ya mencionado Muelle G.M.Chereguini y sus inmediaciones. Para llevarlas a cabo, se utilizaron un topometro Rolatape[®] RT412D, y una cinta de fibra de vidrio MEDID 1210 GF de 50 m. Las dimensiones obtenidas se corresponden con las de los planos del presente trabajo.



Figura 3-14 Mediciones realizadas en el Muelle G.M.Chereguini.

3.4.2 Medición de las instalaciones existentes

Conjuntamente con los trabajos reseñados en el apartado anterior, se realizaron mediciones a las instalaciones de pantalanes flotantes existentes en la dársena, para lo cual se utilizaron junto con el topometro ya mencionado, un escalímetro y un pie de rey. A partir de las mismas se ha realizado el dimensionado de las nuevas estructuras, así como la evaluación de acciones correctivas de diseño para aquellos problemas o defectos encontrados.



Figura 3-15 Mediciones realizadas en las instalaciones existentes.

3.4.3 Toma de muestras de agua

Sabiendo las variaciones de salinidad, que como se ha planteado anteriormente, se producen en la ría, se procedió a la toma de muestras de agua en la zona de actuación. Con ello se pretende conocer su posible afectación en las condiciones de corrosión a las que se verán expuestos los elementos de la construcción. Se tomaron dos muestras en dos puntos del muelle G.M.Chereguini con objeto de obtener su media como dato de análisis y comparación con los niveles estándar para agua de mar.

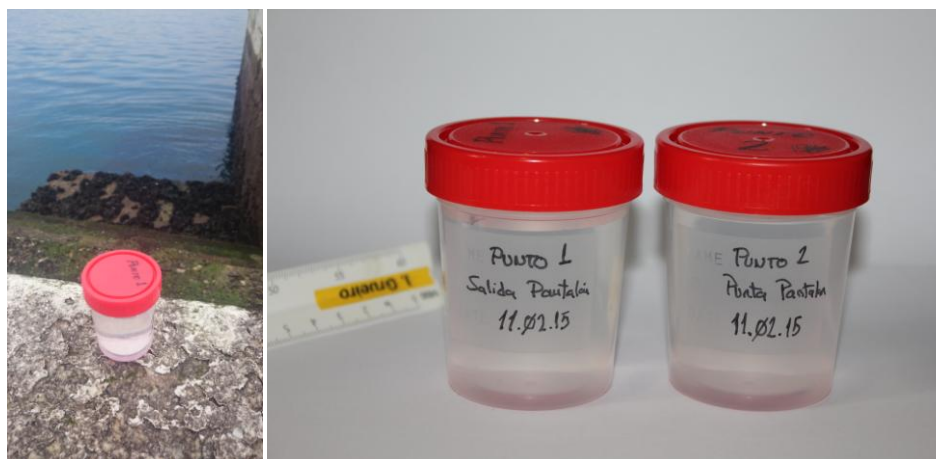


Figura 3-16 Toma de muestras de agua en el Muelle G.M.Chereguini.

3.5 Documentación técnica

Para la generación de la documentación técnica descriptiva del presente trabajo, se ha recurrido al Diseño Asistido por Ordenador DAO (CAD – Computer-Aided Design) como se señala en el apartado siguiente.

Para el correcto desarrollo de fase de generación, se han seguido las normas a continuación reseñadas:

- UNE-EN ISO 5457
Documentación técnica de productos
Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo
- UNE-EN ISO 7200
Documentación técnica de productos
Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos

3.6 Software utilizado

A continuación se reseña el software utilizado como herramienta para la evaluación de datos, procesamiento de imágenes, y principalmente Diseño Asistido por Ordenador – DAO (CAD – Computer-Aided Design)

3.6.1 AutoCAD 2015

La versión 2015 del software de Diseño Asistido por Ordenador de la compañía Autodesk, ha sido el utilizado para la realización de todos los planos contenidos en el presente trabajo.

Se han generado todos los planos de localización, descriptivos y de montaje 2D.

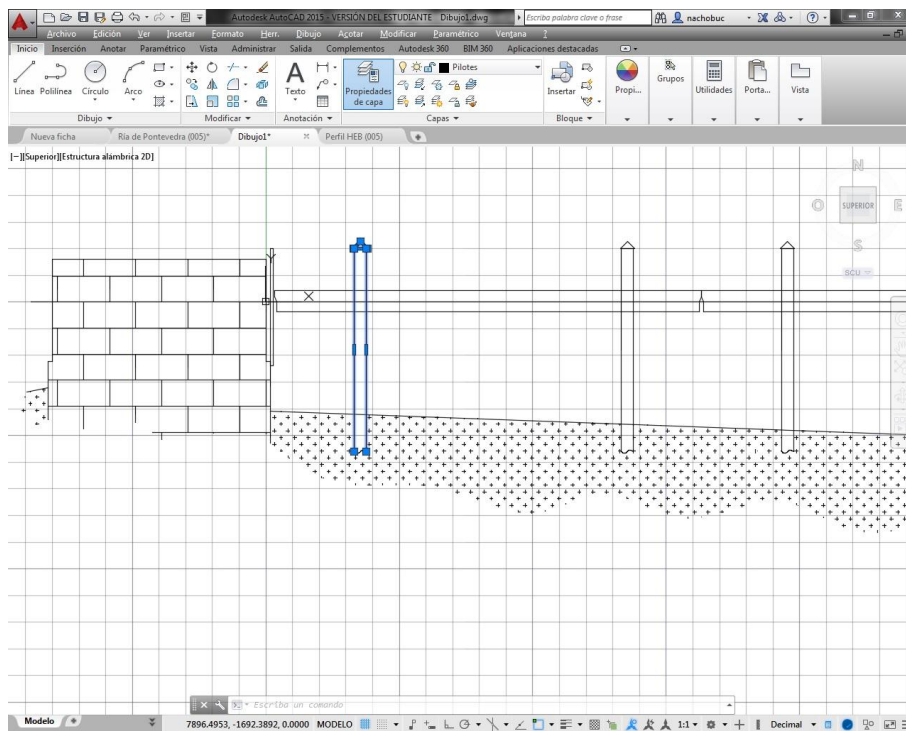


Figura 3-17 Vista 2D.

Así mismo se ha utilizado para el modelado 3D.

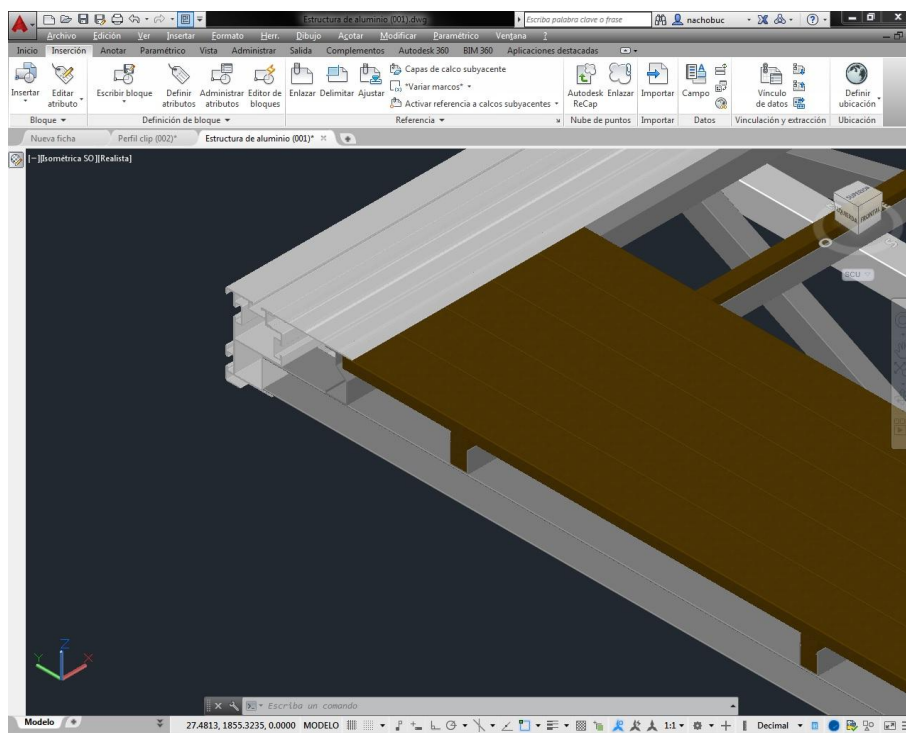


Figura 3-18 AutoCAD - Vista 3D en modo Realista.

Se han generado perfiles 2D, a los que se les ha dado volumen mediante extrusión, modificando el resultado por intersección con otros volúmenes cuando era necesario, para luego realizar los montajes mediante el manejo de bloques.

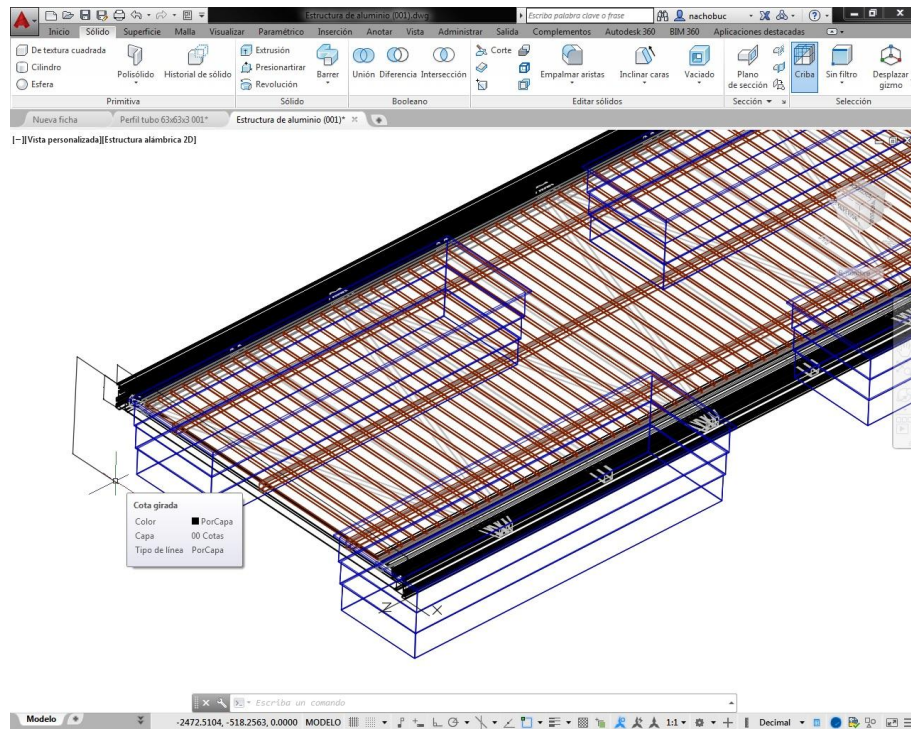


Figura 3-19 AutoCAD - Vista 3D en modo Estructura alámbrica.

Se han aplicado materiales correspondientes con los de utilización prevista en este trabajo, con el fin de generar vistas de los conjuntos de manera realista.

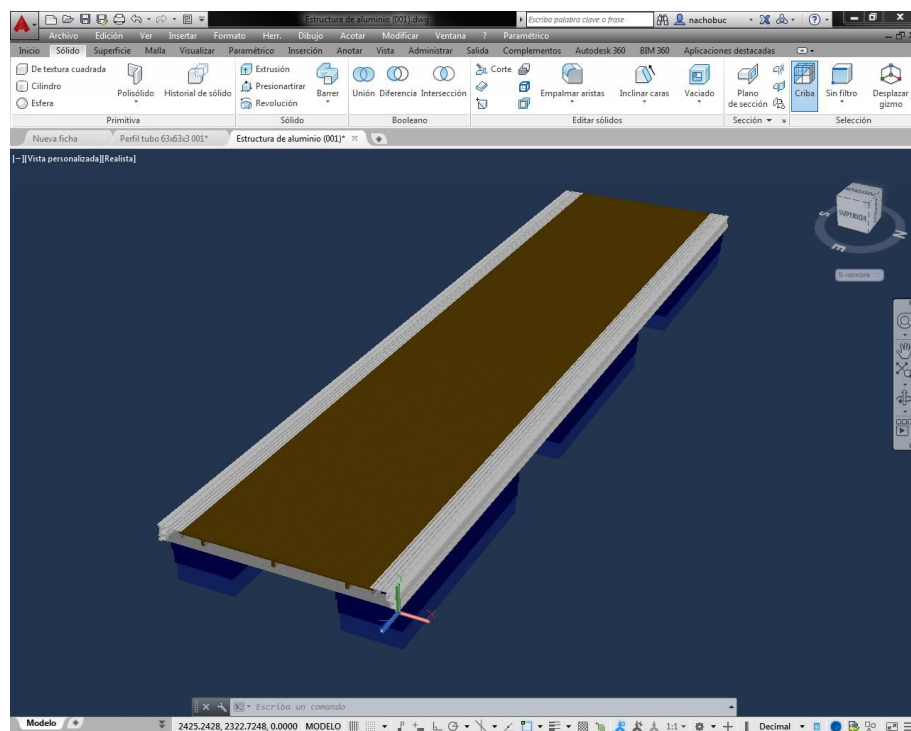


Figura 3-20 AutoCAD - Vista 3D en modo Realista.

3.6.2 Inkscape 0.48

Se ha utilizado este programa de dibujo vectorial para la generación de figuras en formato .svg.

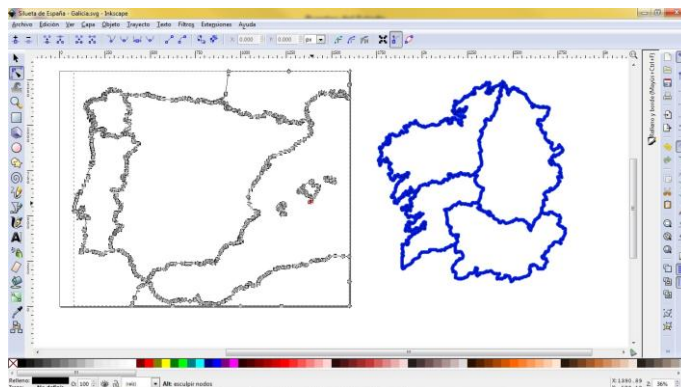


Figura 3-21 Aplicación Inkscape 0.48.

3.6.3 WRPLOT View 7.0.0

Con esta aplicación se han convertido las tablas de datos obtenidas de la pagina web www.meteogalicia.es en gráficos del tipo Rosa de vientos que se incluyen en el Anexo I.

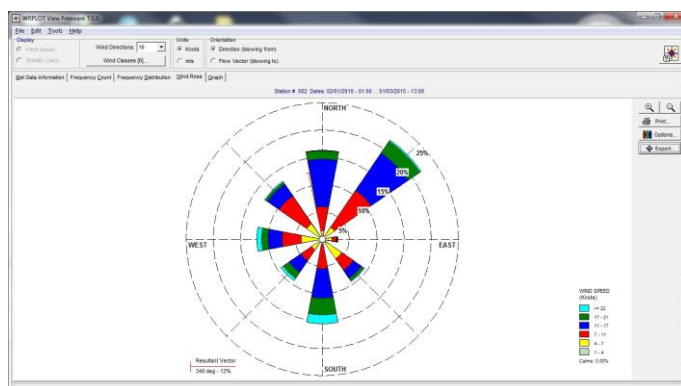


Figura 3-22 Aplicación WRPLOT View 7.0.0.

3.6.4 Portus

Se ha utilizado la aplicación web Portus [3], alojada en la página web de Puertos del Estado, para el acceso a los datos históricos de las estaciones reseñadas.

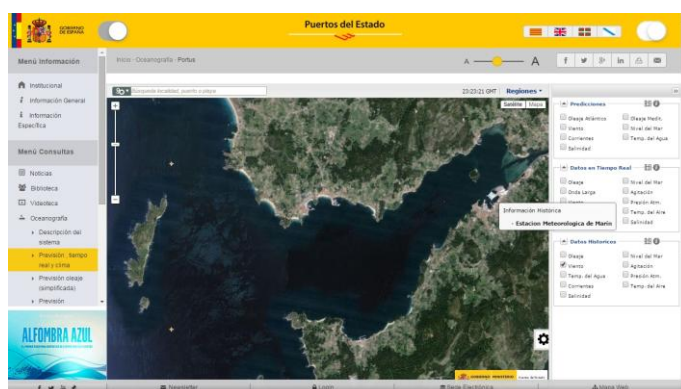


Figura 3-23 Aplicación Portus (portus.puertos.es [3]).

4 RESULTADOS

4.1 Determinación del modelo

Para la determinación de las características de la obra a proyectar, se deberán afrontar por un lado los condicionantes propios de los requerimientos que se le hacen, así como la interacción de estos con los condicionantes que nos encontraremos, tanto del entorno, como financieros, que serán restrictivos y ajustados al inexistente rendimiento económico que se producirá con su explotación, estableciendo así las limitaciones que presentaran a cada una de las posibilidades constructivas de que disponemos.

4.1.1 *Atendiendo a los factores de uso y explotación.*

Comenzaremos evaluando la idoneidad de las tipologías descritas en el Apartado 2.1, encontrando que en base a la figura 4-1, por ser una instalación dedicada al uso con embarcaciones de vela y auxiliares en una instalación militar, se recomienda la configuración de pantalán continuo.



Figura 4-1 Embarcación de vela ligera en la Escuela Naval Militar

Por lo anteriormente expuesto, junto con la menor entidad de las obras a afrontar, intentando reducir en lo posible el impacto de la construcción, nos inclina a pensar que un pantalán flotante es la solución más idónea para el caso que nos ocupa.

Además, dentro de los usos que se pretender dar, prima su explotación con embarcaciones de vela ligera, para las cuales mejora la operatividad con pantalanes flotantes, al no estar el francobordo del

punto de atraque sujeto a las variaciones de mareas. Es pues este requerimiento de utilización el que nos hace encontrar en pantalanés flotantes la más idónea de las soluciones posibles.

Tipo de mercancía			Sistema de manipulación de mercancías	Configuración física del atraque
USO COMERCIAL	GRANELES LÍQUIDOS	Productos Petrolíferos y químicos	Bombeo por tubería	MONOBOYA
				CAMPO DE BOYAS
				PANTALÁN DISCONTINUO
		Gases Licuados	Brazos de carga/descarga+tubería	PANTALÁN DISCONTINUO
	GRANELES SÓLIDOS	Con instalación especial	Sistemas continuos	PANTALÁN CONTINUO O DISCONTINUO
		Sin instalación especial	Sistemas discontinuos	MUELLE
	MERCANCÍA GENERAL	Carga Convencional	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Contenedores	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Ro-ro	Por medios rodantes	PANTALÁN DISCONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
		Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
		Multipropósito	Medios rodantes+elevación	MUELLE
	PASAJEROS	Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
		Cruceros y otras embarcaciones de pasajeros		PANTALÁN CONTINUO
USO PESQUERO	PESCA		Sistemas discontinuos por elevación	PANTALÁN CONTINUO
			MUELLE	
USO NÁUTICO-DEPORTIVO				PANTALÁN CONTINUO
USO INDUSTRIAL				MUELLE
USO MILITAR				PANTALÁN CONTINUO

Figura 4-2 Configuraciones físicas del atraque en función del tipo de uso. (ROM 2.0-11 [1])

4.1.2 Atendiendo al medio físico.

El medio físico, que es, si cabe, uno de los factores de más peso a la hora de determinar la tipología de una obra marítima, toma en el trabajo que nos ocupa, sus mayores exponentes en el clima medio del viento, oleaje y mareas, sin dejar de observar cada uno de los otros parámetros analizados.

4.1.2.1 Viento

A la vista de los datos analizados, es uno de los factores determinantes en la elección, tanto de la tipología, como de su ubicación. Se determina así, que en base al punto 3.3.2 la estructura a instalar estará expuesta a los vientos del N y NNE, por ser junto con los de componente SO los más predominantes, acumulando los mayores porcentajes de los periodos estudiados. Esto presenta el primer estudio diferenciado según cuál sea la ubicación.

- Para el caso de determinar la actuación a levante del muelle G.M.Chereguini, sería este mismo, junto con el muelle de Gelmírez los que darían resguardo parcial a la ubicación de atraque según se observa en el plano DIS-001. Para este supuesto, la flota debería afrontar la salida de la bocana formada por los dos muelles mencionados con vientos de marcado carácter proel, situación que ya sucede en la actualidad, y que dificulta la salida a los navegantes noveles a la hora de afrontar la salida por la misma.
- Ante la referida exposición a los vientos del N, y en caso de ubicar el pantalané a poniente del Muelle G.M.Chereguini, sería necesario dotar a la estructura de la suficiente protección tanto para sí misma, como para la operación de las embarcaciones durante su uso. Respecto a la evolución de las embarcaciones para su salida a la mar,

esta configuración mejoraría las condiciones con vientos del N, manteniendo similares circunstancias a las actuales para las salidas con vientos del O o 3º cuadrante.

4.1.2.2 Oleaje

La propia ubicación y constitución de la dársena de la Escuela Naval Militar, como se ha visto, protege las operaciones en su interior de la afectación de oleaje de mar de fondo, estando expuesta la flota que en ella opera únicamente al oleaje proveniente del N y NNE, matizando que puede darse el caso de oleaje por rebote en el muelle Almirante Viedma, que producirían ondas procedentes del NNO en el interior de la dársena. De nuevo se pueden dar dos casos según el lado del muelle G.M.Chereguini que vayamos a utilizar:

- Para el caso de establecer la obra a levante del Muelle G.M.Chereguini, la afectación sería menor, pero podría darse el caso de que, para un oleaje con una determinada longitud de onda, por el efecto de reflexión entre las pilas del citado muelle, se produjese un efecto de amplificación de la amplitud de las olas, pudiendo generar esfuerzos extremos en una estructura situada anexa al mismo.
- En el caso de ubicar el pantalán a poniente del Muelle G.M.Chereguini, este debería de contar con los elementos necesarios para hacer frente a la embestida directa que recibiría del mencionado oleaje, debiendo además garantizar, tanto la operatividad del conjunto y sus aguas, como la seguridad de las embarcaciones en el atracadas y varadas.

4.1.2.3 Mareas

Los datos presentados muestran que las variaciones de marea condicionan también el diseño de la infraestructura desde varios puntos de vista:

- Condiciona enormemente la tipología de la obra, pues en caso de obras fijas la amplitud máxima de valores superiores a 4 m. dificulta en gran manera el amarre y operación de embarcaciones de pequeño porte como las que se plantean, inconveniente que los pantalan flotantes no presentan, al mantener su francobordo independientemente de las evoluciones de la marea.
- Para el caso de pantalan flotantes, presenta una limitación en cuanto al sistema de anclaje del mismo, pues de los disponibles, solo aquellos que son capaces de mantener la situación sobre el plano horizontal mientras la afectación de la marea provoca las variaciones en el vertical, pueden garantizar la seguridad física y la inexistencia de solicitaciones no deseadas en el conjunto.
- Para completar los condicionantes que presentan las mareas, debemos añadir la creación de corrientes, pero que para el caso que nos ocupa, no son significativas. El único punto donde podrían causar problemas sería en los ojos del muelle G.M.Chereguini a raíz del encajonamiento sufrido durante los movimientos crecientes y vaciantes, pero que se puede considerar despreciable por su dimensionamiento en comparación con el volumen de agua a la que tienen que dar alivio.

4.1.2.4 Batimetría

Este dato va a condicionar de nuevo la determinación de la ubicación con respecto al muelle G.M.Chereguini, pues a la vista de las sondas disponibles, cualquiera de las dos situaciones evaluadas sería viable para la operación de embarcaciones de vela ligera, pero analizando más detalladamente los valores disponibles, así como la

necesidad de mantener una posición muy conservadora ante la observación de discrepancias con la situación real de la dársena:

- Para el caso de establecer la obra a levante del Muelle G.M.Chereguini, nos encontramos con valores de sonda menores a lo deseado para la operación de embarcaciones de mayor porte que las de vela ligera, con lo que nos limitaría su utilización para dar apoyo a este tipo de embarcaciones. Además se detecta en la zona de levante de las pilas del muelle, una considerable disminución de la sonda respecto a la reflejada en la información del Instituto Hidrográfico de la Marina, lo que podría llevar incluso al contacto de las superficies inferiores de los elementos de flotación de los pantalanos con el lecho marino, pudiendo provocar esfuerzos no deseados en la estructura de los mismos.
- Para la instalación a poniente del muelle, nos encontramos con sondas que permiten sin presentar ningún tipo de problema, tanto la instalación, como la operación de embarcaciones incluso de mayor porte. Las sondas menores en esta zona, garantizan su uso sin inconvenientes, y no se detectan en esta zona sedimentaciones significativas que hayan modificado las sondas disponibles, al menos en el área en que se planea la instalación.

4.1.2.5 Salinidad

Este factor, no influye de manera alguna en la determinación de la tipología de infraestructura a desarrollar, en todo caso tiene únicamente influencia en la durabilidad de la misma, condicionado por los materiales a utilizar. Para situaciones con grandes cambios, no tratándose del caso que nos ocupa, si habría una afectación en la flotabilidad del conjunto, aumentando de manera inversamente proporcional a la salinidad.

4.1.3 *Atendiendo a las consideraciones geotécnicas y morfológicas.*

Para el caso que nos ocupa, no existe un estudio de la calidad y homogeneidad del fondo, si bien las opciones de pantallas y pilotes son las que más se adaptan a todo tipo de terrenos. Habiendo evaluado anteriormente la opción de pantalanos flotantes como la más idónea, y a la vista de los condicionantes del medio físico, esta sería plenamente realizable en cualquiera de los supuestos y siguiendo cualquiera de los sistemas de anclaje, pues los de brazos guía y adosado son independientes del tipo de fondo, y se fijan a tierra en el primer caso y a la estructura vertical a la que estén anexas en la segunda. Para el caso de anclados y de pilotes, son viables cualquiera que sea el fondo, debiendo eso sí, dimensionar su instalación en base a las condiciones geotécnicas.

4.2 Determinación de la ubicación

Se presentan por tanto dos posibles ubicaciones para la instalación de la infraestructura:

4.2.1 *Opción I.-Instalación a levante del muelle G.M.Chereguini.*

Esta se corresponde con una instalación de 700 m², que daría únicamente servicio a la flota de vela ligera, y a alguna embarcación auxiliar de pequeña eslora. Con la distribución que se observa en el plano DIS-001, la misma dispondría de superficie para acomodar 24 embarcaciones de tipo Snipe o Omega, contando con una rampa de varada y 50 m. de atraque.



Figura 4-3 Lámina de agua a levante del muelle G.M. Chereguini

La fijación de la estructura en su lugar de operación, podría realizarse mediante el adosado por guías, tanto en su cara oeste, como en la sur.

En cuanto a la influencia de los parámetros estudiados anteriormente, esta opción presenta debilidad ante los siguientes:

- Operación.- Si no es en sí una debilidad, si que se puede considerar una limitación el que al mantenerse dentro de la dársena creada por los muelles G.M.Chereguini y de Gelmírez, sigue manteniendo la maniobra de salida y entrada por la boca que presentan.
- Viento.- Esta instalación se vería expuesta directamente a los vientos de direcciones similares a la de alineación del muelle G.M.Chereguini (000~040), lo que obligaría al debido dimensionamiento de los sistemas de fijación. Estudiando la necesidad de reforzar el sistema de fijación mediante un pilotaje.
- Oleaje.- Presenta los mismos problemas que para el caso de viento, para el mismo rango de ángulos, contando además con el factor de que en estas direcciones el fetch es de aproximadamente 5 km, lo que permite que en ocasiones el oleaje tome cierta importancia. Además, por la limitación que presenta de ocupación de la lámina de agua colindante, no podría ser instalado ningún tipo de protección, además se puede ver afectado por la reflexión del oleaje en los ojos del muelle G.M.Chereguini, que en caso de entrar en fase, podría tener un efecto de amplificación y generando unas solicitaciones dinámicas no deseadas.
- Sondas.- Este punto es también crucial, pues a las bajas sondas del área, llegando a tener 0.5 m. en algún punto, debemos de tener en cuenta la disminución de sus valores por la posible sedimentación, lo que podría provocar la aparición de solicitaciones no deseadas en la estructura al producirse el contacto de los elementos de flotación de algún pantalán con el fondo.

4.2.2 Opción II.-Instalación a poniente del muelle G.M.Chereguini.

Esta opción se corresponde con una ocupación de x m. de lámina de agua, que podría dar servicio, tanto a la flota de vela ligera para atraque y para varada, como a embarcaciones de calado inferior a 2 m. para atraque, como a embarcaciones de mayor porte para su amarre temporal en circunstancias favorables. La capacidad de embarcaciones de tipo Snipe o Omega con que podría contar para varada, seria de hasta 32 unidades, disponiendo de dos rampas de varada independientes, 115 m. de atraque interior y 60 m. de atraque exterior. Dispondría también de una rampa de varada auxiliar de carácter multifuncional y reubicable.



Figura 4-4 Lámina de agua a poniente del muelle G.M. Chereguini

Su fijación, debería hacerse con dos tipologías distintas: Mediante guías para los pantalanés lineales adosados al muelle G.M.Chereguini y al muelle de la Explanada; y mediante pilotes para la parte que se lanza de manera perpendicular al muelle G.M.Chereguini hacia la lámina de agua de la dársena.

Como puntos negativos que presentaría la misma, frente a los distintos factores existentes:

- Operación.- Los problemas que puede presentar es de ocupación del área de maniobra para los buques en utilización del muelle Almirante Vierna. Inconveniente que es fácilmente solucionable mediante el estudio del adecuado dimensionamiento de la obra. En el caso estudiado, se garantizan dichas operaciones sin interferirlas.

- Viento.- Estaría expuesto a los vientos procedentes de la bocana de la dársena, en el rango de direcciones 000~040, de manera similar a la opción I. Obligando a tener debidamente dimensionados los sistemas de fijación para las solicitaciones a soportar.

- Oleaje.- De la misma manera, estaría afectado por el oleaje procedente de la bocana de la dársena, de nuevo favorecido por la superficie de fetch, así como también por la reflexión en el muelle Almirante Vierna. Si bien en este caso se pueden tomar medidas de protección para el conjunto, mediante la instalación de pantalanés atenuadores en aquellas zonas que quedan expuestas al posible envite de las olas.

Una vez analizadas ambas soluciones, y a la vista de todos los factores que pueden afectar a cada una de ellas, se opta por la Opción II como la que presenta más ventajas, haciendo patente también su mayor dimensión y complejidad.

4.3 Dimensionamiento

Una vez se ha establecido la tipología del proyecto, tanto de su configuración física, como estructural, los aspectos operativos son los que condicionaran el dimensionamiento tanto en planta como en alzado:

4.3.1 En planta.

Las características que definirán la planta de la actuación son:

4.3.1.1 Orientación.

Una vez establecida su colocación a poniente del muelle G.M.Chereguini, su orientación principal deberá ser perpendicular a este, pues de esta manera garantiza la barrera ante el oleaje proveniente del norte, dejando a resguardo las embarcaciones que se encuentran a sotavento. Además este direccionamiento se puede completar con una unidad de atenuador con un ángulo de 45° respecto a los previos que aportara una protección añadida frente al oleaje reflejado en el muelle Almirante

Vierna. Para la longitud de los mismos y la superficie que ocupará el conjunto, se estudia el área de maniobra necesaria para la operación de buque en maniobras de atraque en el muelle Almirante Vierna.

4.3.1.2 Número de atraques.

El número de atraques viene condicionado por el dimensionamiento de la obra, así para la configuración establecida, se generan 10 atraques interiores y 3 exteriores, quedando los exteriores condicionados a la situación meteorológica reinante, debiendo prestar atención a vientos mantenidos de componente N-NNE.

4.3.1.3 Longitud total de la línea de atraques.

Condicionada también esta magnitud por el dimensionamiento de la obra, resultan un total de 110 m. de atraque interior y 60 m. exteriores.

4.3.1.4 Posición y dimensiones en planta de rampas.

Con el fin de dar servicio a la varada y botadura de las embarcaciones de vela ligera, se instalarán dos rampas a tal fin, siendo cada una de ellas de planta cuadrada de 7.5 m. de lado. Así mismo, se instalará una estructura de elementos flotantes generando una superficie de varada directa (Véase plano de distribución general de la obra).

4.3.1.5 Anchura.

En los tramos de pantalan lineal, se establecerá una medida estándar disponible en el mercado para los mismos, siendo suficientes 3 m. para el caso de los pantalanes de hormigón, y 2.5 m. para el caso de los de estructura de aluminio.

4.3.1.6 Accesos terrestres.

Al diseñarse contiguo al muelle G.M.Chereguini, se podrán utilizar las escaleras del mismo para el acceso, si bien deberá construirse una pasarela de acceso para aquellas operaciones que requieran un acceso por plancha, y que se vieran dificultadas por las escaleras. Con ese fin se instalará una pasarela de 12 m. desde las inmediaciones de la inserción del muelle G.M.Chereguini, en el cantil del muelle de la Explanada (Véase plano CON-001).

4.3.2 *En alzado.*

Se definen los diseños en alzado correspondientes a las secciones establecidas en el plano de distribución general de la obra, y que se anexan como plano CON-002, y CON-003. Las características definidas en las mismas, entre otras, se corresponden con:

4.3.2.1 Nivel de francobordo

Que por razones de seguridad se establece en un mínimo para condiciones de explotación de 0.5 m., que se ve superado por el modelo de pantalan atenuador de olas que presenta un francobordo de diseño de 0.55 m., mientras que los pantalanes de estructura de aluminio, presentan con carácter general un francobordo ajustado a este mínimo de seguridad.

4.3.2.2 Calado del atraque

Definiéndose los mínimos de 1 m. para las embarcaciones de vela ligera, 2 m. para las embarcaciones de vela con esloras inferiores a 9 m. y embarcaciones menores a

motor, y tres metros para el resto de embarcaciones que puedan hacer uso de la instalación.

4.3.2.3 Perfil longitudinal de rampas

Las rampas, que estarán unidas al resto de la estructura mediante bisagras, contarán con elementos de flotación propios, que garantizarán su operatividad, y la inmersión de parte de ellas, con el fin de facilitar su utilización (Véase plano CON-003).

4.4 Configuración de la obra

Una vez estudiados todos los datos, se establece el desarrollo de la obra en los bloques que a continuación se reseñan:

4.4.1 Operaciones previas

No es necesaria la actuación sobre las infraestructuras y entorno preexistente, pues en las condiciones actuales permiten y no condicionan la instalación proyectada.

4.4.2 Estructura del pantalán

Con el fin de poder atender a todos los requerimientos que se le hacen, se dividirá el mismo en cinco bloques, que si bien formarán un todo común, por sus características y particularidades serán tratados de manera independiente.

4.4.2.1 Pantalán rompeolas

Se diseña sobre una estructura de tres bloques prefabricados estándares en el mercado de 20 m. de longitud, 3 m. de ancho y 1 m. de puntal, que ofrecen un francobordo de 0.55 m. Estará unido al muelle G.M.Chereguini por un sistema de guía mediante perfil de acero galvanizado HEB 160. Fijados en su posición mediante unas guías de anillo que discurren por unos pilotes de 559 mm. de diámetro, oportunamente anclados. Cada módulo de pantalán estará guiado por dos pilotes que se encontrarán ubicados a 3 m. del extremo del módulo, por su lado mayor orientado al sur. Además el módulo que ofrece su lado menor orientado al este, al muelle G.M.Chereguini, estará también guiado por un perfil HEB 160 que estará oportunamente fijado al muelle, y por el que discurrirá una guía firme al pantalán.

4.4.2.2 Pantalán para plataforma de varada

Su construcción se realizara con una estructura de dieciséis módulos prefabricados estándares en el mercado de 10 m. de longitud, 2.5 m. de ancho y 0.8 m. de puntal, que ofrecen un francobordo de 0.50 m. Estará unido al muelle G.M.Chereguini por un sistema de guía mediante perfil de acero galvanizado HEB 160, y firme a dos de los módulos del pantalán rompeolas por la parte sur de los mismos. La unión entre los módulos se realizará de manera rígida para aquellos que sirvan de anclaje a las rampas, siendo entre los demás por tacos de elastómero con tornillos de acero inoxidable. Cuatro de los módulos contarán con una abertura en el tarimado, y el diseño adecuado de la estructura para albergar el paso de los pilotes sobre los que se guían los pantalanes rompeolas. Se unirán mediante perfil de aluminio y tornillos de acero inoxidable a los pantalanes de hormigón.

Cuenta también con una estructura de planta triangular de 10 m en su lado mayor y 7 m en los otros dos, fabricado con una estructura de pantalán de aluminio, con un puntal de 0.8 m. que ofrece un francobordo de 0.50 m. que se unirá a los pantalanes

de hormigón mediante perfil de aluminio y tornillos de acero inoxidable, y a la plataforma de varada mediante tacos de elastómero con tornillos de acero inoxidable.

4.4.2.3 Pantalanes lineales

Se trata de tres bloques, compuesto uno de ellos de cuatro módulos prefabricados de aluminio estándares en el mercado, de 10 m., 2.5 m. de ancho y 0.8 m. de puntal, que ofrecen un francobordo de 0.50 m. Estarán unidos al muelle G.M.Chereguini por un sistema de guías mediante perfil de acero galvanizado HEB 160, y al pantalán para plataforma de varada por uno de sus extremos mediante tacos de elastómero con tornillos de acero inoxidable.

Otro bloque estará formado por cuatro módulos prefabricados estándares en el mercado, dos de 12 m. y dos de 10 m. de longitud, 2.5 m. de ancho y 0.8 m. de puntal, que ofrecen un francobordo de 0.50 m. En este caso están unidos al muelle de la Explanada por un sistema de guías mediante perfil de acero galvanizado HEB 160.

El tercero de los bloques, se formará por la unión de cuatro módulos prefabricados estándares en el mercado de 10 m. de longitud, 2.5 m. de ancho y 0.8 m. de puntal, que ofrecen un francobordo de 0.50 m. Estarán unidos al muelle de la Explanada por su lado menor más al sur, mediante dos guías sobre perfiles de acero galvanizado HEB 160, a su vez hace de nexo de unión de los otros dos bloques mencionados mediante su unión por tacos de elastómero con tornillos de acero inoxidable.

El cuarto de los bloques, está constituido por los denominados fingers, que serán cuatro módulos prefabricados estándares en el mercado de 8 m. de longitud, 0.8 m. de ancho y 0.8 m. de puntal, que ofrecen un francobordo de 0.50 m. Estarán unidos a los pantalanes de los bloques anteriores mediante un perfil de aluminio con tornillos de acero inoxidable.

4.4.2.4 Rampas

Constituida cada una por tres módulos prefabricados estándares en el mercado, de 7.5 m. de longitud, 2.5 m. de ancho y 0.8 m. de puntal, quedando el extremo sumergido a 0.3 m. de la superficie, y ofrecen un francobordo de 0.50 m. por su unión a la plataforma de varada. Estarán unidos a la plataforma de varada por un sistema de bisagra, garantizándose su operación mediante los oportunos elementos flotantes. Contarán entre ellas con un pantalán de tipología similar a los del subapartado 4.4.2.2 de 8m. de longitud y 2.5 m. de ancho, con 0.8 m. de puntal y 0.5 m. de francobordo.

4.4.2.5 Superficie de elementos flotantes

Estará formada por una superficie elementos cuadrados de 500 mm. de lado, y con un puntal de 400mm., que unidos entre sí formando una matriz configuran una superficie flotante, estarán unidos a la estructura de pantalán triangular, y a un finger mediante unas piezas de acople de acero inoxidable..

4.5 Selección de materiales

A continuación se detallan los materiales, calidades y acabados a utilizar:

4.5.1 Hormigón armado

Se usará este material como constituyente básico de la estructura de los pantalanes rompeolas, estando configurados como cajones rellenos de polietileno expandido que le asegura la necesaria

reserva de flotabilidad. Esta selección está condicionada por la función principal a desempeñar por estos módulos, ya que es el único tipo de material disponible en el mercado para la realización de la misma. La estructura de armado estará realizada en acero inoxidable, con el fin de evitar la corrosión por filtración, estando además conectada con el exterior en forma de rosca hembra para conexión de módulos.

4.5.2 Aluminio

Por las características reseñadas en el punto 2., se selecciona este metal como materia prima para el armazón de los módulos de pantalanés, fingers, rampas y pasarela, realizándose los mismos mediante perfiles extrusionados de aluminio 6005 T6, soldados.

También de aluminio se realizarán las cornamusas estando fabricadas por molde y contenedores de los armarios.

4.5.3 Acero inoxidable

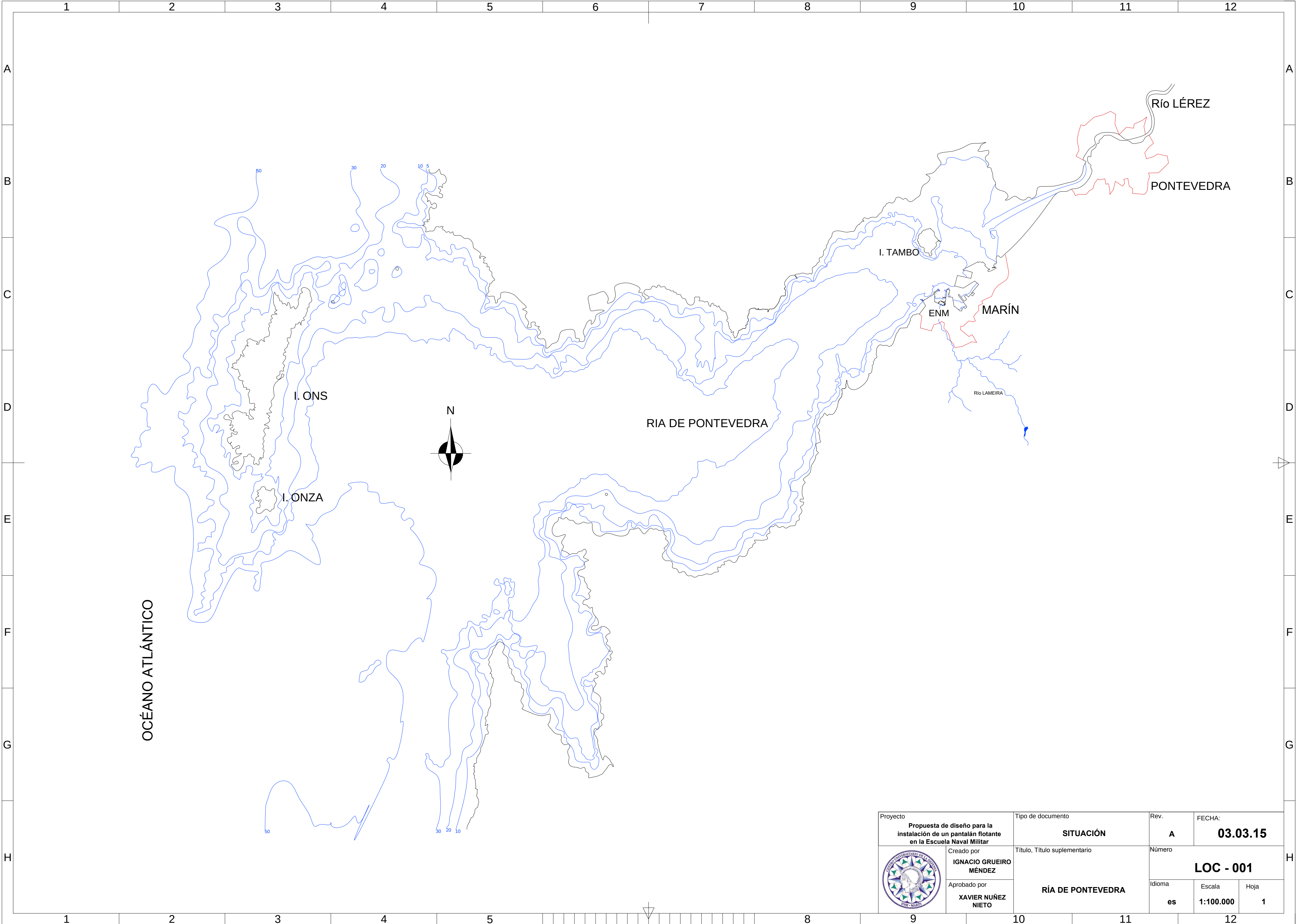
Es el material elegido para toda la tornillería de la obra

4.5.4 Madera técnica

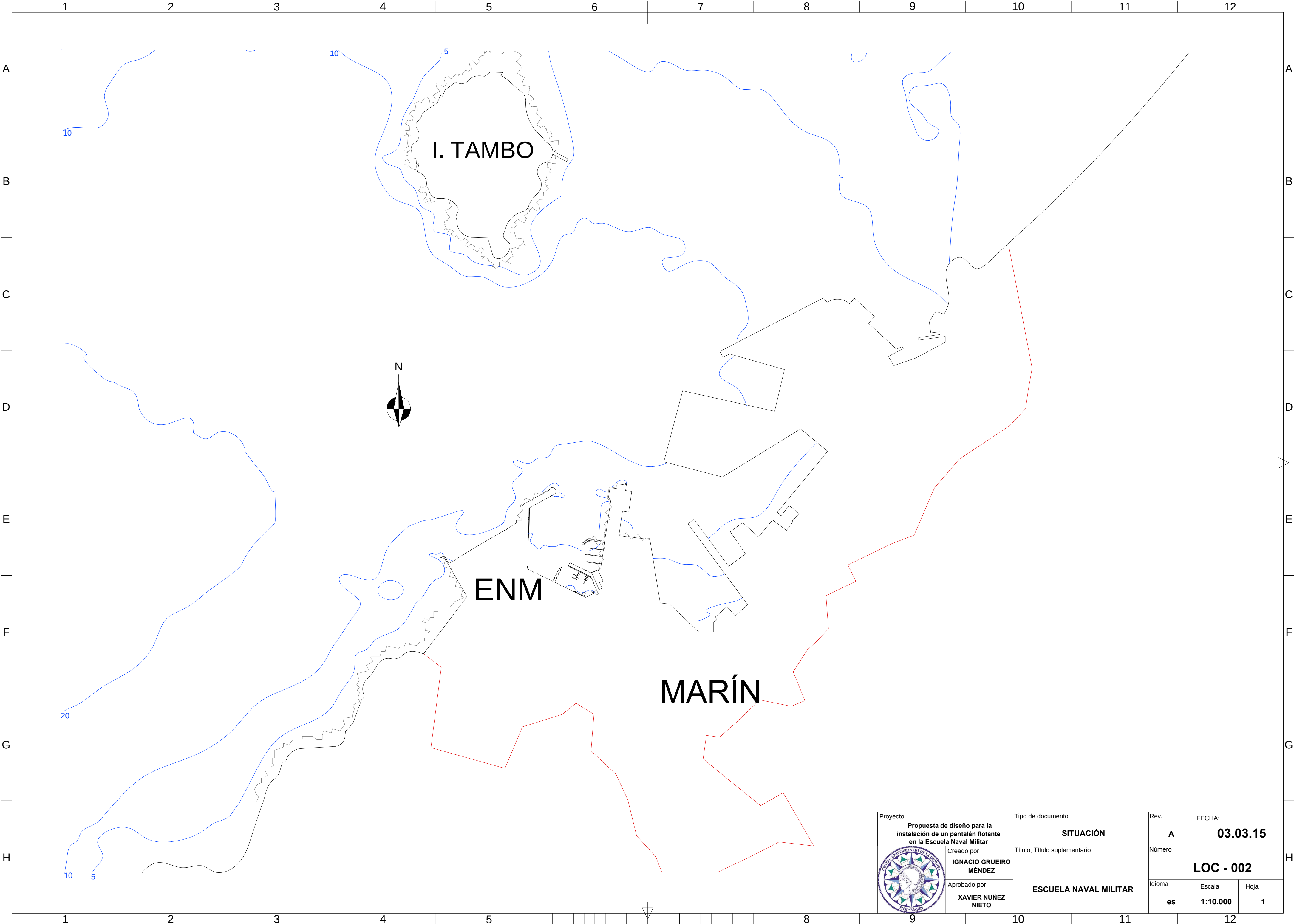
Por sus inmejorables características de durabilidad en intemperie y ante la acción climática, la tarimación de los pantalanés de aluminio se realizará con este material, por colocación de tablas extrusionadas en paralelo, colocadas a tope con una separación mínima de ajuste entre elementos, y fijas a la estructura mediante tornillos a durmientes del mismo material que irán encastrados en guías colocada a tal fin según plano CON-004.

4.6 Planos

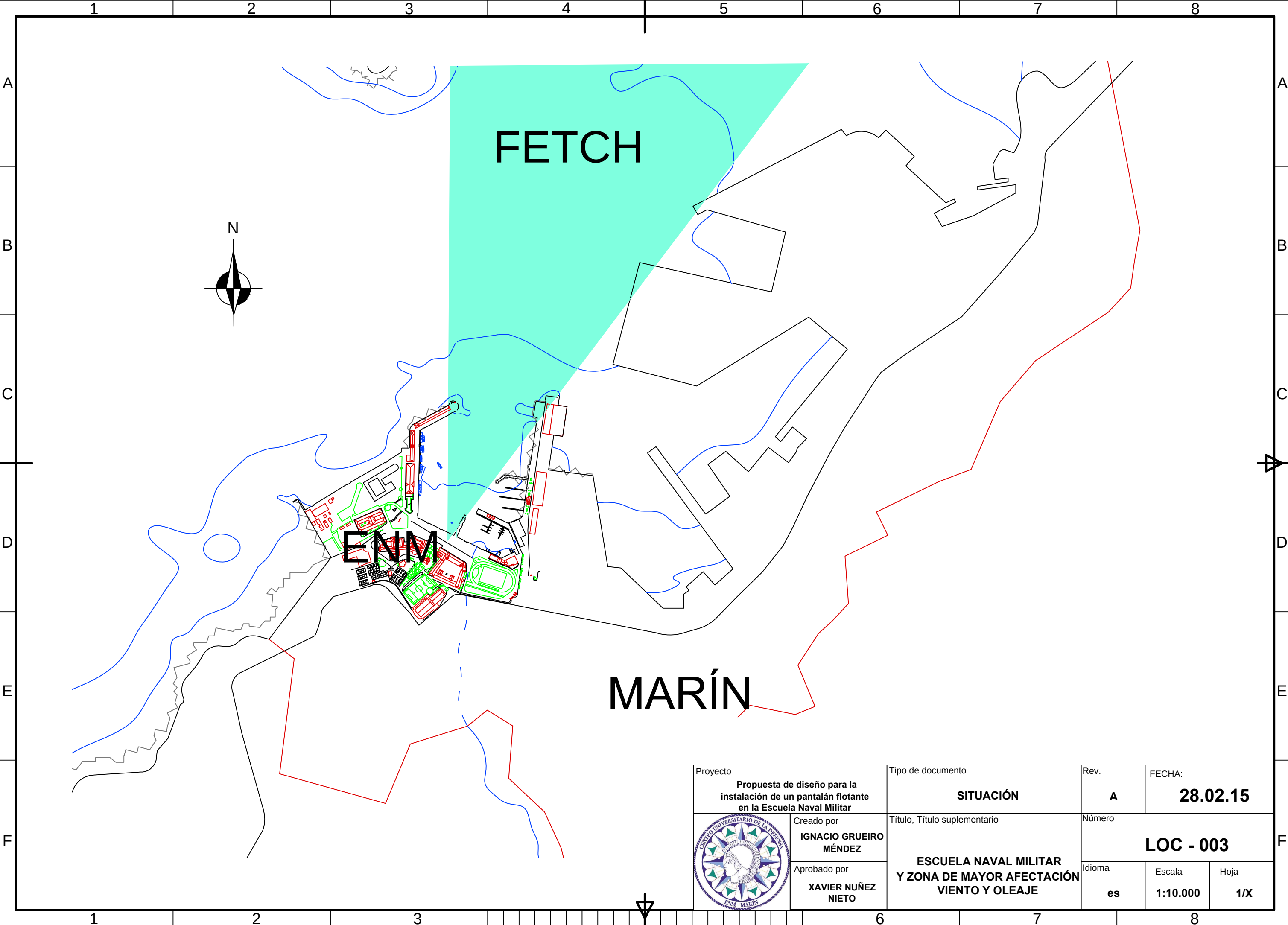
Los planos, tanto de localización, como descriptivos y de detalle, forman la razón de ser de este trabajo, siendo el medio necesario para la completa comprensión de cuanto se detalla en el mismo. Si bien la base del estudio es la de diseño para la instalación de un pantalán flotante, se incluyen diversos planos constructivos, primeramente, que faciliten la comprensión de la estructura en su conjunto, además de servir de aclaración a diversas soluciones por la que se ha optado.



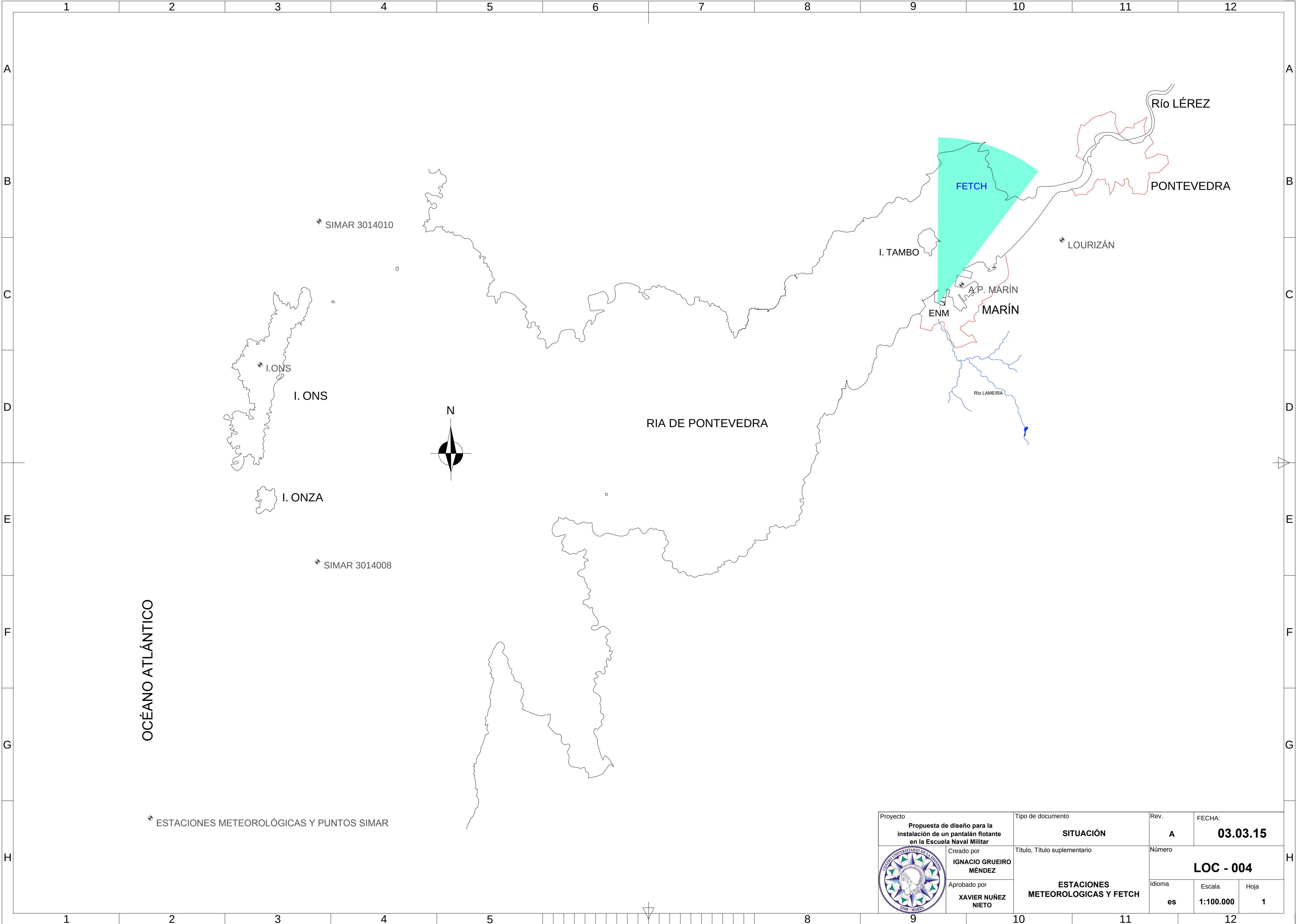
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento SITUACIÓN		Rev. A	FECHA: 03.03.15
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario RÍA DE PONTEVEDRA		Número LOC - 001	
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:100.000
				Hoja 1	



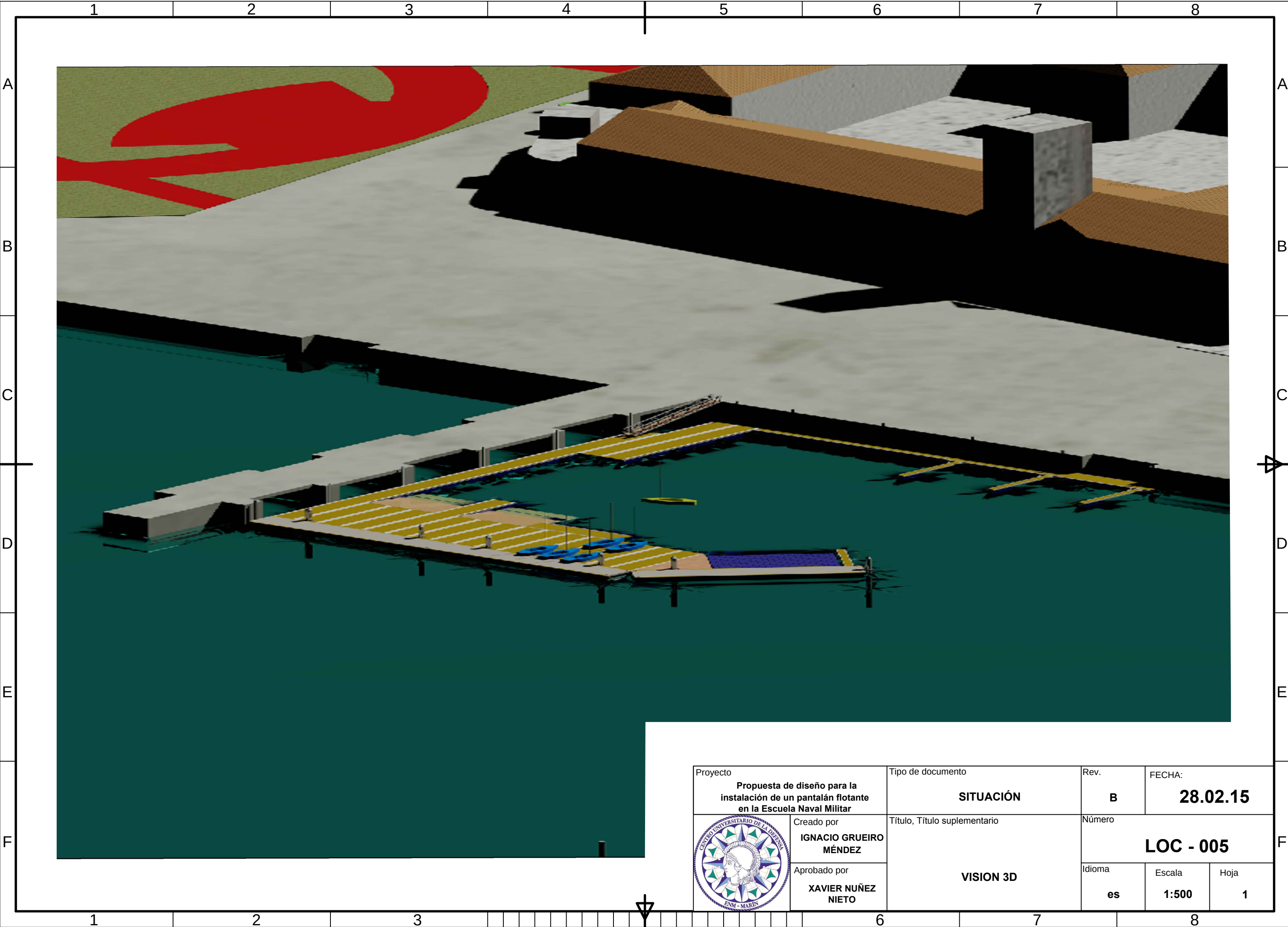
Proyecto		Tipo de documento	Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		SITUACIÓN	A	03.03.15	
	Creado por	Título, Título suplementario	Número		
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ		LOC - 002		
	Aprobado por	ESCUELA NAVAL MILITAR	Idioma	Escala	Hoja
	XAVIER NUÑEZ NIETO		es	1:10.000	1



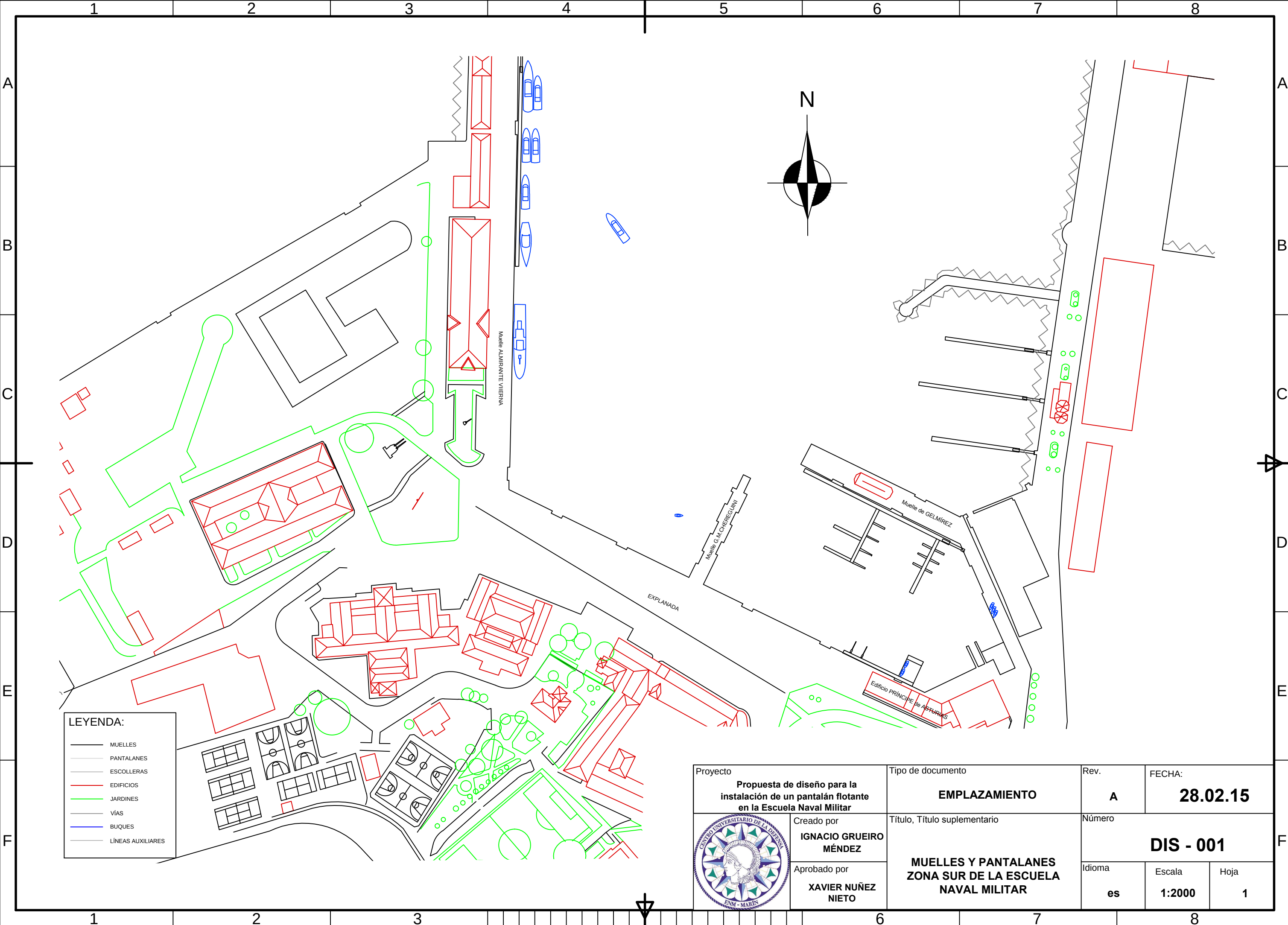
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento SITUACIÓN		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario ESCUELA NAVAL MILITAR Y ZONA DE MAYOR AFECTACIÓN VIENTO Y OLEAJE		Número LOC - 003		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:10.000	Hoja 1/X

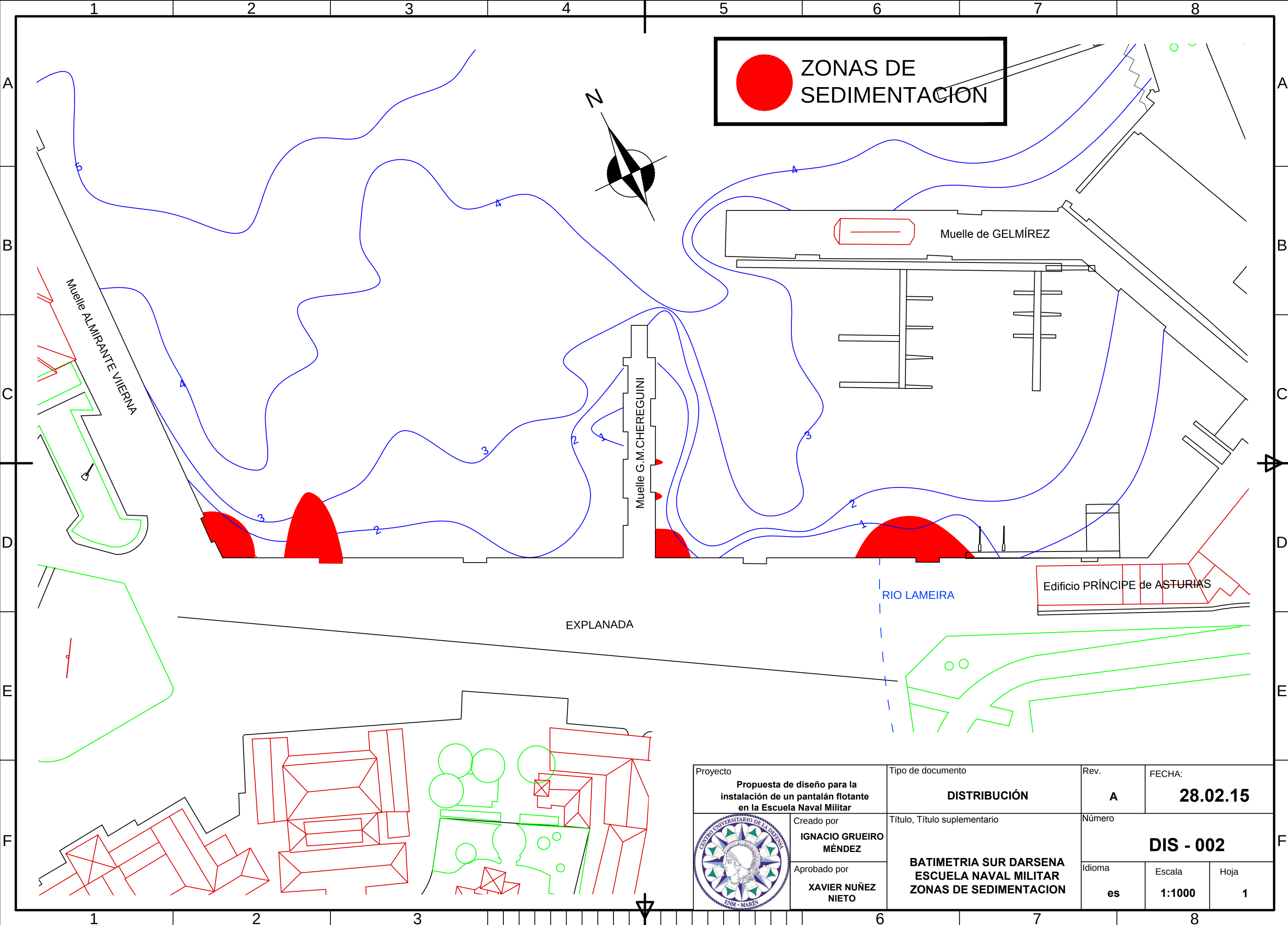


Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento SITUACIÓN		Rev. A	FECHA: 03.03.15
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario ESTACIONES METEOROLÓGICAS Y FETCH		Número LOC - 004	
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:100.000
				Hoja 1	

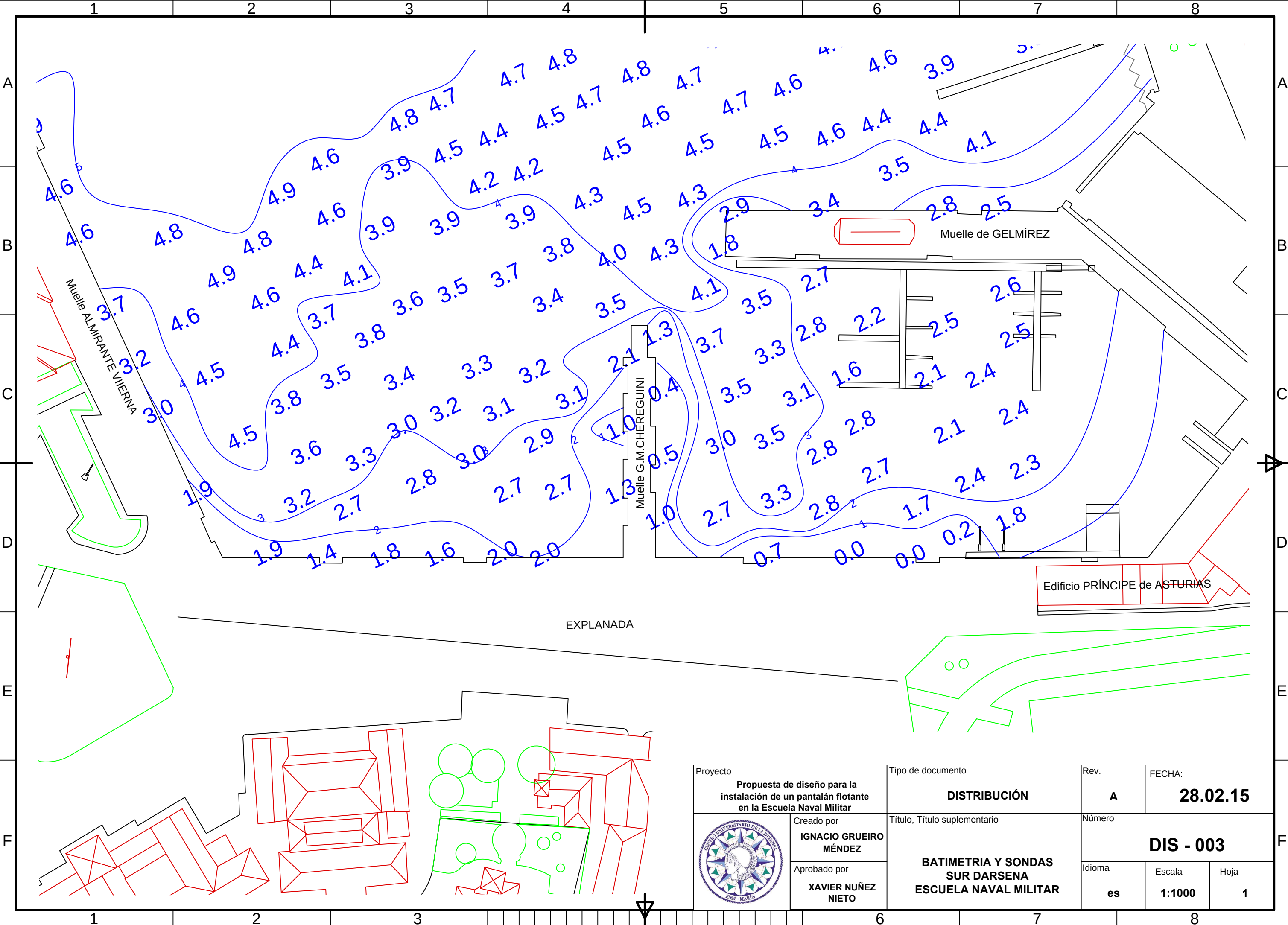


Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento SITUACIÓN		Rev. B	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario VISION 3D		Número LOC - 005		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:500	Hoja 1

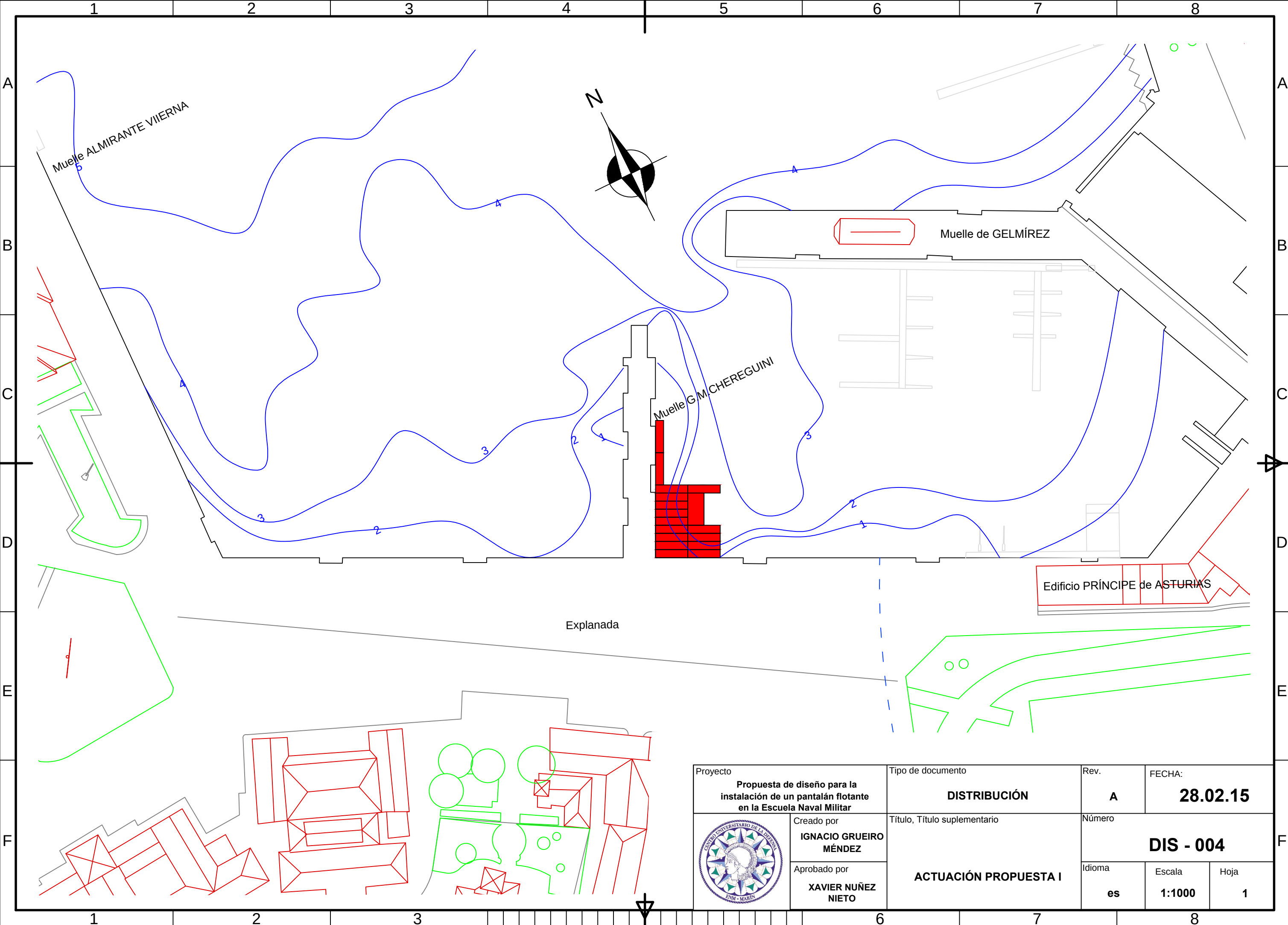




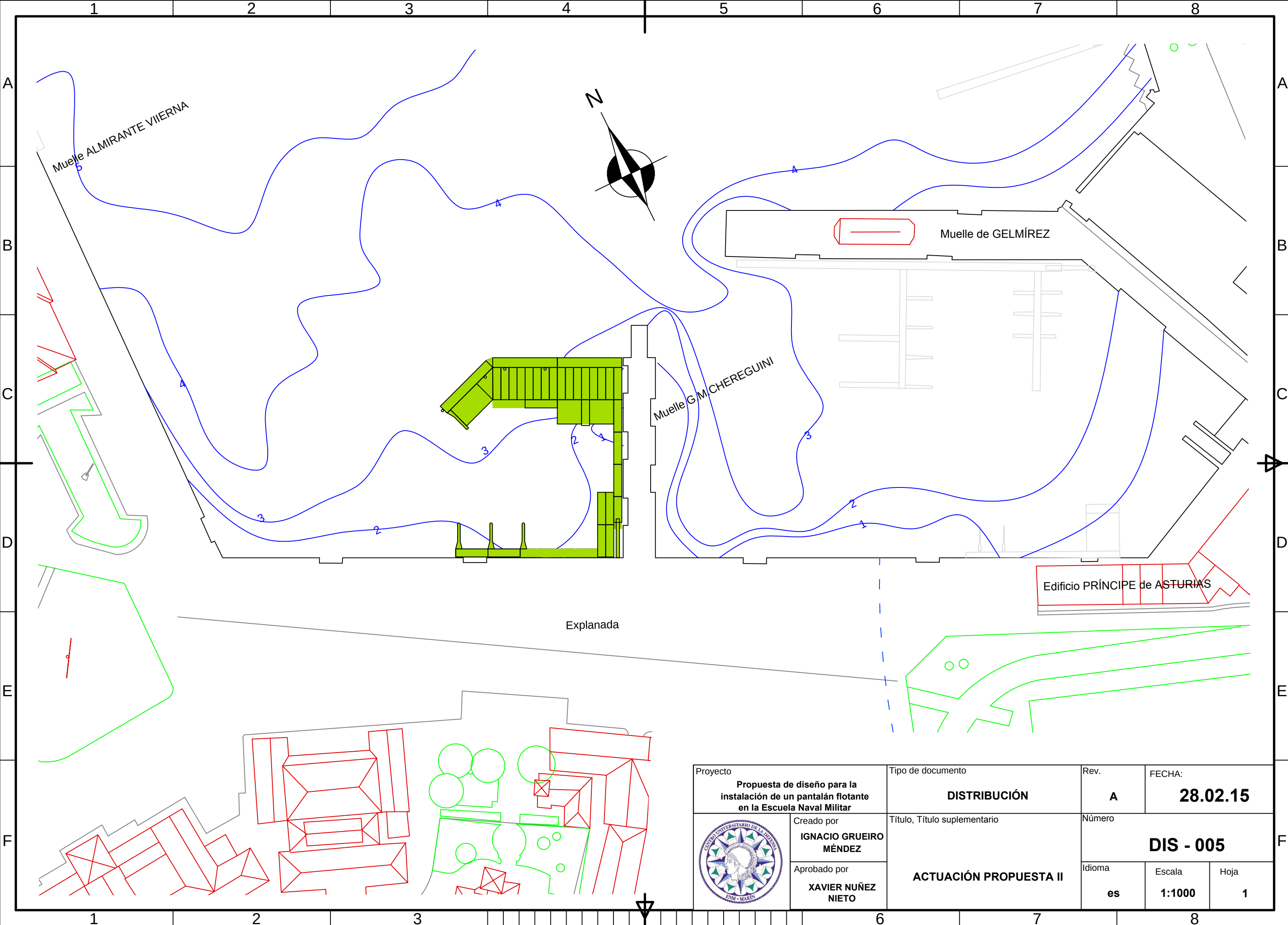
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento DISTRIBUCIÓN		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario BATIMETRIA SUR DARSENA ESCUELA NAVAL MILITAR ZONAS DE SEDIMENTACION		Número DIS - 002		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1000	Hoja 1



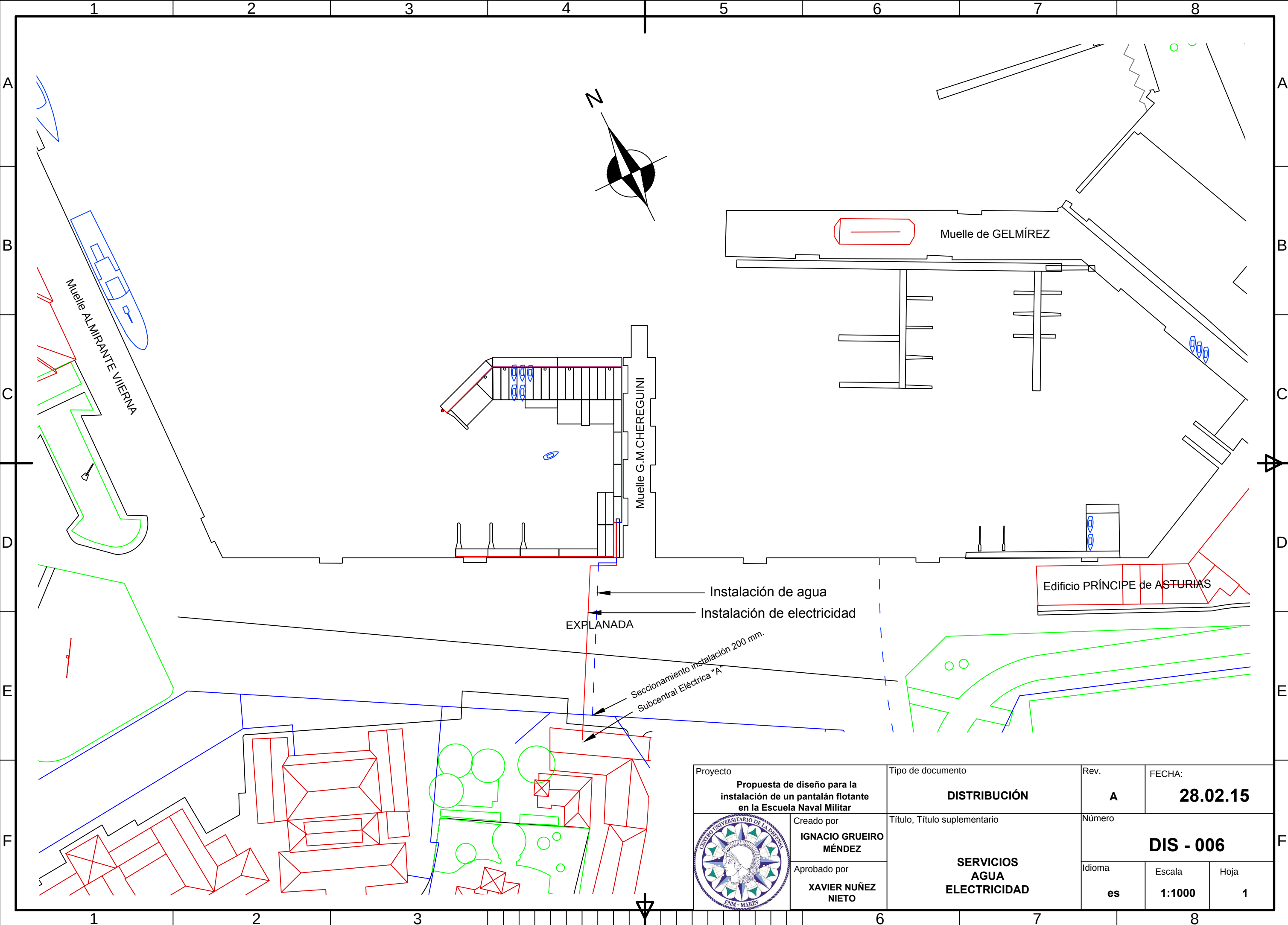
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento DISTRIBUCIÓN		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario BATIMETRIA Y SONDAS SUR DARSENA ESCUELA NAVAL MILITAR		Número DIS - 003		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1000	Hoja 1



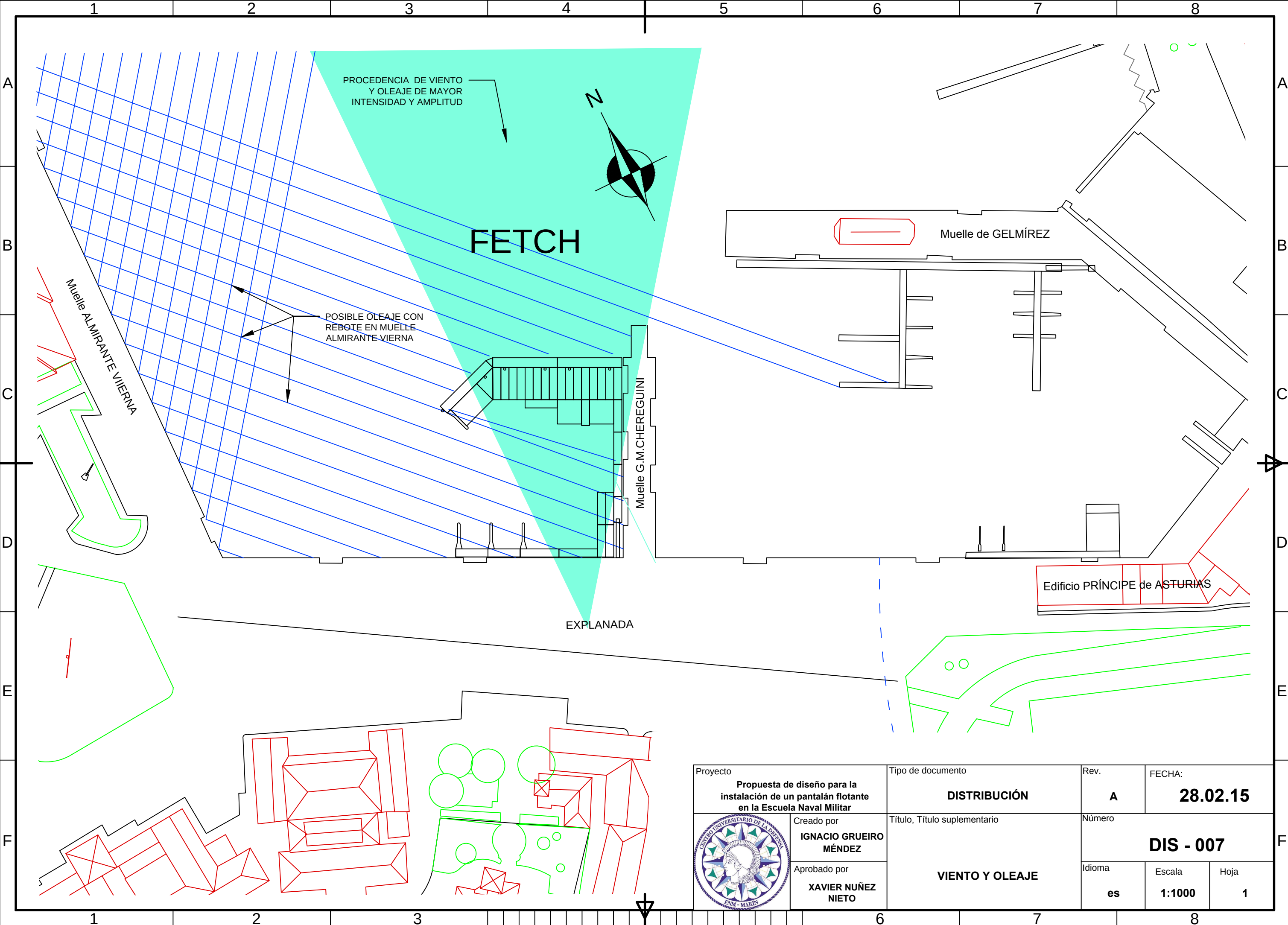
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento DISTRIBUCIÓN		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario ACTUACIÓN PROPUESTA I		Número DIS - 004		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1000	Hoja 1

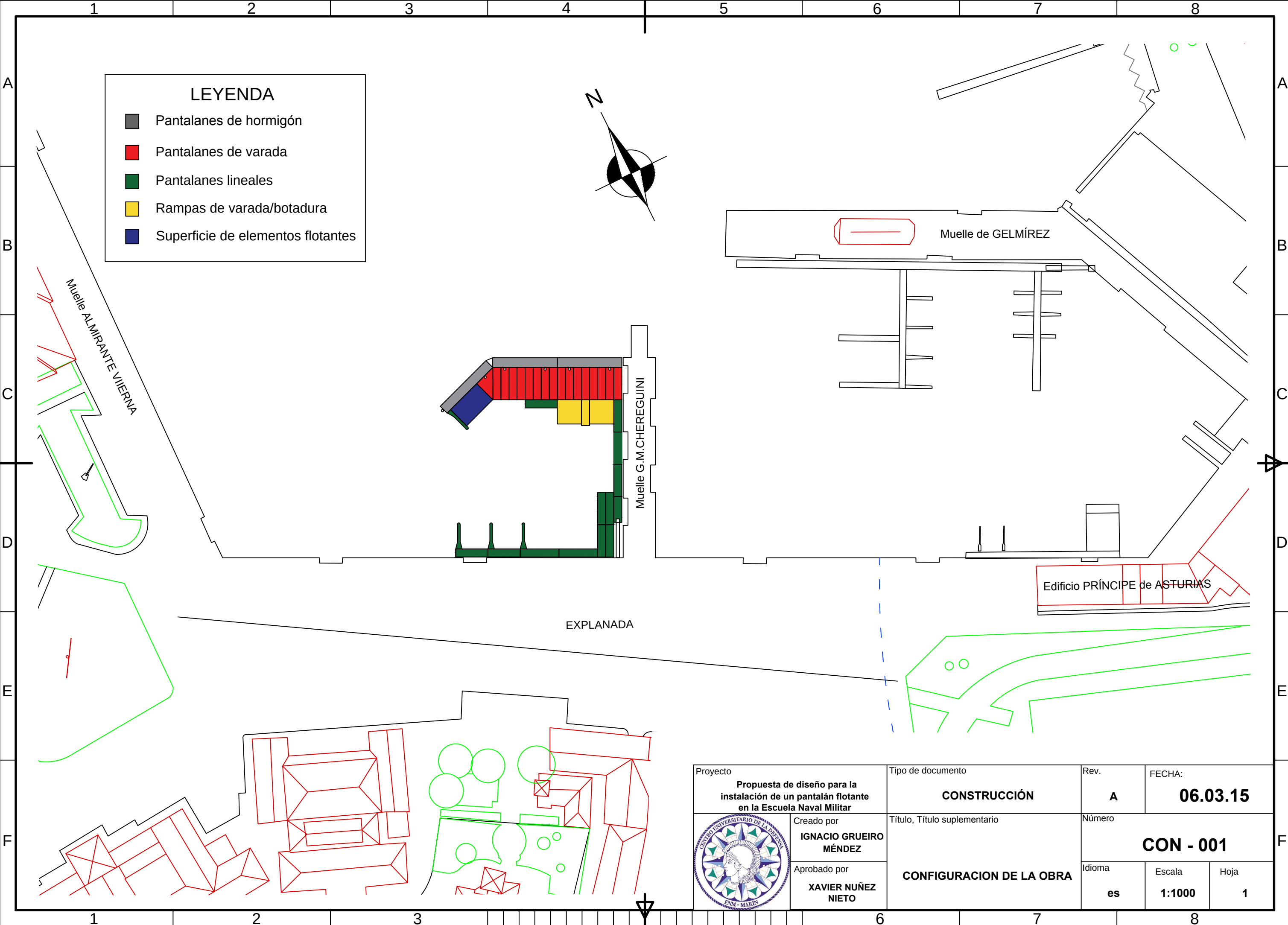


Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento DISTRIBUCIÓN		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario ACTUACIÓN PROPUESTA II		Número DIS - 005		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1000	Hoja 1



Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento DISTRIBUCIÓN		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario SERVICIOS AGUA ELECTRICIDAD		Número DIS - 006		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1000	Hoja 1

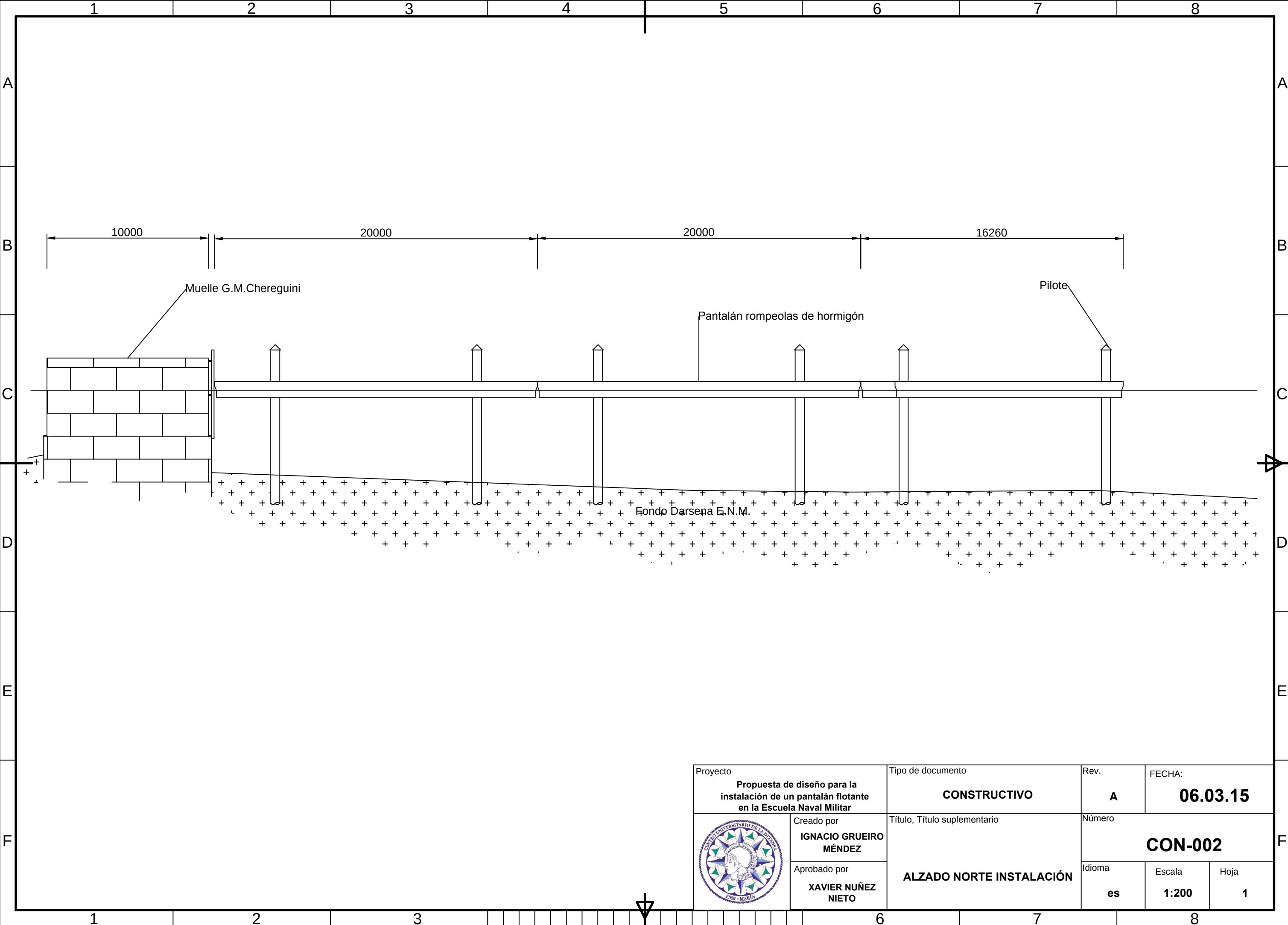




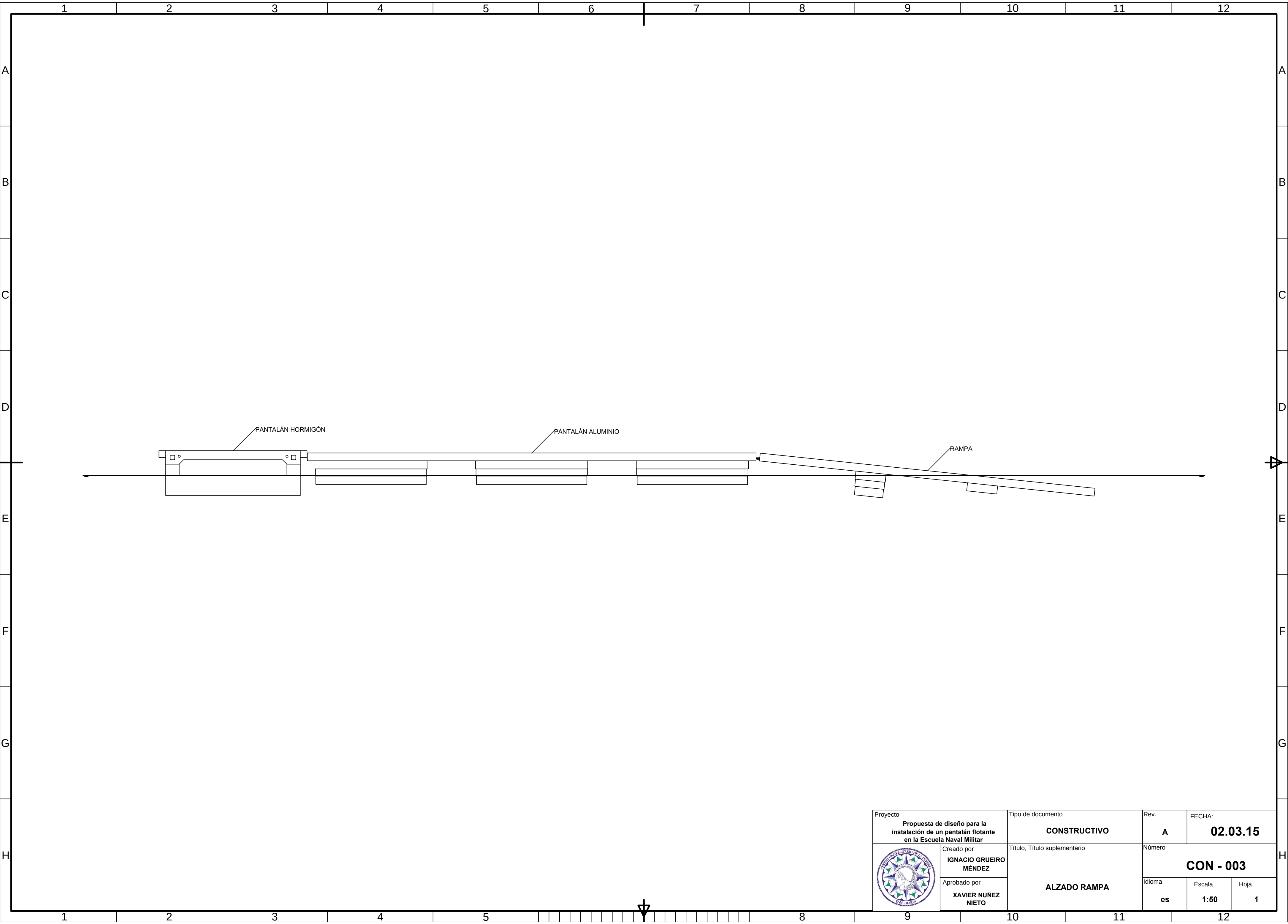
LEYENDA

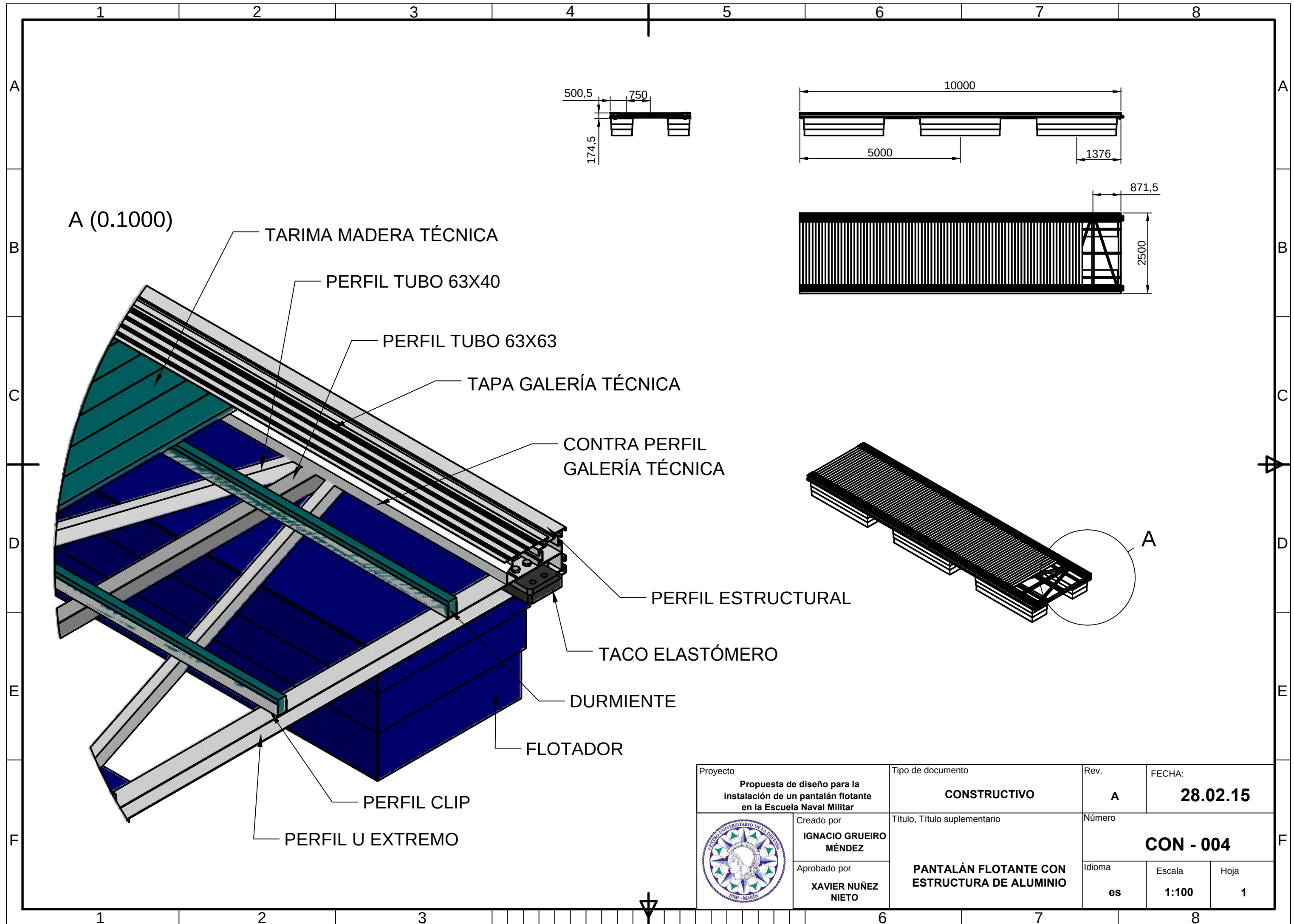
- Pantalanes de hormigón
- Pantalanes de varada
- Pantalanes lineales
- Rampas de varada/botadura
- Superficie de elementos flotantes

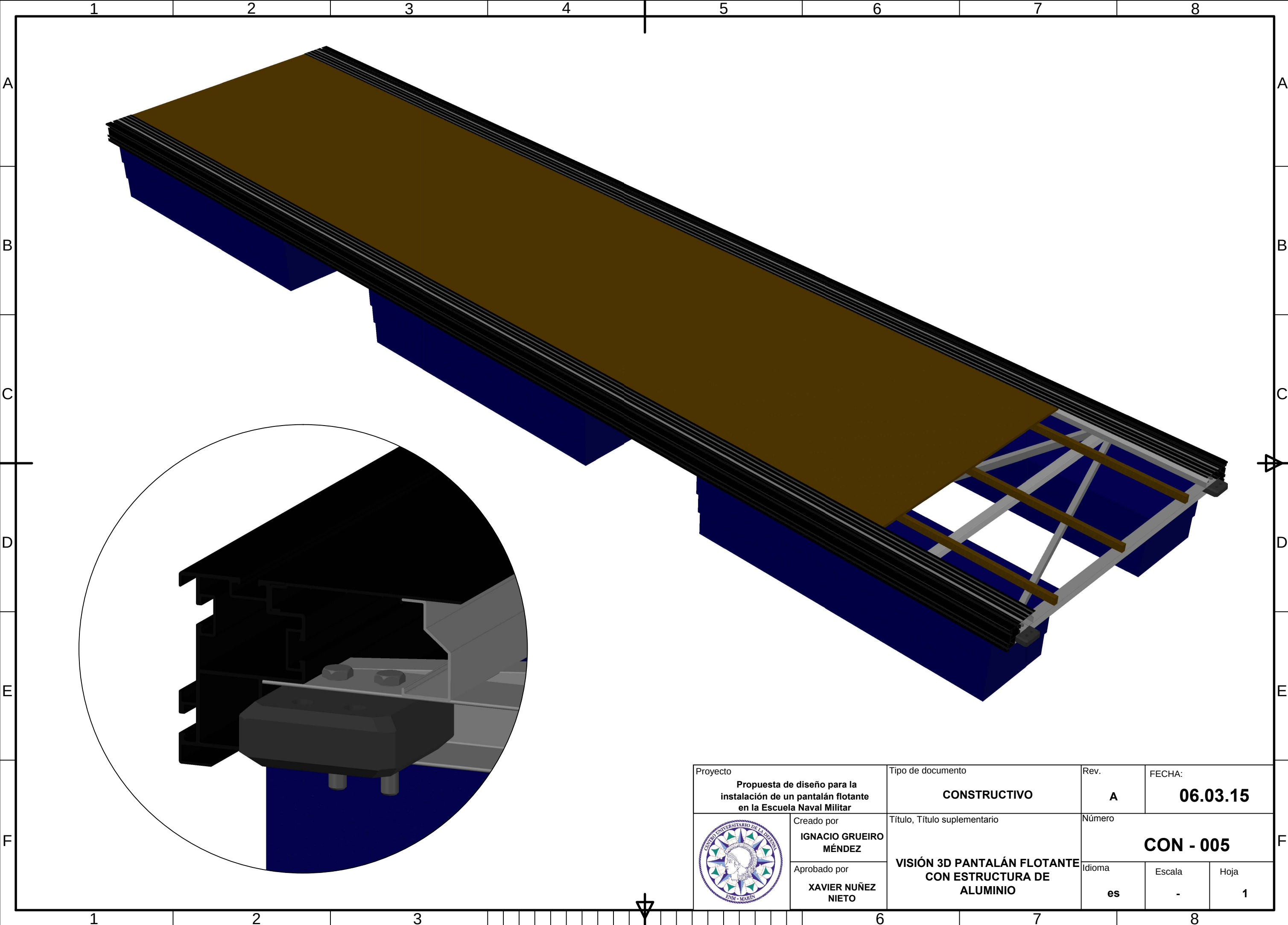
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento CONSTRUCCIÓN		Rev. A	FECHA: 06.03.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario CONFIGURACION DE LA OBRA		Número CON - 001		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1000	Hoja 1



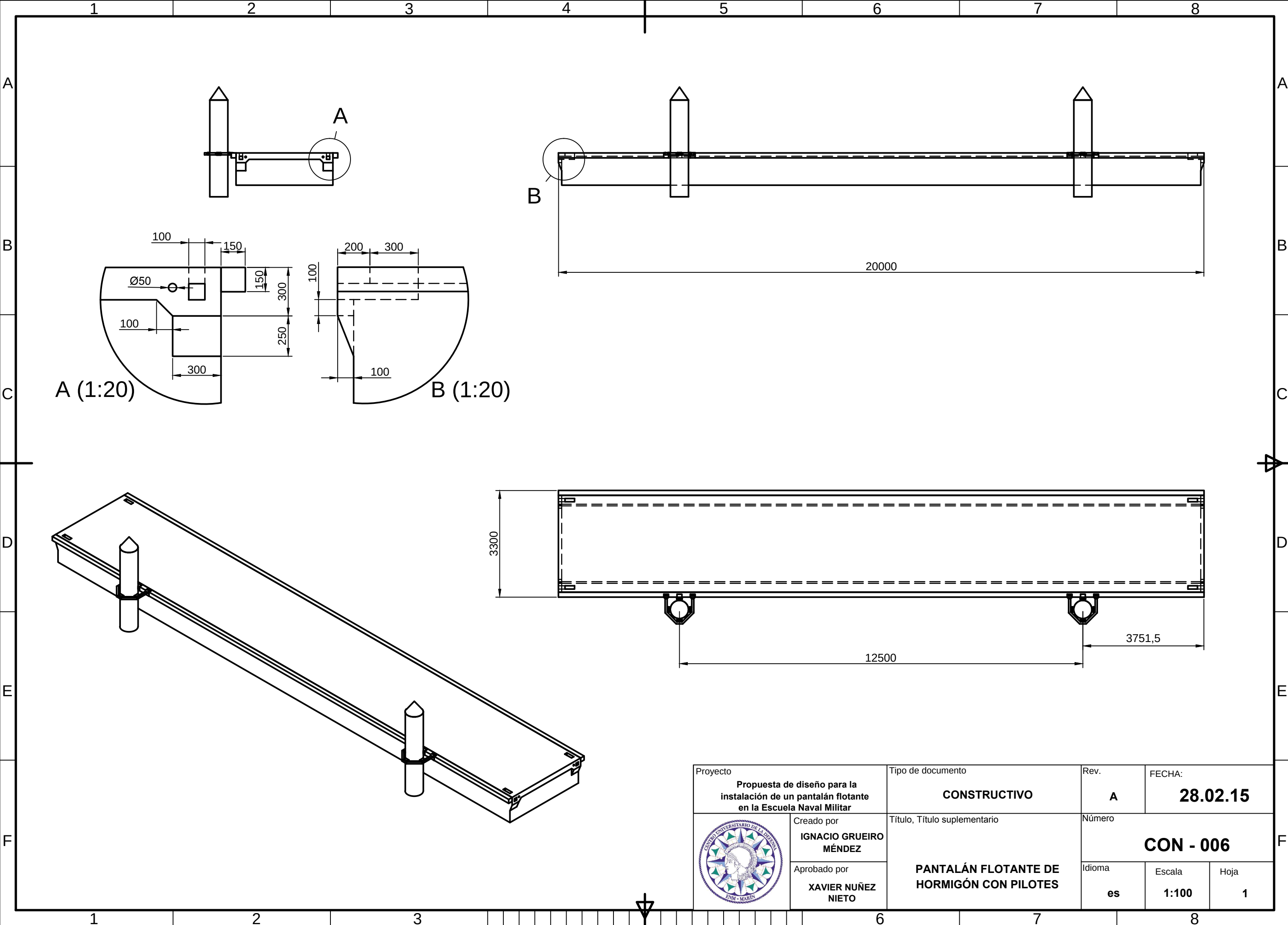
Proyecto		Tipo de documento		Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		CONSTRUCTIVO		A	06.03.15	
	Creado por	Título, Título suplementario		Número		
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ			CON-002		
Aprobado por		ALZADO NORTE INSTALACIÓN		Idioma	Escala	Hoja
XAVIER NUÑEZ NIETO				es	1:200	1



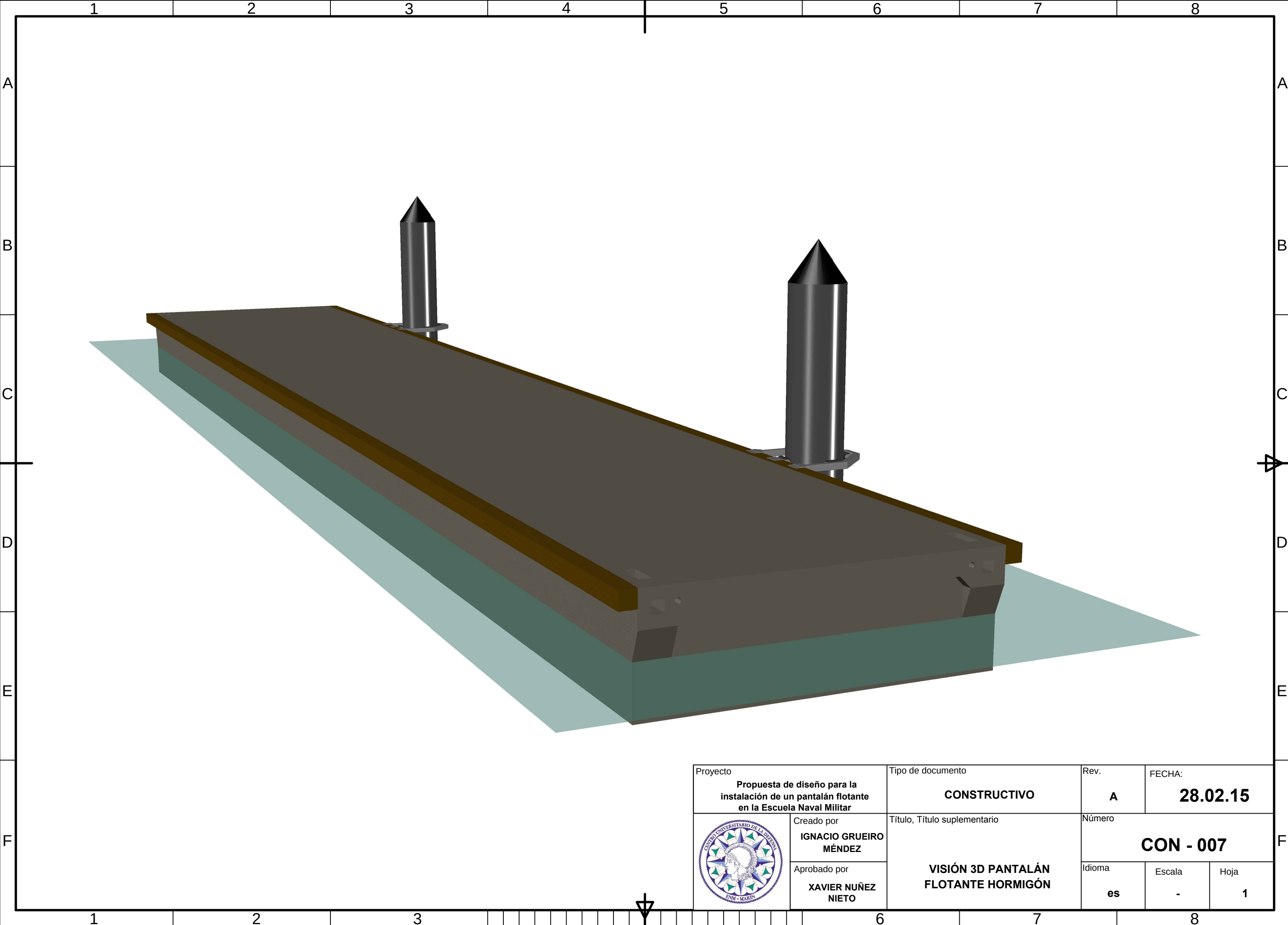




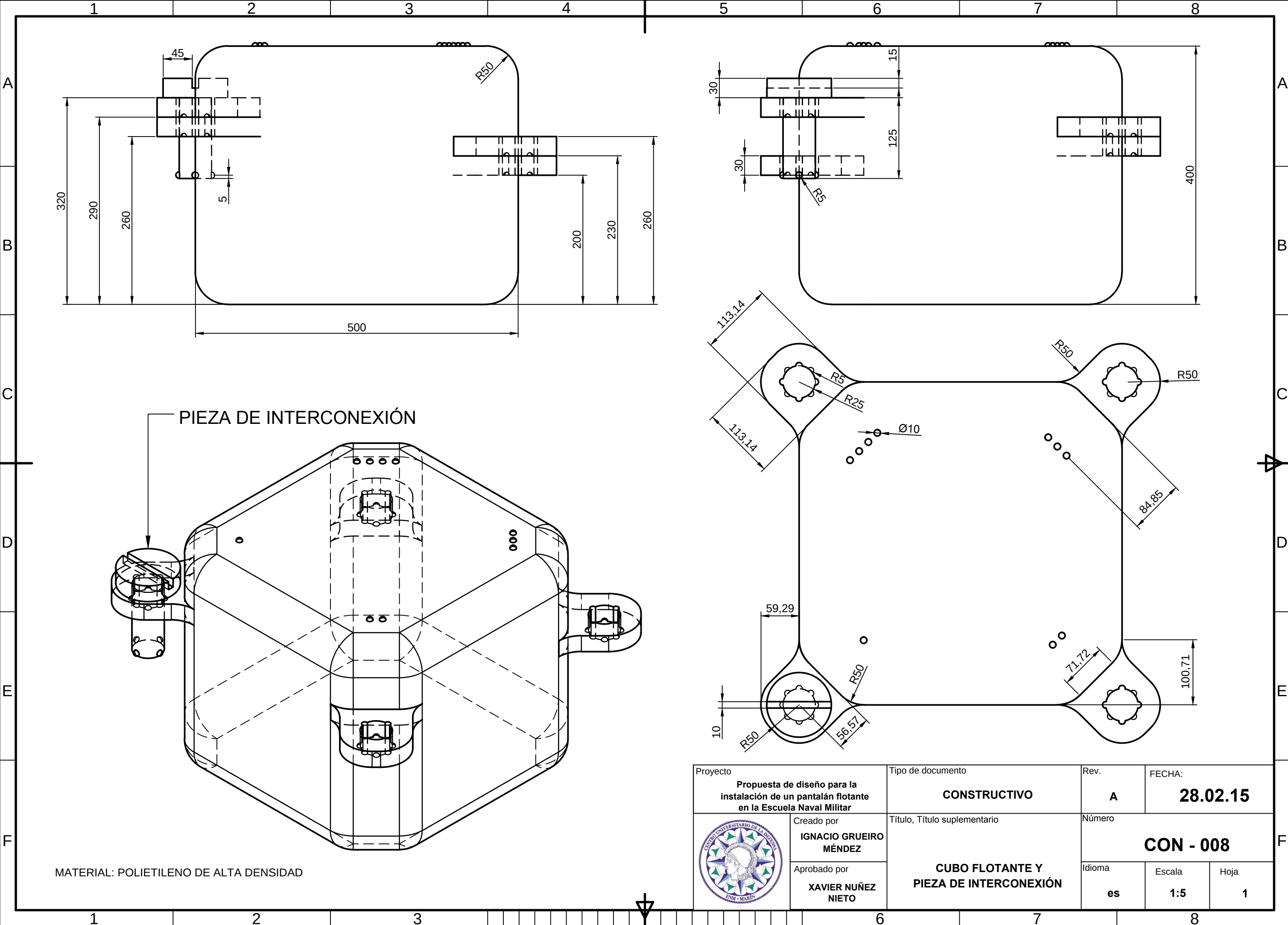
Proyecto		Tipo de documento		Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		CONSTRUCTIVO		A	06.03.15	
	Creado por	Título, Título suplementario		Número		
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ					
Aprobado por		VISIÓN 3D PANTALÁN FLOTANTE CON ESTRUCTURA DE ALUMINIO		Idioma	Escala	Hoja
XAVIER NUÑEZ NIETO				es	-	1



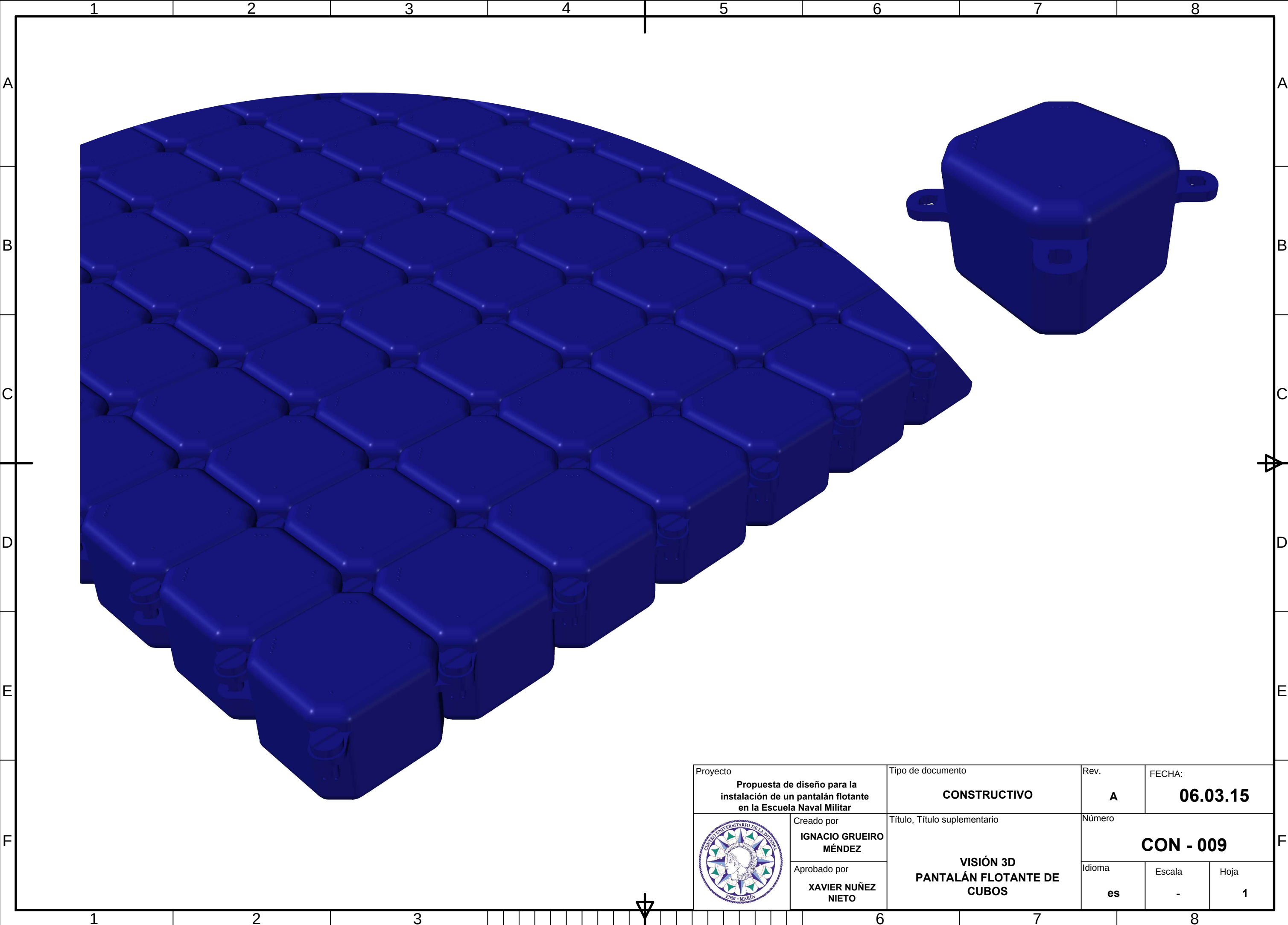
Proyecto		Tipo de documento		Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		CONSTRUCTIVO		A	28.02.15	
	Creado por	Título, Título suplementario		Número		
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ					
	Aprobado por	PANTALÁN FLOTANTE DE HORMIGÓN CON PILOTES		Idioma	Escala	Hoja
	XAVIER NUÑEZ NIETO			es	1:100	1



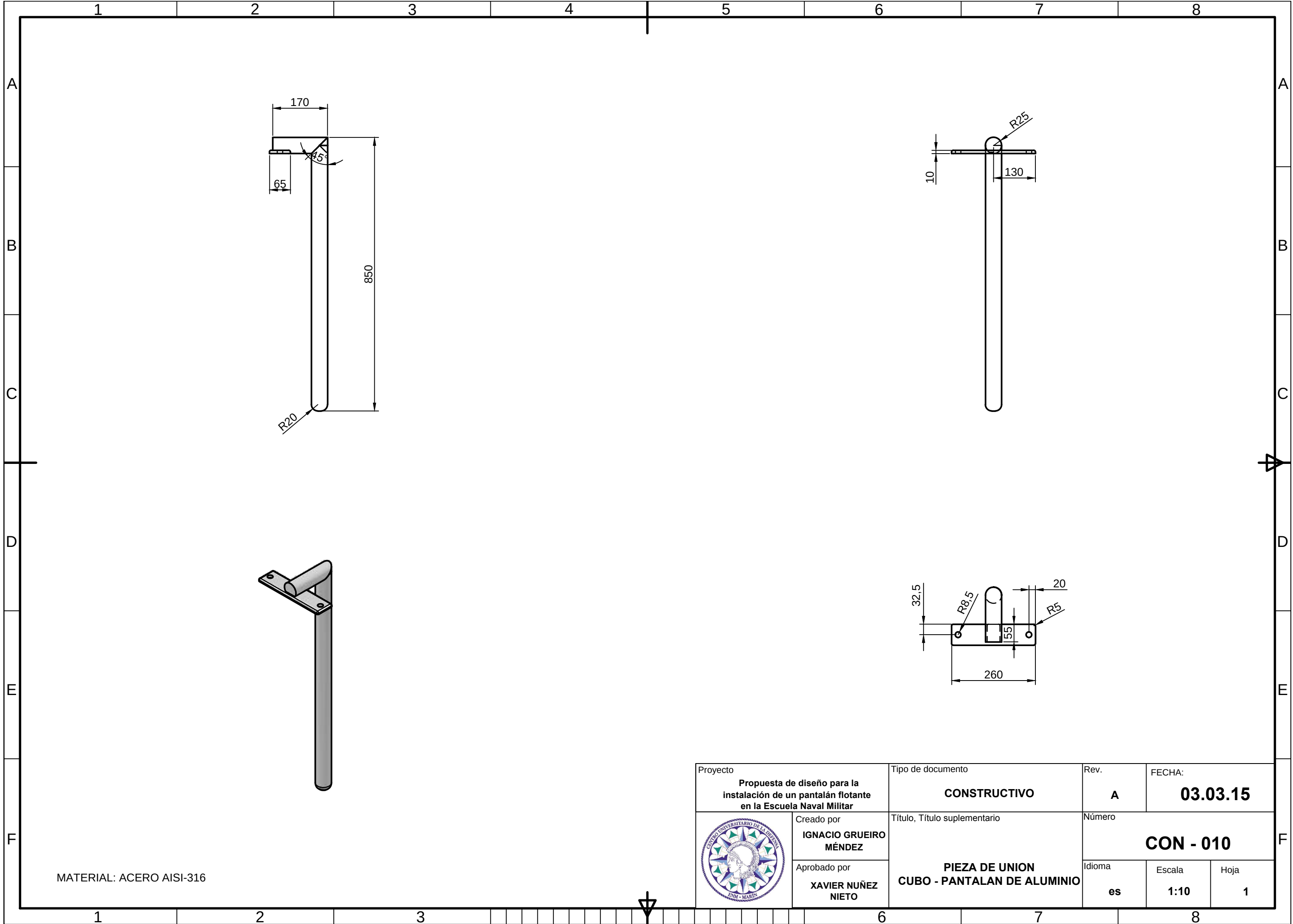
Proyecto		Tipo de documento		Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		CONSTRUCTIVO		A	28.02.15	
	Creado por	Título, Título suplementario		Número		
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ					
	Aprobado por	VISIÓN 3D PANTALÁN FLOTANTE HORMIGÓN		Idioma		
XAVIER NUÑEZ NIETO	es					
				Escala		Hoja
				-		1



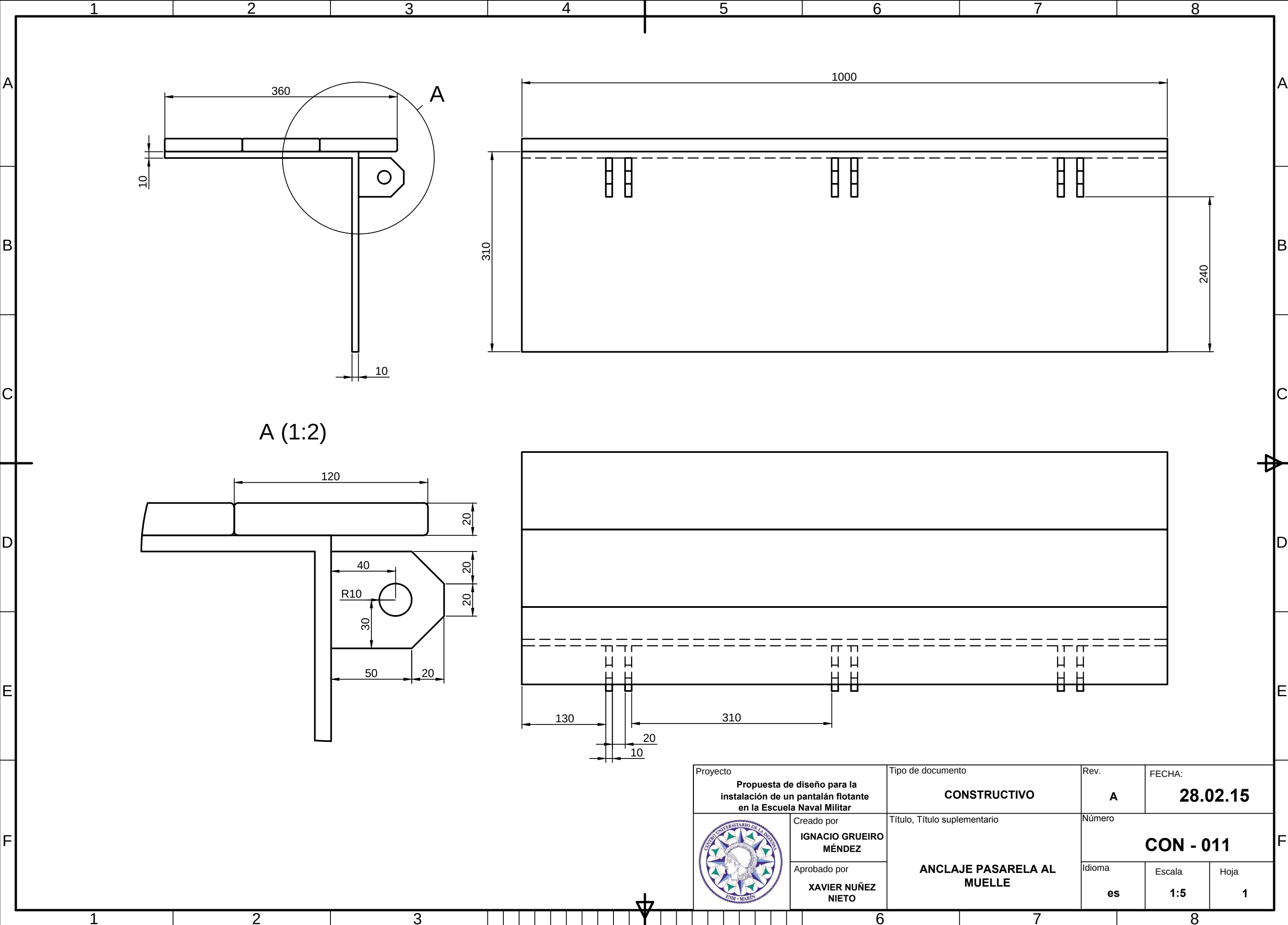
Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento CONSTRUCTIVO		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario CUBO FLOTANTE Y PIEZA DE INTERCONEXIÓN		Número CON - 008		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:5	Hoja 1



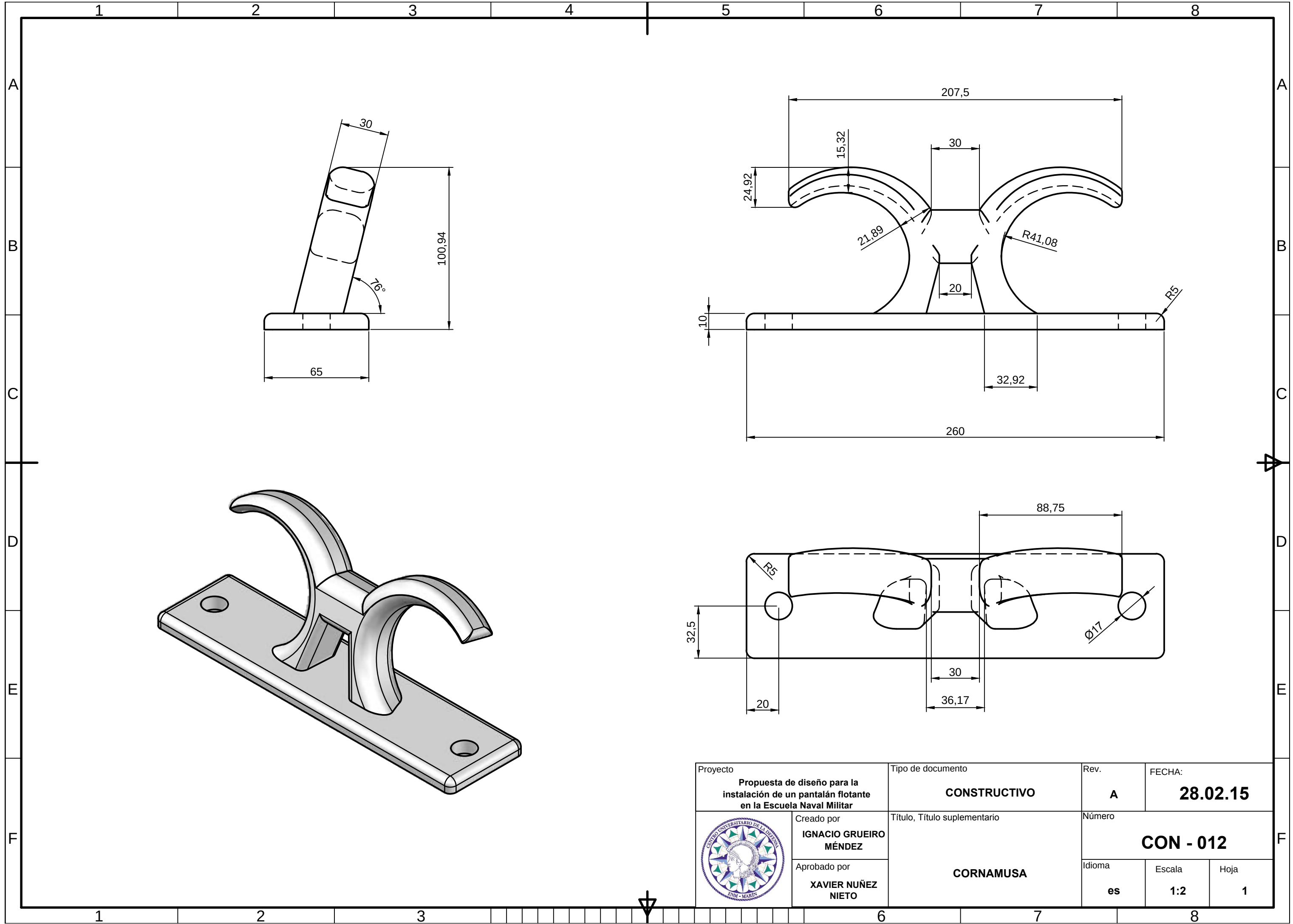
Proyecto		Tipo de documento		Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		CONSTRUCTIVO		A	06.03.15	
	Creado por	Título, Título suplementario		Número		
	Aprobado por					
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	VISIÓN 3D PANTALÁN FLOTANTE DE CUBOS		CON - 009		
	XAVIER NUÑEZ NIETO					
				Idioma	Escala	Hoja
				es	-	1



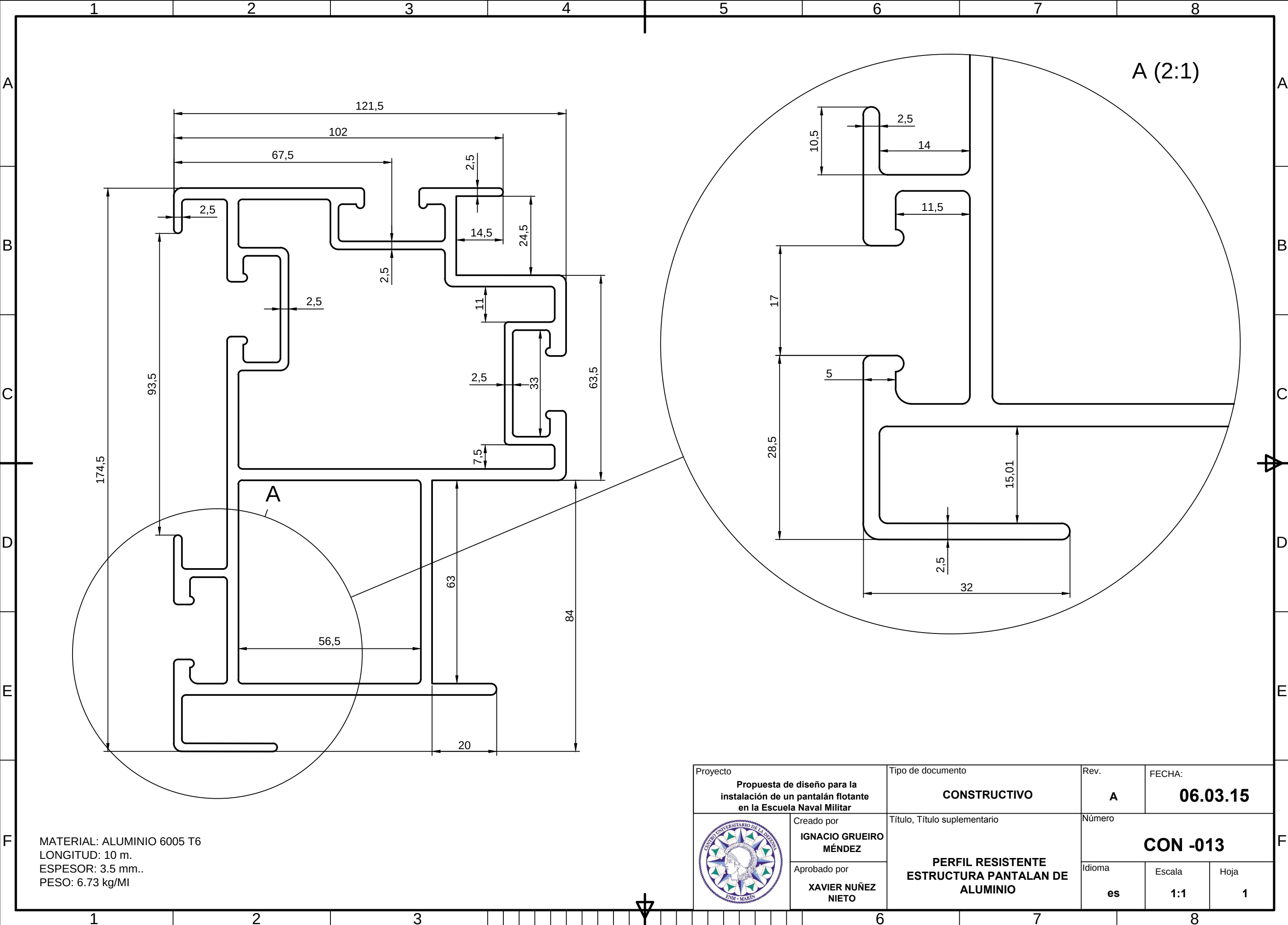
MATERIAL: ACERO AISI-316



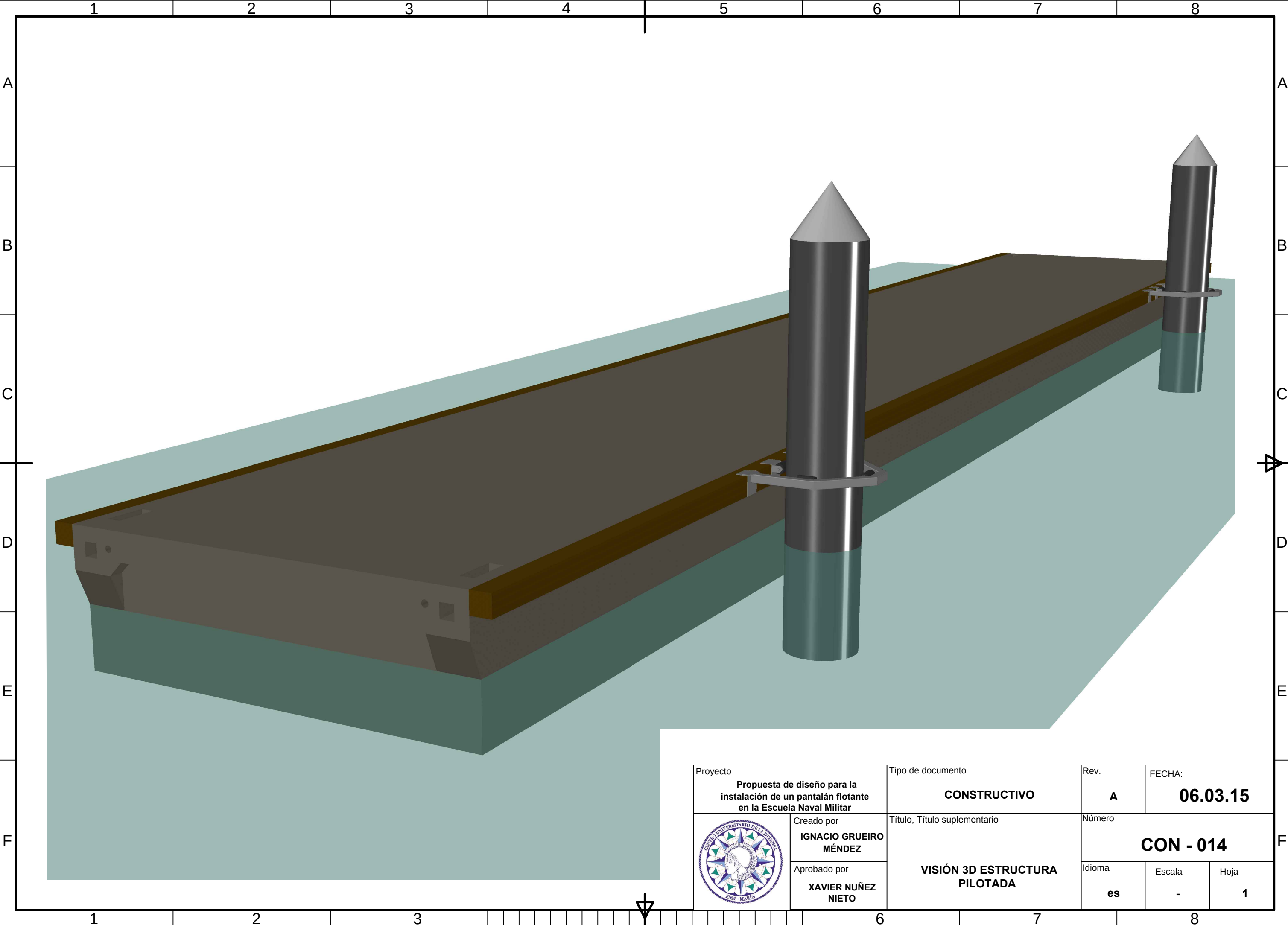
Proyecto		Tipo de documento		Rev.	FECHA:	
Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		CONSTRUCTIVO		A	28.02.15	
	Creado por	Título, Título suplementario		Número		
	Aprobado por					
	IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	ANCLAJE PASARELA AL MUELLE		CON - 011		
	XAVIER NUÑEZ NIETO					
				Idioma	Escala	Hoja
				es	1:5	1



Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento CONSTRUCTIVO		Rev. A	FECHA: 28.02.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario CORNAMUSA		Número CON - 012		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:2	Hoja 1



Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento CONSTRUCTIVO		Rev. A	FECHA: 06.03.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario PERFIL RESISTENTE ESTRUCTURA PANTALAN DE ALUMINIO		Número CON -013		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala 1:1	Hoja 1



Proyecto Propuesta de diseño para la instalación de un pantalán flotante en la Escuela Naval Militar		Tipo de documento CONSTRUCTIVO		Rev. A	FECHA: 06.03.15	
	Creado por IGNACIO GRUEIRO MÉNDEZ	Título, Título suplementario VISIÓN 3D ESTRUCTURA PILOTADA		Número CON - 014		
	Aprobado por XAVIER NUÑEZ NIETO			Idioma es	Escala -	Hoja 1

4.7 Presupuesto

4.7.1 Cuadro de precios

<u>Núm.</u>	<u>UM</u>	<u>Descripción</u>	<u>Importe en letras</u>	<u>Importe en cifras</u>
1	UD	Pantalán flotante de aluminio de 10x2.5 m. con perfil principal en las dos cabezas, realizado en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Seis mil quinientos cincuenta euros con ochenta cents.	6550.80 €
2	UD	Pantalán flotante de aluminio de 8x2.5 m. con perfil principal en las dos cabezas, realizado en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Cinco mil ciento cinco euros con dieciséis cents.	5105.16 €
3	UD	Pantalán flotante de aluminio de 10x2.5 m. con perfil principal en las dos cabezas, realizado en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los	Cinco mil doscientos veinticinco euros con treinta y dos cents.	5225.32 €

- elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.
- 4 UD Anilla deslizante para viga Grey HEB-160, Doscientos realizada en aluminio calidad naval setenta y nueve anticorrosivo 6005, incluyendo rodillos de euros con polietileno, ejes correspondientes en acero diecinueve inoxidable AISI 316. cents. 279.19 €
 - 5 UD Viga Grey HEB-160 de seis metros de longitud con tres chapas de anclaje a muelle, realizada en acero galvanizado en caliente, Dos mil con la tornillería de anclaje a muelle de acero seiscientos euros inoxidable AISI 316 con veinte cents. 2600.20 €
 - 6 UD Pantalán flotante de hormigón de 20x3 m. ejecutado con cemento tipo IV/A(V)42.5 N/SR armado con armadura de acero galvanizado, rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m³ de densidad. Incluyendo toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.55 m., transporte de materiales y maquinaria, Veinticuatro mil servicio de grúas y mano de obra para montaje seiscientos euros de todos los elementos, totalmente instalados con ochenta y y en perfecto funcionamiento. dos cents 24600.82 €
 - 7 ML Tubería de acero grado x-60 de 559 mm. De diámetro exterior, suministrados en longitud de 12 metros, protegidos a base de imprimación de fosfato de zinc y brea-epoxi de 200 micras de espesor, incluido tratamiento anticorrosivo efectuado con el chorreado de arena, hasta el grado SA 2 ½ de la norma sueca SIS-055900, se aplicará una mano de imprimación y dos manos de pintura “Brea Epoxi” resistente a los ambientes marinos, en espesor de 200 micras y pintura de color negro, transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados Ciento ochenta y y en perfecto funcionamiento. cinco euros 185.00 €
 - 8 UD Hincado y excavación de pilote, en arena, roca o fango mediante torre de pilotaje flotante Mil setecientos euros con dotada de martillo de 1500 kgs. O sistema cincuenta y equivalente sin vibraciones. cinco cents 1700.55 €
 - 9 UD Anilla deslizante para pilote 559 mm. Realizada en aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, incluyendo rodillos de polietileno, ejes correspondientes en acero inoxidable AISI 316, transporte de materiales

	y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Quinientos ochenta euros con doce cents	580.12 €
10	UD Sombrero cónico para remate de pilote en cota de coronación, realizado en polietileno. Color blanco, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Cuarenta y seis euros con treinta y un cents	46.31 €
11	UD Cornamusa “S” estándar para atraque de embarcaciones, realizadas en fundición de aluminio con la tornillería correspondiente de acero inoxidable. CR = 4 Tn. Diseñadas con lengüeta para transmitir un esfuerzo uniforme sobre el carril de la estructura de aluminio. Incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Veintitrés euros con ochenta y uno cents	23.81 €
12	UD Finguer flotante de 8x0.8 m. Realizado en perfilera de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con dos flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Mil cuatrocientos ceinte euros	1420.00 €
13	UD Pantalán flotante de aluminio triangular de 10x8x5 m. realizado en perfilera de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y	Mil quinientos euros con cincuenta cents	1500.50 €

		mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.		
14	UD	Cubo flotante de polietileno de alta densidad de 500 mm de lado, y 400 mm. de puntal, y accesorios de interconexión para formación de superficie, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Veinticinco euros con treinta y dos cents	25.32 €
15	ML	Cableado eléctrico y tubería de agua para dar servicio a las torretas, incluido transporte de materiales y maquinaria y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Cuarenta y ocho euros con treinta y tres cents	48.33 €
16	UD	Torreta tipo realizada en PVCC, de 0.7 m. de altura y compuesta por 2 tomas de 16 A. a 230 v., 2 tomas de agua de 1.2" con grifos y luz de balizado de 11 w. de bajo consumo todo horizonte, con interruptor de corte general. La torreta tendrá certificación IP67, incluido transporte de materiales y maquinaria y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Quinientos sesenta y un euro con ochenta cents	560.80 €
17	UD	Unión de módulos en paralelo, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Cuatrocientos noventa y dos euros con siete cents	492.07 €
18	UD	Pasarela articulada de acceso a pantalán de 12x1 m. con rampilla realizada en perfilera de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con piso de madera técnica de 20mm. Incluidas chapas de rodadura y ángulo para fijación al muelle, transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	Nueve mil novecientos cuarenta y ocho euros con cuarenta y ocho cents	9948.48 €
19	AP	Gestión de residuos incluyendo gestión de todos los permisos, pago de cánones, traslado de material sobrante, gestión de material reciclable y traslado a gestor autorizado del no aprovechable.	Mil quinientos euros	1500.00 €

PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA INSTALACIÓN DE UN
PANTALAN FLOTANTE EN LA ESCUELA NAVAL MILITAR

Presupuesto

<u>Núm.</u>	<u>Cant.</u>	<u>Descripción</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
1	2 UD	Pantalán flotante de aluminio de 12x2.5 m. con perfil principal en las dos cabezas, realizado en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	6550.80 €	13101.60 €
2	1 UD	Pantalán flotante de aluminio de 8x2.5 m. con perfil principal en las dos cabezas, realizado en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	5105.16 €	5105.16 €
3	26 UD	Pantalán flotante de aluminio de 10x2.5 m. con perfil principal en las dos cabezas, realizado en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	5225.32 €	135858.32 €

4	11 UD	Anilla deslizante para viga Grey HEB-160, realizada en aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, incluyendo rodillos de polietileno, ejes correspondientes en acero inoxidable AISI 316.	279.19 €	3071.09 €
5	11 UD	Viga Grey HEB-160 de seis metros de longitud con tres chapas de anclaje a muelle, realizada en acero galvanizado en caliente, con la tornillería de anclaje a muelle de acero inoxidable AISI 316	2600.20 €	28602.20 €
6	3 UD	Pantalán flotante de hormigón de 20x3 m. ejecutado con cemento tipo IV/A(V)42.5 N/SR armado con armadura de acero galvanizado, rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.55 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	24600.82 €	73802.46 €
7	72 ML	Tubería de acero grado x-60 de 559 mm. De diámetro exterior, suministrados en longitud de 12 metros, protegidos a base de imprimación de fosfato de zinc y brea-epoxi de 200 micras de espesor, incluido tratamiento anticorrosivo efectuado con el chorreado de arena, hasta el grado SA 2 ½ de la norma sueca SIS-055900, se aplicará una mano de imprimación y dos manos de pintura “Brea Epoxi” resistente a los ambientes marinos, en espesor de 200 micras y pintura de color negro, transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	185.00 €	13320.00 €
8	6 UD	Hincado y excavación de pilote, en arena, roca o fango mediante torre de pilotaje flotante dotada de martillo de 1500 kgs. O sistema equivalente sin vibraciones.	1700.55 €	10203.30 €
9	6 UD	Anilla deslizante para pilote 559 mm. Realizada en aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, incluyendo rodillos de polietileno, ejes correspondientes en acero inoxidable AISI 316, transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y	580.12 €	3480.72 €

		mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.		
10	6 UD	Sombrero cónico para remate de pilote en cota de coronación, realizado en polietileno. Color blanco, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	46.31 €	277.86 €
11	44 UD	Cornamusa estándar para atraque de embarcaciones, realizadas en fundición de aluminio con la tornillería correspondiente de acero inoxidable. CR = 4 Tn. Diseñadas con lengüeta para transmitir un esfuerzo uniforme sobre el carril de la estructura de aluminio. Incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	23.81 €	1047.64 €
12	4 UD	Finguer flotante de 8x0.8 m. Realizado en perfilera de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con dos flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	1420.00 €	5680.00 €
13	1 UD	Pantalán flotante de aluminio triangular de 10x8x5 m. realizado en perfilera de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con perfil principal de 9 kgs/ml., piso de madera técnica, con seis flotadores de polietileno rellenos de poliestireno expandido de 15 kgs/m ³ de densidad. Incluyendo tacos elastómeros reforzados para su unión con pantalán y toda la tornillería necesaria en acero inoxidable AISI 316, francobordo 0.5 m., transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los	1500.50 €	1500.50 €

		elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.		
14	308 UD	Cubo flotante de polietileno de alta densidad de 500 mm de lado, y 400 mm. de puntal, y accesorios de interconexión para formación de superficie, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	25.32 €	7798,56 €
15	170 ML	Cableado eléctrico y tubería de agua para dar servicio a las torretas, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	48.33 €	8216.1 €
16	5 UD	Torreta tipo realizada en PVC, de 0.7 m. de altura y compuesta por 2 tomas de 16 A. a 230 v., 2 tomas de agua de 1.2" con grifos y luz de balizado de 11 w. de bajo consumo todo horizonte, con interruptor de corte general. La torreta tendrá certificación IP67, incluido transporte de materiales y maquinaria y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	560.80 €	2804.00 €
17	4 UD	Unión de módulos en paralelo, incluido transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	492.07 €	1968.28 €
18	1 UD	Pasarela articulada de acceso a pantalán de 18x1 m. con rampilla realizada en perfilería de aluminio calidad naval anticorrosivo 6005, con piso de madera técnica de 20mm. Incluidas chapas de rodadura y ángulo para fijación al muelle, transporte de materiales y maquinaria, servicio de grúas y mano de obra para montaje de todos los elementos, totalmente instalados y en perfecto funcionamiento.	9948.48 €	9948.48 €
19	1 AP	Gestión de residuos incluyendo la gestión de todos los permisos, pago de cánones, traslado de material sobrante, gestión de material reciclable y traslado a gestor autorizado del no aprovechable.	1500.00 €	1500.00 €

Total

Total presupuesto de ejecución material	327286.27 €
13.00% Gastos generales	42547.22 €
6.00 % Beneficio industrial	19637.18 €
SUMA	389470.67 €
21.00 % I.V.A.	81788.84 €
TOTAL PRESUPUESTO	471259.51 €

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de:

**CUATROCIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y
NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y UN CENTIMOS**

Ignacio Grueiro Méndez

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones previas.

Se ha diseñado un conjunto de pantalán flotante, de planta compleja tipo marina, y una ocupación en lamina de agua de 2511 m², y con una superficie efectiva de 1500 m².

Mediante la obra diseñada se garantizó el servicio completo a la flota de vela ligera, tanto de la propia Escuela Naval Militar, como aquellas embarcaciones que pudiera de forma esporádica, necesitar hacer uso de ella.

Se garantizó también el servicio a todas aquellas embarcaciones que no estuvieran limitadas por las sondas del área a utilizar, llegando incluso, en condiciones meteorológicas favorables, a poder dar servicio a embarcaciones de mayor porte en la parte exterior de los pantalanes rompeolas.

Se seleccionó el muelle G.M.Chereguini, de entre todos los existentes en la dársena, por su infrautilización, y poder así actuar sobre el rendimiento obtenido a la longitud de instalaciones disponibles.

Se condicionó luego el lugar de ubicación a los factores que afectaban al entorno de la zona de actuación, planteándose dos posibilidades, cada una con una serie de restricciones. Se optó por la seleccionada al ser posible evitar los factores limitantes mediante soluciones viables, frente a la opción desechada, que presentaba una serie de condicionantes desfavorables insalvables: La imposibilidad de establecer una adecuada estructura que protegiera el conjunto ante la acción de las olas provenientes del norte, al encontrarse anexa al canal de operación de los pantalanes situados a su levante, y las insuficientes medidas de sonda en algunos puntos de la instalación, agudizado por la detectada sedimentación no observada en los datos del Instituto Hidrográfico de la Marina.

Una vez se seleccionó la ubicación definitiva, se comenzó el estudio de dimensionamiento, que inicialmente se veía condicionado por la necesidad de protección ante el oleaje proveniente del norte, y reflejado en el muelle Almirante Vierna. Se solucionó este requisito mediante la colocación en la parte más al norte de tres módulos de pantalán rompeolas, los cuales presentan un factor de atenuación de oleaje que protege las operaciones a sotamar. Con el fin de restringir el movimiento horizontal de los mismos, y garantizar su movimiento vertical, tanto por condiciones del mar, como por el régimen mareal, se estableció para ellos un sistema de pilotaje compuesto por dos pilotes por módulo constitutivo, debidamente embutidos en el lecho marino. Además de incrementó este sistema de fijación con un guiado en el primero de ellos mediante un perfil HEB 160 fijado a la vertical del muelle G.M.Chereguini. El resto de la estructura se dimensionó en base a módulos estándar de

estructura de aluminio, con los cuales se diseñó una plataforma de varada, una serie de pantalanés lineales de atraque y dos rampas para las operaciones de botadura y varada de las embarcaciones de vela ligera. El conjunto se completó con una superficie compuesta por una matriz de bloques tipo cubo que conforman una playa de varada rápida, además de permitir su desconexión del conjunto con el fin de poder darle otros usos en otro lugar de la dársena.

Se realizó pues, un estudio de todos aquellos factores que condicionarían la instalación de una estructura aprovechando las instalaciones existentes, sin menoscabo en sus operaciones. Consiguiendo un espacio polivalente y de gran versatilidad para aumentar la disponibilidad de medios náuticos en la Escuela Naval Militar.

5.2 Conclusión final

Los resultados son altamente positivos, en el sentido de ofrecer una vía de desarrollo al posible acometimiento de obras en la dársena, tanto en la línea que marca, como de otra índole. Plantea además una obra de gran versatilidad y que mejoraría de manera sustancial las condiciones para el desarrollo de actividades náuticas de distinta naturaleza y envergadura. Siendo además económicamente viable, frente a obras que aun ofreciendo mayor infraestructura, no podrían cubrir toda la oferta de posibilidades de la propuesta.

5.3 Líneas futuras

A continuación se expondrán algunas posibles líneas de trabajo para afrontar diversas cuestiones que han quedado patentes durante la realización de este trabajo.

5.3.1 *Corto plazo.*

Se propone, a la vista de las observaciones en la zona de actuación, la realización de un completo estudio batimétrico, con el fin de actualizar los datos existentes con las medidas reales.

Se propone también el afrontar un estudio del estado del muelle G.M.Chereguini, con el fin de proceder a su saneamiento y reparación, toda vez que se ha detectado un considerable deterioro en su estado, señalando además que la plataforma entre pilas no cumple con la recomendación de la ROM 2.0-11 en cuanto que su parte inferior se ve alcanzada por la superficie del agua durante las pleamares, hecho por el cual ya fue necesario que contara con agujeros de alivio en la misma.

5.3.2 *Largo plazo.*

Se propone también una serie de trabajos de mayor entidad que el presente trabajo, tanto por la envergadura que representan, como por los plazos necesarios para su realización, como pueden ser:

- El inicio de un estudio del comportamiento del fondo de la dársena, y más concretamente el estudio de la sedimentación en la misma, tanto por la desembocadura del río Lameira, y las operaciones de los buques en su interior, como incluso por los dragados y obras que se realizan en el puerto de Pontevedra.
- La realización de una simulación mareomotriz de las estructuras, para evaluar su comportamiento.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Puertos del Estado, ROM 2.0-11 Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre, 1ª ed., Madrid: Puertos del Estado, 2012.
- [2] Puertos del Estado, ROM 0.3-91 Descripción del medio físico I: Oscilaciones del mar, Madrid: Puertos del Estado, 1991.
- [3] Puertos del Estado, «Web de Puertos del Estado - Portus,» Ministerio de Fomento, [En línea]. Available: portus.puertos.es. [Último acceso: 16 febrero 2015].
- [4] Agencia Estatal de Meteorología, «Web de la Agencia Estatal de Meteorología,» Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, [En línea]. Available: www.aemet.es. [Último acceso: 15 2 2015].
- [5] MeteoGalicia, «Web de MeteoGalicia,» [En línea]. Available: www.meteogalicia.es. [Último acceso: 02 03 2015].
- [6] M. I. Álvarez Fernández, «Caracterización de un episodio de afloramiento invernal en la Ría de Pontevedra,» 2002.
- [7] Puertos del Estado, ROM 0.0-01 Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias, Madrid: Puertos del Estado, 2001.
- [8] Puertos del Estado, ROM 0.4-95 Acciones climáticas II: Viento, Madrid: Puertos del Estado, 1995.
- [9] Puertos del Estado, ROM 0.5-05 Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias, 1ª ed. ed., Puertos del Estado, 2006.
- [10] Puertos del Estado, ROM 3.1-99 Proyecto de la configuración marítima de los puertos, Madrid: Puertos del Estado, 1999.
- [11] Puertos del Estado, *Niveles de referencia de nivel del mar*, Puertos del Estado, 2011.
- [12] Puertos del Estado, Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas, MADrid: Puertos del Estado, 2008.

- [13] Puertos del Estado, «CLIMA MEDIO DE VIENTO. Estación de Marín,» Banco de datos oceanográficos de Puertos del Estado.
- [14] E. G. M. A. M. V. Alberto Martí Ezpeleta, «Rachas máximas y temporales de viento en Galicia,» *Revista Lurralde*, nº 21, 1998.
- [15] P. M. E. G. Almazán Gárate, *Puertos Deportivos: Servicios e instalaciones*, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2000.
- [16] M. J. B. Capote, «Corrosión de las tablestacas metálicas en medios marinos,» Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1976.
- [17] F. L. C. Fernández, «Análisis del fenómeno de la corrosión en materiales de uso técnico: Metales. Procedimientos de protección,» 2009.
- [18] Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad de Murcia, Recomendaciones para el diseño de puertos deportivos en la Región de Murcia, Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio, 2011.
- [19] J. P. Valcarlos, *Origen y evolución geomorfológica de las rías atlánticas de Galicia*, A Coruña, 2000.
- [20] U. Menéndez, Guía sobre Legislación Portuaria, Marítimo, Transporte y Logística, 2012.
- [21] Marinetek, «Marinetek,» [En línea]. Available: www.marinetekgroup.com. [Último acceso: 01 03 2015].
- [22] Alfer Metal, «Alfer Metal,» [En línea]. Available: www.alfermetal.com. [Último acceso: 10 02 2015].
- [23] Autoridad Portuaria de Marín y Ría de Pontevedra, «Autoridad Portuaria de Marín y Ría de Pontevedra,» Puertos del Estado, [En línea]. Available: www.apmarin.com. [Último acceso: 25 02 2015].

ANEXO I: CLIMA MEDIO DEL VIENTO

1. Introducción

En el presente anexo se presentan los datos obtenidos de diversas fuentes para la realización del correspondiente estudio.

2. ROM 0.4-95. Atlas de viento del litoral español

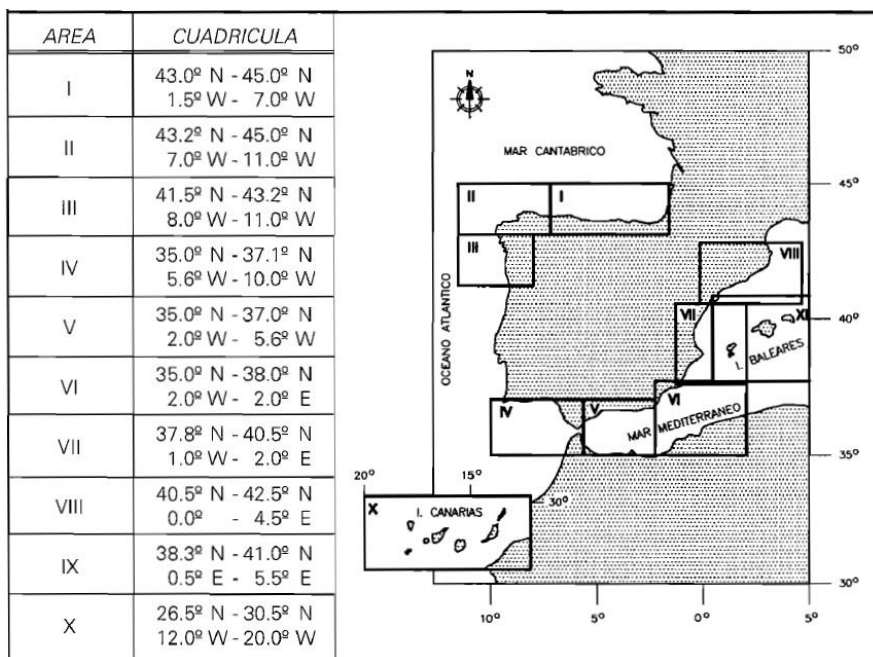


Figura A1-1 Zonificación del litoral español a efectos de caracterización del viento (ROM 0.4 [6])

2.1. Caracterización media

2.1.1. Estación meteorológica de Vigo (Aeropuerto).

Nombre:	Vigo (Aeropuerto)
Concello:	Vigo
Latitud:	42°13' N
Longitud:	8°38' W
Altitud:	256 m.
Altura:	9 m.

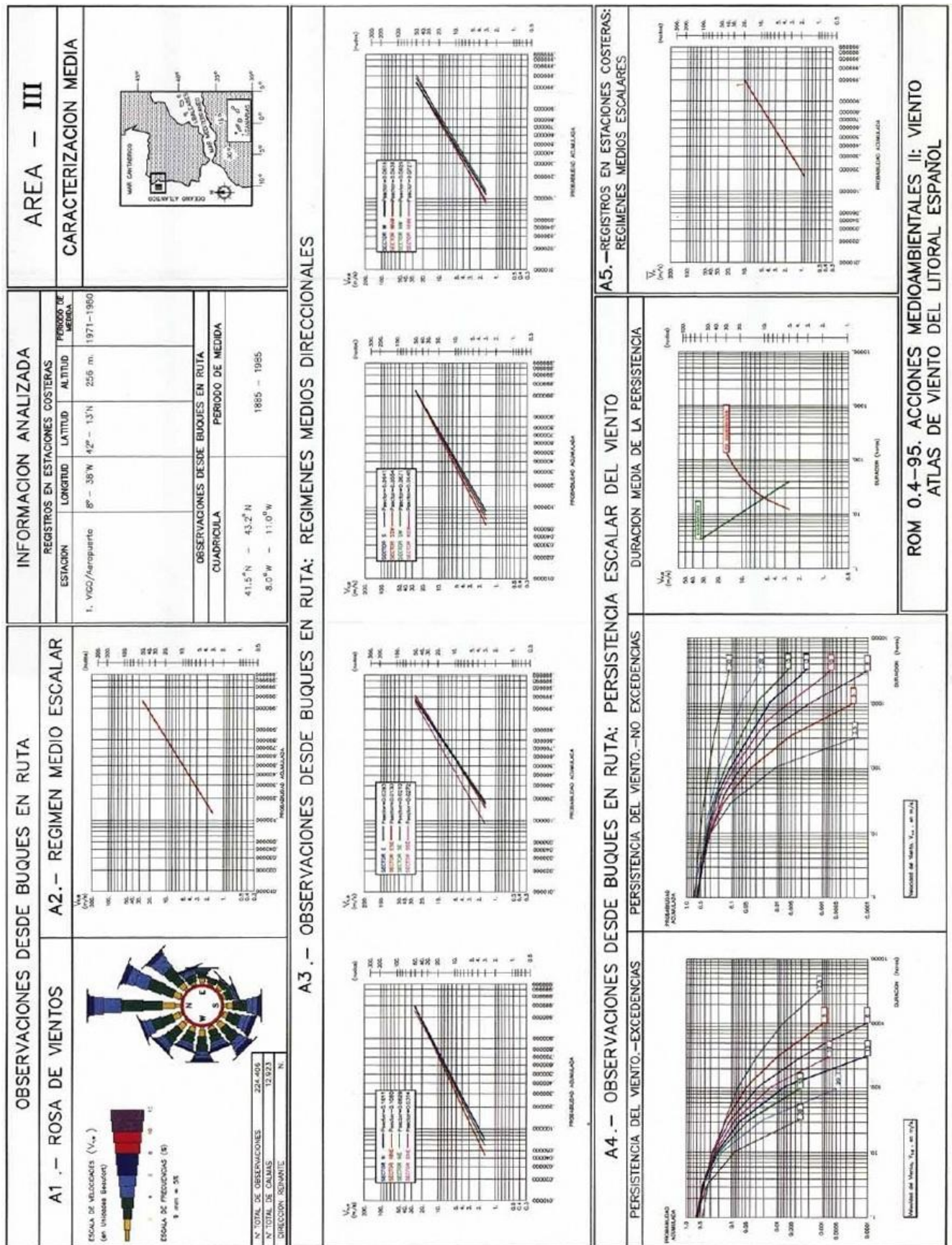
Tabla A1-1 Datos de la estación de Vigo (ROM 0.4 [6])

2.2. Caracterización extremal

2.2.1. Estación meteorológica de Marín

Nombre:	Marín
Concello:	Marín
Latitud:	42°24' N
Longitud:	8°42' W
Altitud:	14 m.
Altura:	28.5 m.
Periodo:	1975-1985

Tabla A1-2 Datos de la estación de Marín (ROM 0.4 [6])



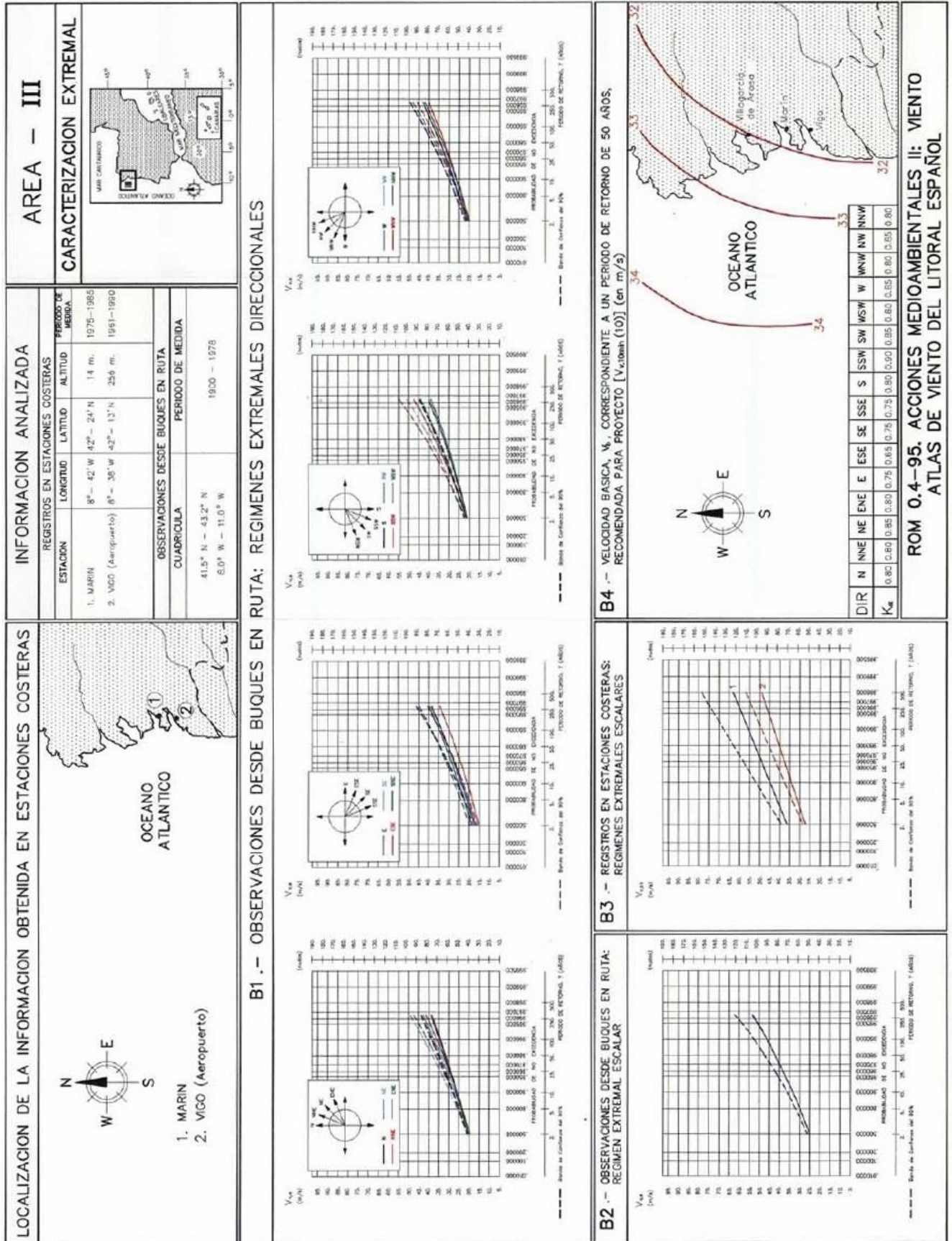


Figura A1-3 Caracterización extremal del viento – Zona III (ROM 0.4 [6])

3. Aplicación Portus [3]

3.1. Estación meteorológica de la Autoridad Portuaria de Marín

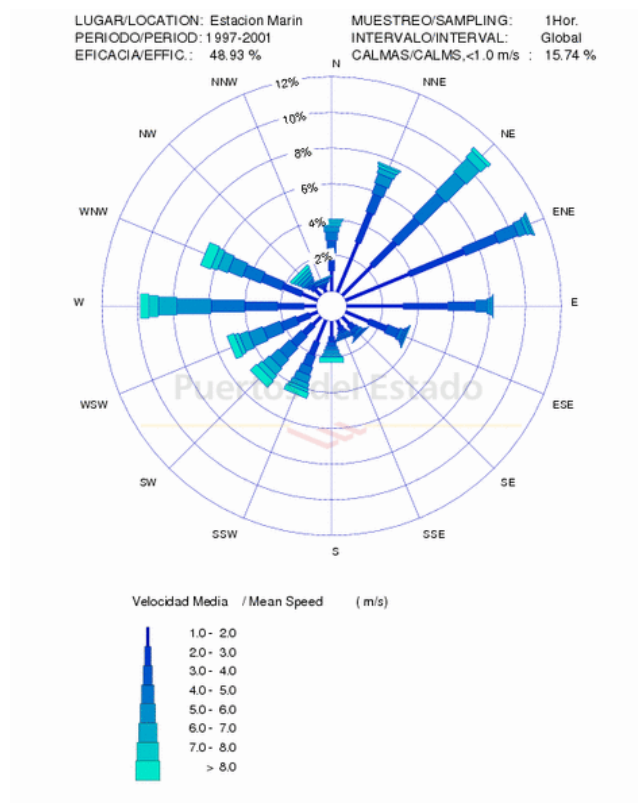


Figura A1-4 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 (www.puertos.es)

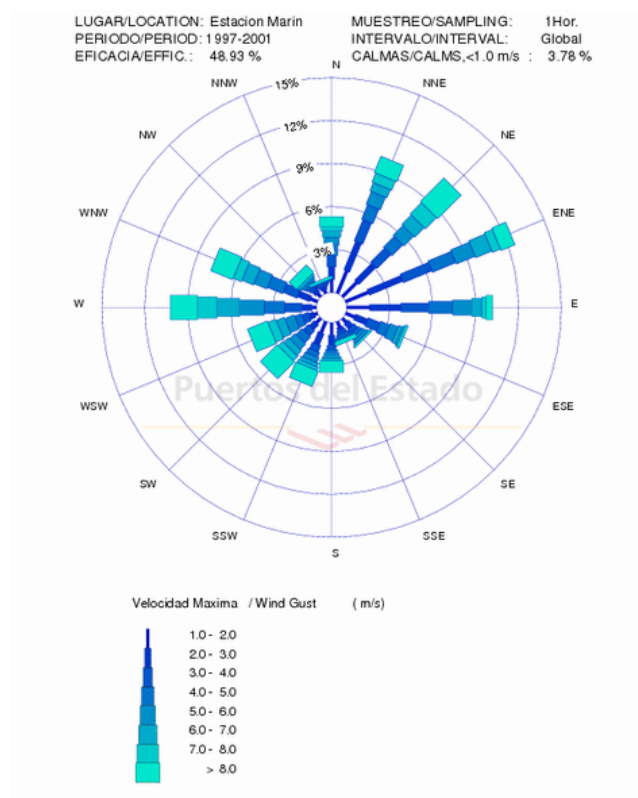


Figura A1-5 Rosa de velocidad máxima del viento - Marín 1997-2001 (www.puertos.es)

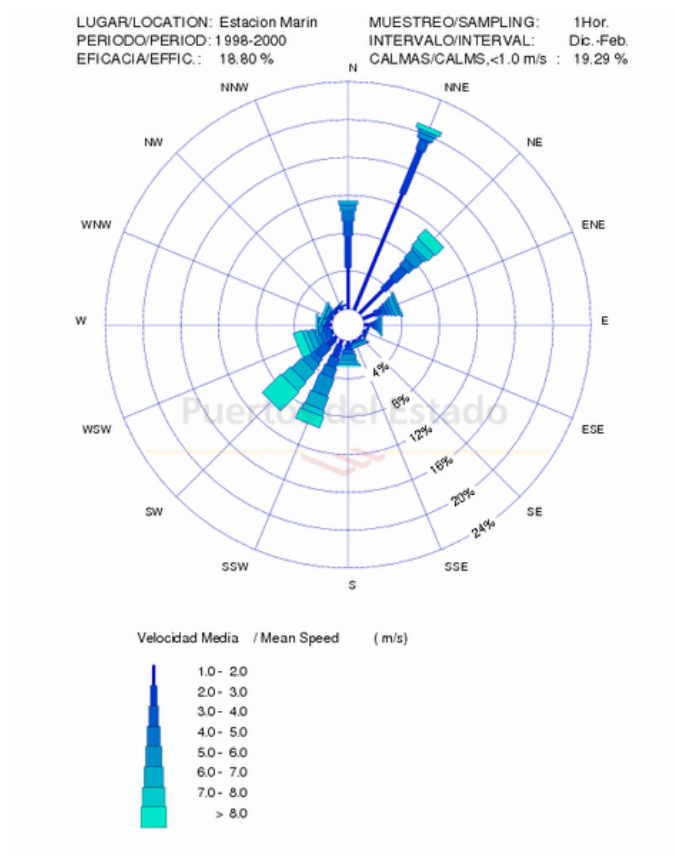


Figura A1-6 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Invierno (www.puertos.es)

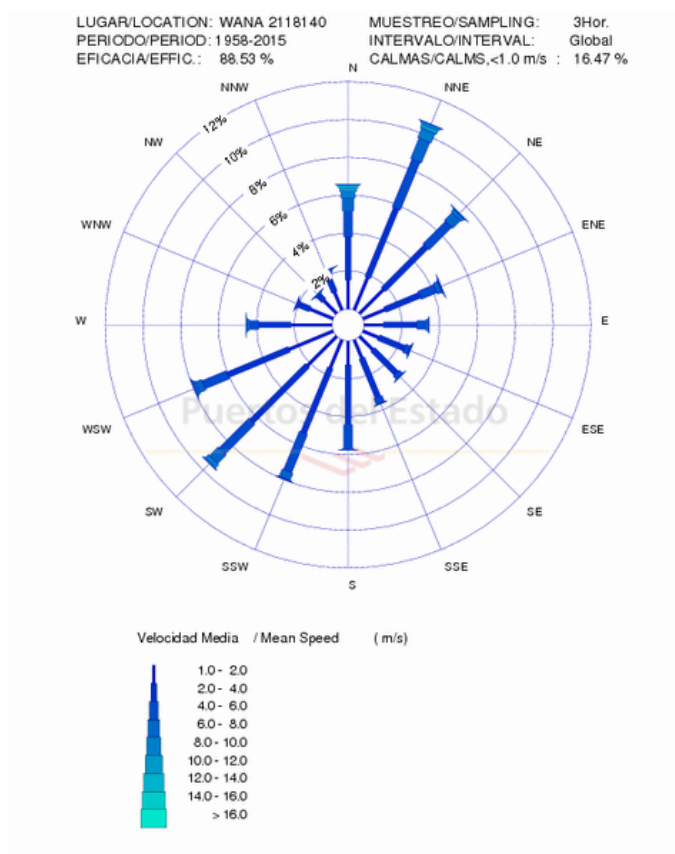


Figura A1-7 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Primavera (www.puertos.es)

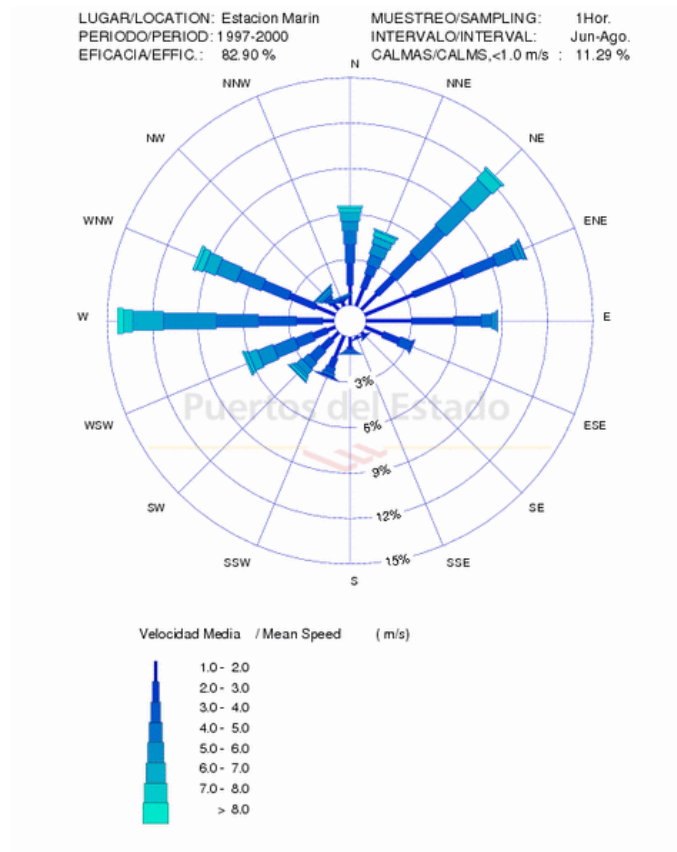


Figura A1-8 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Verano (www.puertos.es)

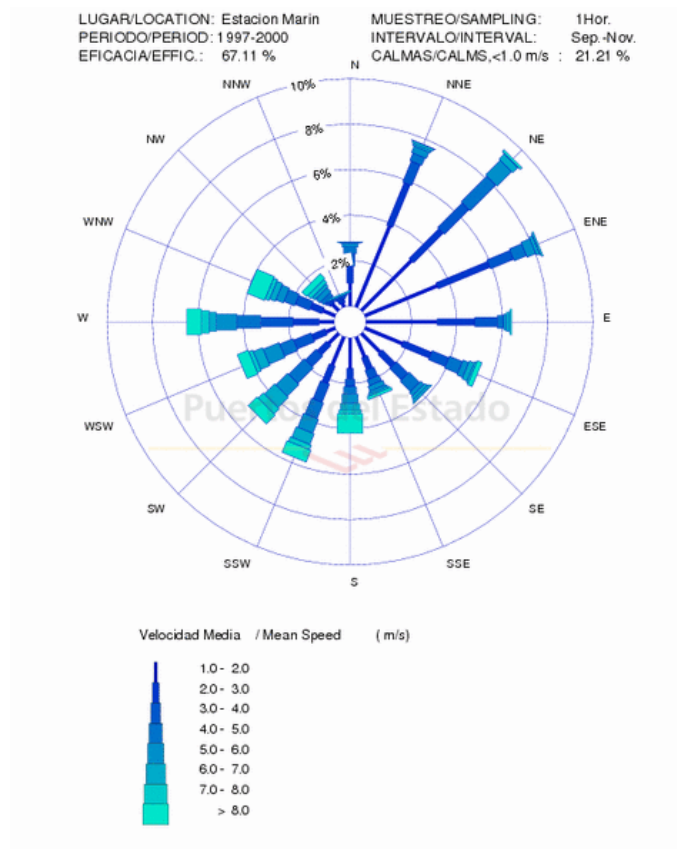


Figura A1-9 Rosa de velocidad media del viento - Marín 1997-2001 - Otoño (www.puertos.es)

3.2. Puntos SIMAR(3014008) y SIMAR(3014010)



Figura A1-10 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR(www.puertos.es)

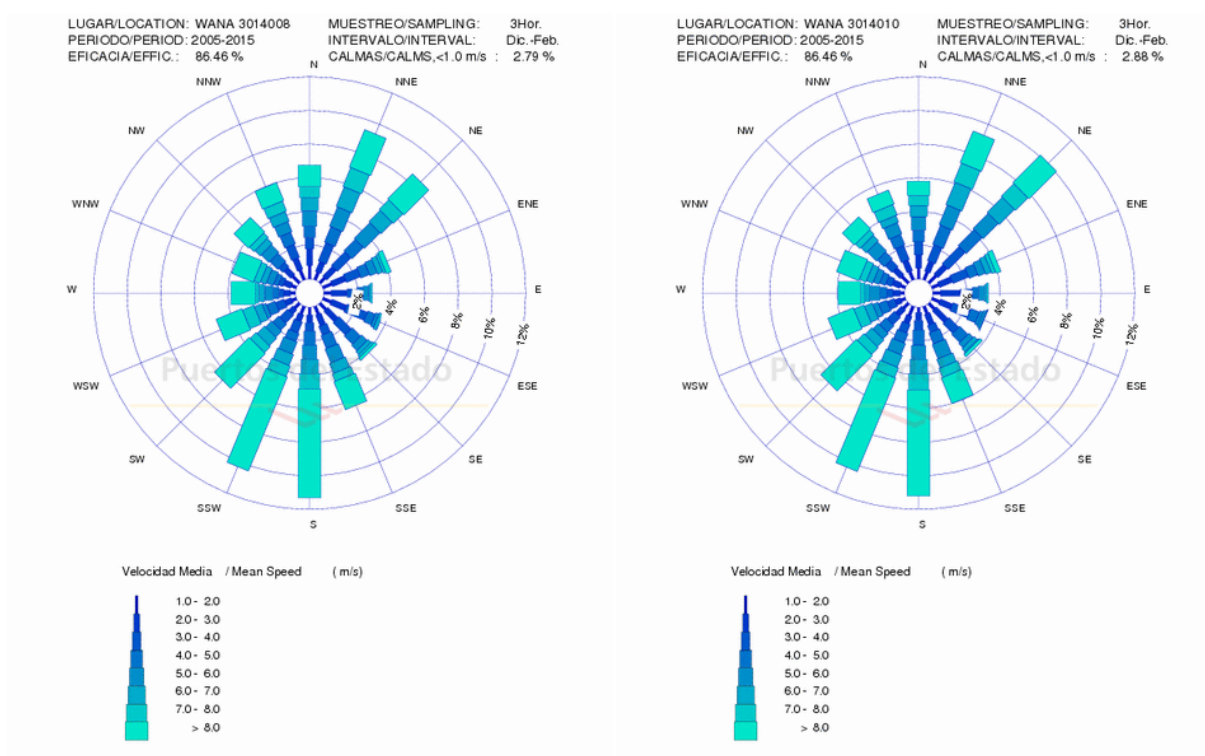


Figura A1-11 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR – Invierno (www.puertos.es)

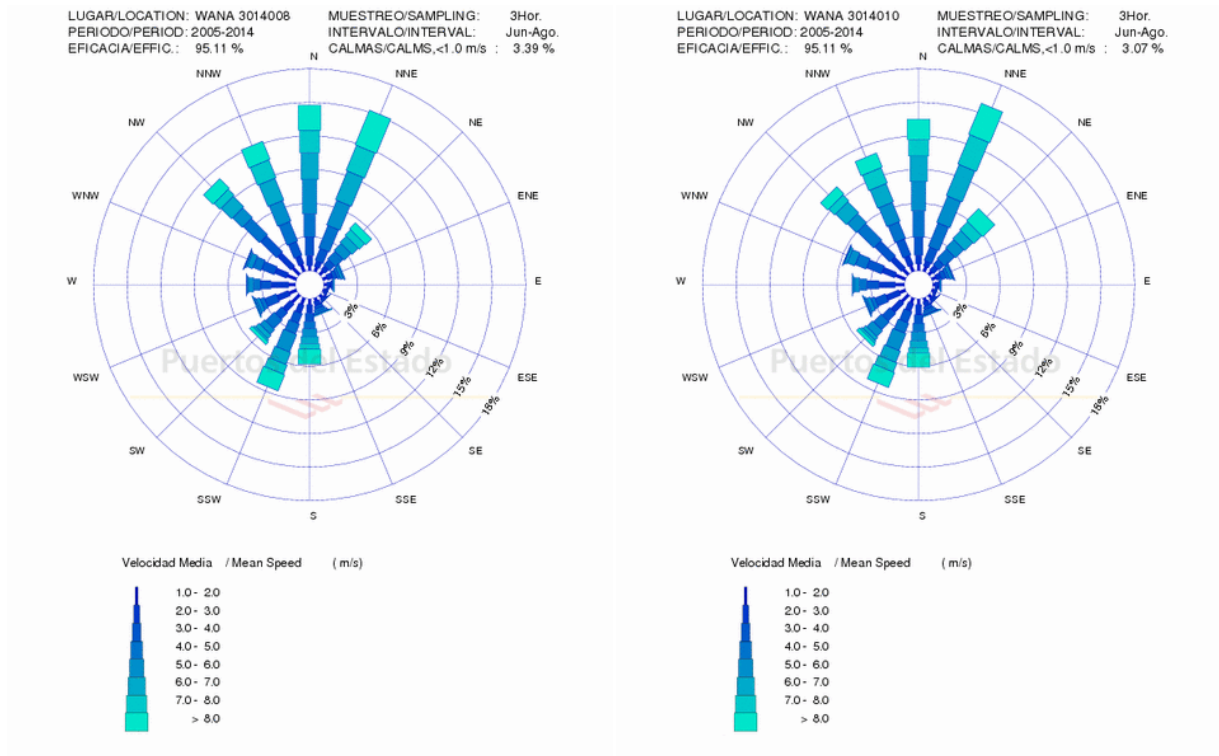


Figura A1-12 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR – verano (www.puertos.es)



Figura A1-13 Rosa de velocidad media del viento – Puntos SIMAR – Mensuales (www.puertos.es)

4. Estaciones meteorológicas de la web de MeteoGalicia

Los datos obtenidos de la página de MeteoGalicia se ha introducido, mediante su adecuado formateo en una hoja de Microsoft Excel, en el software WRPLOT View v7.0.0, con el que se han generado las Rosas de Viento mostradas a continuación.

4.1. Estación meteorológica de la Isla de Ons

Columna 1	Columna 2
Nombre:	Ons
Concello:	Bueu
Latitud:	42.38° N
	4692421 UTM Y-29T ED-50
Longitud:	8.93° W
	505372 UTM X-29T ED-50
Altitud:	121 m.

Tabla A1-3 Datos de la estación de la Isla de Ons (Meteogalicia)

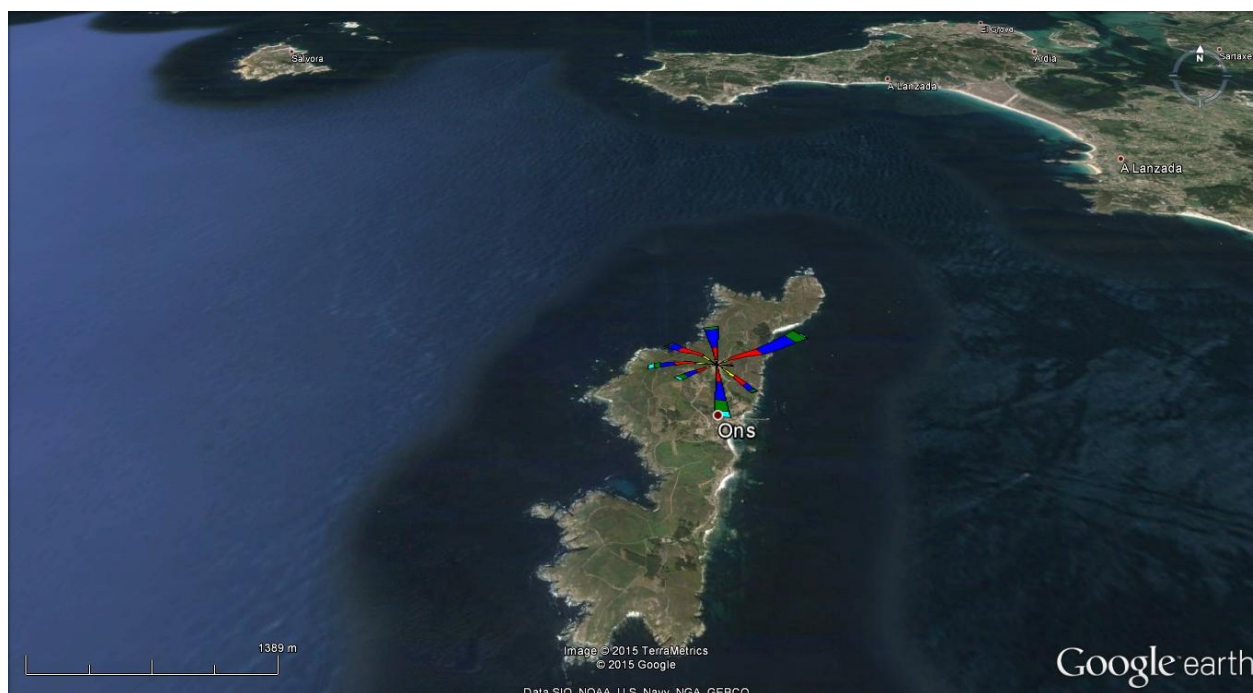


Figura A1-14 Rosa de velocidad media del viento – E.M. I.Ons (Google Earth y WRPLOT View)

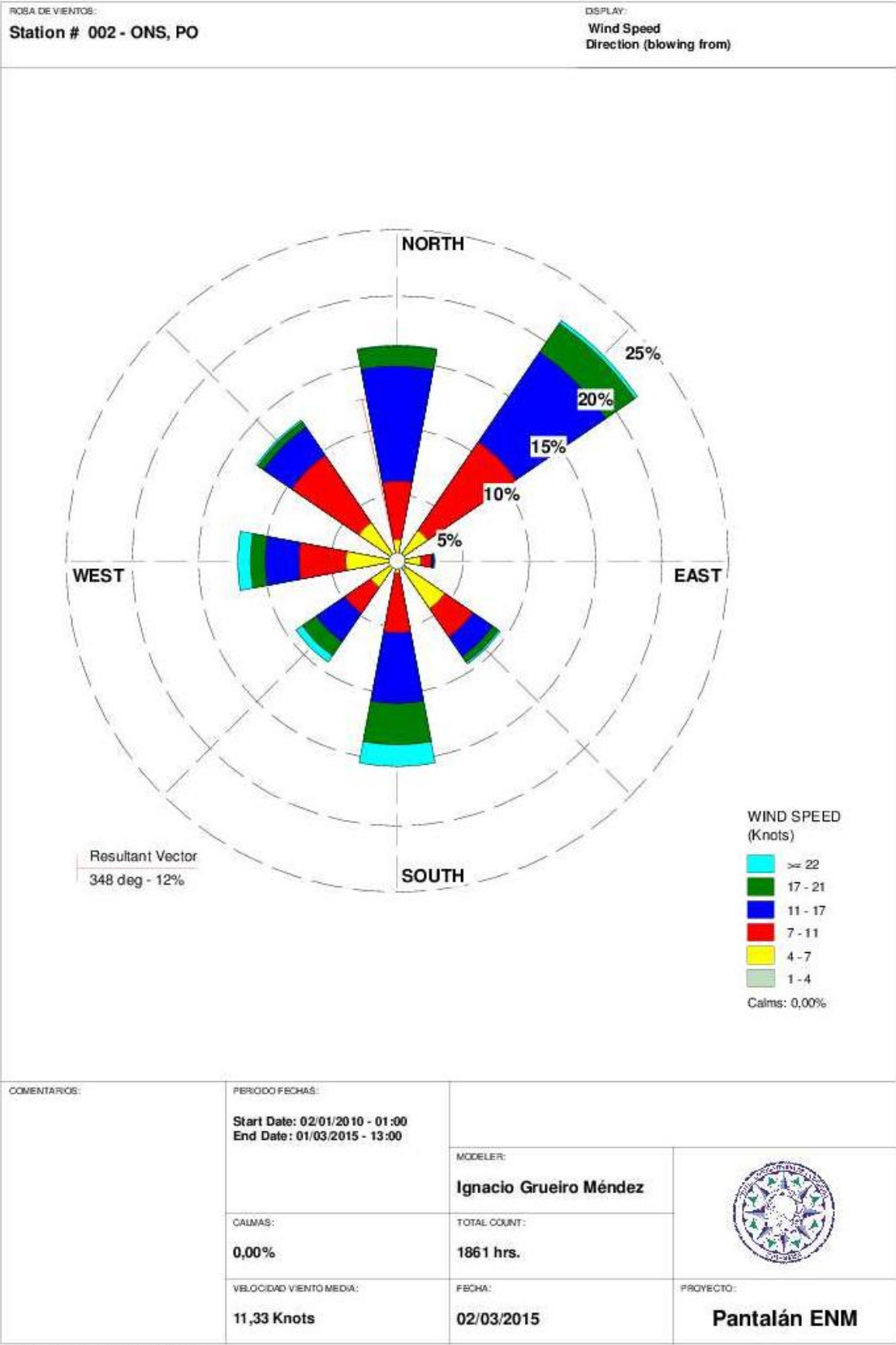


Figura A1-15 Rosa de velocidad media del viento – E.M. Isla de Ons (WRPLOT View)

4.2. Estación Meteorológica de Lourizán

Nombre:	Lourizán
Concello:	Pontevedra
Latitud:	42.41° N 4695489 UTM Y-29T ED-50
Longitud:	8.66° W 527749 UTM X-29T ED-50
Altitud:	57 m.

Tabla A1-4 Datos de la estación de Lourizán (Meteogalicia)

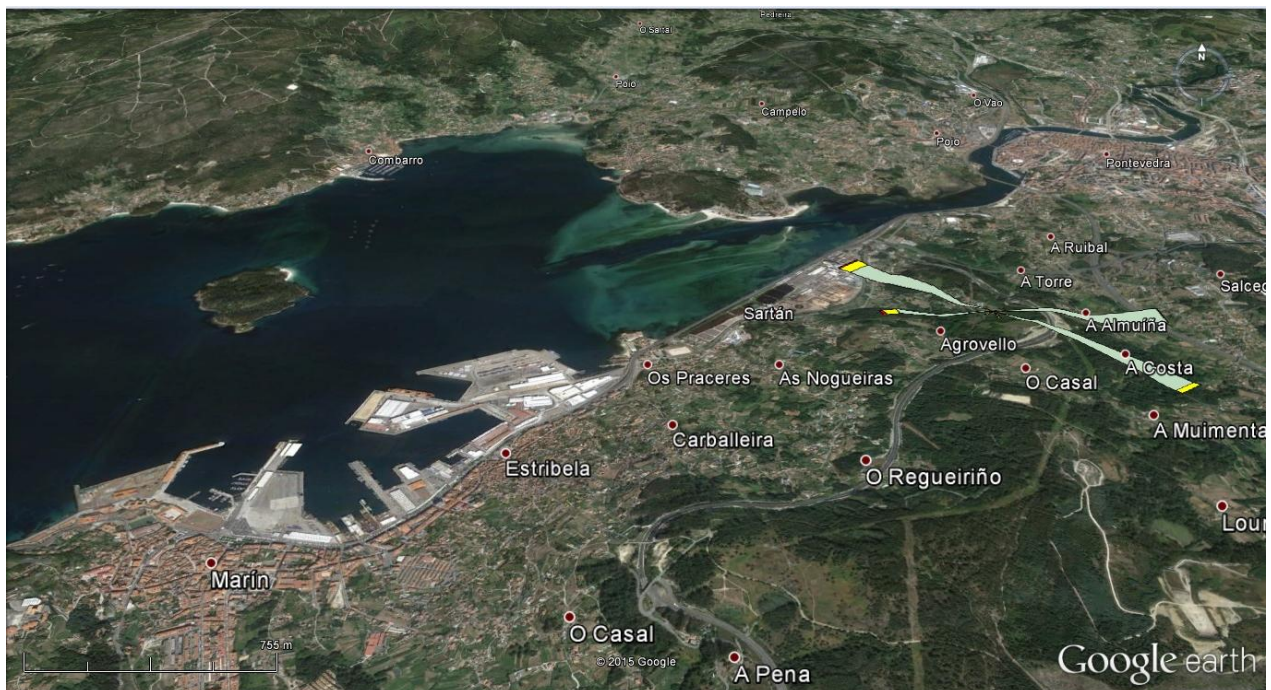


Figura A1-16 Rosa de velocidad media del viento – E.M. Lourizán (Google Earth y WRPLOT View)

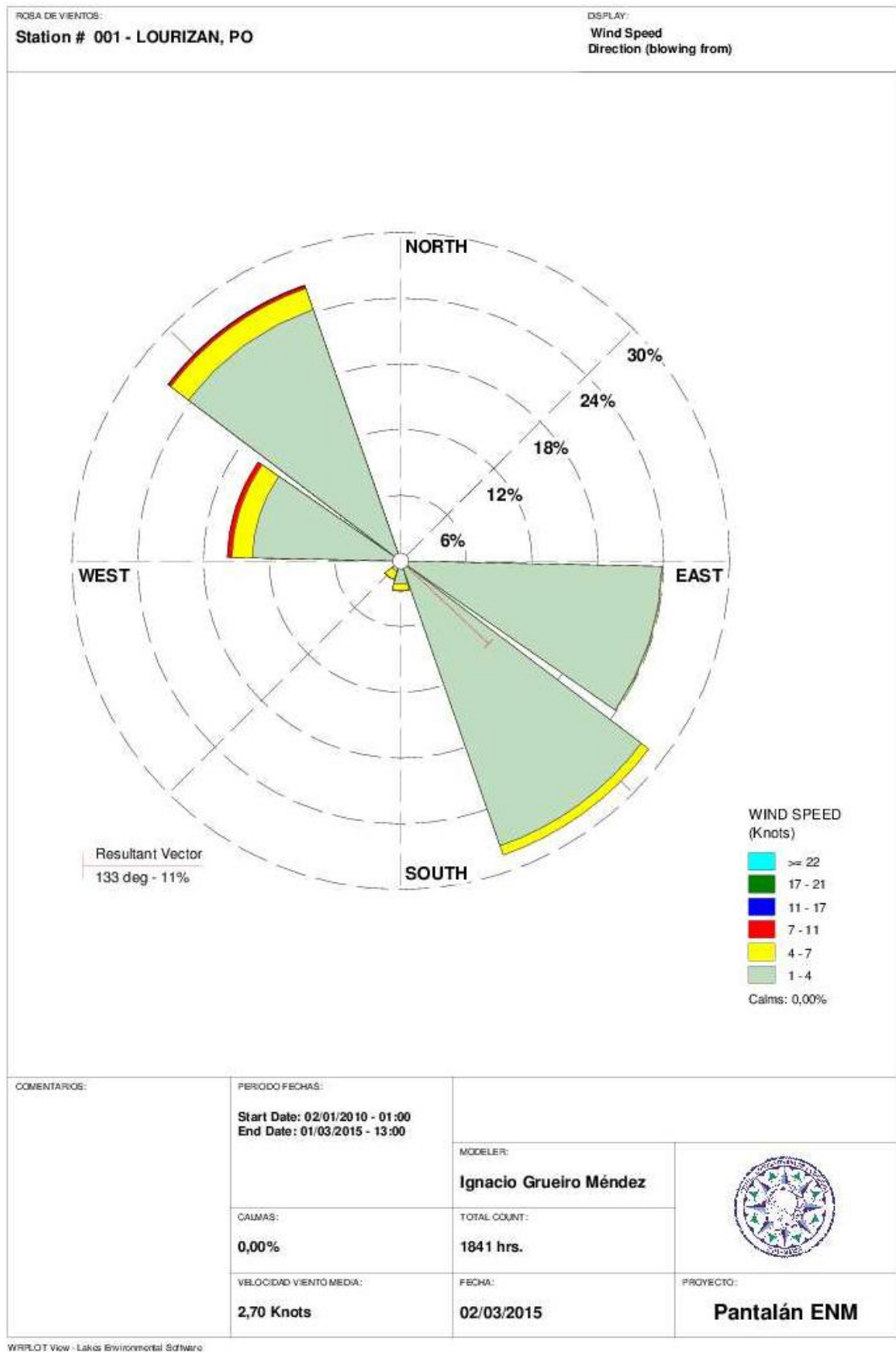


Figura A1-17 Rosa de velocidad media del viento – E.M. Lourizán (WRPLOT View)

ANEXO II: RÉGIMEN MAREAL

Las profundidades se establecen sobre el Cero hidrográfico (CH) o Datum de la carta náutica, que es el plano horizontal de referencia, sobre el que se miden de forma vertical.

En España, y siguiendo la recomendación de la Resolución 3/1919, de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), se emplea la Mayor Bajamar Astronómica (LAT – Lowest Astronomical Tide). Su cálculo se realiza a partir de los datos obtenidos en una estación de mareas durante 19 años, con lo que se consigue abarcar todas las posiciones relativas del sistema Luna-Tierra-Sol, ciclo que realmente dura 18.6 años o bien en caso de no poder obtener esos datos, mediante una predicción de comportamiento de marea durante 19 años, a partir de las constantes armónicas obtenidas de series de al menos un año de duración.

A continuación se anexan los datos y tablas de mareas en el puerto de Marín para el año 2015.



Figura A2-1 Mareógrafo del puerto de Marín (www.lavozdegalicia.es)

ENERO

DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	J	---	---	6:00	1,04	16	V	---	---	5:16	1,29
		12:13	3,07	18:25	0,96			11:30	2,80	17:46	1,17
2	V	0:45	3,18	6:57	0,92	17	S	0:03	2,99	6:17	1,10
		13:08	3,14	19:14	0,87			12:29	2,97	18:40	0,98
3	S	1:33	3,31	7:45	0,79	18	D	0:55	3,22	7:08	0,86
		13:55	3,21	19:57	0,79			13:20	3,18	19:27	0,77
4	D	2:15	3,41	8:27	0,70	19	L	1:42	3,46	7:55	0,62
		14:36	3,26	20:36	0,73			14:07	3,39	20:12	0,57
5	☉	2:53	3,48	9:06	0,64	20	●	2:27	3,68	8:40	0,39
		15:14	3,28	21:12	0,69			14:52	3,56	20:56	0,40
6	M	3:29	3,51	9:42	0,63	21	X	3:11	3,85	9:24	0,22
		15:49	3,27	21:46	0,69			15:37	3,67	21:40	0,30
7	X	4:04	3,49	10:17	0,66	22	J	3:56	3,95	10:09	0,14
		16:23	3,23	22:20	0,73			16:22	3,70	22:24	0,28
8	J	4:38	3,43	10:51	0,72	23	V	4:42	3,95	10:55	0,17
		16:57	3,17	22:54	0,80			17:09	3,65	23:11	0,34
9	V	5:12	3,33	11:25	0,81	24	S	5:29	3,85	11:42	0,29
		17:32	3,08	23:29	0,91			17:57	3,50	23:59	0,49
10	S	5:47	3,21	12:00	0,93	25	D	6:19	3,65	12:32	0,50
		18:09	2,97	---	---			18:48	3,31	---	---
11	D	6:25	3,08	0:07	1,03	26	L	7:13	3,39	0:52	0,70
		18:50	2,86	12:39	1,06			19:45	3,09	13:26	0,75
12	L	7:08	2,93	0:49	1,17	27	☾	8:14	3,11	1:53	0,93
		19:39	2,75	13:24	1,19			20:53	2,91	14:30	0,99
13	☾	8:00	2,80	1:41	1,30	28	X	9:26	2,89	3:06	1,12
		20:40	2,69	14:20	1,30			22:11	2,83	15:45	1,15
14	X	9:05	2,71	2:45	1,39	29	J	10:47	2,79	4:30	1,19
		21:52	2,70	15:29	1,35			23:28	2,86	17:03	1,19
15	J	10:20	2,70	4:03	1,39	30	V	12:00	2,81	5:46	1,14
		23:02	2,80	16:42	1,30			---	---	18:10	1,12
						31	S	0:31	2,97	6:48	1,01
								12:58	2,90	19:02	1,00

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
 Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-2 Tabla de mareas - Mes de enero (www.apmarin.com)

FEBRERO

DIA DEL MES	Dia de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DIA DEL MES	Dia de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	D	1:21 13:45	3,12 3,01	7:36 19:45	0,87 0,87	16	L	0:30 13:01	3,15 3,14	6:47 19:08	0,84 0,78
2	L	2:03 14:23	3,25 3,11	8:16 20:22	0,74 0,76	17	M	1:22 13:50	3,43 3,40	7:37 19:55	0,55 0,52
3	☉	2:39 14:57	3,36 3,19	8:51 20:55	0,64 0,67	18	☿	2:09 14:36	3,70 3,63	8:23 20:39	0,28 0,30
4	X	3:12 15:29	3,43 3,24	9:23 21:27	0,59 0,61	19	J	2:54 15:20	3,92 3,78	9:07 21:23	0,08 0,16
5	J	3:44 16:00	3,45 3,26	9:54 21:59	0,57 0,60	20	V	3:39 16:04	4,04 3,84	9:51 22:07	0,00 0,11
6	V	4:14 16:31	3,44 3,25	10:24 22:30	0,60 0,64	21	S	4:24 16:48	4,04 3,79	10:35 22:52	0,04 0,17
7	S	4:45 17:02	3,39 3,20	10:55 23:02	0,66 0,72	22	D	5:10 17:34	3,92 3,63	11:19 23:39	0,20 0,35
8	D	5:17 17:35	3,30 3,12	11:26 23:36	0,76 0,83	23	L	5:57 18:22	3,68 3,40	12:06 ---	0,46 ---
9	L	5:51 18:11	3,18 3,02	12:00 ---	0,89 ---	24	M	6:48 19:14	3,36 3,14	0:29 12:55	0,60 0,76
10	M	6:28 18:53	3,03 2,90	0:13 12:38	0,96 1,04	25	☾	7:45 20:18	3,03 2,90	1:25 13:54	0,88 1,05
11	X	7:13 19:45	2,87 2,78	0:57 13:25	1,12 1,19	26	J	8:56 21:37	2,76 2,74	2:35 15:08	1,13 1,26
12	☾	8:12 20:54	2,72 2,70	1:52 14:27	1,26 1,32	27	V	10:22 23:02	2,62 2,74	4:03 16:35	1,25 1,33
13	V	9:29 22:15	2,64 2,74	3:07 15:49	1,35 1,36	28	S	11:42 ---	2,65 ---	5:27 17:50	1,22 1,25
14	S	10:53 23:30	2,70 2,90	4:35 17:11	1,31 1,25						
15	D	12:04 ---	2,88 ---	5:49 18:15	1,12 1,04						

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-3 Tabla de mareas - Mes de febrero (www.apmarin.com)

MARZO

DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	D	0:11 12:42	2,84 2,77	6:31 18:44	1,09 1,11	16	L	---	---	5:22 17:50	1,09 1,08
2	L	1:02 13:27	2,99 2,91	7:18 19:26	0,93 0,95	17	M	0:05 12:40	3,16 3,17	6:24 18:46	0,81 0,80
3	M	1:43 14:03	3,14 3,05	7:55 20:02	0,79 0,80	18	X	0:59 13:30	3,45 3,45	7:15 19:35	0,51 0,52
4	X	2:18 14:35	3,27 3,17	8:28 20:34	0,67 0,68	19	J	1:48 14:16	3,73 3,70	8:02 20:20	0,24 0,28
5	☉	2:49 15:05	3,37 3,27	8:59 21:05	0,59 0,59	20	●	2:34 15:00	3,94 3,86	8:46 21:04	0,07 0,13
6	V	3:19 15:34	3,43 3,33	9:28 21:35	0,55 0,56	21	S	3:19 15:43	4,05 3,92	9:29 21:48	0,01 0,09
7	S	3:49 16:04	3,45 3,36	9:56 22:05	0,55 0,57	22	D	4:04 16:26	4,03 3,86	10:12 22:33	0,08 0,16
8	D	4:18 16:34	3,43 3,34	10:25 22:36	0,59 0,62	23	L	4:49 17:10	3,88 3,71	10:55 23:18	0,26 0,35
9	L	4:49 17:06	3,36 3,29	10:55 23:09	0,68 0,71	24	M	5:35 17:56	3,62 3,47	11:39 ---	0,53 ---
10	M	5:22 17:40	3,26 3,19	11:28 23:45	0,80 0,84	25	X	6:24 18:46	3,30 3,20	0:06 12:26	0,60 0,83
11	X	5:59 18:20	3,12 3,06	12:04 ---	0,95 ---	26	J	7:18 19:45	2,97 2,94	1:00 13:20	0,89 1,11
12	J	6:42 19:09	2,94 2,92	0:27 12:48	1,00 1,12	27	☾	8:24 20:59	2,70 2,75	2:06 14:29	1,15 1,34
13	☾	7:38 20:14	2,77 2,80	1:20 13:46	1,17 1,29	28	S	9:48 22:23	2,56 2,70	3:30 15:56	1,29 1,42
14	S	8:54 21:37	2,66 2,78	2:31 15:07	1,29 1,37	29	D	11:11 23:36	2,58 2,77	4:54 17:15	1,28 1,36
15	D	10:24 22:58	2,70 2,91	4:01 16:39	1,27 1,30	30	L	12:12 ---	2,70 ---	5:59 18:13	1,16 1,21
						31	M	0:31 12:58	2,90 2,86	6:47 18:57	1,02 1,05

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajar.
 Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-4 Tabla de mareas - Mes de marzo (www.apmarin.com)

ABRIL

DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	X	1:13 13:34	3,05 3,03	7:25 19:34	0,87 0,89	16	J	0:35 13:08	3,45 3,47	6:51 19:13	0,52 0,57
2	J	1:48 14:06	3,19 3,17	7:58 20:07	0,74 0,75	17	V	1:26 13:55	3,69 3,69	7:39 20:00	0,31 0,35
3	V	2:20 14:37	3,30 3,30	8:29 20:39	0,65 0,65	18	●	2:13 14:39	3,86 3,84	8:24 20:45	0,18 0,22
4	○	2:51 15:06	3,38 3,39	8:58 21:10	0,59 0,59	19	D	2:59 15:22	3,93 3,89	9:07 21:30	0,15 0,19
5	D	3:21 15:37	3,43 3,45	9:27 21:41	0,57 0,57	20	L	3:44 16:05	3,89 3,84	9:50 22:14	0,23 0,26
6	L	3:52 16:08	3,43 3,46	9:57 22:13	0,59 0,60	21	M	4:29 16:48	3,74 3,70	10:32 22:59	0,40 0,43
7	M	4:24 16:41	3,39 3,42	10:28 22:47	0,66 0,67	22	X	5:14 17:33	3,50 3,49	11:15 23:46	0,63 0,66
8	X	4:59 17:17	3,30 3,33	11:02 23:25	0,77 0,78	23	J	6:01 18:20	3,22 3,25	11:59 ---	0,88 ---
9	J	5:38 17:58	3,17 3,21	11:40 ---	0,91 ---	24	V	6:51 19:14	2,94 3,01	0:37 12:49	0,90 1,12
10	V	6:23 18:48	3,00 3,06	0:09 12:25	0,93 1,08	25	☾	7:51 20:18	2,71 2,81	1:37 13:50	1,13 1,32
11	S	7:20 19:51	2,84 2,94	1:02 13:24	1,08 1,24	26	D	9:03 21:32	2,57 2,72	2:48 15:06	1,27 1,43
12	☾	8:35 21:10	2,73 2,90	2:12 14:42	1,19 1,33	27	L	10:21 22:45	2,57 2,73	4:05 16:25	1,30 1,41
13	L	10:01 22:30	2,77 2,99	3:36 16:10	1,18 1,28	28	M	11:26 23:45	2,66 2,82	5:11 17:28	1,23 1,30
14	M	11:17 23:38	2,95 3,20	4:55 17:24	1,02 1,08	29	X	12:16 ---	2,81 ---	6:03 18:18	1,11 1,16
15	X	12:17 ---	3,21 ---	5:58 18:23	0,78 0,83	30	J	0:32 12:57	2,95 2,97	6:46 18:59	0,97 1,00

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajar. Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-5 Tabla de mareas - Mes de abril (www.apmarin.com)

MAYO

DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	V	1:12 13:32	3,08 3,13	7:22 19:36	0,85 0,86	16	S	1:05 13:34	3,54 3,58	7:17 19:41	0,46 0,48
2	S	1:47 14:05	3,20 3,28	7:56 20:10	0,74 0,74	17	D	1:54 14:19	3,66 3,70	8:03 20:28	0,37 0,37
3	D	2:21 14:38	3,29 3,40	8:28 20:44	0,67 0,65	18	●	2:41 15:03	3,69 3,75	8:47 21:13	0,35 0,34
4	○	2:54 15:11	3,36 3,48	8:59 21:18	0,62 0,60	19	M	3:26 15:46	3,65 3,72	9:29 21:58	0,41 0,39
5	M	3:28 15:45	3,39 3,52	9:32 21:53	0,61 0,59	20	X	4:11 16:29	3,53 3,62	10:11 22:42	0,53 0,51
6	X	4:04 16:21	3,38 3,50	10:06 22:30	0,65 0,63	21	J	4:54 17:12	3,35 3,46	10:52 23:27	0,69 0,67
7	J	4:42 17:01	3,31 3,44	10:43 23:11	0,73 0,70	22	V	5:38 17:56	3,15 3,27	11:35 ---	0,87 ---
8	V	5:24 17:45	3,20 3,34	11:25 23:58	0,85 0,81	23	S	6:24 18:43	2,94 3,07	0:13 12:20	0,86 1,05
9	S	6:13 18:36	3,07 3,21	12:13 ---	0,99 ---	24	D	7:15 19:36	2,76 2,89	1:04 13:12	1,04 1,21
10	D	7:10 19:37	2,93 3,10	0:53 13:12	0,93 1,13	25	☾	8:14 20:37	2,63 2,76	2:01 14:13	1,18 1,33
11	☾	8:20 20:48	2,85 3,04	1:58 14:24	1,02 1,21	26	M	9:20 21:43	2,58 2,71	3:05 15:23	1,25 1,38
12	M	9:37 22:03	2,86 3,08	3:14 15:44	1,03 1,18	27	X	10:27 22:48	2,62 2,73	4:11 16:31	1,25 1,34
13	X	10:50 23:11	2,99 3,21	4:28 16:57	0,93 1,05	28	J	11:25 23:43	2,73 2,82	5:10 17:30	1,18 1,24
14	J	11:52 ---	3,19 ---	5:32 17:58	0,77 0,85	29	V	12:13 ---	2,87 ---	6:00 18:19	1,08 1,10
15	V	0:11 12:45	3,38 3,40	6:27 18:52	0,60 0,65	30	S	0:30 12:55	2,93 3,04	6:43 19:02	0,96 0,96
						31	D	1:12 13:33	3,05 3,20	7:22 19:41	0,84 0,82

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
 Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-6 Tabla de mareas - Mes de mayo (www.apmarin.com)

JUNIO

DIA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DIA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	L	1:51 14:10	3,17 3,34	7:58 20:19	0,74 0,70	16	●	2:27 14:48	3,41 3,56	8:30 21:01	0,53 0,46
2	○	02:29 14:47	3,27 3,46	8:34 20:57	0,65 0,60	17	X	3:12 15:30	3,39 3,57	9:12 21:44	0,54 0,47
3	X	3:07 15:25	3,33 3,53	9:11 21:36	0,60 0,54	18	J	3:54 16:11	3,33 3,52	9:52 22:25	0,59 0,53
4	J	3:47 16:05	3,36 3,56	9:49 22:17	0,59 0,52	19	V	4:34 16:51	3,23 3,42	10:31 23:05	0,67 0,64
5	V	4:29 16:48	3,34 3,54	10:30 23:01	0,63 0,55	20	S	5:14 17:31	3,11 3,28	11:11 23:46	0,78 0,77
6	S	5:14 17:34	3,27 3,47	11:15 23:49	0,70 0,62	21	D	5:55 18:12	2,97 3,12	11:51 ---	0,91 ---
7	D	6:04 18:26	3,17 3,36	12:04 ---	0,81 ---	22	L	6:37 18:55	2,84 2,96	0:28 12:34	0,91 1,05
8	L	6:59 19:23	3,06 3,24	0:42 13:01	0,72 0,93	23	M	7:25 19:44	2,72 2,82	1:13 13:23	1,04 1,18
9	◐	8:02 20:28	2,97 3,15	1:42 14:06	0,81 1,02	24	◑	8:20 20:41	2,63 2,71	2:06 14:21	1,16 1,28
10	X	9:12 21:37	2,94 3,10	2:50 15:18	0,88 1,06	25	J	9:22 21:44	2,60 2,67	3:06 15:27	1,22 1,33
11	J	10:23 22:46	2,98 3,13	4:00 16:31	0,88 1,01	26	V	10:27 22:49	2,65 2,69	4:10 16:35	1,23 1,29
12	V	11:28 23:50	3,10 3,20	5:06 17:37	0,82 0,89	27	S	11:26 23:47	2,76 2,77	5:10 17:36	1,17 1,19
13	S	12:25 ---	3,24 ---	6:06 18:35	0,73 0,75	28	D	12:17 ---	2,92 ---	6:03 18:28	1,07 1,04
14	D	0:48 13:17	3,29 3,38	6:59 19:27	0,64 0,61	29	L	0:38 13:02	2,90 3,10	6:49 19:14	0,93 0,88
15	L	1:40 14:04	3,37 3,49	7:46 20:15	0,57 0,51	30	M	1:24 13:45	3,04 3,27	7:31 19:57	0,79 0,71

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-7 Tabla de mareas - Mes de junio (www.apmarin.com)

JULIO

DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	X	2:06 14:26	3,19 3,44	8:12 20:38	0,65 0,55	16	●	2:58 15:15	3,22 3,46	8:56 21:28	0,60 0,51
2	○	2:49 15:08	3,31 3,57	8:52 21:20	0,54 0,42	17	V	3:36 15:52	3,22 3,45	9:33 22:05	0,59 0,52
3	V	3:31 15:50	3,39 3,65	9:34 22:03	0,47 0,35	18	S	4:12 16:28	3,19 3,40	10:09 22:40	0,61 0,58
4	S	4:15 16:34	3,43 3,67	10:17 22:48	0,45 0,33	19	D	4:47 17:03	3,13 3,31	10:45 23:15	0,67 0,68
5	D	5:01 17:21	3,40 3,63	11:02 23:35	0,49 0,38	20	L	5:23 17:38	3,05 3,19	11:20 23:51	0,78 0,79
6	L	5:50 18:11	3,32 3,52	11:51 ---	0,58 ---	21	M	5:59 18:15	2,95 3,05	11:58 ---	0,90 ---
7	M	6:42 19:05	3,20 3,37	0:26 12:44	0,50 0,71	22	X	6:39 18:56	2,84 2,90	0:29 12:39	0,93 1,04
8	☾	7:40 20:05	3,07 3,20	1:21 13:44	0,64 0,85	23	J	7:25 19:44	2,73 2,76	1:11 13:26	1,06 1,18
9	J	8:45 21:13	2,97 3,06	2:23 14:53	0,79 0,97	24	☾	8:21 20:44	2,65 2,65	2:02 14:25	1,19 1,29
10	V	9:56 22:25	2,93 2,98	3:32 16:08	0,90 1,01	25	S	9:28 21:54	2,62 2,61	3:05 15:38	1,27 1,33
11	S	11:07 23:35	2,97 2,98	4:44 17:21	0,93 0,97	26	D	10:38 23:06	2,69 2,66	4:17 16:52	1,27 1,27
12	D	12:10 ---	3,07 ---	5:49 18:24	0,89 0,86	27	L	11:40 ---	2,83 ---	5:23 17:56	1,18 1,12
13	L	0:37 13:05	3,04 3,20	6:46 19:19	0,82 0,74	28	M	0:07 12:34	2,80 3,03	6:19 18:49	1,03 0,92
14	M	1:30 13:53	3,11 3,32	7:34 20:07	0,73 0,62	29	X	1:00 13:22	2,98 3,25	7:07 19:36	0,84 0,70
15	X	2:16 14:35	3,18 3,41	8:17 20:49	0,65 0,54	30	J	1:46 14:06	3,18 3,47	7:51 20:20	0,64 0,47
						31	○	2:31 14:49	3,36 3,66	8:34 21:03	0,47 0,29

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
 Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-8 Tabla de mareas - Mes de julio (www.apmarin.com)

AGOSTO

DIA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DIA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	S	3:15 15:33	3,51 3,8	9:17 21:46	0,34 0,17	16	D	3:47 16:01	3,24 3,43	9:45 22:12	0,58 0,56
2	D	3:59 16:17	3,59 3,85	10:01 22:30	0,28 0,14	17	L	4:18 16:33	3,23 3,38	10:17 22:43	0,62 0,63
3	L	4:44 17:04	3,59 3,81	10:46 23:16	0,29 0,21	18	M	4:50 17:05	3,18 3,28	10:49 23:14	0,70 0,74
4	M	5:30 17:52	3,51 3,68	11:33 ---	0,39 ---	19	X	5:23 17:38	3,10 3,16	11:23 23:48	0,82 0,87
5	X	6:20 18:44	3,36 3,46	0:04 12:24	0,37 0,56	20	J	5:59 18:15	3,00 3,01	12:00 ---	0,96 ---
6	J	7:15 19:42	3,18 3,21	0:57 13:21	0,59 0,77	21	V	6:39 18:58	2,88 2,86	0:25 12:42	1,02 1,12
7		8:18 20:49	2,99 2,97	1:56 14:29	0,82 0,97	22		7:29 19:53	2,76 2,70	1:09 13:35	1,17 1,27
8	S	9:32 22:07	2,88 2,83	3:06 15:50	1,01 1,09	23	D	8:34 21:05	2,68 2,61	2:07 14:46	1,31 1,37
9	D	10:50 23:25	2,87 2,8	4:24 17:10	1,10 1,08	24	L	9:52 22:28	2,69 2,63	3:24 16:12	1,37 1,35
10	L	11:59 ---	2,96 ---	5:37 18:18	1,07 0,97	25	M	11:07 23:40	2,83 2,78	4:46 17:27	1,30 1,20
11	M	0:30 12:55	2,87 3,09	6:35 19:12	0,97 0,84	26	X	12:08 ---	3,05 ---	5:52 18:25	1,12 0,96
12	X	1:21 13:41	2,97 3,23	7:23 19:56	0,85 0,71	27	J	0:37 12:59	3,01 3,31	6:44 19:14	0,89 0,69
13	J	2:04 14:21	3,08 3,34	8:03 20:34	0,73 0,61	28	V	1:26 13:45	3,26 3,58	7:31 19:59	0,64 0,42
14		2:41 14:56	3,16 3,42	8:38 21:08	0,64 0,55	29		2:11 14:29	3,50 3,81	8:14 20:42	0,42 0,20
15	S	3:15 15:29	3,21 3,45	9:12 21:40	0,59 0,53	30	D	2:55 15:13	3,69 3,97	8:57 21:25	0,25 0,07
						31	L	3:38 15:57	3,79 4,03	9:41 22:09	0,17 0,06

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-9 Tabla de mareas - Mes de agosto (www.apmarin.com)

SEPTIEMBRE

DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DÍA DEL MES	Día de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	M	4:22 16:43	3,80 3,96	10:26 22:53	0,19 0,17	16	X	4:19 16:34	3,34 3,38	10:21 22:41	0,7 0,75
2	X	5:08 17:31	3,70 3,78	11:12 23:40	0,32 0,38	17	J	4:50 17:06	3,28 3,27	10:53 23:12	0,8 0,87
3	J	5:56 18:22	3,51 3,50	12:02 0:30	0,53 0,65	18	V	5:25 17:42	3,18 3,13	11:28 23:48	0,94 1,02
4	V	6:49 19:19	3,28 3,19	12:59 ---	0,8 ---	19	S	6:03 18:23	3,06 2,96	12:09 ---	1,10 ---
5		7:52 20:27	3,04 2,90	1:28 14:07	0,94 1,06	20	D	6:51 19:16	2,92 2,79	0:30 12:59	1,19 1,26
6	D	9:08 21:50	2,87 2,73	2:39 15:32	1,18 1,21	21		7:53 20:28	2,81 2,67	1:24 14:08	1,35 1,39
7	L	10:32 23:13	2,84 2,72	4:04 16:59	1,28 1,2	22	M	9:13 21:57	2,78 2,68	2:41 15:36	1,45 1,4
8	M	11:45 ---	2,93 ---	5:22 18:07	1,24 1,09	23	X	10:34 23:15	2,89 2,84	4:12 16:58	1,40 1,24
9	X	0:18 12:40	2,82 3,06	6:21 18:57	1,11 0,94	24	J	11:40 ---	3,12 ---	5:25 18:00	1,21 0,99
10	J	1:06 13:24	2,95 3,21	7:06 19:37	0,97 0,8	25	V	0:14 12:34	3,10 3,40	6:21 18:50	0,95 0,69
11	V	1:45 14:00	3,08 3,33	7:43 20:12	0,82 0,70	26	S	1:04 13:22	3,39 3,69	7:08 19:36	0,68 0,42
12	S	2:18 14:33	3,19 3,42	8:17 20:43	0,71 0,62	27	D	1:49 14:07	3,65 3,93	7:53 20:19	0,43 0,21
13		2:49 15:04	3,28 3,47	8:48 21:13	0,64 0,59	28		2:33 14:52	3,85 4,08	8:37 21:03	0,25 0,1
14	L	3:19 15:34	3,34 3,48	9:19 21:42	0,61 0,61	29	M	3:16 15:37	3,95 4,12	9:21 21:46	0,17 0,12
15	M	3:49 16:03	3,36 3,45	9:50 22:11	0,63 0,66	30	X	4:00 16:22	3,95 4,02	10:06 22:30	0,2 0,26

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
 Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-10 Tabla de mareas - Mes de septiembre (www.apmarin.com)

OCTUBRE

DIA DEL MES	Dia de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DIA DEL MES	Dia de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	J	4:45 17:10	3,83 3,80	10:52 23:16	0,35 0,49	16	V	4:24 16:41	3,44 3,34	10:29 22:44	0,81 0,89
2	V	5:32 18:00	3,63 3,49	11:42 ---	0,59 ---	17	S	4:58 17:17	3,36 3,21	11:05 23:20	0,92 1,03
3	S	6:24 18:56	3,37 3,16	0:04 12:37	0,78 0,88	18	D	5:38 18:00	3,24 3,05	11:47 ---	1,06 ---
4		7:25 20:03	3,11 2,87	0:59 13:44	1,08 1,14	19	L	6:25 18:53	3,10 2,89	0:03 12:37	1,19 1,22
5	L	8:39 21:26	2,91 2,70	2:09 15:09	1,32 1,30	20		7:25 20:03	2,98 2,78	0:57 13:43	1,35 1,34
6	M	10:04 22:49	2,85 2,70	3:35 16:34	1,43 1,31	21	X	8:41 21:29	2,92 2,78	2:11 15:06	1,46 1,35
7	X	11:18 23:54	2,91 2,81	4:55 17:41	1,38 1,21	22	J	10:01 22:47	3,00 2,94	3:39 16:27	1,43 1,22
8	J	12:14 ---	3,03 ---	5:55 18:31	1,25 1,07	23	V	11:10 23:49	3,19 3,19	4:55 17:31	1,26 0,99
9	V	0:41 12:57	2,95 3,17	6:40 19:10	1,10 0,93	24	S	12:08 ---	3,45 ---	5:55 18:25	1,01 0,73
10	S	1:18 13:33	3,10 3,29	7:18 19:43	0,95 0,82	25	D	0:40 12:58	3,46 3,71	6:46 19:12	0,75 0,49
11	D	1:51 14:06	3,23 3,39	7:51 20:14	0,83 0,74	26	L	1:27 13:46	3,71 3,92	7:32 19:57	0,51 0,31
12	L	2:22 14:36	3,35 3,46	8:23 20:44	0,74 0,69	27		2:12 14:32	3,90 4,04	8:18 20:41	0,34 0,24
13		2:51 15:06	3,43 3,49	8:54 21:13	0,70 0,69	28	X	2:56 15:18	3,99 4,04	9:03 21:25	0,26 0,27
14	X	3:21 15:36	3,47 3,48	9:24 21:42	0,69 0,72	29	J	3:40 16:04	3,99 3,93	9:49 22:08	0,30 0,40
15	J	3:51 16:07	3,48 3,43	9:56 22:12	0,73 0,78	30	V	4:25 16:51	3,88 3,72	10:35 22:53	0,43 0,62
						31	S	5:11 17:40	3,69 3,43	11:24 23:40	0,65 0,88

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.
Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-11 Tabla de mareas - Mes de octubre (www.apmarin.com)

[illegible]

Figura A2-12 Tabla de mareas - Mes de noviembre (www.apmarin.com)

DICIEMBRE

DIA DEL MES	Dia de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES		DIA DEL MES	Dia de Semana	PLEAMARES		BAJAMARES	
		HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.			HORA	ALT. MTS.	HORA	ALT. MTS.
1	M	6:27 18:58	3,26 2,92	0:04 12:46	1,05 1,06	16	X	5:56 18:26	3,45 3,15	12:11 ---	0,81 ---
2	X	7:20 19:56	3,05 2,76	0:55 13:43	1,25 1,23	17	J	6:49 19:24	3,33 3,04	0:26 13:05	1,00 0,92
3		8:21 21:03	2,88 2,68	1:55 14:48	1,39 1,34	18		7:49 20:30	3,21 2,98	1:26 14:09	1,11 1,00
4	V	9:29 22:13	2,80 2,69	3:05 15:57	1,47 1,36	19	S	8:57 21:43	3,14 2,99	2:35 15:19	1,19 1,04
5	S	10:36 23:14	2,80 2,78	4:17 16:59	1,46 1,31	20	D	10:09 22:54	3,14 3,10	3:51 16:31	1,18 0,99
6	D	11:34 ---	2,87 ---	5:19 17:51	1,37 1,21	21	L	11:18 23:57	3,22 3,25	5:04 17:36	1,07 0,89
7	L	0:04 12:22	2,92 2,97	6:10 18:35	1,24 1,10	22	M	12:20 ---	3,34 ---	6:07 18:33	0,91 0,76
8	M	0:47 13:04	3,07 3,09	6:53 19:13	1,10 0,99	23	X	0:52 13:16	3,43 3,45	7:03 19:24	0,73 0,65
9	X	1:24 13:42	3,23 3,19	7:32 19:49	0,96 0,88	24	J	1:42 14:06	3,59 3,54	7:54 20:11	0,58 0,57
10	J	2:00 14:18	3,37 3,29	8:09 20:23	0,80 0,80	25		2:28 14:53	3,70 3,56	8:41 20:54	0,48 0,54
11		2:35 14:54	3,48 3,36	8:45 20:57	0,74 0,74	26	S	3:12 15:36	3,74 3,53	9:26 21:36	0,45 0,56
12	S	3:11 15:30	3,56 3,40	9:21 21:33	0,68 0,71	27	D	3:54 16:18	3,72 3,44	10:08 22:16	0,48 0,63
13	D	3:48 16:09	3,60 3,39	9:59 22:10	0,65 0,73	28	L	4:35 16:59	3,64 3,31	10:50 22:56	0,58 0,74
14	L	4:27 16:50	3,59 3,34	10:39 22:51	0,66 0,79	29	M	5:15 17:39	3,49 3,16	11:30 23:35	0,73 0,88
15	M	5:09 17:35	3,54 3,26	11:22 23:35	0,72 0,88	30	X	5:56 18:20	3,31 2,99	12:11 ---	0,89 ---
						31	J	6:38 19:05	3,12 2,84	0:17 12:55	1,04 1,06

Las altura expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajar. Horas en UTC: Horario de verano, para hora oficial súmese una hora. Horario de Verano, para hora oficial súmense dos horas.

Figura A2-13 Tabla de mareas - Mes de diciembre (www.apmarin.com)

MAREAS VIVAS

[illegible]

Las alturas expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar y bajamar.

Figura A2-14 Tabla de mareas - Mareas vivas (www.apmarin.com)

MAREAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS DURANTE EL AÑO 2015

MAREAS MUERTAS

DIA DEL MES	M E S	PLEAMARES			BAJAMARES			Carrera de mareas Metros
		Mañana	Tarde	ALTURA	Mañana	Tarde	ALTURA	
		Hora	Hora	METROS	Hora	Hora	METROS	
13	ENERO	---	20:40	2,69	---	---	---	---
14	ENERO	---	---	---	2:45	---	1,39	1,30
13	FEBRERO	---	---	---	---	15:49	1,36	---
27	FEBRERO	10:22	---	2,62	---	---	---	1,26
28	MARZO	9:48	---	2,56	---	15:56	1,42	1,14
26	ABRIL	9:03	---	2,57	---	15:06	1,43	1,14
26	MAYO	9:20	---	2,58	---	15:23	1,38	1,20
25	JUNIO	9:22	---	2,6	---	15:27	1,33	1,27
25	JULIO	---	21:54	2,61	---	15:38	1,33	1,28
23	AGOSTO	---	21:05	2,61	---	14:46	1,37	1,24
21	SETIEMBRE	---	20:28	2,67	2:41	---	1,45	1,22
6	OCTUBRE	---	22:49	2,7	---	---	---	---
7	OCTUBRE	---	---	---	4:55	---	1,38	1,32
3	NOVIEMBRE	---	20:47	2,72	---	---	---	---
4	NOVIEMBRE	---	---	---	2:50	---	1,48	1,24
3	DICIEMBRE	---	21:03	2,68	---	---	---	---
4	DICIEMBRE	---	---	---	3:05	---	1,47	1,21

Las horas expresadas en sus primeras cifras horas y en las dos últimas minutos.
Para tener horas normales SUMESE el ADELANTO VIGENTE una hora a fines de 2014

Figura A2-15 Tabla de mareas - Mareas muertas (www.apmarin.com)