0001

Estudio de Maniobra y Amarre para el Nuevo Muelle de Minerales en la Zona Norte del Terminal Portuario del Callao (Perú)

Cliente: Transportadora Callao

Fecha: Julio 2012

0002

Siport21

Informe FINAL - Revisión 00

Estudio de Maniobra y Amarre para el Nuevo Muelle de Minerales en la Zona Norte del Terminal Portuario del Callao (Perú)

- Estudio de Maniobra -

Cliente: Transportadora Callao

TC TRANSPORTADORA CALLAO

Fecha: Julio 2012

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

Índice

1. Introducción 2
2. Condiciones de la Simulación 4
2.1. Disposición en Planta y Batimetría 4
2.2. Condiciones Meteorológicas 6
2.3. Características de los Buques Analizados 17
2.4. Características de los Remolcadores 19
3. Estudio en el Simulador 20
3.1. Descripción del Equipo 21
3.2. Casos Analizados 26
4. Análisis de Resultados 31
4.1. Descripción de las Maniobras de Entrada 32
4.2. Descripción de las Maniobras de Salida 33
5. Análisis del Área Ocupada 34
5.1. Objetivos 34
5.2. Metodología 35
5.3. Resultados 37
6. Resumen y Conclusiones 43

ANEJO I: PLANOS Y FOTOGRAFÍAS
ANEJO II: CARACTERÍSTICAS DE LOS BUQUES ANALIZADOS
ANEJO III: GRÁFICOS DE TRAYECTORIA
ANEJO IV: GRÁFICOS DE SERIES TEMPORALES
ANEJO V: GRÁFICOS DE ÁREAS OCUPADAS

C/Chile,8. Edificio Azasol. Oficina 208
282090 Las Matas (Madrid)
Tel.: 91 630 70 73 - Fax: 91 630 81 32
www.siport21.com

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

1. Introducción

A solicitud de **Transportadora Callao** se realiza un estudio de Simulación de Maniobras en Tiempo Real de las **maniobras de acceso y salida** de buques graneleros de 60 000 TPM en el **Nuevo Muelle de Minerales** de la Terminal Portuaria del Callao en Perú.

El uso del Simulador en Tiempo Real permite conseguir los siguientes objetivos:

- valorar con exactitud las **dificultades de ejecución** de las maniobras
- establecer **niveles de operatividad** y optimizar las estrategias de maniobra
- analizar el **espacio navegable necesario** que garantice la seguridad de las maniobras en función de las características del buque de proyecto
- estudiar las eventuales **interferencias con los buques atracados** en los muelles adyacentes
- establecer recomendaciones en cuanto a los **límites operativos** referidos a las condiciones meteorológicas representativas de la zona e indicaciones respecto a los **requerimientos de remolque**.

Para la realización del estudio se ha considerado la configuración en planta final, tras la demolición del Varadero El Ancla y la construcción del Muelle 6, y con la zona de maniobra dragada a la cota -14.0 m. El Muelle 6 se encuentra situado entre los Muelles Marginal, 7A y 5C, con orientación SSW y 220 m de longitud.

El análisis detallado de las maniobras de entrada y salida de los buques se ha realizado utilizando el **Simulador de Maniobra de Buques en Tiempo Real de Siport21** desarrollado por MARIN-MSCN (Holanda). Este sistema reproduce el comportamiento de un buque específico durante la ejecución de las maniobras de entrada o salida de puerto, sometido a la acción de los agentes ambientales (viento, corriente, oleaje, profundidad limitada, succión de orilla, etc.) y auxiliado, en su caso, por remolcadores. El Capitán o Práctico usuario del sistema opera en un puente con instrumentación real y radar, percibiendo el movimiento del buque en tiempo real sobre una pantalla de 260° de amplitud horizontal, así como los sonidos ambientales.

El estudio ha contado con la participación del Capitán de la Marina Mercante y Práctico del Puerto del Callao D. Alejandro Fernando Chávez Gurmendi durante cinco jornadas de simulación en las instalaciones de Siport21 en Las Matas (Madrid, España). A las jornadas de simulación asistieron el Capitán y Práctico del Puerto del Callao

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

retirado D. Mario Ángeles Lloyd y el Ingeniero D. Rafael Mey como asesores de la APN y los Ingenieros D. Daniel Gálvez, D. Carlos Alarco Proaño y D. Víctor Augusto Sam Chang. Durante los días de simulación el Práctico dirigió numerosas maniobras, además de proporcionar información e indicaciones sobre las estrategias de maniobra y otros aspectos esenciales de éstas en el Puerto del Callao, tales como modos de trabajo de los remolcadores, maniobras de reviro, organización de la actividad portuaria, etc.

El buque de diseño es un **bulkcarrier de 60 000 TPM,** del cual se han analizado las condiciones de acceso y salida, con el fin de evaluar los espacios necesarios para la maniobra así como las condiciones climáticas límite para la operación. Las maniobras de entrada se analizan en lastre y las de salida a plena carga. Así mismo, a petición de los asistentes a las jornadas de simulación, se analizaron algunas maniobras de un **granelero de 16700 TPM.**

Se han estudiado dos condiciones meteorológicas como las más representativas de la zona de estudio: **Sudeste** y **Sur**, con dos intensidades de **viento 15 y 20 nudos.** En todos los casos el oleaje proviene del Oeste, analizando 0.75 m y 1.00 m, ambas alturas con el periodo más frecuente de 14 s. En cuanto a las corrientes, se han seleccionado una ascendente y otra descendente, en ambos casos con una intensidad de 1 nudo en el dispositivo de separación de tráfico marítimo.

La metodología utilizada sigue los criterios establecidos por el **PIANC** (Asociación Internacional de Navegación, Permanent International Association for Navigation Congresses) en el informe "Approach Channels. A Guide for Design" (1997) y especialmente las recomendaciones recogidas en la **ROM 3.1-99** de Puertos del Estado (España) "Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación". Estas normas proporcionan indicaciones sobre el trazado y las dimensiones exigibles, tanto en planta como en alzado, a los canales de navegación y zonas de maniobra en función de las condiciones marítimas y meteorológicas (viento, corriente y oleaje) consideradas límites de acceso y de la disponibilidad de medios auxiliares de maniobra.

Siport21 ha desarrollado varios estudios de maniobra y de buque amarrado en **Perú** (y en particular en **El Callao**) para el diseño y evaluación de diversas terminales:

- Simulación de Maniobras de Buques para el Estudio de Factibilidad del Proyecto "Mejoramiento y/o Ampliación de la Boca de Entrada en el Terminal Portuario del Callao" (2008)

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

2. Condiciones de la Simulación

2.1. Disposición en Planta y Batimetría

El Terminal Portuario del Callao está ubicado en la Provincia Constitucional del Callao a 15 Km de la Capital, Lima. El Puerto se encuentra en la Bahía de Callao, ofreciendo la Isla San Lorenzo de protección natural a los oleajes que vienen del Sur.

La configuración en planta que se ha analizado en este estudio es la final, tras la demolición del Varadero El Ancla y la construcción del Muelle 6. El Muelle 6 se ha diseñado para operaciones con minerales, contando con 220 m de frente de atraque, que se conectan con el extremo más occidental del Muelle Marginal. El muelle en estudio tiene orientación SSW, encontrándose situado en la zona interior del rompeolas Norte entre el Muelle Nº 7 de petróleo y el Muelle Marginal Norte de la Base Naval, en una zona rellena de sedimentos.

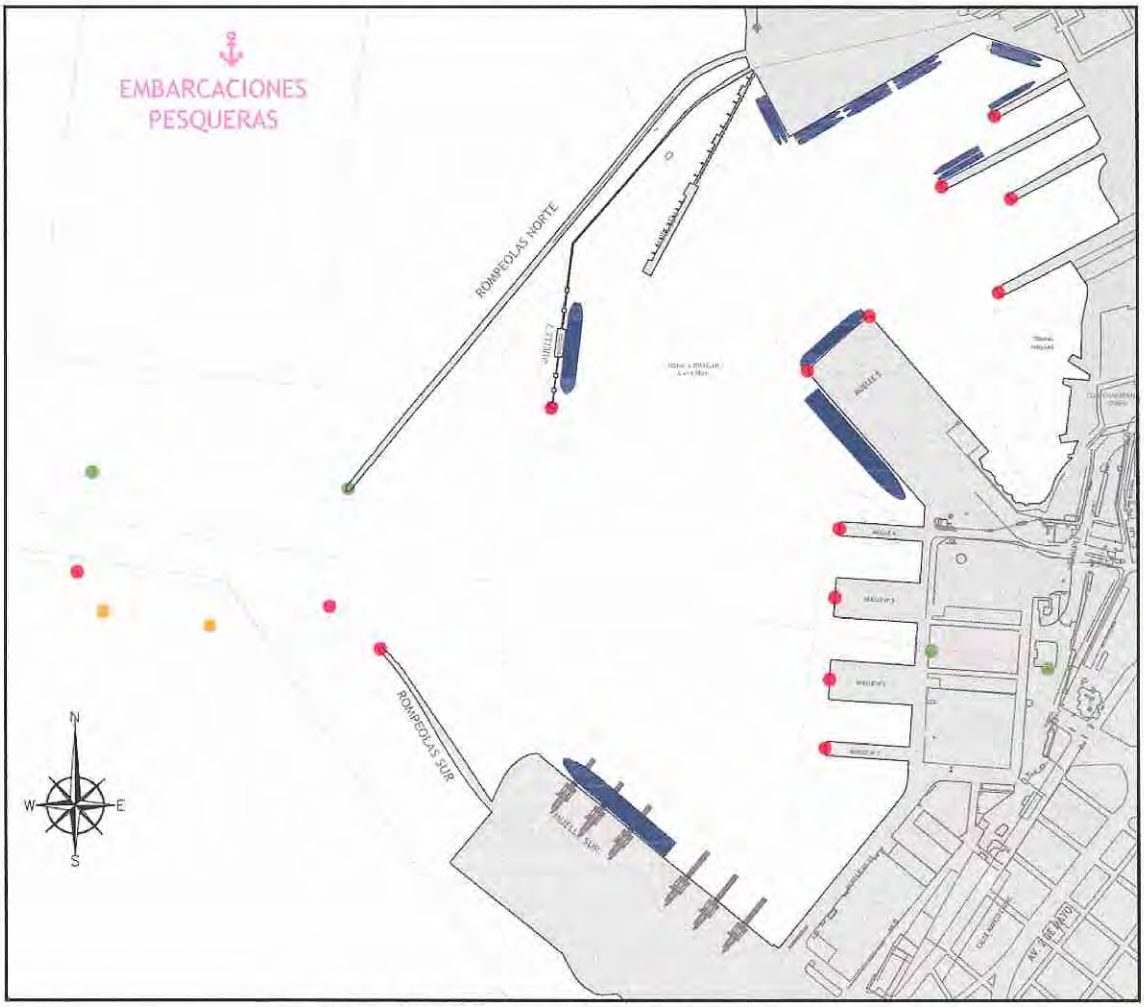


Figura 1. Configuración en planta analizada

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

La batimetría analizada es la facilitada por Transportadora Callao, estando el canal de acceso al puerto y la zona de maniobra dragados a la cota - 14.0 m.

Se ha considerado una elevada ocupación de los muelles próximos, de manera que el espacio de maniobra se vea reducido al mínimo, especialmente en las entradas, en las que el buque en lastre podría navegar, sin varar, por la zona no dragada.

En el **Anejo I** se presentan los planos de disposición general y batimetría utilizados para la realización del estudio.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

2.2. Condiciones Meteorológicas

Para determinar las condiciones marítimas y meteorológicas del Terminal Portuario del Callao se ha considerado la información hidro-meteorológica facilitada de la zona de estudio.

Los estudios hidro-meteorológicos disponibles para el análisis de las condiciones climáticas de la zona de estudio son:

- "Estudio hidro-oceanográfico. Análisis de oleaje", realizado por Transportadora Callao S.A. en Marzo de 2012, compuesto por los estudios:
  - "Modelación de ola en la bahía Callao"
  - "Información de Oceanografía"
- "Terminal de embarque de concentrados de minerales en el terminal portuario del Callao", realizado por Raúl Ríos Jiménez para Transportadora Callao S.A. en Marzo de 2012.
- "Proyecto Terminal de Embarque y Faja Transportadora Tubular para Concentrados de Minerales en el Puerto del Callao - Informe Meteorológico", realizado por ECSA Ingenieros para Transportadora Callao S.A. en Febrero de 2012.

Desde el punto de vista de la maniobrabilidad, considerando la ubicación de la zona de maniobra y teniendo en cuenta las características de los buques en estudio, los factores climatológicos que afectan a la maniobra del buque son **el viento, el oleaje y la corriente** (estos últimos, principalmente en la zona de aproximación al puerto y paso de la bocana), siendo el viento el factor determinante de las maniobras de acceso y salida en el Puerto del Callao.

- **Corrientes y mareas:**

De la información suministrada mencionada anteriormente, se extrae que la amplitud de marea en la zona de estudio es de 0.75m. Puesto que las maniobras se pueden realizar en cualquier momento del día se ha considerado para las simulaciones un nivel de marea de 0.0 m (BMVE), el más desfavorable desde el punto de vista de la evolución de los buques.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

La información para caracterizar las corrientes se ha obtenido de las mediciones realizadas en el interior del Puerto del Callao mediante correntímetros electrónicos, los cuales registran la intensidad y dirección de la corriente a distintas profundidades.

Posteriormente, estos valores se emplearon como datos de entrada al modelo numérico POM ("Princeton Ocean Model" de la Universidad de Princeton), junto con la modelización geométrica del área de estudio.

Los resultados de las simulaciones realizadas muestran la variación de la dirección del flujo de las corrientes superficiales en el exterior del Puerto del Callao dependiendo de la etapa de marea. En el caso de la etapa de marea ascendente la dirección del flujo de corriente es hacia el Norte y en el caso de la etapa descendente la dirección es hacia el Sur.

La dirección e intensidad de la corriente representativa en la zona se muestra a continuación:

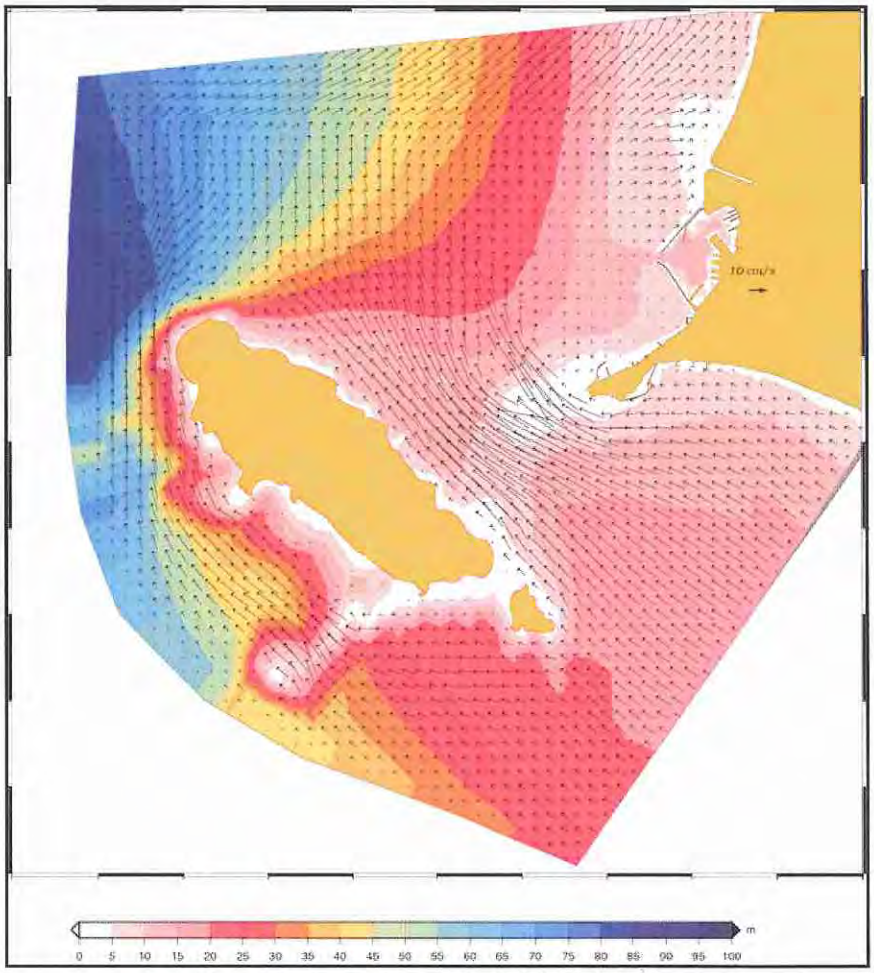


Figura 2. Corriente en la Bahía del Callao

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En la figura anterior se observa que la velocidad de la corriente en el exterior del Puerto (dispositivo de separación de tráfico) alcanza valores de hasta un nudo, valor empleado para caracterizar las corrientes en el punto de inicio en las simulaciones de entrada a Puerto.

Para la caracterización de las corrientes en el interior de la rada se calcularon las velocidades y direcciones de las corrientes a tres profundidades: nivel superficial, 5m y 10 m.

Las siguientes figuras muestran los resultados obtenidos para la profundidad de 5 m, valores utilizados para las simulaciones de maniobras:

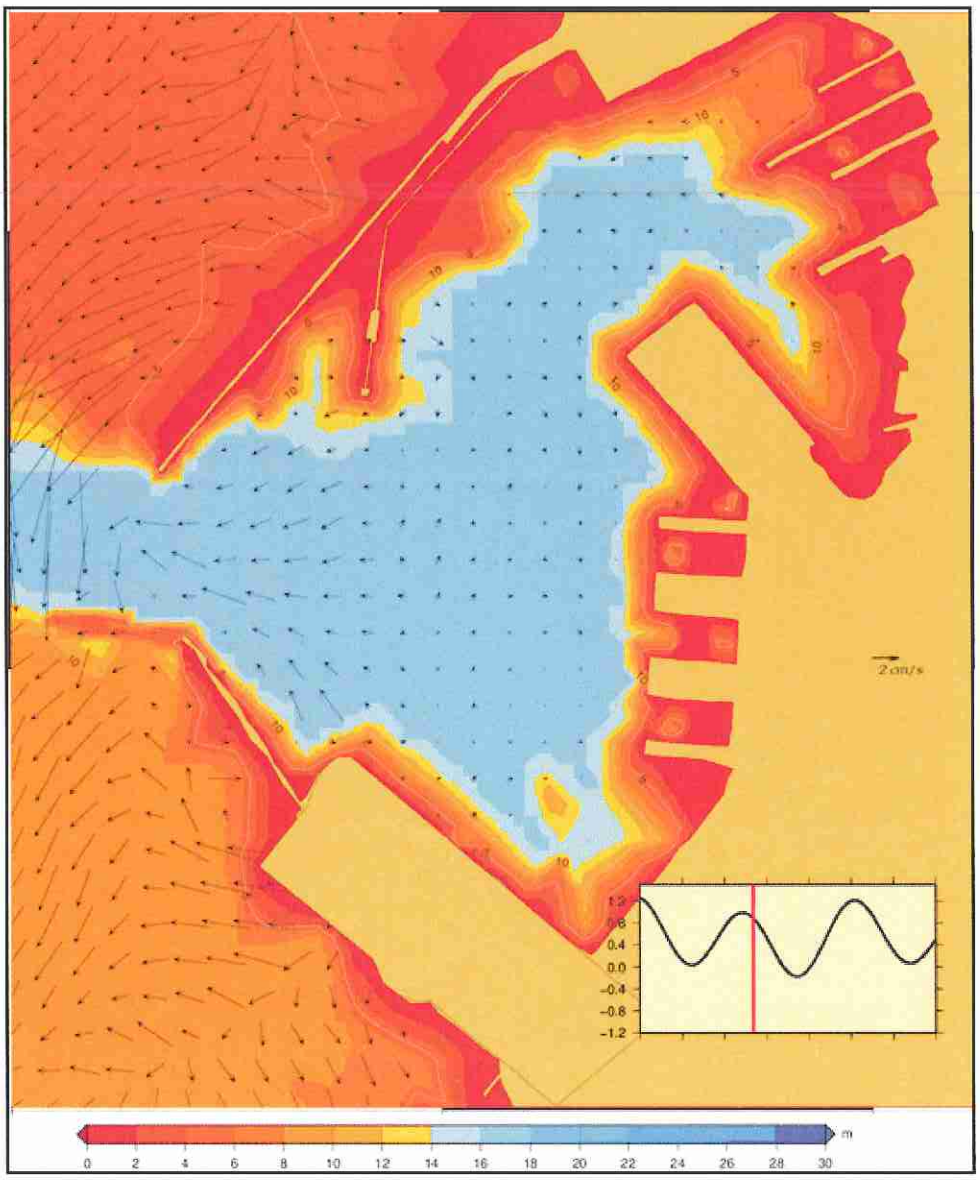


Figura 3. Corriente asociada a marea descendente a 5 m de profundidad

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

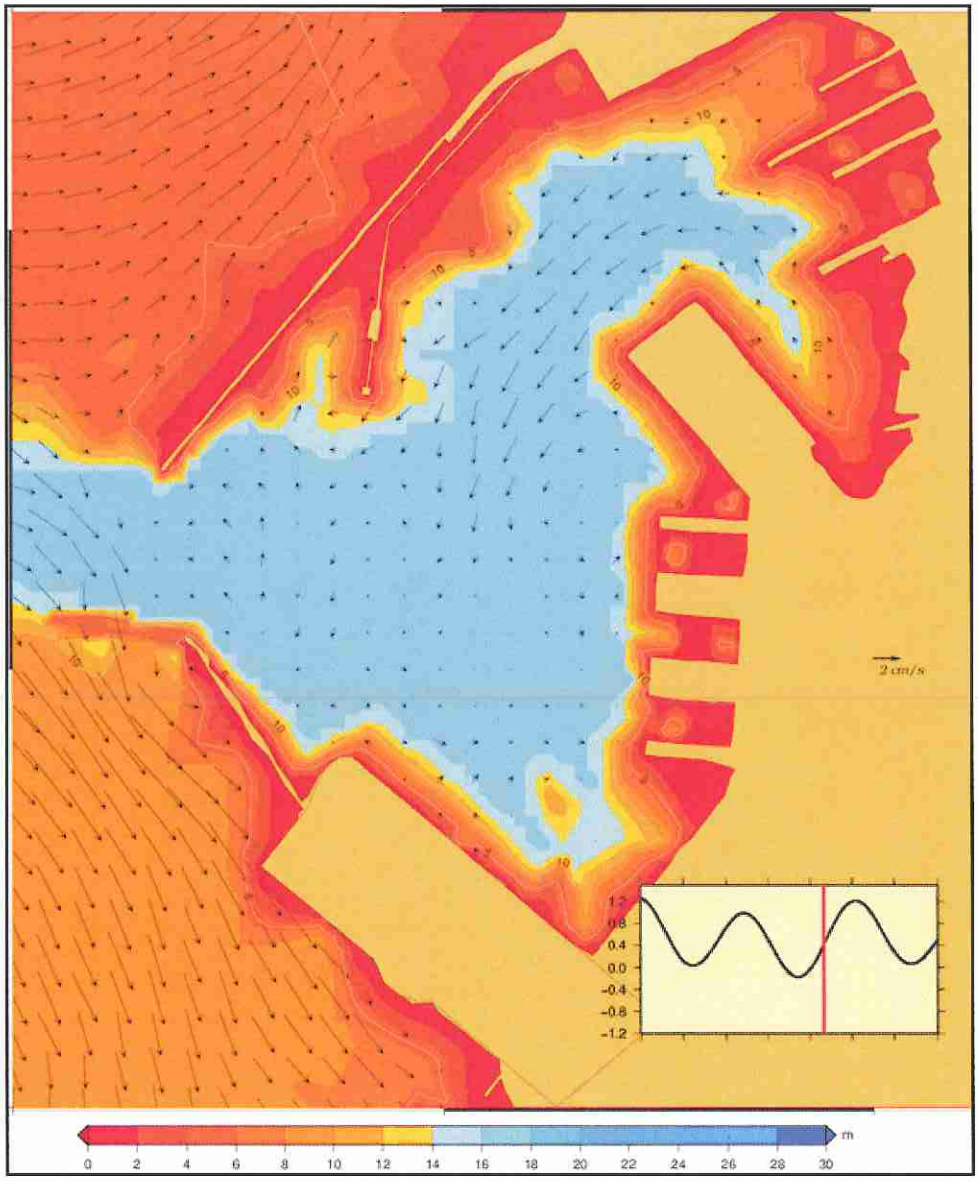


Figura 4. Corriente asociada a marea ascendente a 5 m de profundidad en

Del análisis de resultados se observa que las velocidades de las corrientes en la zona de aproximación a la bocana se reducen hasta valores entre 0.3 y 0.5 nudos, mientras que en el interior de la rada, en la zona del atraque de la nueva terminal, estos valores se reducen hasta 0.1 nudos.

- **Oleaje:**

Para la caracterización de las olas en los alrededores del puerto del Callao, realizada en el "Estudio Hidro-Oceanográfico. Análisis de Oleaje", se empleó la información de 30 años de modelación de la base de datos de Baird (Baird&Associates), generada mediante el uso del programa informático WAVEWATCH, el cual se basa en el método HINDCASTING. Con esta información se caracterizaron las olas en aguas profundas

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

y se definieron las principales direcciones a emplear en el estudio de propagación realizado.

A continuación se muestran las gráficas que caracterizan el oleaje en aguas profundas:

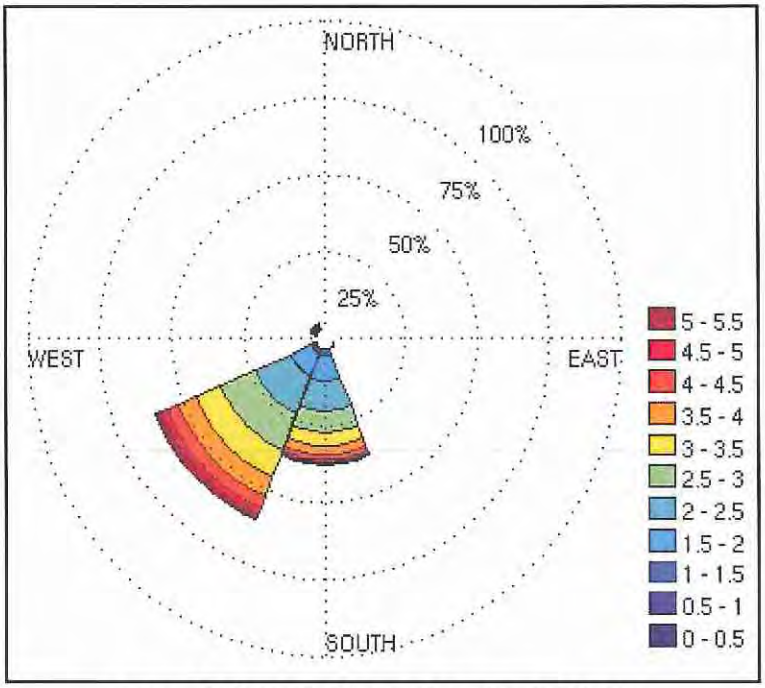


Figura 5. Rosa de Oleaje de aguas profundas

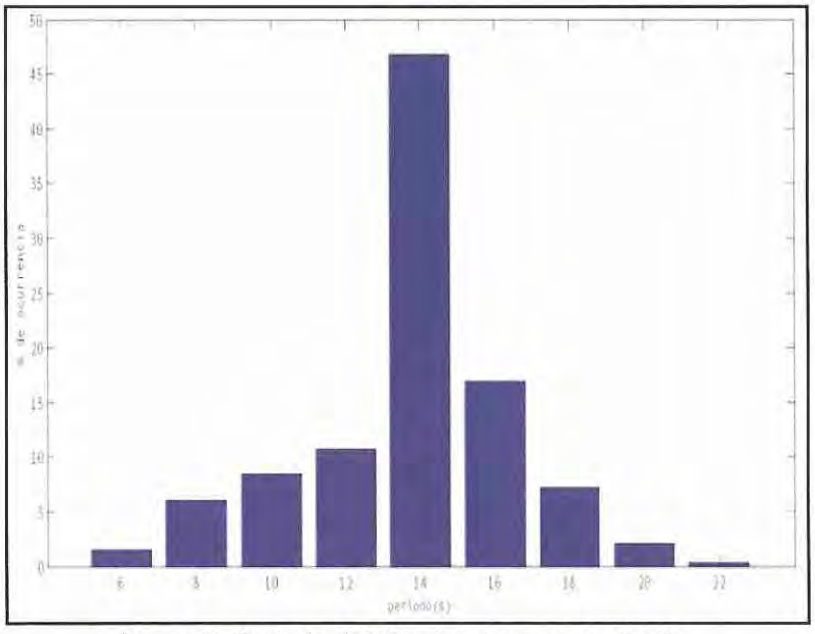


Figura 6. Periodo del Oleaje en aguas profundas

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

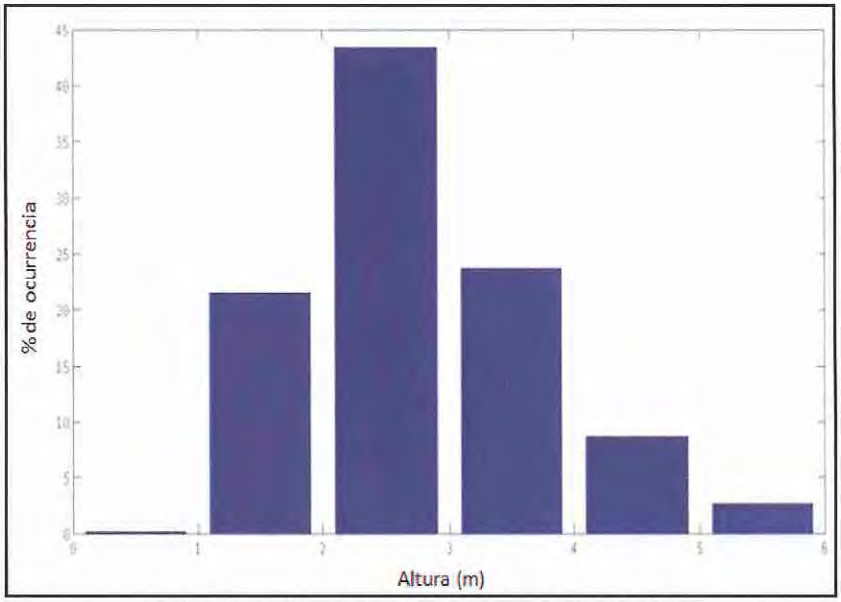


Figura 7. Altura de ola en aguas profundas

Con los resultados obtenidos para el punto de extracción de oleaje, mostrado en la siguiente figura, se evalúan las condiciones del oleaje para los eventos de condiciones normales y de ocurrencias de eventos extremos, los cuales se emplearon en el estudio de propagación en aguas poco profundas a fin de determinar la agitación en el interior del Puerto.

Figura 8. Punto de extracción de oleaje

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En el punto de extracción se observa como el oleaje se aproxima a las inmediaciones del puerto rolado con respecto a la dirección en aguas profundas, con clara componente Oeste. También se observa el efecto de abrigo de la Isla de San Lorenzo en la altura de ola, observándose en los gráficos que en el 90% de los casos es inferior a 1 m.

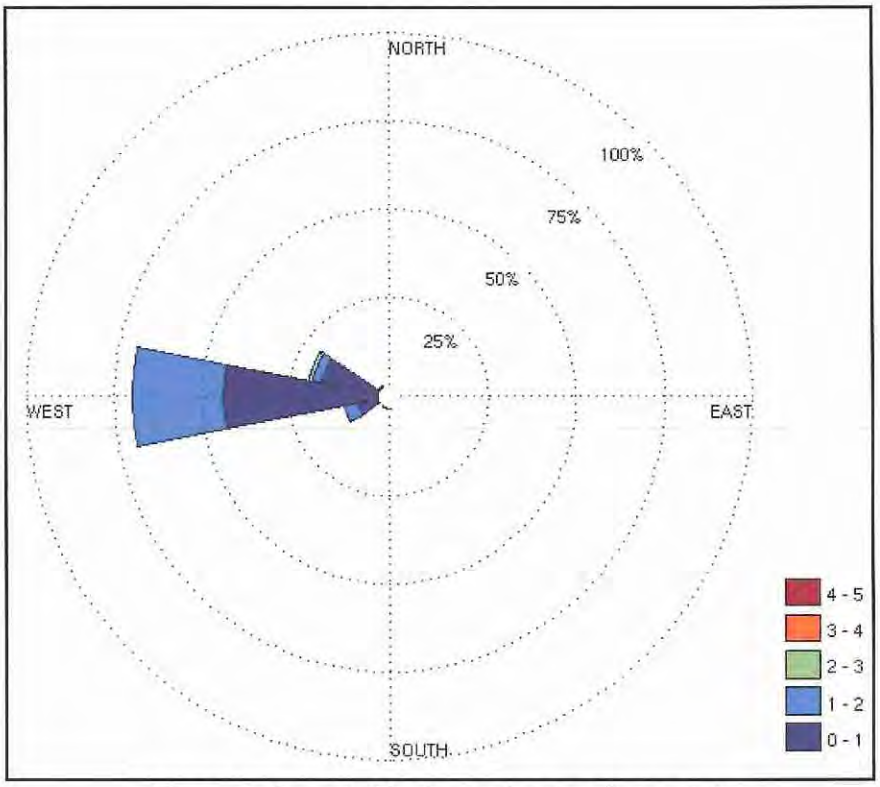


Figura 9. Rosa de Oleaje en el punto de control

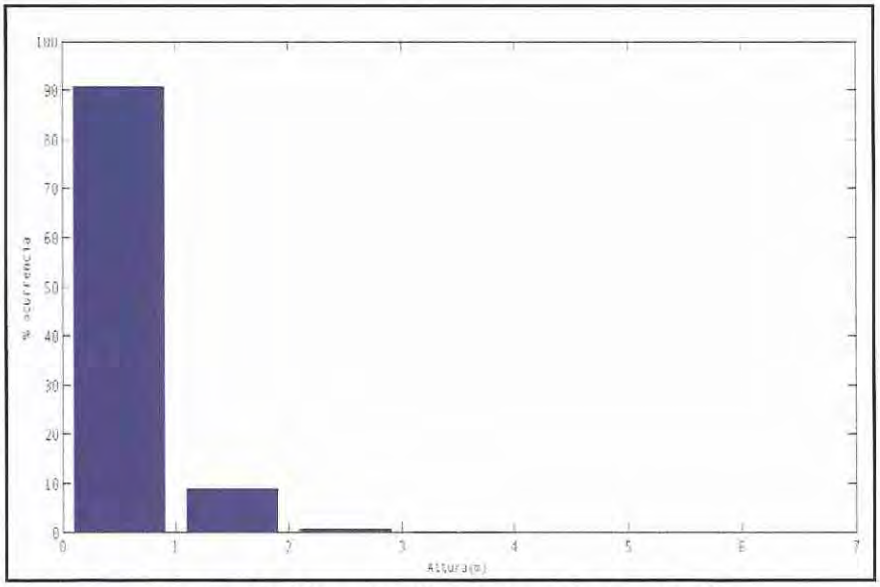


Figura 10. Altura de Ola en el punto de control

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

De los resultados de la propagación del oleaje en aguas poco profundas, se obtiene que la altura de ola en condiciones normales para un periodo de pico de 14 s es de 0.7 m en la aproximación al puerto, reduciéndose a 0.3 m en la entrada al terminal portuario.

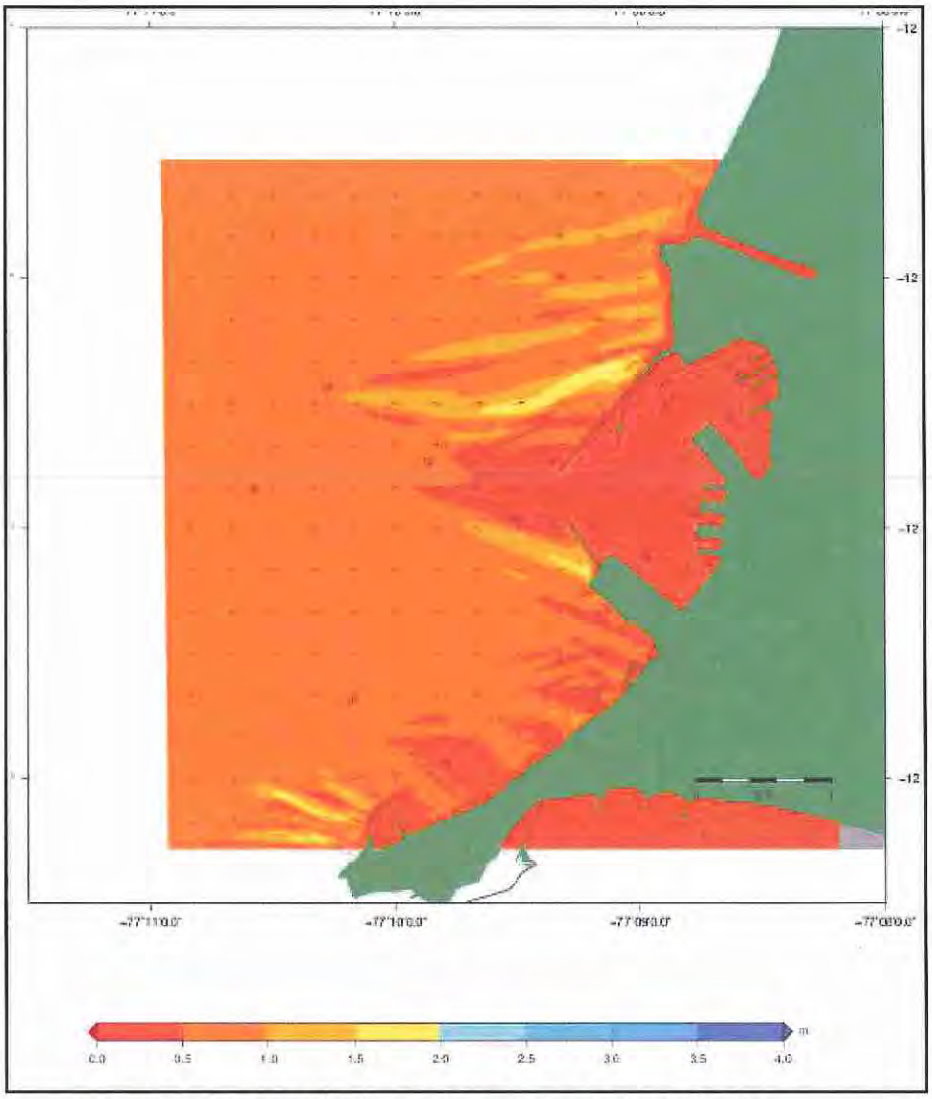


Figura 11. Propagación de oleaje en aguas poco profundas.
Condiciones normales

- **Viento:**

La caracterización del viento en el área de estudio se ha realizado empleando los datos de la Estación Meteorológica Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, disponiendo para este análisis de la velocidad media sostenida del viento (promedio de la velocidad del viento en 10 minutos) en los últimos 11 años y los valores máximos mensuales de velocidad sostenida de viento, incluyendo a la dirección asociada, en los últimos 6 años.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 12. Situación de la estación meteorológica del Aeropuerto

La rosa de vientos identifica como vientos dominantes (mayor intensidad) los vientos procedentes del Sureste, mientras que los vientos reinantes (mayor frecuencia de presentación) son los procedentes del Sur.

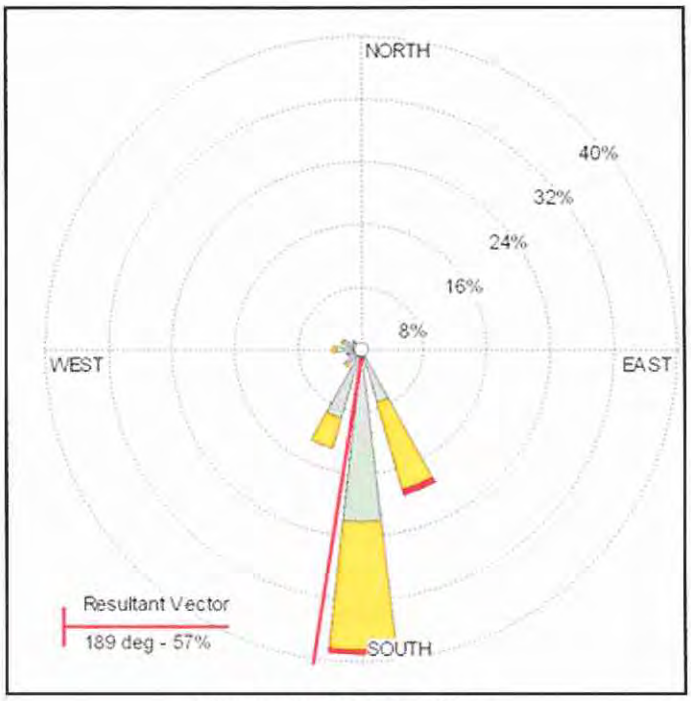


Figura 13. Rosa de viento

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 1. Valores de excedencia del viento

Velocidad sostenida (nudos)	Excedencia	
	Horas	%
10	3201	36.4
14	286	3.3
16	92	1.0
20	20	0.2

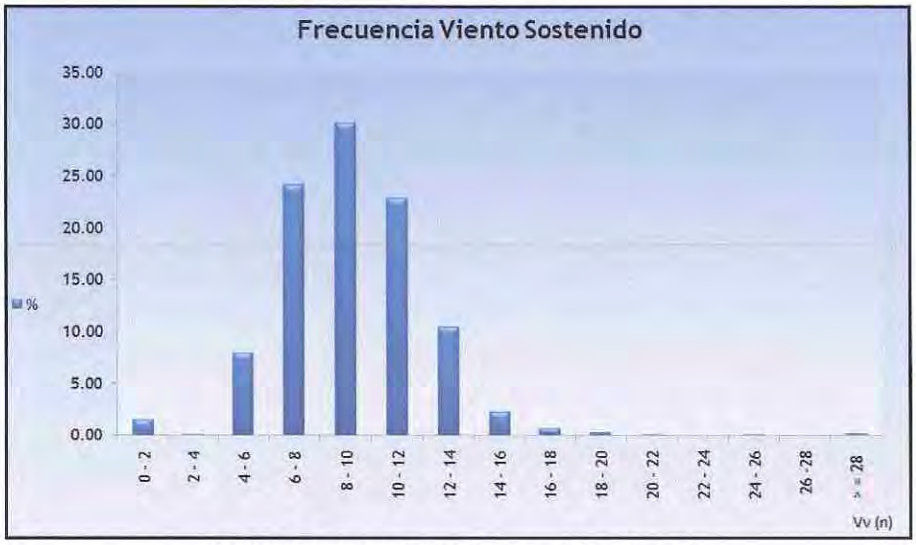


Figura 14. Frecuencia de viento sostenido

Del análisis de los datos se observa que el viento sostenido más frecuente se sitúa en el intervalo entre 8 y 10 nudos, siendo su presentación superior al 30%. En el caso de los vientos máximos tan sólo el 0.2% excede los 20 nudos. Los vientos más intensos en los últimos 10 años proceden de las direcciones Sur y Sur-Sudeste. A fin de garantizar una alta operatividad de la terminal se han fijado para la realización de las simulaciones vientos de 15 nudos, con excedencias inferiores al 2%, y vientos de 20 nudos, con excedencias de 0.2%.

Las direcciones de viento seleccionadas para la realización de las simulaciones son Sur y Sureste, debido a la presentación e intensidad de los mismos.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

La tabla resumen de las condiciones de simulación analizadas es la que se muestra a continuación:

Tabla 2. Condiciones utilizadas en la simulación

Condición	Viento	Oleaje	Corriente (DST)
Sureste	Dirección: Sureste Intensidad: 15 n	Dirección: Oeste Intensidad: 0.75 m Periodo: 14 s	Ascendente Intensidad: 1.0 n
			Descendente Intensidad: 1.0 n
	Dirección: Sureste Intensidad: 20 n	Dirección Oeste Intensidad: 1.00 m Periodo: 14 s	Ascendente Intensidad: 1.0 n
			Descendente Intensidad: 1.0 n
Sur	Dirección: Sur Intensidad: 15 n	Dirección: Oeste Intensidad: 0.75 m Periodo: 14 s	Ascendente Intensidad: 1.0 n
			Descendente Intensidad: 1.0 n
	Dirección: Sur Intensidad: 20 n	Dirección: Oeste Intensidad: 1.0 m Periodo: 14 s	Ascendente Intensidad: 1.0 n
			Descendente Intensidad: 1.0 n

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

2.3. Características de los Buques Analizados

En el presente estudio se han analizado las condiciones de acceso y salida del buque de mayores dimensiones que accederá al nuevo Muelle, granelero de 60 000 TPM, realizándose además maniobras de un buque de menores dimensiones, 15 000 TPM.

Las maniobras de entrada para el buque de diseño de la terminal, granelero de 60 000 TPM, se han analizado en dos condiciones de lastre: una con 9 m de calado, habitual para buques de estas características; y otra con 7 m de calado, condición de lastre ligero, esta última a petición de los asistentes durante las jornadas de simulación (Prácticos y técnicos de APN y Transportadora Callao), con el fin de valorar la influencia del viento en un buque de menor calado.

Sólo se han realizado maniobras de salida para el buque de diseño de 60 000 TPM en condición de plena carga con 12 m de calado.

En las siguientes tablas se resumen las principales dimensiones y datos de propulsión de los buques utilizados:

Tabla 3. Características generales del granelero de 15 000 TPM

Bulkcarrier de 150 m	
Eslora total	150.0 m
Eslora entre perpendiculares	144.7 m
Manga	21.5 m
Puntal	11.8 m
Calado a plena carga	8.0 m
en lastre	6.0 m
Desplazamiento a plena carga	21 130 t
en lastre	15 800 t
Potencia	2 560 kW
rpm	122 rpm
Velocidad en servicio	13.5 n
Área frontal expuesta a plena carga	446 m^2
en lastre	511 m^2
Área lateral expuesta	1 524 m^2
en lastre	1900 m^2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 4. Características generales del granelero de 60 000 TPM

Bulkcarrier de 225 m	
Eslora total	225.0 m
Eslora entre perpendiculares	217.0 m
Manga	32.2 m
Puntal	19.3 m
Calado a plena carga	12.0 m
lastre	9.0 m
lastre ligero	7.0 m
Desplazamiento a plena carga	71 200 t
lastre	53 600 t
lastre ligero	41 530 t
Tipo de motor	Diesel
Potencia	10 600 kW
rpm	122 rpm
Velocidad en servicio	16.5 n
Área frontal expuesta a plena carga	668 m^2
lastre	765 m^2
lastre ligero	929 m^2
Área lateral expuesta a plena carga	2 286 m^2
lastre	2 960 m^2
lastre ligero	3 402 m^2

El sistema de propulsión y gobierno habitual de los buques graneleros consta de una hélice y un timón convencional, lo que les confiere cualidades medias de maniobrabilidad. Los bulkcarriers son buques de formas llenas y notable diferencia de calado y obra muerta entre situaciones de plena carga y lastre. En esta última condición, se incrementa muy significativamente el área expuesta al viento, a la vez que se reduce la obra viva y la resistencia al agua, lo que hace al buque muy sensible a la acción del viento.

En el **Anejo II** se adjunta información adicional sobre las cualidades de maniobra de los buques analizados, incluyendo los datos completos de los círculos de evolución y maniobras de parada.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

2.4. Características de los Remolcadores

Los remolcadores con propulsión especial disponibles para las maniobras en la Terminal Portuaria del Callao son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 5. Características de los remolcadores

Remolcadores	Tipo	Tiro (t)
KUELAP	Azimutal	32-34
CHAVIN	Azimutal	32-34
MAZORCA	Azimutal	32-34
LOBO	Azimutal	32-34
VICHAMA	ASD	57
NAYLAMP	ASD	57

Las maniobras del granelero de 60 000 TPM se han realizado empleando dos remolcadores de 55 t de propulsión ASD, de características similares a las dos unidades de 57 t disponibles en el puerto, tanto en las maniobras de salida como en las de entrada. Para el granelero menor, de 15 000 TPM, se han utilizado 2 unidades de 35 t de tiro a punto fijo.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

3. Estudio en el Simulador

El presente estudio se ha llevado a cabo utilizando el **simulador de maniobra de buques en tiempo real** de **Siport21** (modelo MERMAID 500 desarrollado por MARIN-MSCN (Holanda)). Este sistema reproduce el comportamiento de un buque específico durante la ejecución de las maniobras de acceso o salida de puerto, sometido a la acción de los agentes ambientales (viento, corriente, oleaje, profundidad limitada, succión de orilla, etc.).

El **Capitán o Práctico** usuario del sistema opera en un puente con instrumentación real y radar sintético, percibiendo el movimiento del buque en tiempo real sobre una pantalla de 260° de amplitud horizontal y 12 m de diámetro, así como los sonidos ambientales.

El **modelo matemático** es de una alta precisión y opera con 6 grados de libertad (movimientos del buque tanto en el plano como en la vertical). Permite reproducir de forma muy flexible buques de tipología variada, con sistemas de propulsión y gobierno diversos. Su concepción admite el desarrollo de maniobras de aproximación y atraque, con o sin remolcadores, así como de fondeo y amarre. Dispone de herramientas para la generación detallada de modelos de puertos y escenarios de maniobra con total versatilidad. Además, incorpora aplicaciones para el análisis de las simulaciones específicamente adaptadas a ingeniería portuaria y operaciones náuticas.

El sistema y método de trabajo aplicado incorpora la actuación humana en el desarrollo de las maniobras. Por ello, su utilización permite obtener resultados de gran precisión, integrando gran parte de los factores involucrados en las maniobras reales. Como consecuencia, es especialmente adecuado para el análisis detallado de condiciones de maniobra complejas, en las que el factor humano resulta más relevante.

RAUL RIBAS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

3.1. Descripción del Equipo

El trabajo en el simulador supone la realización de una serie de tareas, entre las que destacan:

- **Construcción del modelo de simulación**

Una vez determinadas las condiciones a simular, se construye un modelo virtual de la zona portuaria, en el que se incluyen los siguientes conceptos:

Disposición del puerto:

El modelo incluye información de la topografía y batimetría de la zona de interés. Se construye un modelo visual de la zona, que permite presentar en tiempo real durante la simulación la topografía del entorno, las estructuras portuarias existentes (diques, muelles, etc.), edificios, tanques y equipos de carga/descarga, así como señalización marítima. En general, todos aquellos elementos y estructuras que supongan una referencia visual relevante para el desarrollo de las maniobras.

Condiciones físicas y meteorológicas:

El modelo construido permite incluir información detallada de las condiciones físicas y meteorológicas específicas de la zona. En particular: Ciclo de marea con el campo de corrientes asociado (velocidad y dirección a lo largo del tiempo); Campos de oleaje, con la distribución de alturas y direcciones locales asociadas a los principales sectores de oleaje incidentes; Campos de viento, con la distribución de velocidad y dirección local asociada a los principales sectores de viento, incluyendo información sobre la variabilidad del viento (rachas).

Buques:

Se emplea un modelo hidrodinámico del buque objeto de estudio que reproduce adecuadamente el comportamiento durante la maniobra, navegando en aguas profundas o de calado limitado y sometidos a la acción de las corrientes, el oleaje y el viento.

El modelo puede incluir también la presencia de buques atracados en los muelles próximos, del tipo y dimensiones adecuados, que pueden activarse para navegar durante el desarrollo de la simulación si es necesario.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- **Simulación de maniobras en tiempo real**

El Capitán o Práctico usuario del sistema opera sobre la reproducción de un puente de mando con instrumentación real y radar sintético, percibiendo visualmente el movimiento del buque en tiempo real, así como los sonidos ambientales (máquina del buque propio, viento, sirenas y bocinas de buques próximos, etc.).

Figura 15. Simulador en operación

La instrumentación disponible en el puente incluye elementos de control (telégrafo de órdenes a la máquina, timones, hélices auxiliares de maniobra), indicadores (compás, ecosonda, corredera electromagnética, corredera Doppler, velocidad y dirección del viento, indicadores de rpm y ángulo de timón, reloj, etc.) y un sistema de intercomunicación con la terminal, buques próximos y remolcadores.

El **radar** muestra una imagen del entorno del buque, sincronizada con la simulación, con presentación Norte arriba/proa arriba, alcance variable, anillos de distancia y línea de fe, entre otras utilidades. La señal es sensible a efectos ambientales, como la lluvia, etc.

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

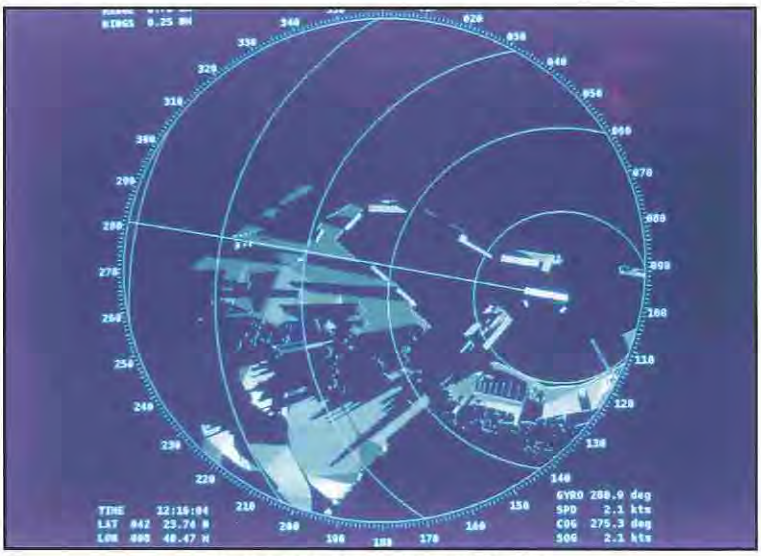


Figura 16. Pantalla del Radar

Se dispone también de un **equipo ECDIS** (carta electrónica) simulado, que representa la información esencial de la carta náutica del puerto.

La **imagen del entorno**, vista desde el puente, está generada por ordenador mediante un sistema visual de altas prestaciones, que permite el tratamiento de imágenes sombreadas y texturadas (superposición de fotografías reales en la imagen) con elevada velocidad de refresco. Se presenta sobre una pantalla de 260° de amplitud horizontal, 30° de amplitud vertical y 12 m de diámetro, que permite una correcta percepción visual en el desarrollo de las maniobras de aproximación y una inmersión total en el entorno simulado. El punto de vista puede ser modificado de manera continua en tiempo real, a voluntad del maniobrista, proporcionando visión desde el centro del puente o los alerones, así como en dirección a la proa, traveses o popa, y en general, a cualquier ángulo, lo que resulta de especial utilidad durante el desarrollo del atraque y desatraque.

Es posible realizar maniobras en condiciones diversas de iluminación, tanto de día como al amanecer, en el crepúsculo o de noche, con las luces de señalización y culturales adecuadas. Igualmente, pueden fijarse condiciones de visibilidad dependientes de la intensidad de niebla, así como chubascos y nubosidad.

El **modelo matemático** es de una alta precisión y opera con 6 grados de libertad (movimientos del buque tanto en el plano como en la vertical, por efecto del oleaje, viento, etc.). Permite reproducir de forma muy flexible buques de tipología variada, con sistemas de propulsión y gobierno diversos (motor/turbina, ½ hélices propulsoras, paso

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

fijo/variable, ½ timones, hélices transversales de maniobra, etc.). Su concepción admite el desarrollo de maniobras de aproximación y atraque/desatraque, con o sin remolcadores, así como de fondeo y amarre.

Las **características de maniobrabilidad** de los buques, recogidas en los coeficientes hidrodinámicos (constantes de proporcionalidad entre fuerzas y movimientos y sus derivadas), se determinan mediante ensayos con modelo físico en canal o extrapolación de datos anteriores, y se adquieren como un juego de coeficientes para cada barco. El método de medición es muy riguroso y se contrasta con los tests de maniobrabilidad habituales (círculo de evolución, maniobra de zig-zag, etc.).

El **modelo de simulación** resuelve las ecuaciones de movimiento del buque, del tipo de Abkowitz, considerando los movimientos en el plano (avance, deriva y guiñada). Los efectos de primer orden del oleaje dan lugar a movimientos en la vertical (alteada, cabeceo, balance) y guiñada obtenidos básicamente a través de funciones de transferencia entre las series de oleaje utilizadas y los movimientos correspondientes del buque. En la evolución de éste se considera la influencia del viento (campo local con viento racheado), la corriente (campo con definición local variable con el tiempo), el oleaje (fuerzas de primer y segundo orden según la altura, dirección y período locales), la profundidad limitada, efectos de succión de orilla en áreas confinadas, "squat" y fuerzas de colisión (con defensas, estructuras u otros buques).

El **puesto de control del sistema** de simulación permite actuar sobre gran número de variables durante la ejecución de la maniobra. En particular, provocar averías sobre el buque simulado (pérdida parcial o total de la potencia propulsora, pérdida parcial o total de la capacidad de gobierno, bloqueo del timón, etc.) o errores de funcionamiento o lectura en los instrumentos (bloqueo, deriva, amplificación errónea, etc.). En el mismo sentido, y en cualquier momento de la simulación, es posible alterar las condiciones meteorológicas de referencia (variaciones progresivas en la velocidad y dirección del viento, el oleaje o la corriente), así como la visibilidad (niebla o chubascos de intensidad variable).

La **modelización de las fuerzas de remolque** es igualmente muy completa. Pueden definirse y visualizarse hasta ocho remolcadores de diferentes tipos (propulsión convencional, Voith-Schneider, azimutales) y dimensiones, para los que se establece con precisión la potencia y tiro a punto fijo. Se definen también diversas formas de trabajo (tirando sobre cabo, carnero, retenida, etc.). En cada caso, se reproduce fielmente el proceso de aproximación al buque remolcado y amarre, y se calcula en cada instante el tiro eficaz, dependiente de gran número de variables (tipo y potencia del remolcador, velocidad de evolución, posición con respecto al buque remolcado, ángulo de tiro, etc.).

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Desde el puesto de instructor se puede controlar la evolución de hasta 50 buques presentes en el área de simulación, ya sea amarrados, fondeados o navegando. Los modelos de estos buques son igualmente muy completos, y su comportamiento es sensible a la acción del viento, el oleaje y la corriente. Navegan gobernados desde el puesto de control, siguiendo una trayectoria predefinida con velocidad programada en cada punto, si bien estos dos parámetros pueden ser modificados en tiempo real.

- **Análisis de resultados**

El sistema de simulación incorpora aplicaciones para el análisis de las simulaciones específicamente adaptadas a ingeniería portuaria y operaciones náuticas. Tras llevar a cabo una simulación, se producen varios tipos de resultados:

-Tablas de valores instantáneos de un gran número de variables (paso, tiempo transcurrido, distancia recorrida, ángulo y velocidad de giro del timón, revoluciones del motor, componentes de velocidad y aceleración del barco, componentes de velocidad y aceleración de la corriente, fuerzas y momentos hidrodinámicos, fuerzas y momentos generados por el viento, fuerzas y momentos debidos al oleaje, órdenes a los remolcadores y fuerzas y momentos resultantes, etc.).

- **Gráficos de valores instantáneos**. Un programa auxiliar produce gráficos que recogen la evolución de las diferentes variables mencionadas en función del tiempo o de la distancia recorrida. Permite superponer los valores de diferentes simulaciones o realizar un análisis estadístico que calcule valores medios y desviaciones a lo largo de los diferentes tramos de la maniobra.

- **Gráficos de trayectoria**. Es posible elaborar un dibujo en planta que recoge el contorno del puerto y la costa, junto con la posición del buque, los remolcadores y otros buques presentes en la zona a intervalos de tiempo prefijados.

- **Gráfico de campos de viento, oleaje y corrientes**. Igualmente, es posible obtener un dibujo en planta con la distribución de vientos, oleaje o corrientes reproducida en la simulación, mediante una representación vectorial superpuesta al contorno del puerto.

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

3.2. Casos Analizados

Se ha estudiado un total de **20 escenarios de maniobra**, combinando las maniobras de entrada y salida de los 2 buques al atraque considerado, bajo las condiciones meteorológicas del estudio, pudiéndose realizar las maniobras tanto de día como de noche en todos los casos. Las tablas siguientes muestran todas las condiciones de maniobra simuladas. Se remarcan en gris aquellas condiciones de las que se han realizado repeticiones para análisis estadístico.

Tabla 6. Condiciones de maniobra

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	11411	1
				Salida	11412	3
			Descendente 1.0 n	Entrada	11421	5
				Salida	11422	***29***
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	**11511**	8 **13** 21 22 23 25 27 32 35 36
				Salida	**11512**	12 14 16 33 ***18*** 24 26 37
			Descendente 1.0 n	Entrada	**11521**	***30***
				Salida	**11522**	7
Sur	S 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	12411	2
				Salida	12412	***4***
			Descendente 1.0 n	Entrada	12421	***28***
	S 10 n			Salida	12422	20
	S 20 n	W 1.0 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	**12511**	6
				Salida	**12512**	*9* 39
			Descendente 1.0 n	Entrada	**12521**	***11*** 40
				Salida	**12522**	***31***

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Maniobras extraordinarias analizadas:

Fallo máquina atrás

Rotura cabo de remolque

Visión reducida

Nocturnas

Tabla 7. Condiciones de maniobra. Bulkcarrier 60 000 TPM lastre ligero

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada Calado 7m	21411	15
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada Calado 7m	21511	19

Tabla 8. Condiciones de maniobra. Bulkcarrier 15 000 TPM

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	01411	10 38
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	01511	17 34

En total, se han realizado **40 simulaciones** válidas (24 entradas y 16 salidas), lo que supone unas 16 horas netas de simulación. Previamente, se había realizado un cierto número de maniobras de prueba por parte del personal técnico de Siport21.

Es conveniente destacar algunos detalles:

- **Realización de las maniobras**: la estrategia de las maniobras fue definida por práctico Alejandro Chávez de la Terminal Portuaria del Callao, realizando él mismo la mayor parte de las mismas, completando las restantes el Capitán de la Marina Mercante Carlos B. Cal, de la plantilla de Siport21, siguiendo la estrategia definida por el Práctico. Asimismo destacar que las maniobras fueron presenciadas por D. Mario Ángeles del Práctico del Puerto de Callao, representante de la APN y técnicos representantes de Transportadora Callao.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- **Maniobras extraordinarias**: se han realizado diversas maniobras incluyendo alguna circunstancia extraordinaria, entre las que se encuentran maniobras de emergencia; se indican a continuación las características de las mismas

  - Fallo de máquina (**maniobra nº 13**): en esta maniobra se produce un fallo de máquina al arrancar la máquina atrás, en el interior de puerto, para realizar el reviro previo al atraque. Este fallo de máquina deja al buque sin gobierno, al perder efectividad el buque a máquina parada y baja velocidad. Se elimina la arrancada utilizando ambas anclas, controlando la posición con la ayuda de los remolcadores. El buque queda parado, a distancia segura de todas las estructuras y buques amarrados en ellas, a espera de órdenes.

  - Rotura de cabo de remolque (**maniobra nº 9**): durante la maniobra de salida falta el cabo del remolcador de popa cuando se está girando para poner rumbo a la bocana. Se continúa la maniobra, reincorporándose el remolcador a la misma después de recoger el cabo que queda en el agua, ayudando al giro empujando por la banda contraria.

  - Visibilidad reducida (**maniobras nº 4, 11 y 18**): en estas maniobras se reduce la visibilidad a aproximadamente unos 2000 m (1.1 millas), cercano al límite de suspensión del tráfico marítimo comercial. Las características de señalización tanto del Canal de entrada como del Puerto suponen que dentro de ese rango de visibilidad siempre se encuentra alguna luz o estructura que de referencia de la posición del buque. De esta manera el Práctico, con su experiencia y conocimiento de la zona, asistido con el radar y las ayudas electrónicas disponibles (ECDIS, AIS, etc) realiza las maniobras con seguridad, habida cuenta además de que se realizan a baja velocidad y se cuenta con la información del Control de Tráfico del Puerto.

  - Maniobras nocturnas (**maniobras nº 28 y 29**): el Práctico toma como referencia la señalización marítima, contándose también con la iluminación para operaciones portuarias de las diversas terminales y con las propias luces culturales de la Ciudad del Callao.

  - Maniobras nocturnas con visibilidad reducida (**maniobras nº 30 y 31**): como se ha comentado para los apartados anteriores, el Práctico tiene como referencias las luces que entran dentro del alcance de los 2000 m,

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

utilizando las ayudas y asistencias para realizar la maniobra con seguridad.

- **Trayectoria de Aproximación**: al comienzo de las sesiones de simulación (**maniobras n° 1 y 2**) se sitúa al buque en la zona final del dispositivo de separación de tráfico que precede al Canal de entrada al Puerto del Callao. Posteriormente y con objeto de optimizar el tiempo de maniobra se adelanta este punto hasta aproximadamente la posición de las últimas boyas del canal de acceso. Esta variación en la posición inicial se consensúa con todas las partes participantes en las sesiones de simulación, permitiendo centrar las maniobras en el acceso a puerto, reviro y tránsito hasta el atraque. Esta circunstancia se reproduce para las maniobras nocturnas, realizándose la primera de ellas (**maniobra n° 28**) desde el inicio del canal de entrada.

- **Condición de carga**: las maniobras se realizan con los buques en condición de lastre para las entradas (9 m para el buque de 60 000 TPM y 6 m para el buque de 15 000 TPM) y en condición de carga para las salidas del buque de 60 000 TPM, con 12 m de calado.

  A solicitud de los asistentes a las sesiones se realizan sendas maniobras del buque de mayores dimensiones en condición de lastre ligero, correspondiente a 7 m.

- **Formación de remolcadores**: La formación de remolcadores empleada para el granelero de 60 000 TPM ha consistido en dos unidades de 55 t de propulsión especial, con características similares a los de mayor potencia del puerto. Para el buque menor se han utilizado dos unidades de 35 t de tiro a punto fijo.

- Se utilizaron diversas estrategias de uso de remolcadores durante las maniobras. En las maniobras de entrada la posición inicial de los mismos es apoyados en las dos amuras, de babor y estribor, cambiando el remolcador de amura de babor a aleta de la misma banda para el reviro, y finalmente el de amura de estribor pasaba a la de babor para el atraque del buque. De esta forma se comienza el giro a babor posterior al cruce de bocana. En las sucesivas fases los remolcadores cambian de posición a criterio del Práctico para apoyar el reviro. El tránsito final hasta el atraque se realiza con una unidad por la amura de babor y la otra por la aleta de esa misma banda, que llevan al buque hasta las defensas.

  Esta misma formación se utiliza para las maniobras de salida, con un remolcador por la amura y otro por la aleta de babor.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- **Ocupación de atraques**: los atraques próximos al Muelle 6, objetivo de este análisis, se han ocupado con los buques máximos que pueden operar en los mismos, de manera que el espacio libre para maniobra se ha visto reducido al mínimo posible. Siendo los buques que interfieren con la maniobra:
  - Muelle 5-B Portacontenedores de 305 m de eslora total
  - Muelle 5-C Portacontenedores de 180 m de eslora total
  - Muelle 6 Petrolero de 200 m de estora total

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

4. Análisis de Resultados

La opinión del Práctico o Capitán que realiza la maniobra y sus apreciaciones durante el desarrollo de ésta tienen un peso fundamental en el proceso de valoración. Por otra parte, tras llevar a cabo las diferentes simulaciones de cada maniobra, se dispone de herramientas informáticas que permiten obtener varios tipos de resultados:

- **Gráficos de trayectoria**, con el contorno del puerto y la posición del buque a intervalos de tiempo prefijados.
- **Series temporales** de diferentes variables (tiempo transcurrido, distancia recorrida, ángulo y velocidad de giro del timón, revoluciones del motor, componentes de la velocidad del barco, fuerzas de remolcadores, etc.) a lo largo de la simulación.
- **Gráficos estadísticos de las variables**, con los valores medios y desviaciones estándar en cada punto del recorrido del buque para un grupo de simulaciones en la misma condición, que permiten obtener indicaciones sobre las tendencias de actuación en cada zona (uso de la máquina, velocidad del buque, etc).
- **Gráficos del área ocupada** por el buque, ya sea el pasillo ocupado en una simulación en particular, la envolvente de varias realizaciones de la misma condición o incluso una interpretación probabilista del área ocupada, asociando una determinada distribución a los bordes.

Toda esta información numérica y gráfica resulta muy útil para evaluar la viabilidad y grado de seguridad de cada maniobra, una vez contrastada e incorporada a la evaluación del Práctico. Los principales criterios de evaluación, junto con la posición y rumbo del buque en cada momento, son la velocidad, el uso de las máquinas y timones y la actuación de los remolcadores.

En el **Anejo III** se presentan los gráficos de las trayectorias. En ellos se recoge la planta del puerto y las posiciones sucesivas del buque a intervalos de un minuto. El **Anejo IV**, por su parte, recoge los gráficos de series temporales, con valores medios y desviaciones estándar de velocidad del buque, rpm de las máquinas y ángulo de timón a lo largo de la trayectoria. Por último, el **Anejo V** muestra los gráficos del área ocupada por el buque. Se presentan tanto las envolventes de las simulaciones realizadas como la interpretación estadística de los resultados obtenidos para las condiciones en las que se ha realizado el número de repeticiones conveniente.

RAUL RIBAS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

4.1. Descripción de las Maniobras de Entrada

Como ya se ha comentado, se realizan algunas maniobras de entrada partiendo desde el final del dispositivo de separación de tráfico precedente al Canal de entrada. Se gobierna para situarse en el centro de éste teniendo como referencia las boyas y la enfilación de entrada. Durante el tránsito por el canal el viento SE afecta por proa estribor y el viento Sur prácticamente por el través de estribor. Los efectos de orza a estribor y abatimiento a babor se compensan con los medios propios del buque.

Del mismo modo el buque se ve afectado por los efectos de la corriente, dependiendo la banda del abatimiento del sentido de la misma. La distribución del campo de corrientes supone una disminución de la velocidad de corriente según el buque se acerca a la bocana, por lo que estos efectos son mínimos durante la maniobra de puerto.

El buque se aproxima a la bocana navegando a velocidad controlada, conectando los remolcadores en los momentos previos a alcanzar ésta. Una vez superada la entrada a puerto se comienza el giro a babor necesario para dirigirse a la zona de reviro, necesario para atracar al buque proa afuera, estribor al muelle. Este giro a babor se produce dificultado por el viento, que afecta por la banda contraria en sus dos direcciones.

Para el **buque de 60 000 TPM** se analizan las maniobras de reviro en diversas situaciones, incluyendo las inmediaciones del atraque destino. Finalmente se sistematiza esta maniobra dentro de la zona de dragado a la -14 m, entre la cabecera del atraque nº 7 y la esquina del Muelle nº 5. El reviro se realiza por estribor, favorecido por el efecto de la presión lateral de las palas en máquina atrás y el del viento, que en las dos condiciones estudiadas afecta por estribor. Una vez revirado el buque ha de navegar marcha atrás, con la asistencia de los remolcadores, una distancia alrededor de dos esloras. Durante este tránsito el viento Sur afecta prácticamente por la proa sin apenas efecto evolutivo o de abatimiento, mientras que el SE es más cruzado, tendiendo aconchar el buque sobre las defensas.

Las maniobras del **granelero de 150 m** se realizan revirando en las inmediaciones del atraque de la nueva terminal, ensayándose el reviro por ambas bandas.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

4.2. Descripción de las Maniobras de Salida

Estas maniobras comienzan con el buque atracado babor al muelle, proa afuera, con 2 remolcadores de 50 t de tiro a punto fijo amarados en amura y aleta de babor. En esta posición el viento SE afecta francamente cruzado por babor, oponiéndose al desatraque. El viento Sur además de empujar al buque sobre las defensas, tiene también componente de proa.

Ambos remolcadores separan al buque de las defensas a la vez que lo giran ligeramente a babor para que el buque no navegue fuera de la zona dragada a la -14 m al ganar velocidad avante para dirigirse hacia la salida del puerto. Una vez a rumbo se navega hacia la enfilación, utilizando los remolcadores para girar progresivamente a estribor y adoptar dicha enfilación para navegar por el canal de entrada. A este giro se oponen los vientos de componente Sur estudiados, siendo suficientes los medios utilizados -máquina y timón y los dos remolcadores- para realizarlo con seguridad.

Conseguido el rumbo de la enfilación se gana velocidad avante para cruzar la bocana y navegar por el canal, compensando los efectos de viento -que en estas maniobras afecta por babor- y corriente.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5. Análisis del Área Ocupada

5.1. Objetivos

El análisis del área ocupada por los buques a lo largo de la maniobra y su interferencia con los límites de la zona navegable pretende valorar cualitativa y cuantitativamente los siguientes aspectos:

- Cuáles son los puntos críticos de la trayectoria
- Cuál es el riesgo de accidente en cada zona
- Qué influencia tienen las condiciones meteorológicas

Esta parte del estudio ha abarcado las maniobras del buque de diseño de la nueva terminal de 60 000 TPM, comprobando si la realización de las mismas interfiere con las estructuras portuarias, buques atracados o con la batimetría del puerto, tras el dragado a la cota - 14.0 m.

Las conclusiones se basan en los resultados de 8 repeticiones de las maniobras efectuadas para el buque analizado en las correspondientes condiciones meteorológicas, en los casos que van a ser sometidos a análisis estadístico.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.2. Metodología

La valoración que se presenta se basa exclusivamente en los resultados de las simulaciones realizadas, por lo que debe interpretarse en función de las condiciones realmente simuladas. En otras palabras, cualquier extrapolación de resultados a condiciones diferentes de las inicialmente planteadas (otra disposición del puerto, barcos de otro tipo o tamaño, otras estrategias de actuación, condiciones meteorológicas distintas, etc.) debe tomarse con las necesarias reservas.

La zona navegable se encuentra limitada por las estructuras portuarias, los buques atracados y la batimetría de -9.5 m, en las maniobras de entrada, en las que el buque entra alijado y no presentaría problemas de interferencia con el dragado, y con la zona dragada a la cota -14.0 m para las maniobras de salida en condición de plena carga con calado de 12.0 m. Aunque en este sentido cabe mencionar que el buque podría salir hasta con un calado de -13.1 m (calado de diseño del proyecto).

Para el análisis del área ocupada por el barco durante la maniobra se define una trayectoria de referencia, sobre la que se marcan distancias recorridas. A su vez, en esta trayectoria se fijan secciones transversales, en cada una de las cuales se define el ancho navegable. El análisis se ha realizado con secciones de cálculo cada 25 m.

Tras cada simulación de una maniobra, se almacenan en disco las posiciones sucesivas del buque. Concretamente, en cada sección de las anteriores se conocen las posiciones del extremo de babor del buque (proa o popa), de su centro geométrico y del extremo de estribor (proa o popa). De este modo, puede calcularse el área ocupada por el buque en su evolución como la envolvente de las diferentes posiciones de sus extremos.

Una vez repetida la maniobra varias veces (8 en este caso) en las mismas condiciones, puede calcularse el valor medio y la desviación estándar de dichas tres posiciones sobre cada una de las secciones. Con ello se define una distribución normal que explica estadísticamente el área ocupada por el buque, como se muestra en la siguiente figura.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

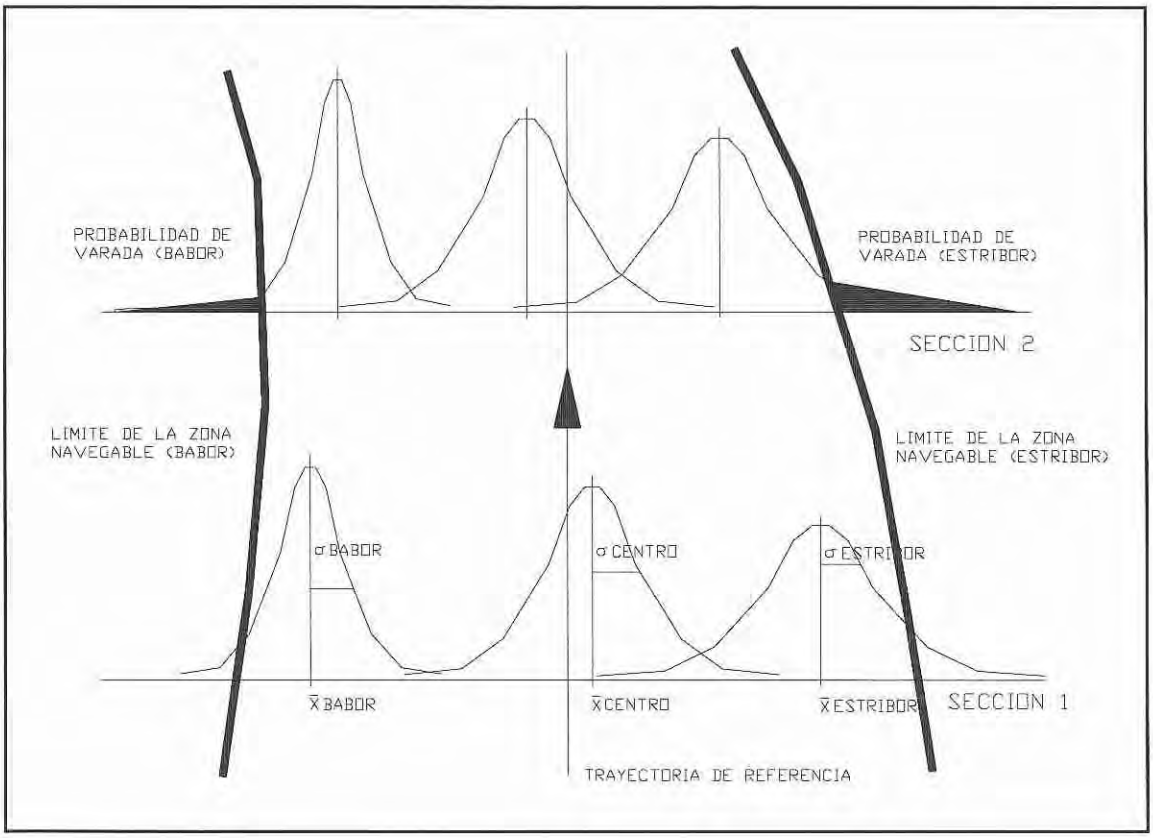


Figura 17. Distribución normal de la posición del centro y extremos del buque

La probabilidad de colisión o invasión en cada una de las secciones puede calcularse entonces entrando con los límites laterales de la zona navegable en las sucesivas distribuciones normales. La cola inferior (por babor) o la cola superior (por estribor) darán la probabilidad de navegar -en cada sección considerada- por fuera de la zona segura y constituyen un indicador aproximado de cuáles son las zonas de riesgo y en qué medida. En sentido contrario, pueden calcularse las necesidades de espacio asociadas a un determinado nivel de excedencia.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.3. Resultados

En el **Anejo V** se presentan las figuras correspondientes al área ocupada por el buque en las distintas condiciones estudiadas. Para cada condición se han elaborado tres gráficos:

- Envolventes: Se dibujan dos curvas:

  envolvente de todas las simulaciones realizadas

  envolvente-1, obtenida eliminando la maniobra más extrema en cada sección.

- Distribución normal: Se dibujan dos curvas de excedencia:

  - **10%**, con las posiciones extremas de los costados del buque asociadas al 10% de excedencia (1 buque de cada 10 sobrepasará los límites de esa zona)
  - **1%**, con las posiciones extremas de los costados del buque asociadas al 1% de excedencia (1 buque de cada 100 sobrepasará los límites de esa zona)

- Banda de confianza: Se dibujan dos curvas:

  - **1%**, con las posiciones extremas de los costados del buque asociadas al 1% de excedencia (1 buque de cada 100 sobrepasará los límites de esa zona)
  - **con 90%**, con las banda de confianza al 90% de las curvas de excedencia anteriores

Estos gráficos permiten apreciar rápidamente las zonas de riesgo en la maniobra y comparar las distintas condiciones meteorológicas.

En todo caso, para interpretar los resultados que se presentan, es fundamental tener en cuenta un principio estadístico básico: La **población** a analizar en el estudio es **el total de las maniobras** de acceso al puerto en las condiciones definidas. Sobre ellas se ha extraído una **muestra**, consistente en **8 repeticiones** de la maniobra en la zona de canal y dársena en cada condición meteorológica.

La distribución estadística obtenida para la muestra no es la que corresponde a la población total, sino solamente una estimación de ésta. En otras palabras, todos los estadísticos anteriormente expuestos (medias, desviaciones, valores de excedencia, etc.)

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

no deben tomarse como valores fijos, sino afectados de una cierta variabilidad alrededor de los valores medios estimados.

Al aumentar el tamaño de la muestra (número de simulaciones), se reduce lógicamente la variabilidad de los resultados y la distribución muestral se aproxima más a la de la población. Ahora bien, el incremento de tamaño de la muestra supone un coste importante en horas de simulación, por lo que se debe buscar un equilibrio entre la precisión de los resultados y el coste de su obtención.

Se establecen una serie de puntos de referencia para medir distancias y anchos de las áreas barridas por los diferentes buques.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.3.1. Bulkcarrier de 225 m (60 0000 TPM). Maniobra de Entrada

Las áreas se han calculado con la condición de Sureste, con vientos de intensidad 20 nudos. Como las maniobras de entrada se realizan con el buque en lastre, las distancias de referencia se miden con respecto a las estructuras fijas y buques atracados, puesto que el buque dispone de más espacio de agua para navegar que la zona dragada.

El área ocupada, al nivel de excedencia 1% (banda de confianza 90%), indica que el buque no interfiere con las estructuras portuarias ni con los buques atracados en los muelles próximos al Muelle 6.

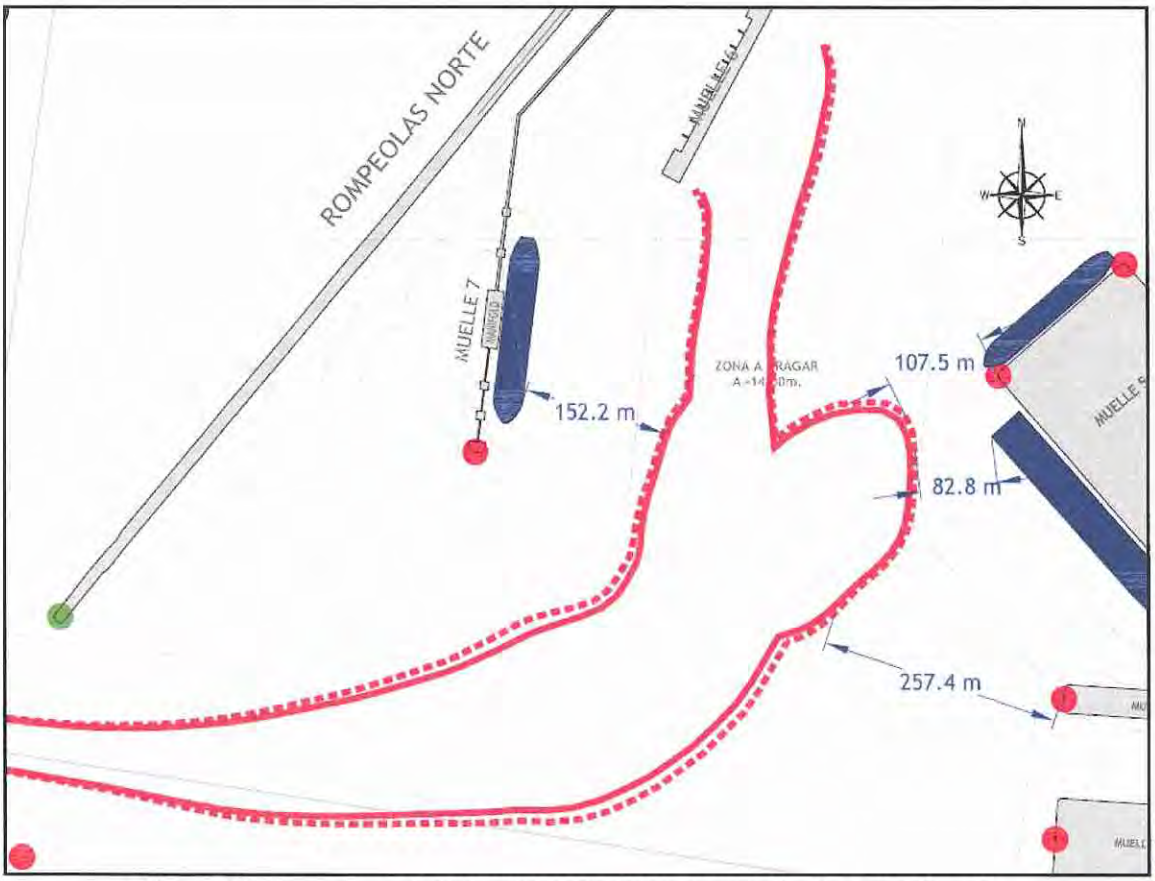


Figura 18. Granelero de 225 m (60 000 TPM). Condición Sureste 20 nudos

Área ocupada al nivel 1% (banda 90%)

Las distancias del área ocupada a las estructuras, que determinan el nivel de seguridad de las maniobras, se muestran en la tabla siguiente:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 9. Distancia de paso al nivel 1% (banda 90%)
Entrada granelero 225 m. Sureste 20 nudos

Elemento de referencia	Distancia
Extremo del Muelle 4	257 m
Buque atracado en el Muelle 5	83 m
Extremo Oeste del Muelle 5	108 m
Buque Atracado en el Muelle 7	152 m

Así mismo se han medido los anchos ocupados al nivel de excedencia del 1% durante la maniobra. Destacan los siguientes:

Tabla 10. Anchura ocupada al nivel 1% (banda 90%)
Entrada granelero 225 m. Sureste 20 nudos

Zona de referencia	Anchura
Ancho máximo de la zona de parada	221 m
Semieje Norte-Sur de la zona de reviro	260 m
Semieje Este-Oeste de la zona de reviro	295 m

En base a los resultados anteriores se puede concluir que la maniobra de entrada del buque de diseño de la terminal, 60 000 TPM, dispone de suficiente margen de seguridad a todas las estructuras portuarias y buques atracados. Además cabe destacar que siempre se realizan en el interior de la zona de dragado a la - 14 m.

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.3.2. Bulkcarrier de 225 (60 000 TPM). Maniobra de Salida

Las repeticiones de las maniobras de salida se han realizado con la misma condición climática, Sureste 20 nudos. En este caso el límite de la zona de navegación es el canal dragado, puesto que las maniobras de salida se realizan con el buque a plena carga (12 m de calado).

El área ocupada, al nivel de excedencia 1% (banda de confianza 90%), indica que no existen interferencias con los límites de la zona dragada para la operación de este muelle.

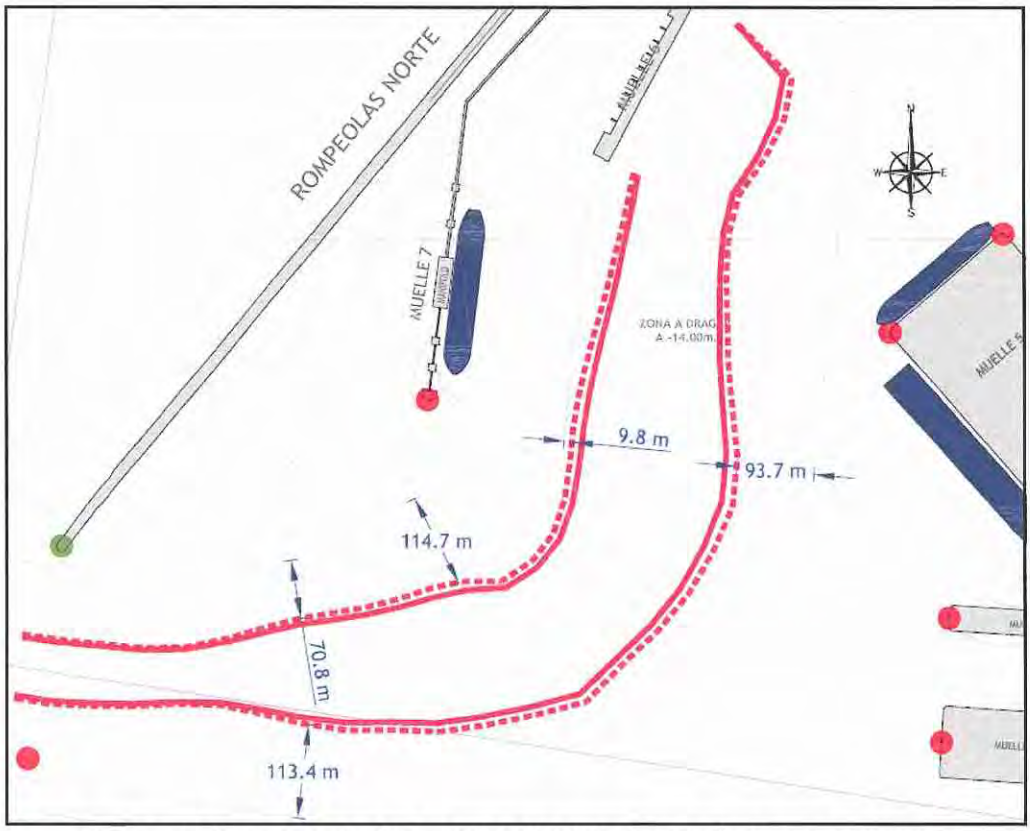


Figura 19. Granelero de 225 m (60 000 TPM). Condición Sureste 20 nudos

Área ocupada al nivel 1% (banda 90%)

Las distancias más significativas a la zona dragada, que se muestran en la imagen anterior, se recogen en la tabla siguiente:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

Tabla 11. Distancia de paso al nivel 1% (banda 90%)
Salidas granelero 225 m. Sureste 20 nudos

Elemento de referencia	Distancia
Límite Este del canal de acceso	113 m
Esquina frente al Muelle 5	94 m
Esquina frente al Muelle 7	10 m
Mínima distancia frente a la roja del Muelle 7	115 m
Mínima distancia de la intersección de la zona de maniobra con el canal de acceso	71 m

Como anchos ocupados al nivel de excedencia del 1% durante la maniobra se pueden mostrar los siguientes:

Tabla 12. Anchura ocupada al nivel 1% (banda 90%)
Salidas granelero 225 m. Sureste 20 nudos

Zona de referencia	Anchura
Inicio del cambio de rumbo	200 m
Fase intermedia del cambio de rumbo	211 m
Enfilación del canal de acceso	121 m

Se puede concluir que para la condición analizada de 20 nudos de intensidad media de viento no existe interferencia entre los espacios ocupados por el buque de diseño de la terminal, 60 000 TPM, en las maniobras de salida y los límites de la zona dragada, así como con los buques atracados en los muelles adyacentes y estructuras portuarias.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

6. Resumen y Conclusiones

Como respuesta a la solicitud de **Transportadora Callao** se ha realizado un estudio de Simulación de Maniobras en Tiempo Real de las **maniobras de acceso y salida** de buques graneleros de 60 000 TPM en el **Nuevo Muelle de Minerales** de la Terminal Portuaria del Callao en Perú.

El uso del Simulador en Tiempo Real ha permitido conseguir los siguientes objetivos:

- valorar con exactitud las **dificultades de ejecución** de las maniobras
- establecer **niveles de operatividad** y optimizar las estrategias de maniobra
- analizar el **espacio navegable** necesario que garantice la seguridad de las maniobras en función de las características del buque de proyecto
- estudiar las eventuales **interferencias** con los buques atracados en los muelles adyacentes
- establecer recomendaciones en cuanto a los **límites operativos** referidos a las condiciones meteorológicas representativas de la zona e indicaciones respecto a los **requerimientos de remolque**

Para el desarrollo del estudio se ha partido de la información suministrada por Transportadora Callao para las nuevas instalaciones portuarias.

Se ha considerado la configuración en planta final, tras la demolición del Varadero El Ancla y la construcción del Muelle 6, y con la zona de maniobra dragada a la cota -14.0 m. El Muelle 6 se encuentra situado entre los Muelles Marginal, 7A y 5C, con orientación SSW y 220 m de longitud.

El análisis detallado de las maniobras de entrada y salida de los buques se ha realizado utilizando el **Simulador de Maniobra de Buques en Tiempo Real** de **Siport21** desarrollado por MARIN-MSCN (Holanda). Este sistema reproduce el comportamiento de un buque específico durante la ejecución de las maniobras de entrada o salida de puerto, sometido a la acción de los agentes ambientales (viento, corriente, oleaje, profundidad limitada, succión de orilla, etc.) y auxiliado, en su caso, por remolcadores. El Capitán o Práctico usuario del sistema opera en un puente con instrumentación real y radar, percibiendo el movimiento del buque en tiempo real sobre una pantalla de 260° de amplitud horizontal, así como los sonidos ambientales.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

La metodología utilizada sigue los criterios establecidos por el **PIANC** (Asociación Internacional de Navegación, Permanent International Association for Navigation Congresses) en el informe "Approach Channels. A Guide for Design" (1997) y especialmente las recomendaciones recogidas en la **ROM 3.1-99** de Puertos del Estado (España) "Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación".

El estudio ha contado con la participación del Capitán de la Marina Mercante y Práctico del Puerto del Callao D. Alejandro Fernando Chávez Gurmendi durante cinco jornadas de simulación en las instalaciones de Siport21 en Las Matas (Madrid, España). A las jornadas de simulación asistieron el Capitán y Práctico del Puerto del Callao retirado D. Mario Ángeles Lloyd y el Ingeniero D. Rafael Mey como asesores de la APN y los Ingenieros D. Daniel Gálvez, D. Carlos Alarco Proaño y D. Víctor Augusto Sam Chang. Durante los días de simulación el Práctico dirigió numerosas maniobras, además de proporcionar información e indicaciones sobre las estrategias de maniobra y otros aspectos esenciales de éstas en el Puerto del Callao, tales como modos de trabajo de los remolcadores, maniobras de reviro, organización de la actividad portuaria, etc.

El análisis de las maniobras se ha efectuado con un **bulkcarrier de 60 000 TPM**, buque de diseño de la nueva terminal. De acuerdo al uso de la terminal, se han realizado las maniobras de entrada con el buque en lastre (9 m) y las de salida a plena carga (12 m). Además, a solicitud de los asistentes se realizaron maniobras en condición de lastre ligero (7 m). Por otra parte, como solicitud de los asistentes a las jornadas de simulación, se analizaron también las maniobras de entrada de un **granelero de 15 000TPM**.

Respecto a las condiciones meteorológicas, se han estudiado dos condiciones de referencia como las más representativas de la zona de estudio. En este sentido, se han analizado **vientos de 15 y 20 nudos** de intensidad media procedentes del **Sureste y Sur**, asociados con oleaje del Oeste (con 0.75 m y 1.00 m de altura de ola y el periodo más frecuente de 14 s). En cuanto a las corrientes, se han seleccionado una ascendente y otra descendente, en ambos casos con una intensidad de 1 nudo en el dispositivo de separación de tráfico marítimo, reduciéndose la intensidad de la misma a medida que el buque se aproxima a la bocana hasta valores por debajo de 0.2 nudos.

Se ha estudiado un total de **20 escenarios de maniobra**, entendiendo cada uno de ellos como una combinación de maniobra (entrada/salida), buques y condiciones meteorológicas analizadas. Una vez identificados los escenarios más críticos, el análisis estadístico se ha centrado sobre dichos escenarios.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Además se han realizado diversas maniobras especiales en las que se ha incluido alguna circunstancia extraordinaria: fallo de máquina, rotura de cabo de remolque, visibilidad reducida, maniobras nocturnas y maniobras nocturnas con visibilidad reducida.

Finalmente, se han realizado **40 simulaciones** válidas (24 entradas y 16 salidas), lo que supone unas 16 horas netas de simulación. Previamente, se había realizado un cierto número de maniobras de prueba por parte del personal técnico de Siport21.

La formación de remolcadores empleada para el **buque de 60 000 TPM** ha consistido en **dos unidades de propulsión especial de 55 t de tiro**, con características similares a los remolcadores de mayor potencia disponibles en el puerto. Para el buque menor, de 15 000 TPM, se han utilizado dos unidades de 35 t de tiro a punto fijo.

De la evaluación de la **dificultad de ejecución** de las maniobras, del nivel de utilización de los medios propios y externos de maniobra y del nivel de ocupación de espacios durante las maniobras simuladas, se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

- Para las maniobras de entrada del buque de 60 000 TPM en lastre (calado de 9 m), el espacio navegable disponible es suficiente para realizar:
  - la navegación por el canal
  - la parada dentro de la dársena del puerto
  - el reviro entre los muelles 5 y 7
  - la aproximación al muelle destino
- Se cuenta con suficientes referencias visuales para situarse adecuadamente en la zona elegida para realizar el reviro, situada dentro del dragado a la -14 m entre los muelles 5 y 7.
- Para las maniobras de salida del buque de 60 000 TPM a plena carga (calado de 12 m), al igual que para las entradas, el espacio navegable disponible es suficiente para:
  - permitir separarse de la plataforma de atraque
  - navegar por el interior del puerto dentro de los límites de la zona dragada hasta salir del mismo
- También en este caso se cuenta con referencias visuales suficientes para realizar la maniobra situado dentro de los límites del dragado, de tal forma que no se

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

llegue a varar con puntos de menor profundidad como los existentes en la zona frente al muelle 7, que tiene profundidades por debajo de 12 m.

- La formación de remolcadores utilizada es suficiente para el control de los buques durante la maniobra.
- Las condiciones analizadas, 15 y 20 nudos de intensidad de viento, se consideran viables. Cabe destacar que se aprecia un salto cualitativo importante en la dificultad de las maniobras de 15 a 20 nudos.
- Se recomienda un mínimo de 2 remolcadores de propulsión especial de 50 toneladas cada uno, tanto para las maniobras de entrada en lastre como para las de salida a plena carga (o un mínimo de 100 toneladas de tiro, repartidas de forma simétrica en proa y popa).
- Para las maniobras de entrada en la condición de lastre ligero (calado de 7 m) se realizan las mismas recomendaciones de potencia de remolque antes mencionadas. Además, para esta condición de carga se recomienda no superar los 20 nudos de intensidad media de viento.
- De las maniobras realizadas con visibilidad reducida (2000 m) se deduce que el Puerto cuenta con la señalización adecuada para navegar por el canal de acceso y realizar las maniobras de acceso y salida dentro del puerto con seguridad. En este sentido, es importante tener en cuenta la experiencia del Práctico y las ayudas a la navegación como el RADAR y ECDIS en caso de que el buque disponga del mismo.
- Las maniobras de emergencia realizadas (fallo de máquina y rotura de cabo de remolque) se han resulto con el fondeo y asistencia de remolcadores, de tal forma que no se compromete en ningún momento ni la integridad del pantalán (muelle 7), ni del buque atracado en el mismo ni del resto de estructuras y buques dentro del puerto.
- Para las maniobras realizadas con el buque de menores dimensiones, 15 000 TPM, al igual que con el buque de diseño, para las maniobras de entrada con vientos mayores de 15 nudos se recomienda un mínimo de 2 remolcadores de propulsión especial de 50 toneladas cada uno. Pudiendo ser 2 de 35 toneladas para vientos por debajo de los 15 nudos. Ello a pesar de su menor porte.
- Cabe mencionar que atendiendo al calado de proyecto de 13.1 m utilizado para el buque de diseño de 60 000 TPM en fases previas del diseño de la terminal y dragado de la zona de maniobra, los resultados obtenidos en este estudio de

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

maniobra para el calado a plena carga de 12.0 m se pueden extrapolar para dicho calado de proyecto de 13.1 m. Esta afirmación se puede realizar teniendo en cuenta que el buque lleva el calado a plena carga para las maniobras de salida, las cuales se realizan con salida directa (sin reviro), y además en todos los casos analizados las maniobras se han realizado dentro de la zona de dragado con espacios navegables suficientes y seguros.

Como valoración final del resultado de las maniobras realizadas y atendiendo a los objetivos del estudio, se puede concluir que:

- Se considera viable el acceso del buque de diseño de 60 000 TPM a la nueva terminal de minerales, muelle 6, del Puerto en las condiciones estudiadas.

Madrid, Julio 2012

Gerente de Proyecto	V°B° Director General
Fdo.: Raúl Atienza Martín	Fdo.: José Ramón Iribarren Alonso

Siport21

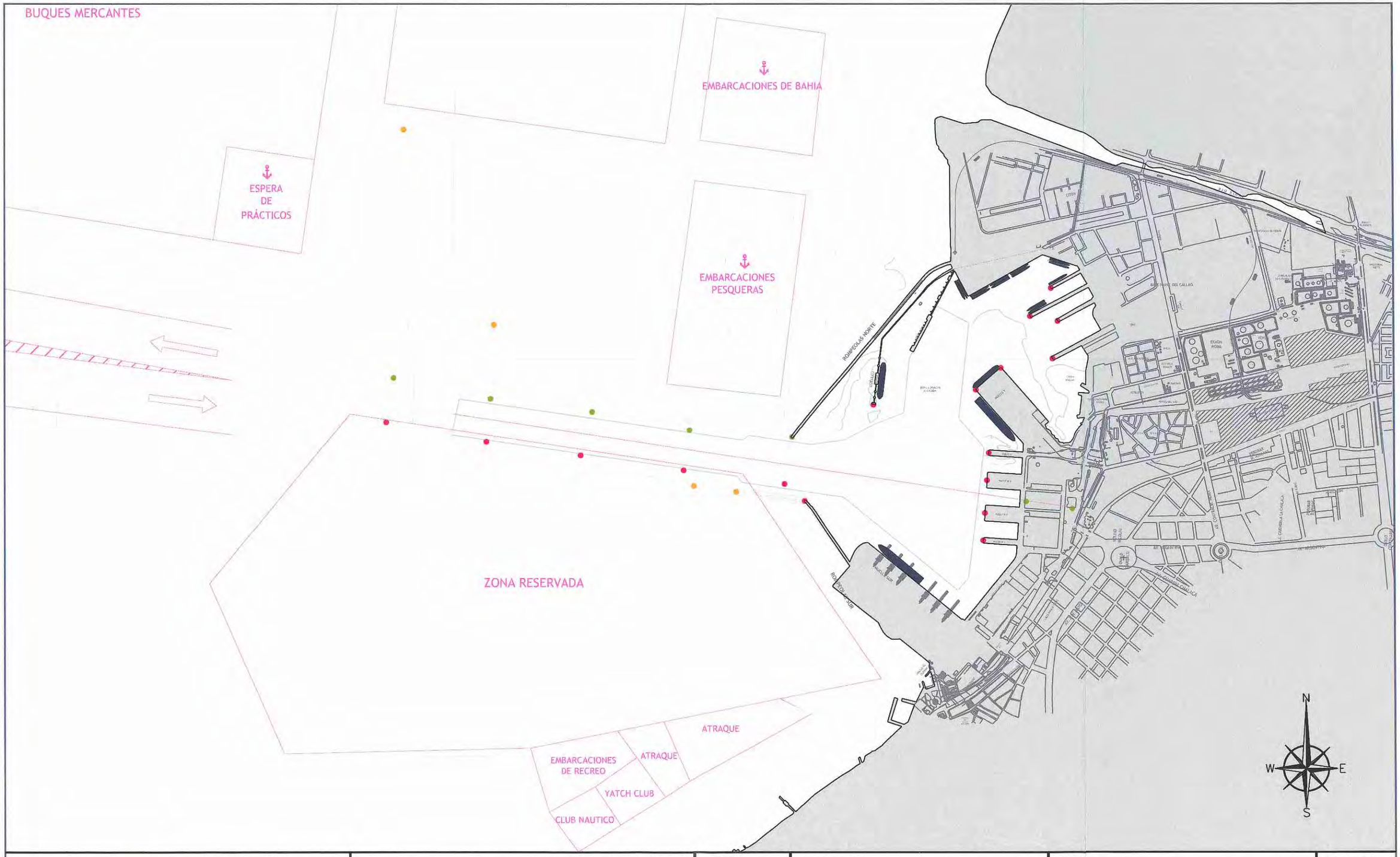
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO I

PLANOS Y FOTOGRAFÍAS

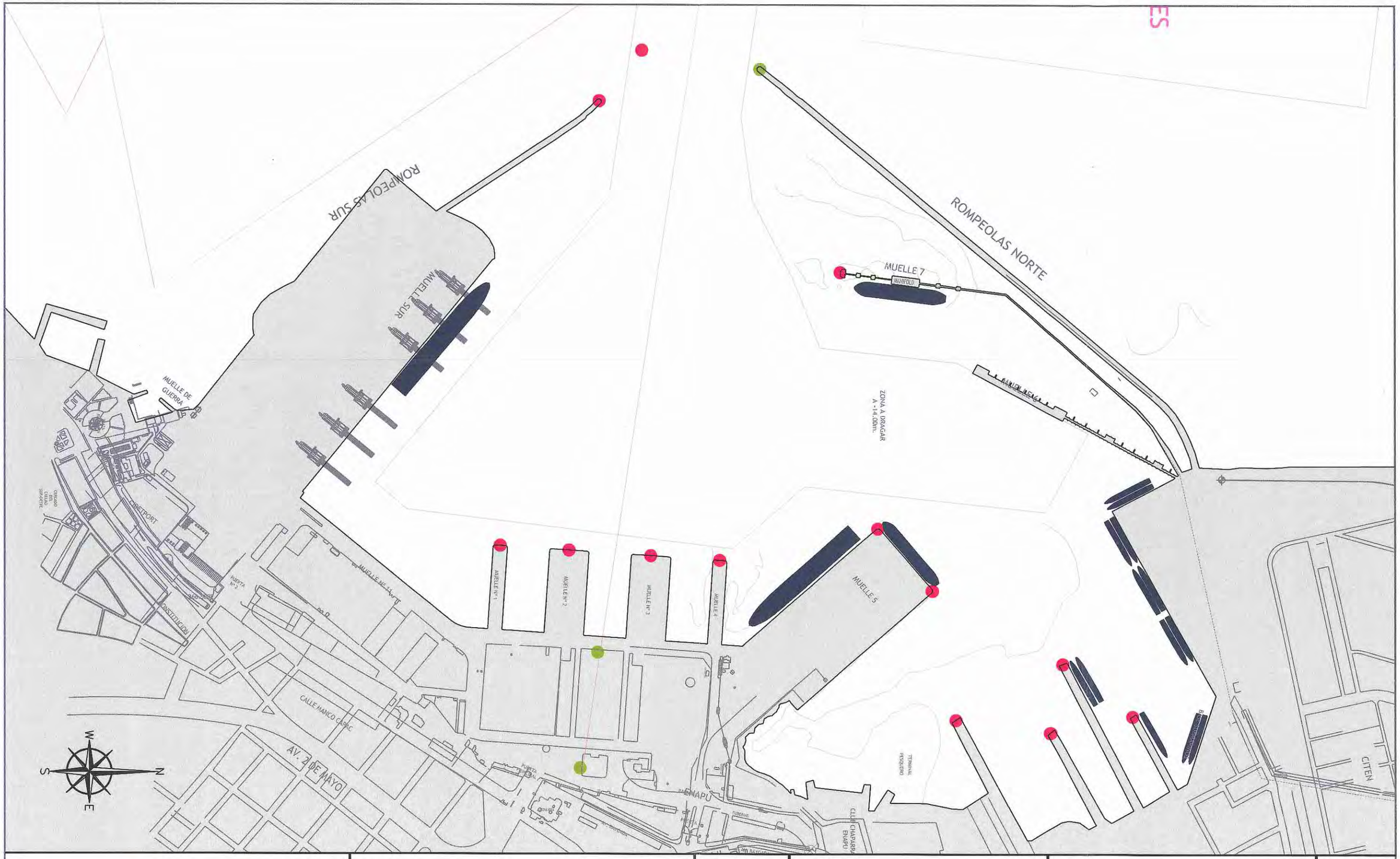
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21



Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 20 000 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Disposición general Puerto y zona de influencia	PLANO Nº: 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



Siport21

TC TRANSPORTADORA CALLAO

ESCALA:	PROYECTO:	TÍTULO:	PLANO Nº:
1 : 8 000 FECHA JUL. 2012	**ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)**	Disposición general Detalle del Puerto	2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 1. Simulador en operación

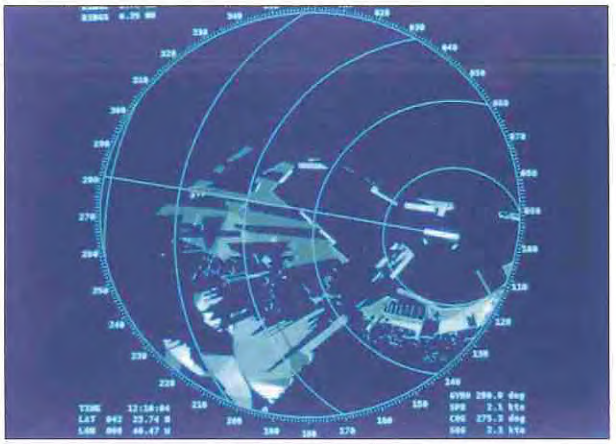


Figura 2. Pantalla del radar

Figura 3. Puesto de control del simulador

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 4. Maniobra de entrada del bulkcarrier de 60000 TPM

Figura 5. Reviro del granelero de 225 m

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

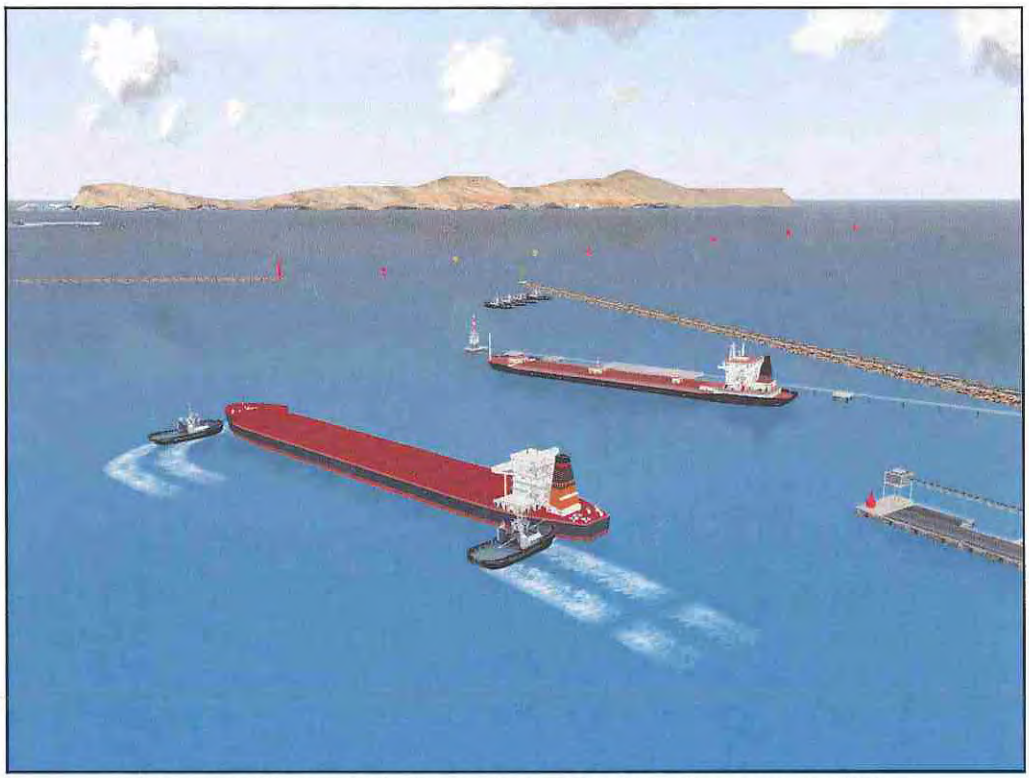


Figura 6. Tránsito atrás hasta el atraque del bulkcarrier de 225 m

Figura 7. Detalle de los remolcadores en la maniobra de reviro

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

Figura 8. Maniobra de entrada del buque de 15000 TPM

Figura 9. Reviro del granelero de 15000 TPM

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

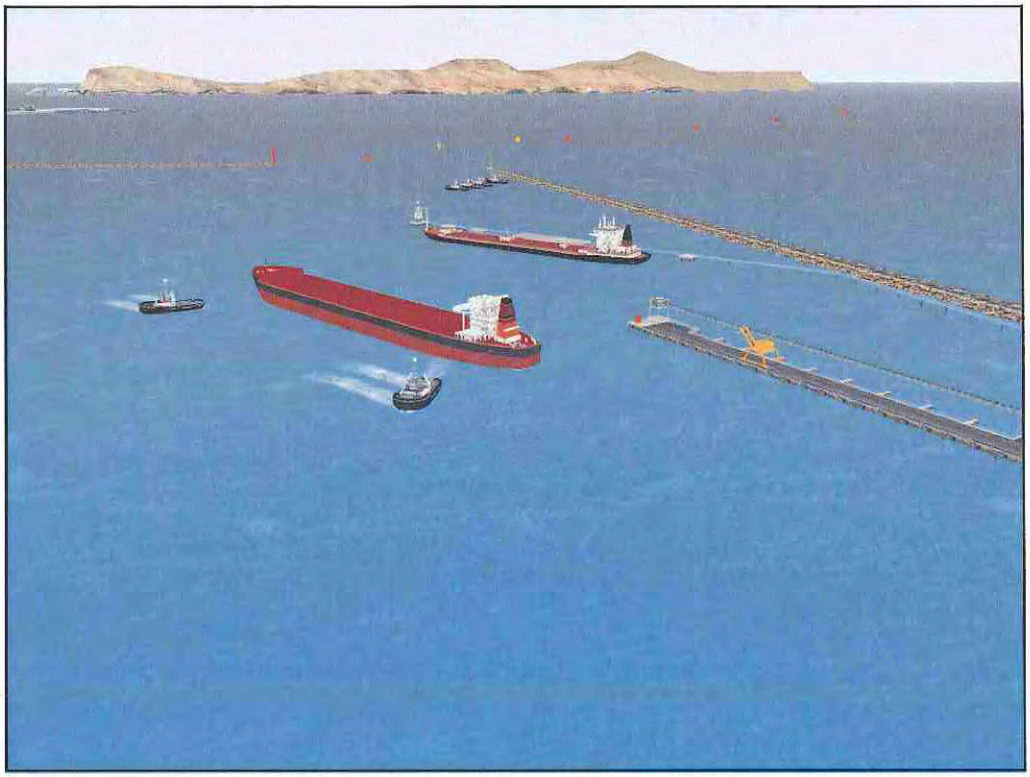


Figura 10. Maniobra de salida con el buque a plena carga

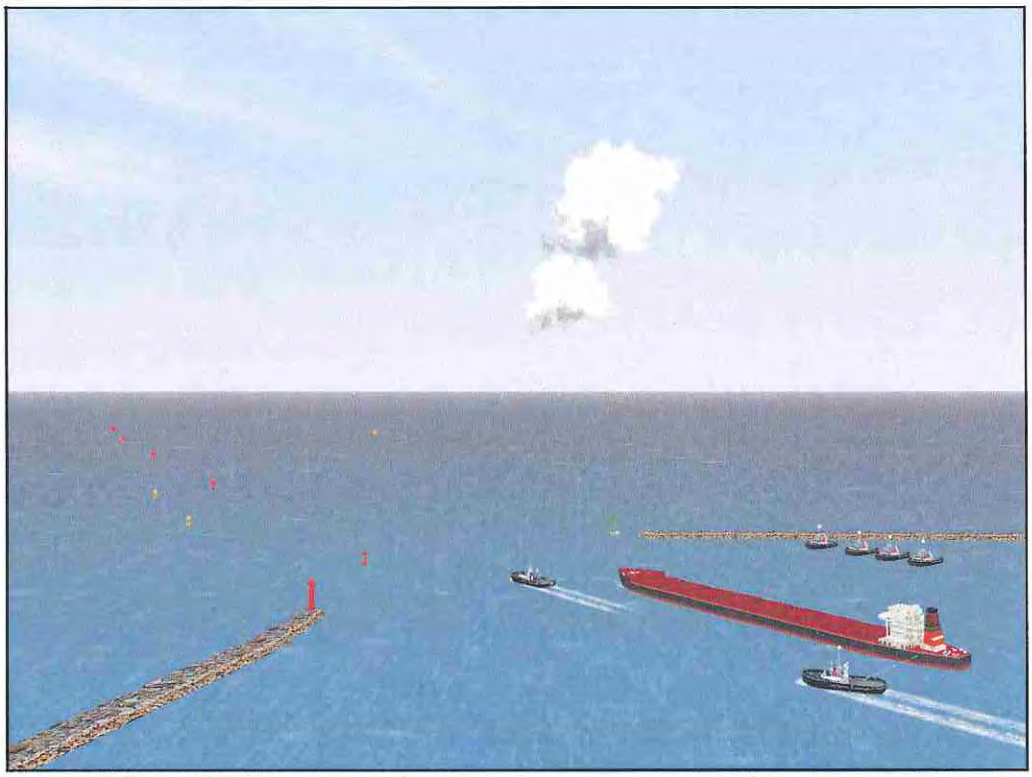


Figura 11. Granelero enfilando la bocana en una maniobra de salida

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

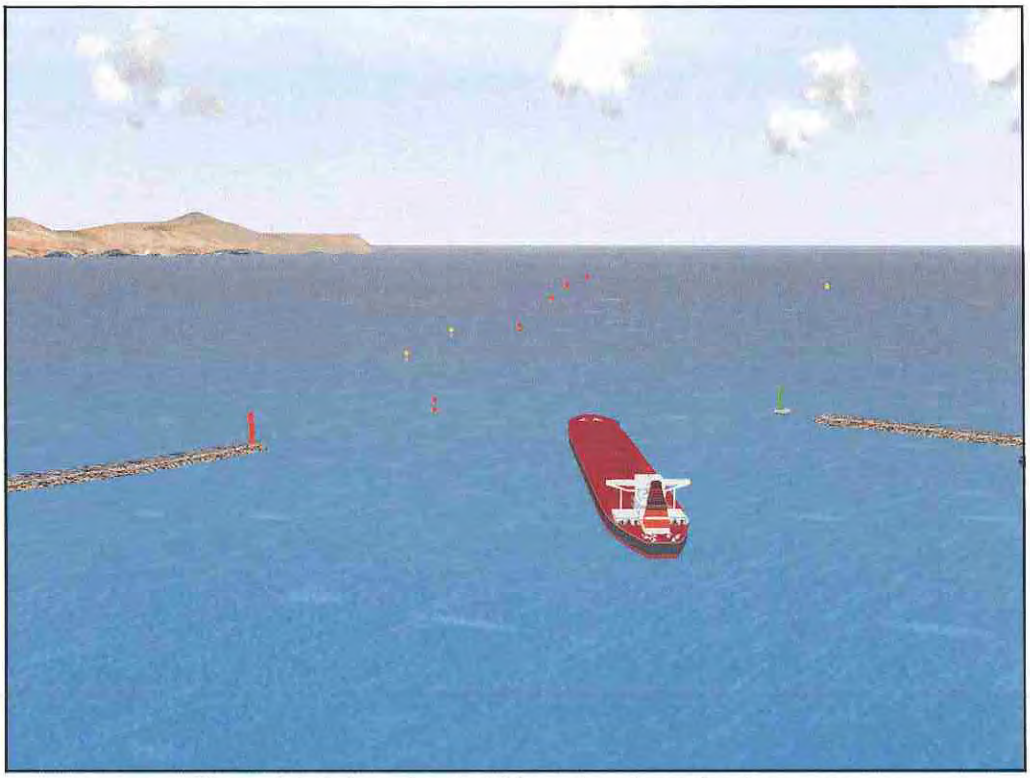


Figura 12. Bulcarrier de 225 m abandonando el puerto

Figura 13. Maniobra nocturna con visibilidad reducida

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 14. Maniobra de salida con visibilidad reducida

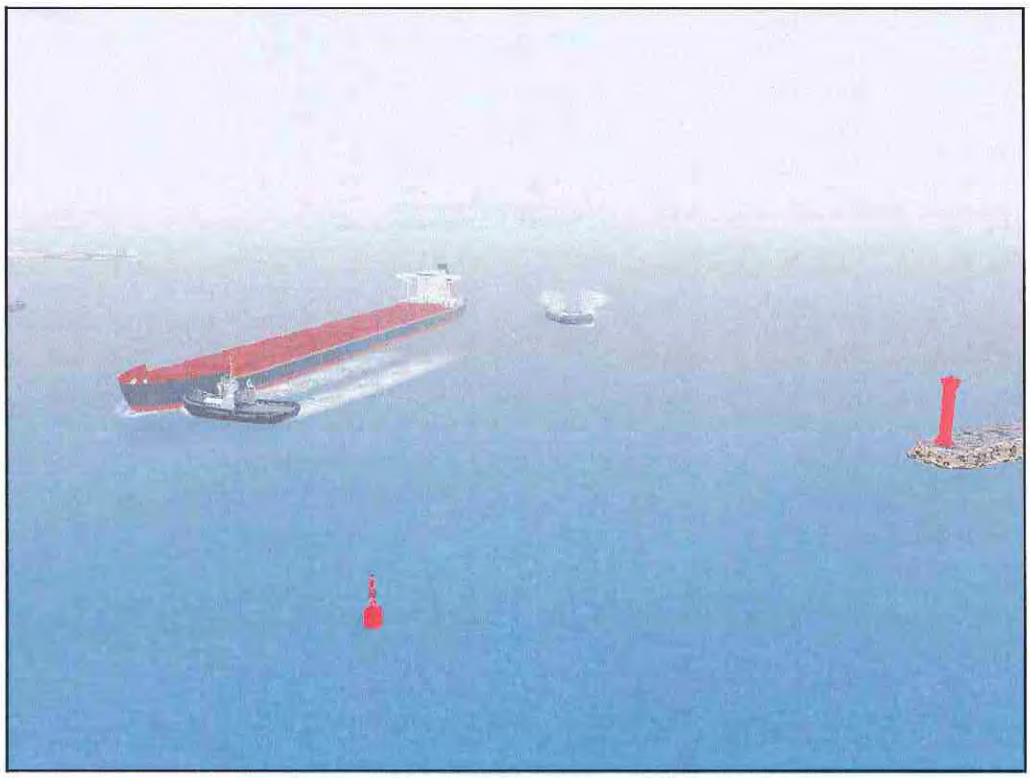


Figura 15. Maniobra de salida con visibilidad reducida

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 16. Petrolero entrando en el puerto en una maniobra nocturna

Figura 17. Maniobra de reviro en una maniobra nocturna

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 18. Navegación atrás en una maniobra de entrada nocturna

Figura 19. Maniobra de desatraque

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura 20. Giro para enfilar la bocana en una maniobra de salida nocturna

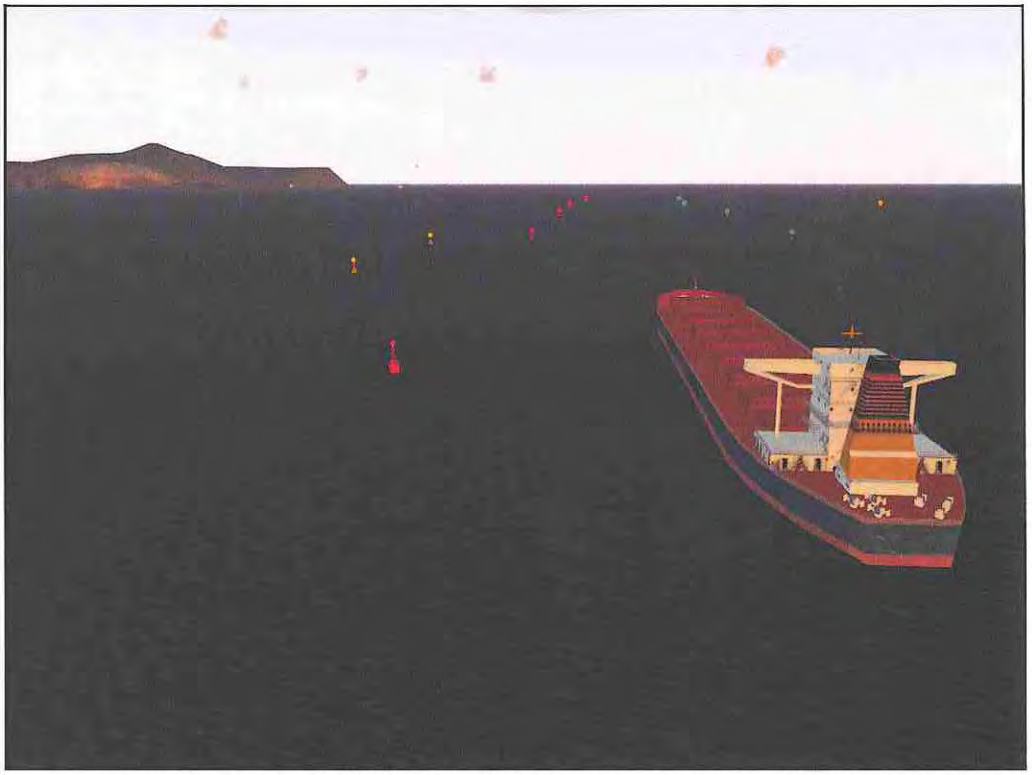


Figura 21. Buque saliendo del puerto durante una maniobra nocturna

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

Figura 22. El práctico Alejandro Chávez durante la realización de una maniobra

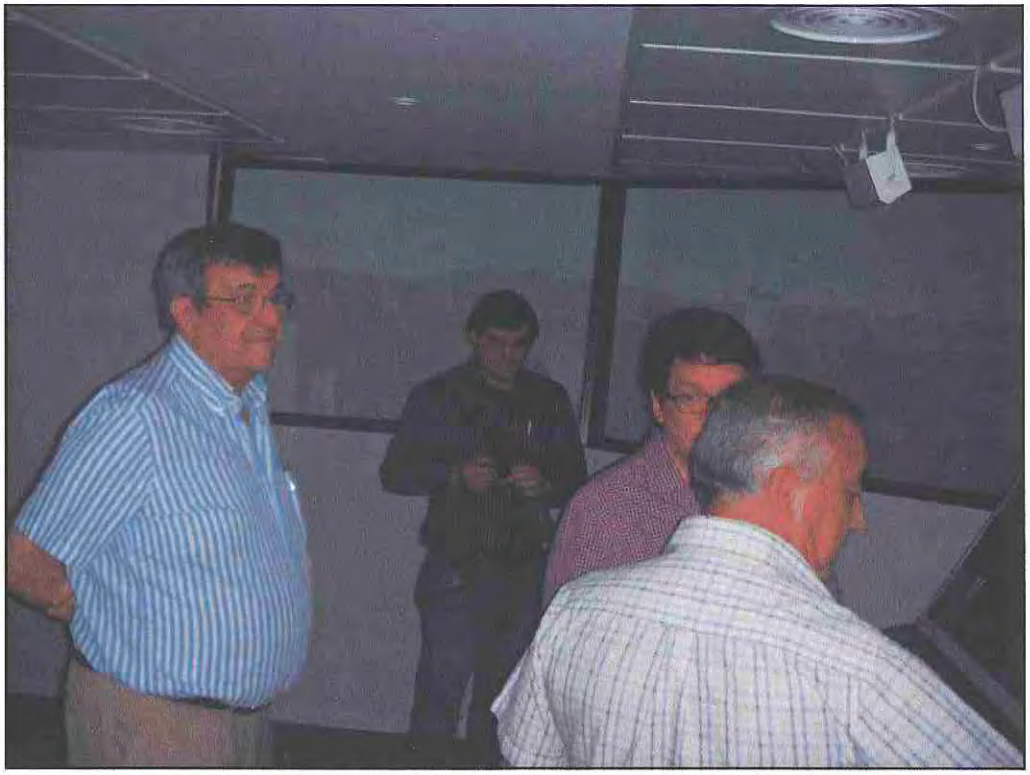


Figura 23. Puente de maniobra en operación

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO II

CARACTERÍSTICAS DE LOS BUQUES ANALIZADOS

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

CARACTERÍSTICAS DE LOS BUQUES ANALIZADOS

En este Anejo se presenta para cada uno de los barcos analizados, en primer lugar, el cuadro de dimensiones y características principales junto con sus datos de propulsión y maniobra. Y a continuación los resultados de los tests de maniobrabilidad llevados a cabo en el modelo matemático. Se presentan los resultados obtenidos para aguas profundas y aguas someras, incluyendo maniobras de giro y de parada.

CARACTERÍSTICAS DEL BULKCARRIER DE 15 000 TPM

Tabla 1. Características del buque de cálculo

Bulkcarrier de 150 m	
Eslora total	150.0 m
Eslora entre perpendiculares	144.7 m
Manga	21.5 m
Puntal	11.8 m
Calado a plena carga	8.0 m
en lastre	6.0 m
Desplazamiento a plena carga	21 130 t
en lastre	15 800 t
Potencia	2 560 kW
rpm	122 rpm
Velocidad en servicio	13.5 n
Área frontal expuesta a plena carga	446 m^2
en lastre	511 m^2
Área lateral expuesta	1 524 m^2
en lastre	1900 m^2

Tabla 2. Características de propulsión

Orden de máquina	Régimen (rpm)	Velocidad (nudos)
Toda	122	13.5
Toda Puerto	89	10.0
Media	76	8.5
Poca	61	6.9
Muy Poca	46	5.2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 3. Maniobra de giro

DATOS DE ENTRADA		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Velocidad inicial	6.9 nudos	7.1 nudos
Régimen	Media	Media
rpm	76 rpm	76 rpm
Timón	35°	35°
RESULTADOS		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Avance	561 m	563 m
Transfer	334 m	278 m
Diámetro táctico	646 m	544 m
Diámetro final	413 m	262 m
T_{90}	249 s	228 s
T_{180}	459 s	411 s
T_{270}	666 s	594 s
u_{final}	2.8 nudos	1.8 nudos
v_{final}	- 0.6 nudos	- 0.8 nudos
r_{final}	26.4 °/min	29.3 °/min

Tabla 4. Maniobra de parada

DATOS DE ENTRADA		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Velocidad inicial	6.9 nudos	7.1nudos
Régimen avante	Media	Media
rpm	76 rpm	76 rpm
Régimen atrás	Media	Media
rpm	76 rpm	76 rpm
RESULTADOS		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Distancia	434 m	635 m
Tiempo	285 s	360 s
Desviación	30 °	36°

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

CARACTERÍSTICAS DEL BULKCARRIER DE 60 000 TPM

Tabla 5. Características del buque de cálculo

Bulkcarrier de 225 m	
Eslora total	225.0 m
Eslora entre perpendiculares	217.0 m
Manga	32.2 m
Puntal	19.3 m
Calado a plena carga	12.0 m
lastre	9.0 m
lastre ligero	7.0 m
Desplazamiento a plena carga	71 200 t
lastre	53 600 t
lastre ligero	41 530 t
Tipo de motor	Diesel
Potencia	10 600 kW
rpm	122 rpm
Velocidad en servicio	16.5 n
Área frontal expuesta a plena carga	668 m^2
lastre	765 m^2
lastre ligero	929 m^2
Área lateral expuesta a plena carga	2 286 m^2
lastre	2 960 m^2
lastre ligero	3 402 m^2

Tabla 6. Características de propulsión

Orden de máquina	Régimen (rpm)	Velocidad (nudos)
Toda	122	16.5
Máx. Puerto	89	12.1
Media	76	10.3
Poca	61	8.3
Muy Poca	46	6.2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 7. Maniobra de giro

DATOS DE ENTRADA		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Velocidad inicial	10.7 nudos	12.0 nudos
Régimen	Toda puerto	Toda puerto
rpm	89 rpm	89 rpm
Timón	35°	35°
RESULTADOS		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Avance	811 m	850 m
Transfer	543 m	413 m
Diámetro táctico	1 076 m	816 m
Diámetro final	845 m	353 m
T_{90}	233 s	192 s
T_{180}	449 s	230 s
T_{270}	664 s	500 s
u_{final}	5.6 nudos	4.9 nudos
v_{final}	- 0.6 nudos	- 1.0 nudos
r_{final}	25.1 °/min	53.7 °/min

Tabla 8. Maniobra de parada

DATOS DE ENTRADA		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Velocidad inicial	10.7 nudos	12.0 nudos
Régimen avante	Toda puerto	Toda puerto
rpm	89 rpm	89 rpm
Régimen atrás	Toda puerto	Toda puerto
rpm	89 rpm	89 rpm
RESULTADOS		
	Aguas someras (h/T=1.2)	Aguas profundas (h/T=5.0)
Distancia	714 m	1 029 m
Tiempo	243 s	312 s
Desviación	28.3 °	24.3 °

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO III

GRÁFICOS DE TRAYECTORIA

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

En este Anejo se recogen los **gráficos de trayectoria** de los buques en cada maniobra realizada, en los que se dibuja el contorno del puerto, las principales batimétricas, los buques atracados y la posición del buque cada minuto. Las tablas siguientes recogen un índice de los gráficos.

Tabla 1. Condiciones de maniobra. **Bulkcarrier 60000 TPM**

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	11411	1
				Salida	11412	3
			Descendente 1.0 n	Entrada	11421	5
				Salida	11422	***29***
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	11511	8 **13** 21 22 23 25 27 32 35 36
				Salida	11512	12 14 16 33 ***18*** 24 26 37
			Descendente 1.0 n	Entrada	11521	***30***
				Salida	11522	7
Sur	S 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	12411	2
				Salida	12412	***4***
			Descendente 1.0 n	Entrada	12421	***28***
	S 10 n			Salida	12422	20
	S 20 n	W 1.0 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	12511	6
				Salida	12512	***9*** 39
			Descendente 1.0 n	Entrada	12521	***11*** 40
				Salida	12522	***31***

Maniobras de emergencias analizadas:

Fallo máquina atrás

Rotura cabo de remolque

Visión reducida

Nocturas

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 2. Condiciones de maniobra. **Bulkcarrier 60000 TPM** con lastre ligero

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada **Calado 7m**	21411	15
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada **Calado 7m**	21511	19

Tabla 3. Condiciones de maniobra. **Bulkcarrier 15000 TPM**

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	01411	10 38
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	01511	17 34

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Maniobras del Bulkcarrier
de 60 000 TPM

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

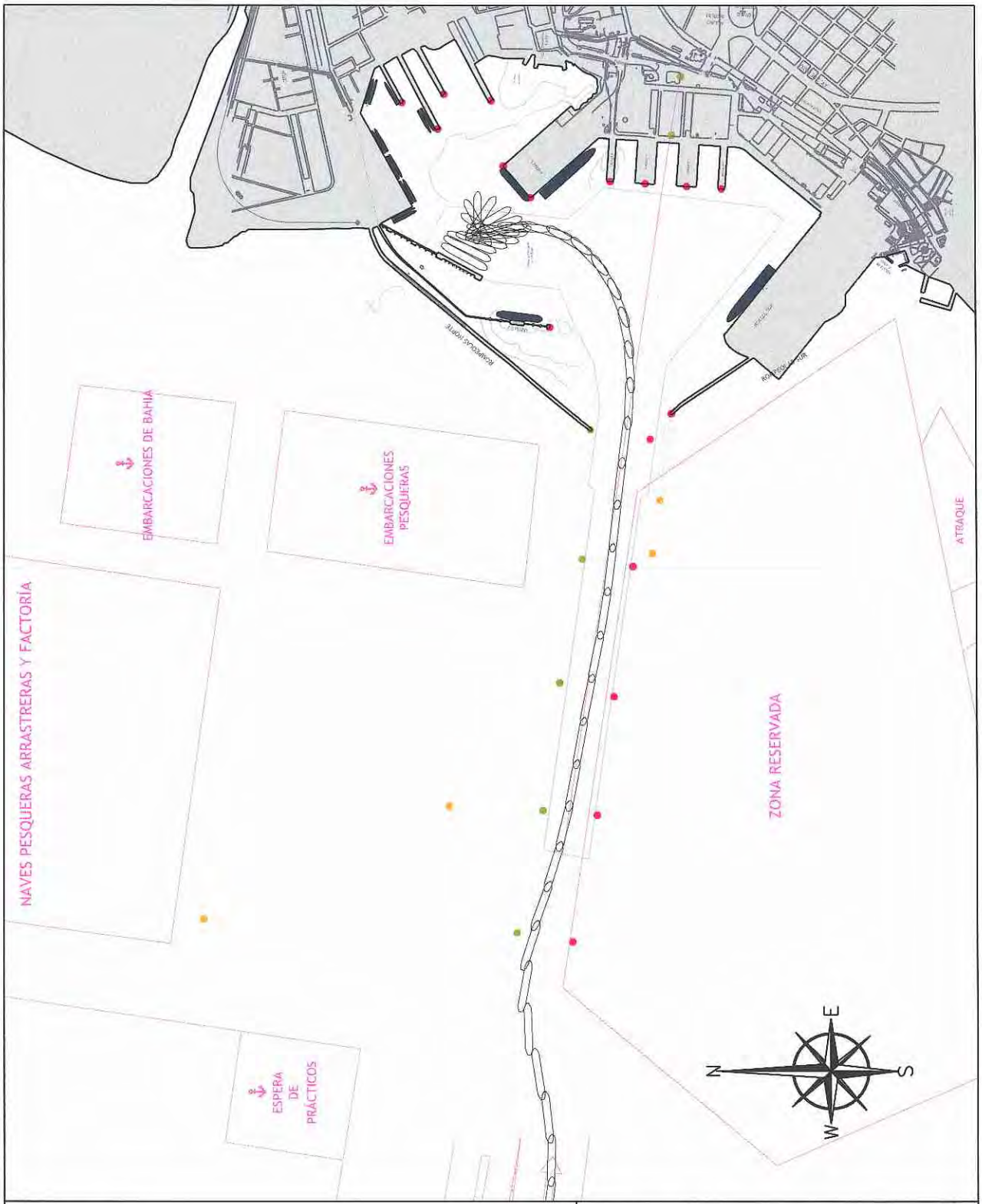


Figura: Trk-1	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

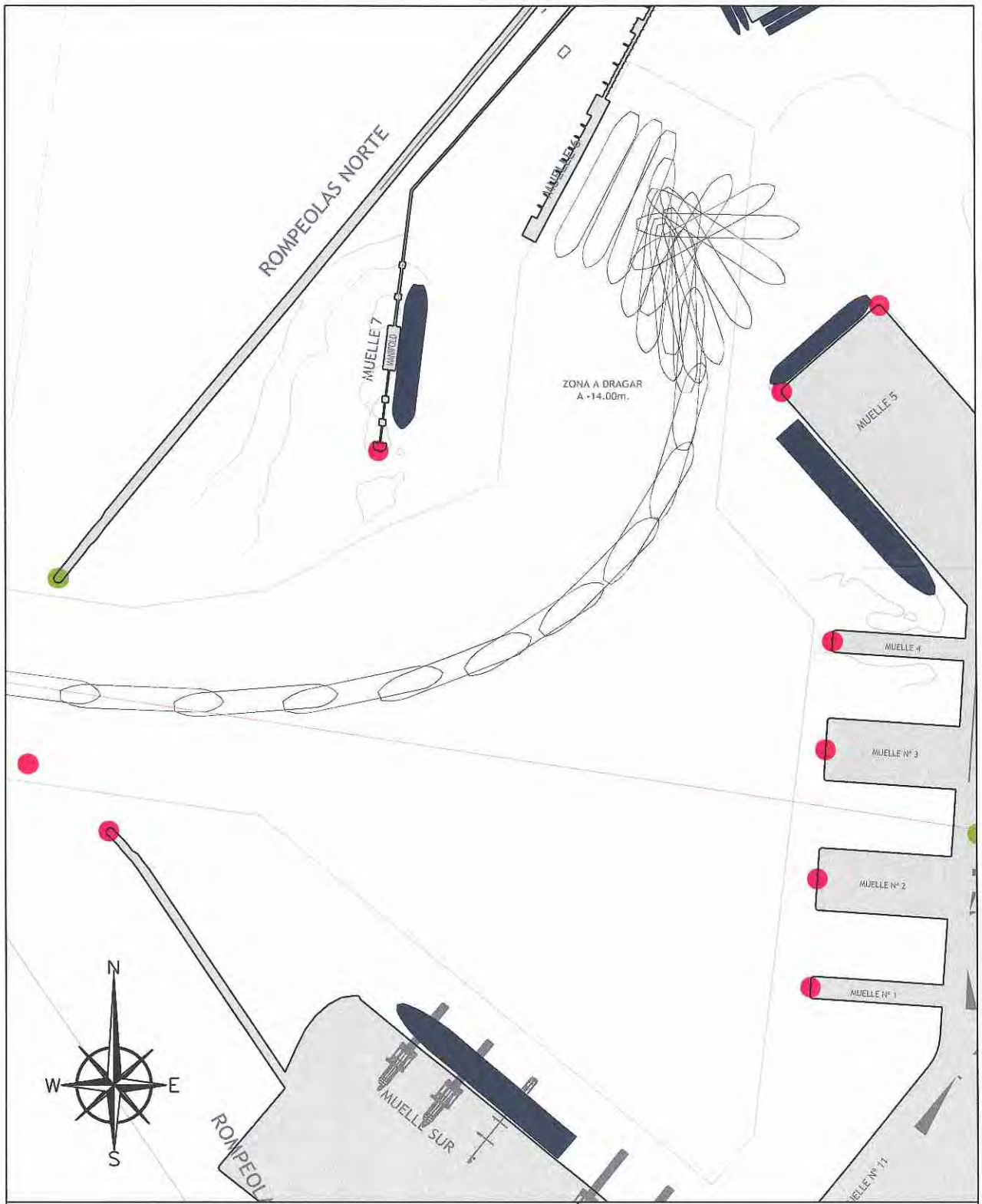


Figura: Trk-1	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

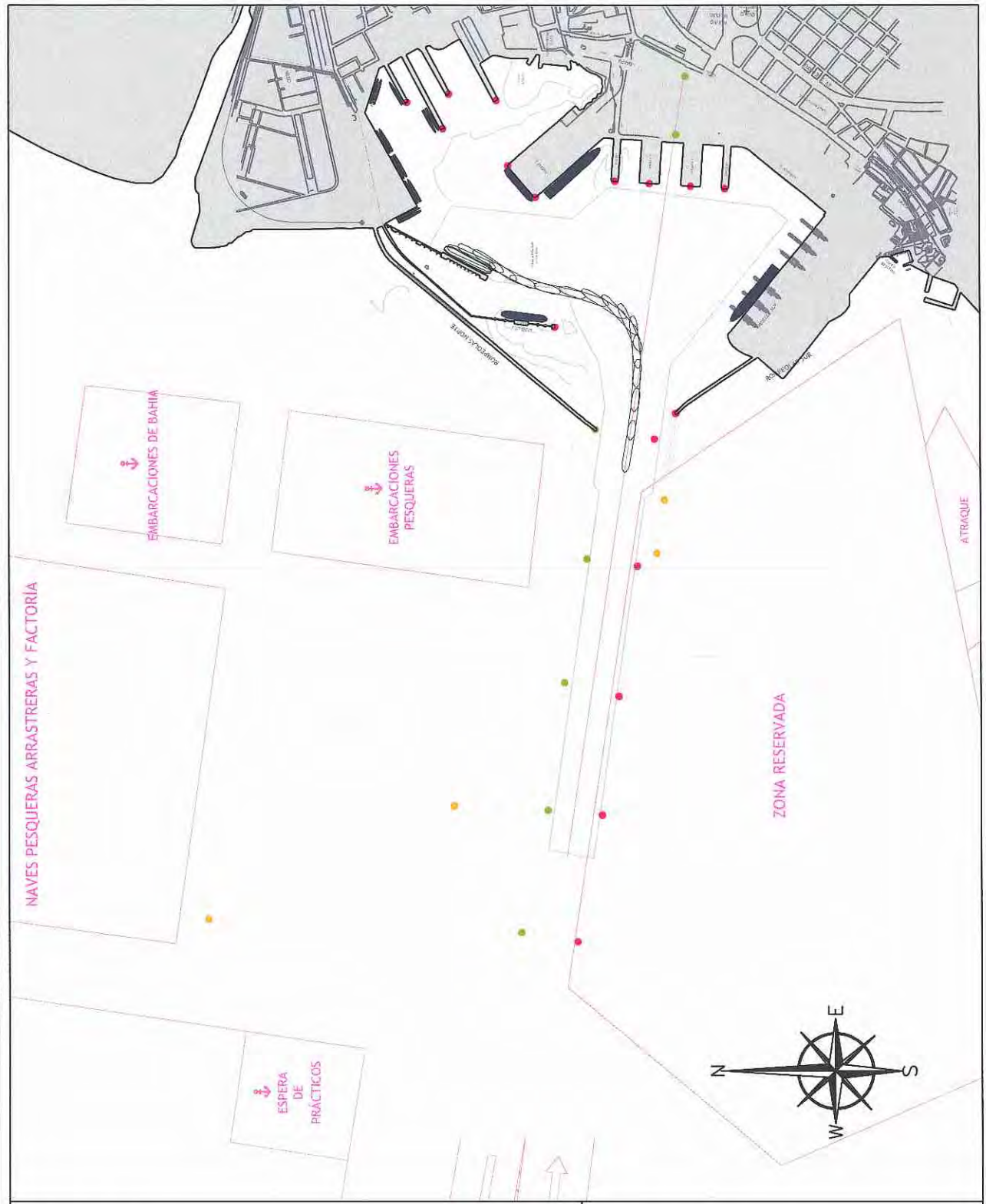


Figura: Trk-3	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11412	Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

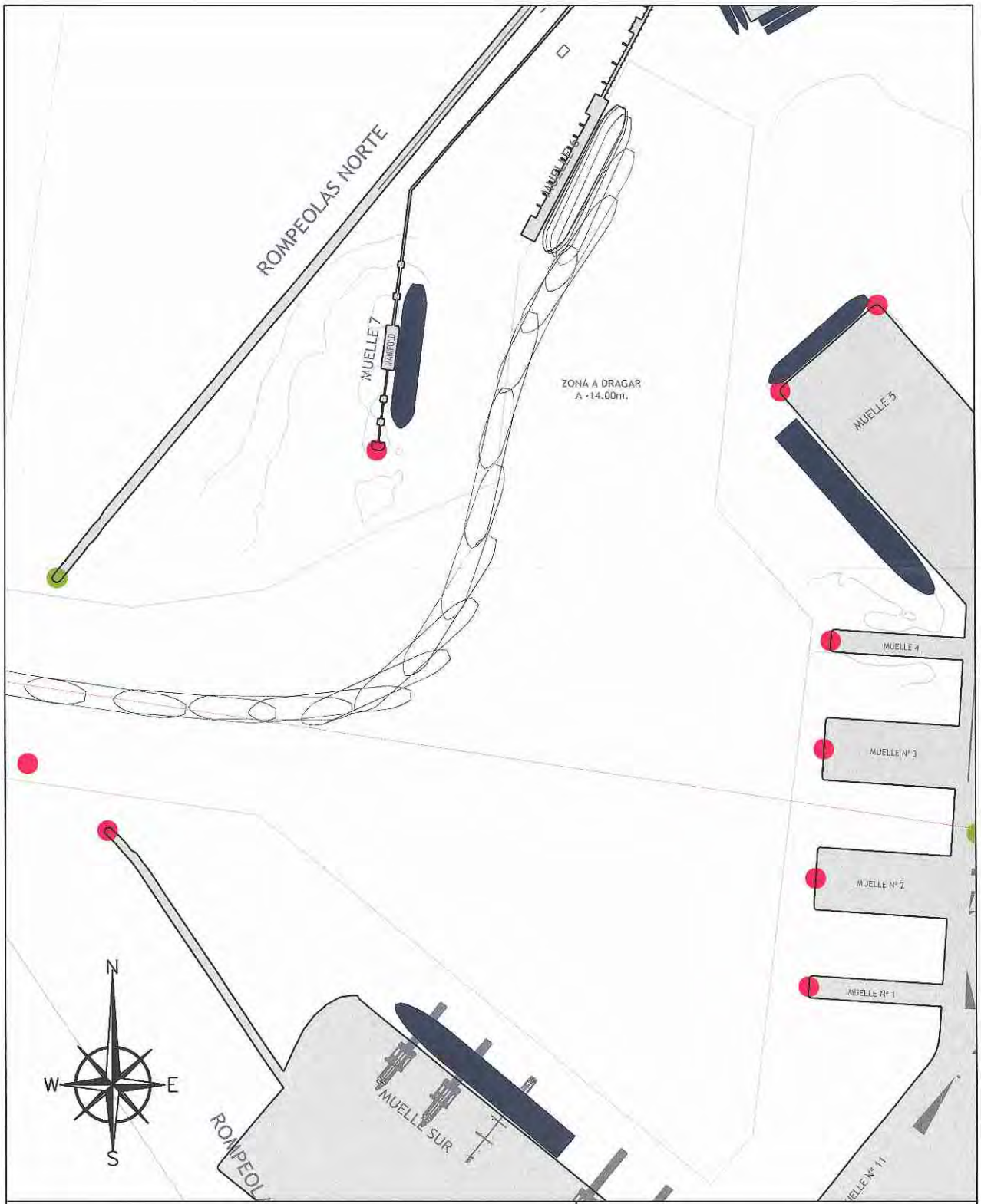


Figura: Trk-3	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11412	Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: Trk-5	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11421	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

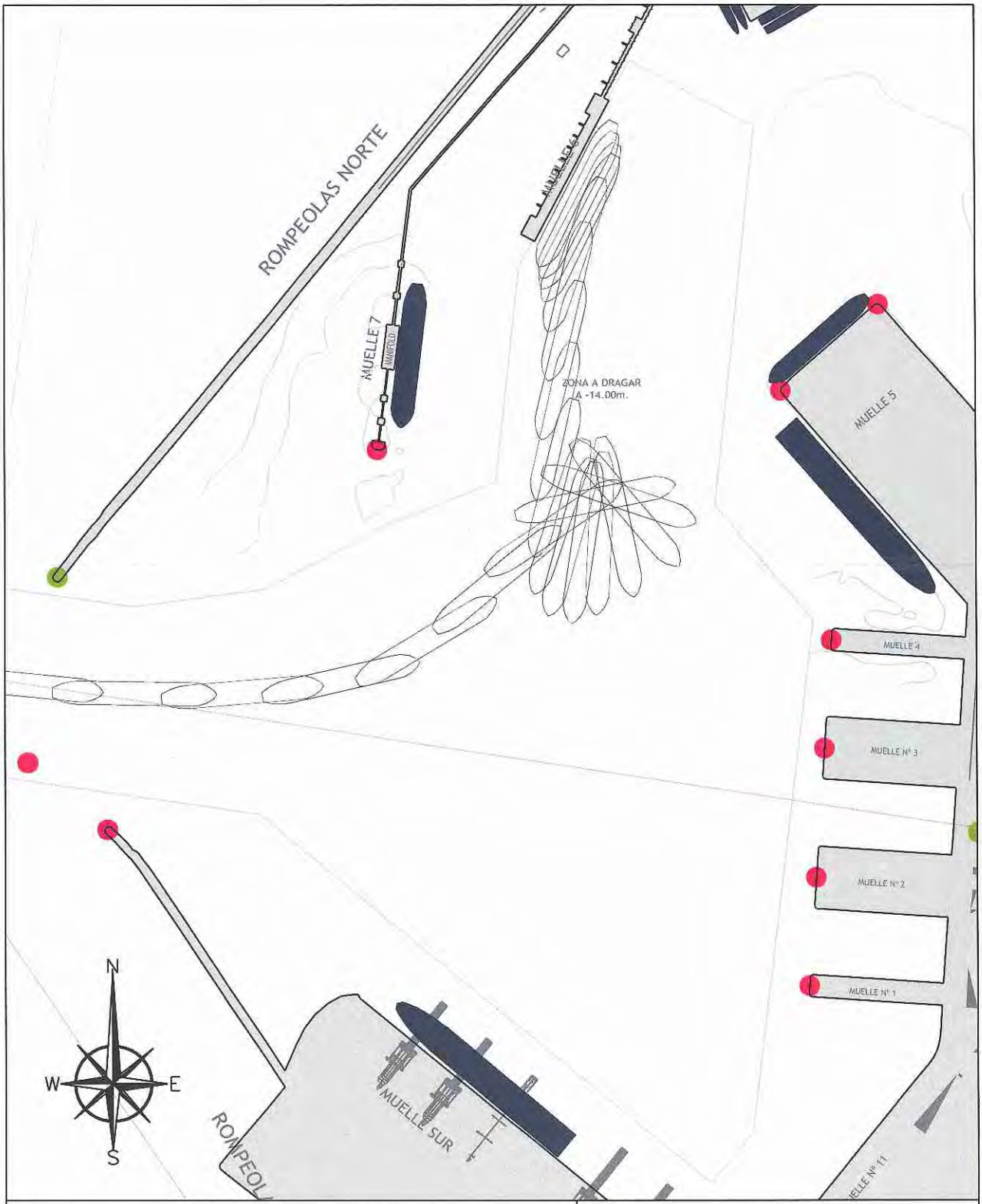


Figura: Trk-5	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11421	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

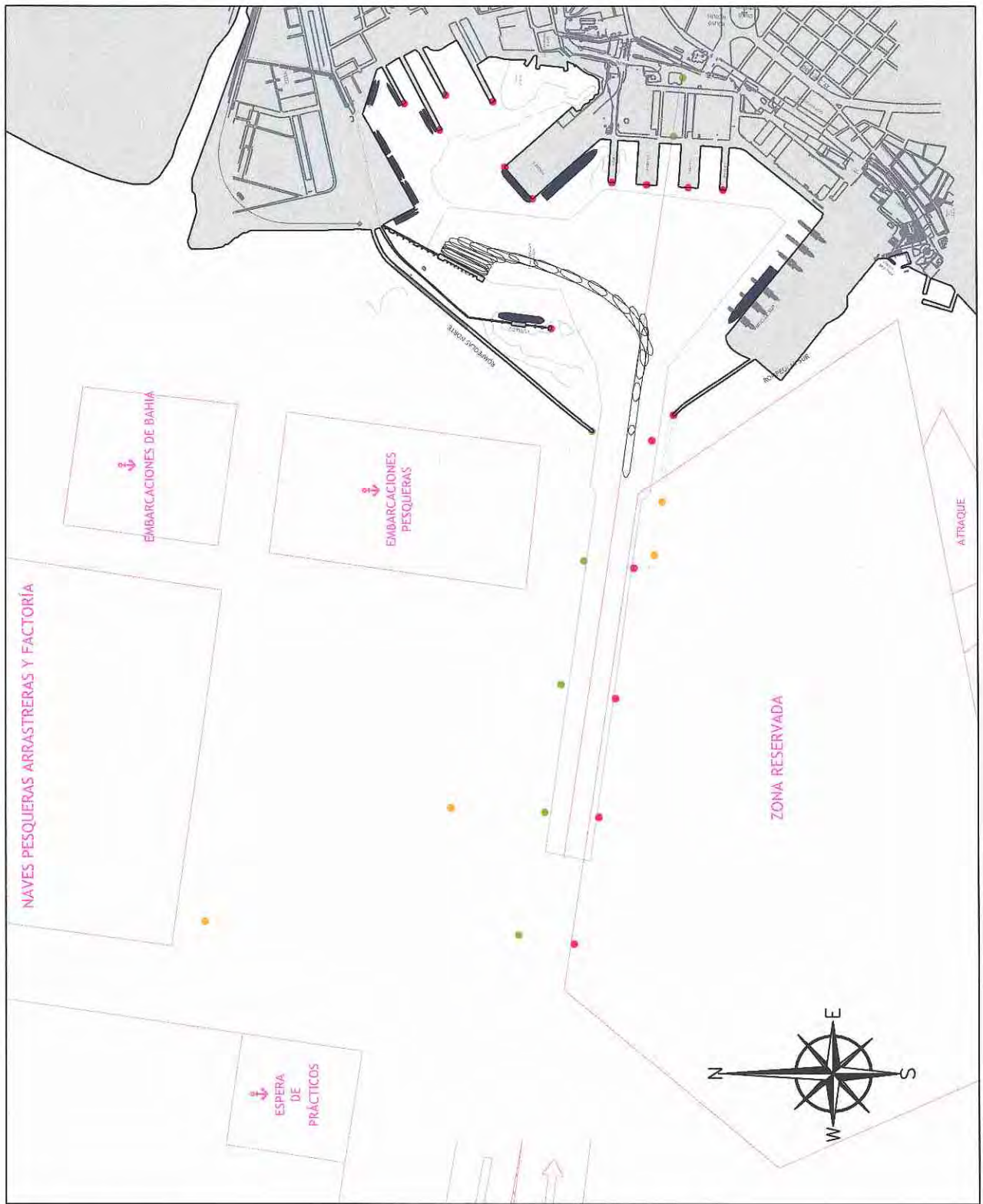


Figura: Trk-29	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11422	Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

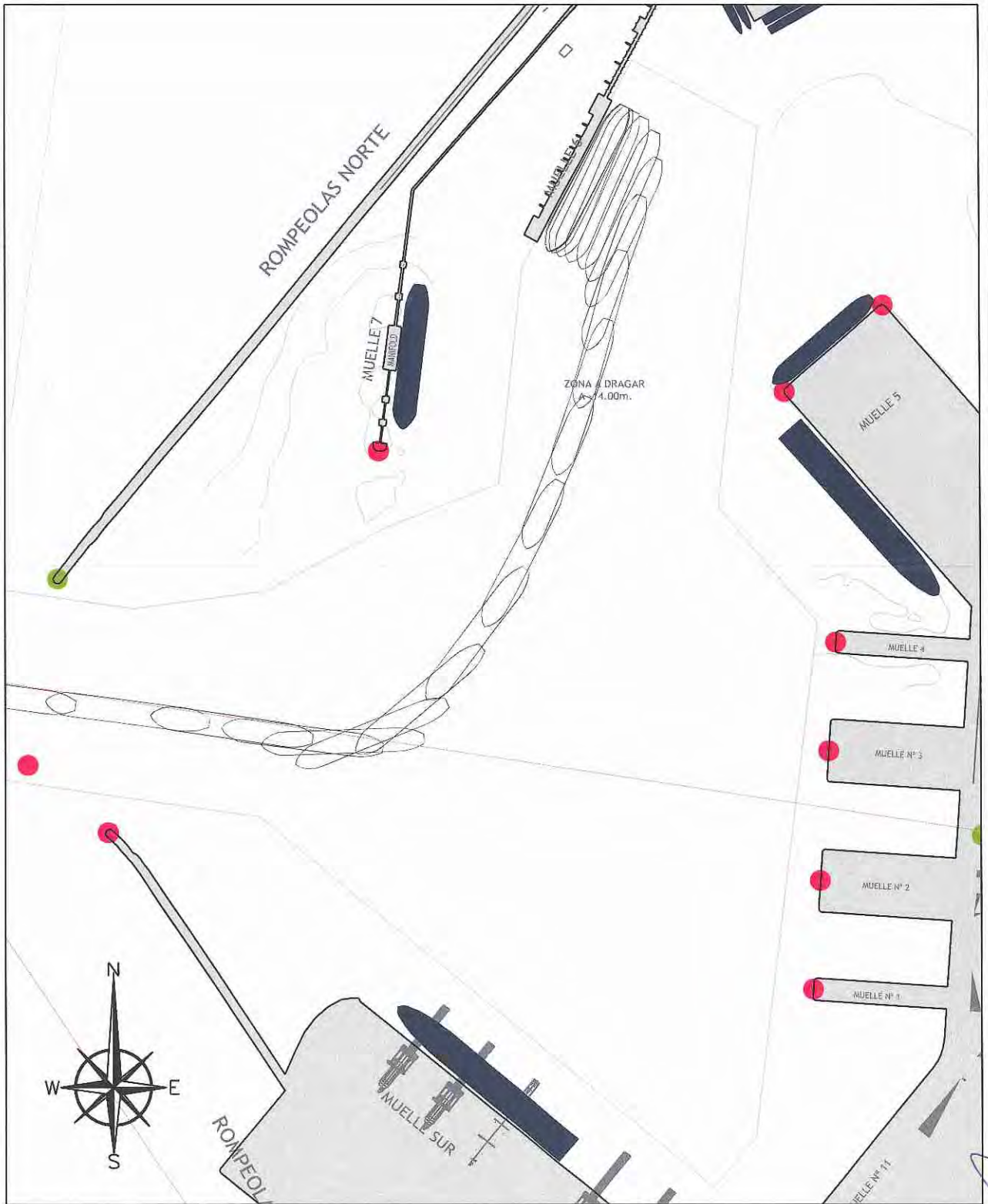


Figura: Trk-29	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11422	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623
	Siport21

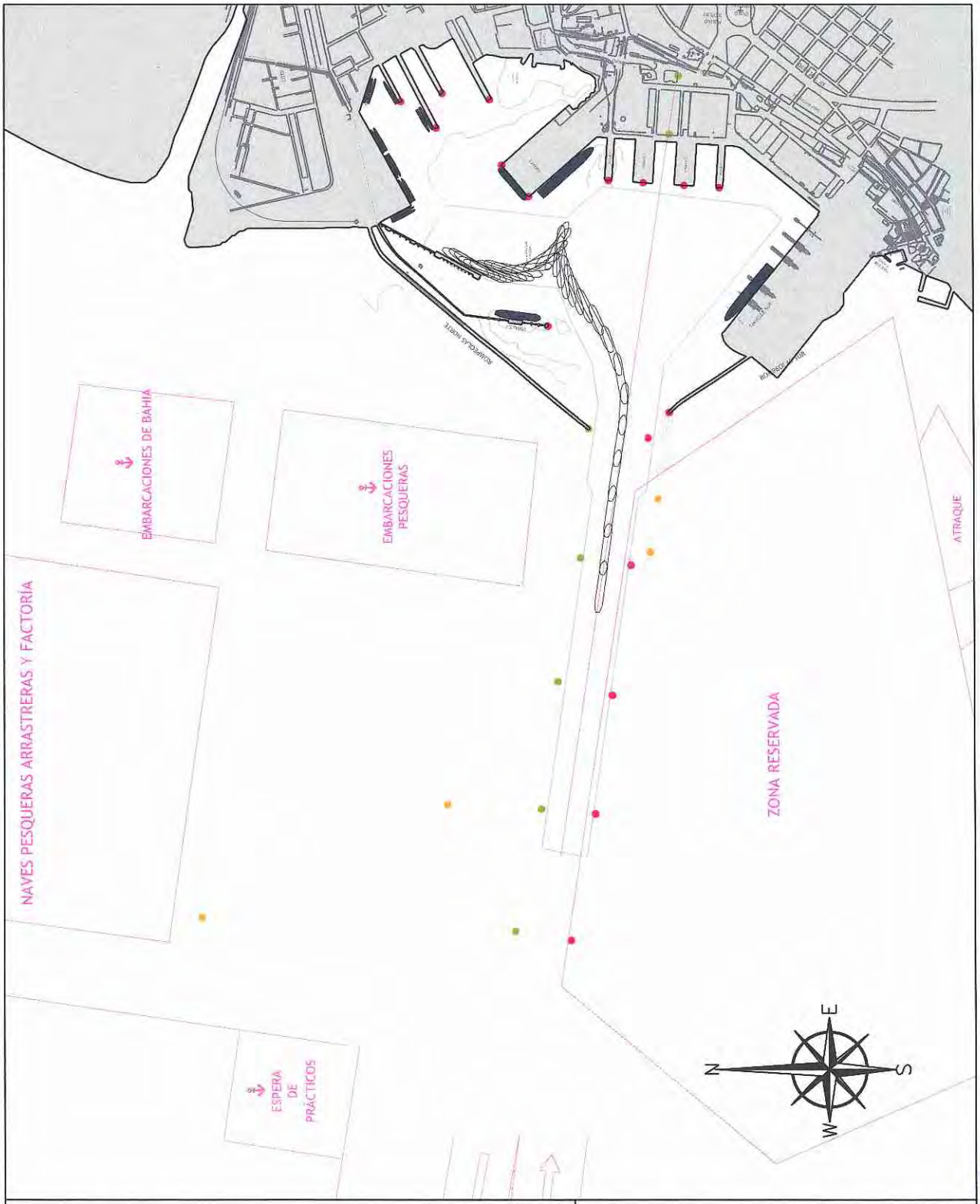


Figura: Trk-8	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

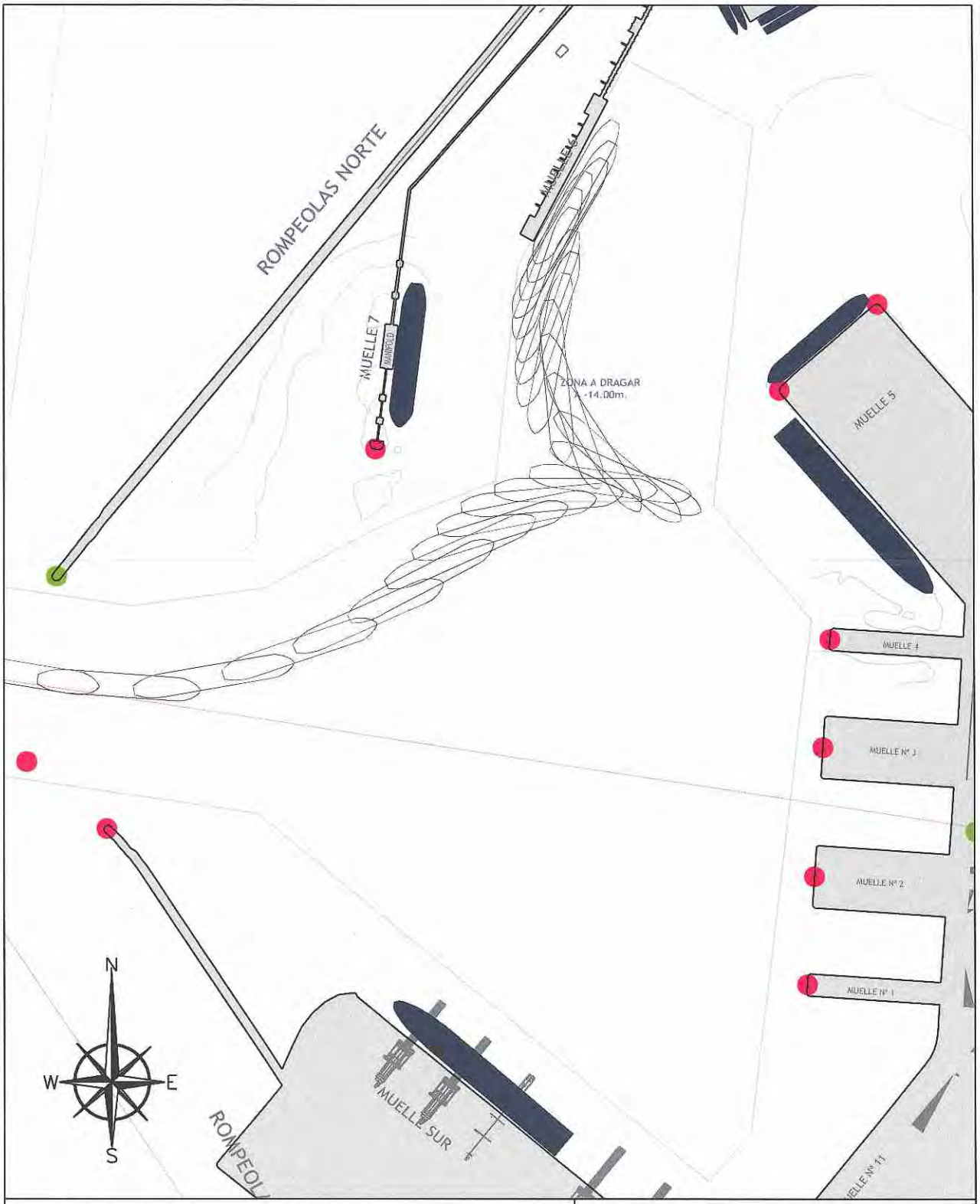


Figura: Trk-8	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

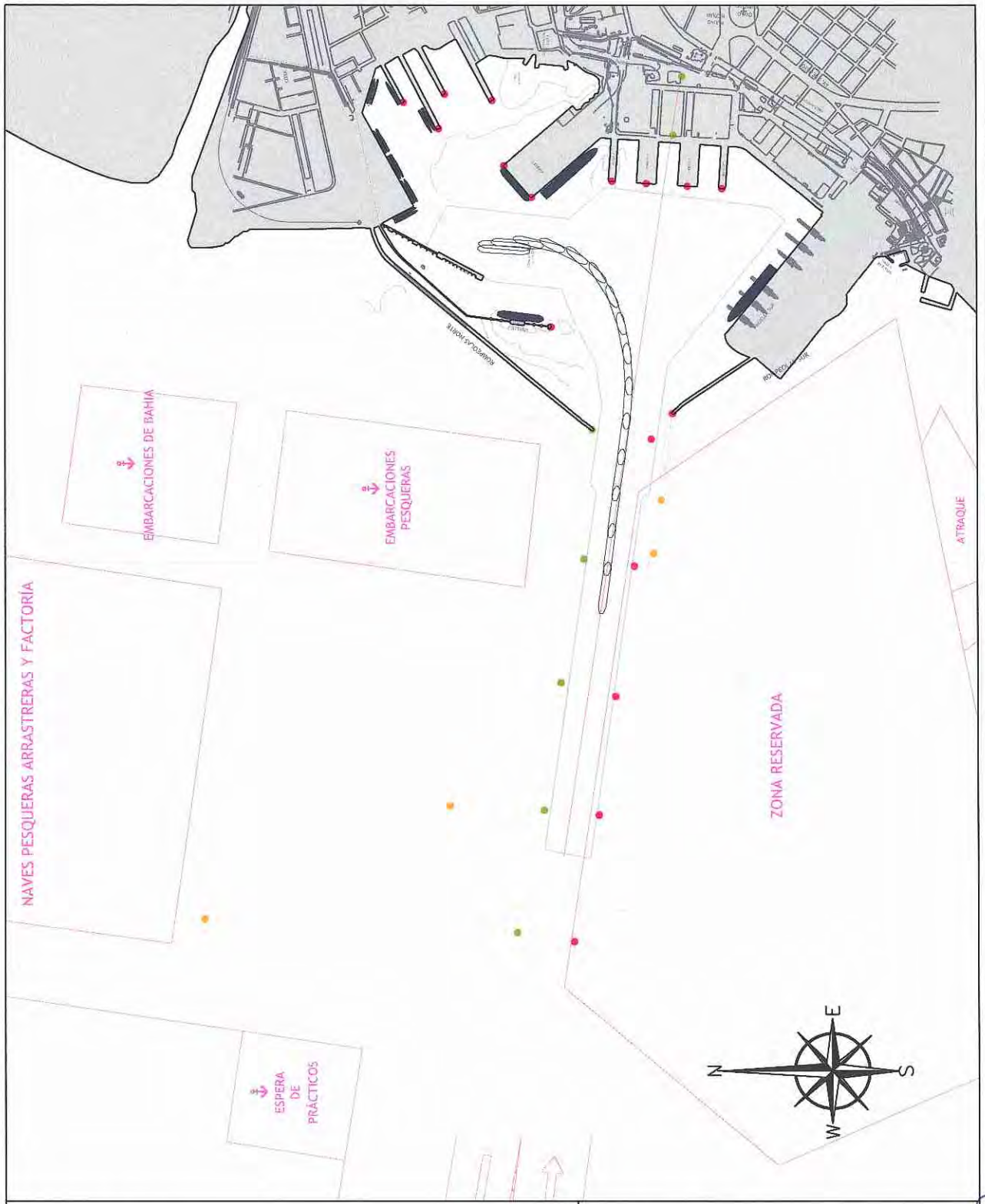


Figura: Trk-13	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

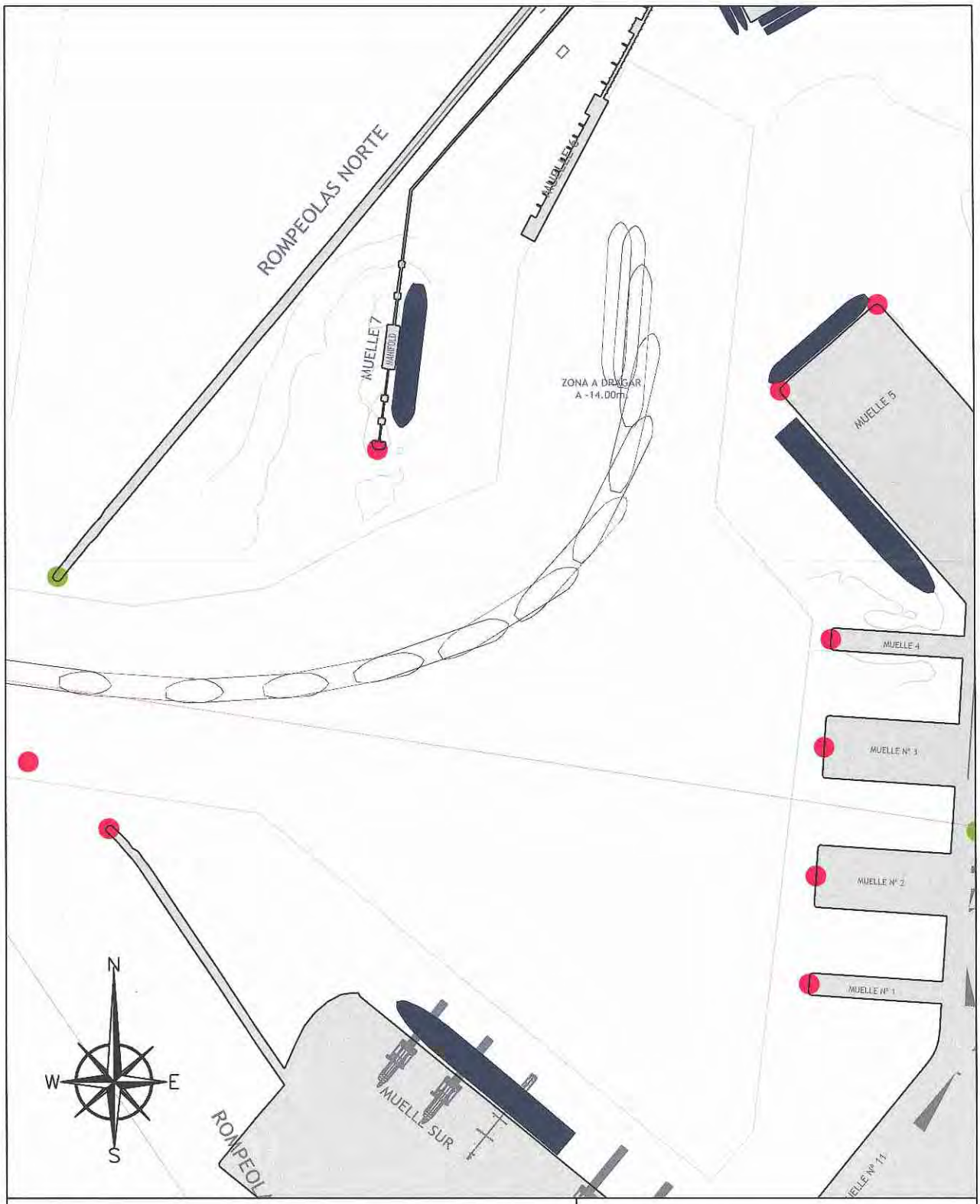


Figura: Trk-13	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: Trk-21	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

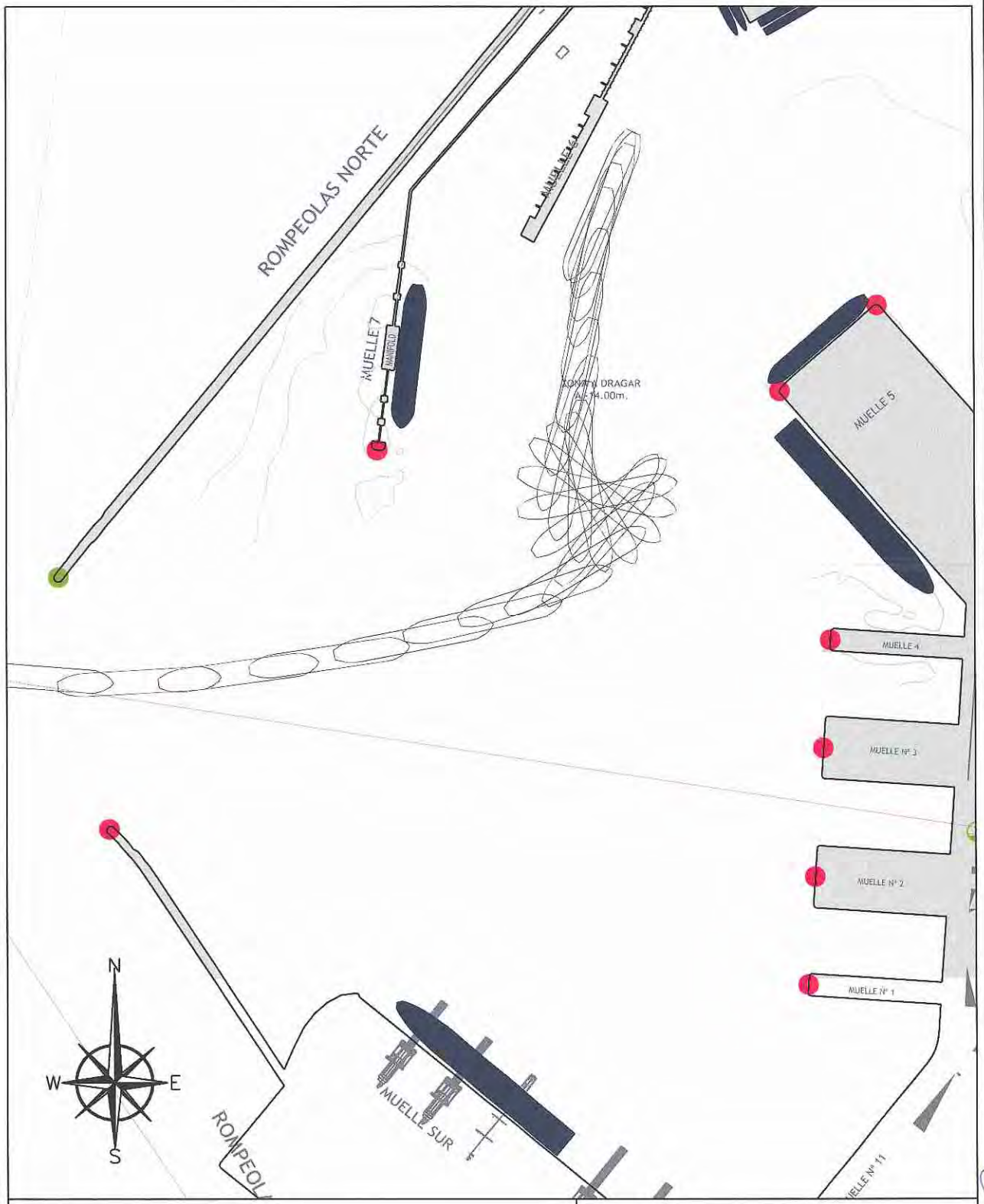


Figura: Trk-21	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11511	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

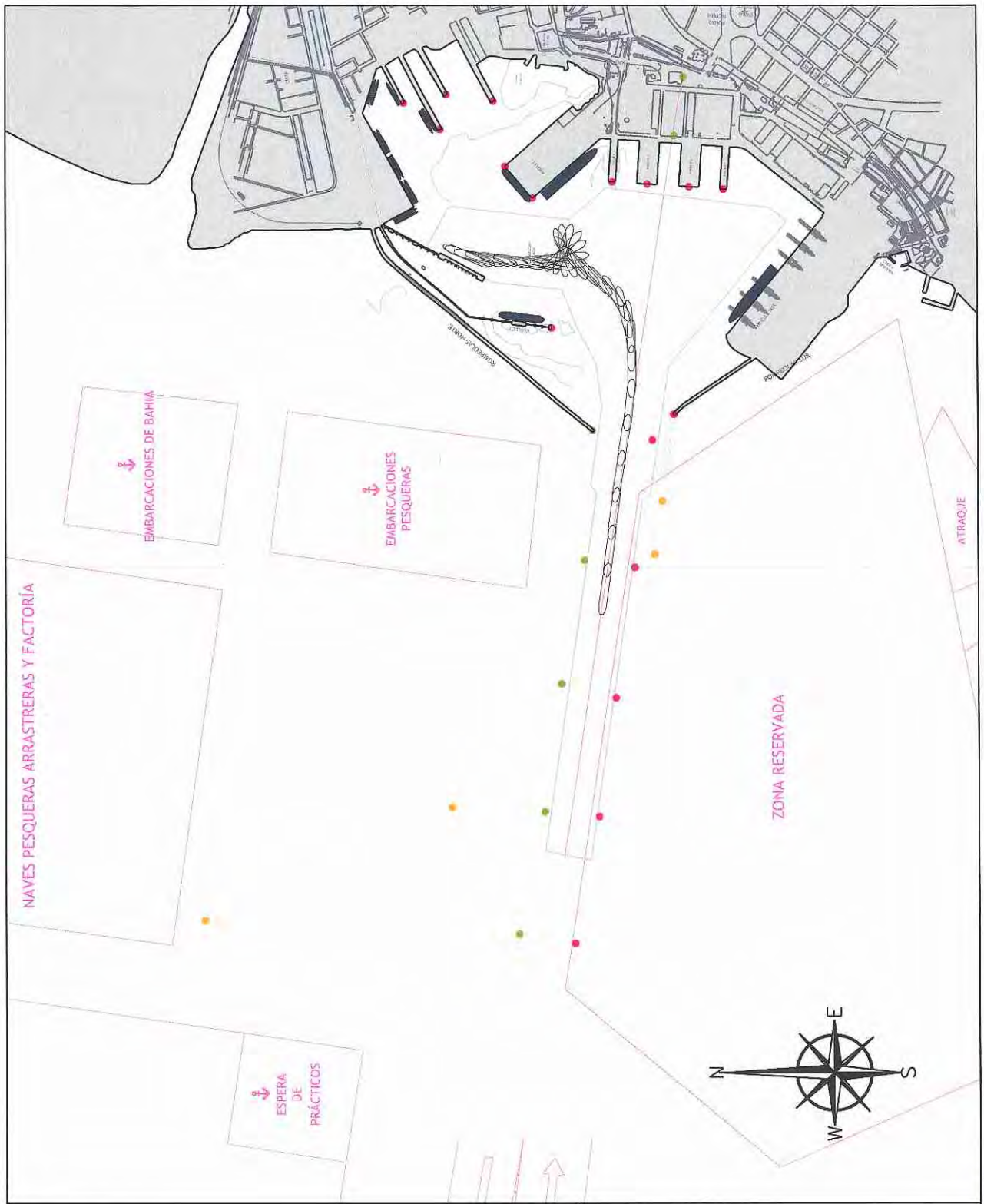


Figura: Trk-22	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

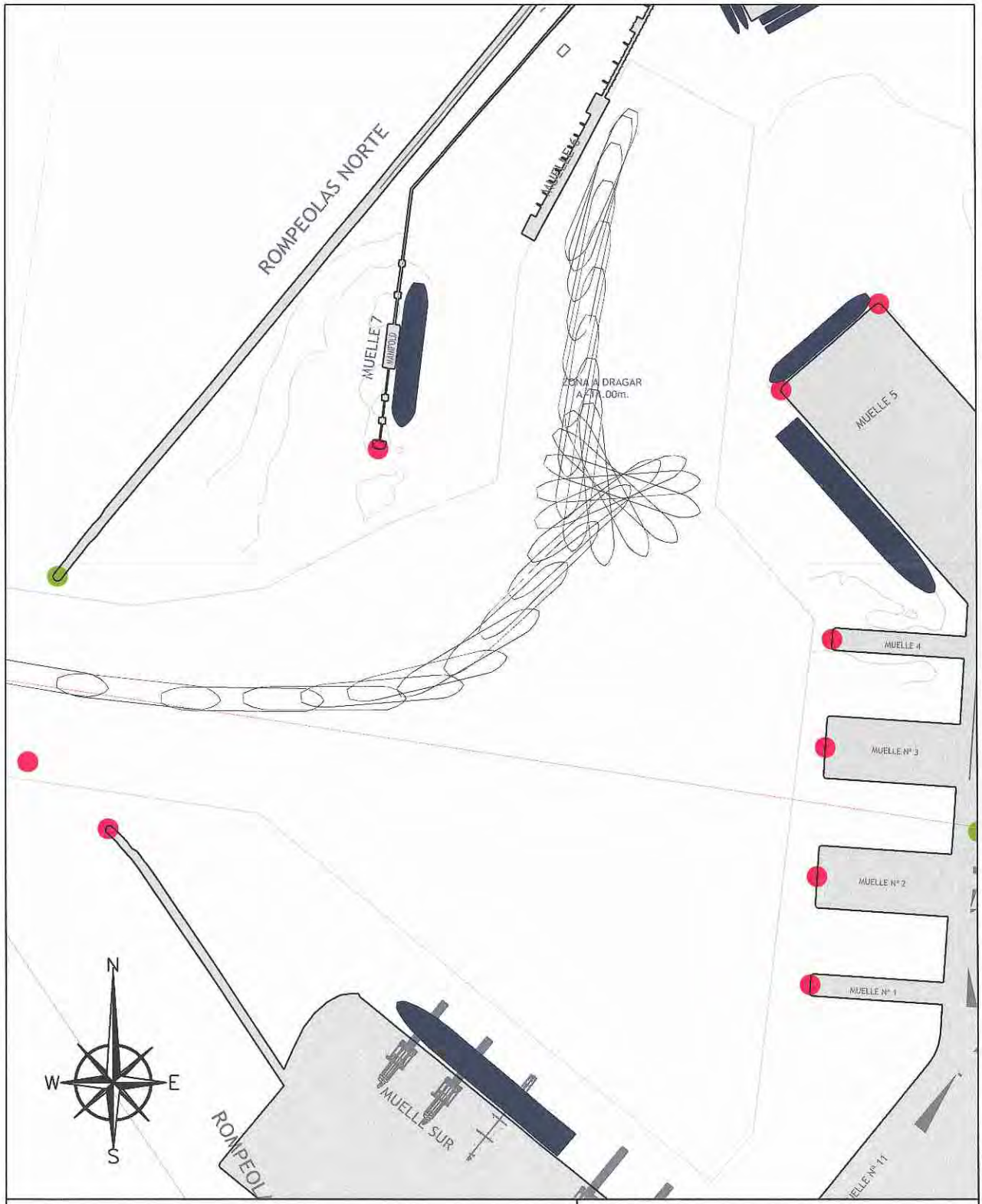


Figura: Trk-22	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

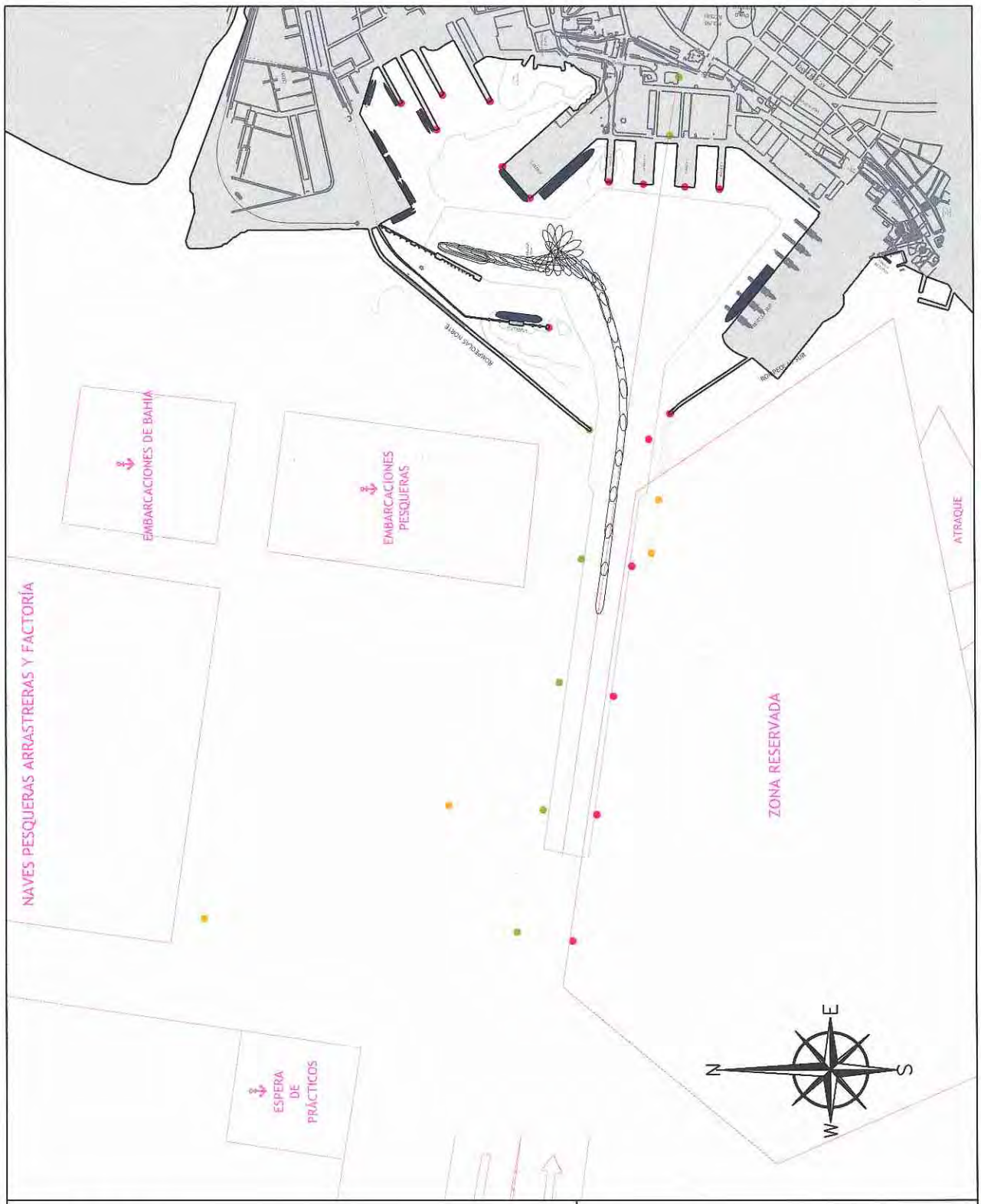


Figura: Trk-23	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

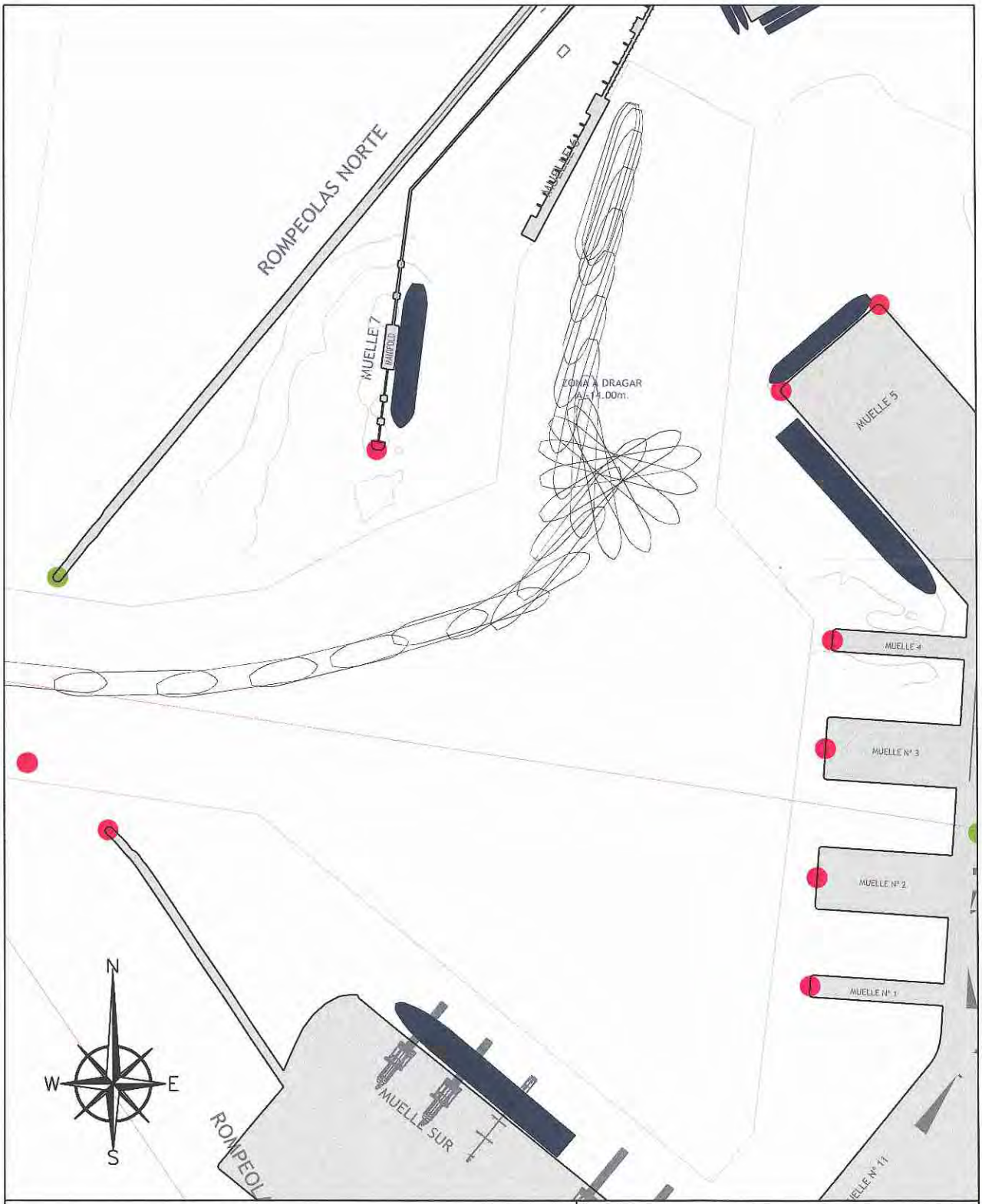


Figura: Trk-23	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

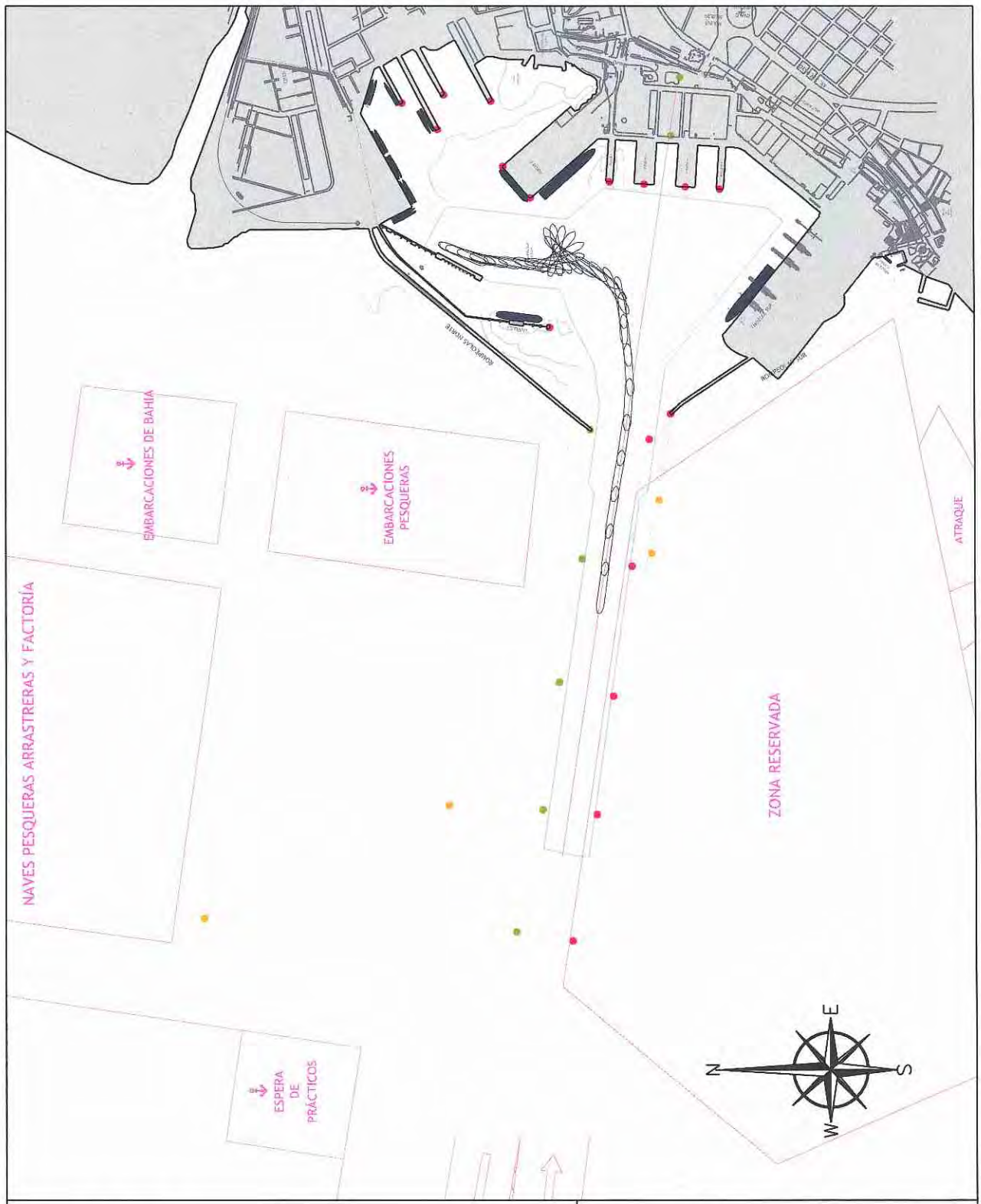


Figura: Trk-25	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

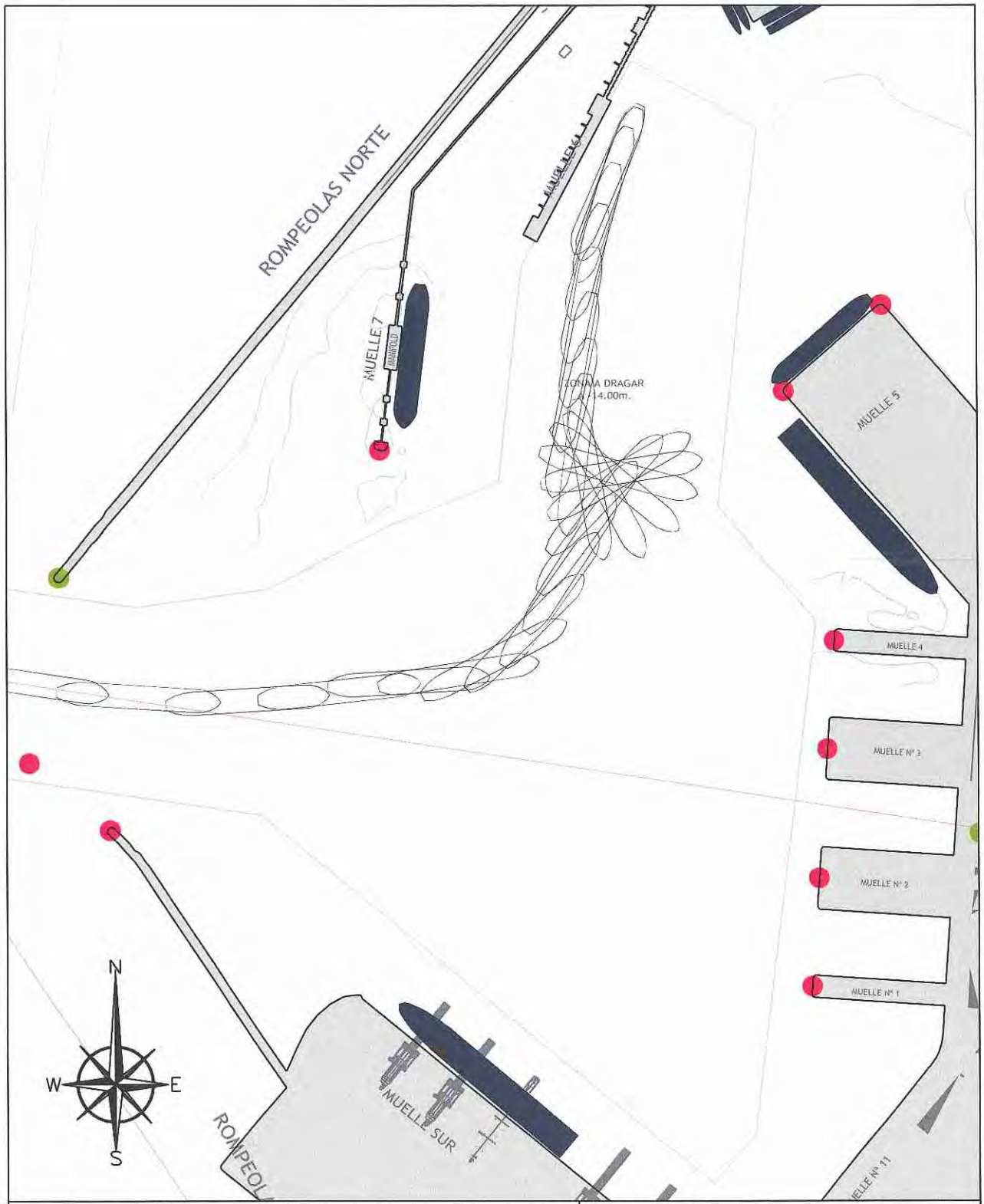


Figura: Trk-25	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

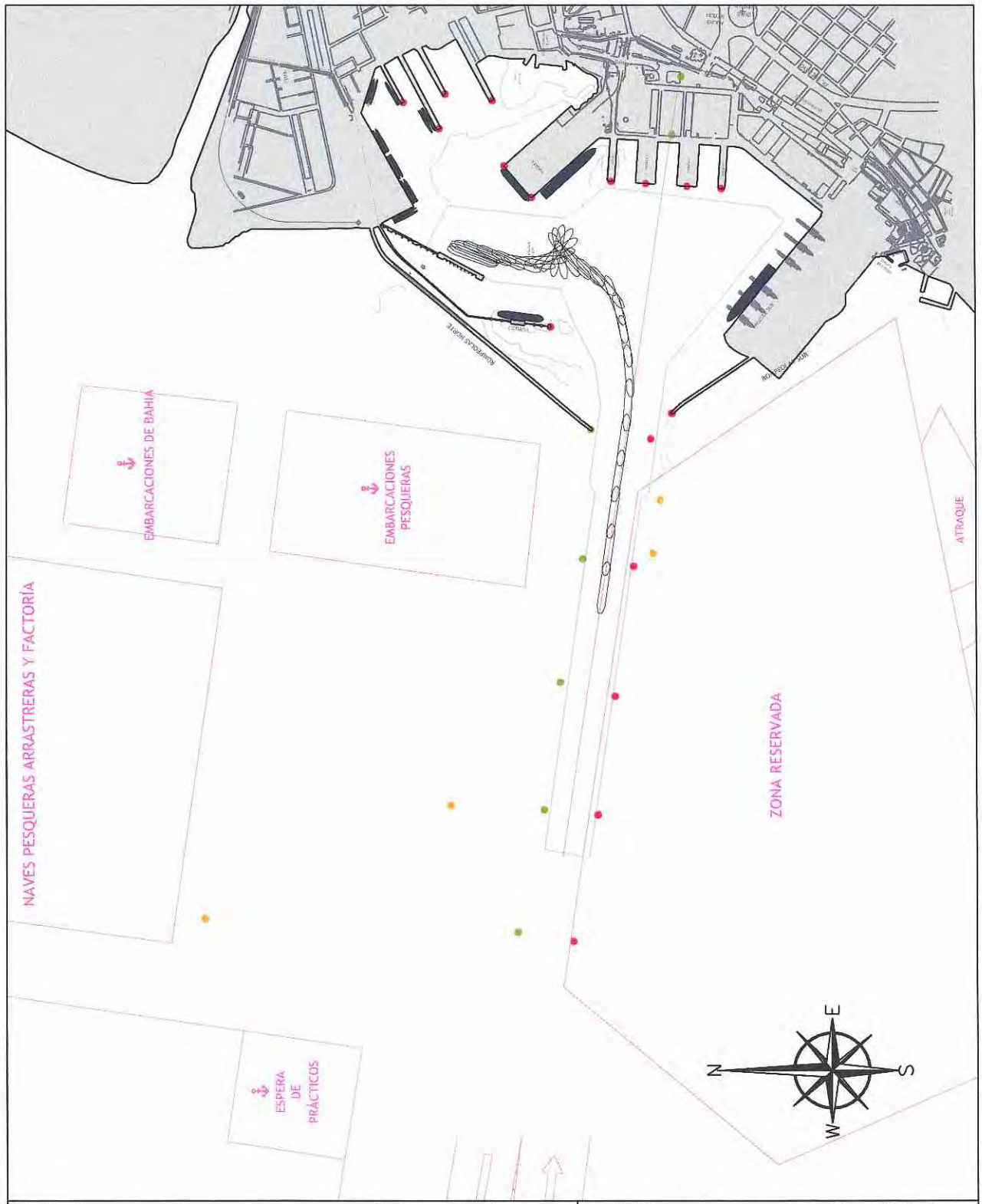


Figura: Trk-27	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

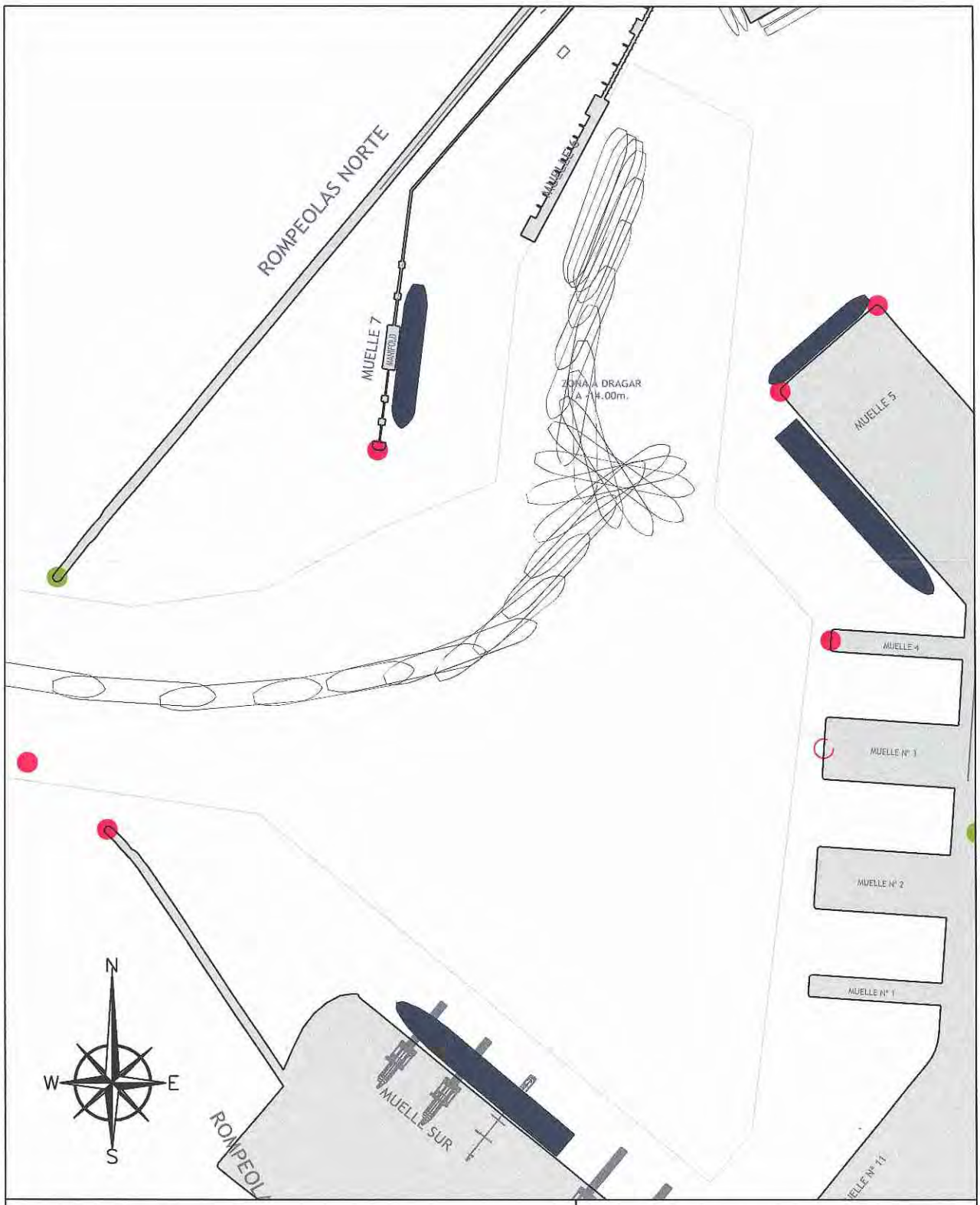


Figura: Trk-27	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

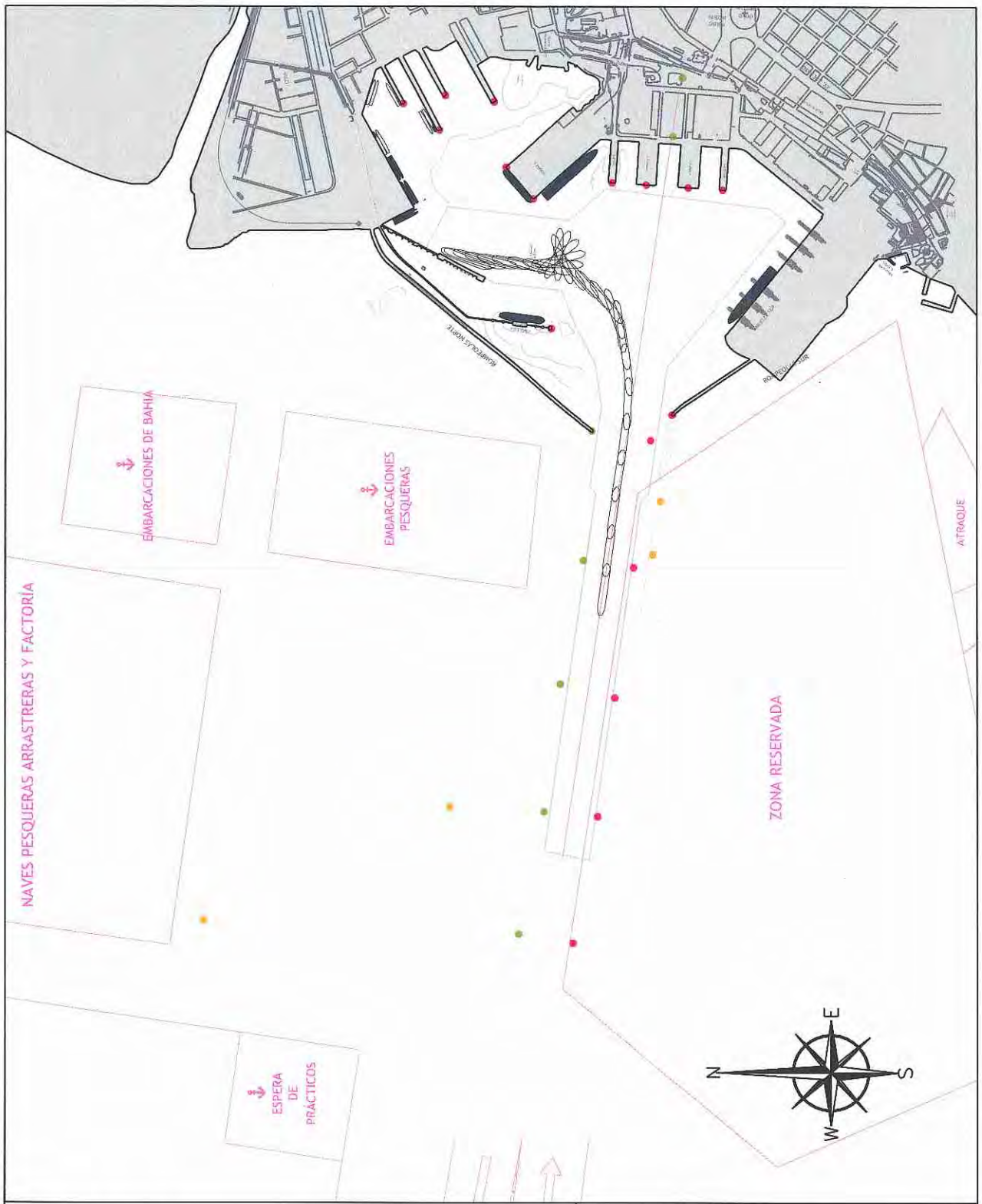


Figura: Trk-32

Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada

Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc

Gráfico de Trayectoria

Intervalo Dibujo: 60 s

Scale: 1/25000

Proyecto: callao_2012

Condición: 11511

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

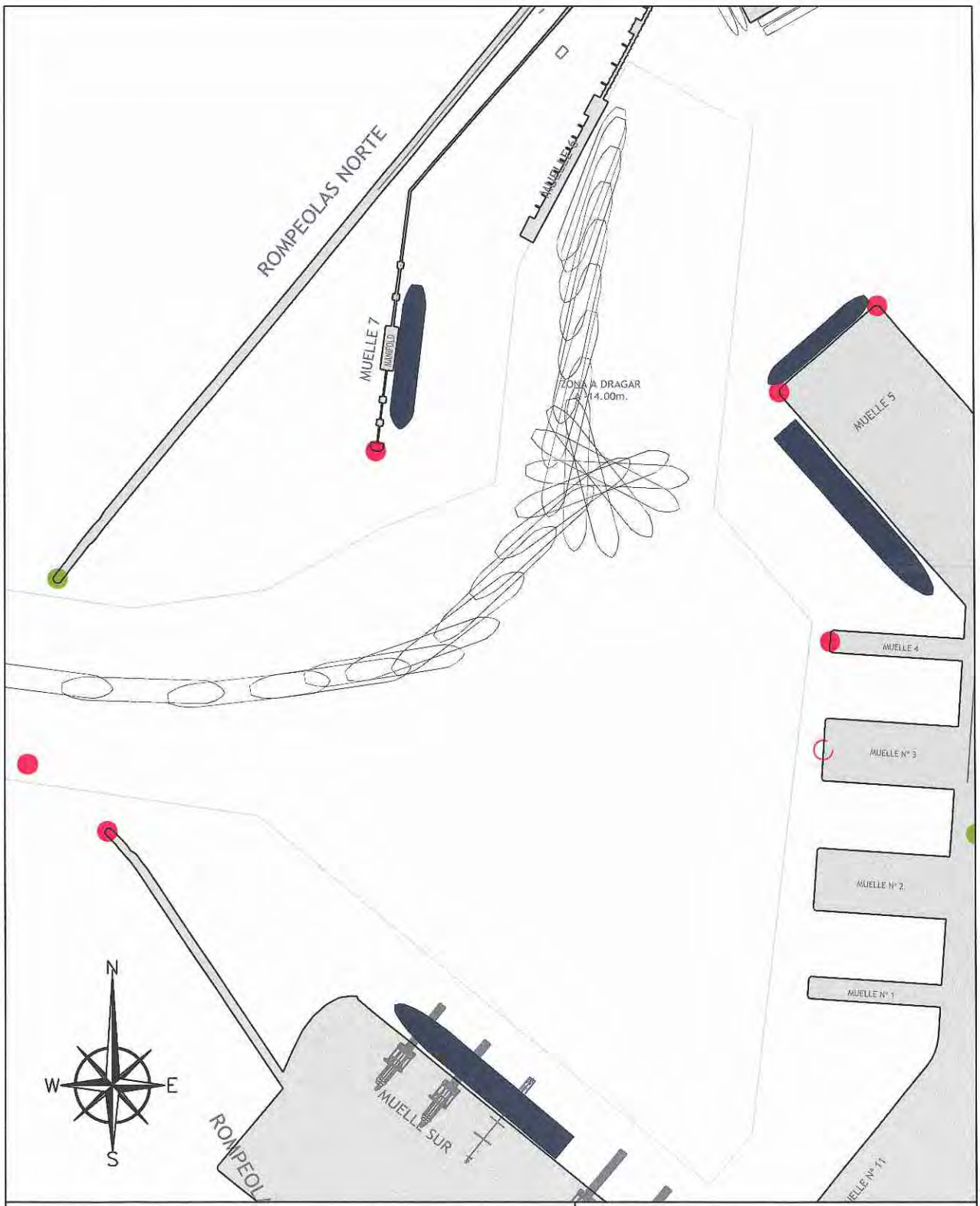


Figura: Trk-32

Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada

Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc

Gráfico de Trayectoria

Intervalo Dibujo: 60 s

Scale: 1/8000

Proyecto: callao_2012

Condición: 11511

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

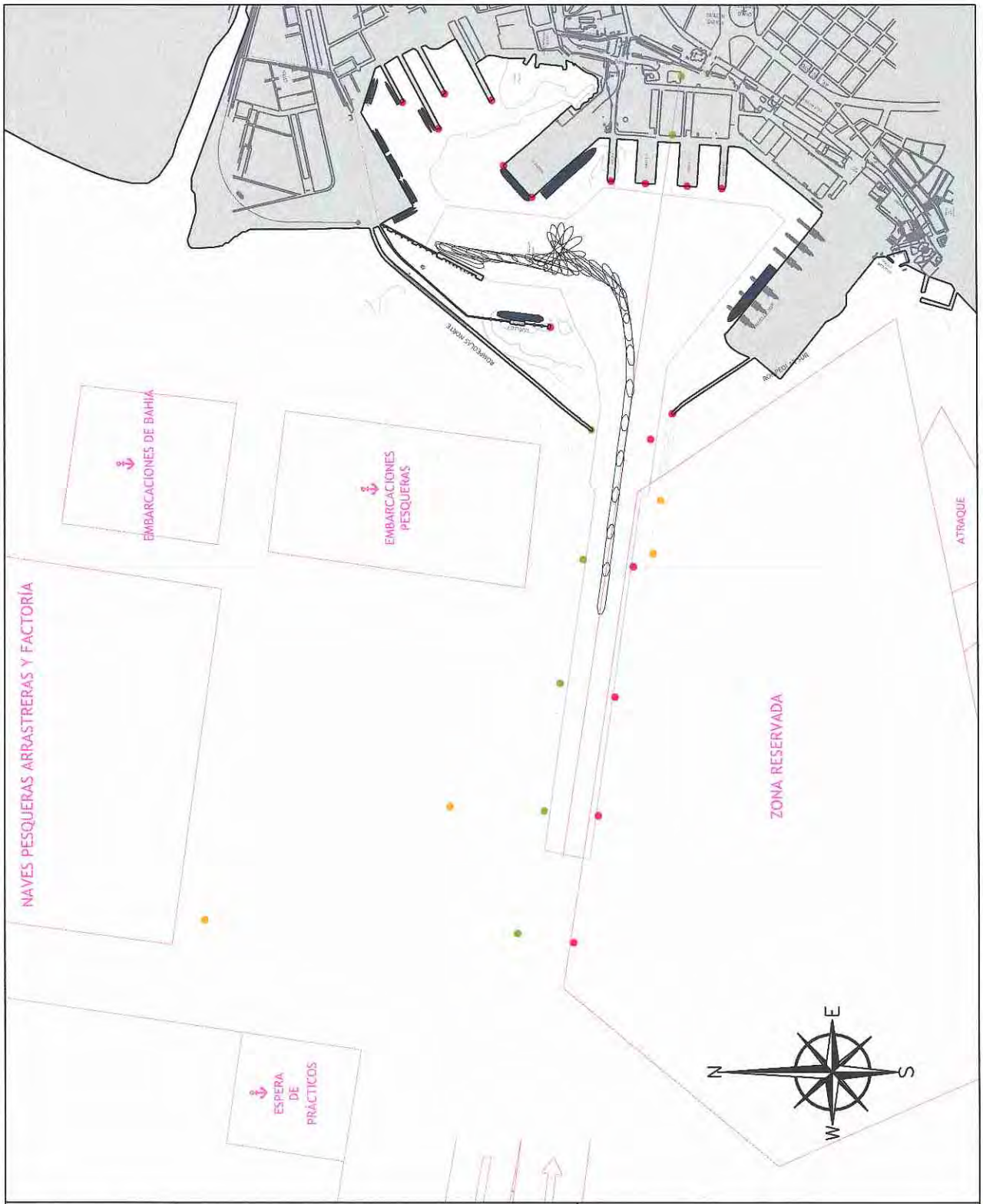


Figura: Trk-35	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

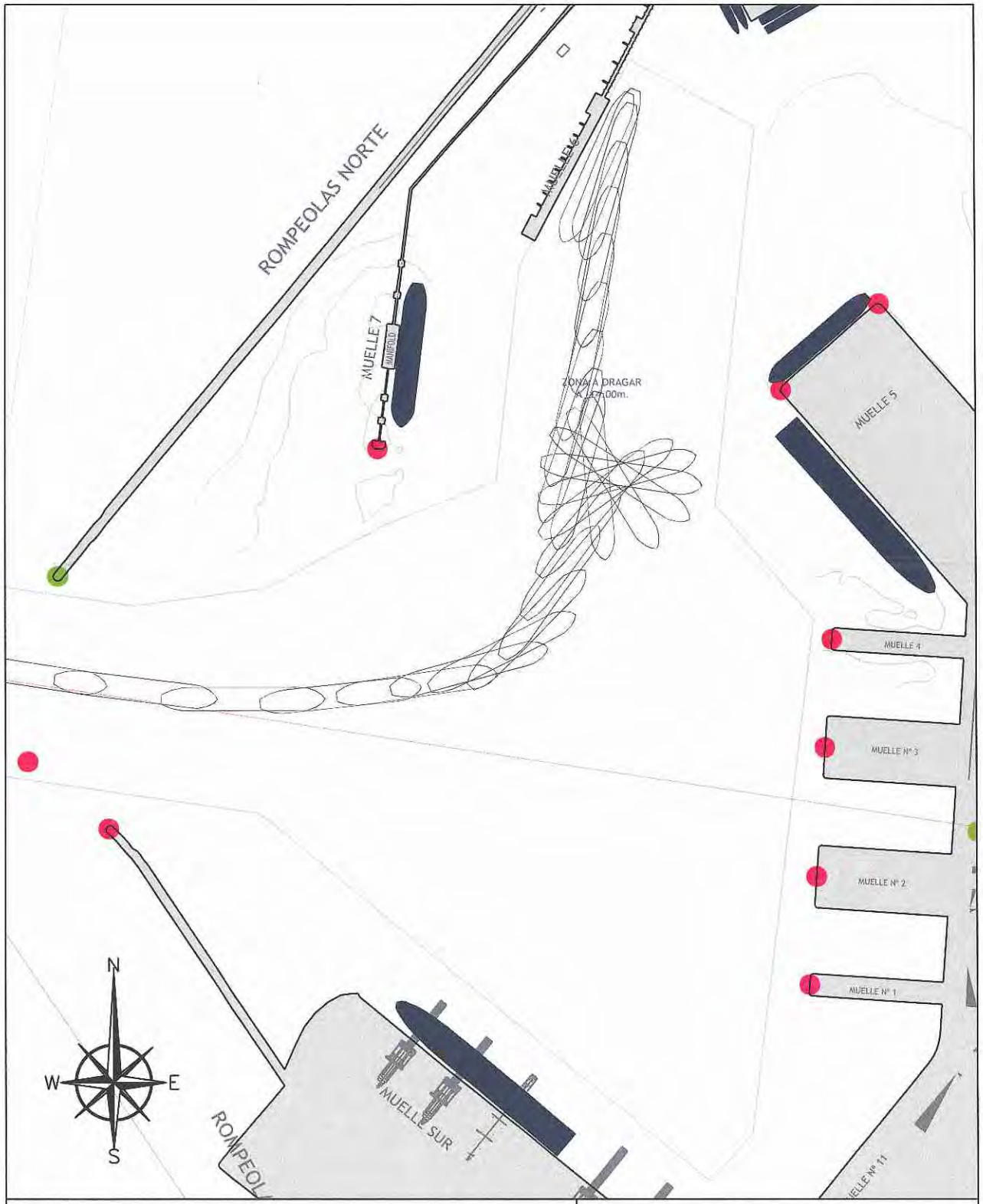


Figura: Trk-35	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

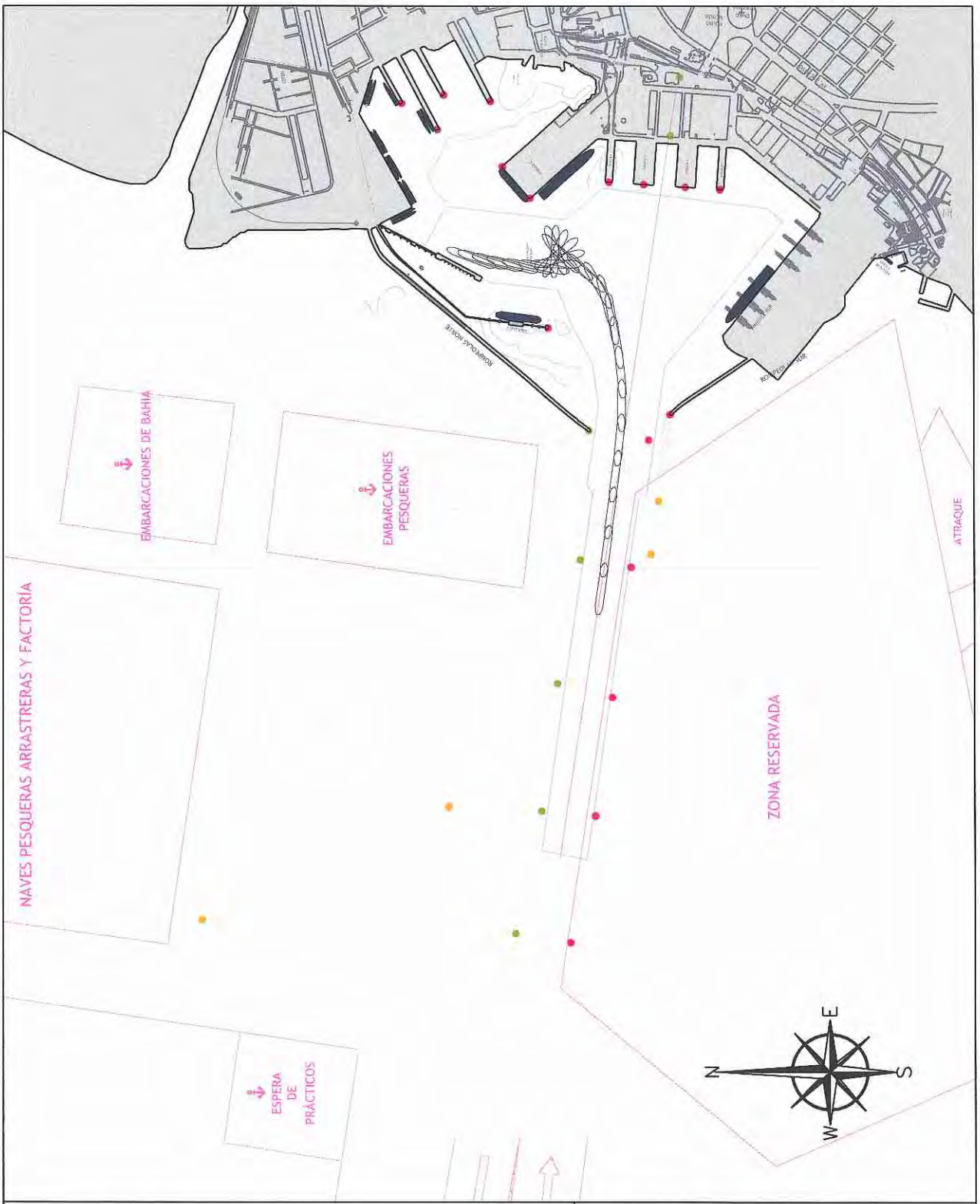


Figura: Trk-36	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11511	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

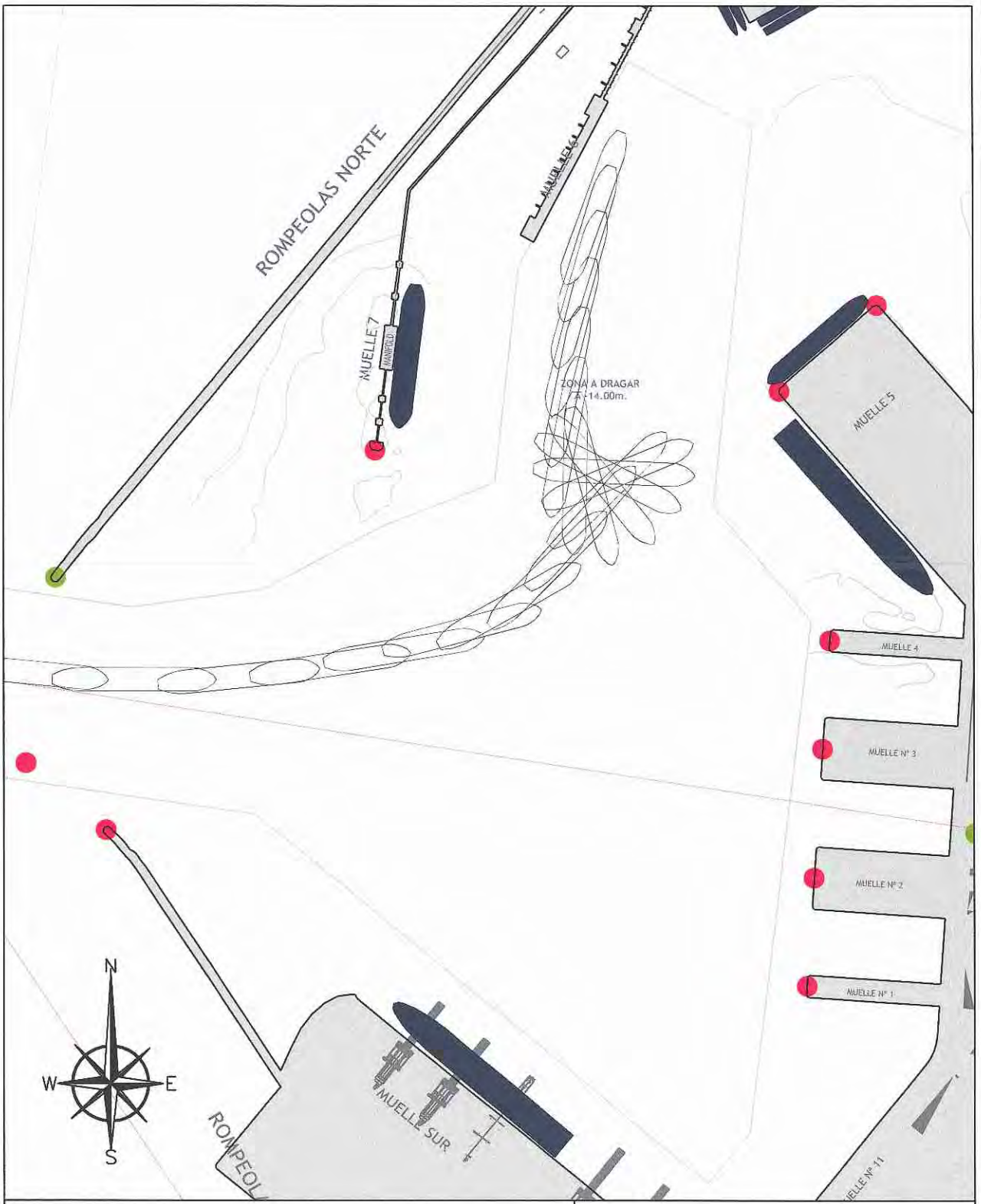


Figura: Trk-36	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

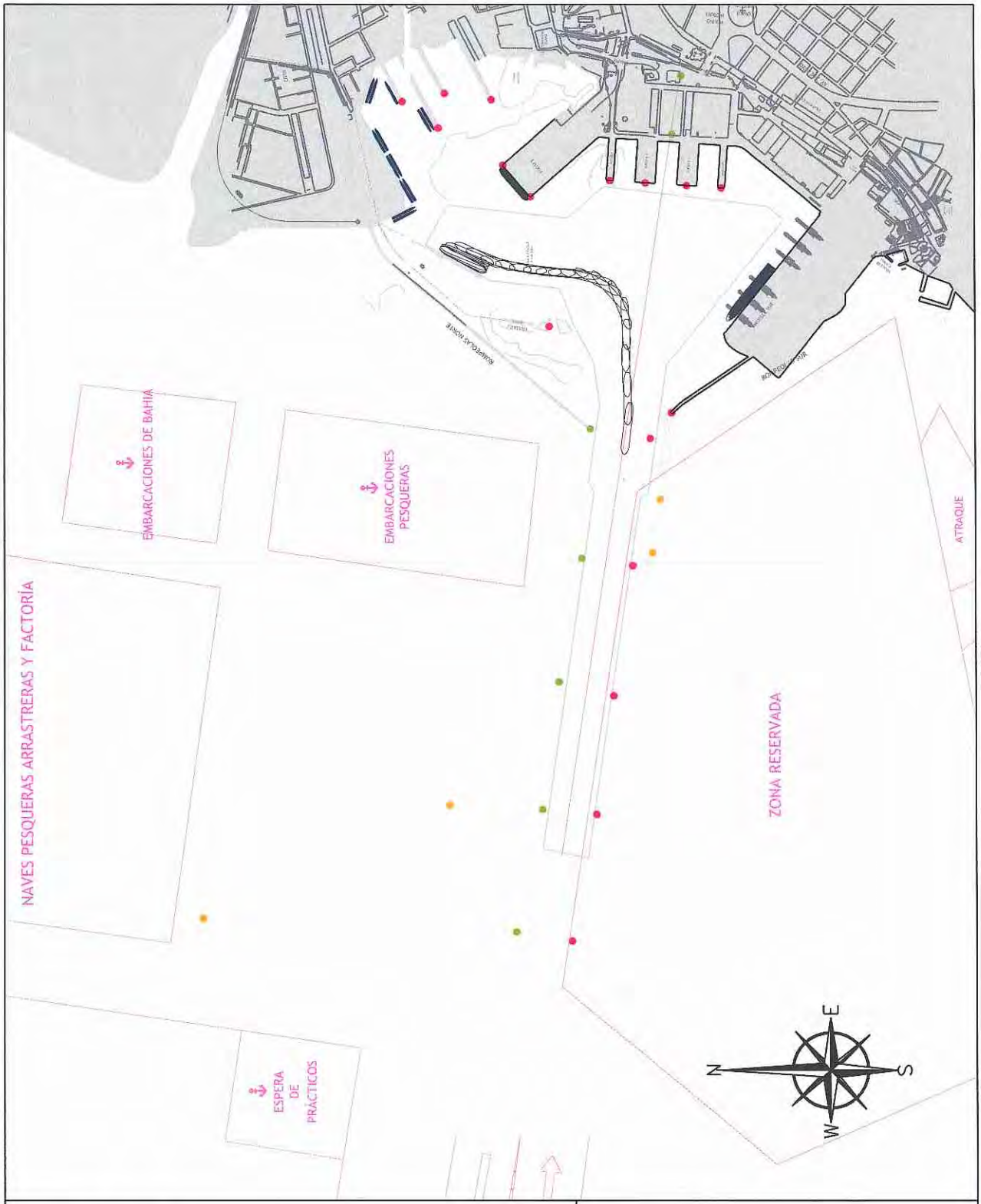


Figura: Trk-12	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

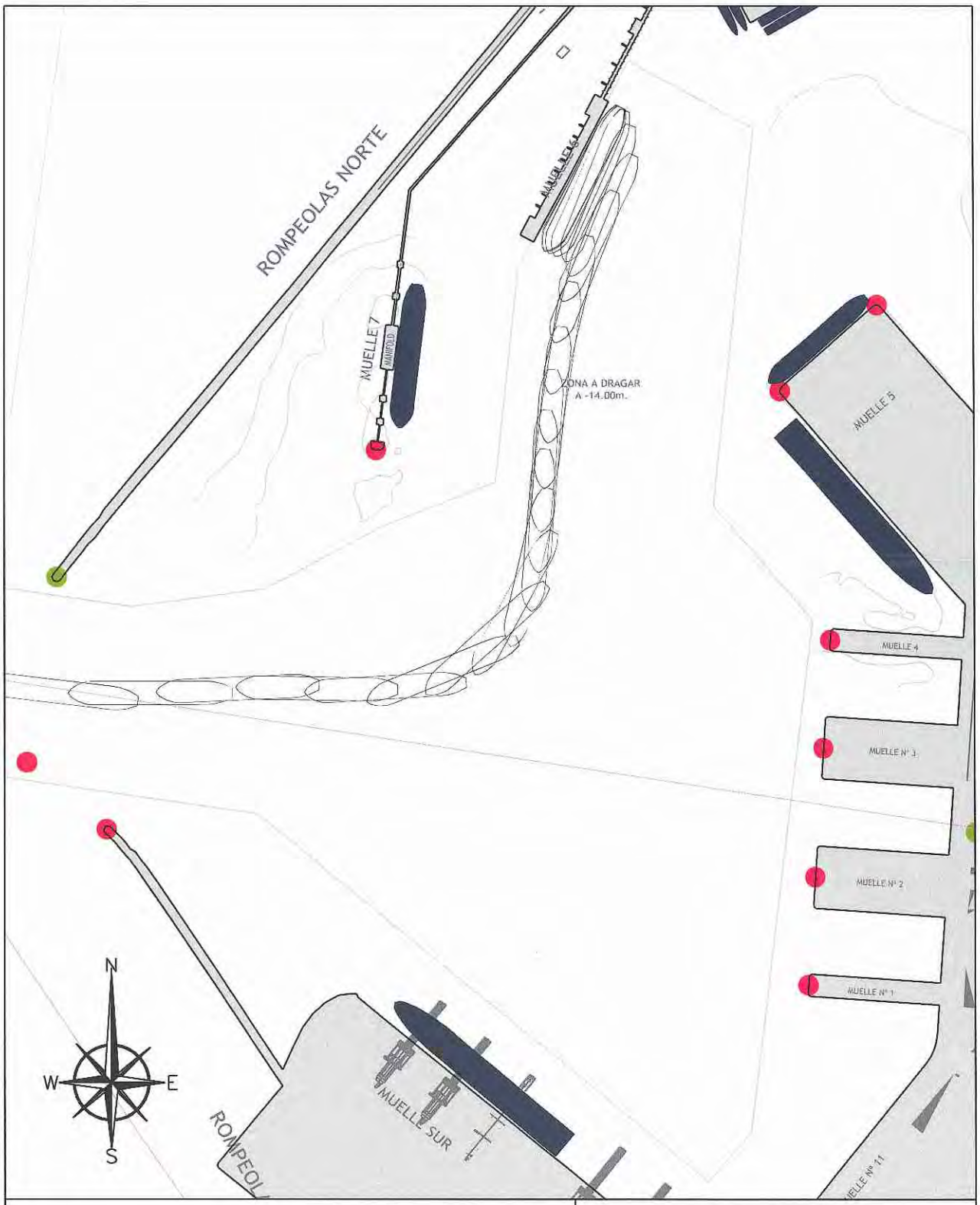


Figura: Trk-12	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

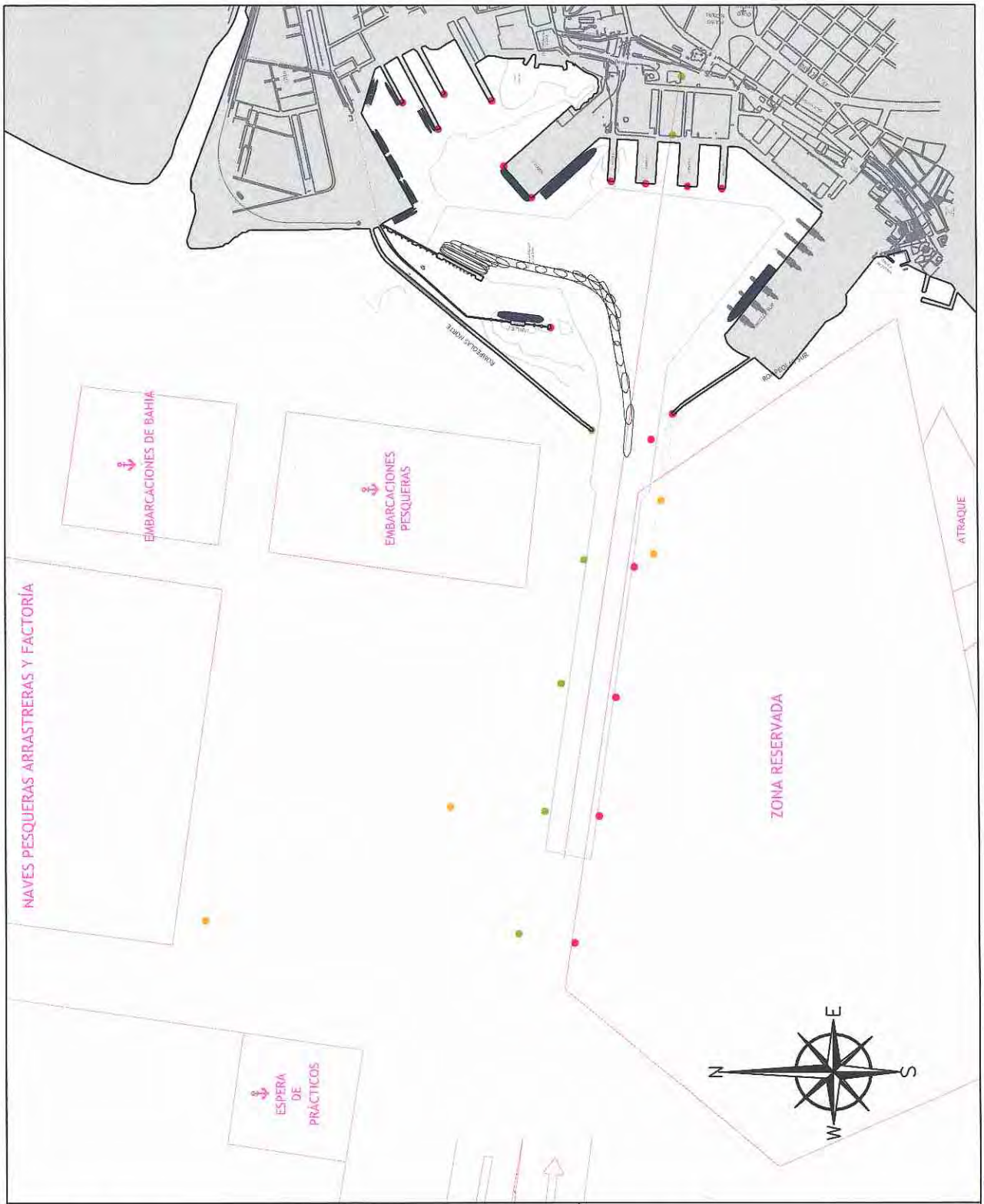


Figura: Trk-14	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

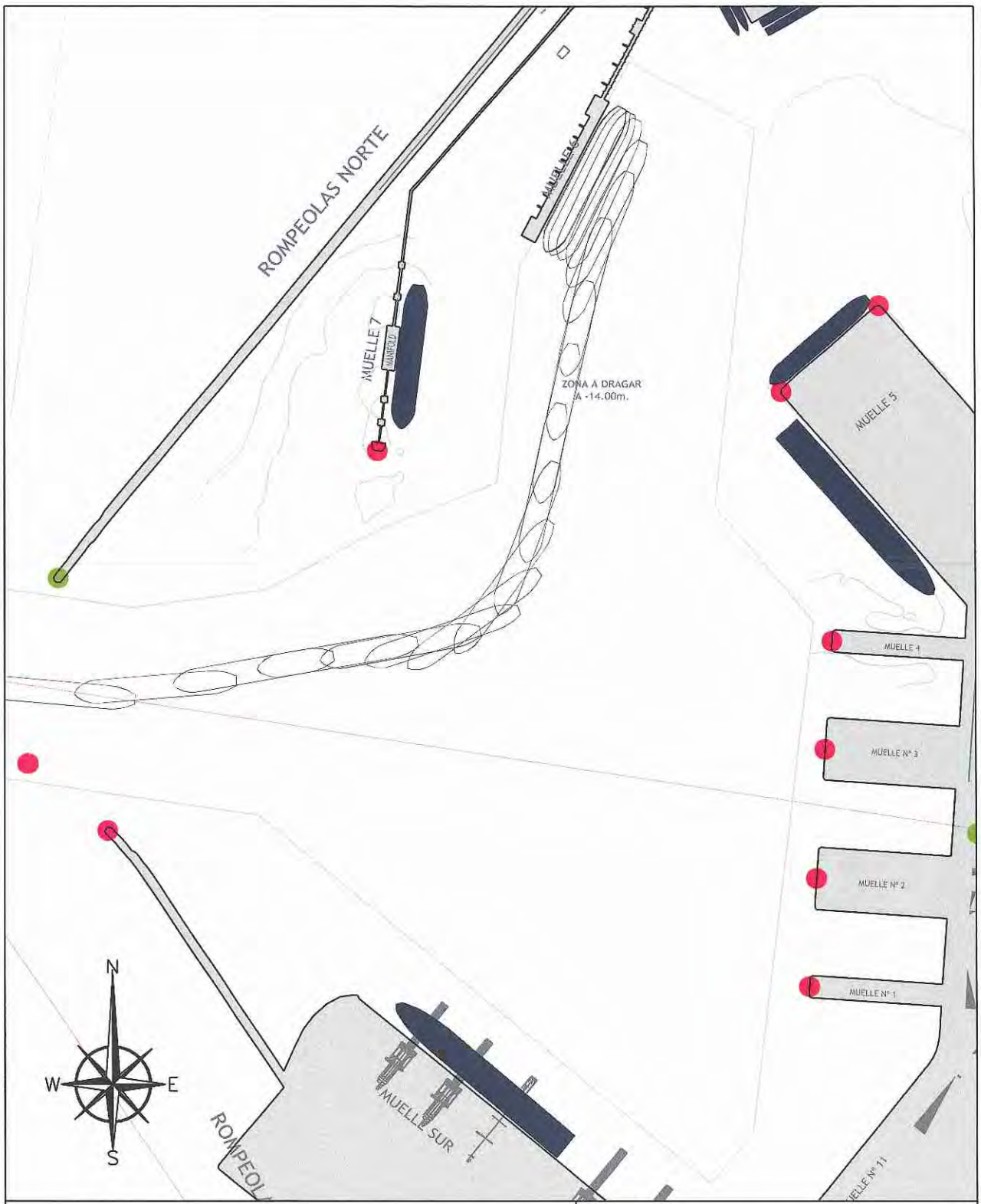


Figura: Trk-14	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

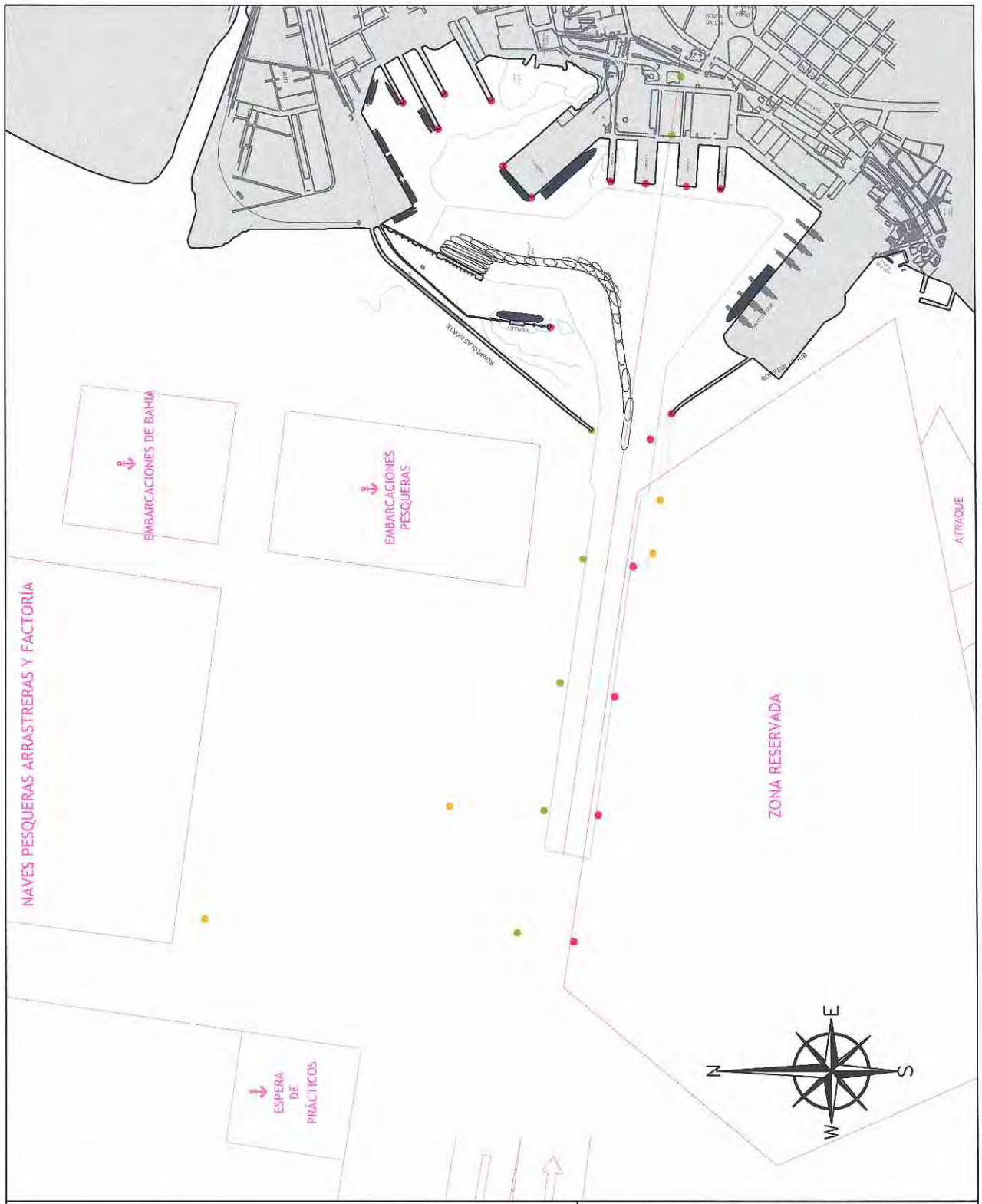


Figura: Trk-16	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

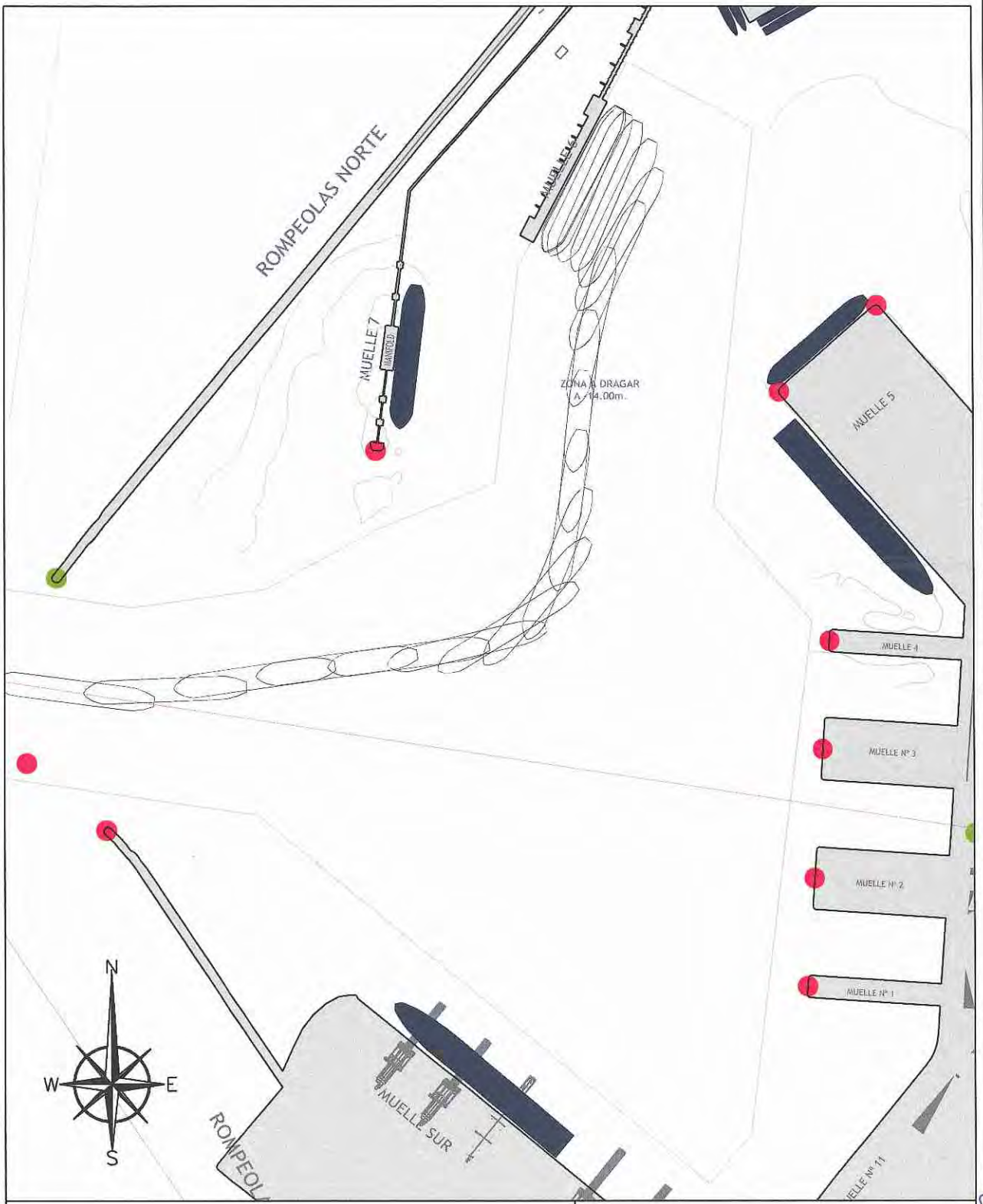


Figura: Trk-16	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

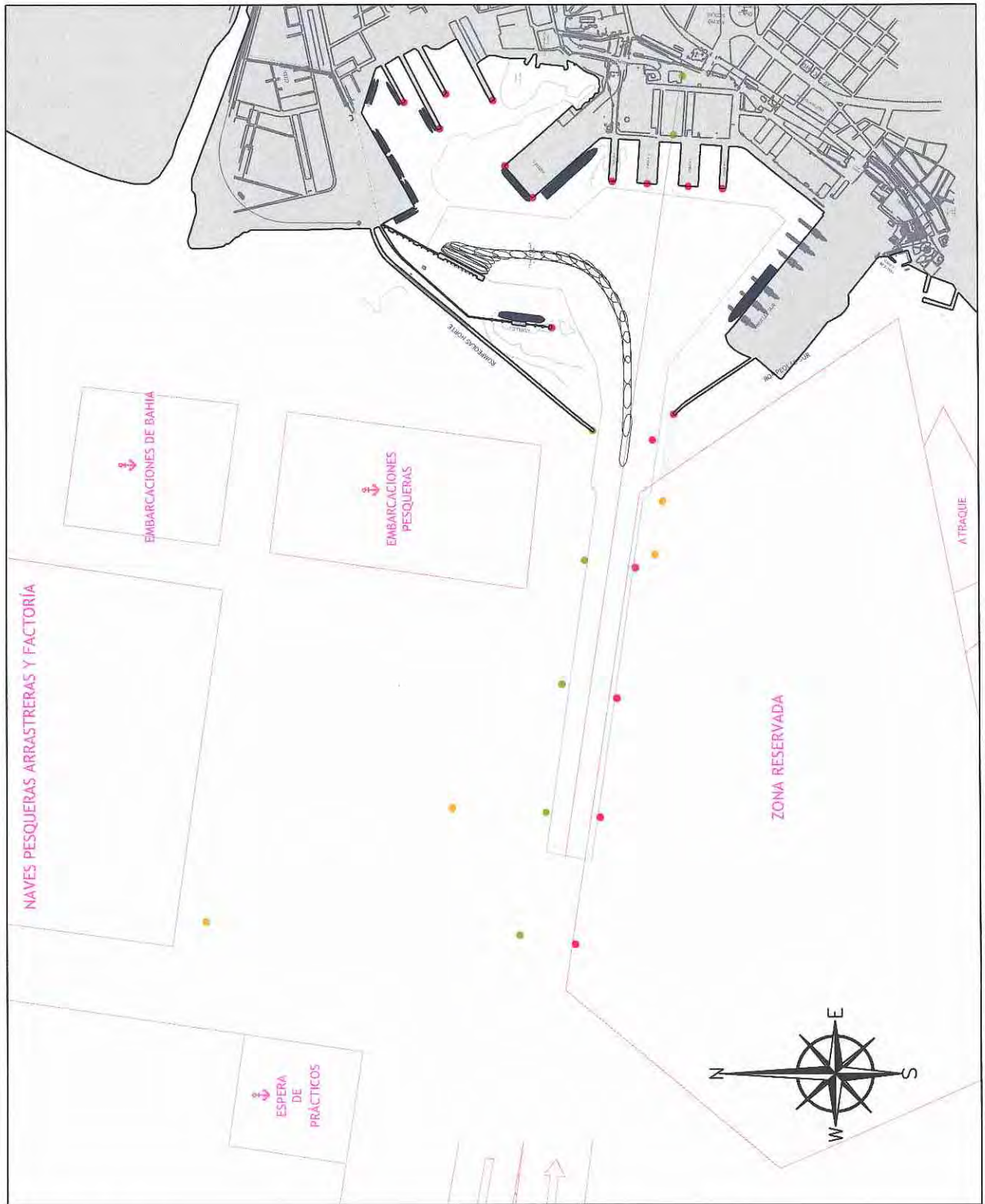


Figura: Trk-33	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

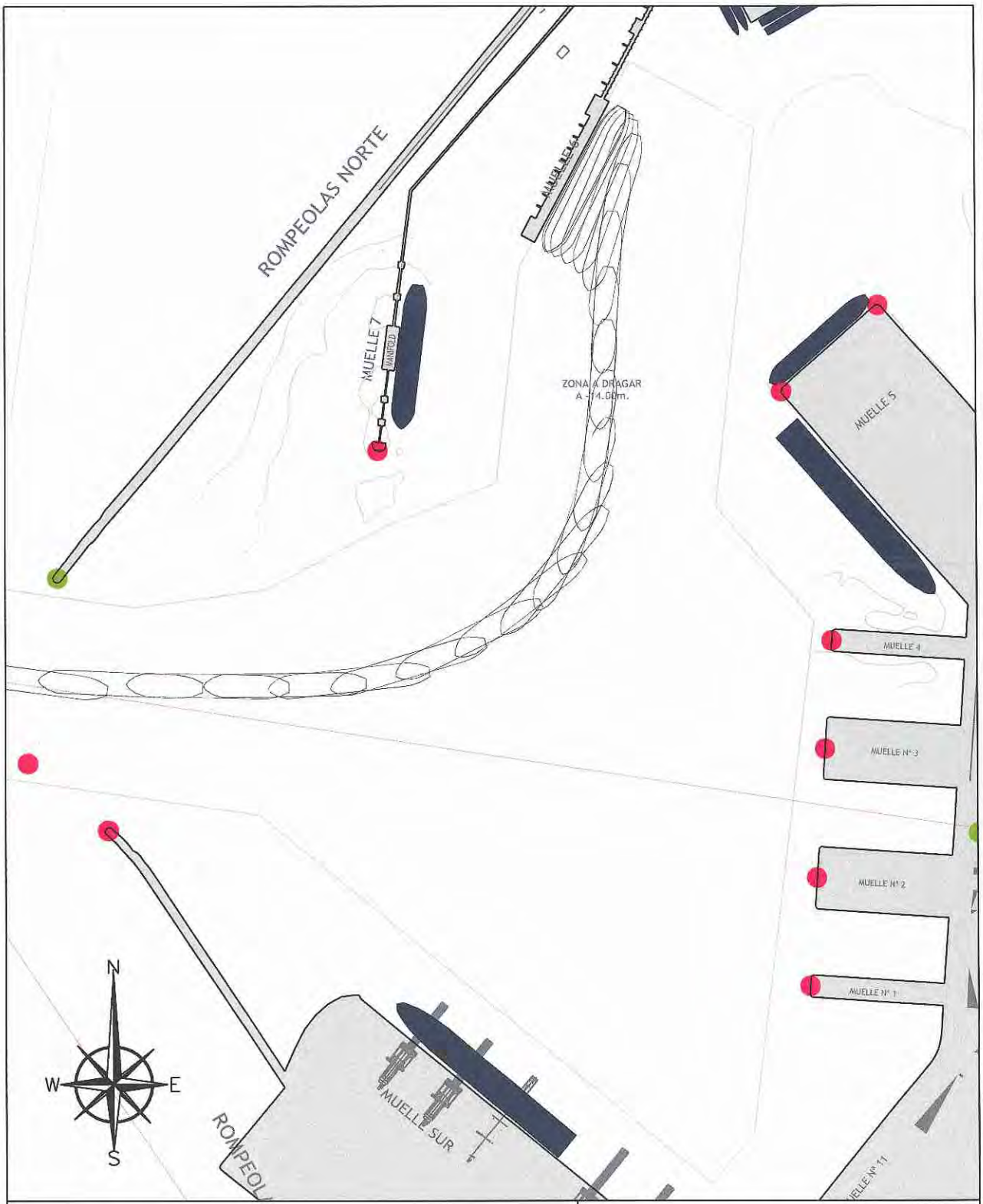


Figura: Trk-33	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

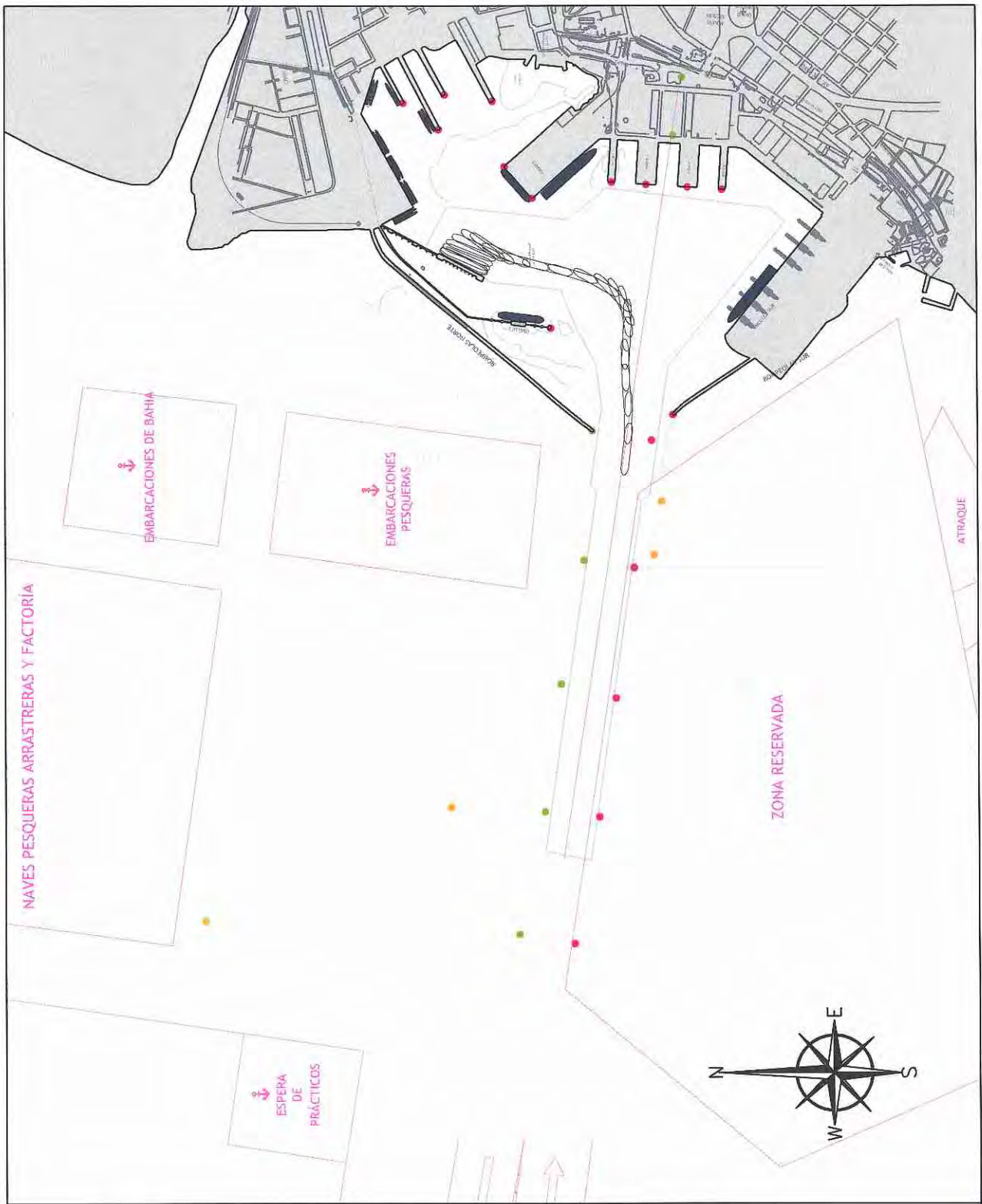


Figura: Trk-18	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

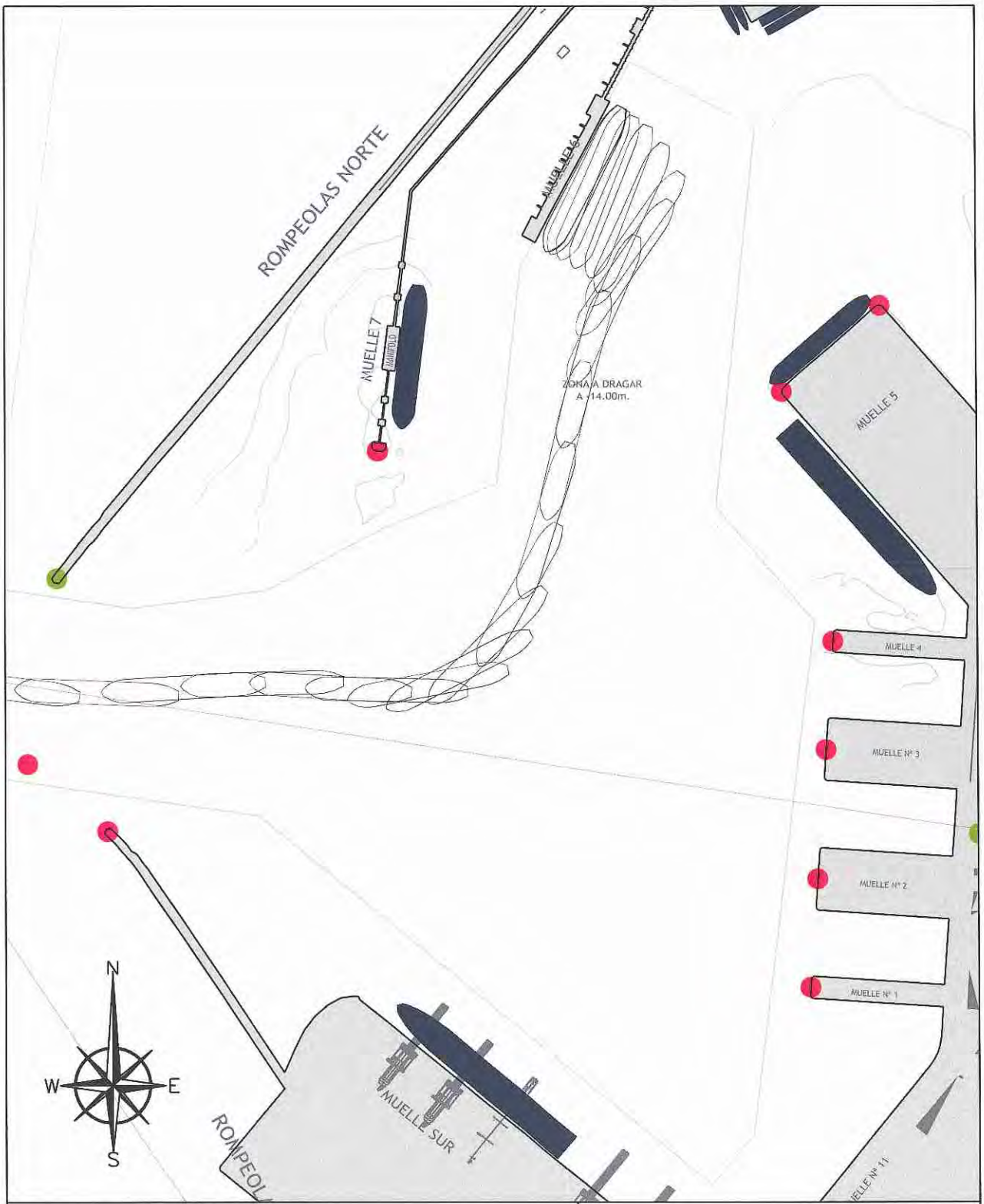


Figura: Trk-18	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623 Siport21

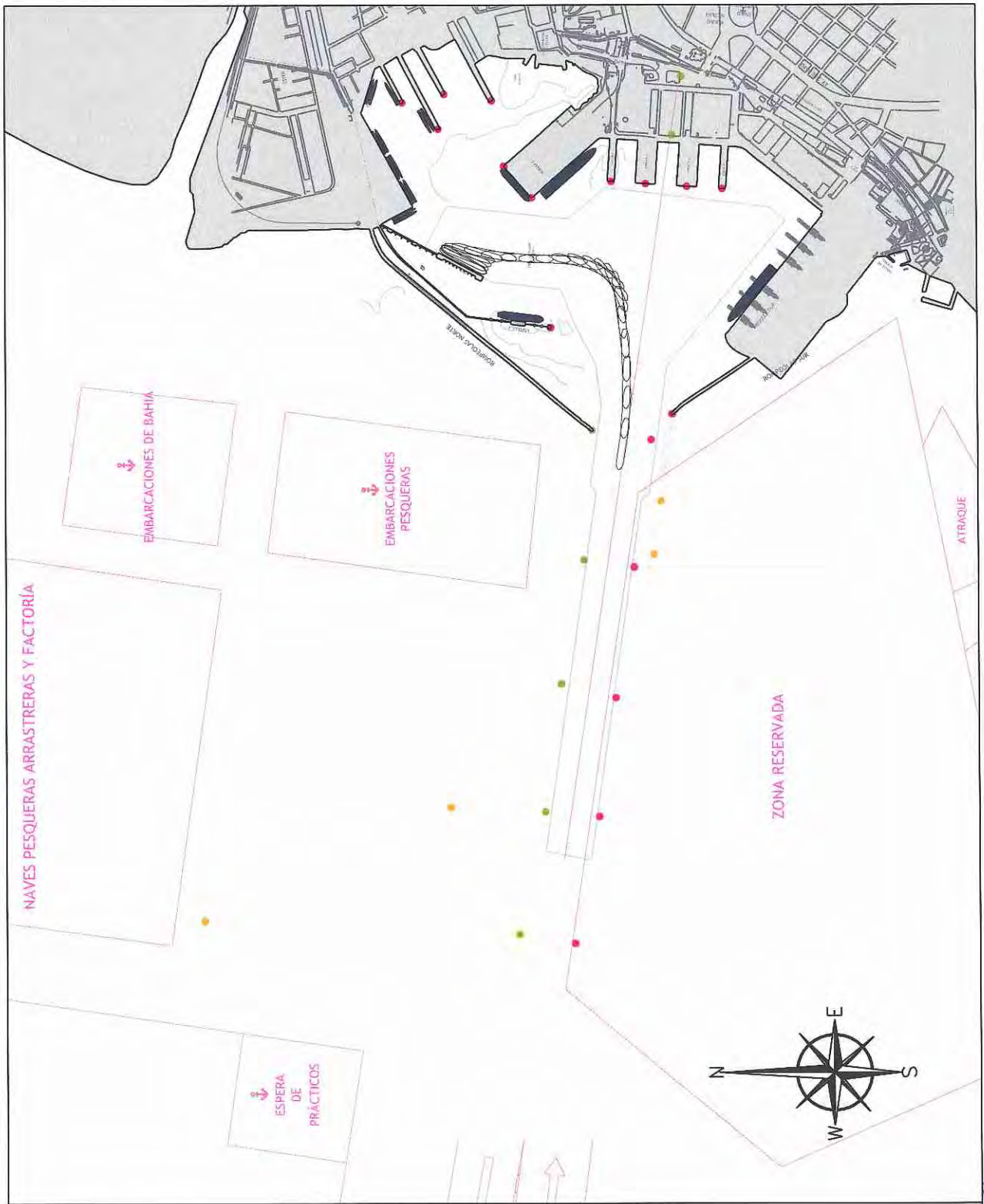


Figura: Trk-24	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

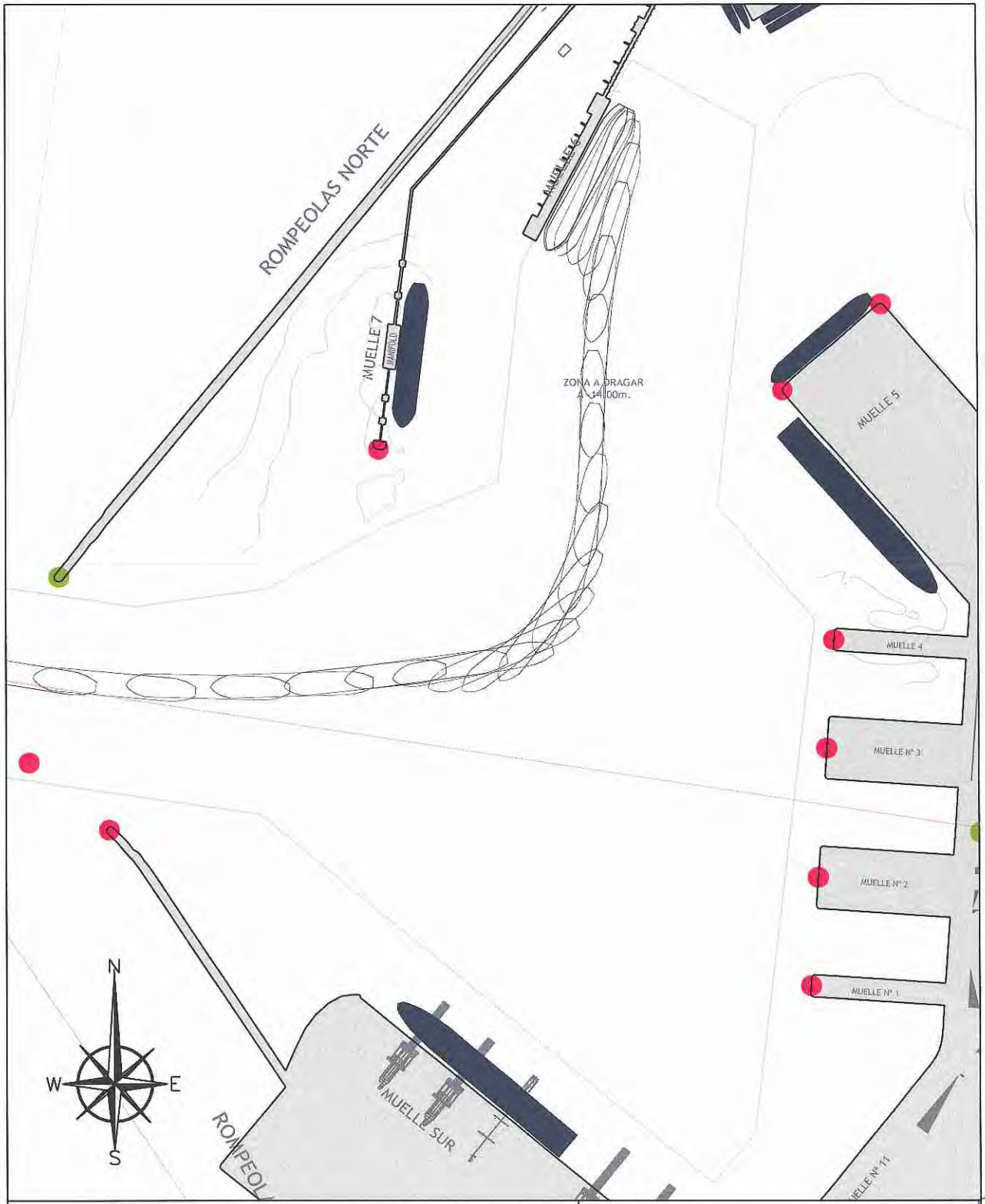


Figura: Trk-24	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

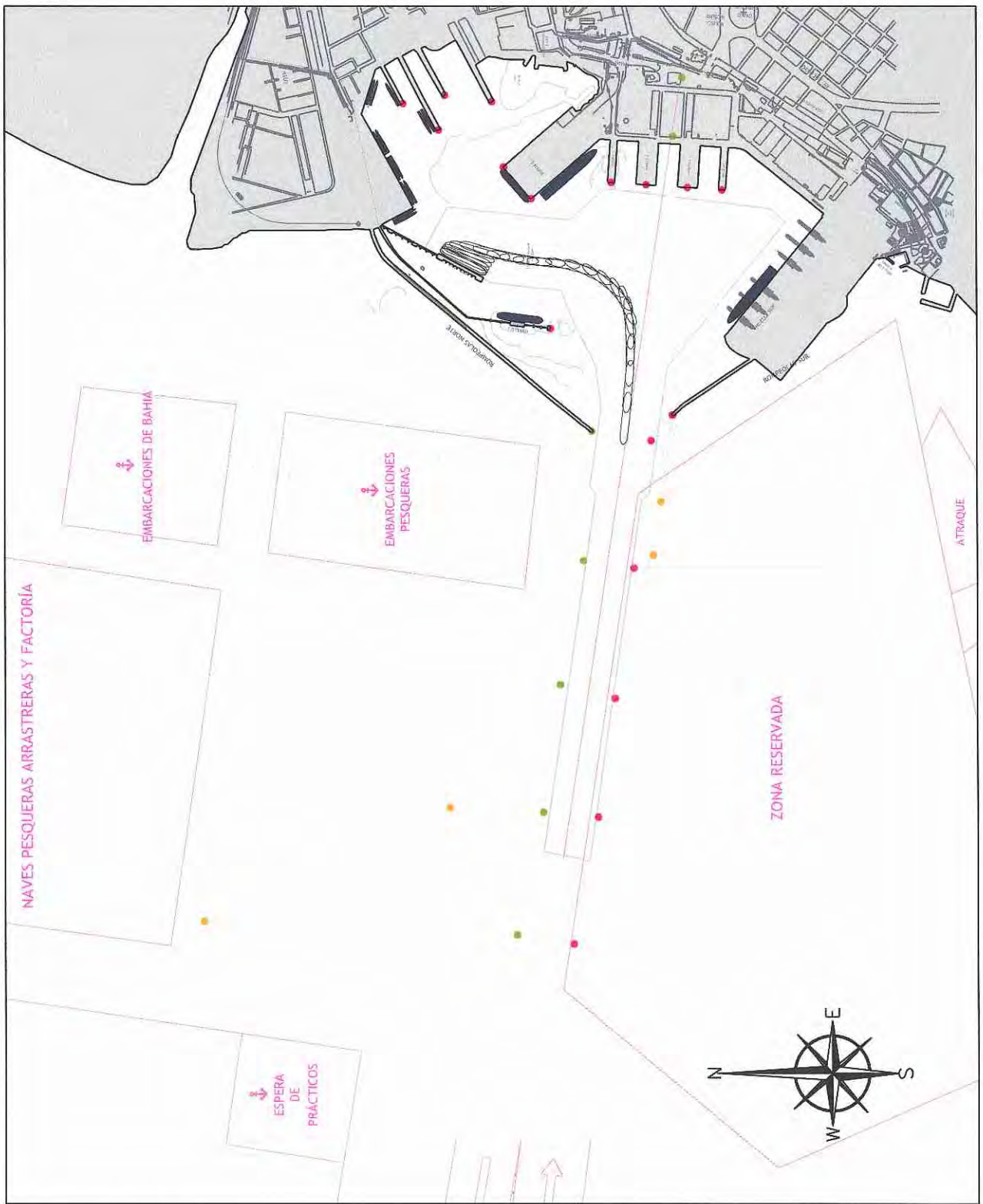


Figura: Trk-26	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

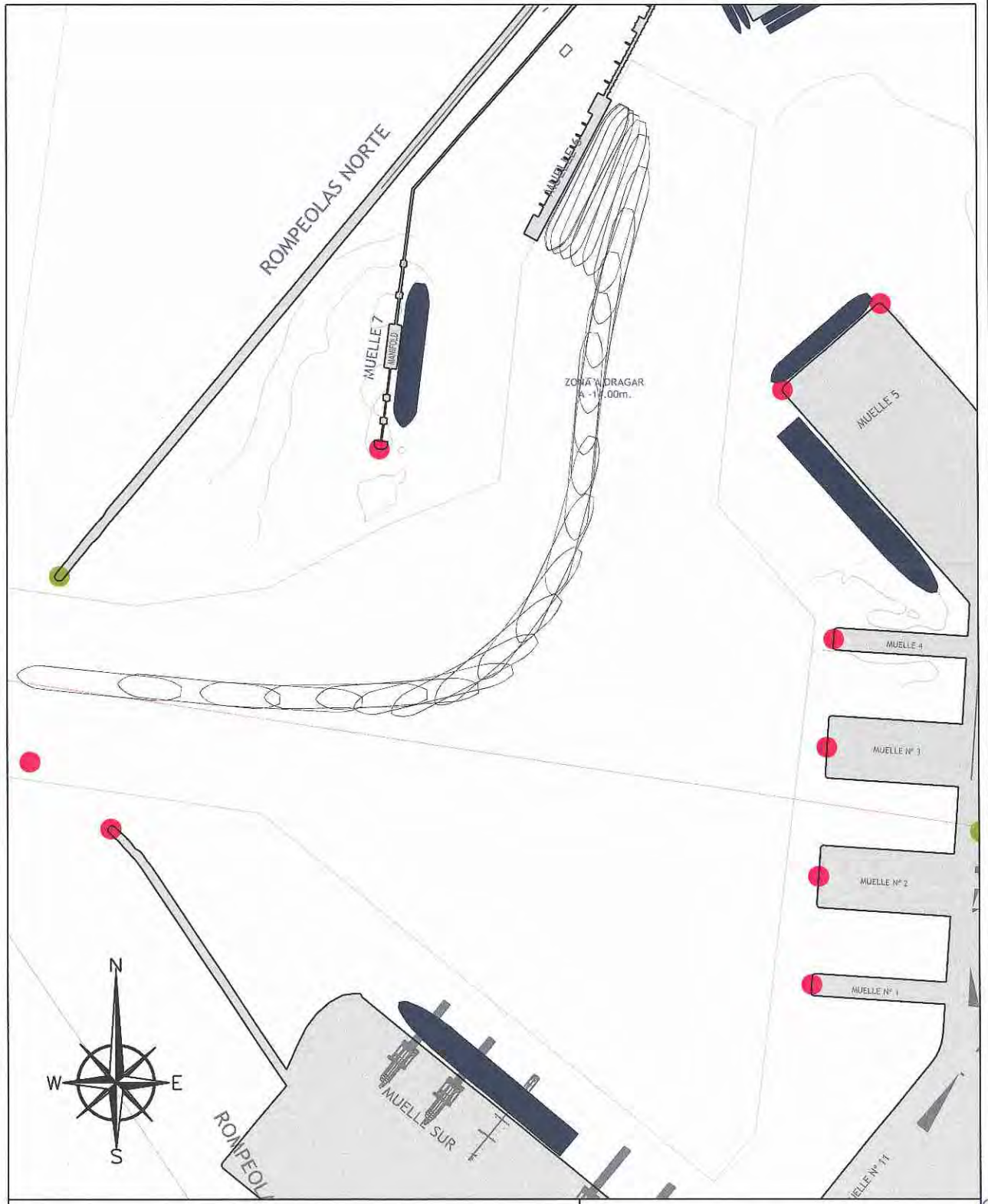


Figura: Trk-26	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

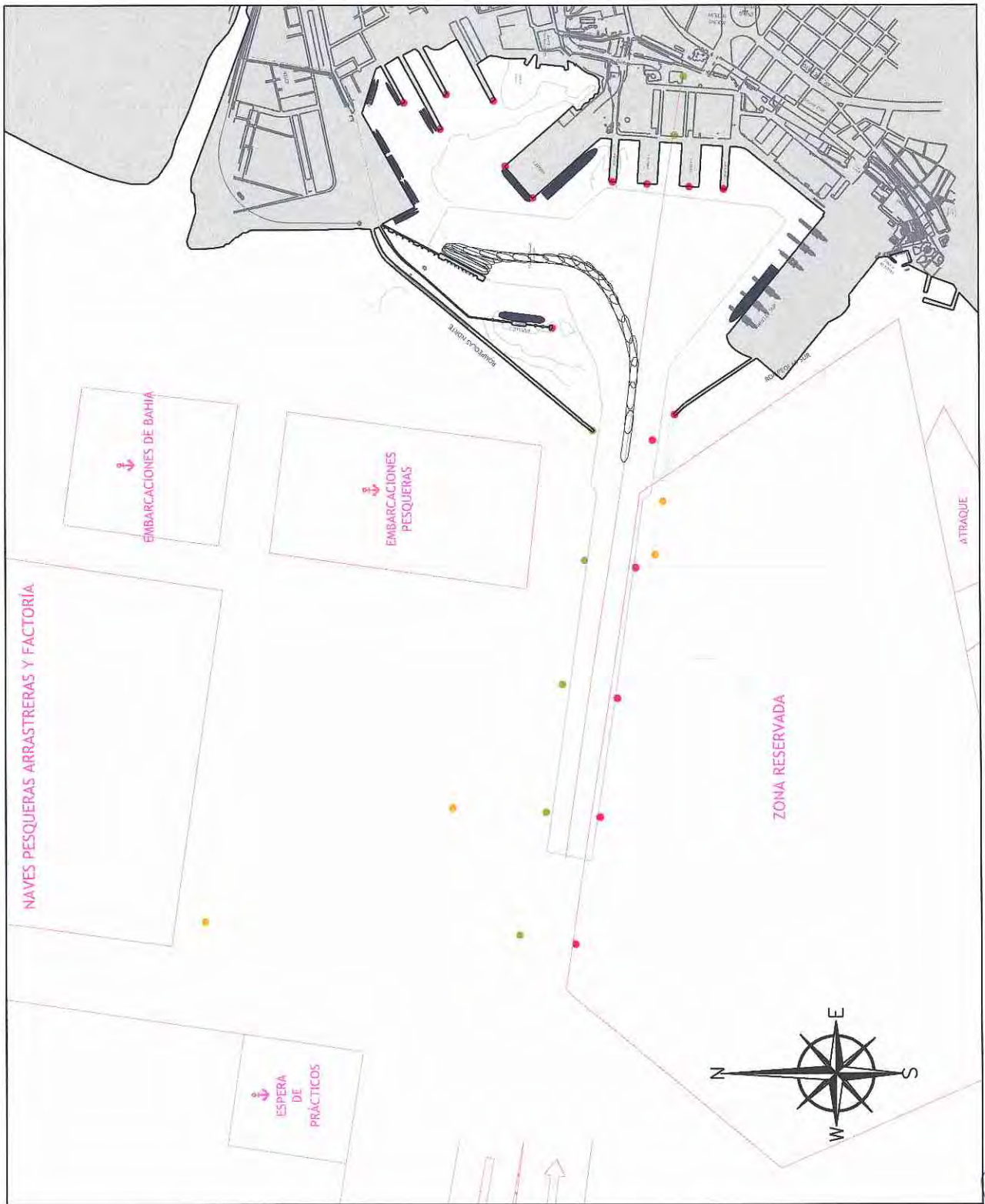


Figura: Trk-37	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

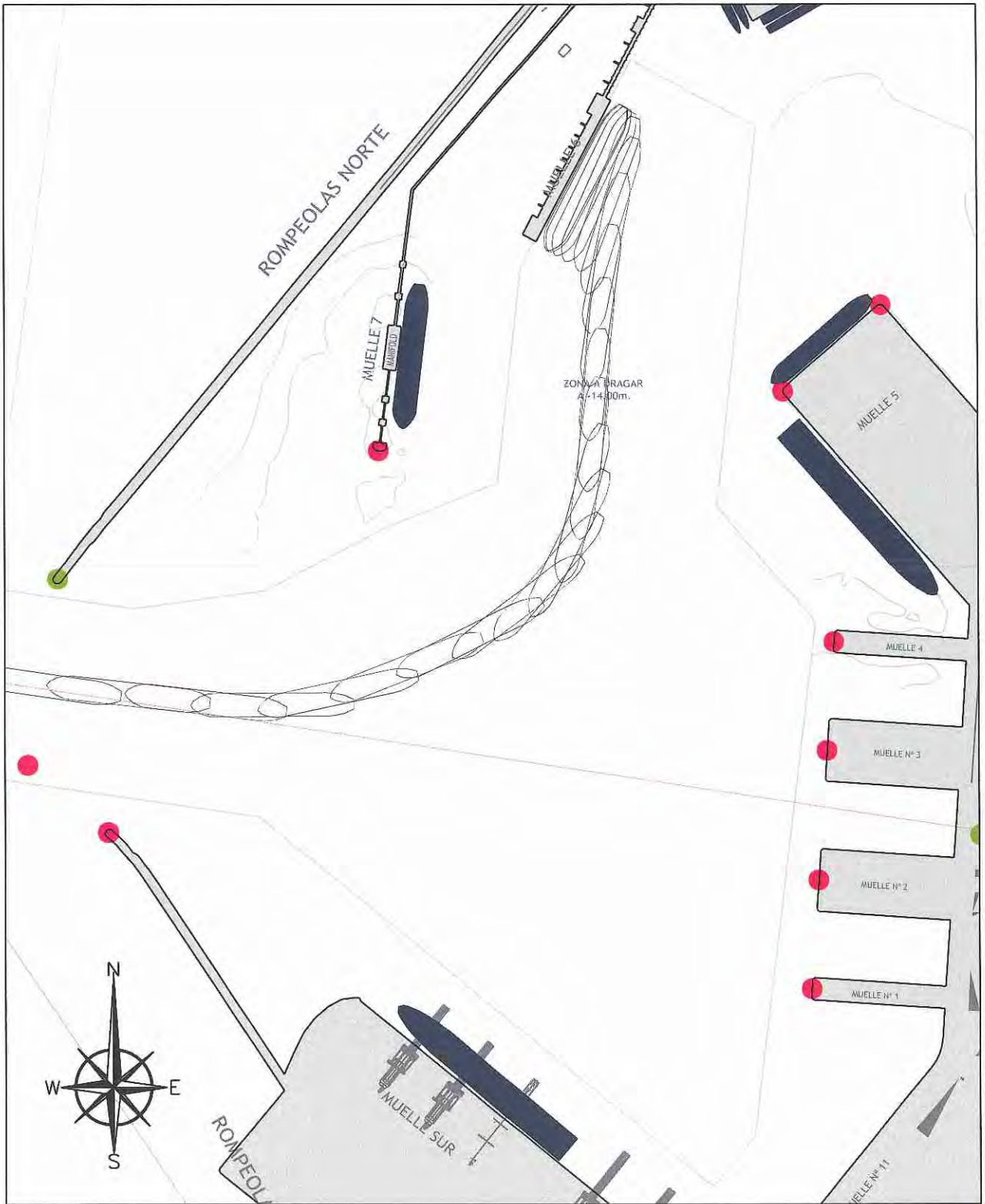


Figura: Trk-37	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

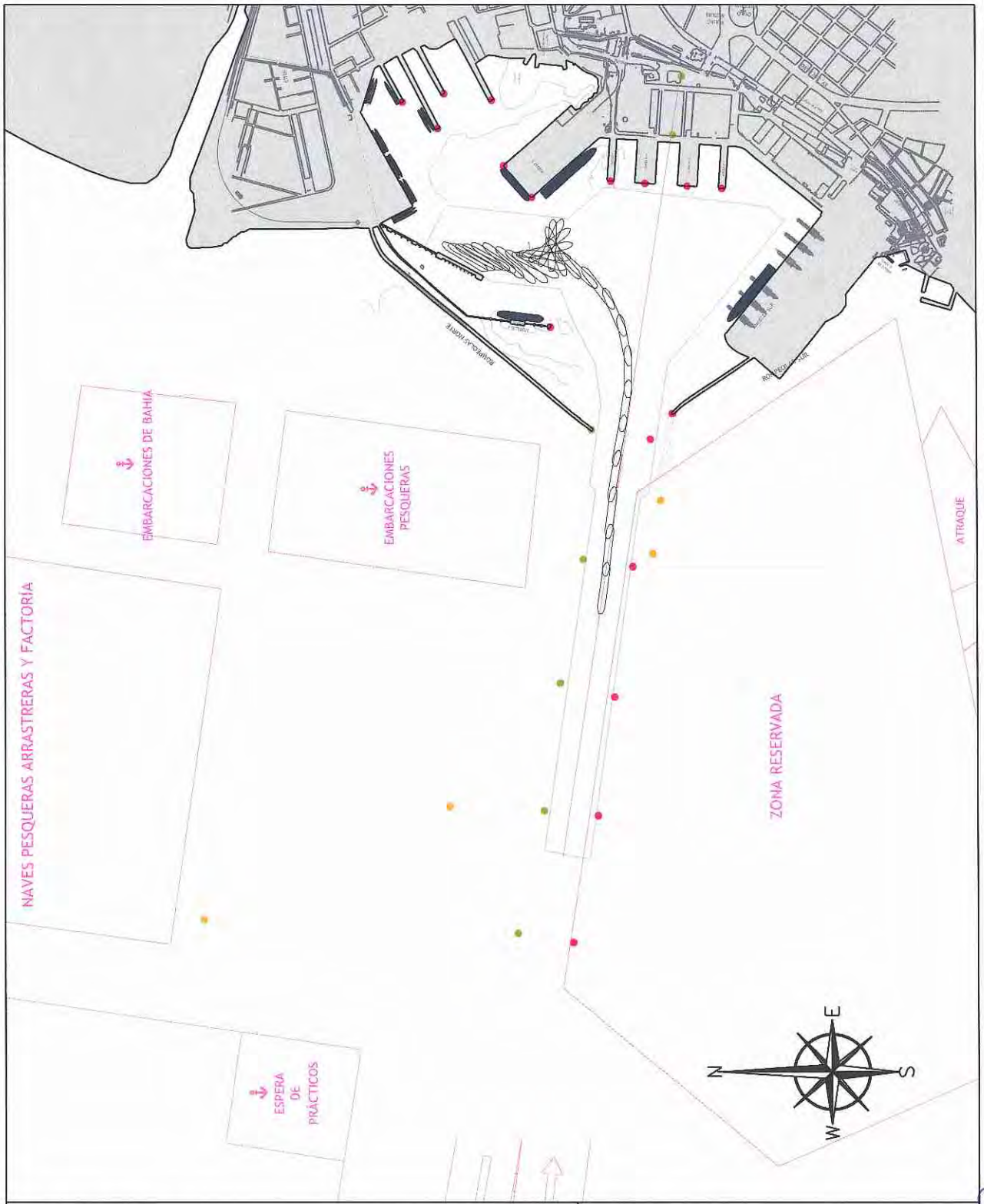


Figura: Trk-30	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11521	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 36 23

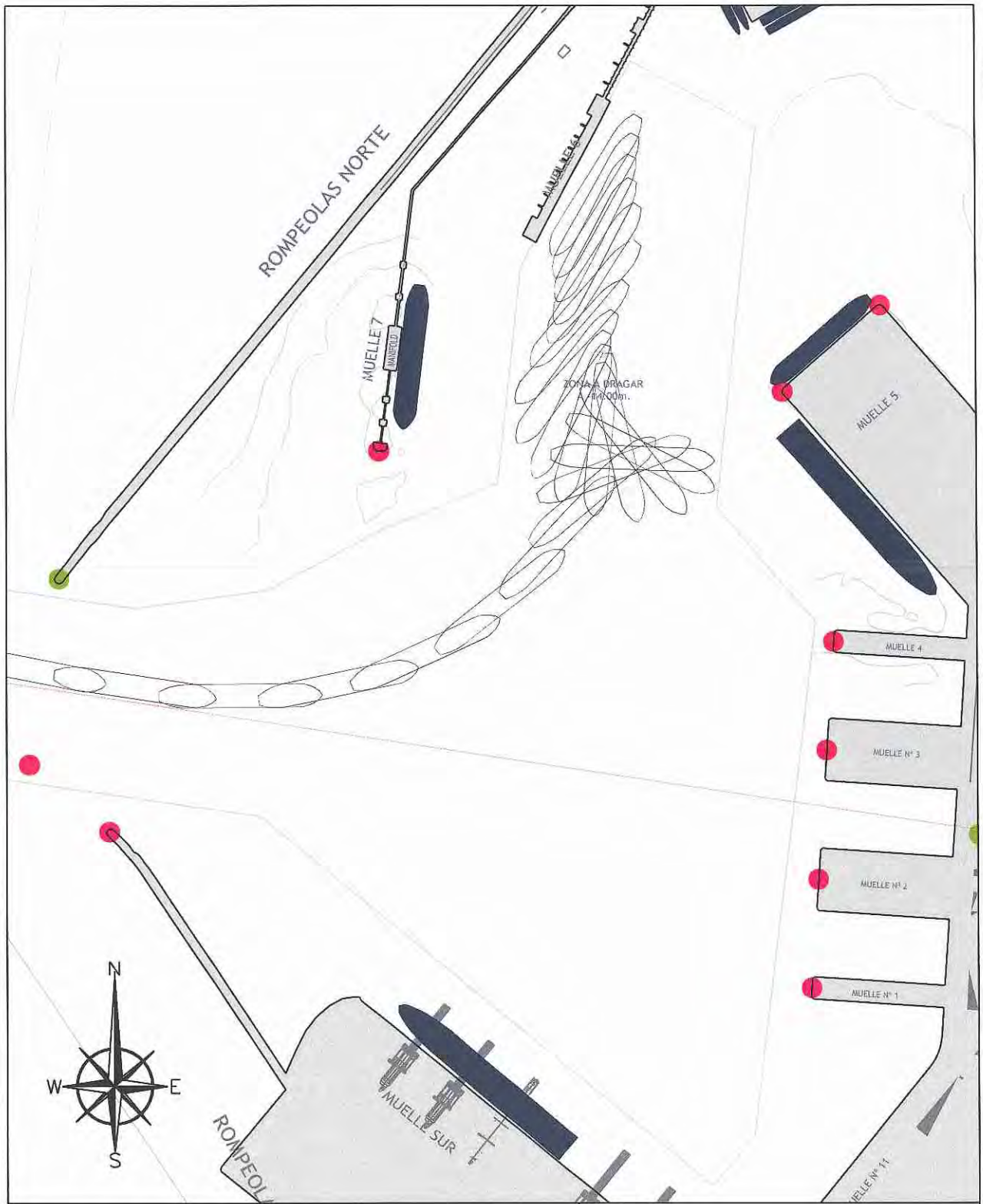


Figura: Trk-30	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11521	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

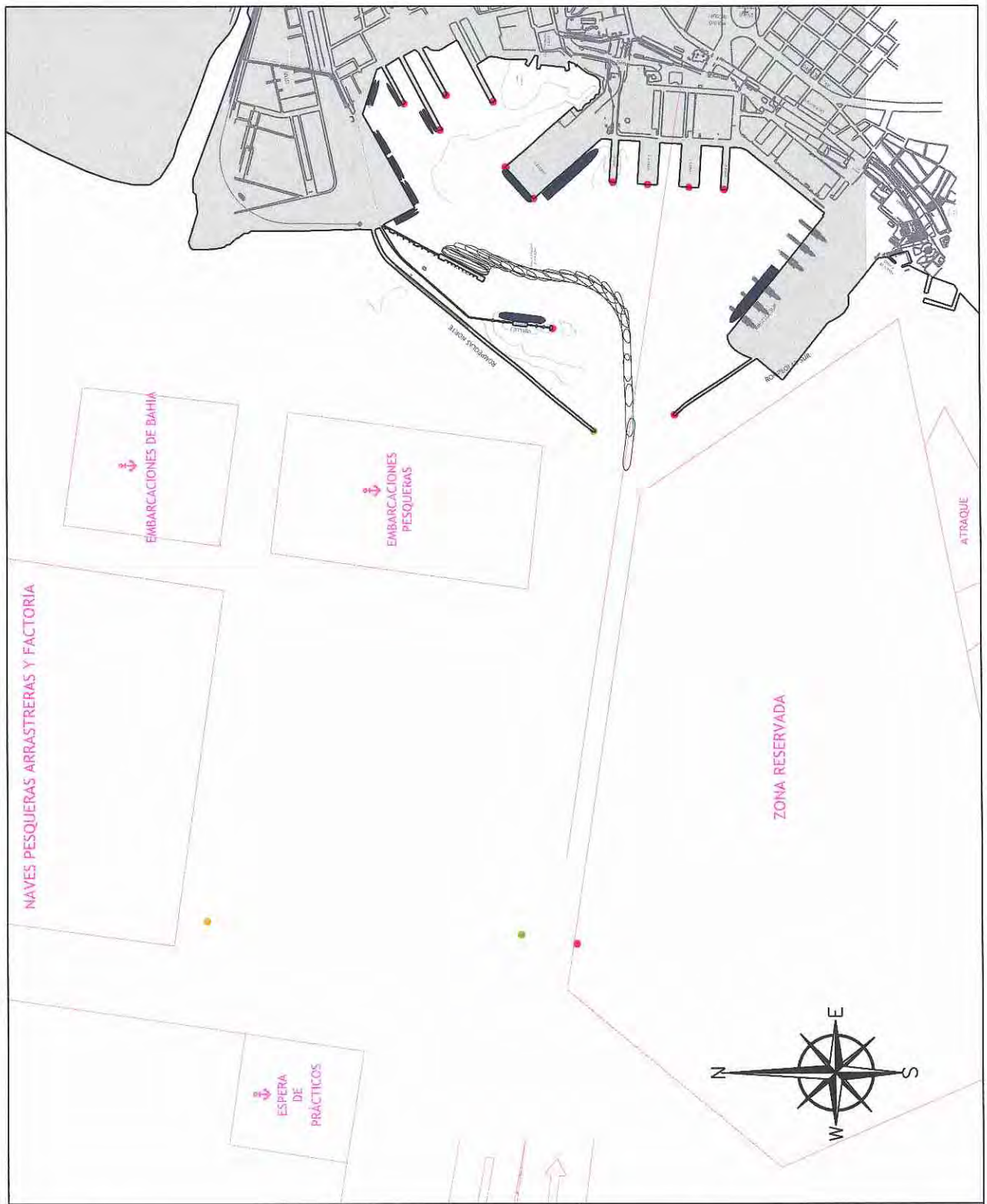


Figura: Trk-7	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11522	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

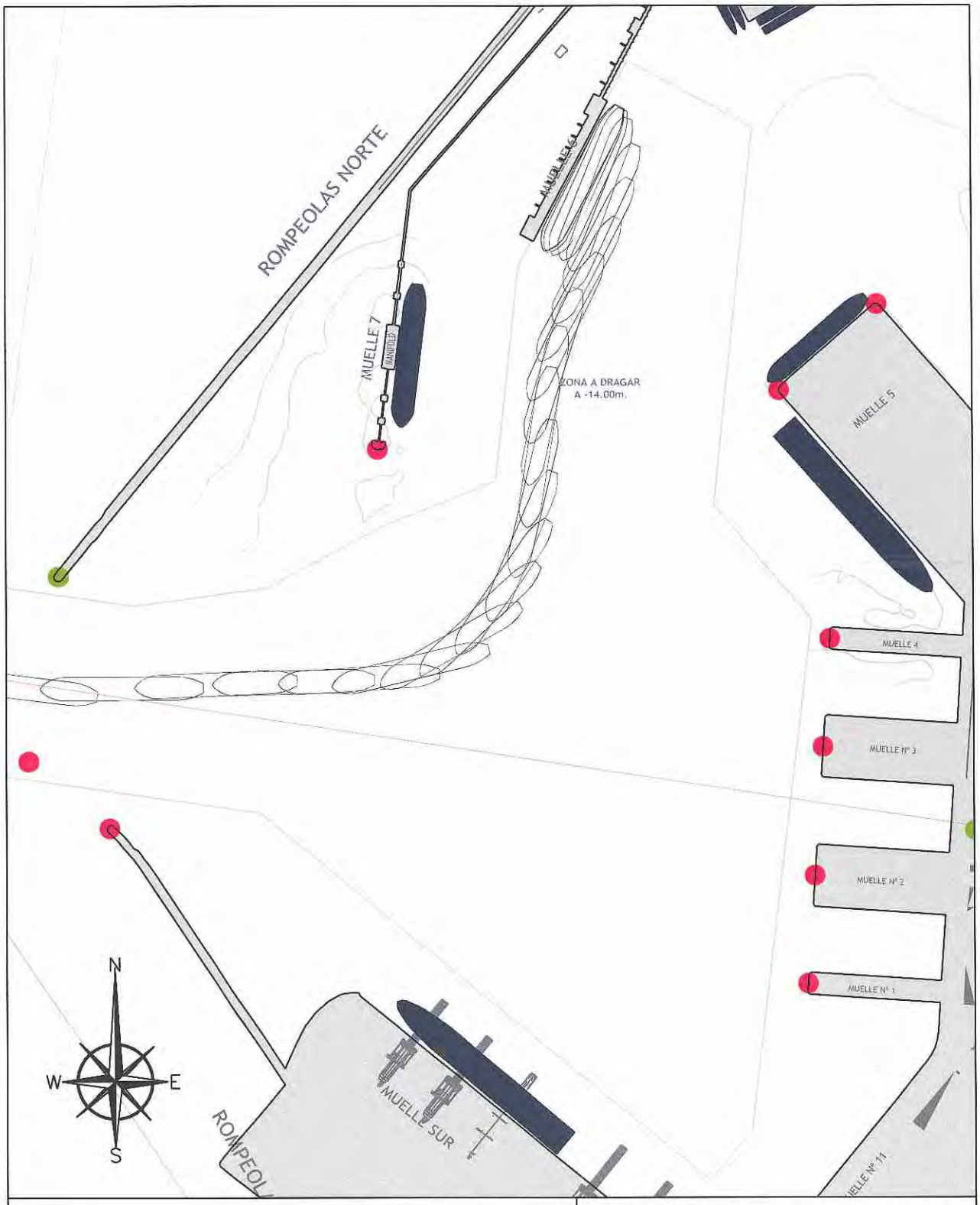


Figura: Trk-7	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 11522	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

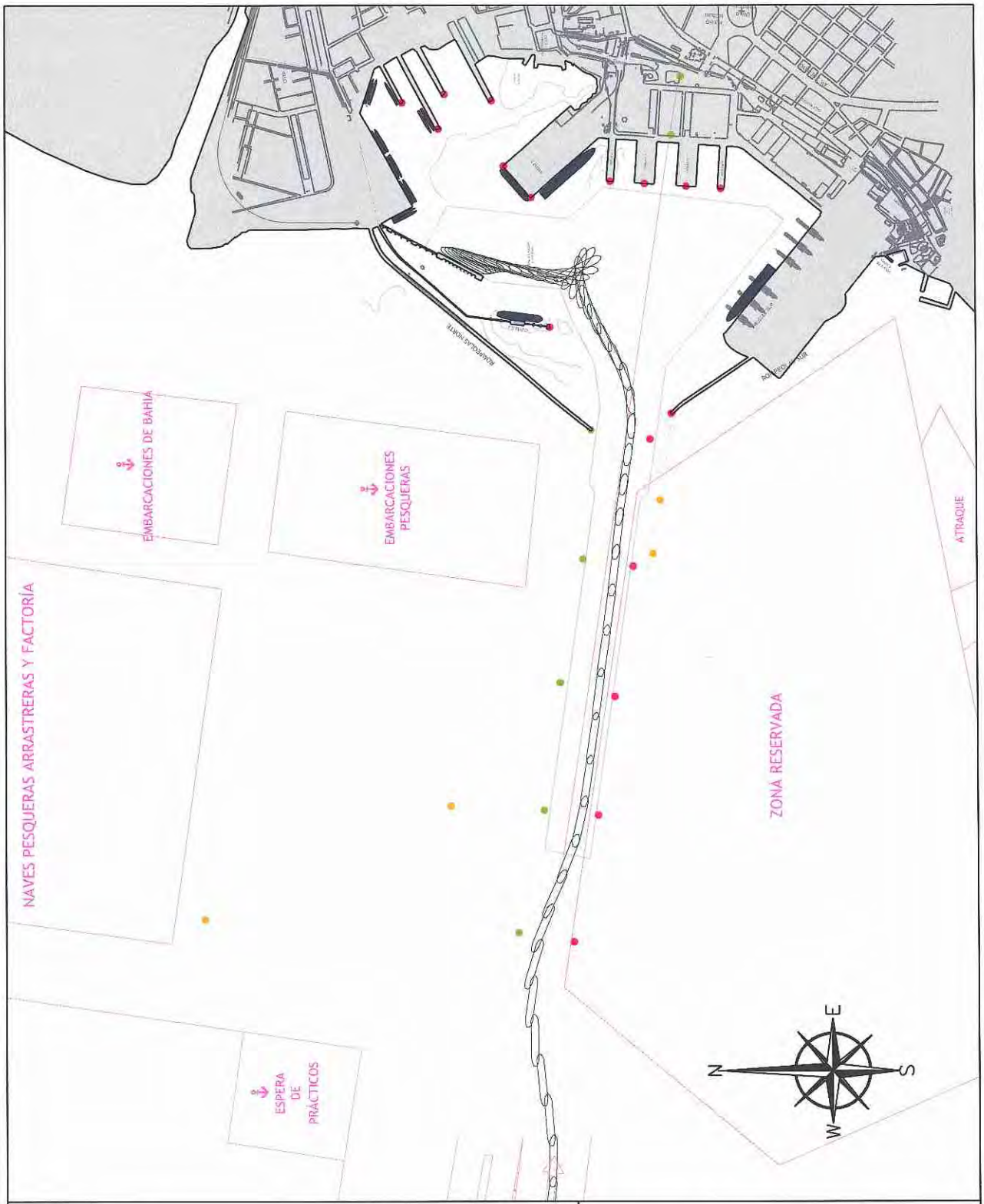


Figura: Trk-2	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

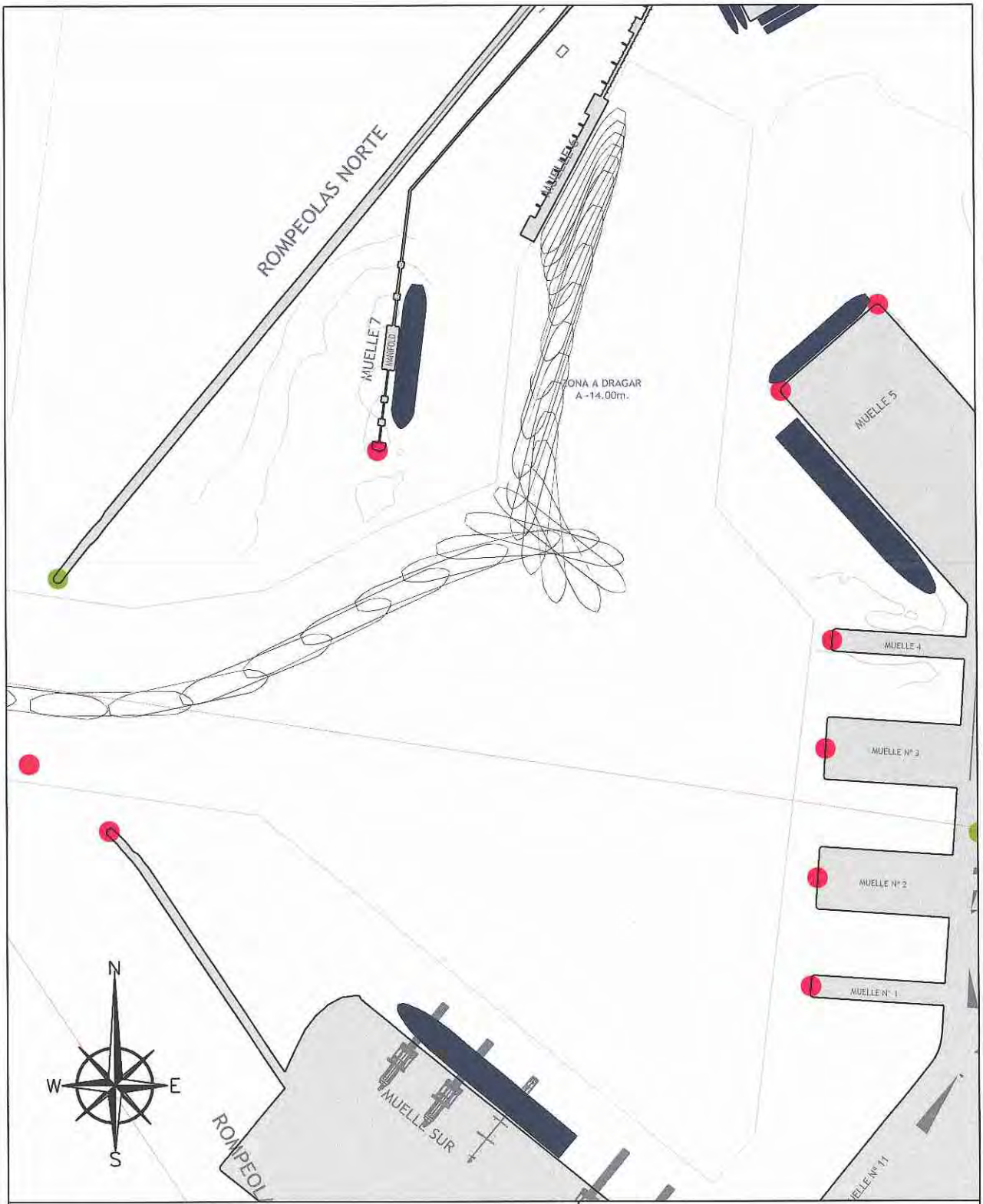


Figura: Trk-2	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

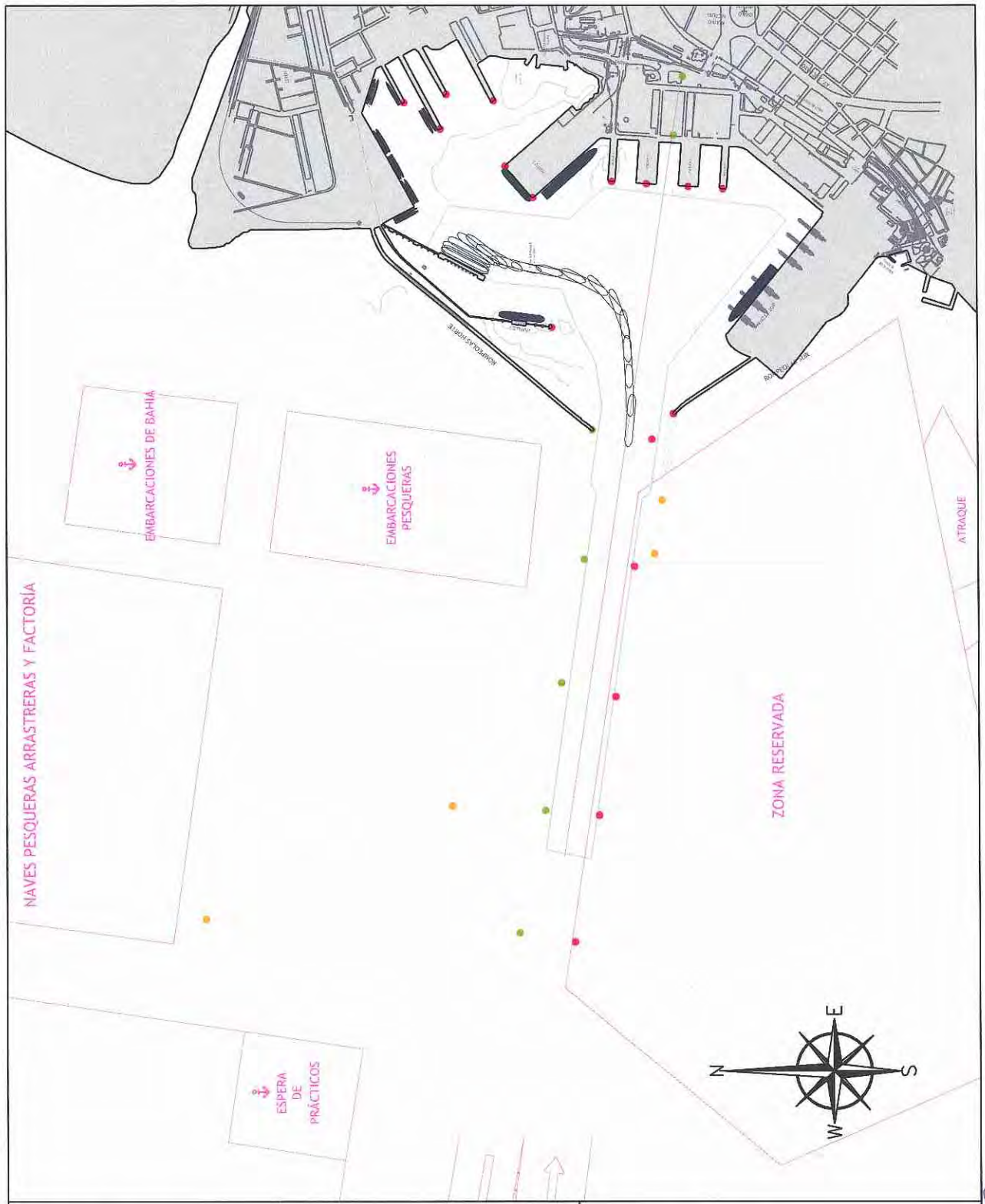


Figura: Trk-4	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12412	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

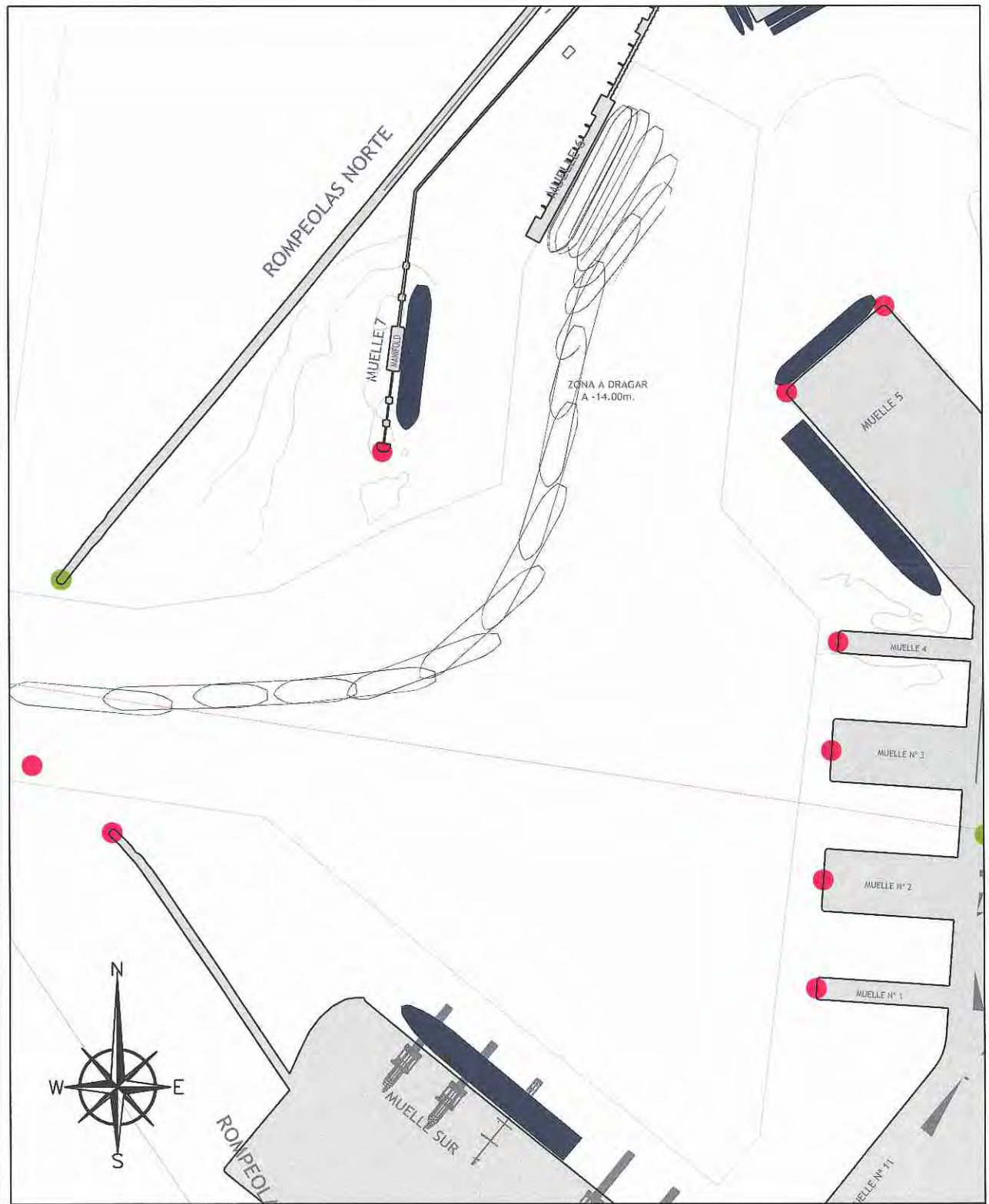


Figura: Trk-4	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12412	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

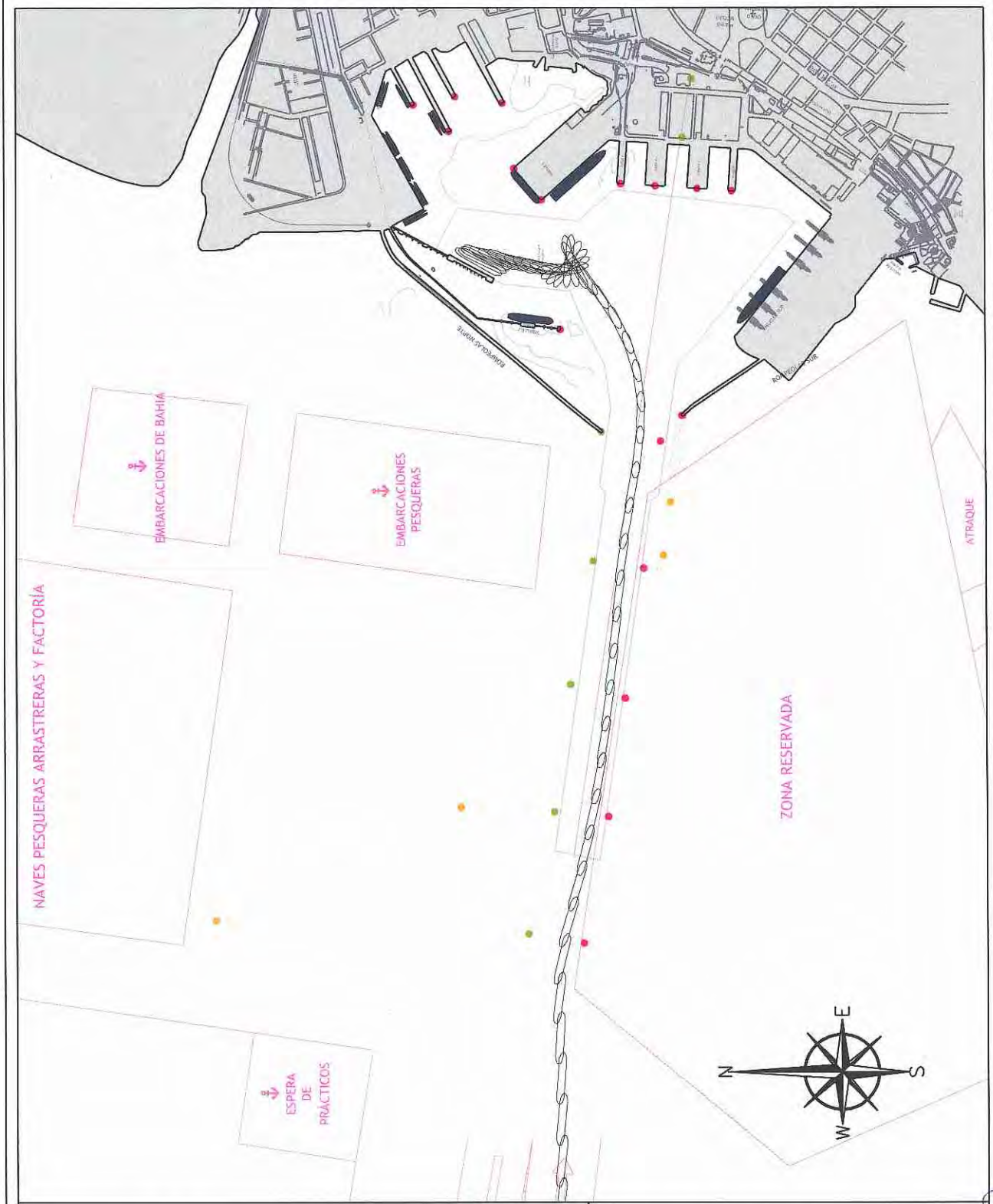


Figura: Trk-28	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12421	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

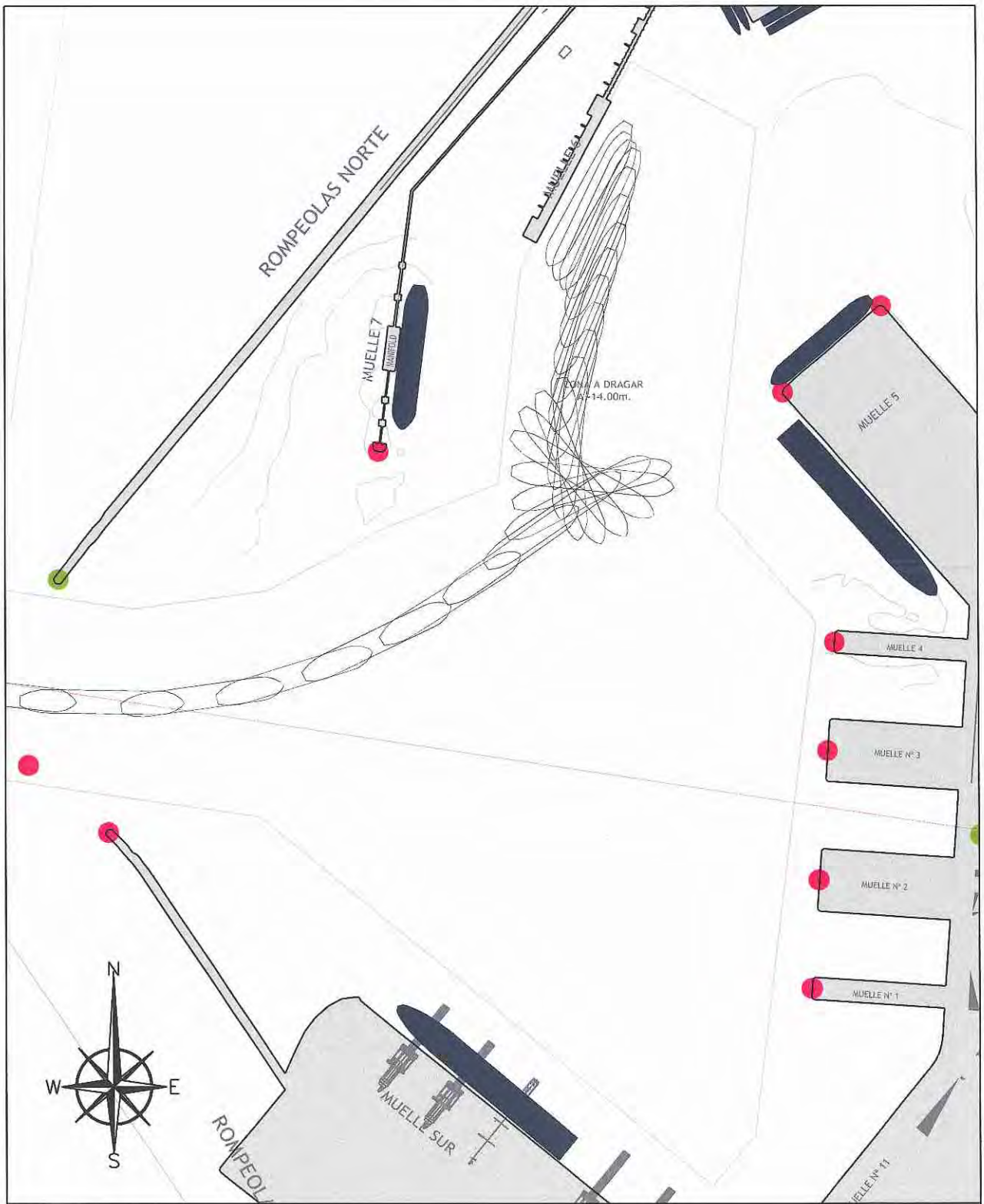


Figura: Trk-28	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12421	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

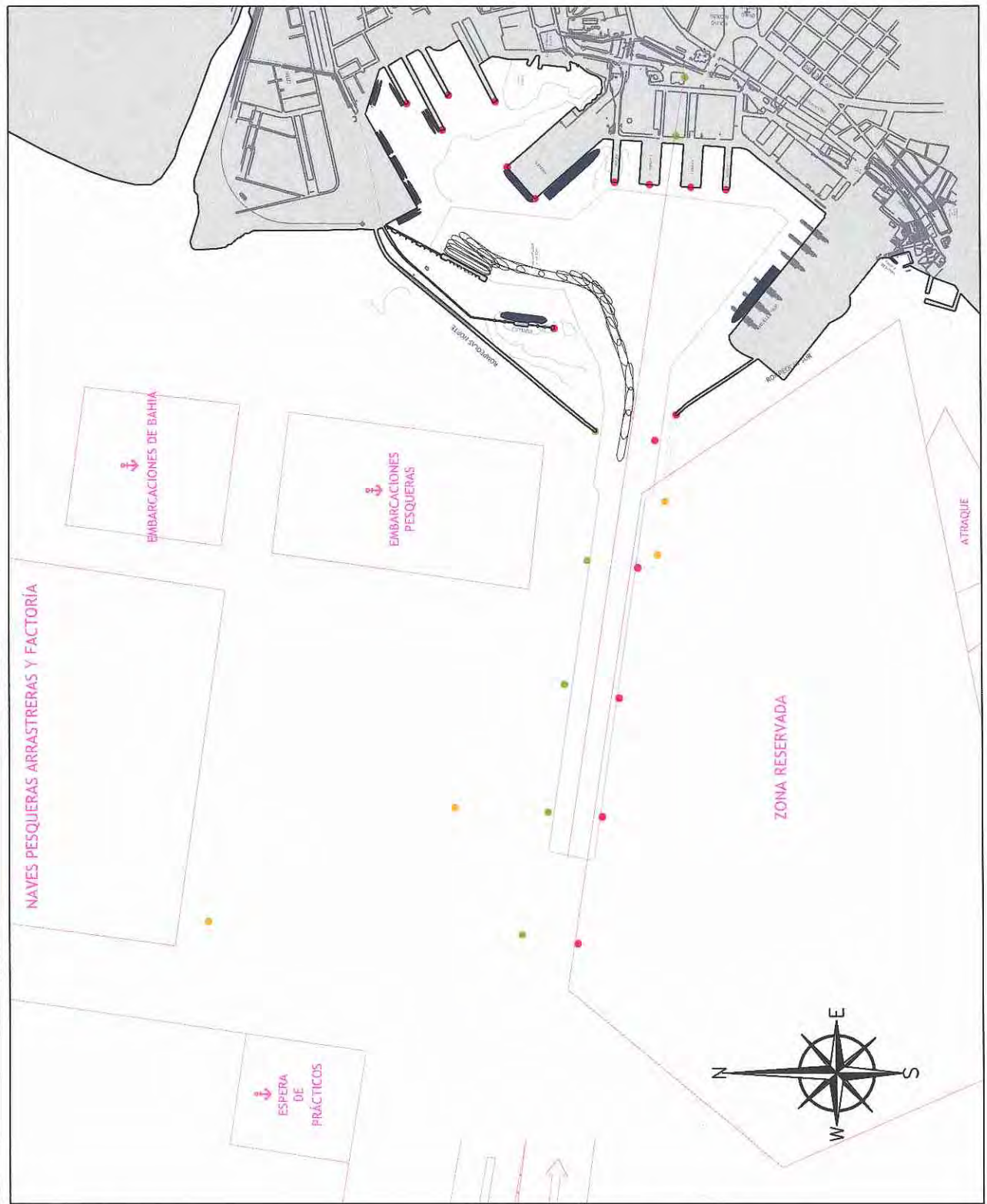


Figura: Trk-20	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 10n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12422	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

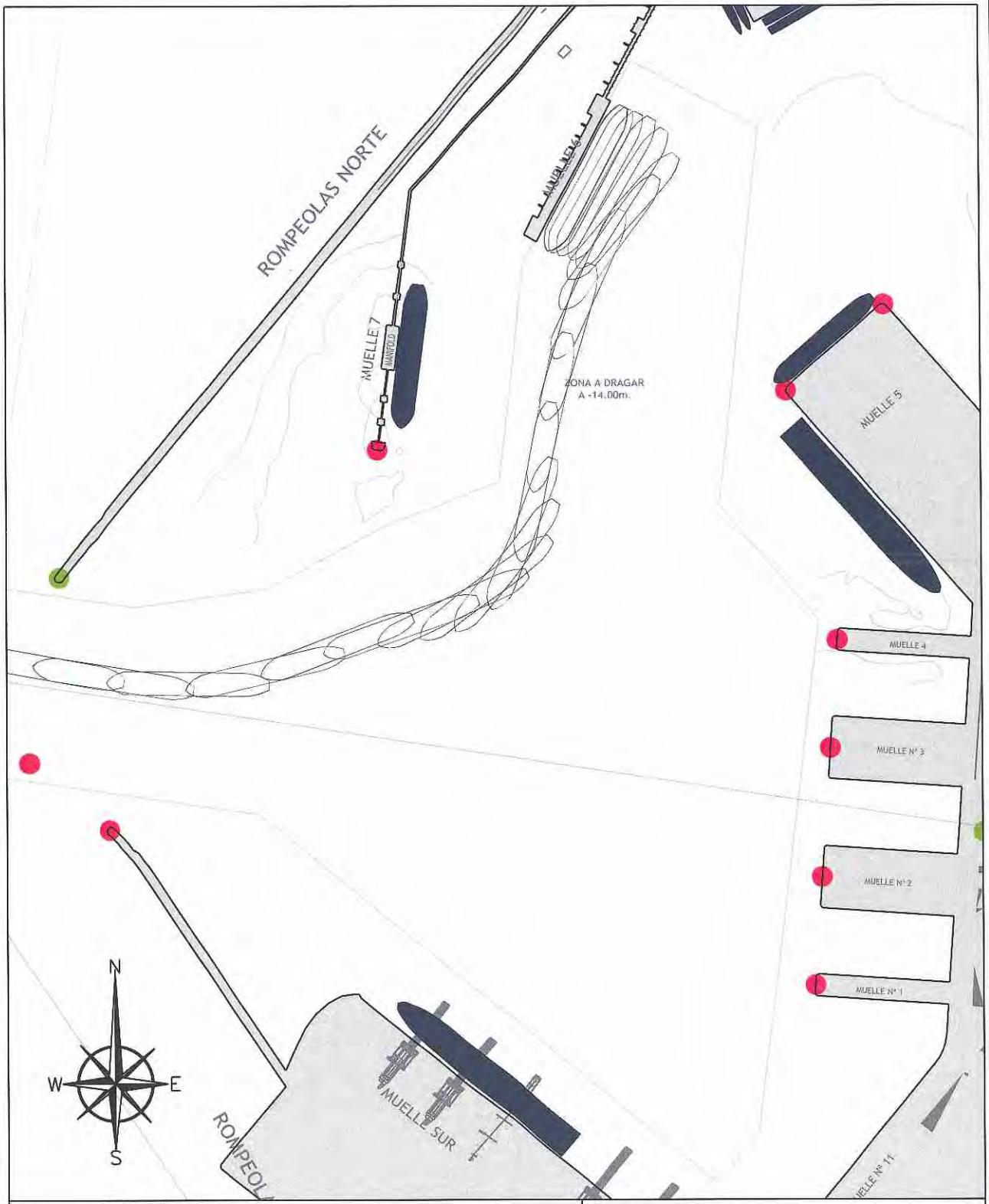


Figura: Trk-20	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 10n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12422	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

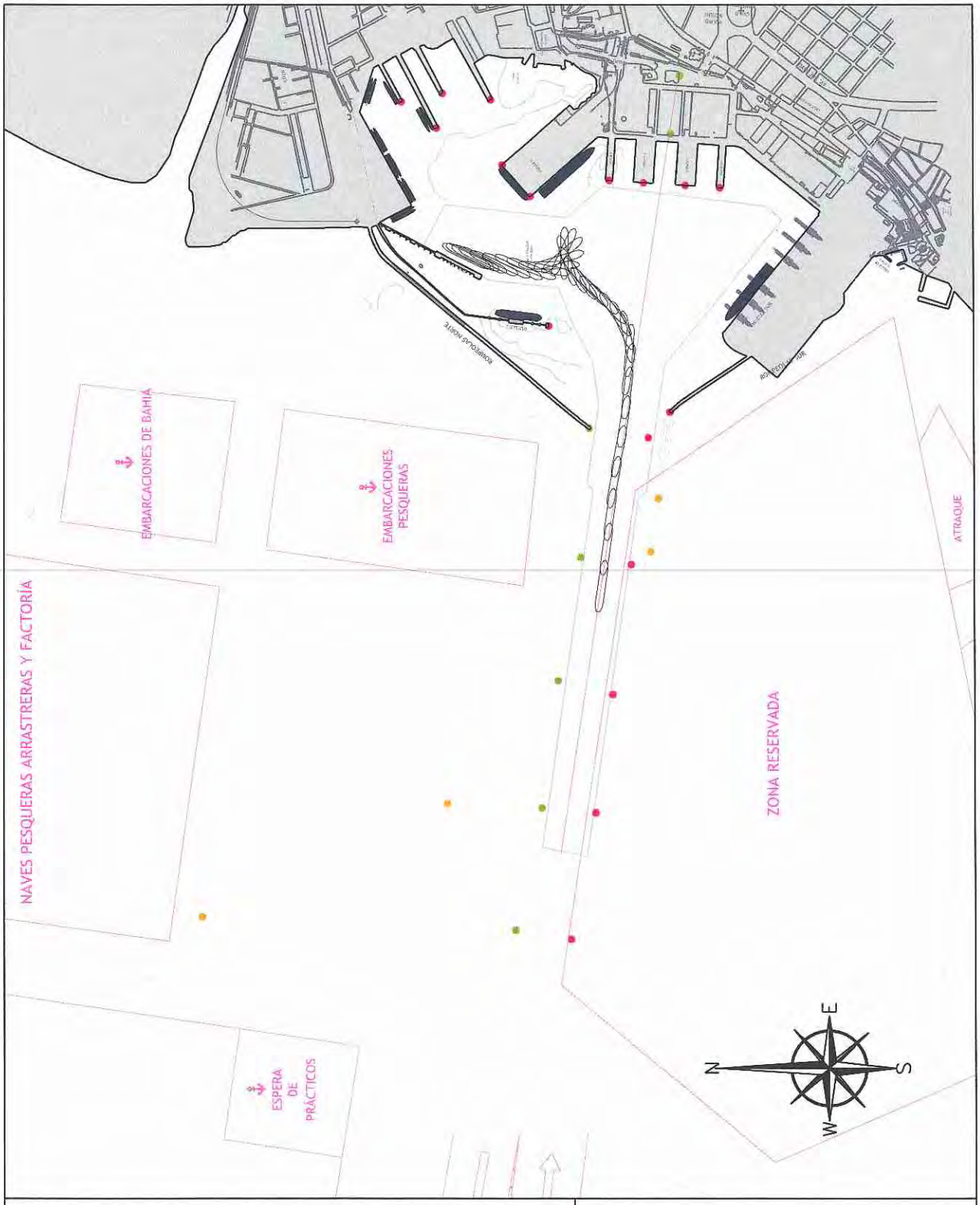


Figura: Trk-6	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

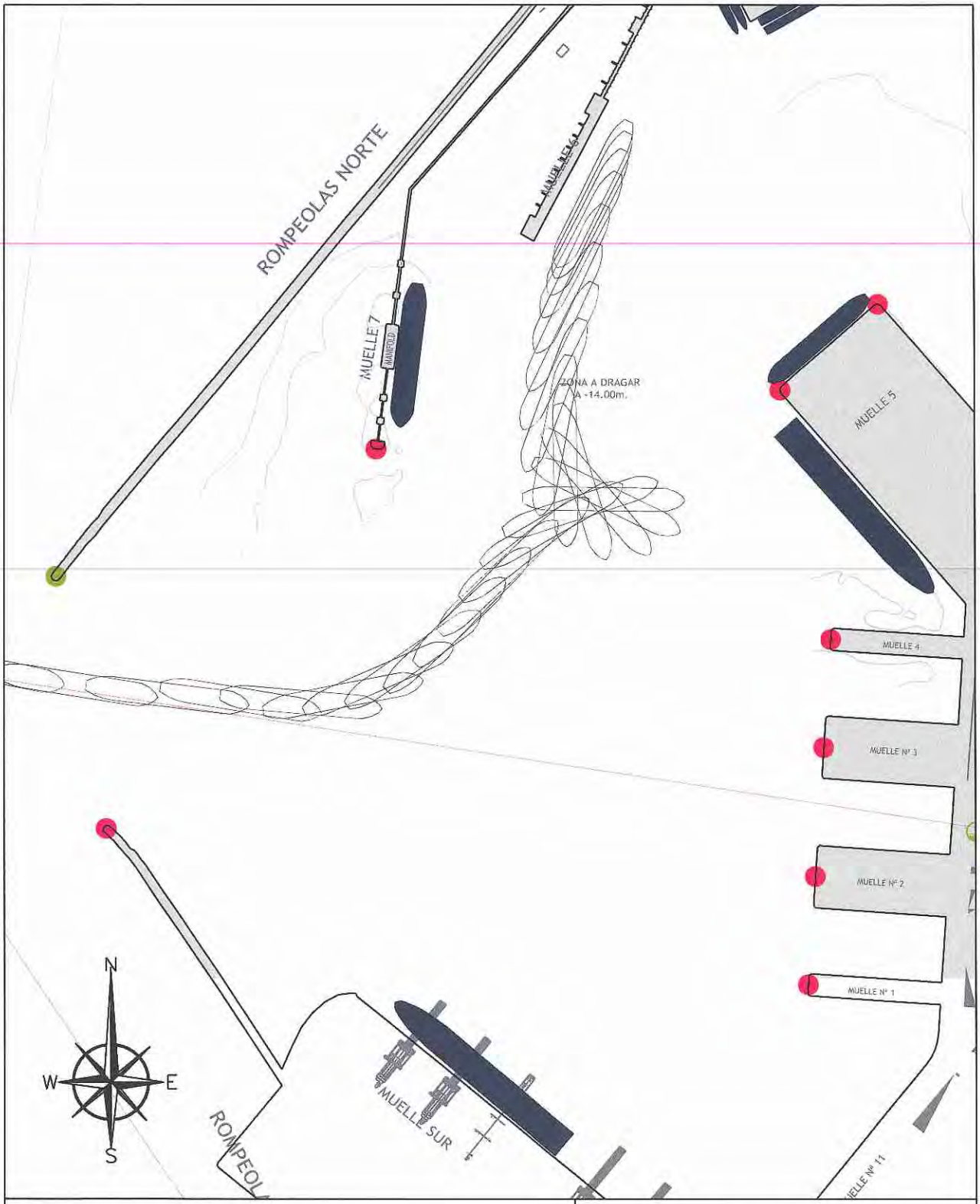


Figura: Trk-6	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

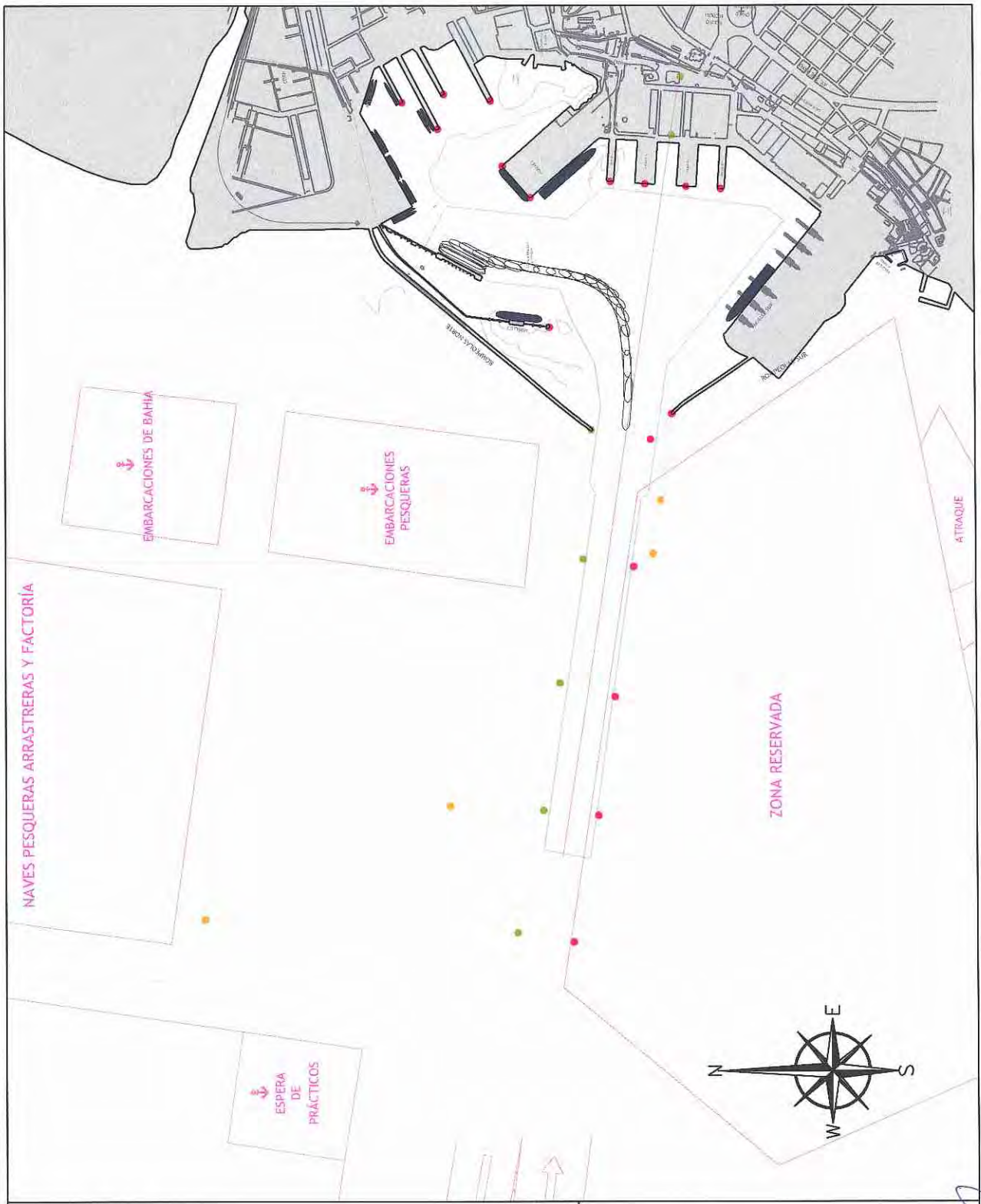


Figura: Trk-9	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

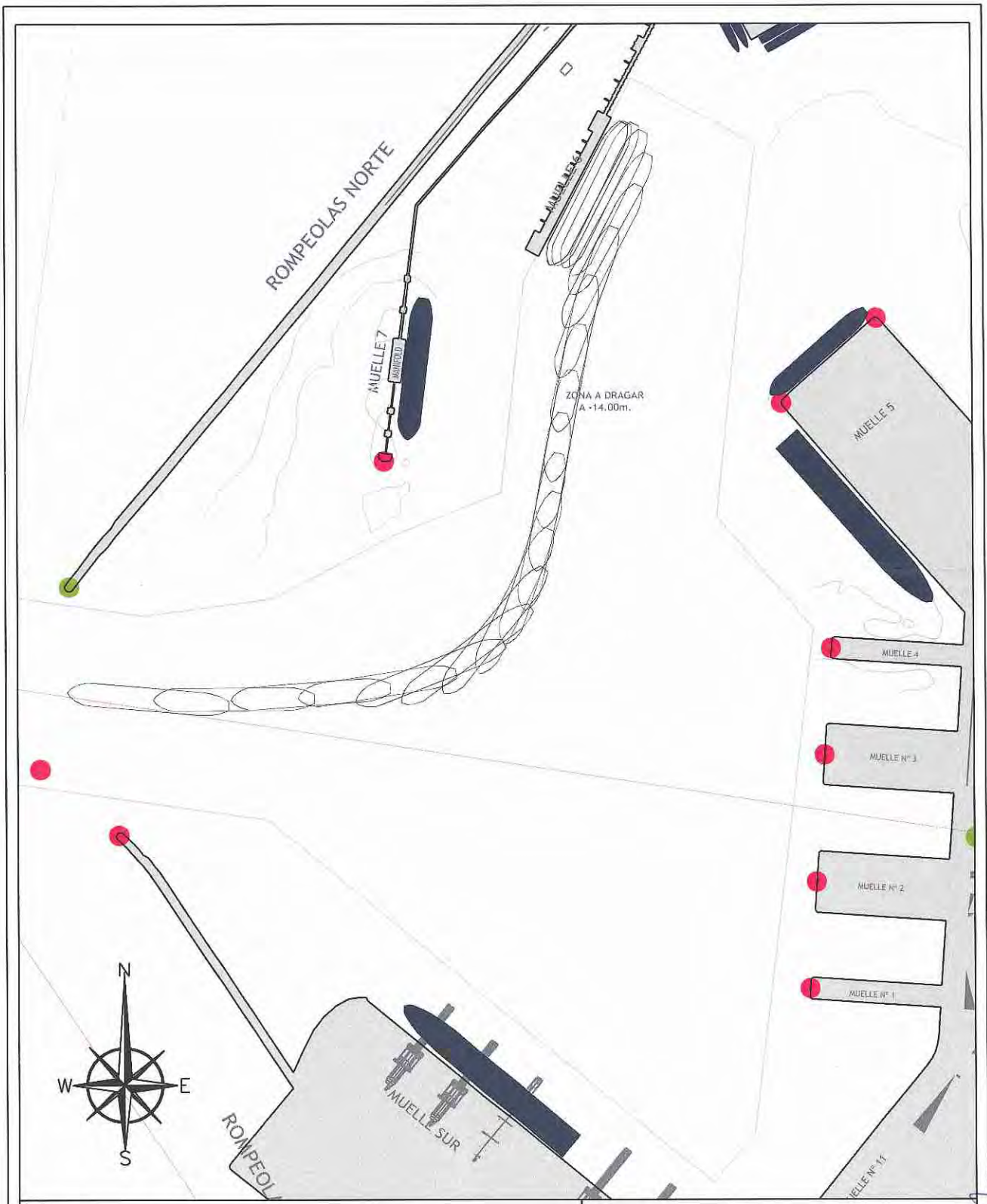


Figura: Trk-9	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623
Condición: 12512	Siport21

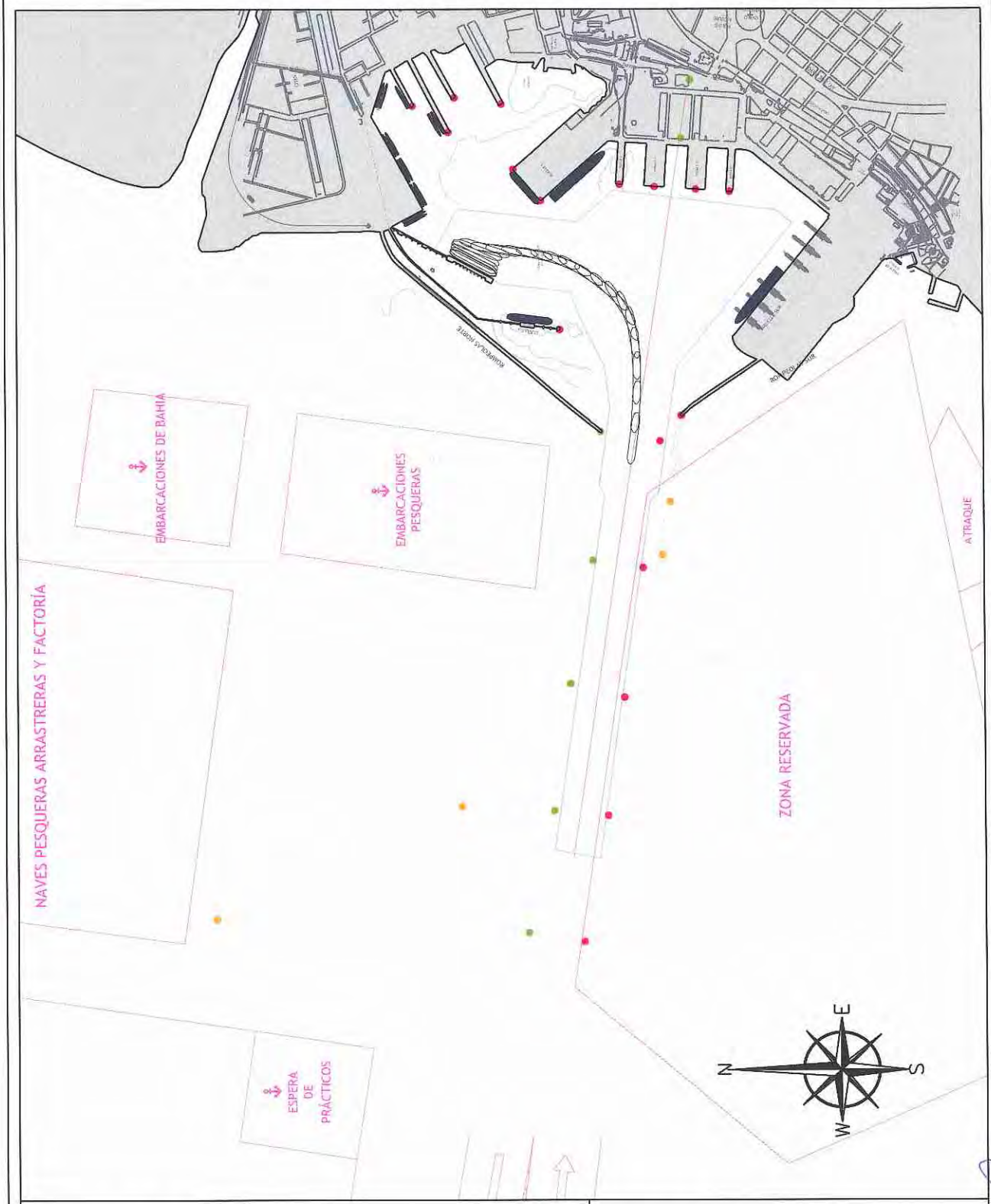


Figura: Trk-39	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

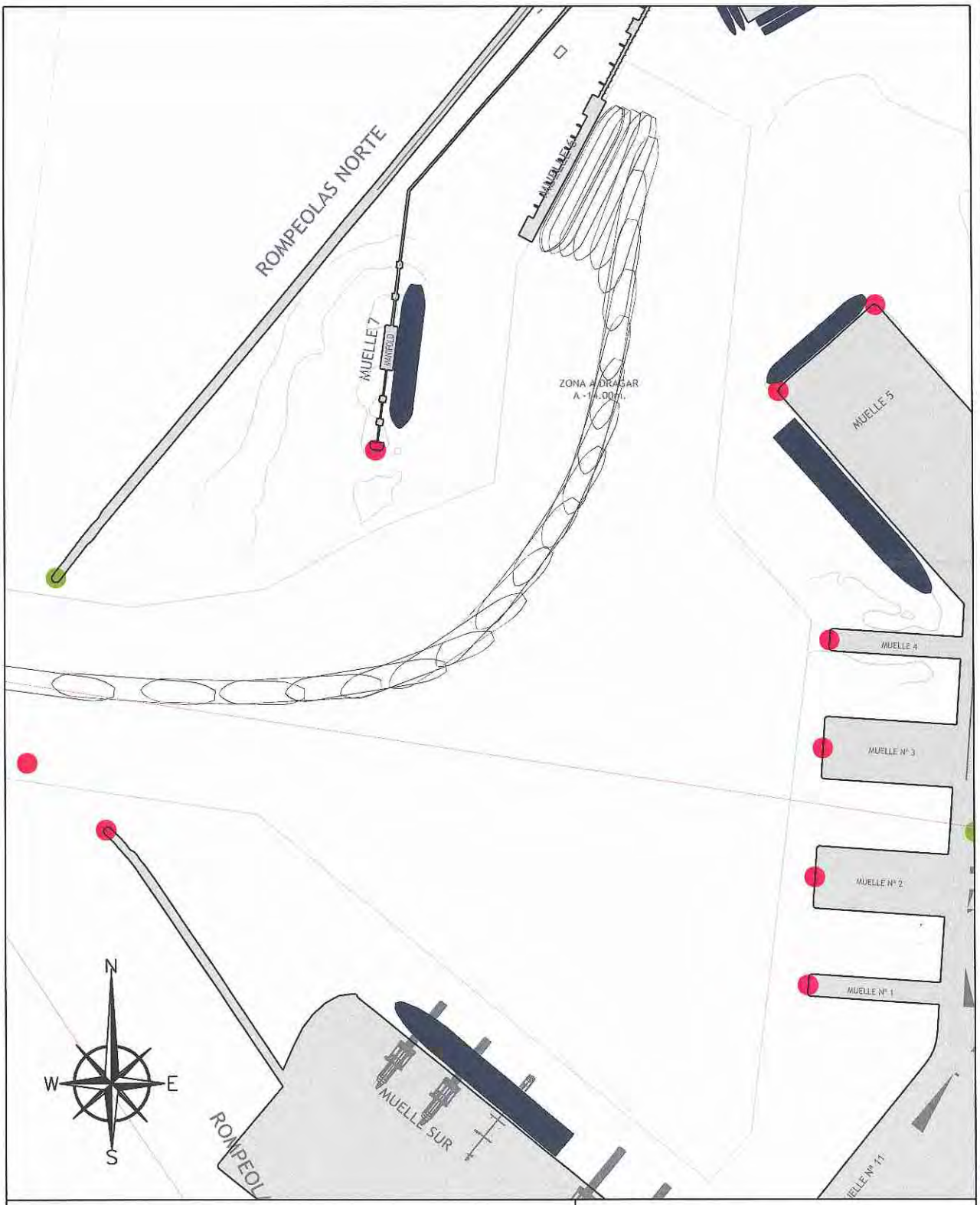


Figura: Trk-39	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12512	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

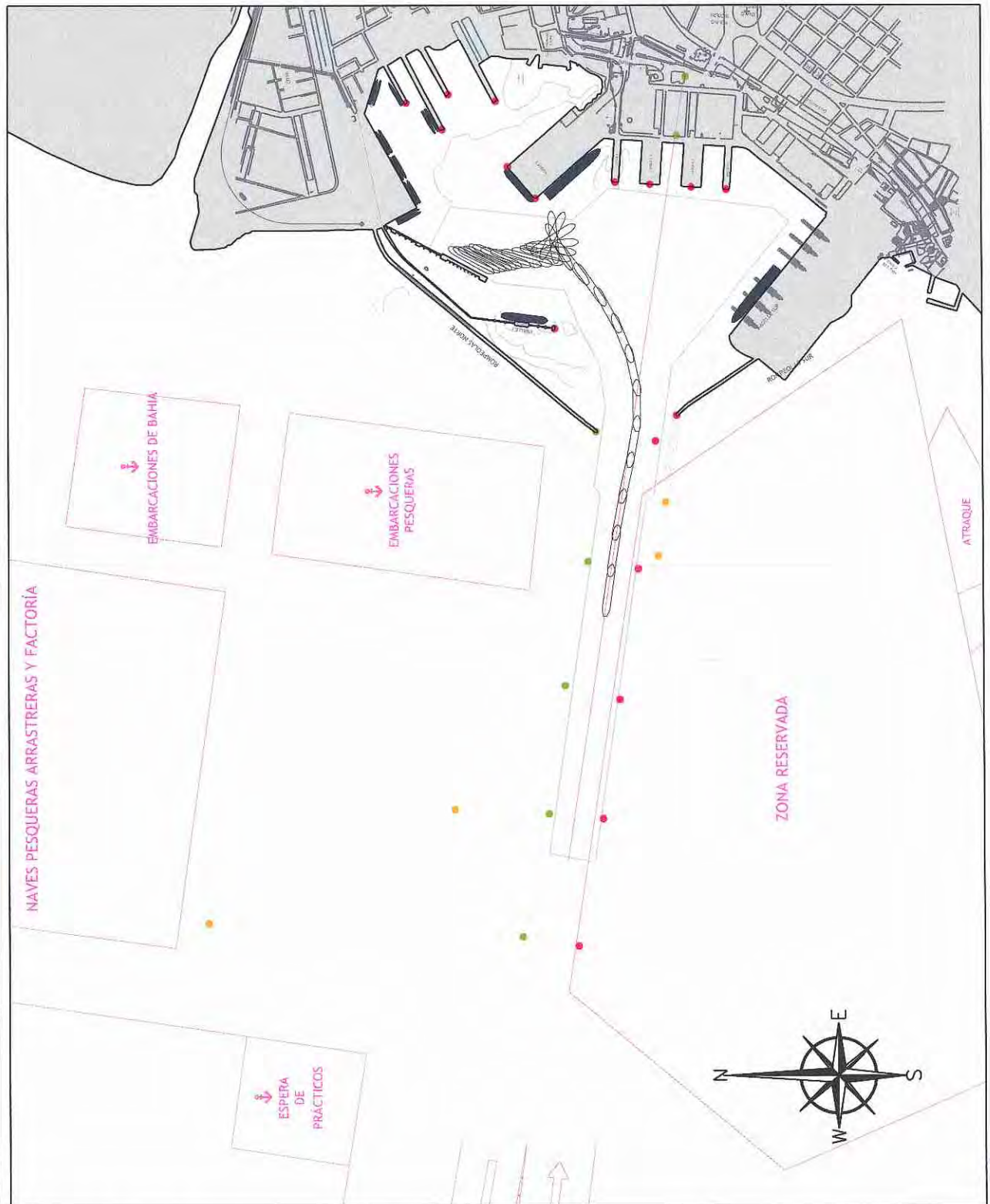


Figura: Trk-11	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12521	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

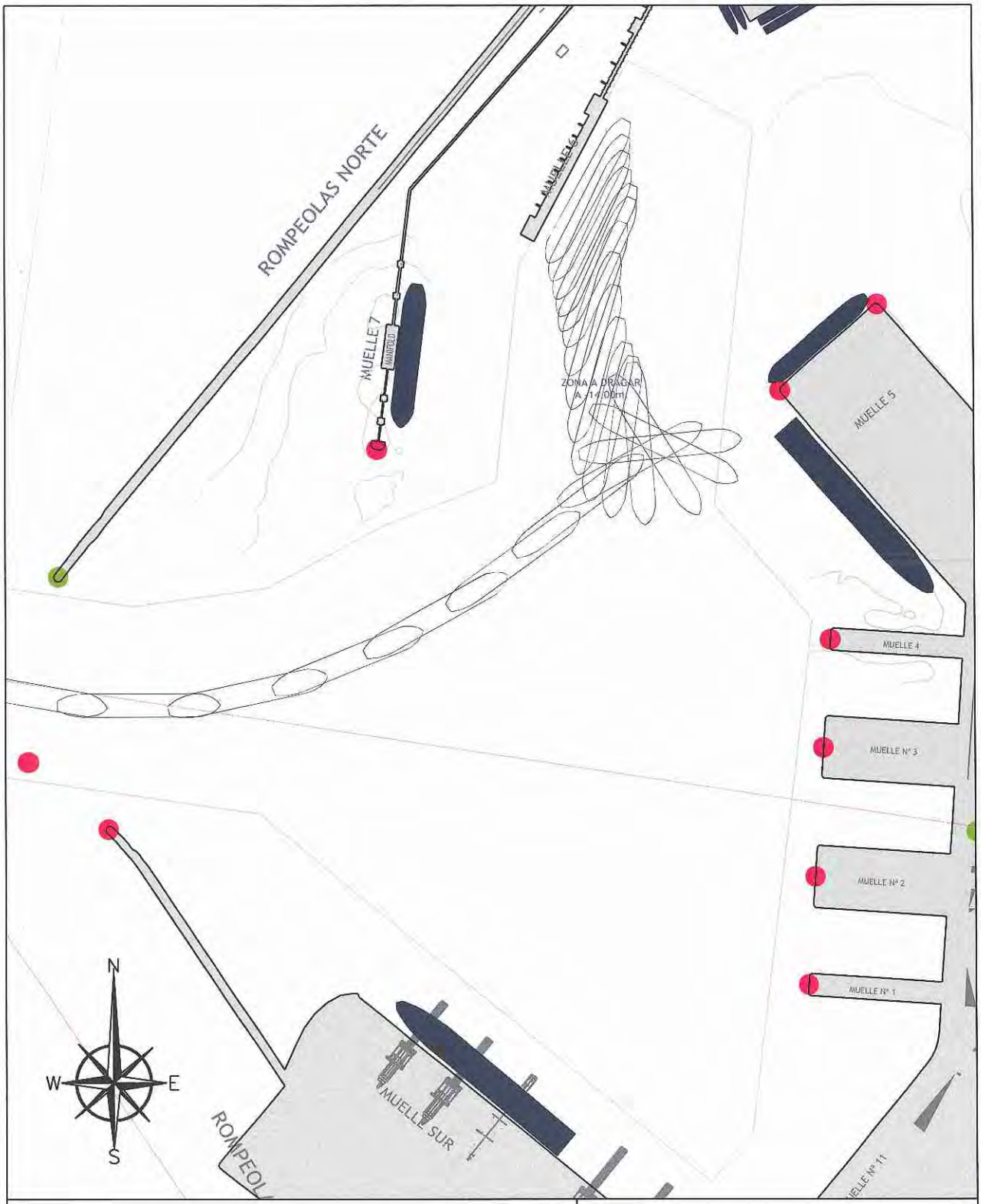


Figura: Trk-11	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12521	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

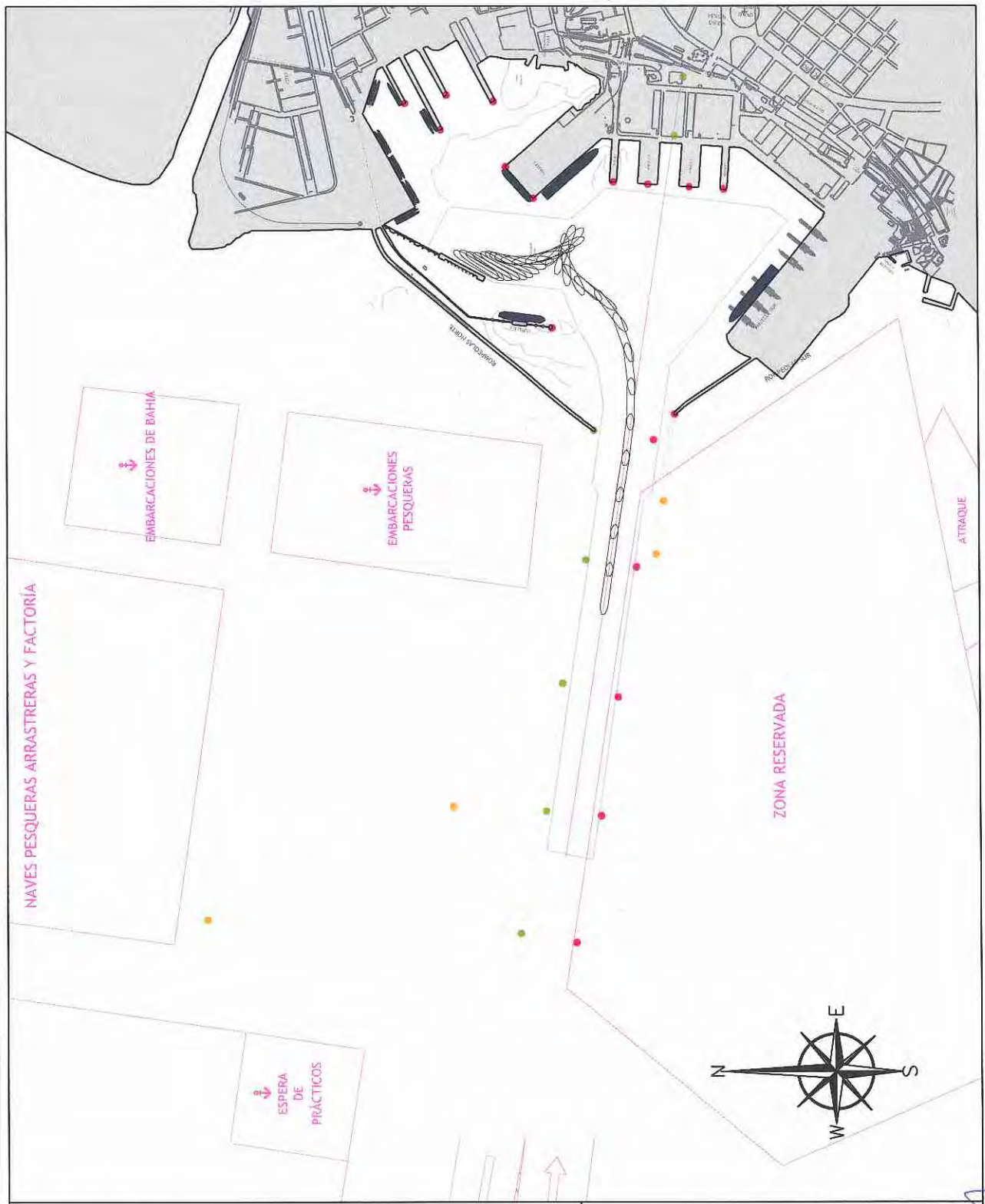


Figura: Trk-40	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12521	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

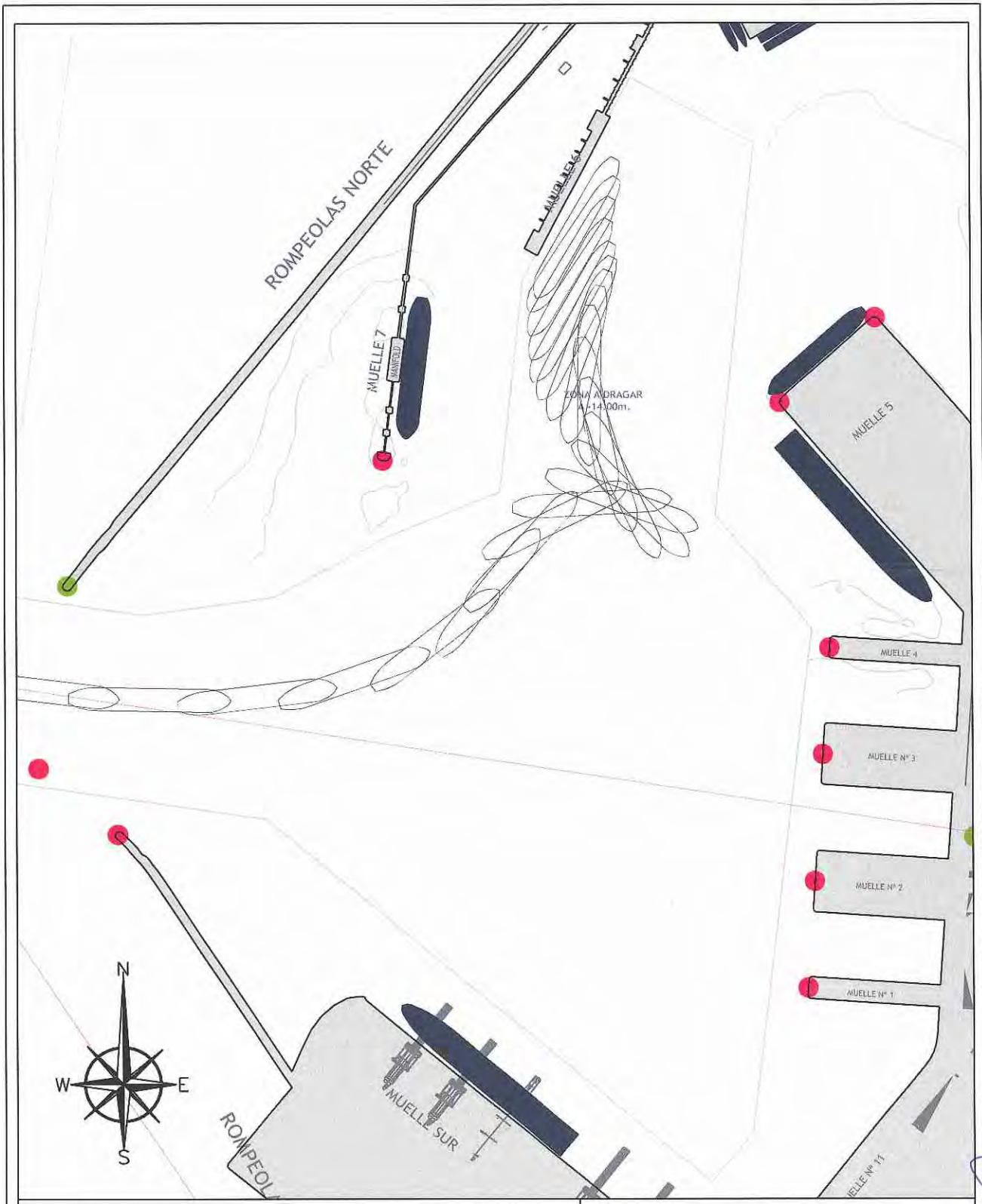


Figura: Trk-40	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12521	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

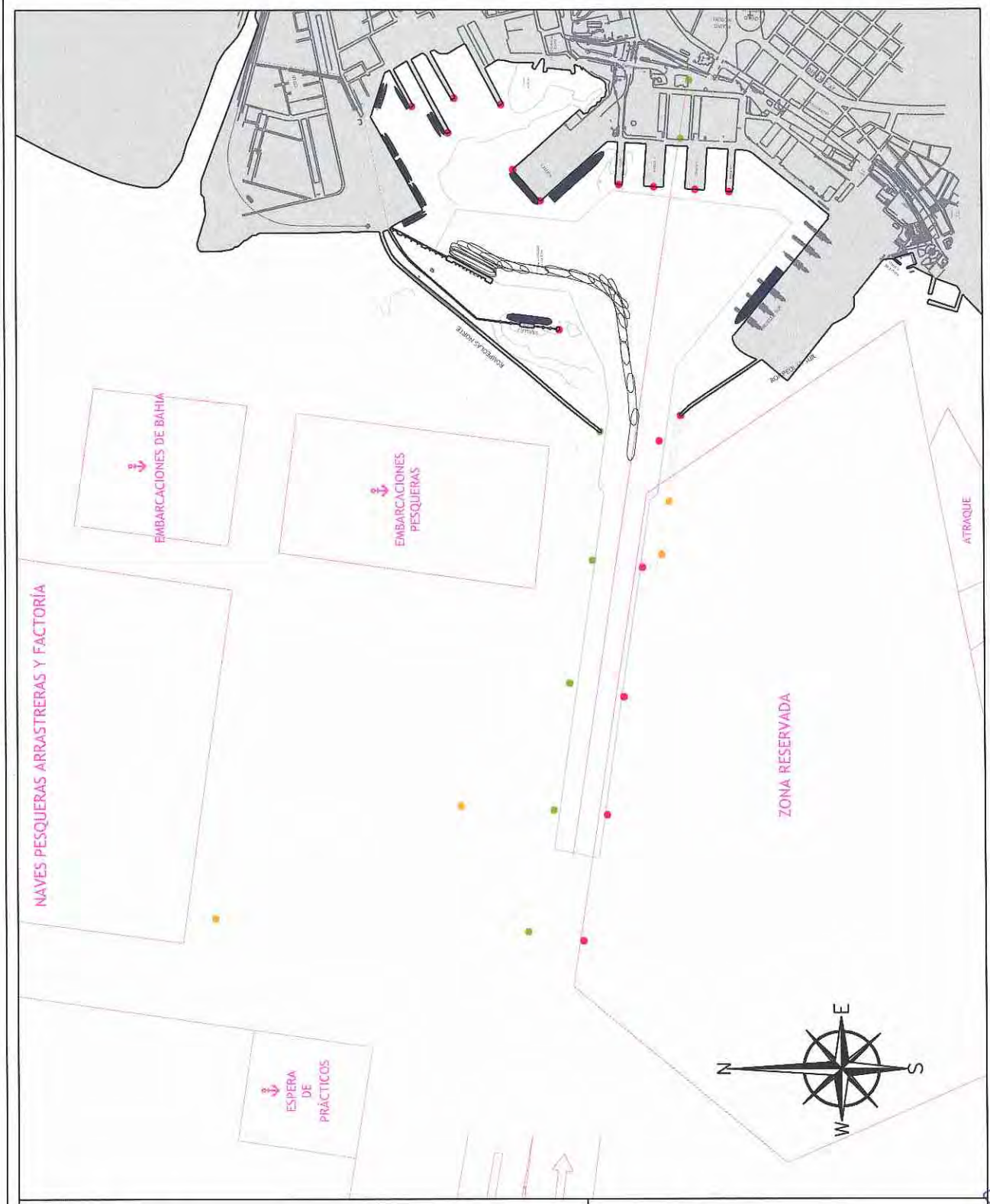


Figura: Trk-31	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 12522	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

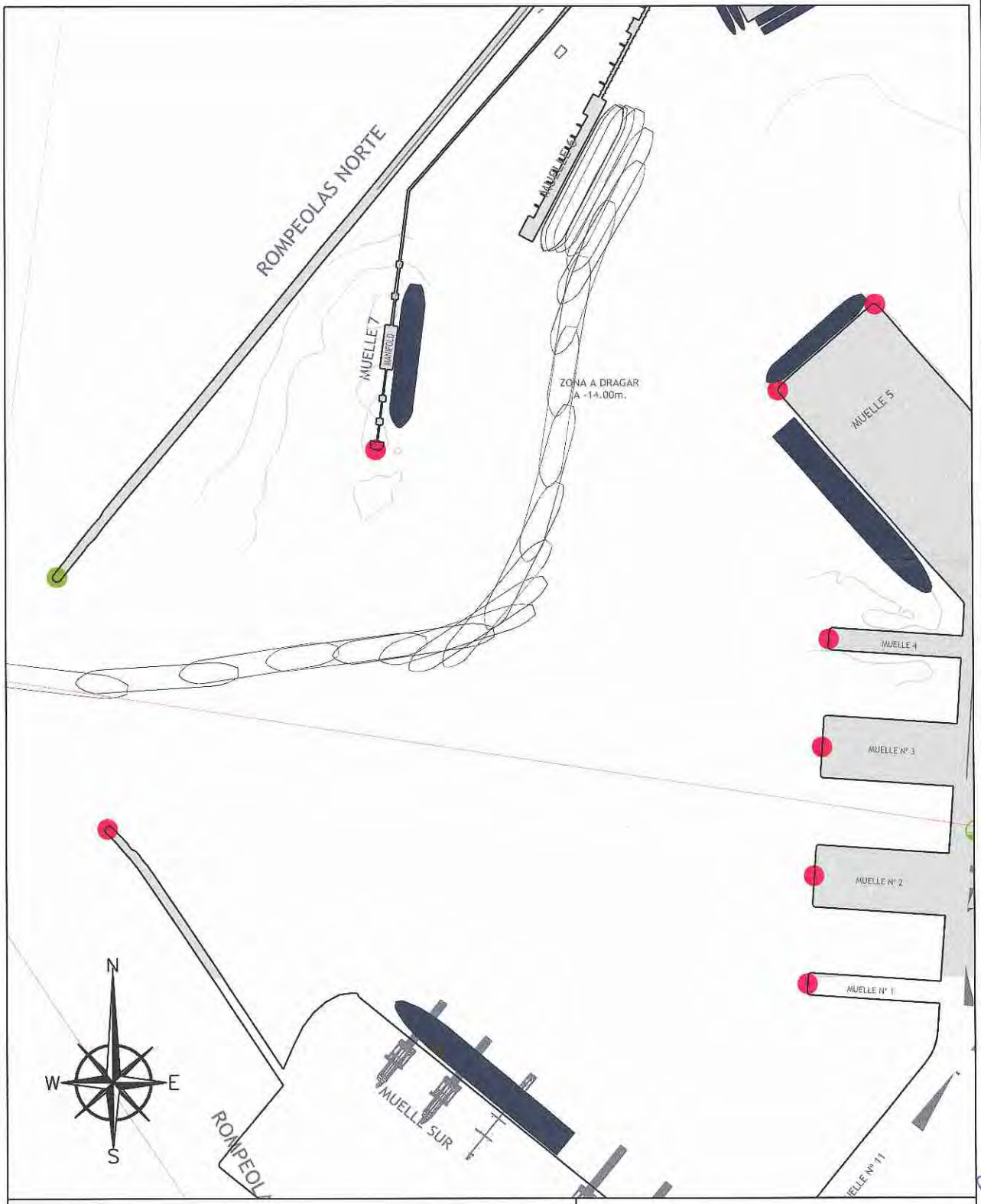


Figura: Trk-31	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Salida	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 12522	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

Maniobras del Bulkcarrier
de 60 000 TPM
con lastre ligero

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

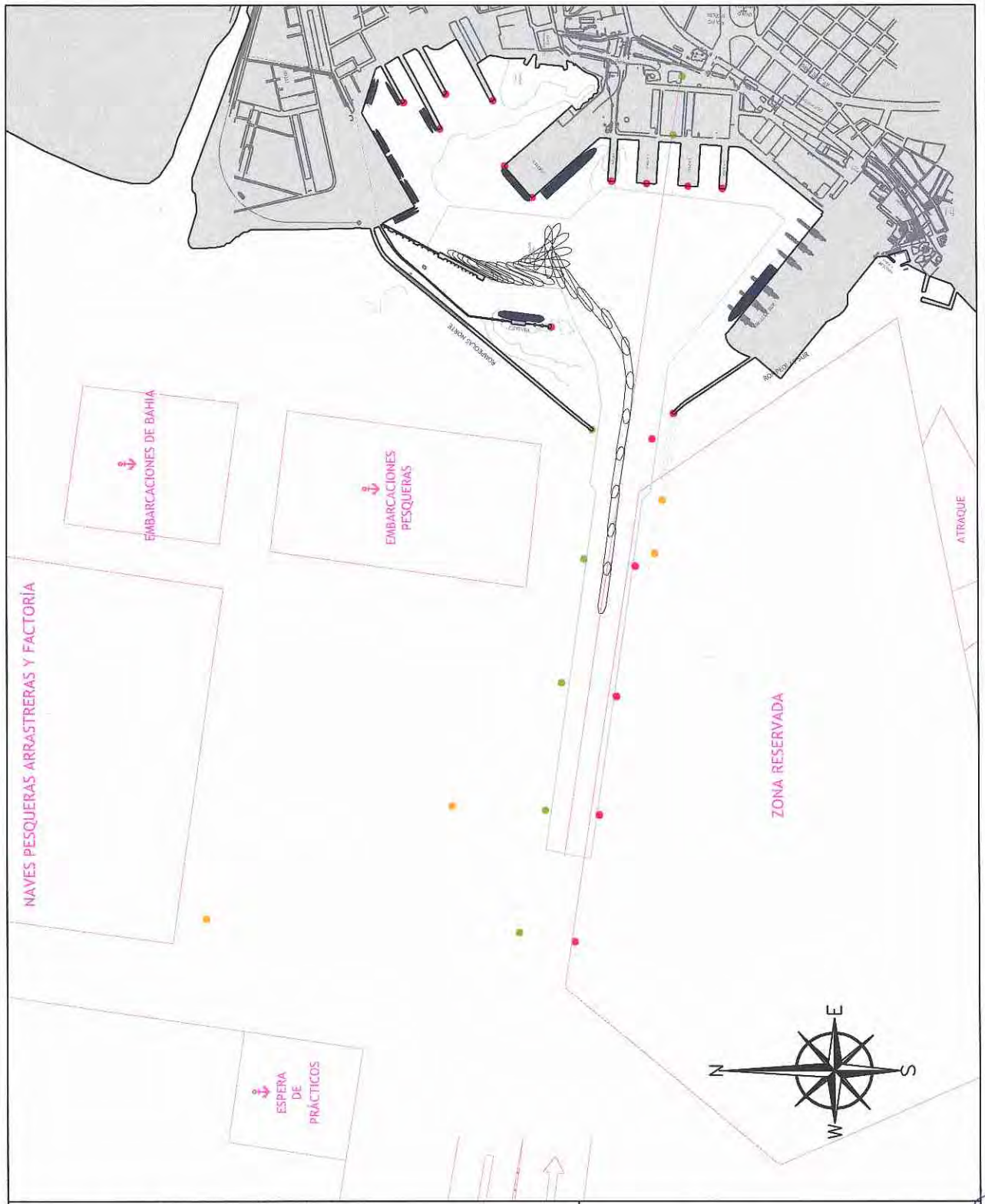


Figura: Trk-15	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012 Condición: 21411	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

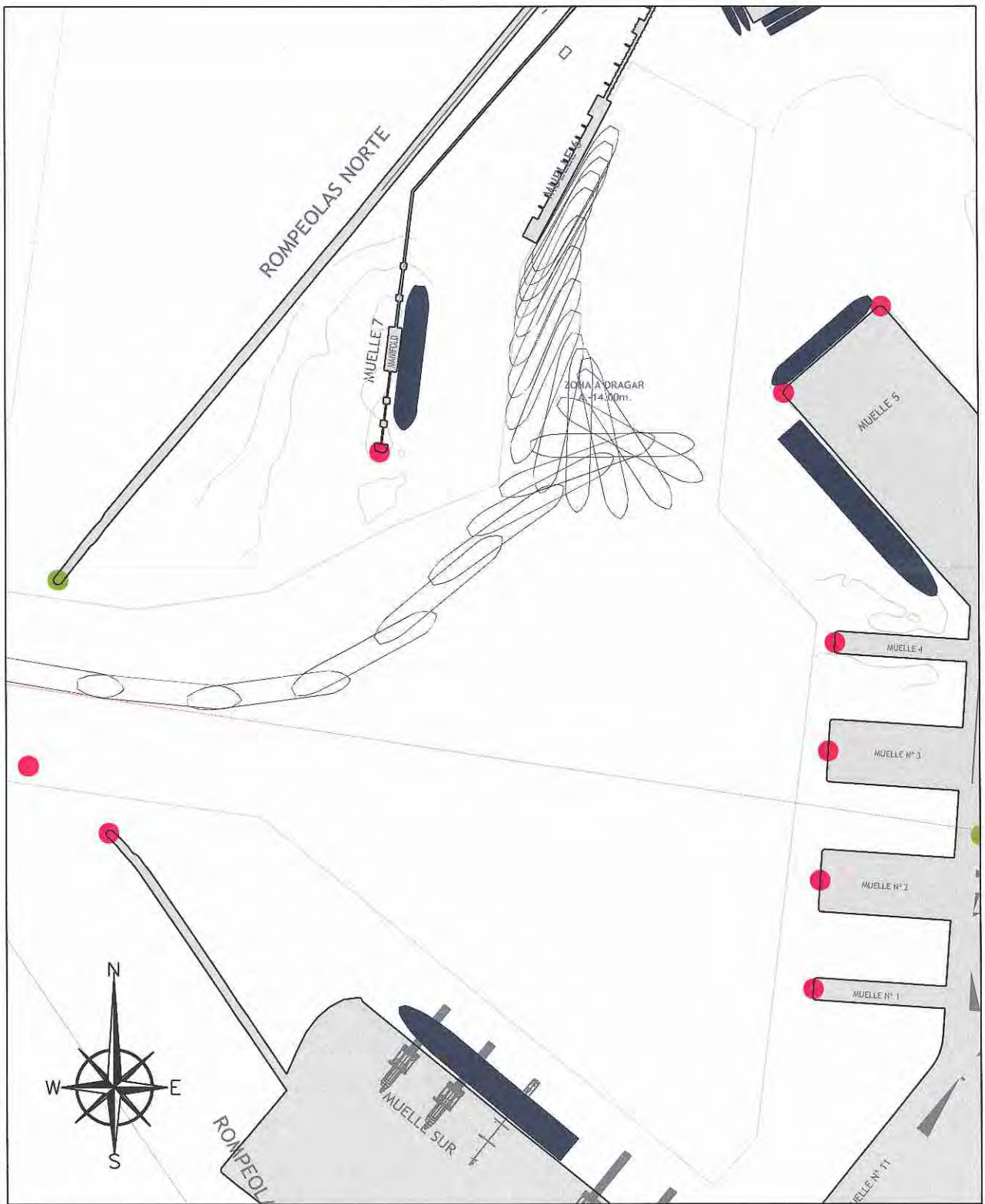


Figura: Trk-15	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 21411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: Trk-19	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 21511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

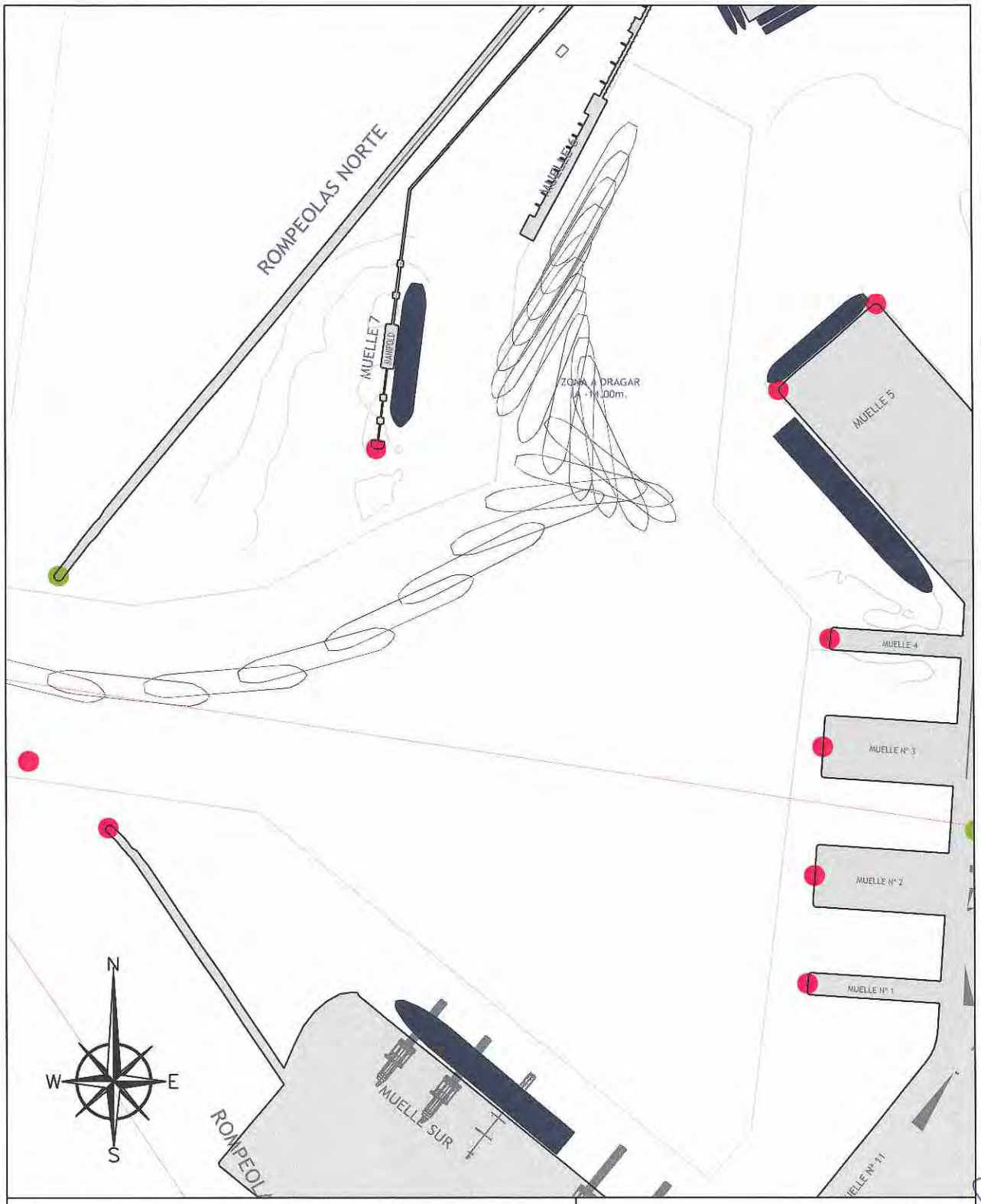


Figura: Trk-19	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 21511	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

Maniobras del Bulkcarrier
de 15 000 TPM

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

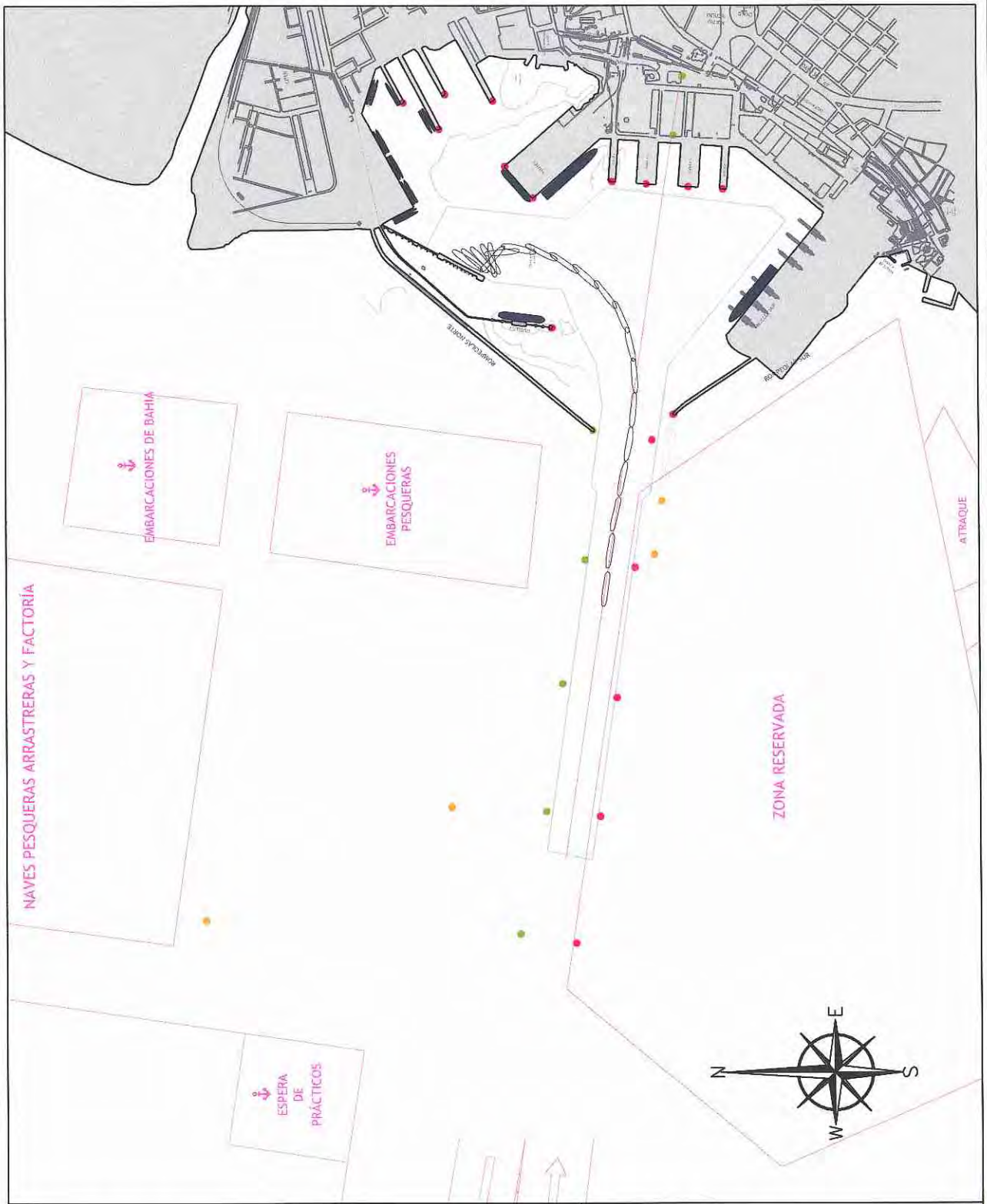


Figura: Trk-10	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	Siport21
Condición: 01411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

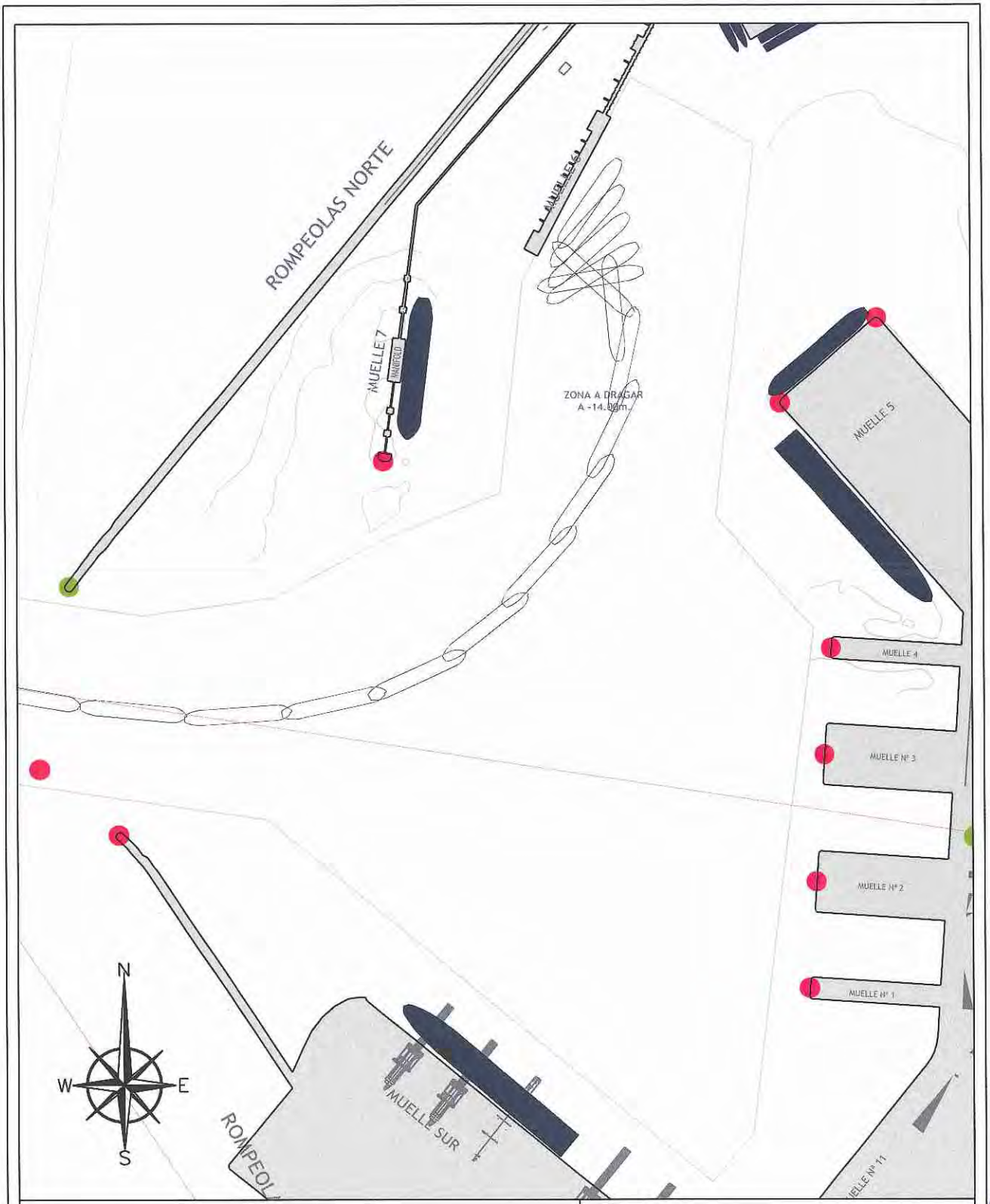


Figura: Trk-10

Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada

Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc

Gráfico de Trayectoria

Intervalo Dibujo: 60 s

Scale: 1/8000

Proyecto: callao_2012

Condición: 01411

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

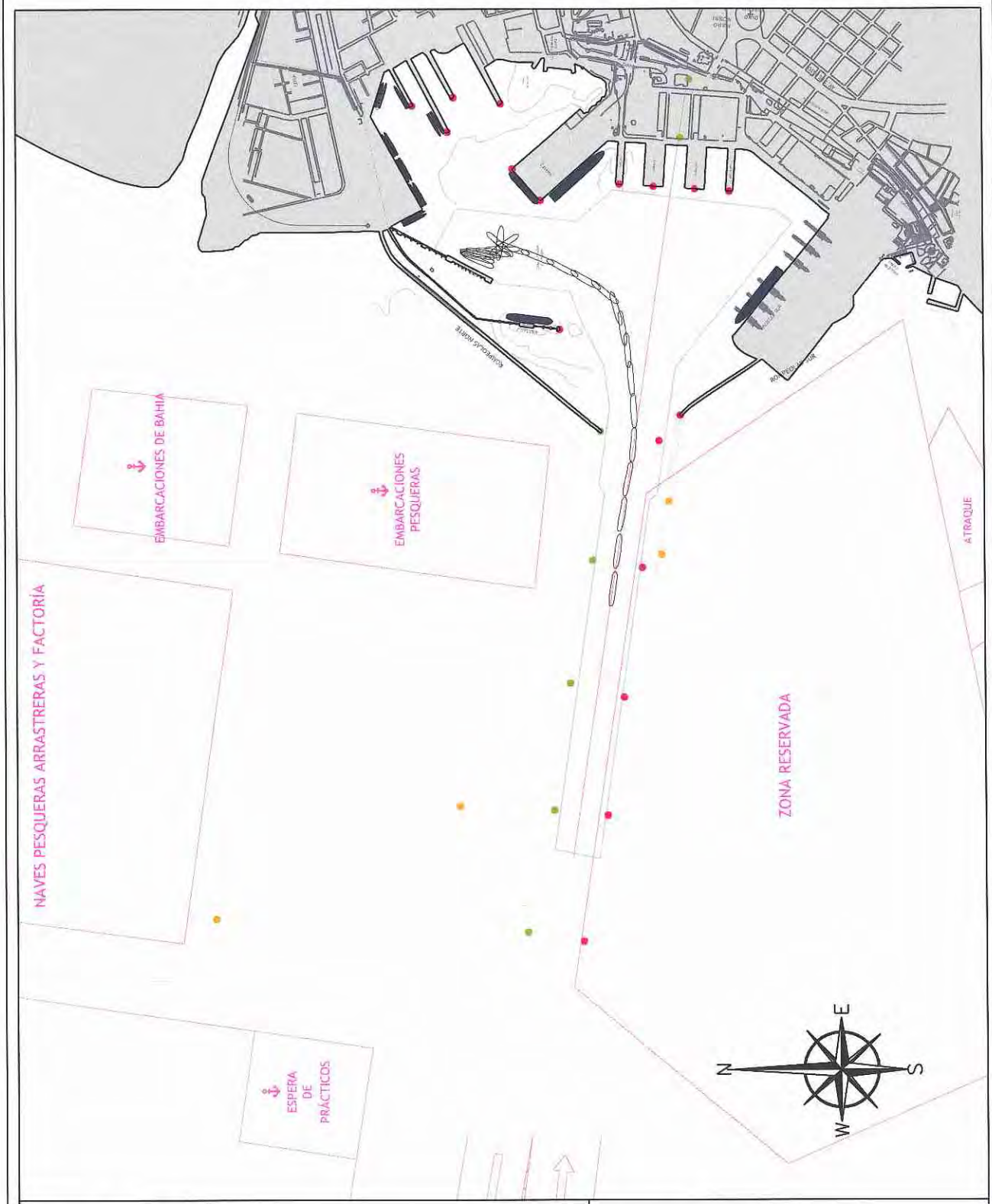


Figura: Trk-38	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 01411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

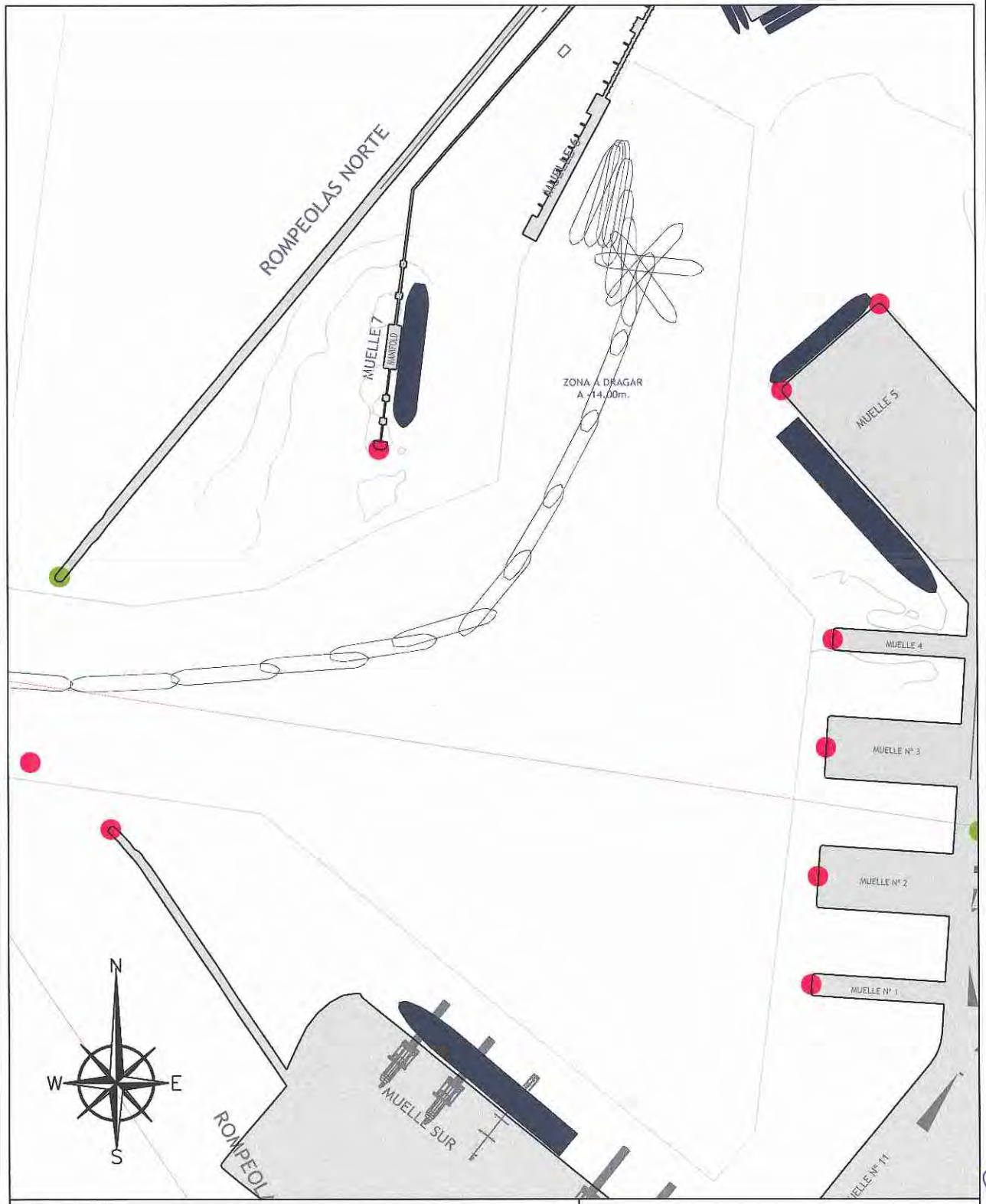


Figura: Trk-38	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 01411	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

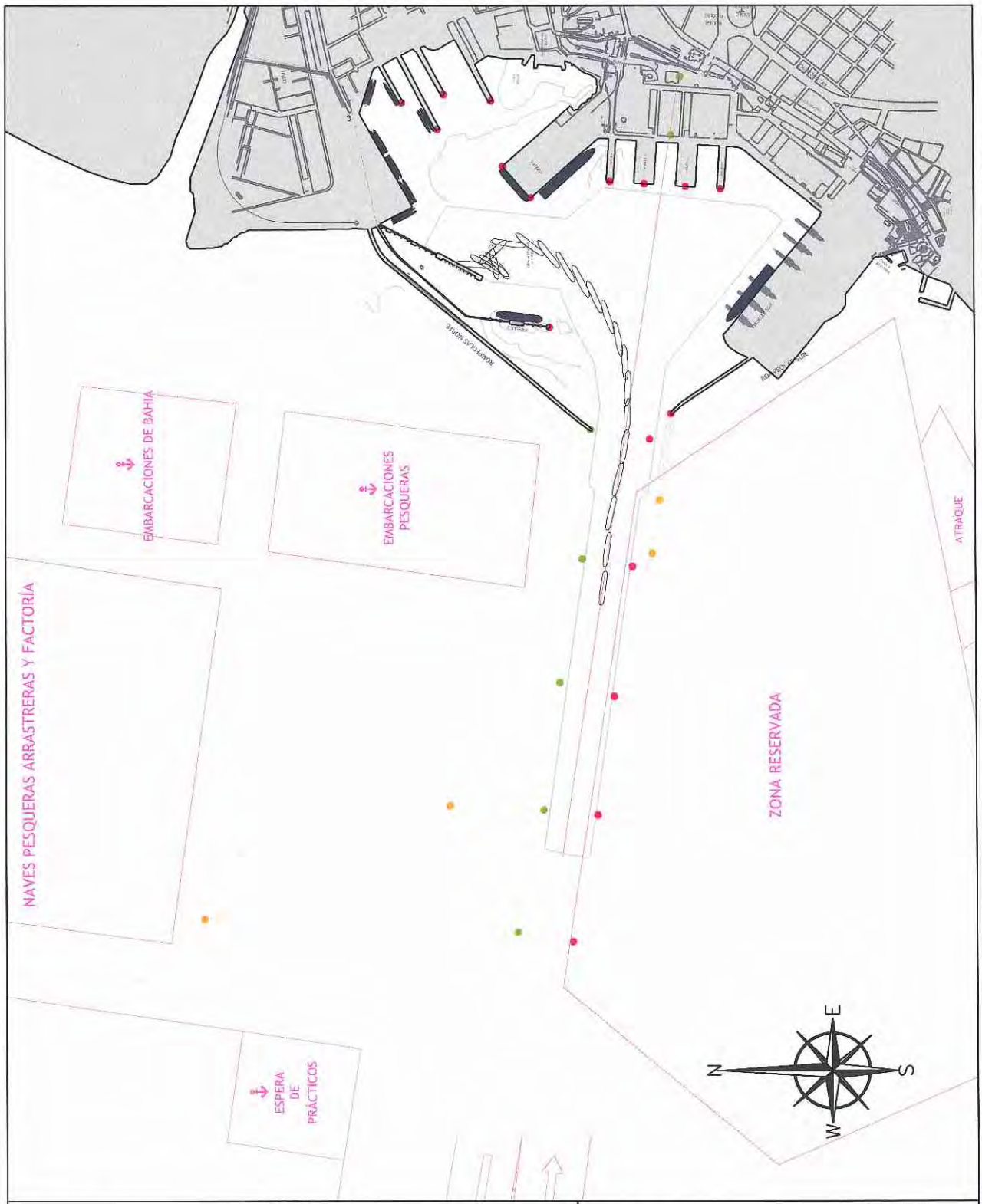


Figura: Trk-17	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 01511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

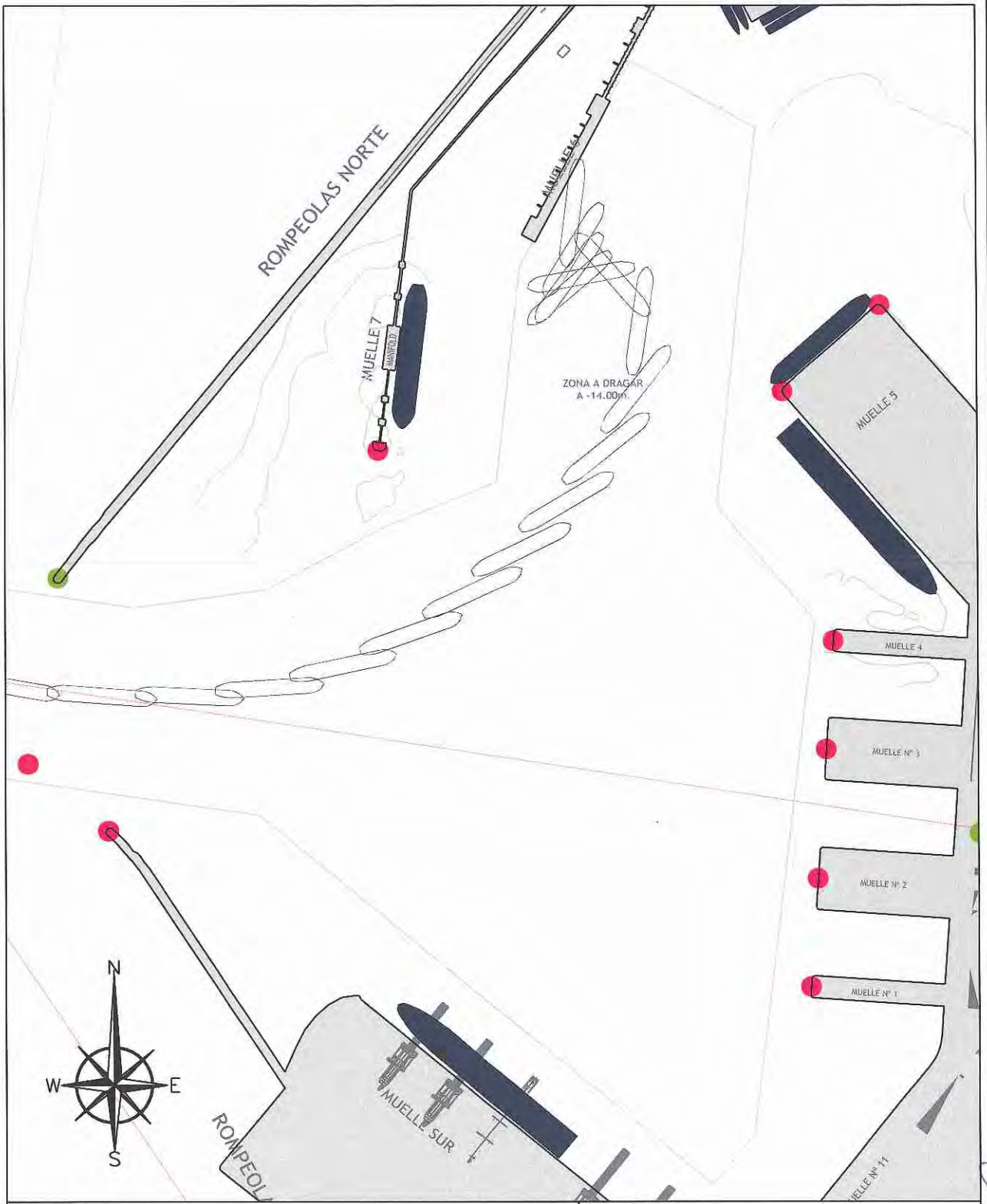


Figura: Trk-17	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623
Condición: 01511	Siport21

Figura: Trk-34	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 01511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

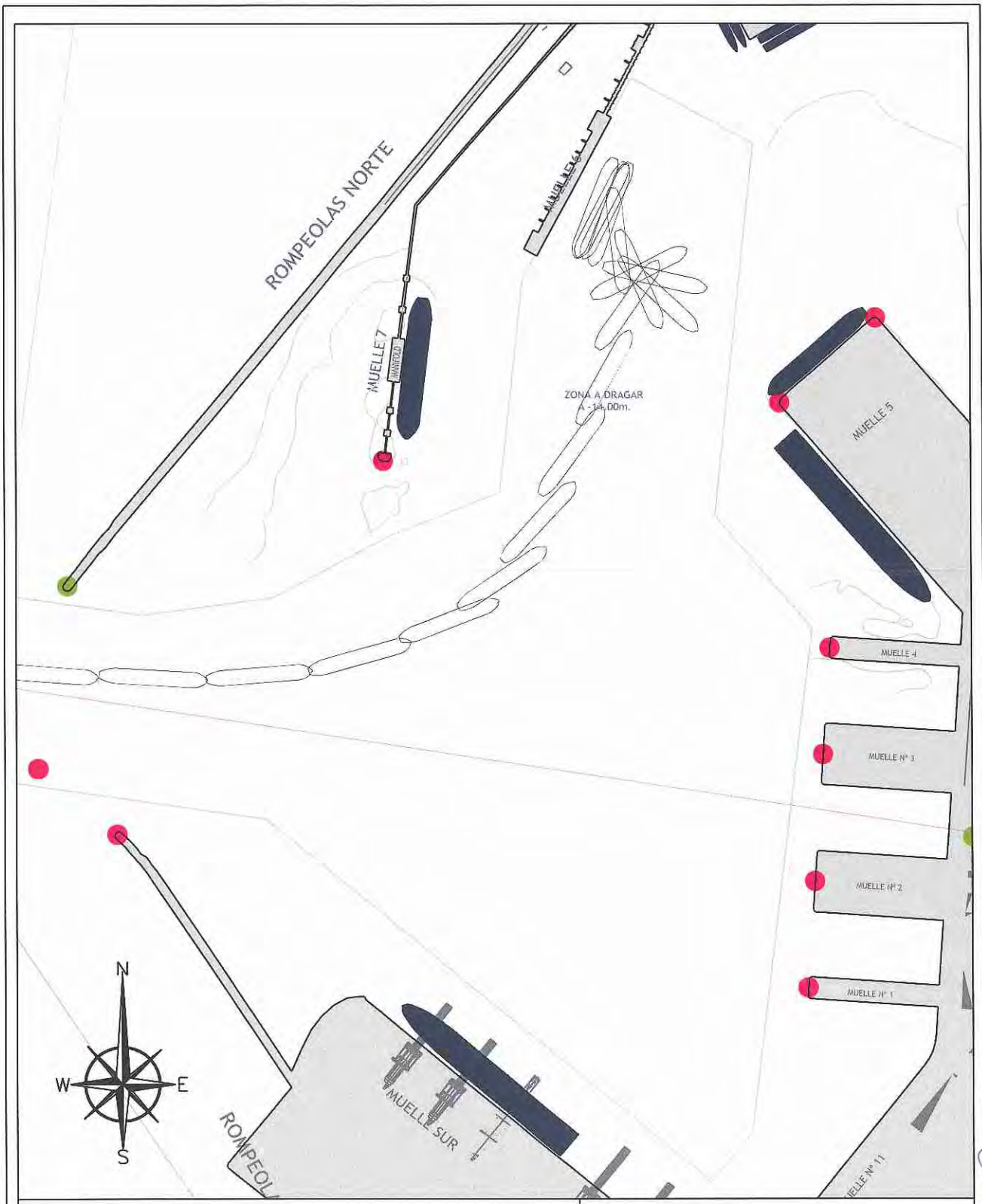


Figura: Trk-34	Gráfico de Trayectoria
Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada	Intervalo Dibujo: 60 s
Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012	
Condición: 01511	

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

ANEJO IV

GRÁFICOS DE SERIES TEMPORALES

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En este Anejo se recogen los **gráficos de series temporales** de las variables velocidad (nudos), régimen de máquina (rpm), ángulo de timón (°) y las fuerzas (t) y momentos (t·m) de los remolcadores de cada una de las maniobras. Las tablas siguientes recogen un índice de los gráficos, donde las celdas sombreadas indican las condiciones donde se ha realizado un mayor número de maniobras y, por tanto, análisis de áreas ocupadas.

Tabla 1. Condiciones de maniobra. **Bulkcarrier 60000 TPM**

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run	Figura
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	11411	1	D-3 TB-1
				Salida	11412	3	D-4 TB-2
			Descendente 1.0 n	Entrada	11421	5	D-5 TB-1
				Salida	11422	29	D-6 TB-2
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	11511	8 13	D-7 TB-1
				Entrada	11511	21 22 23 25 27 32 35 36	D-1 TB-1
				Salida	11512	12 14 16 33 18 24 26 37	D-2 TB-2
			Descendente 1.0 n	Entrada	11521	30	D-8 TB-1
				Salida	11522	7	D-9 TB-2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run	Figura
Sur	S 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	12411	2	D-10 TB-1
				Salida	12412	4	D-11 TB-2
	S 10 n		Descendente 1.0 n	Entrada	12421	28	D-12 TB-1
				Salida	12422	20	D-13 TB-2
	S 20 n	W 1.0 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	12511	6	D-14 TB-1
				Salida	12512	9 39	D-15 TB-2
			Descendente 1.0 n	Entrada	12521	11 40	D-16 TB-1
				Salida	12522	31	D-17 TB-2

Tabla 2. Condiciones de maniobra. **Bulkcarrier 60000 TPM** con lastre ligero

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run	Figura
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada **Calado 7m**	21411	15	D-18 TB-1
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada **Calado 7m**	21511	19	D-19 TB-2

Tabla 3. Condiciones de maniobra. **Bulkcarrier 15000 TPM**

Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run	Figura
Sureste	SE 15 n	W 0.75 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	01411	10 38	D-20 TB-1
	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	**01511**	17 34	D-21 TB-2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

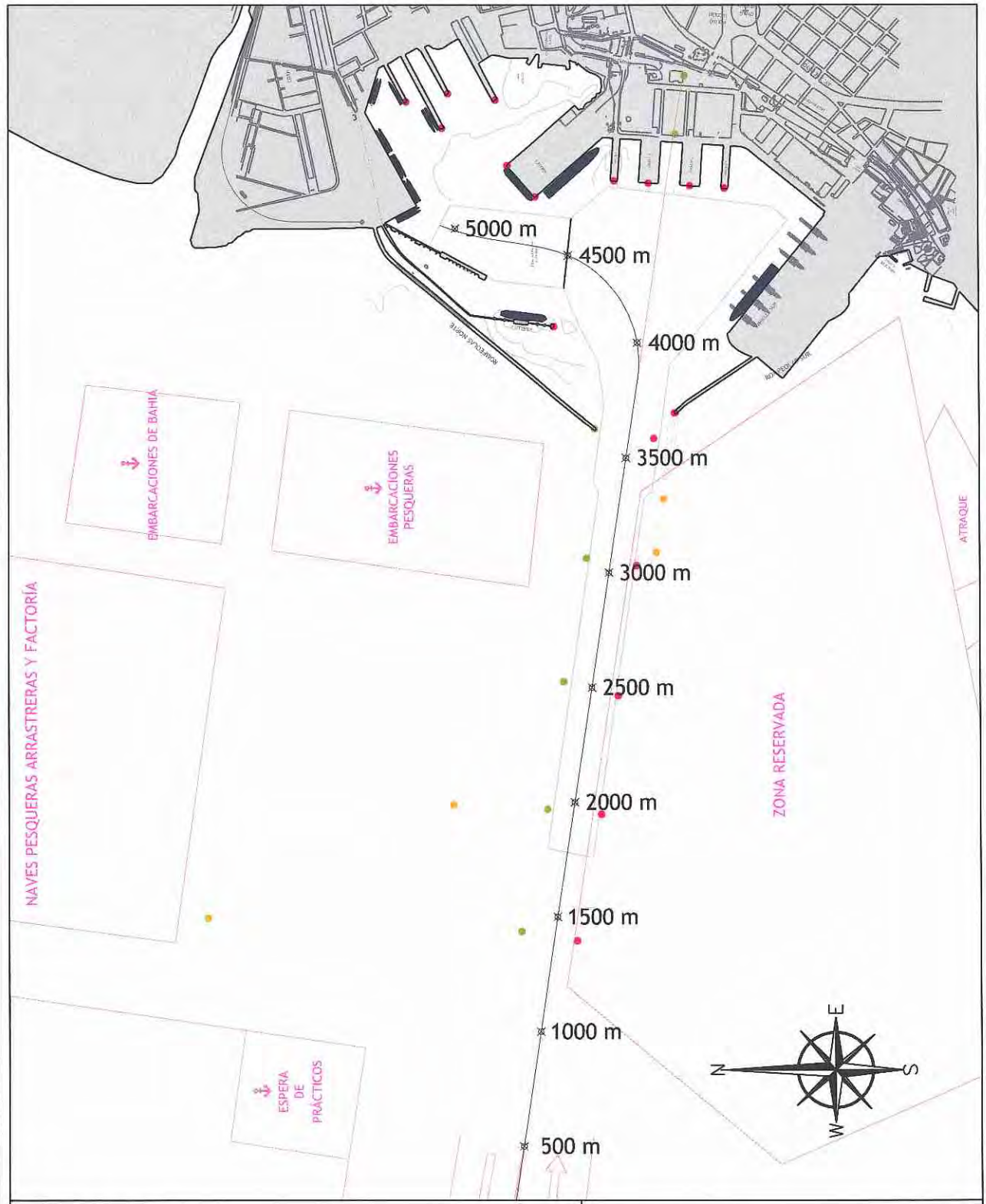


Figura: TB-1 Bulkcarrier. Entrada	Trayectoria Base Scale: 1/25000
Proyecto: callao_2012	RAUL RIOS JIMENEZ INGENIERO CIVIL CIP 3623

Siport21

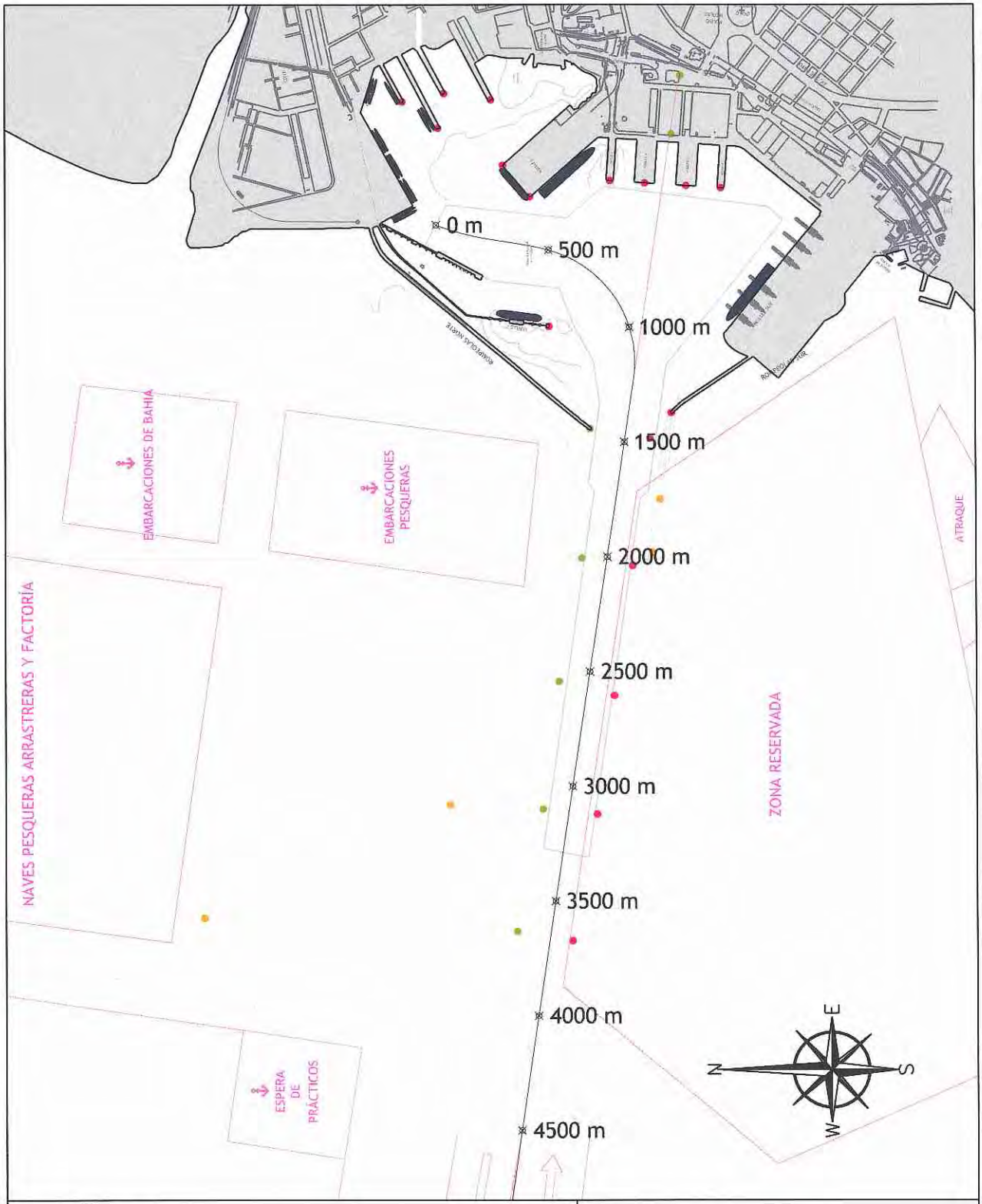


Figura: TB-2

Bulkcarrier. Salida

Trayectoria Base

Scale: 1/25000

Proyecto: callao_2012

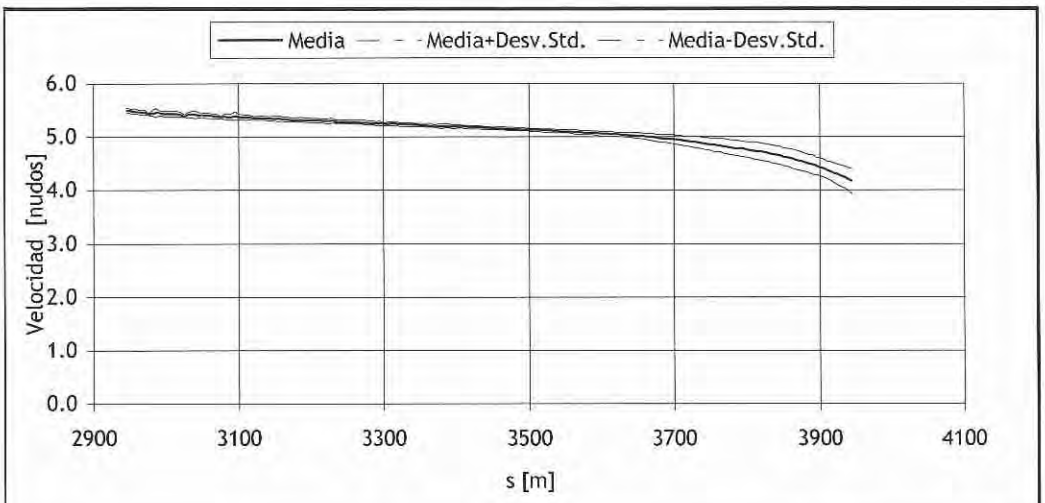
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

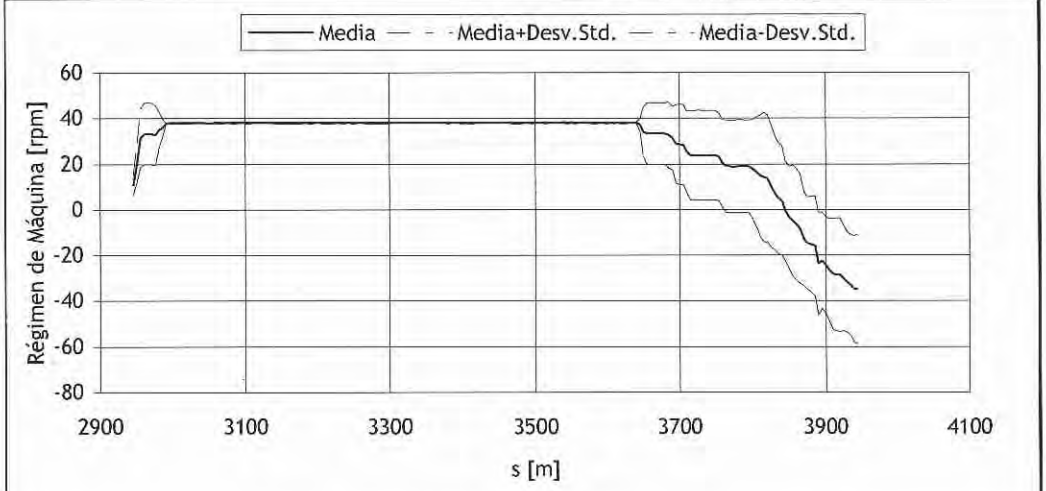
Siport21

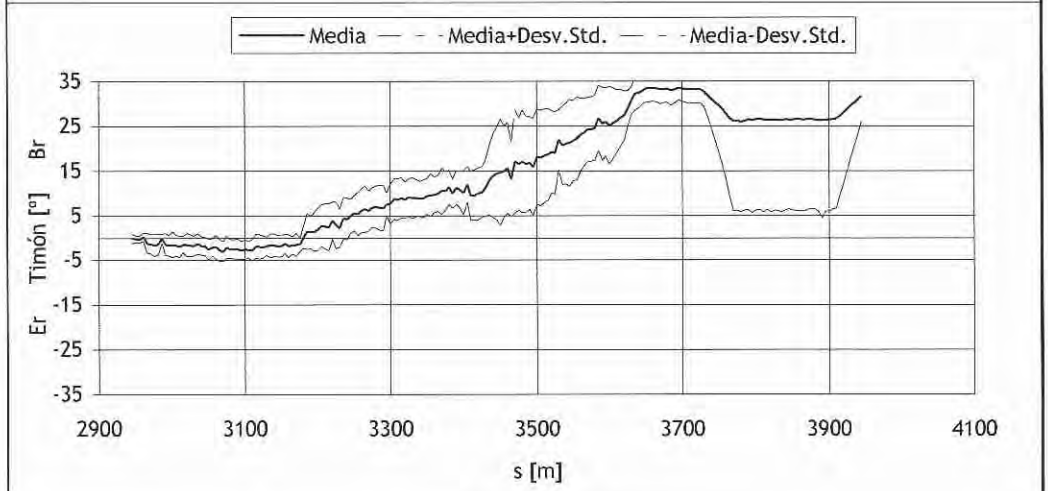
Maniobras del Bulkcarrier
de 60 000 TPM

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

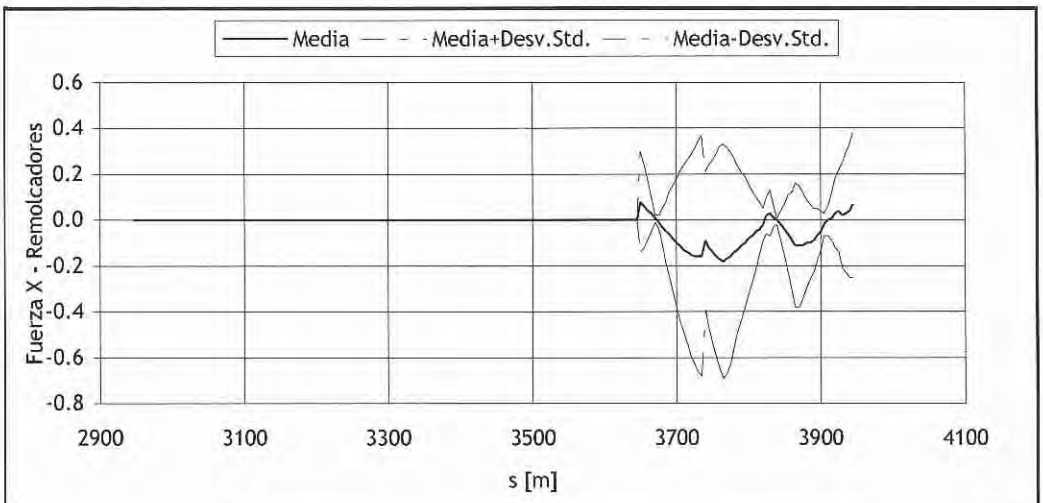


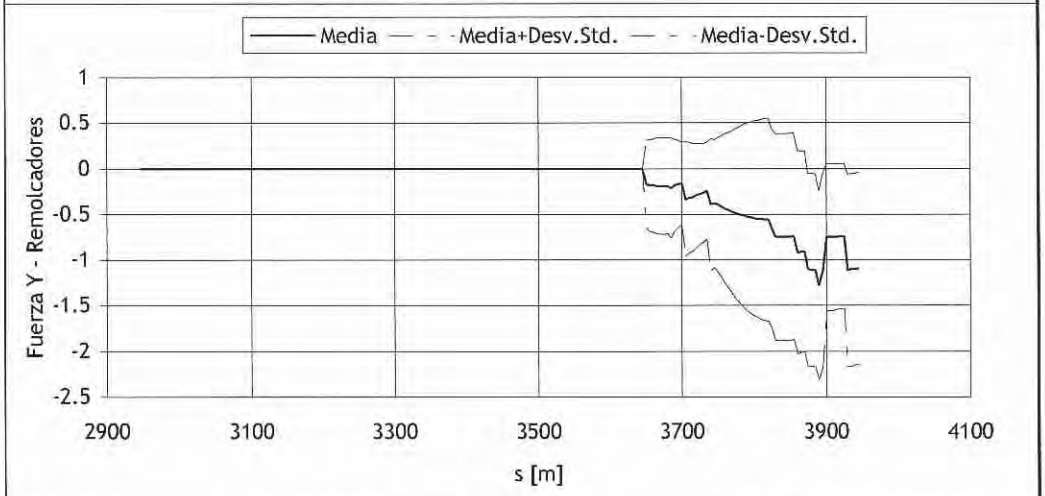


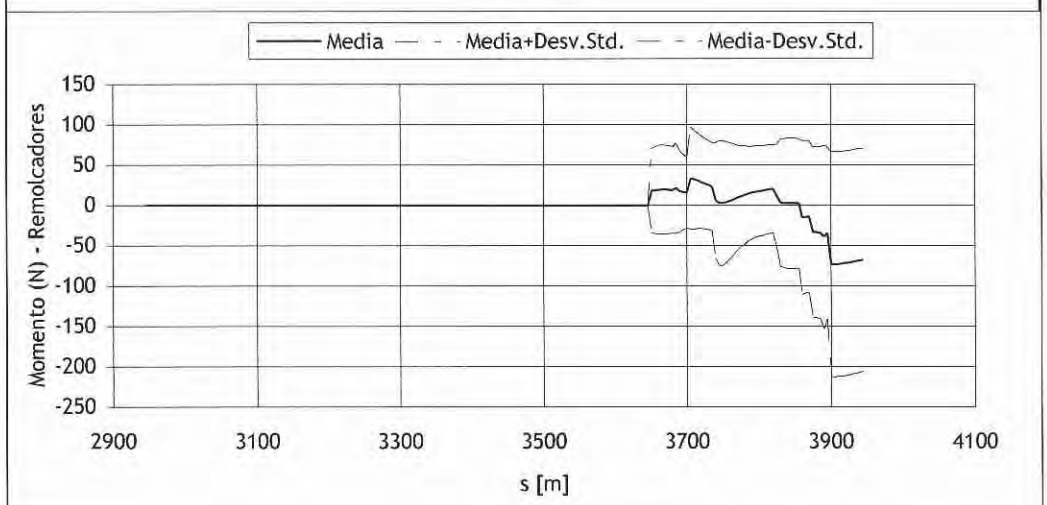


callao_2012 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Velocidad, Máquina y Timón	
Siport21	N° de Runs: 8	D-1
	11511	Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

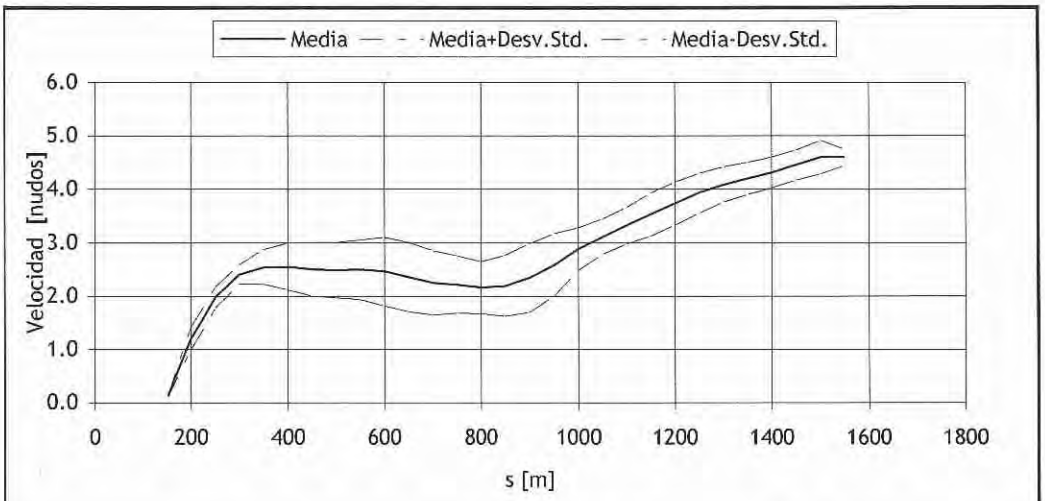


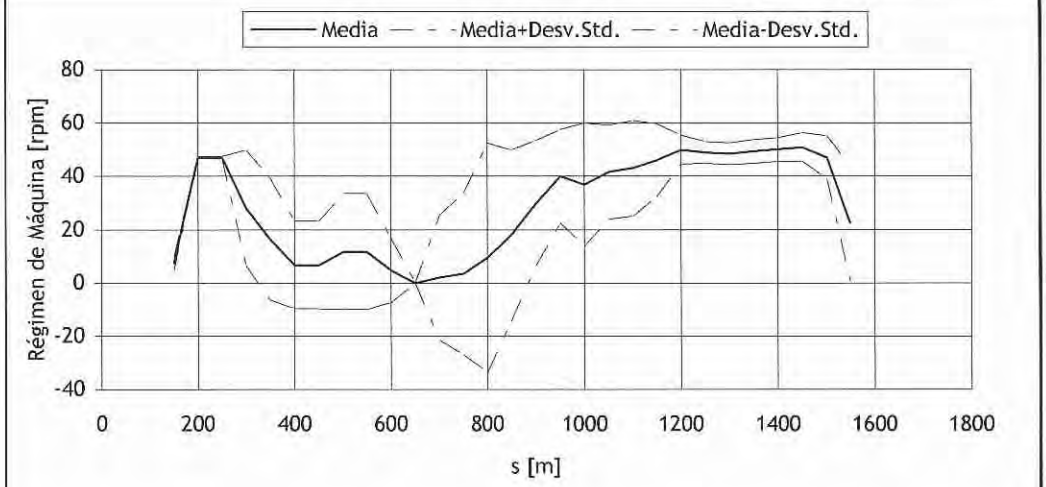


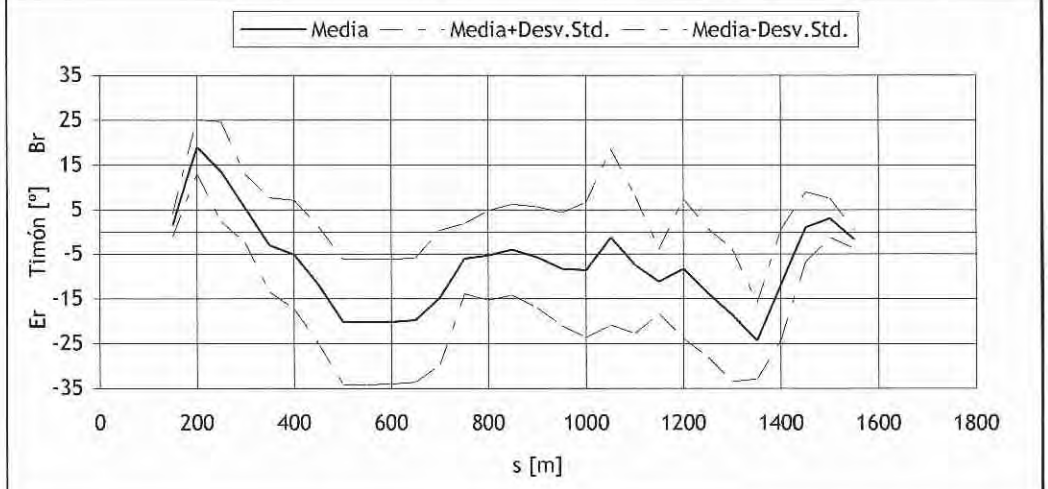


callao_2012 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Remolcadores	
Siport21	Nº de Runs: 8	D-1
	11511	Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

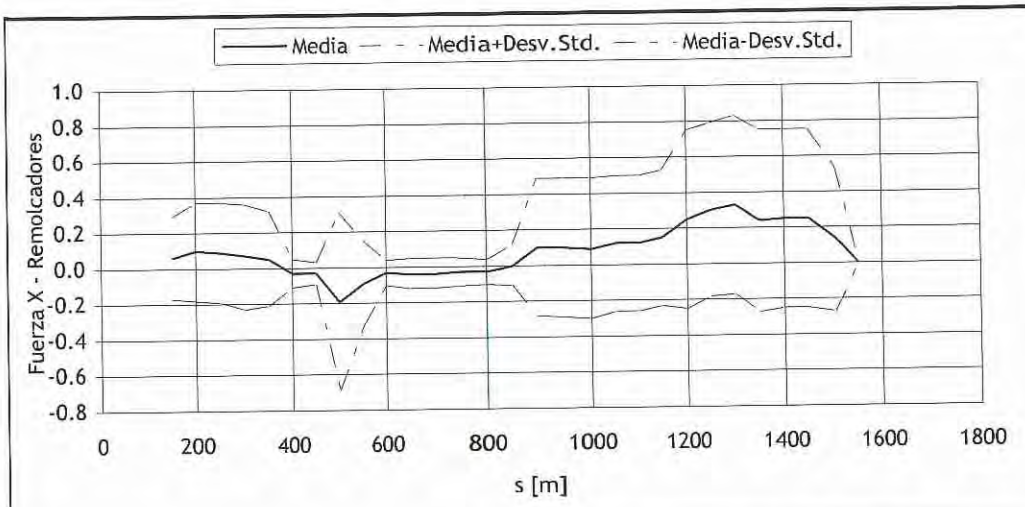


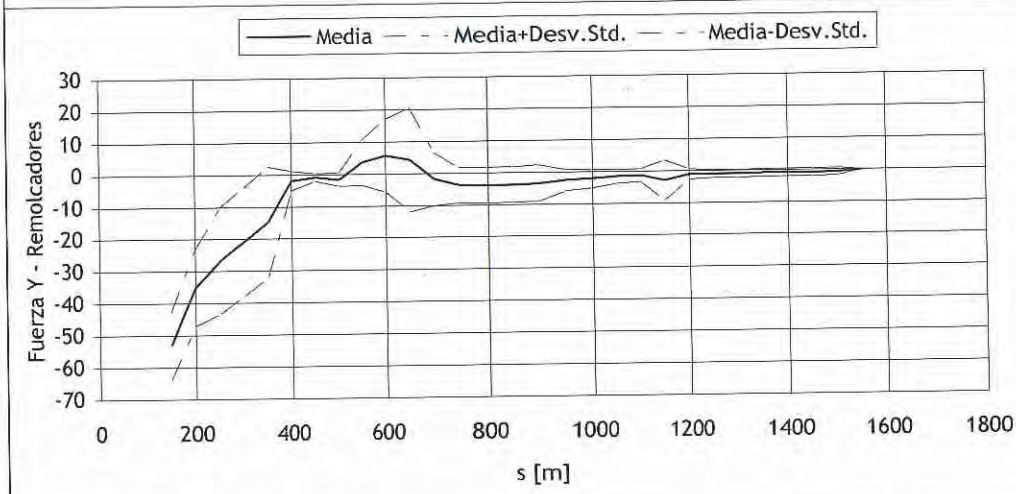


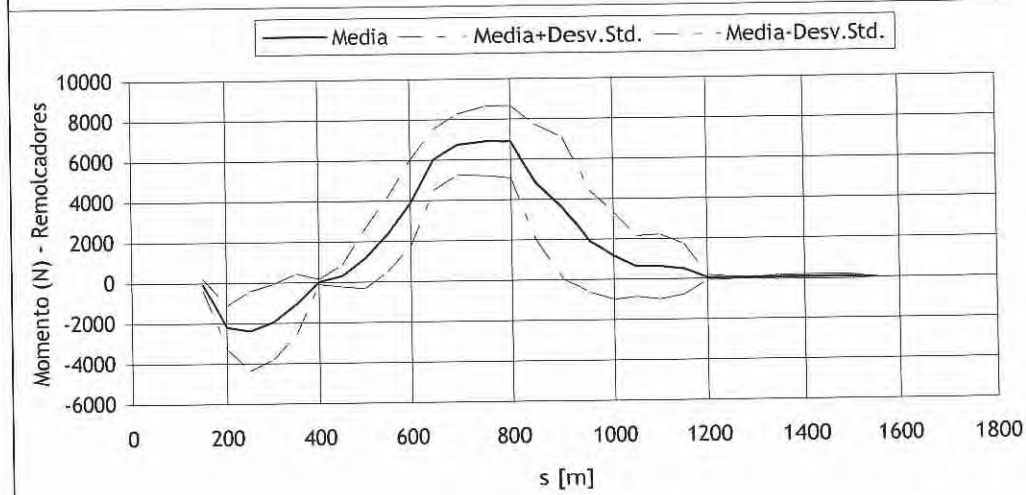


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón	
Siport21	Nº de Runs: 8	D-2
	11512	Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



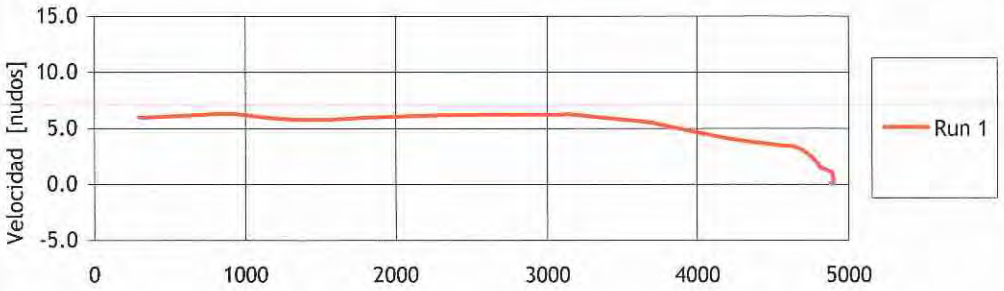




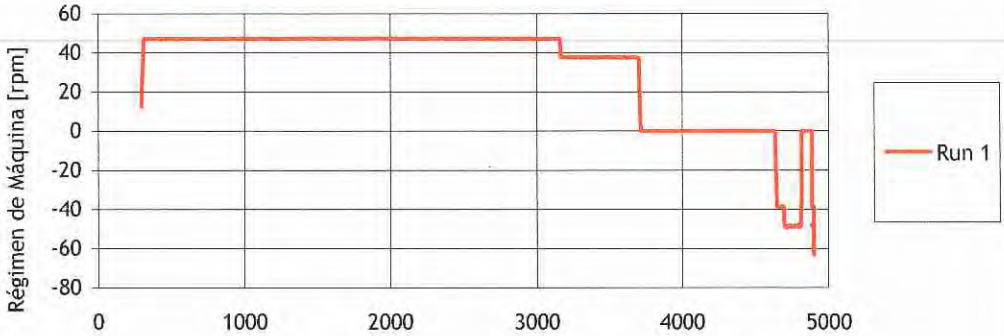
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	N° de Runs: 8 / D-2 11512 / Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

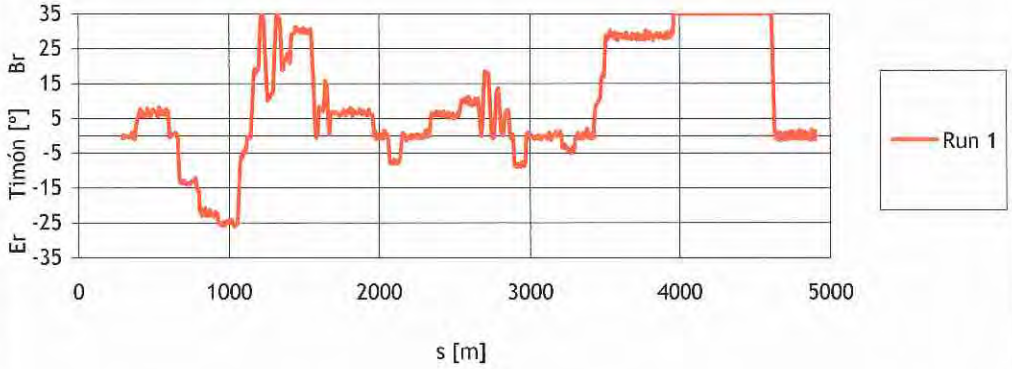
Velocidad



Máquina

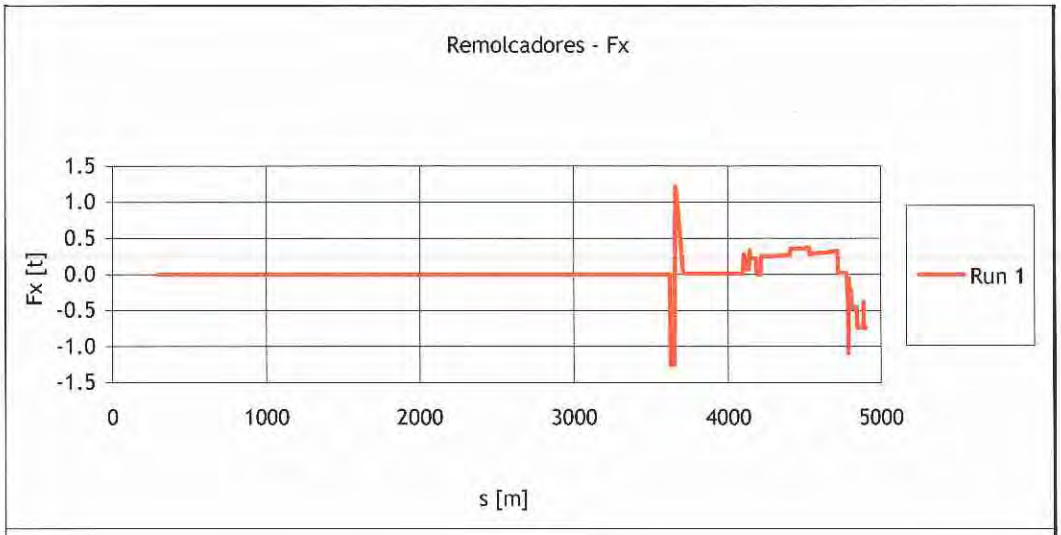


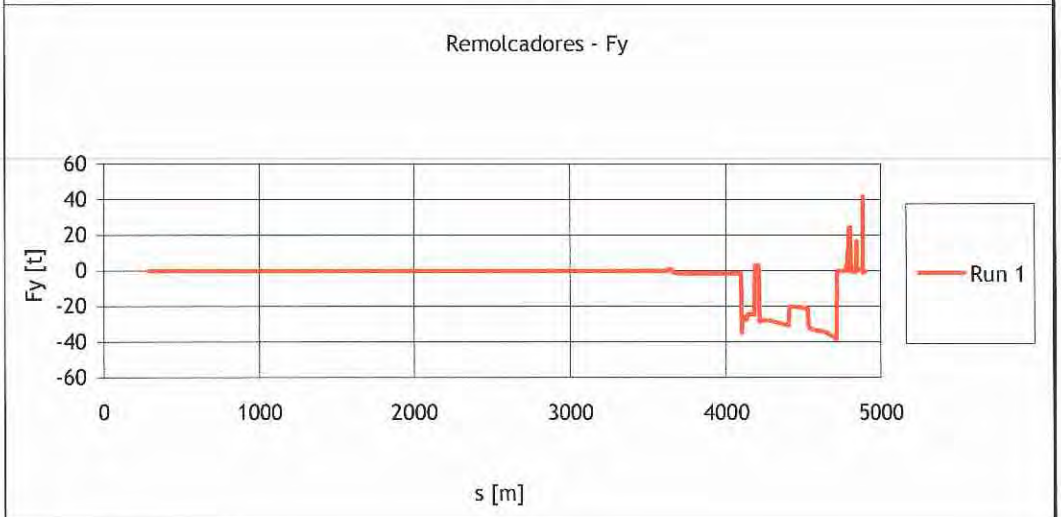
Timón

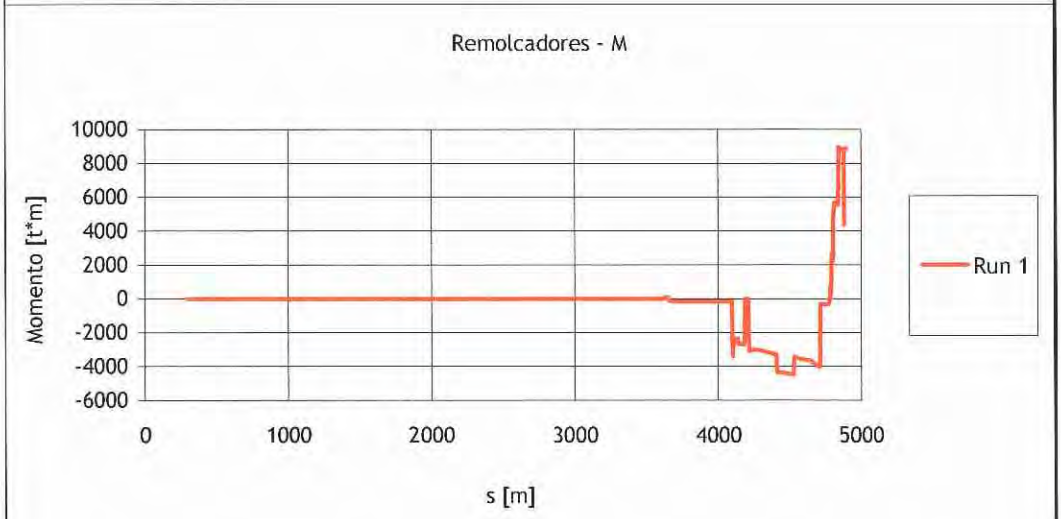


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-3
	11411 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

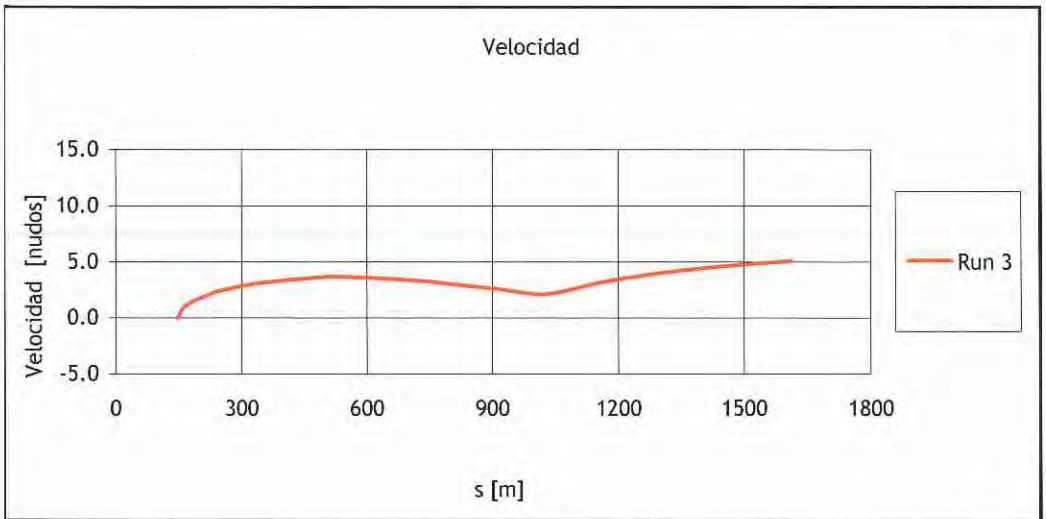


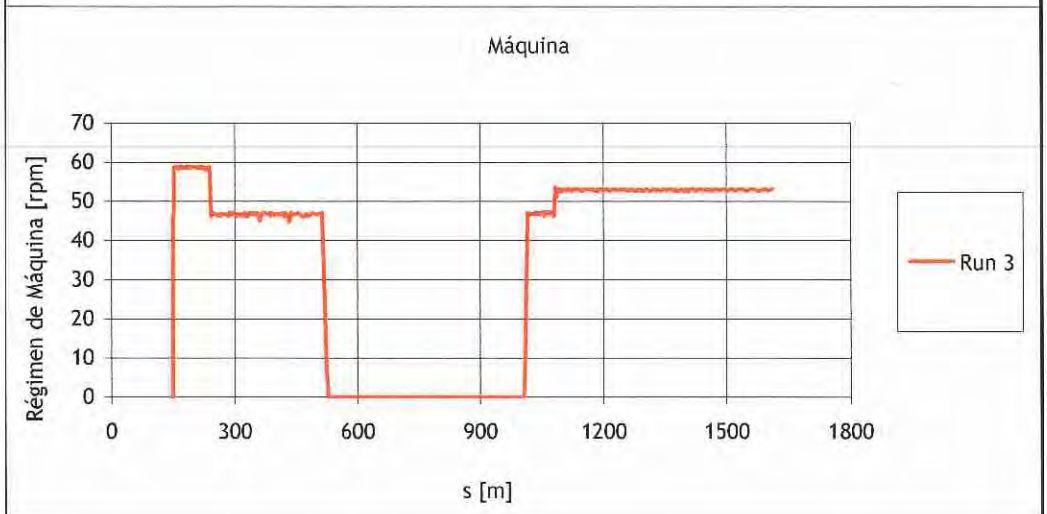


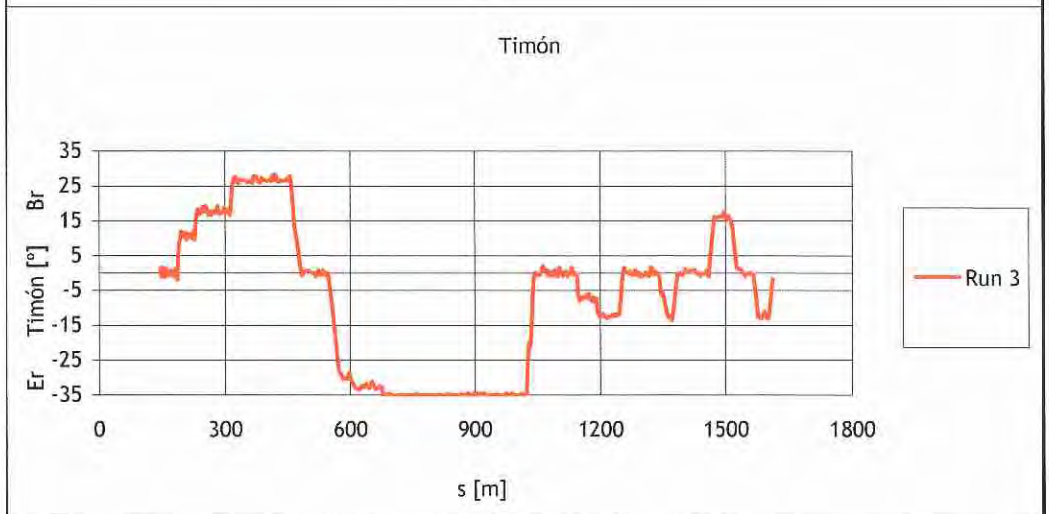


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-3
	11411 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



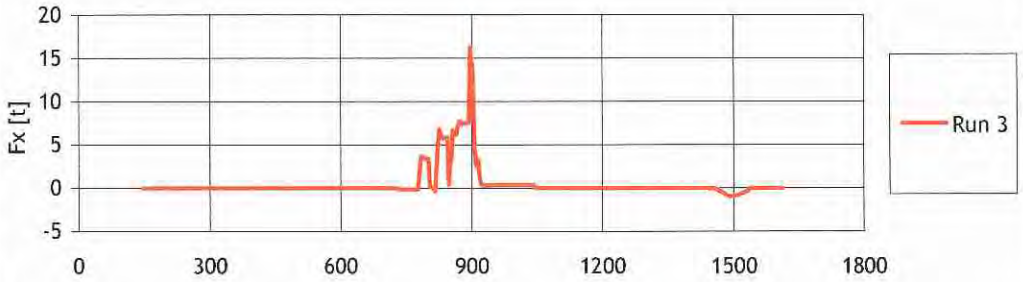




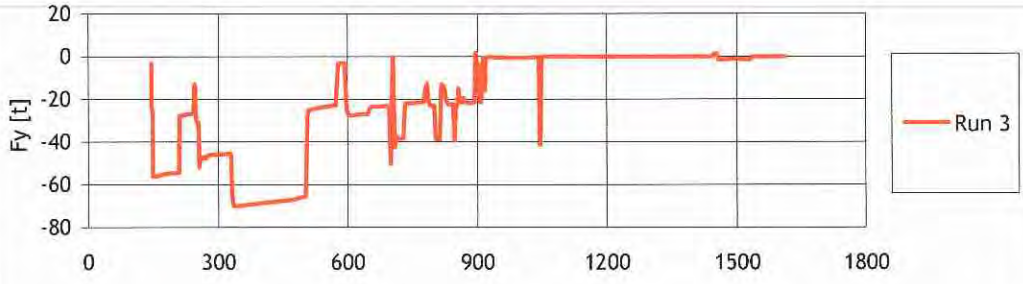
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-4
	11412 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

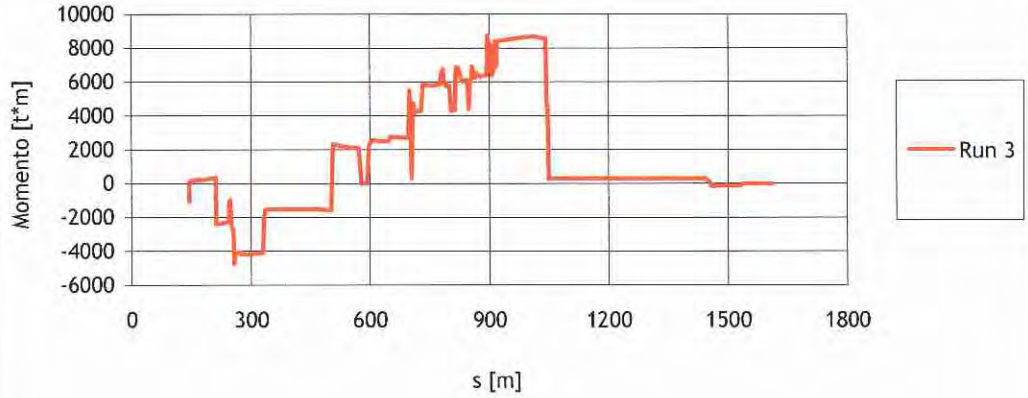
Remolcadores - Fx



Remolcadores - Fy

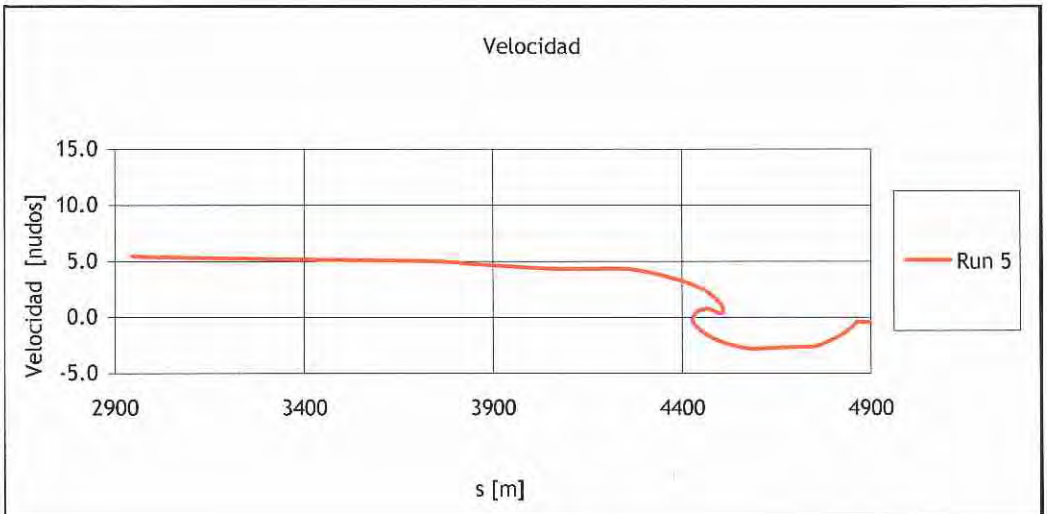


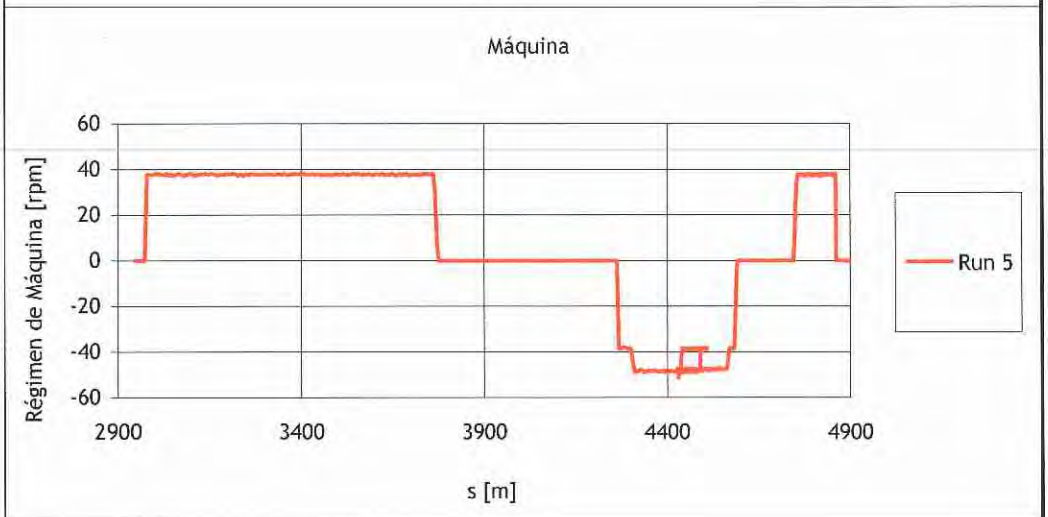
Remolcadores - M

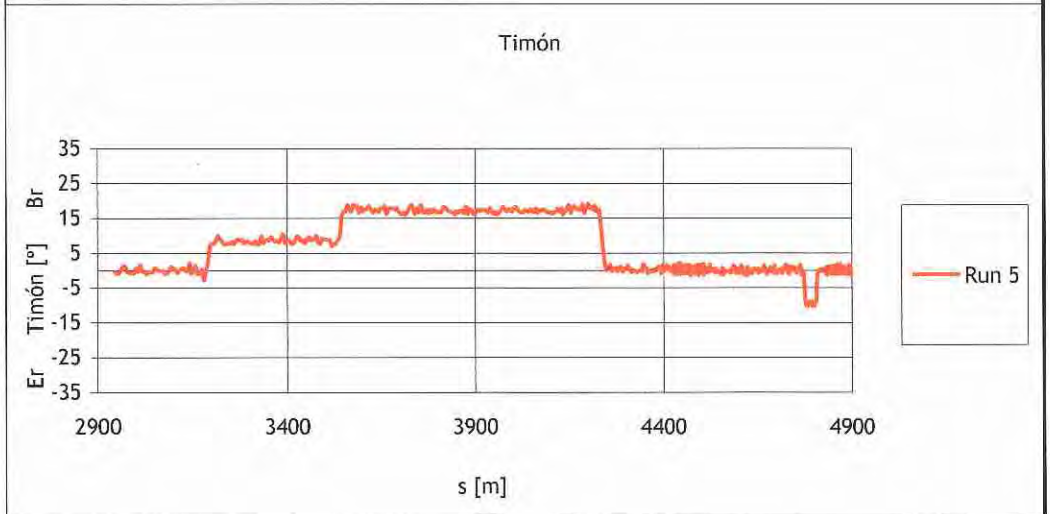


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-4
	11412 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



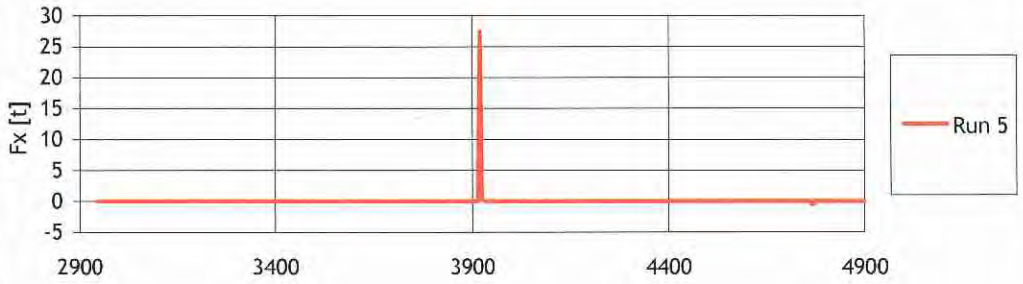




callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-5
	11421 Gráfico 1

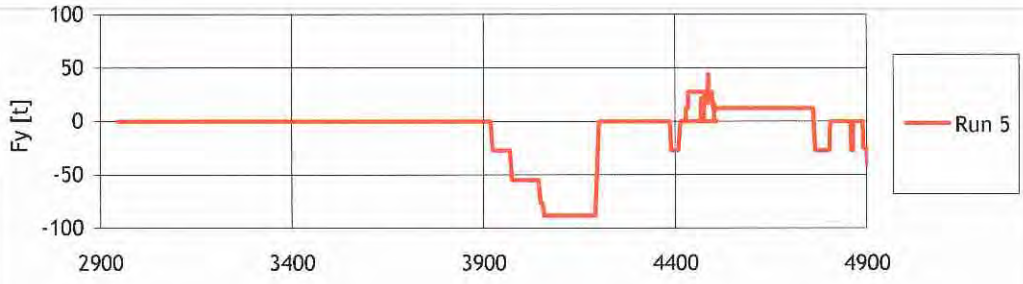
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Remolcadores - Fx



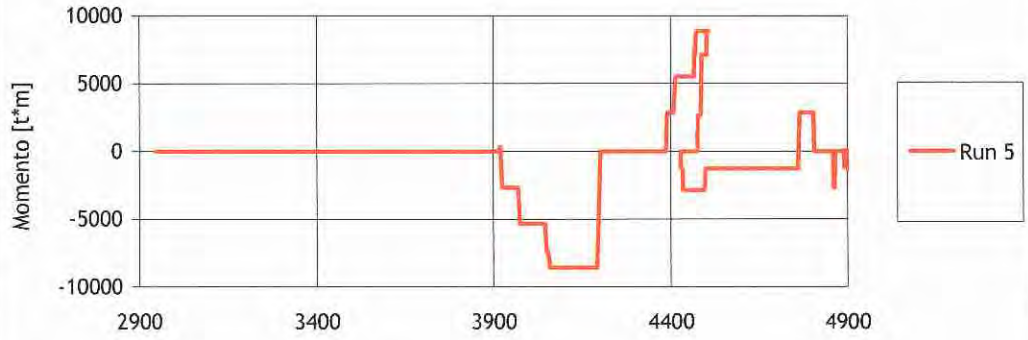
s [m]

Remolcadores - Fy



s [m]

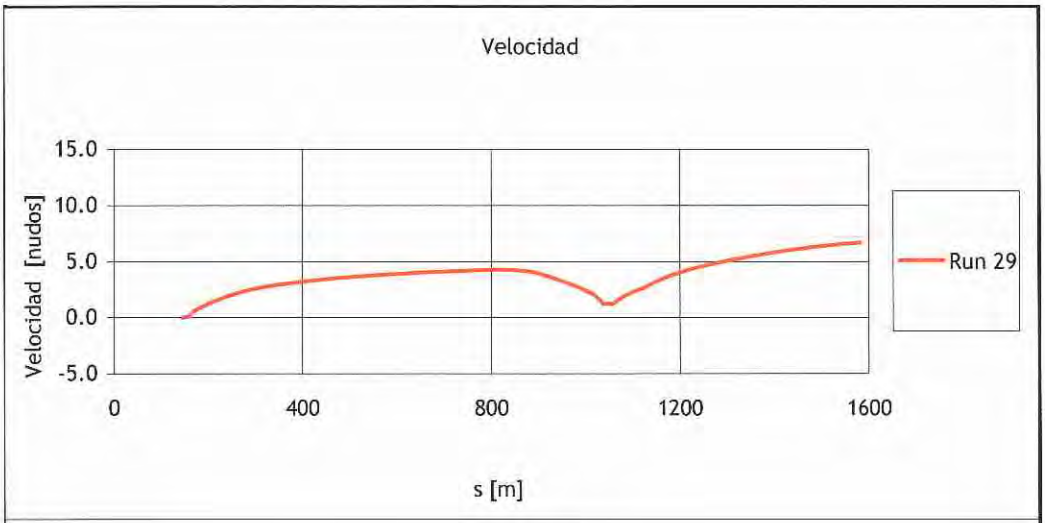
Remolcadores - M

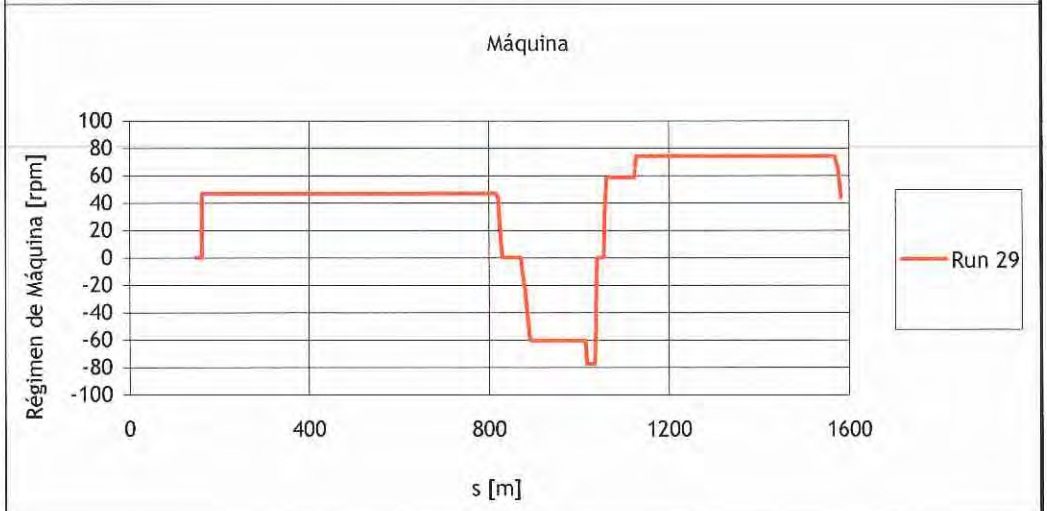


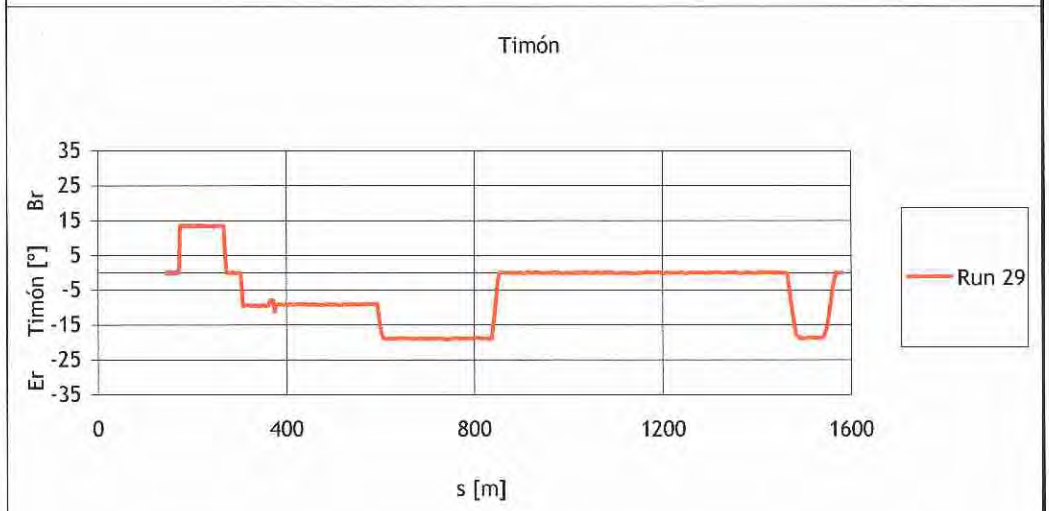
s [m]

callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des**	Remolcadores
Siport21	D-5
	11421 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

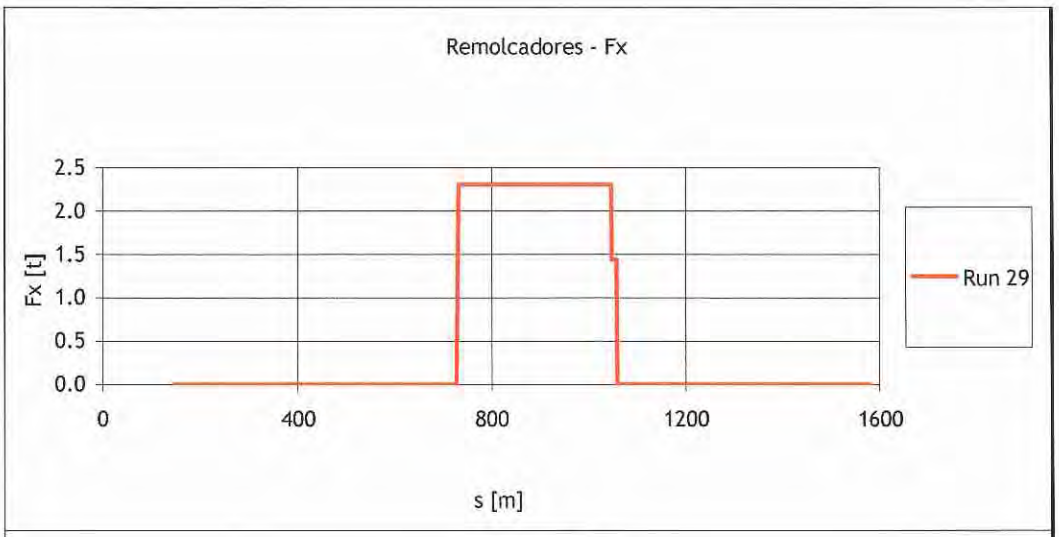


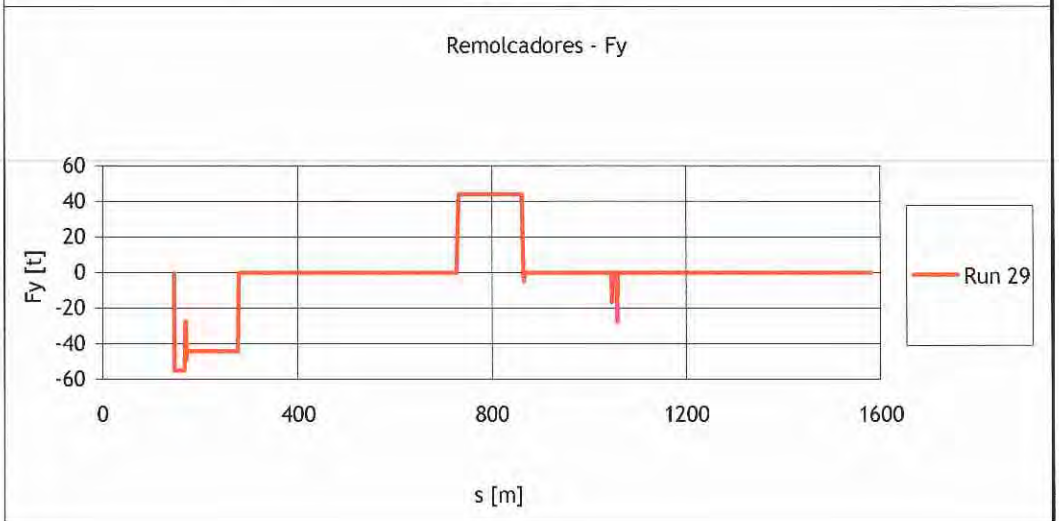


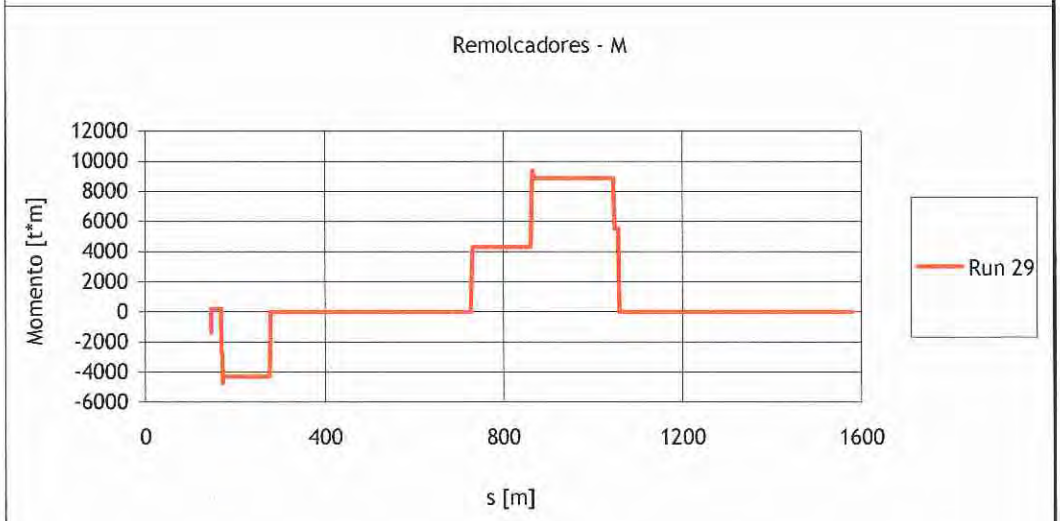


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-6
	11422 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

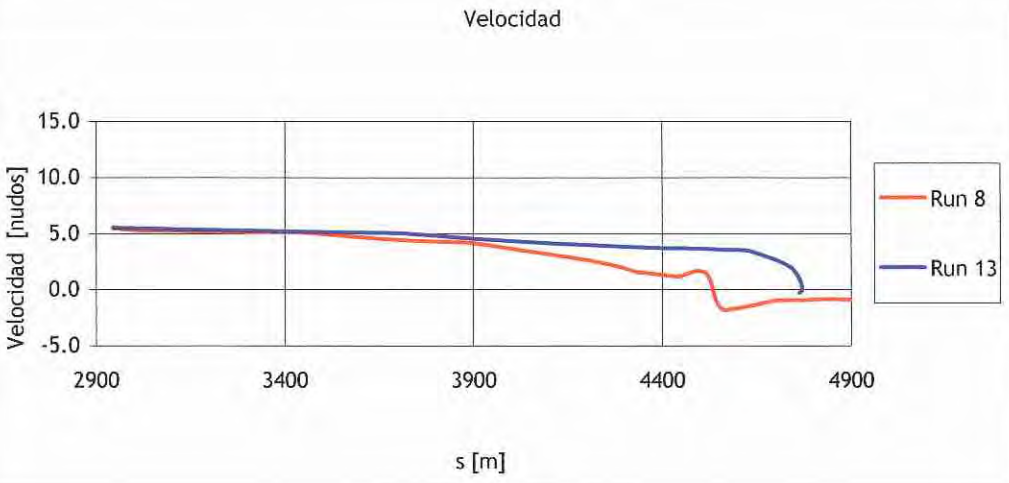


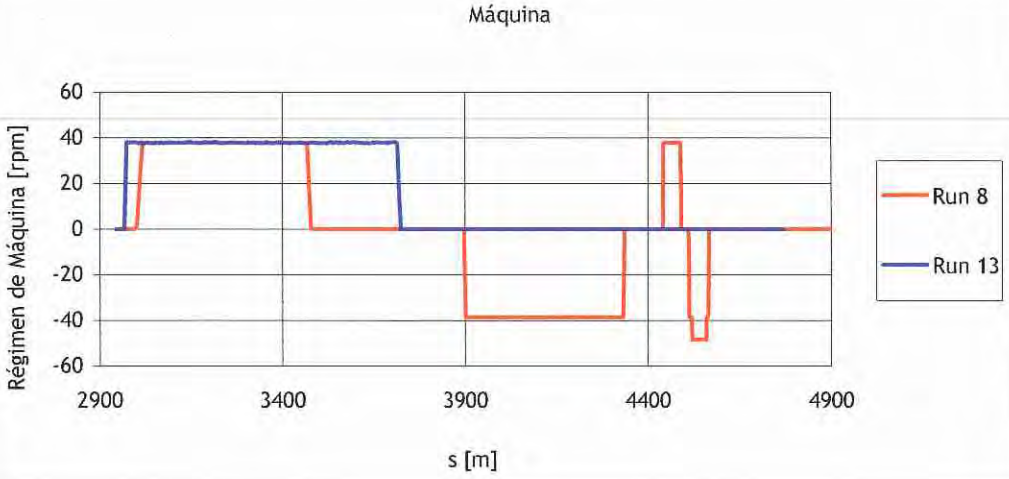


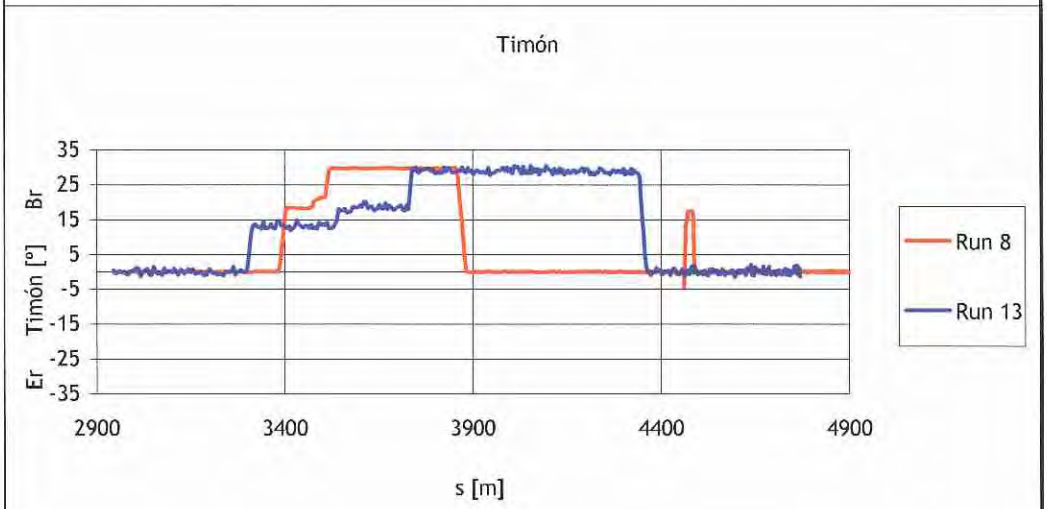


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-6 11422 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

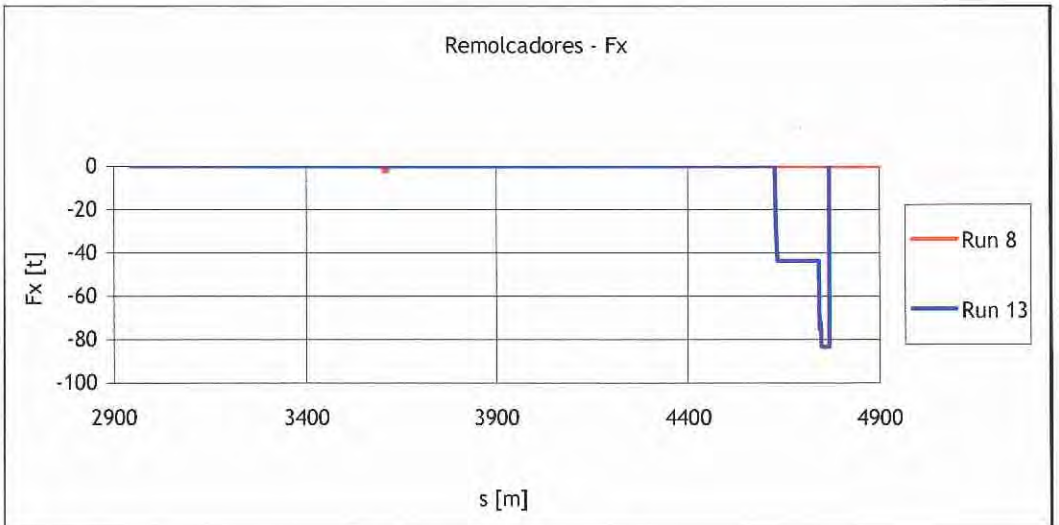


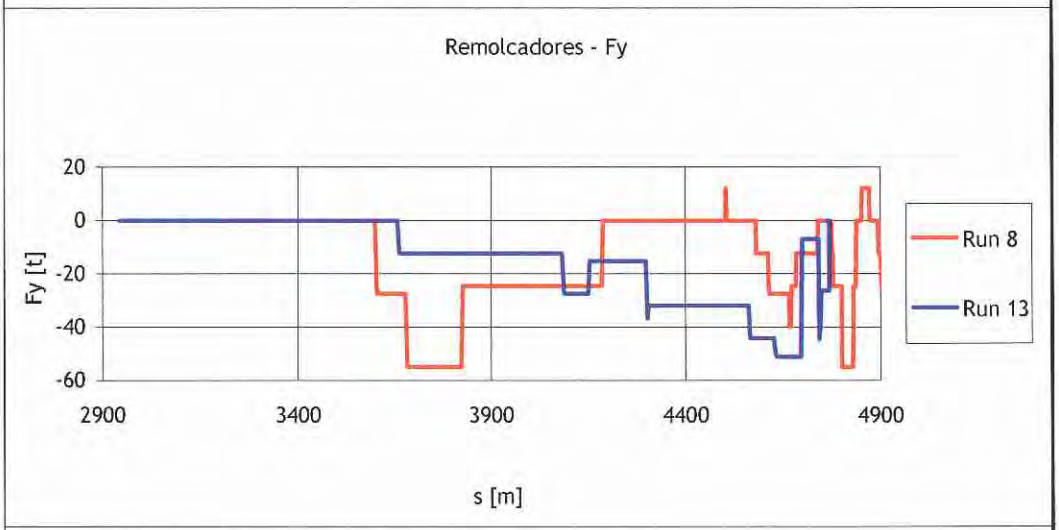


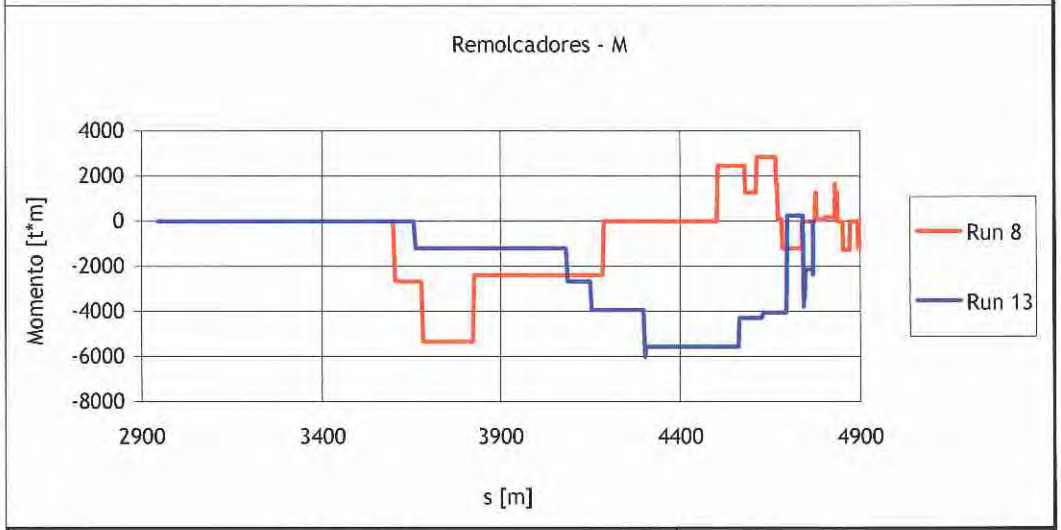


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-7
	11511 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



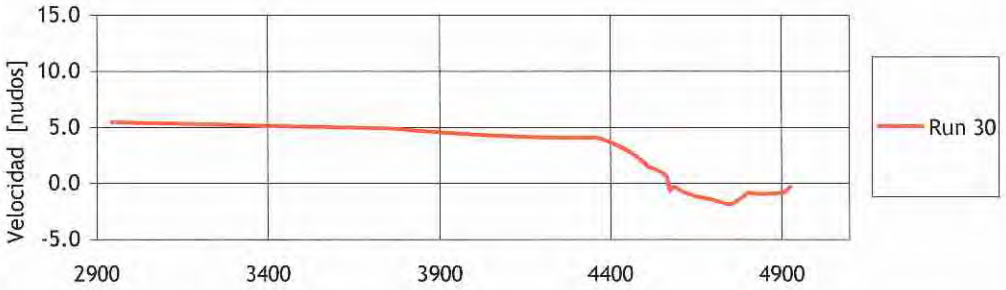




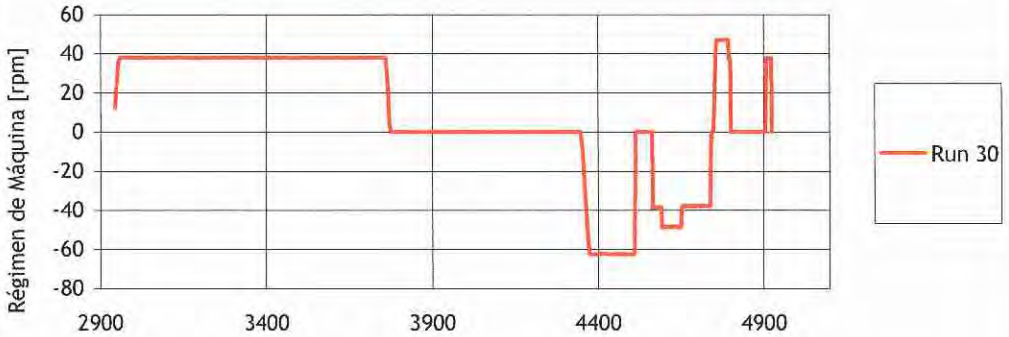
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-7
	11511 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

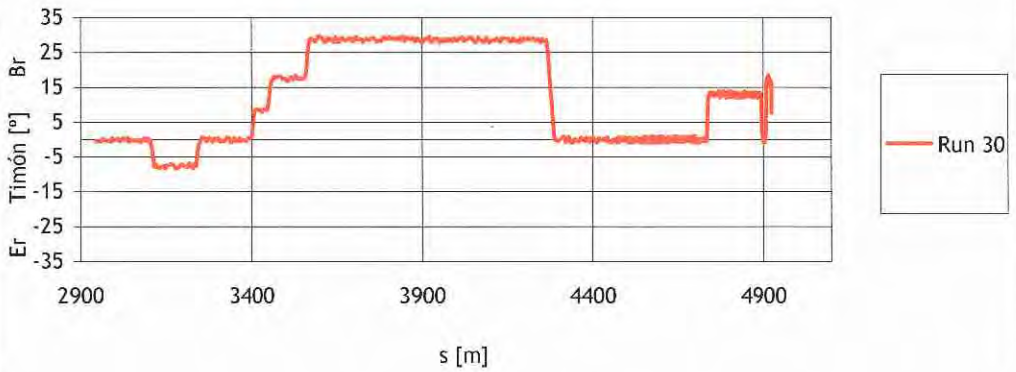
Velocidad



Máquina

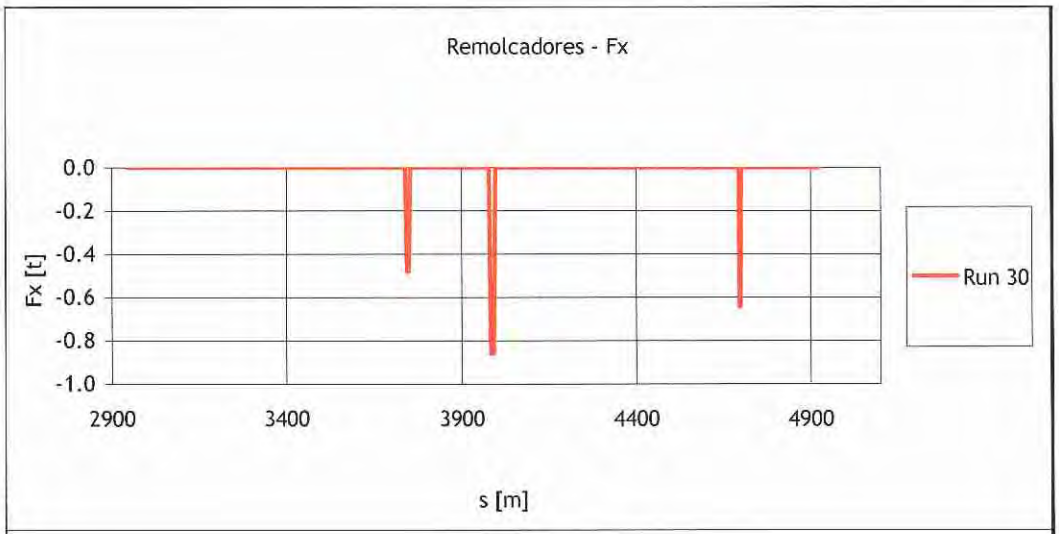


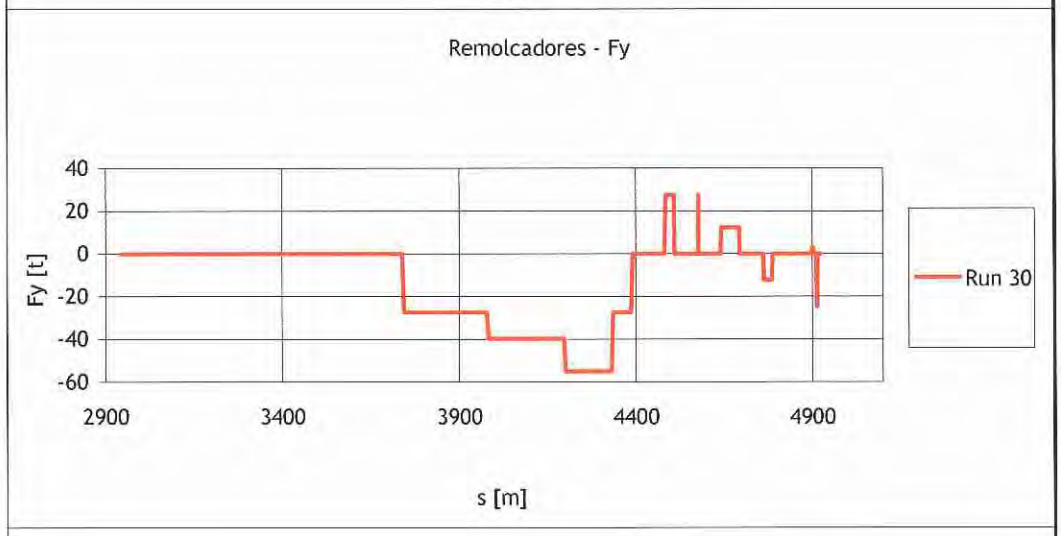
Timón

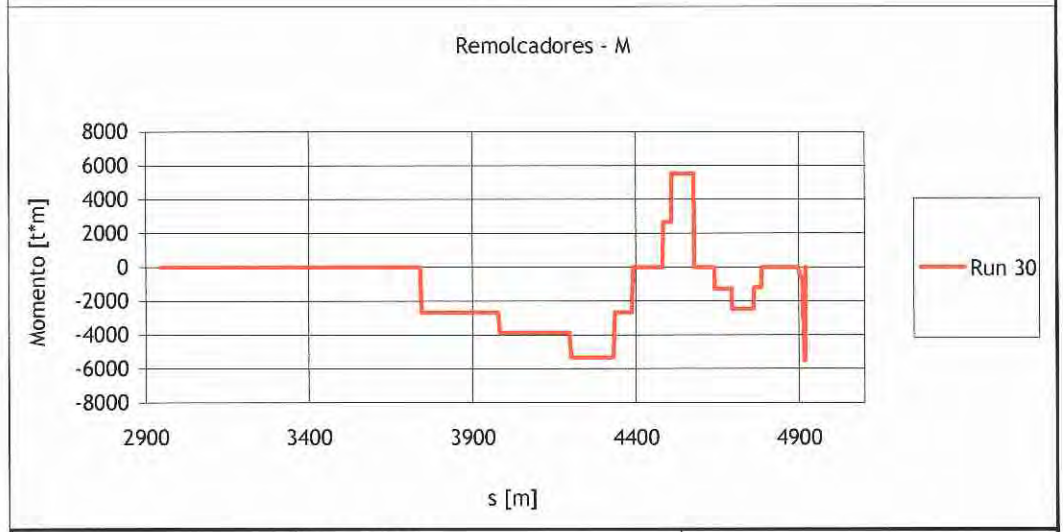


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-8
	11521 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



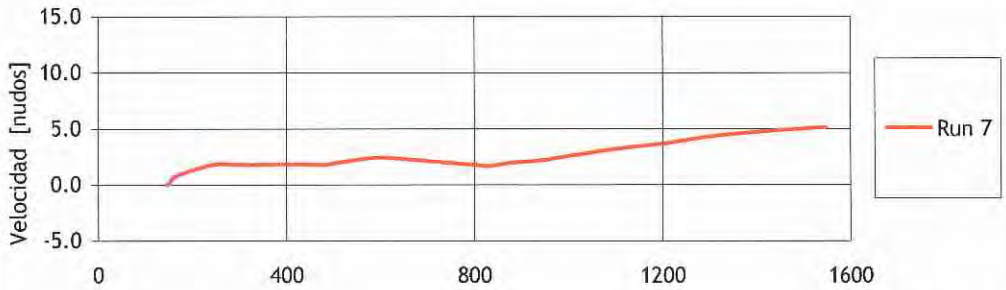




callao_2012 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Remolcadores
Siport21	D-8
	11521 Gráfico 2

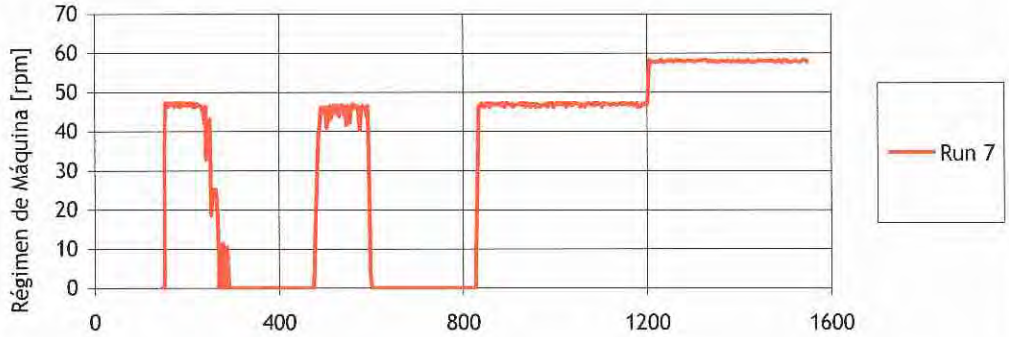
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Velocidad



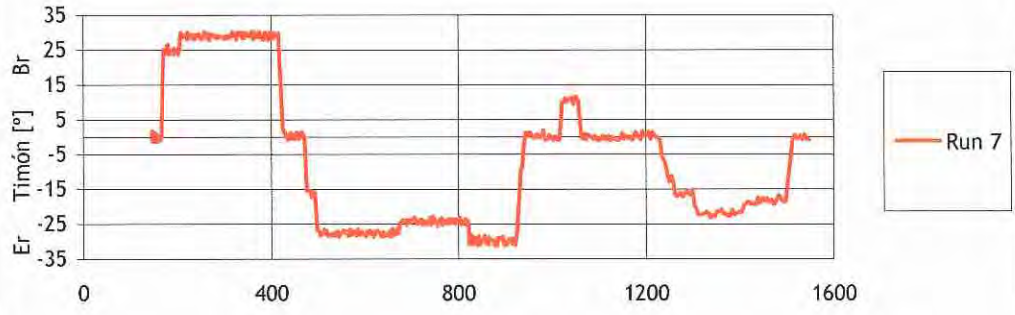
s [m]

Máquina



s [m]

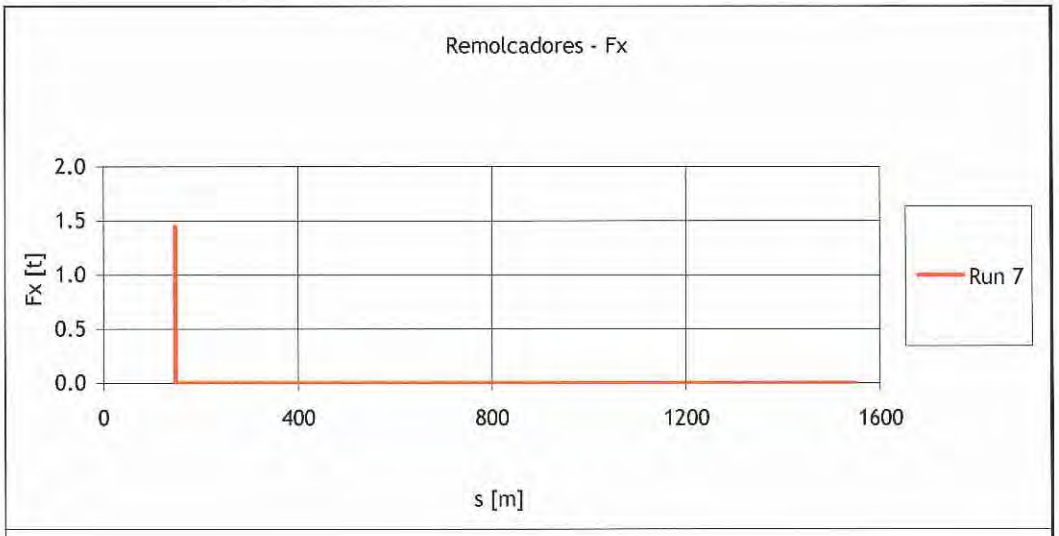
Timón

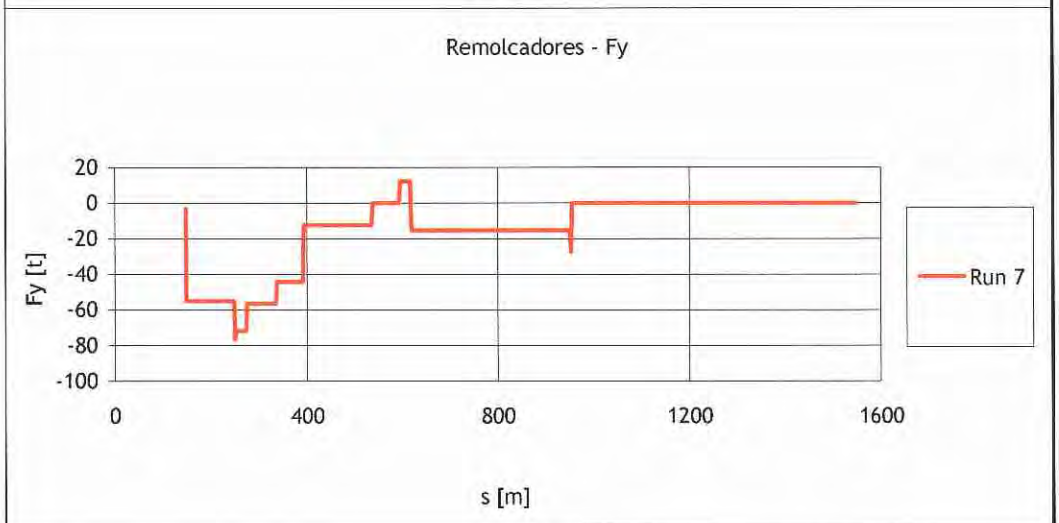


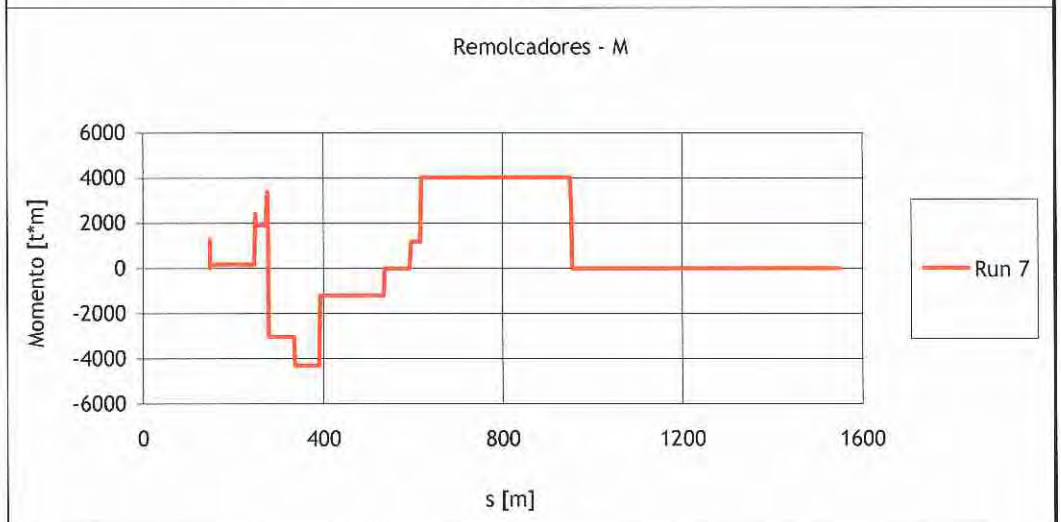
s [m]

callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-9
	11522 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

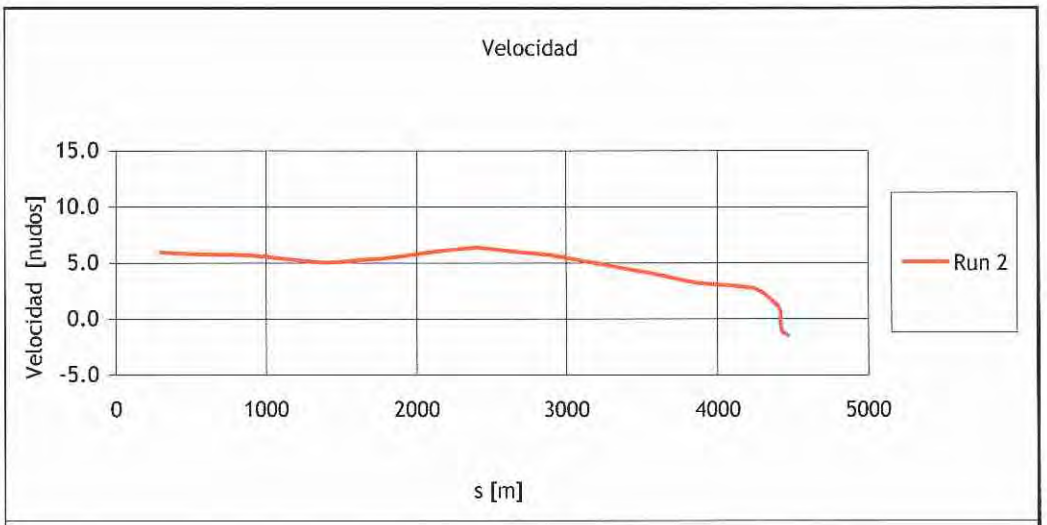


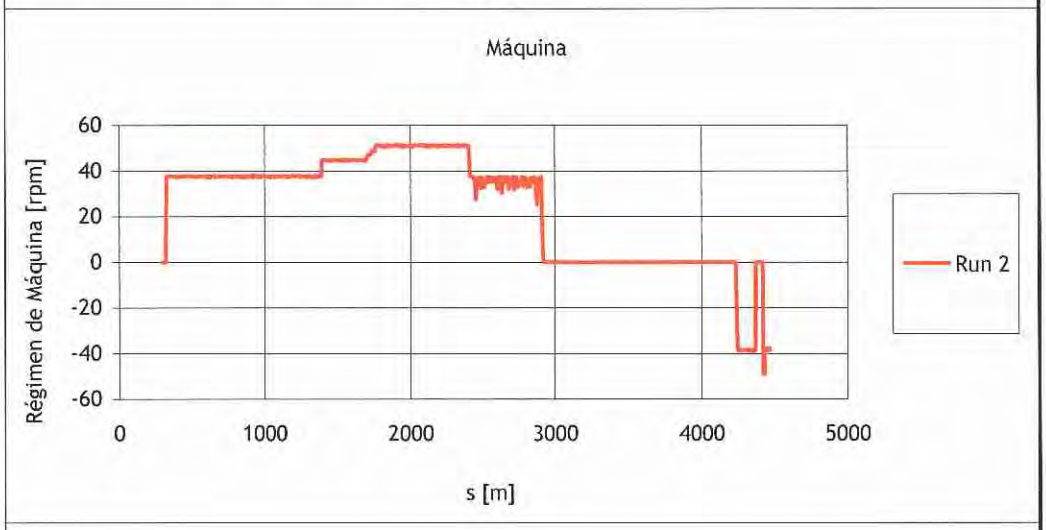


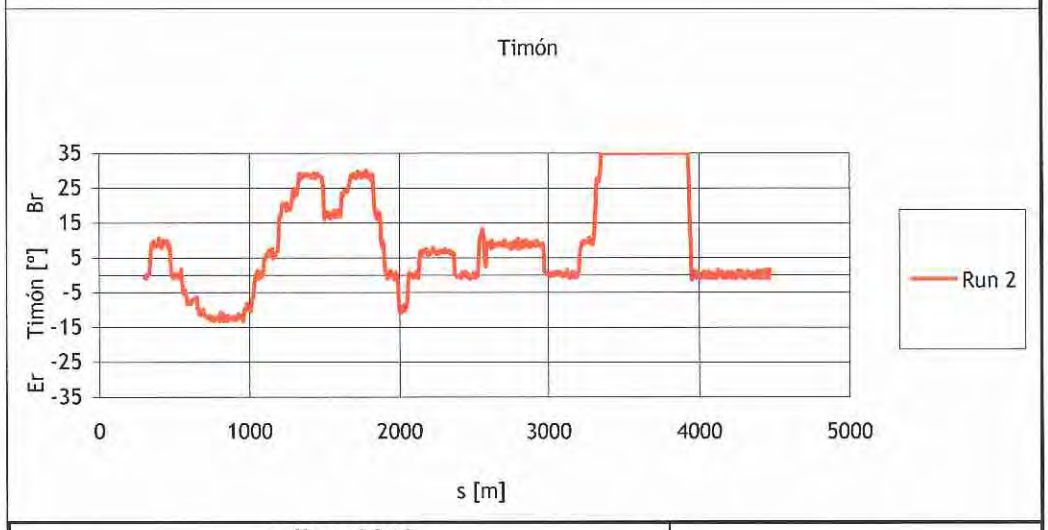


callao_2012 Bulkcarrier 60000 TPM. Salida Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des	Remolcadores
Siport21	D-9
	11522 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

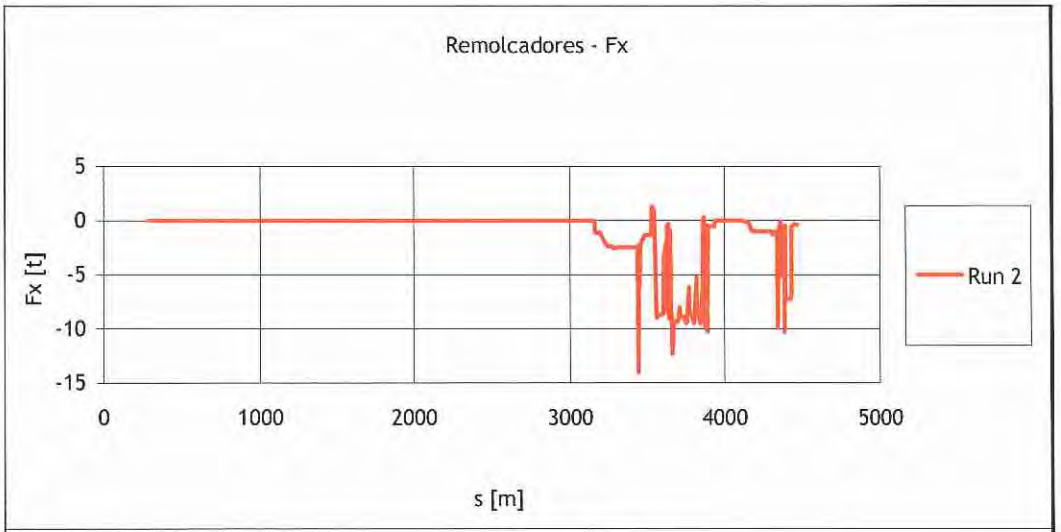


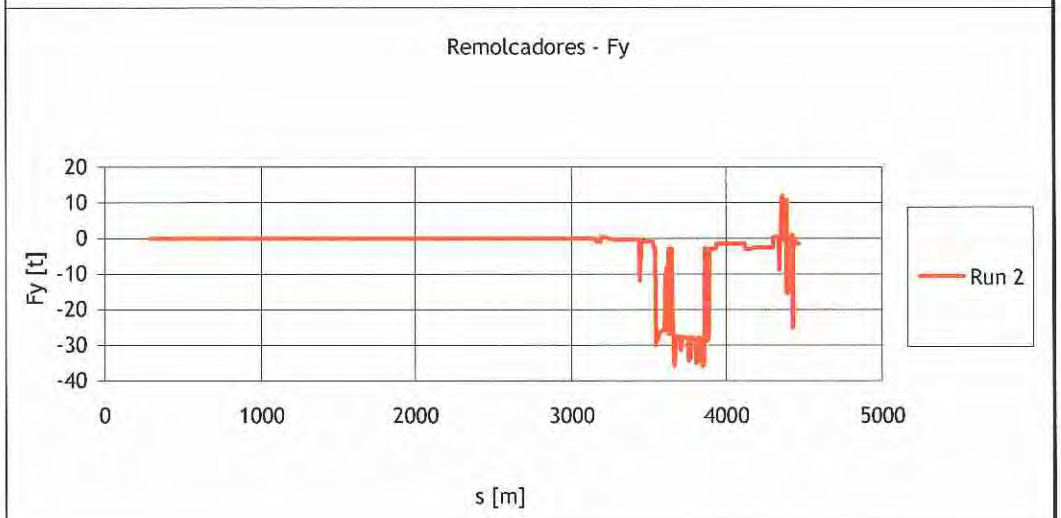


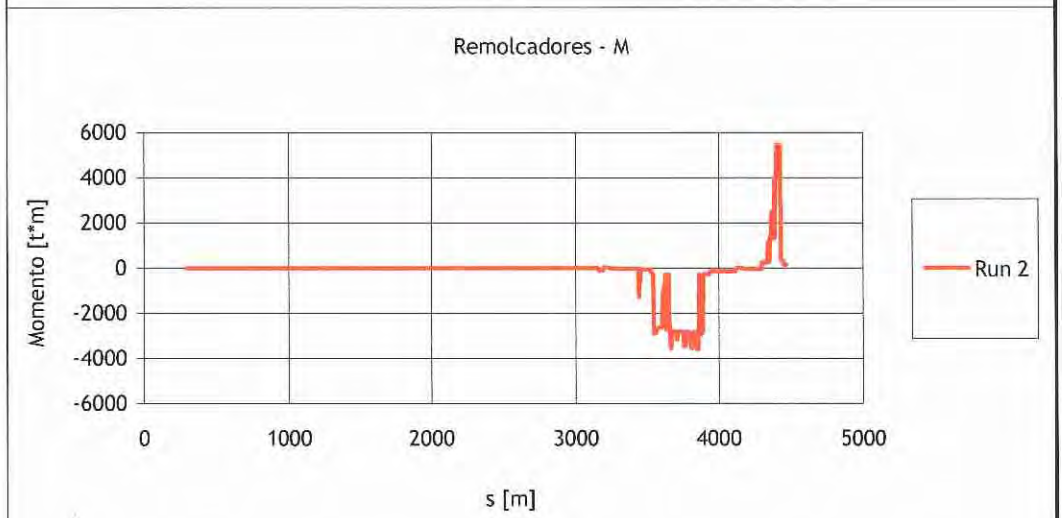


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón	
Siport21		D-10
	12411	Gráfico 1

RAUL RICARDO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

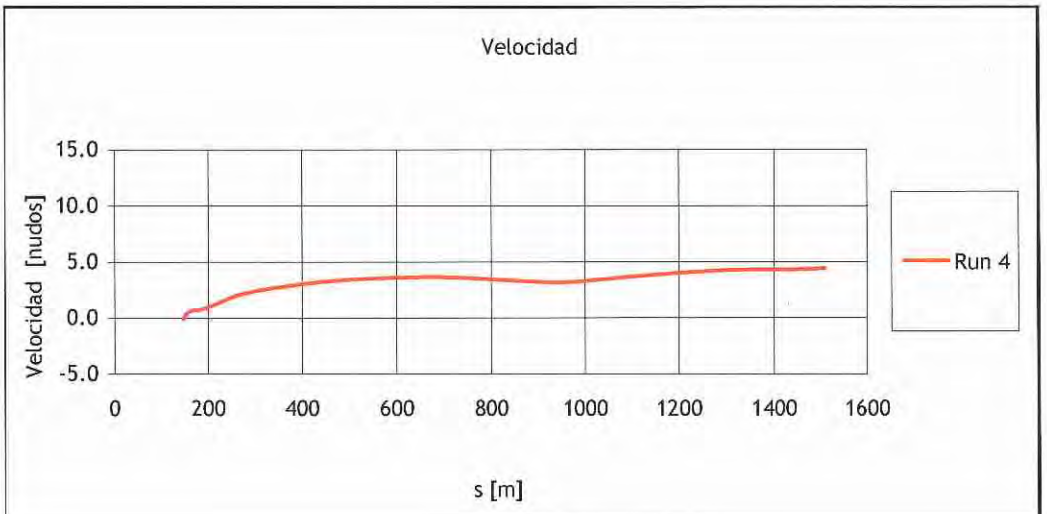


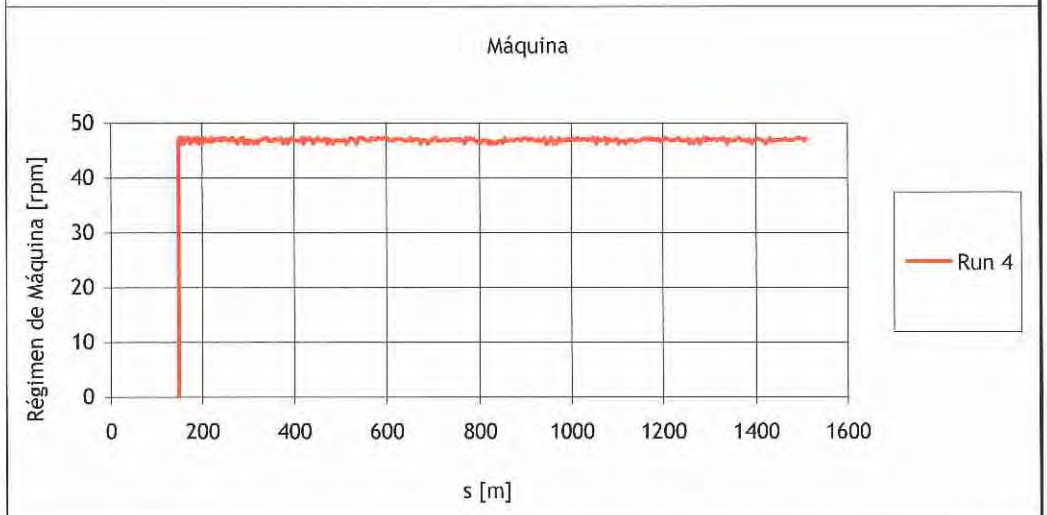


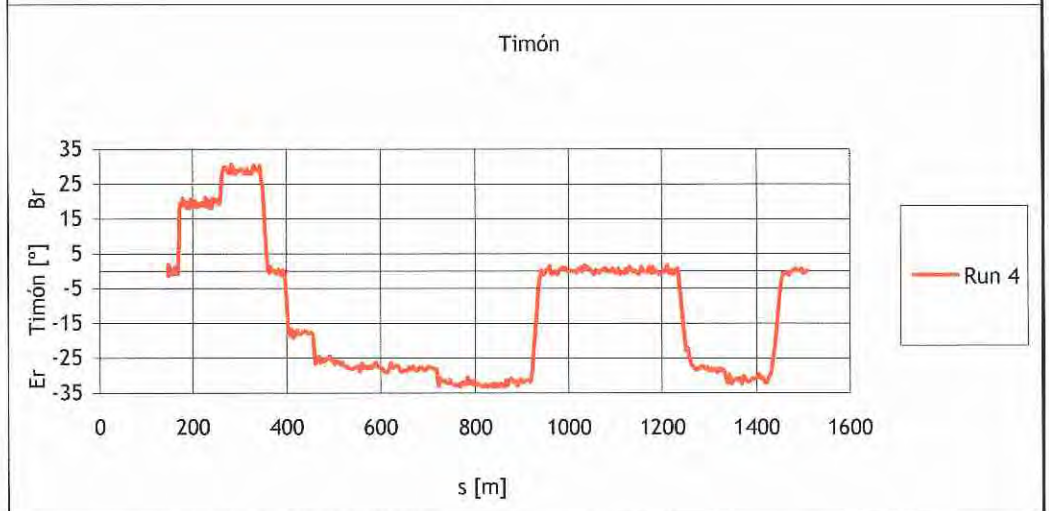


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-10
	12411 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



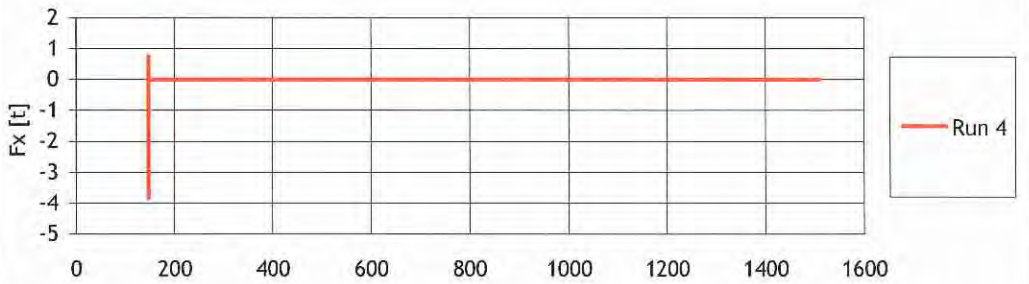




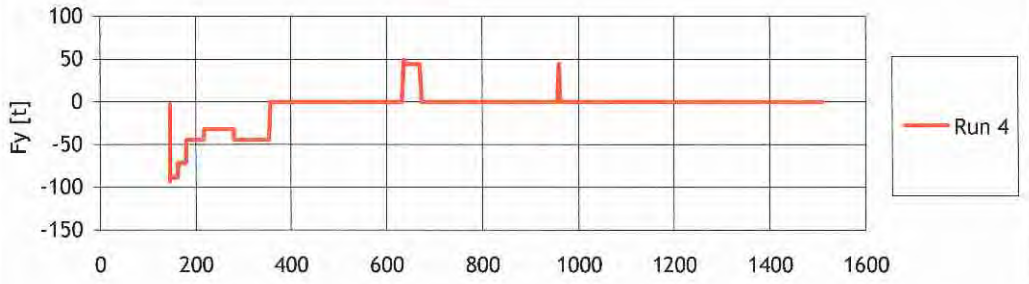
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-11
	12412 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

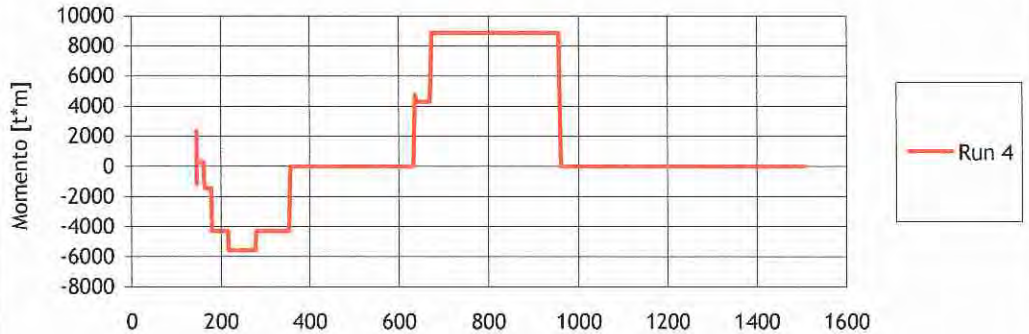
Remolcadores - Fx



Remolcadores - Fy



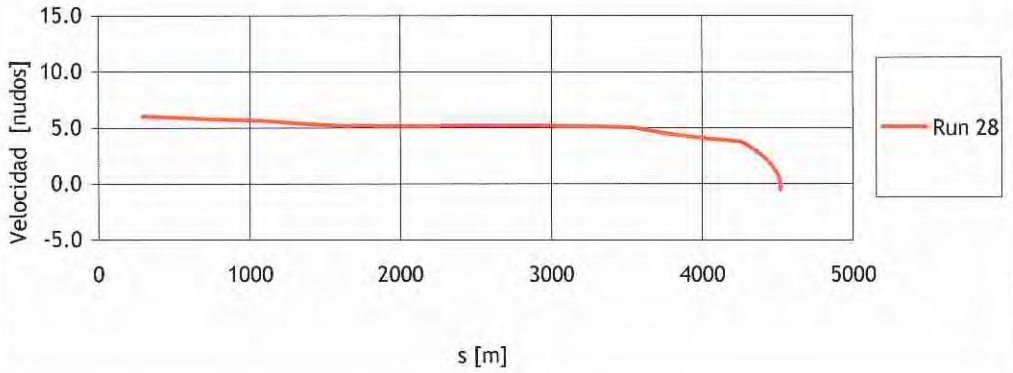
Remolcadores - M



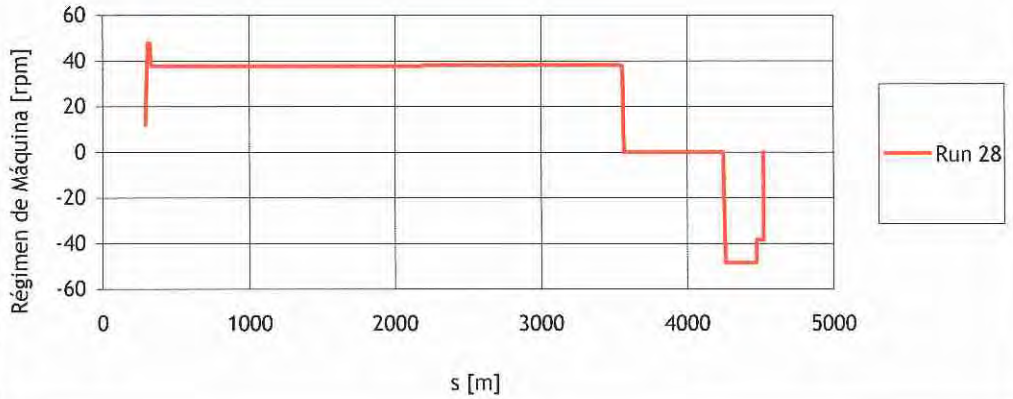
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-11
	12412 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

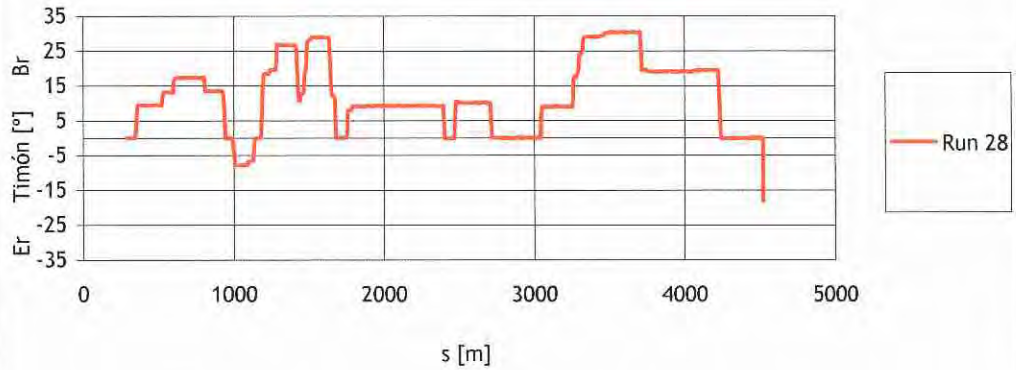
Velocidad



Máquina

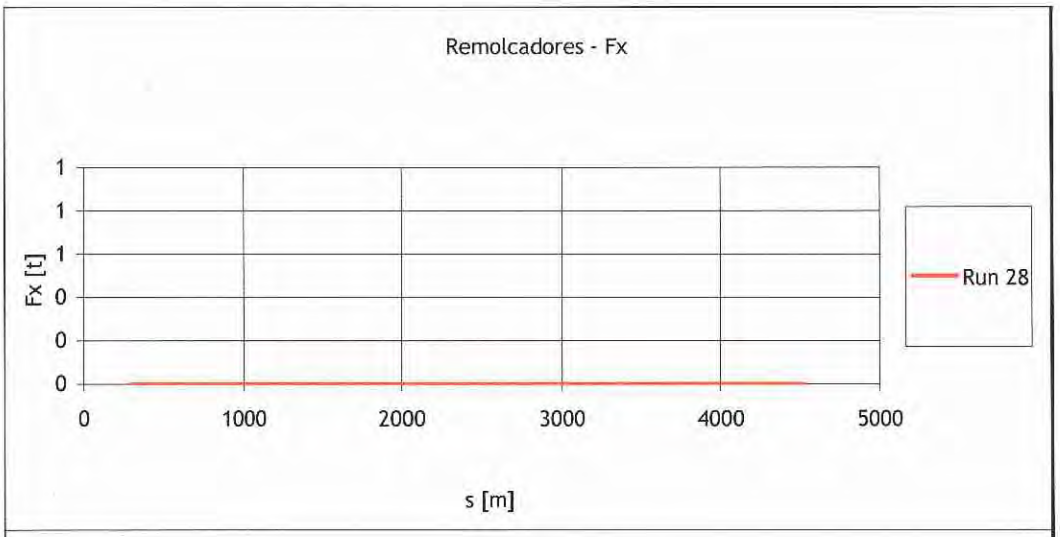


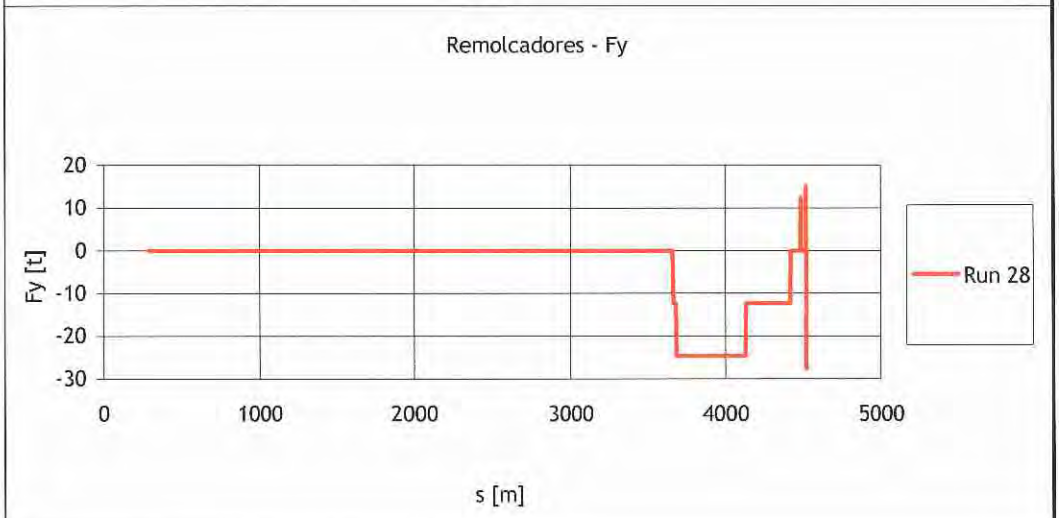
Timón

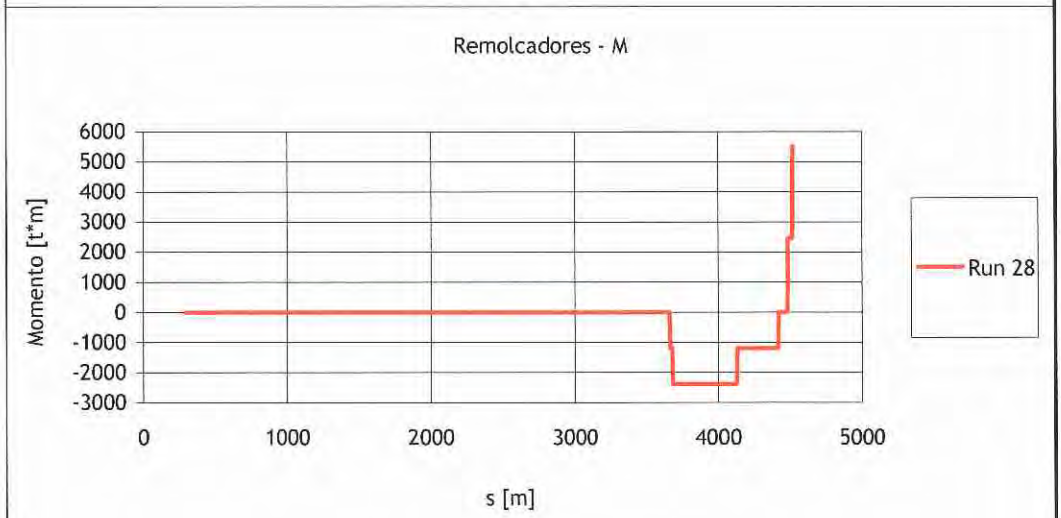


callao_2012 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-12
	12421 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

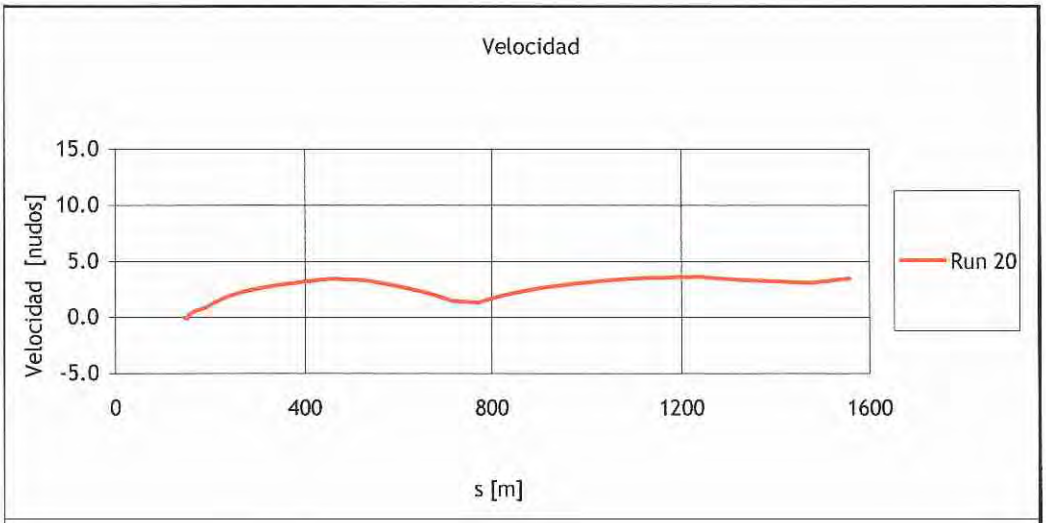


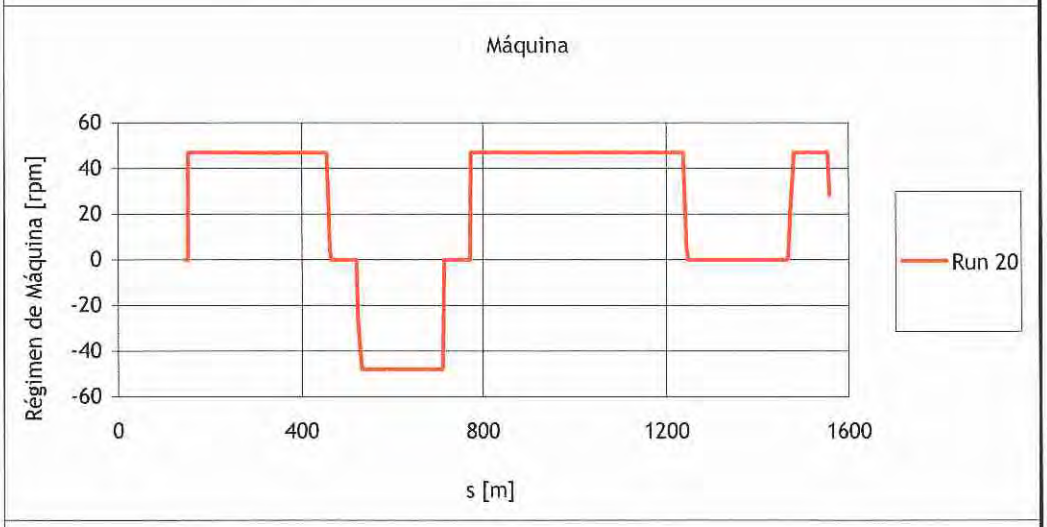


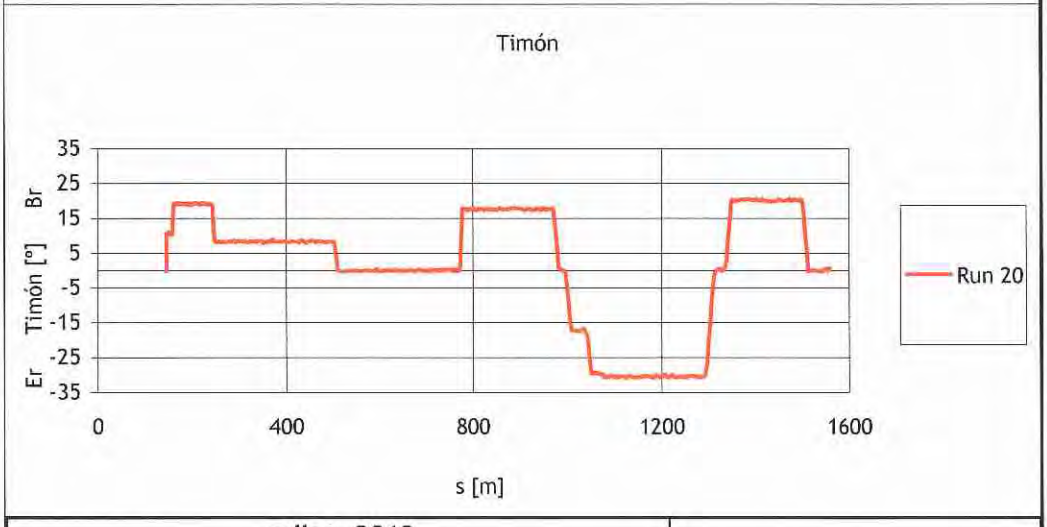


callao_2012 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: S 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des	Remolcadores
Siport21	D-12
	12421 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



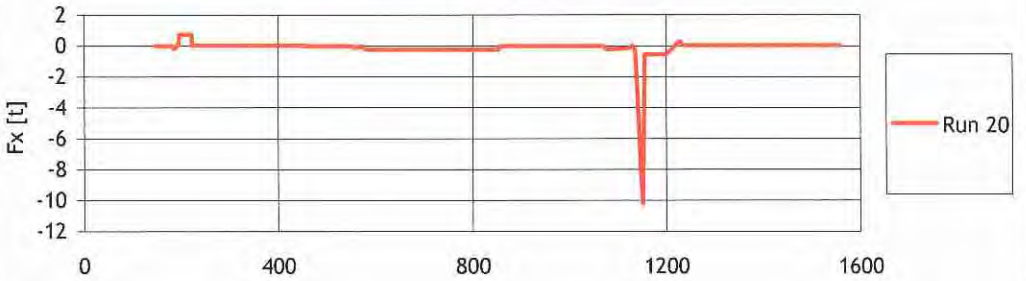




callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 10n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-13
	12422 Gráfico 1

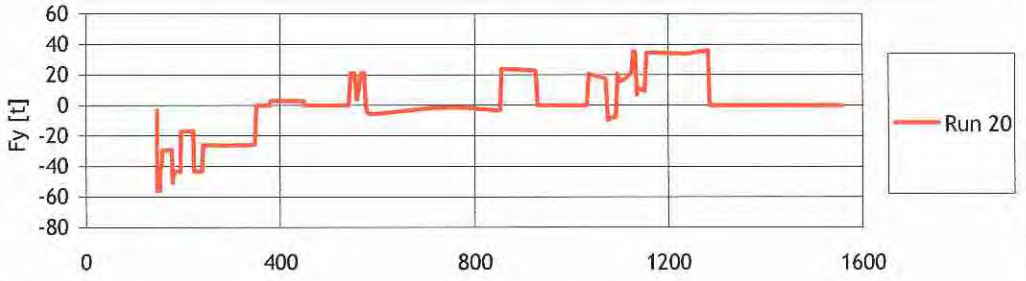
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Remolcadores - Fx



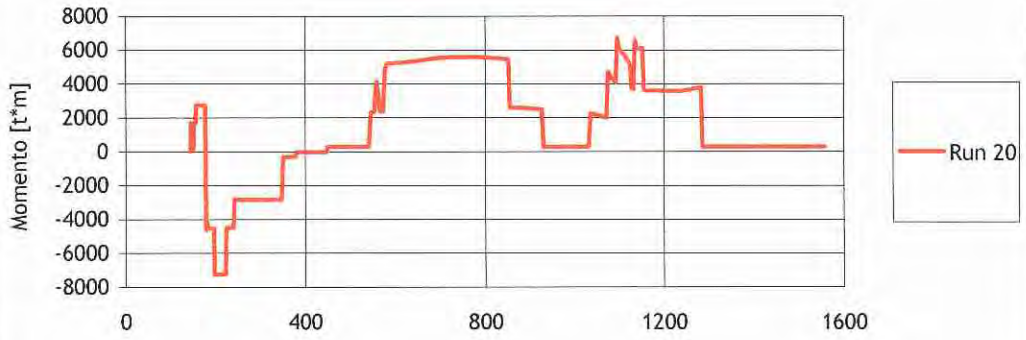
s [m]

Remolcadores - Fy



s [m]

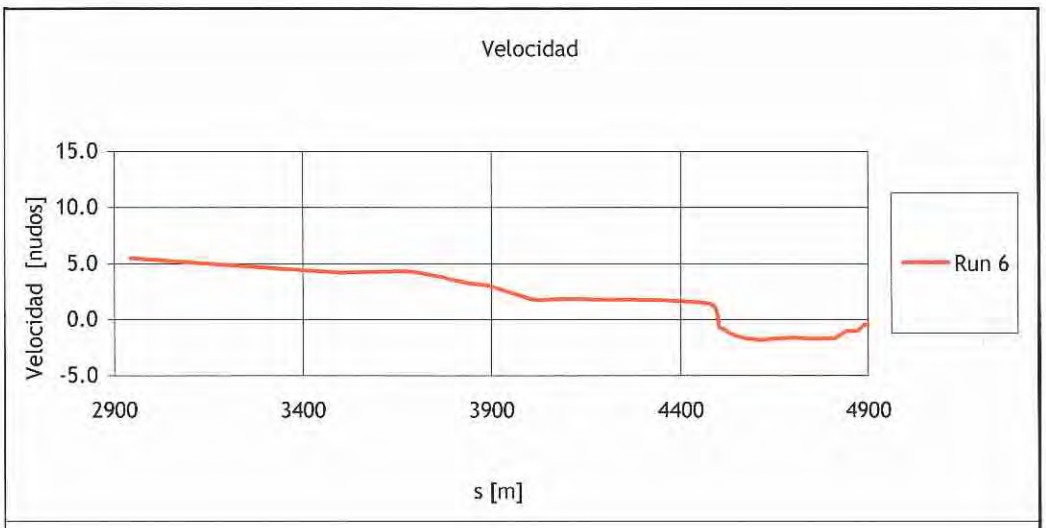
Remolcadores - M

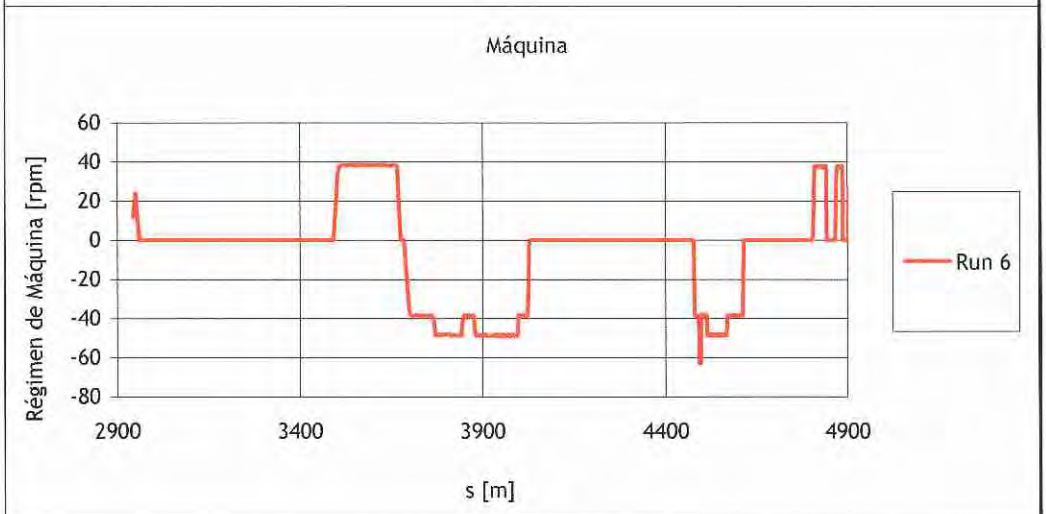


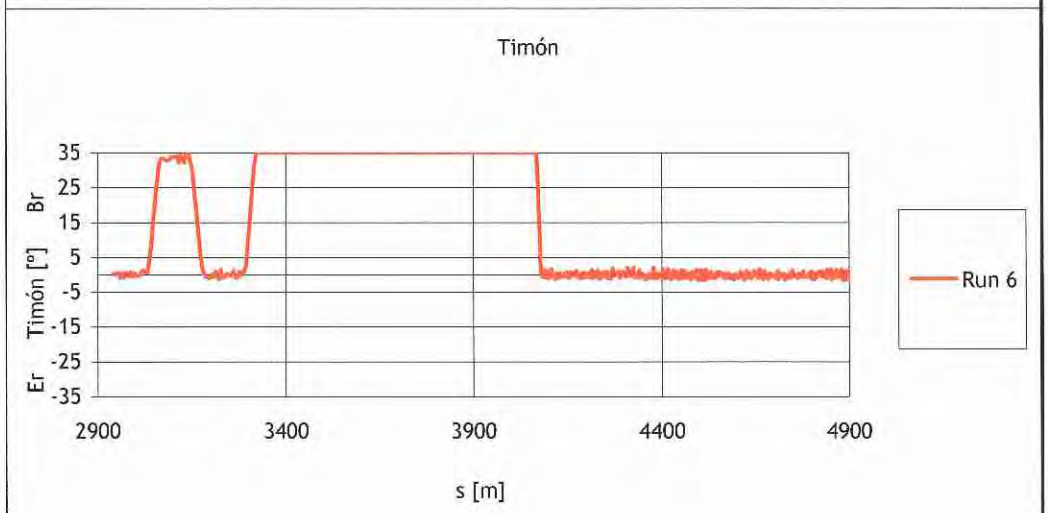
s [m]

callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 10n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n des**	Remolcadores
Siport21	D-13 12422 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

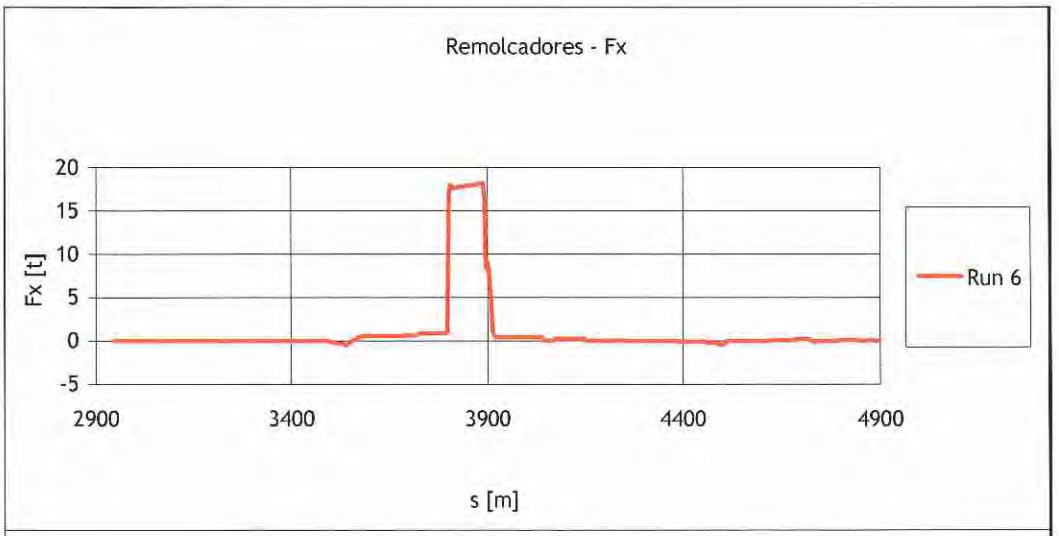


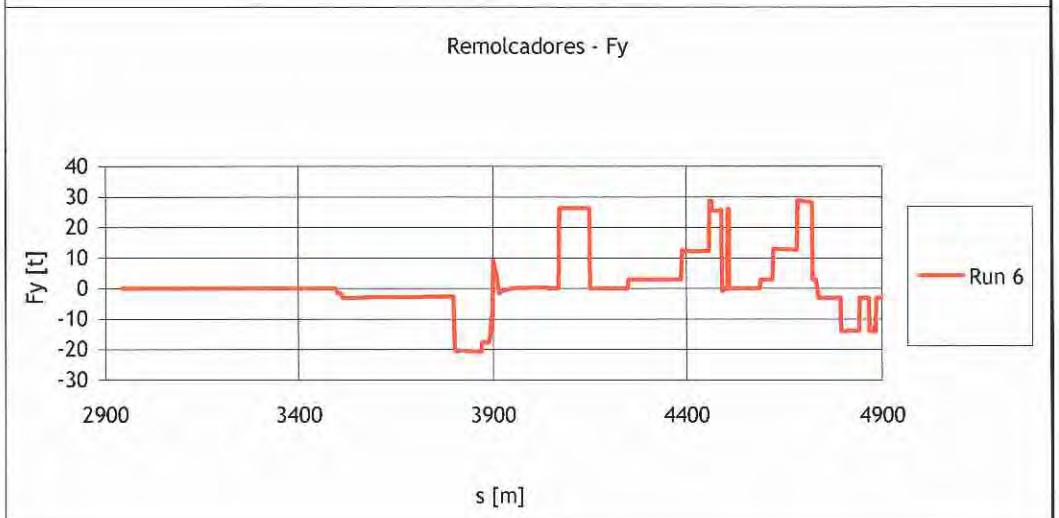


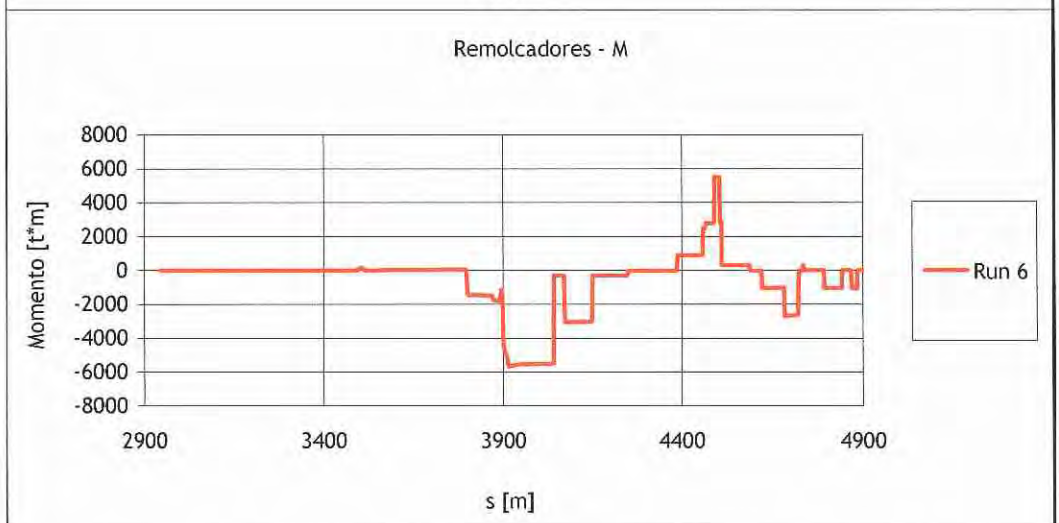


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-14
	12511 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



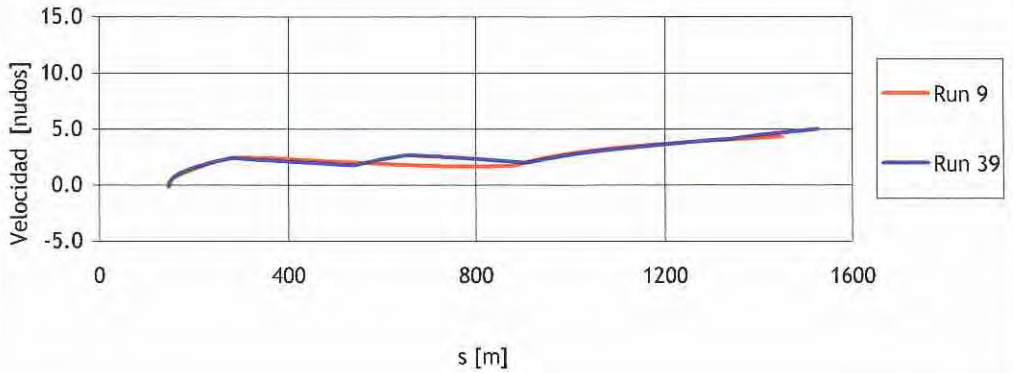




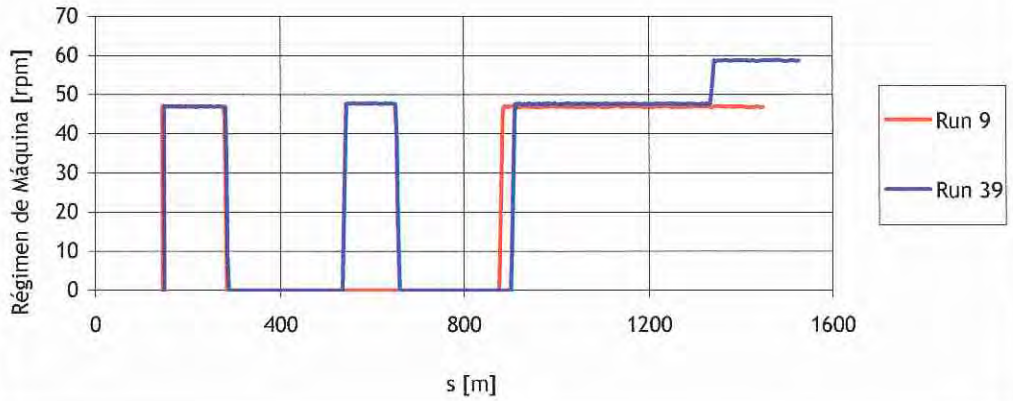
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-14
	12511 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

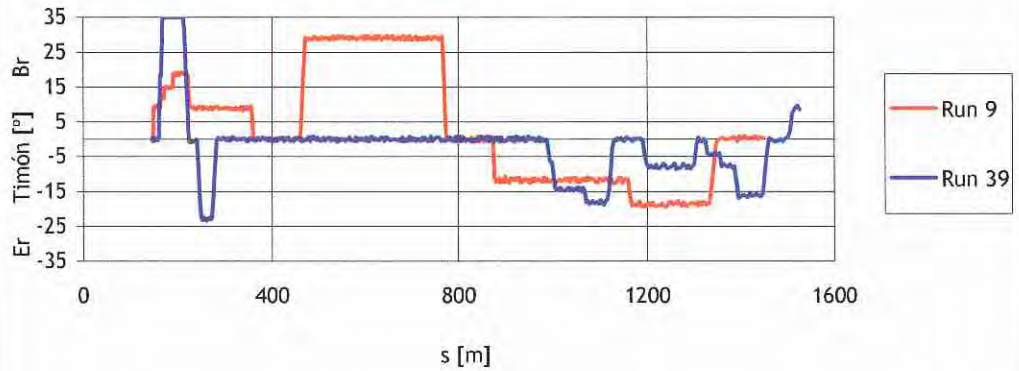
Velocidad



Máquina

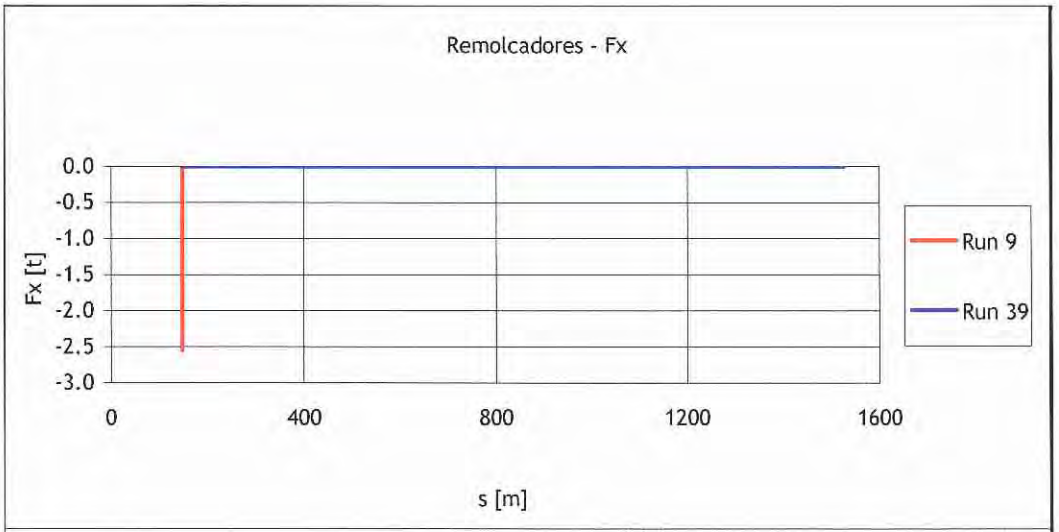


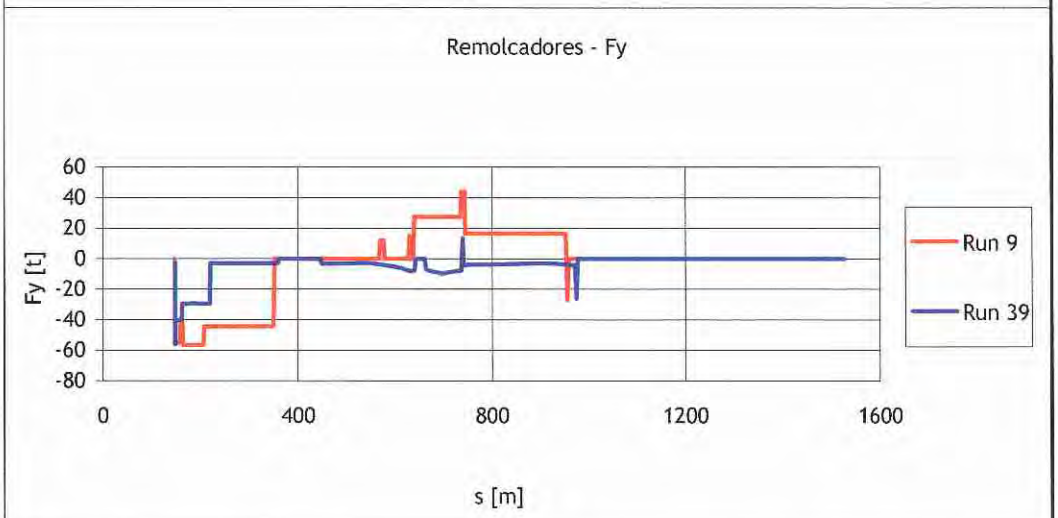
Timón

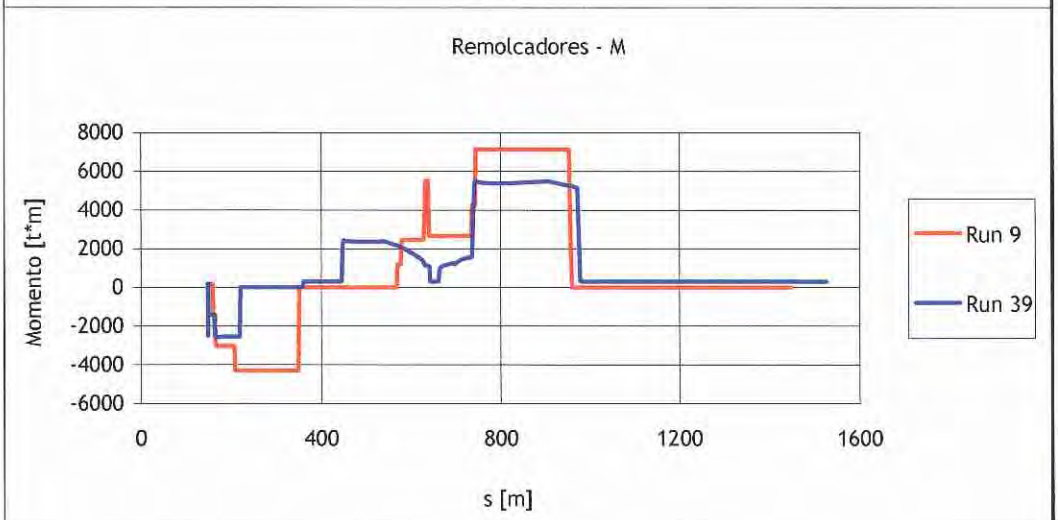


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-15
	12512 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



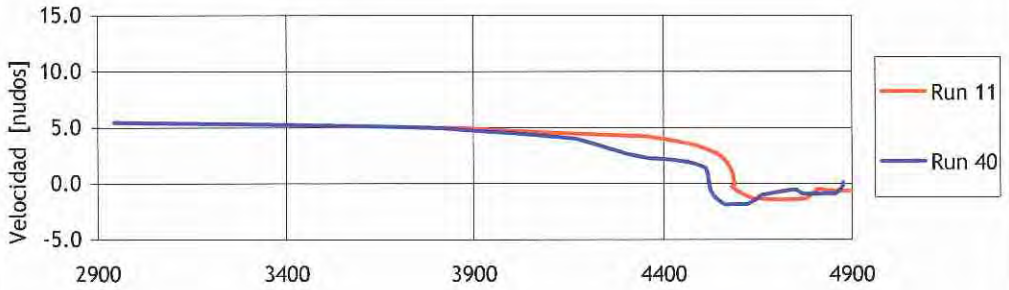




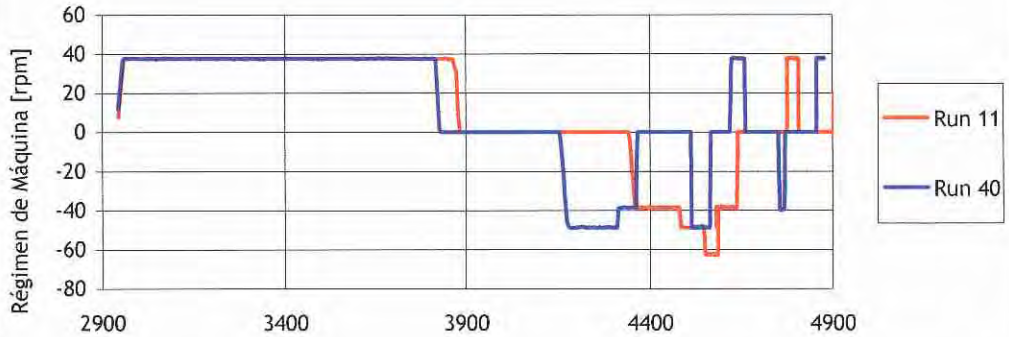
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Remolcadores	
Siport21		D-15
	12512	Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

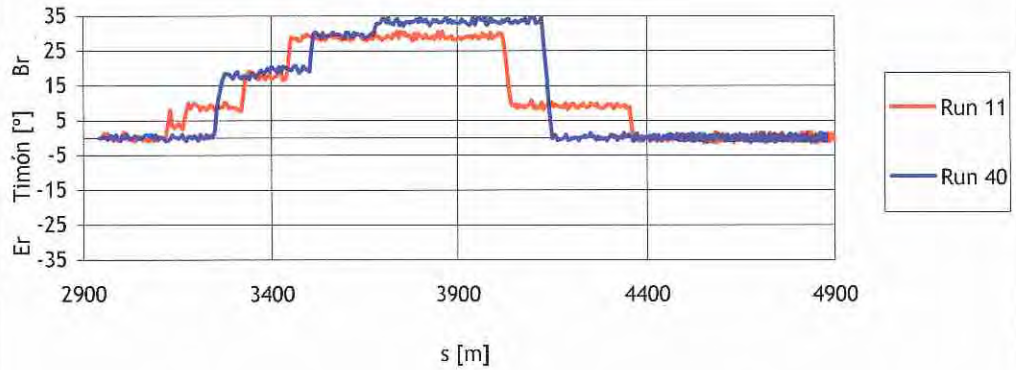
Velocidad



Máquina



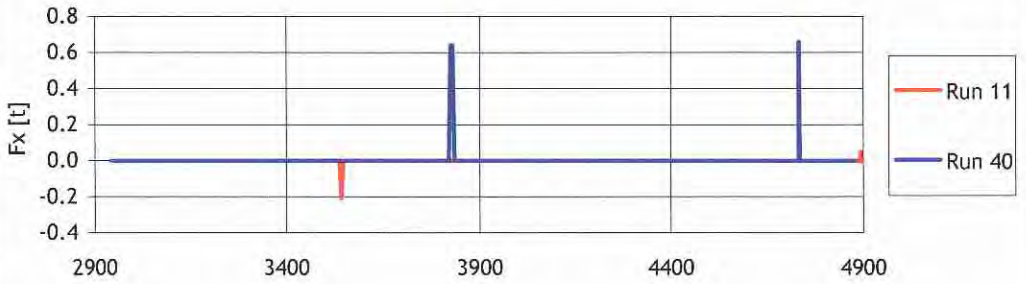
Timón



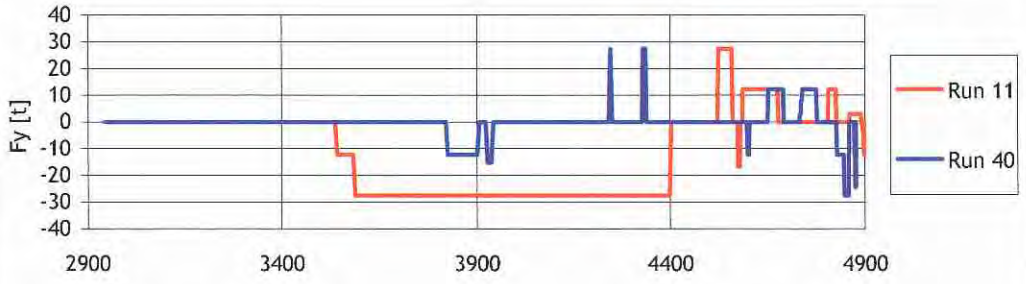
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-16
	12521 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

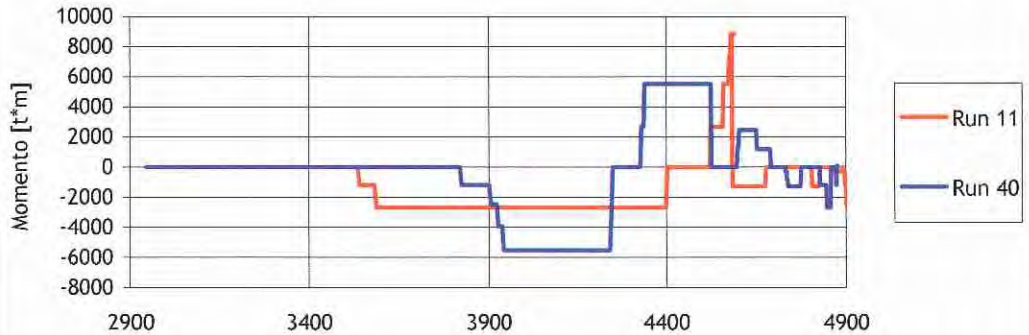
Remolcadores - Fx



Remolcadores - Fy



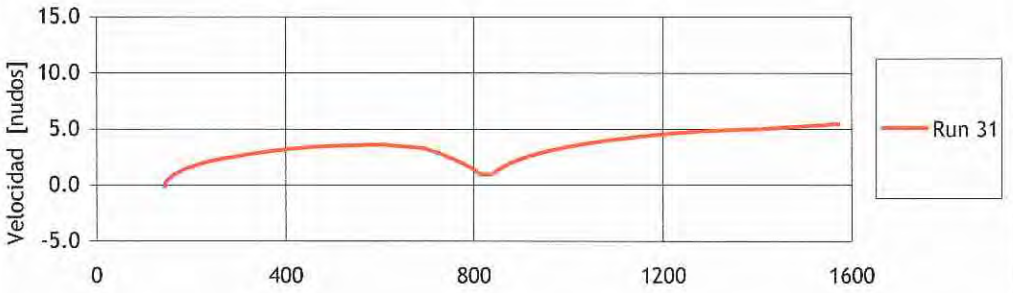
Remolcadores - M



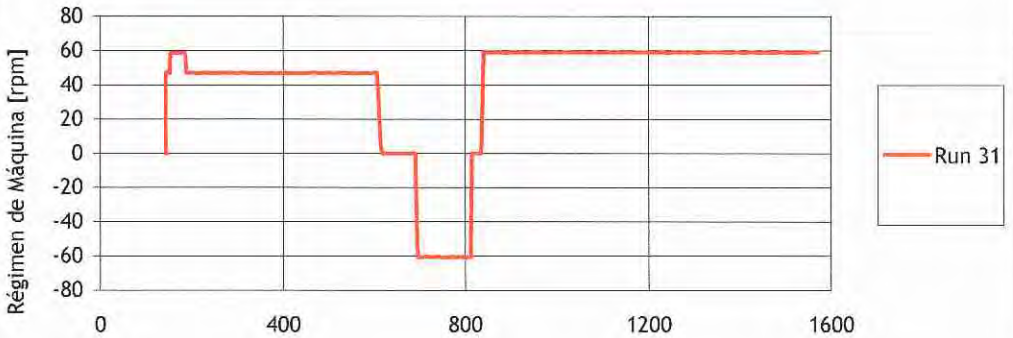
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des**	Remolcadores
Siport21	D-16
	12521 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

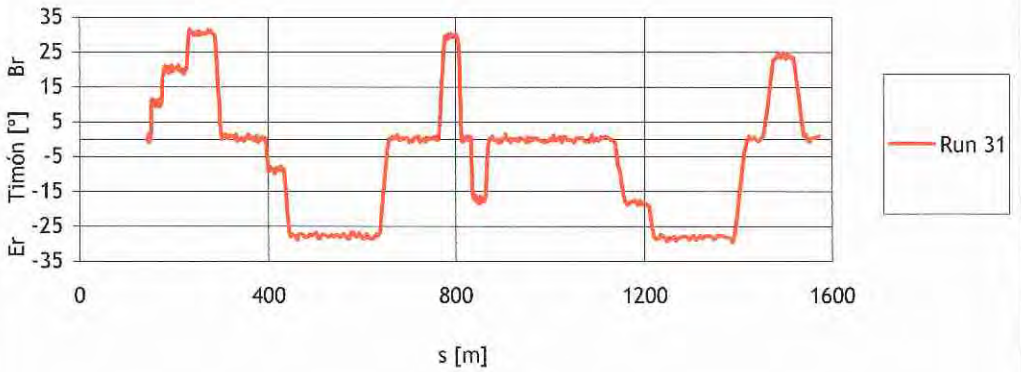
Velocidad



Máquina

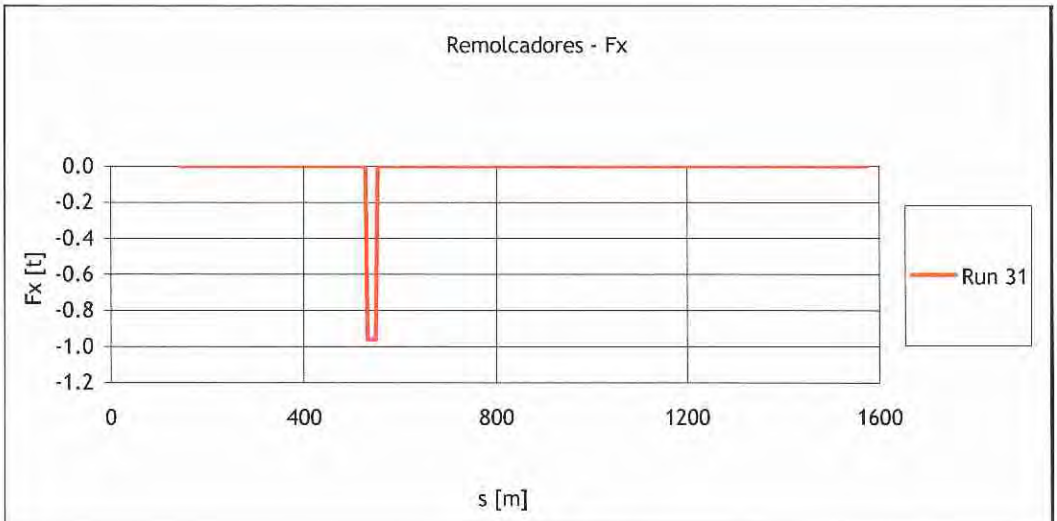


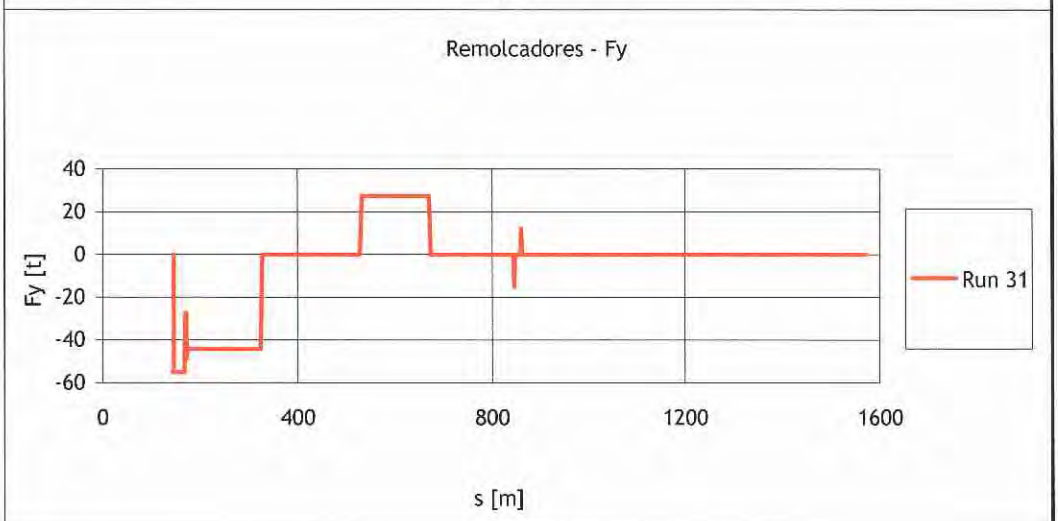
Timón

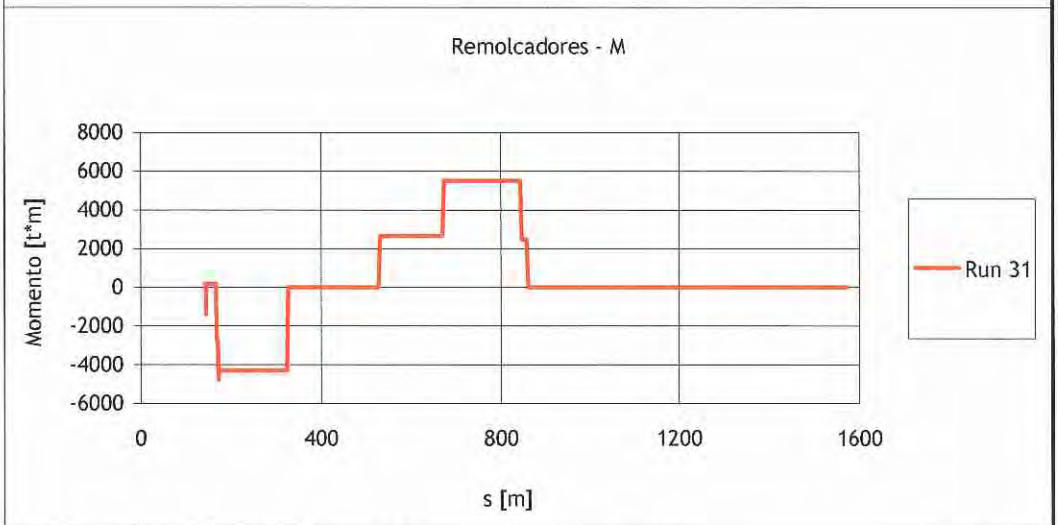


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-17
	12522 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623







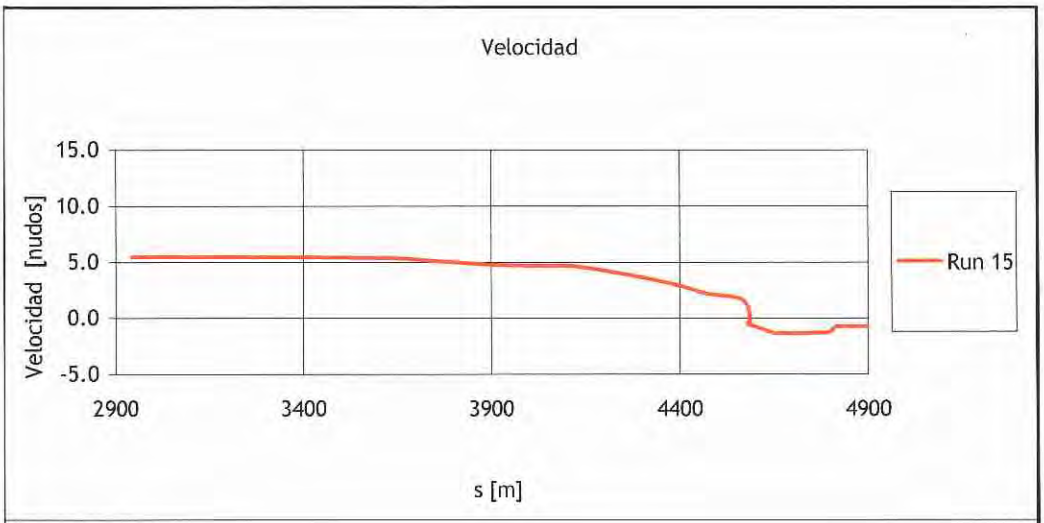
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Salida** **Vient: S 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n des**	Remolcadores
Siport21	D-17
	12522 Gráfico 2

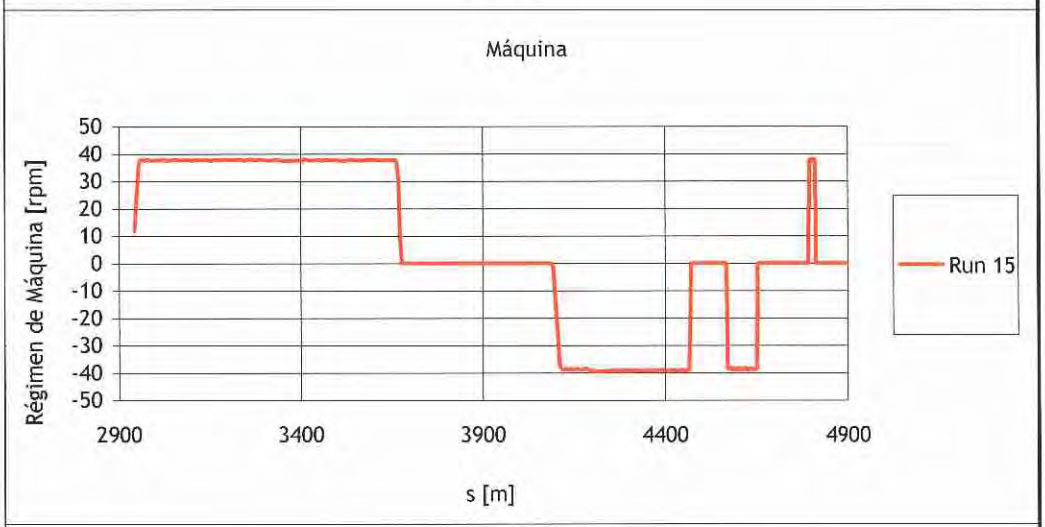
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

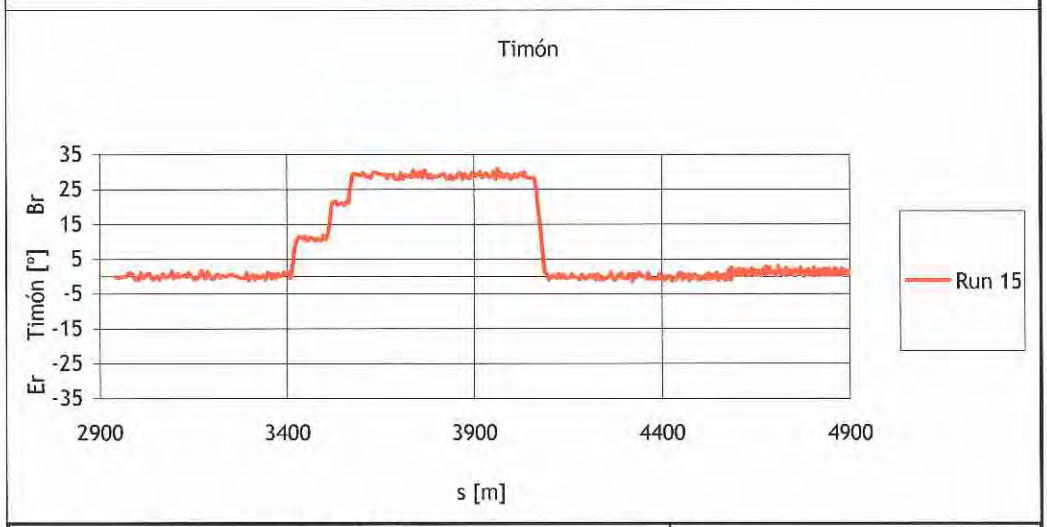
Maniobras del Bulkcarrier
de 60 000 TPM
con lastre ligero

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



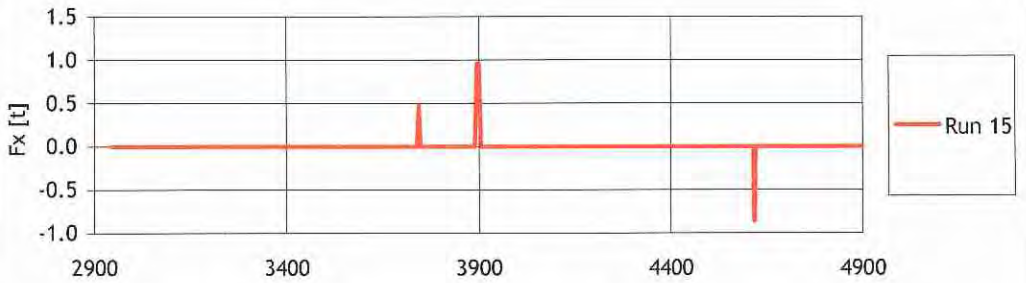




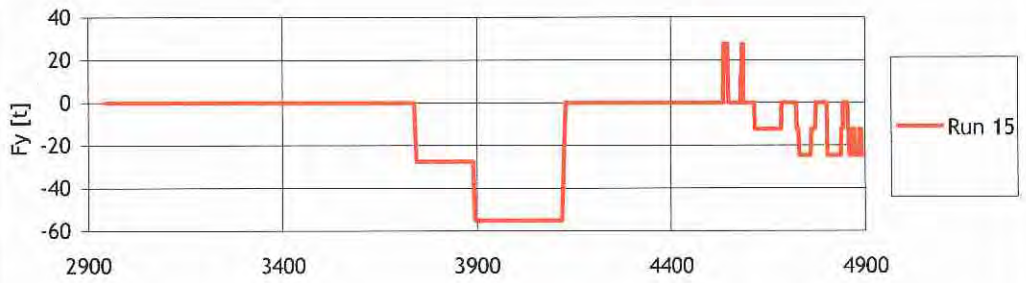
callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-18
	21411 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

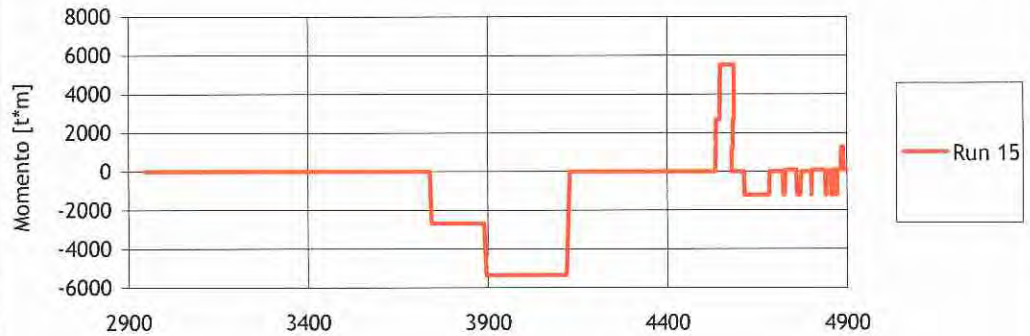
Remolcadores - Fx



Remolcadores - Fy

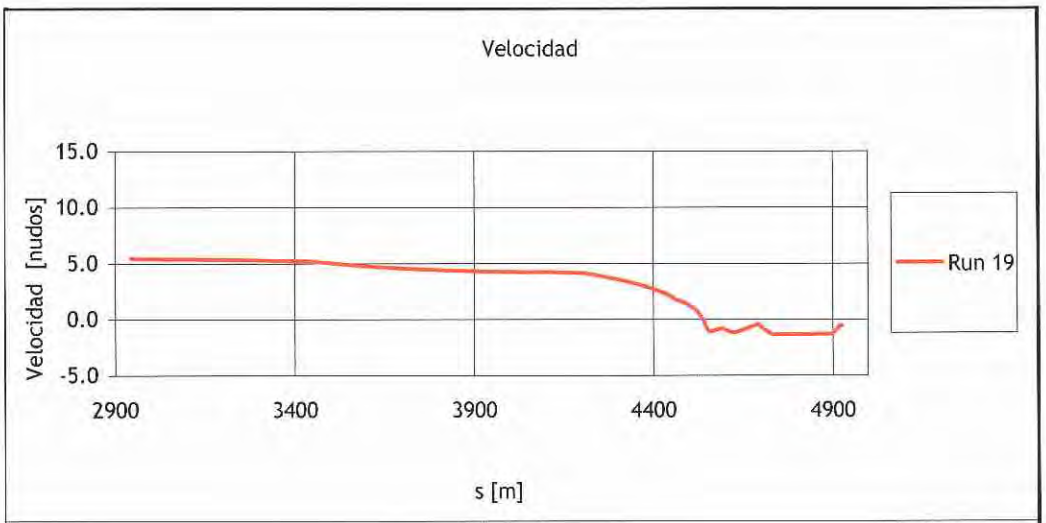


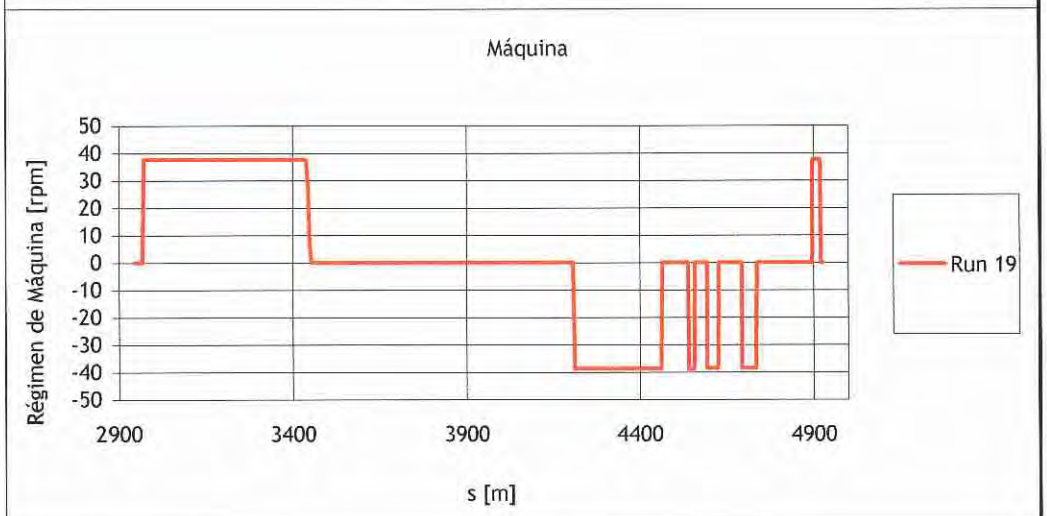
Remolcadores - M

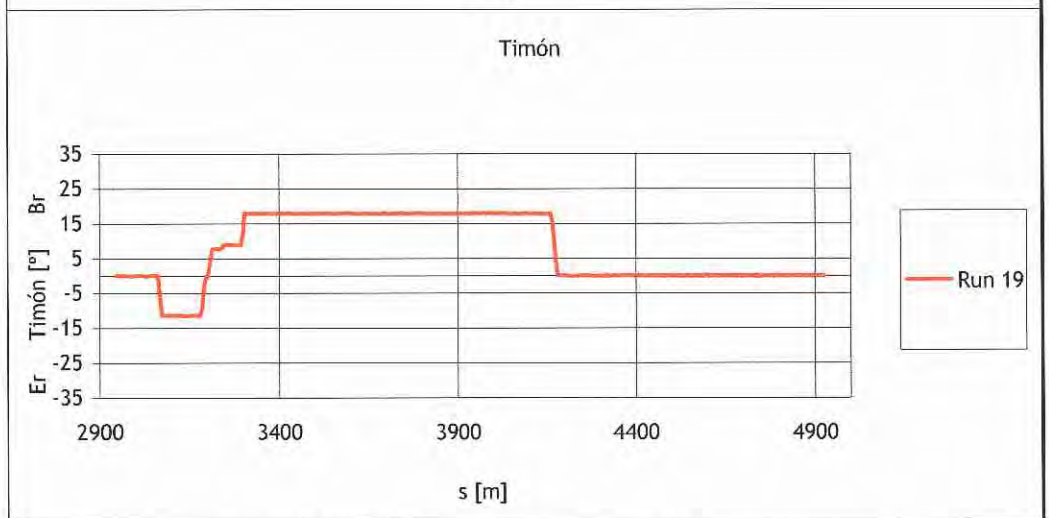


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-18
	21411 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

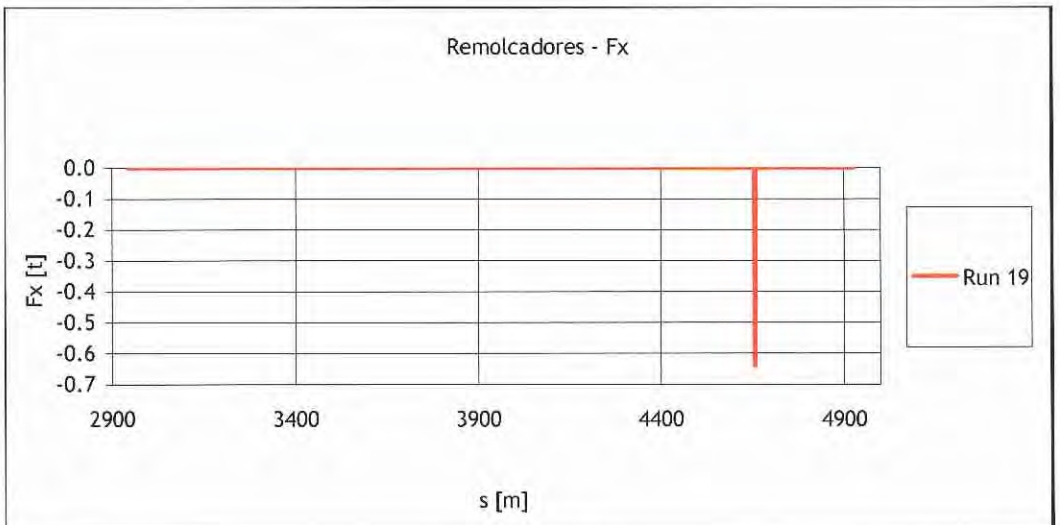


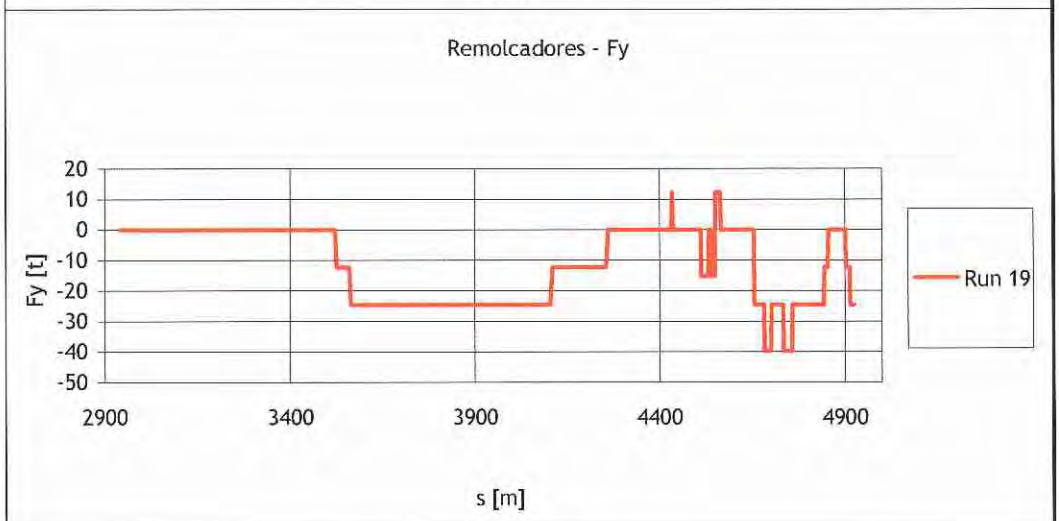


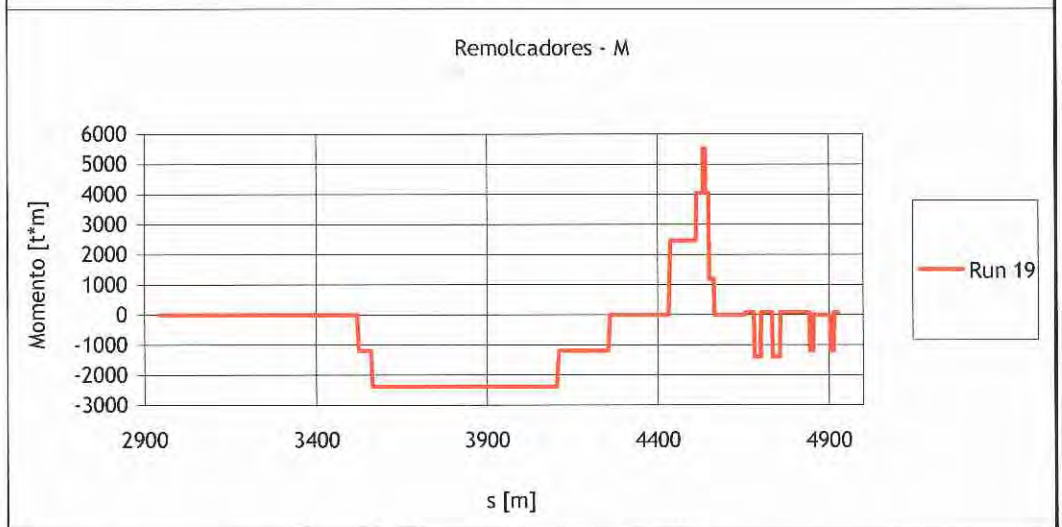


callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-19
	21511 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623







callao_2012 **Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada - T 7.0m** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-19
	21511 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

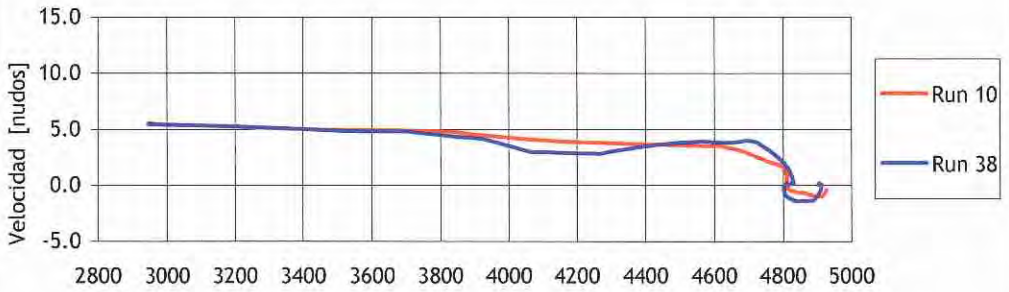
0200

Maniobras del Bulkcarrier
de 15 000 TPM

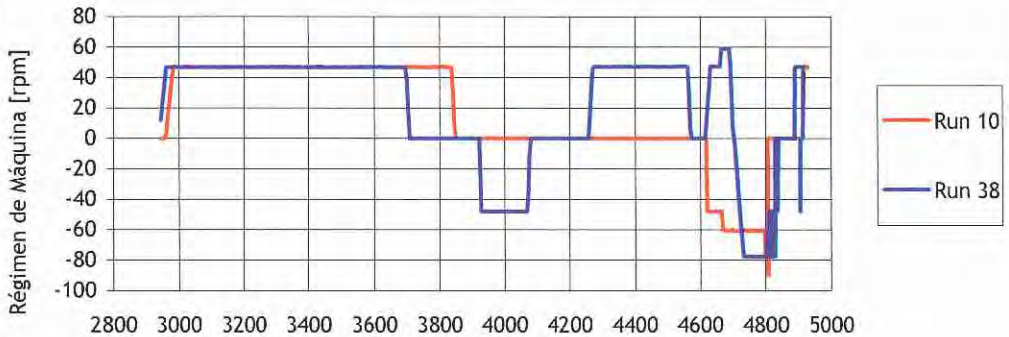
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

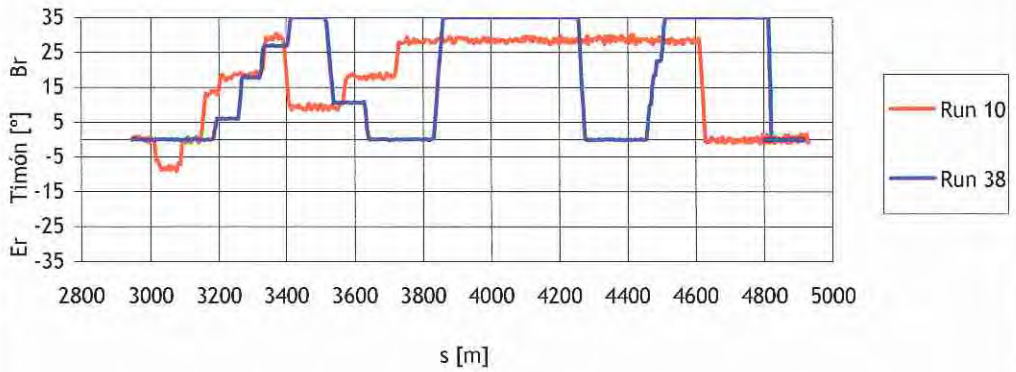
Velocidad



Máquina



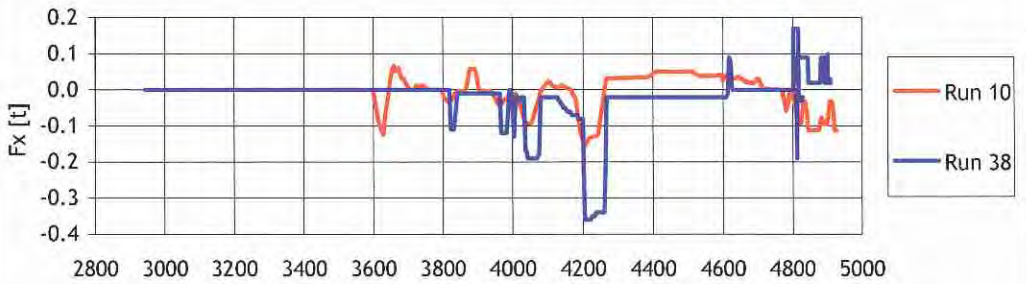
Timón



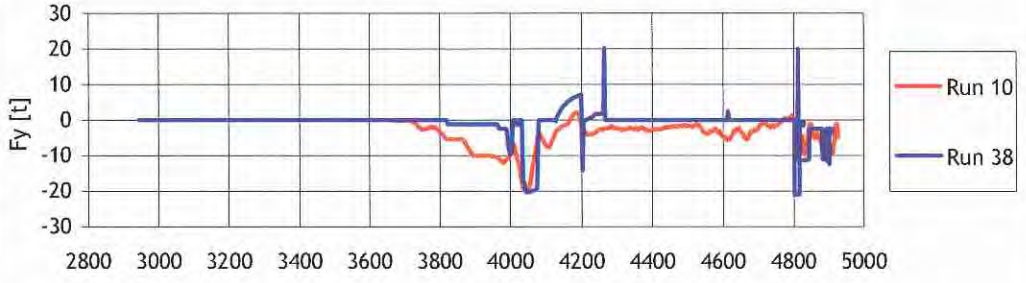
callao_2012 **Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-20
	1411 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

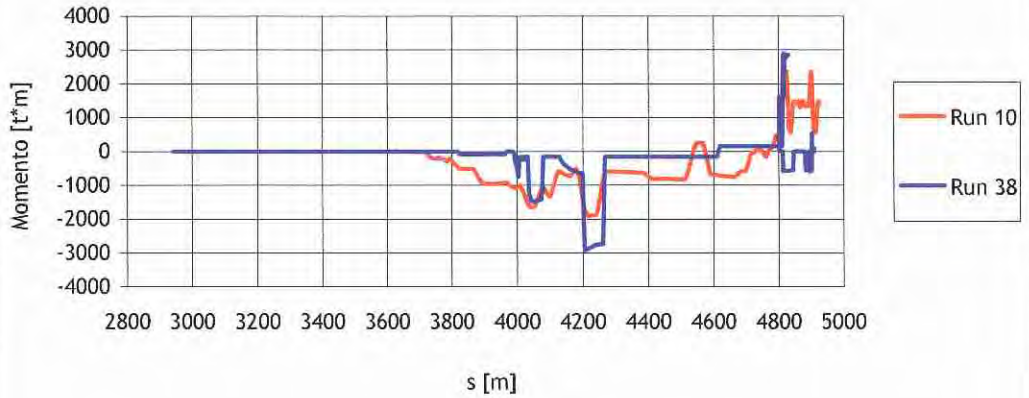
Remolcadores - Fx



Remolcadores - Fy



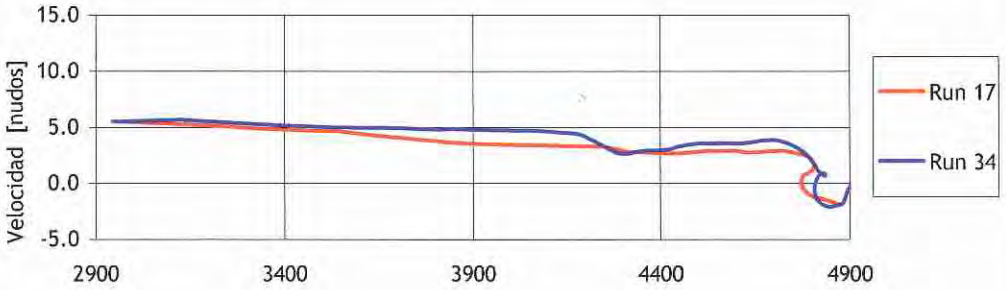
Remolcadores - M



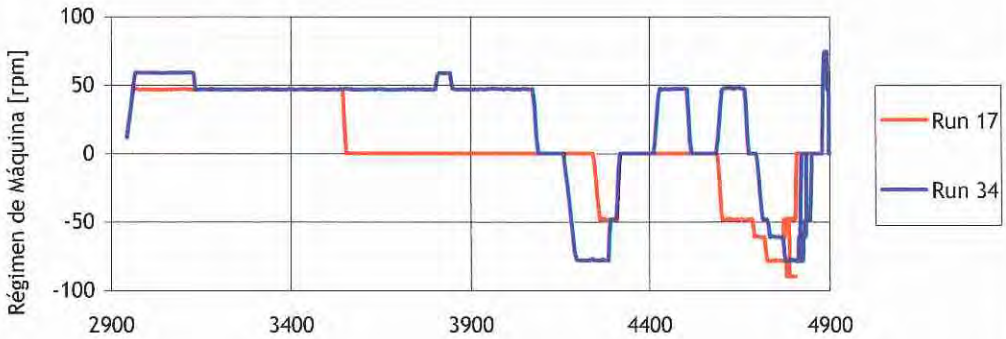
callao_2012 **Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada** **Vient: SE 15n; Ola: W 0.75m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-20
	1411 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

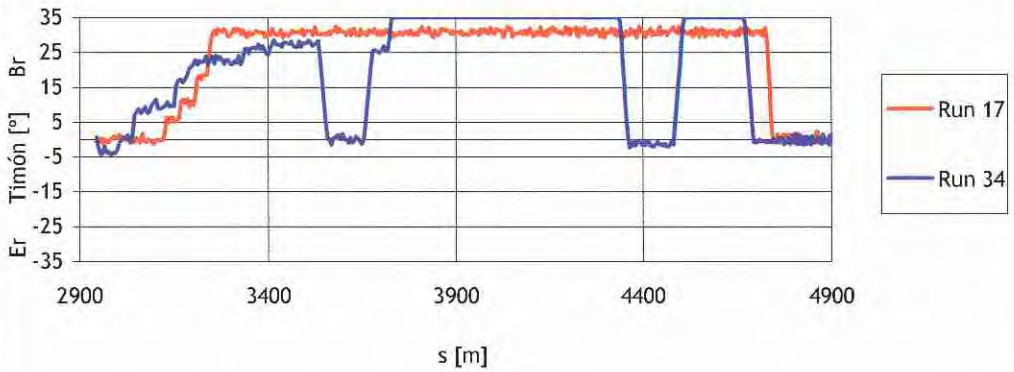
Velocidad



Máquina

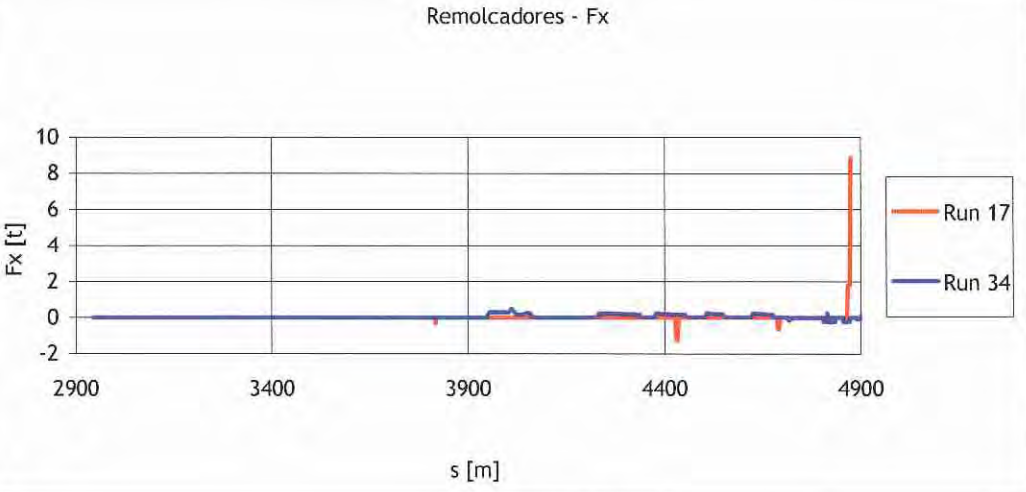


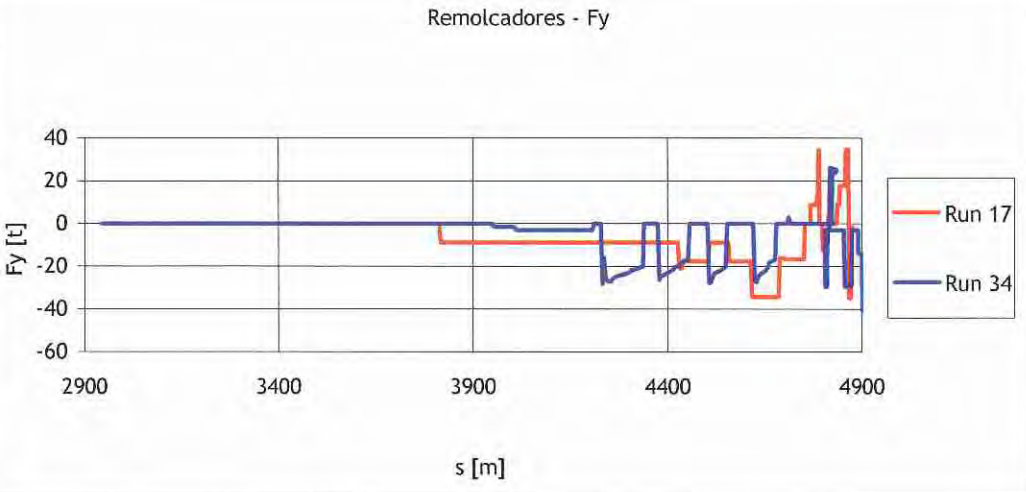
Timón

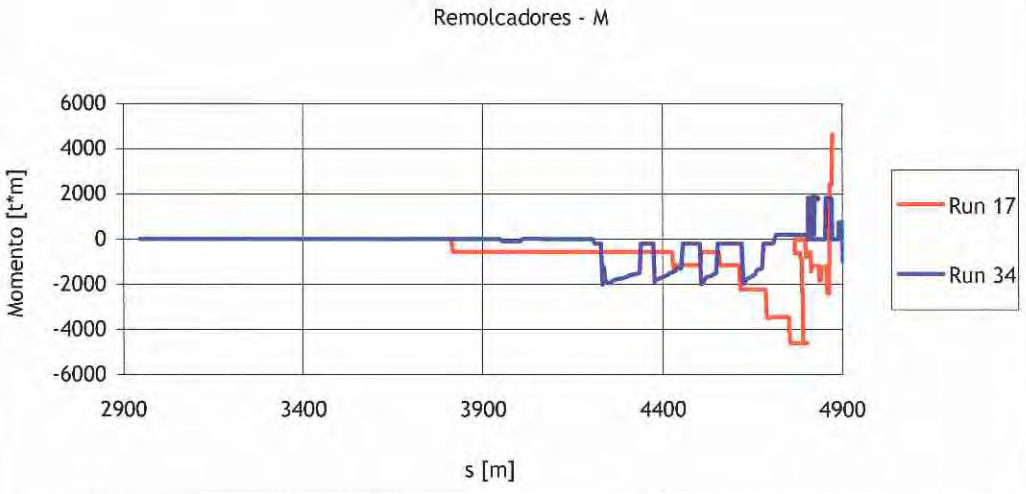


callao_2012 Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Velocidad, Máquina y Timón
Siport21	D-21
	1511 Gráfico 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623







callao_2012 **Bulkcarrier 15000 TPM. Entrada** **Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc**	Remolcadores
Siport21	D-21
	1511 Gráfico 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO V

GRÁFICOS DE ÁREAS OCUPADAS

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

En este Anejo se recogen los gráficos de área ocupada por el buque a lo largo de las maniobras para dos condiciones. Presentando tres gráficos en cada caso:

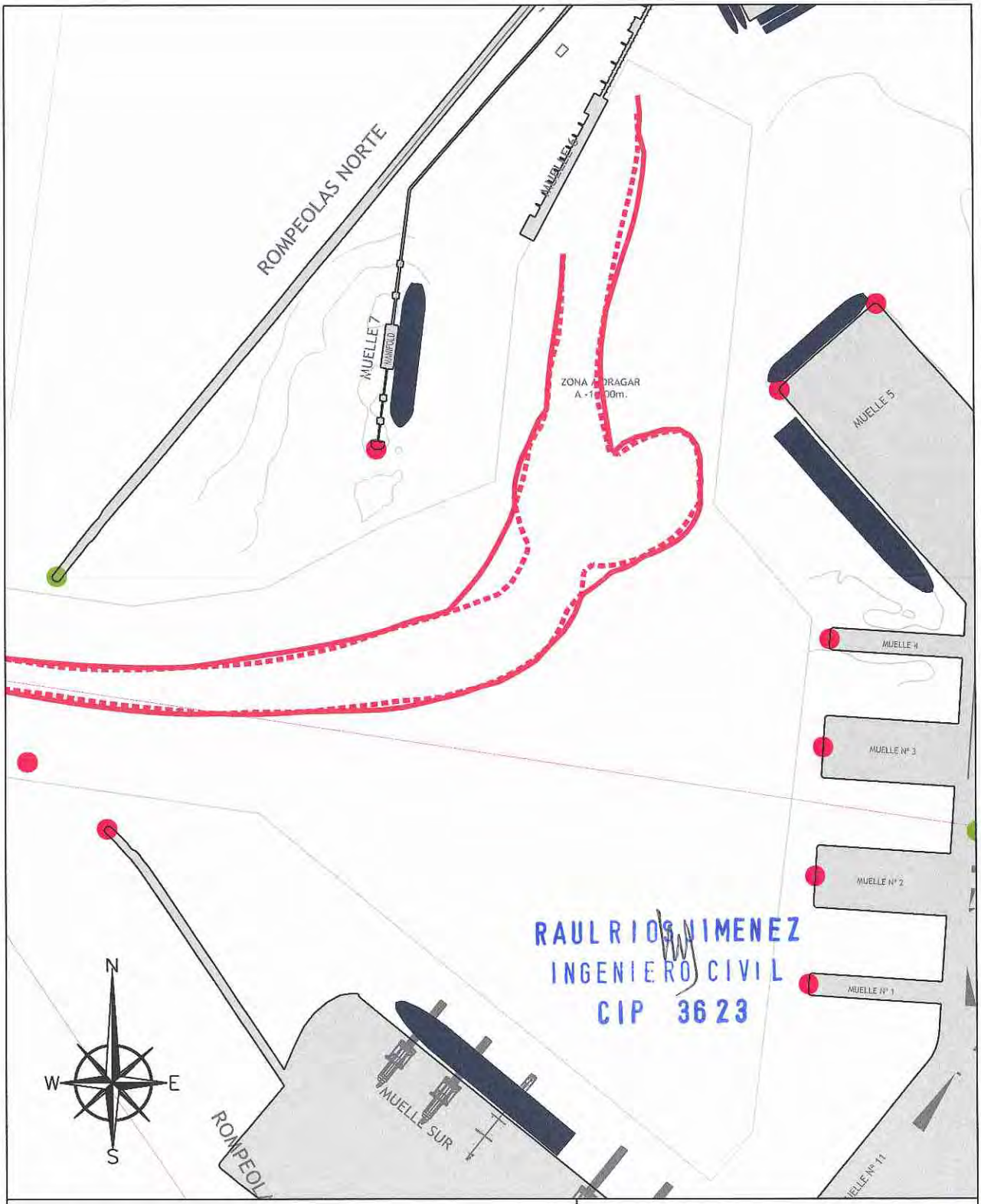
- **Área barrida. Envolvente y envolvente-1 (AB)**: Envolvente de las diferentes simulaciones realizadas en la misma condición, así como eliminando la maniobra más extrema.
- **Espacio navegable necesario. Curvas de excedencia del 10% y 1% (EN)**: Extrapolación estadística del área ocupada, supuesta una distribución normal de los bordes de estribor y babor, a los valores de excedencia fijados.
- **Banda de confianza. Curvas de excedencia del 1% y su intervalo de confianza del 90% (IC)**: Extrapolación estadística del área ocupada, supuesta una distribución normal de los bordes de estribor y babor, a los valores de excedencia fijados.

Las tablas siguientes recogen un índice de los gráficos:

Tabla 1. Gráficos de área ocupada

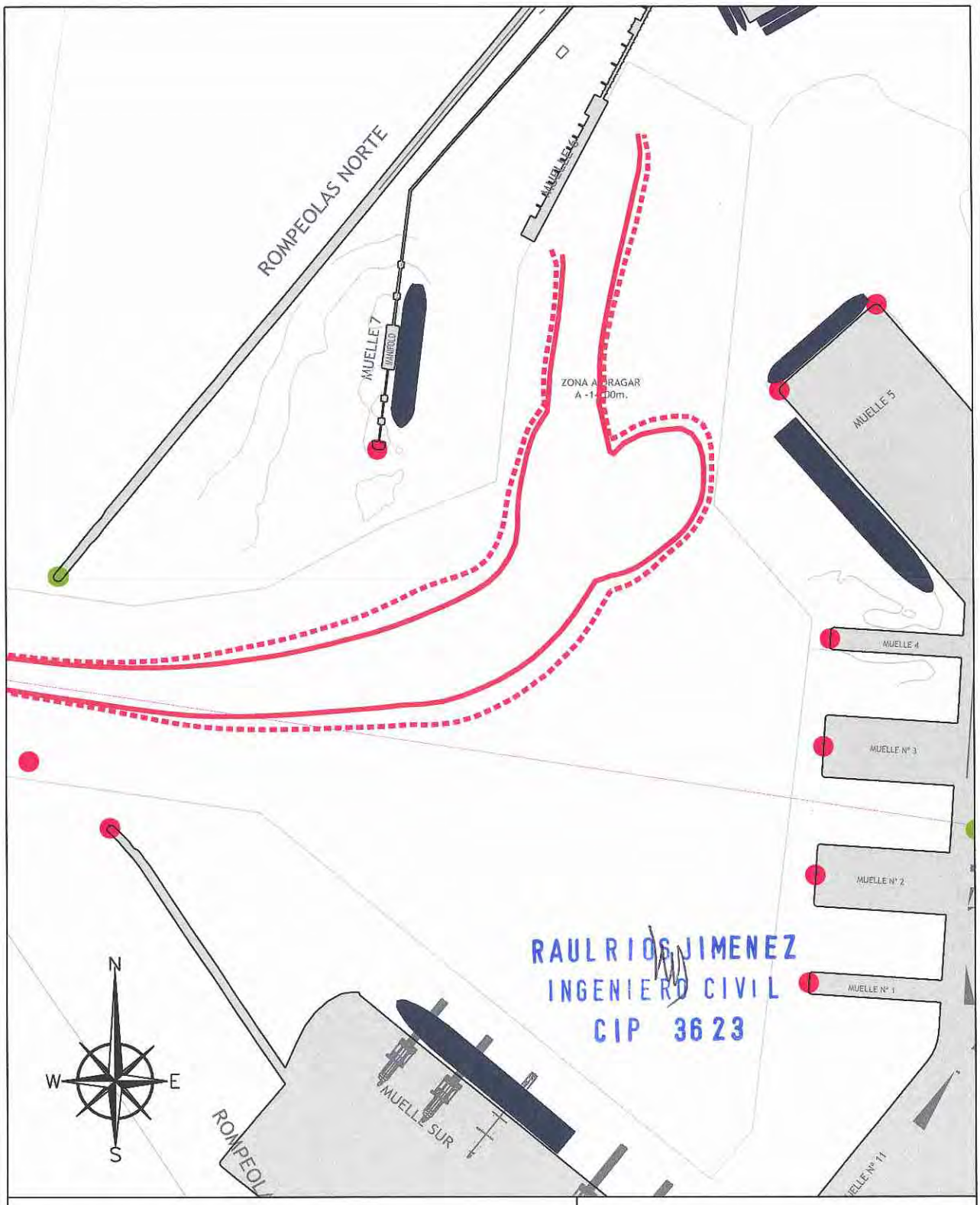
Condición	Viento	Oleaje	Corriente	Maniobra	Código	Run	Figura
Sureste	SE 20 n	W 1.00 m 14 s	Ascendente 1.0 n	Entrada	11511	21 22 23 25 27 32 35 36	AB-1 EN-1 IC-1
				Salida	11512	12 14 16 33 18 24 26 37	AB-2 EN-2 IC-2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



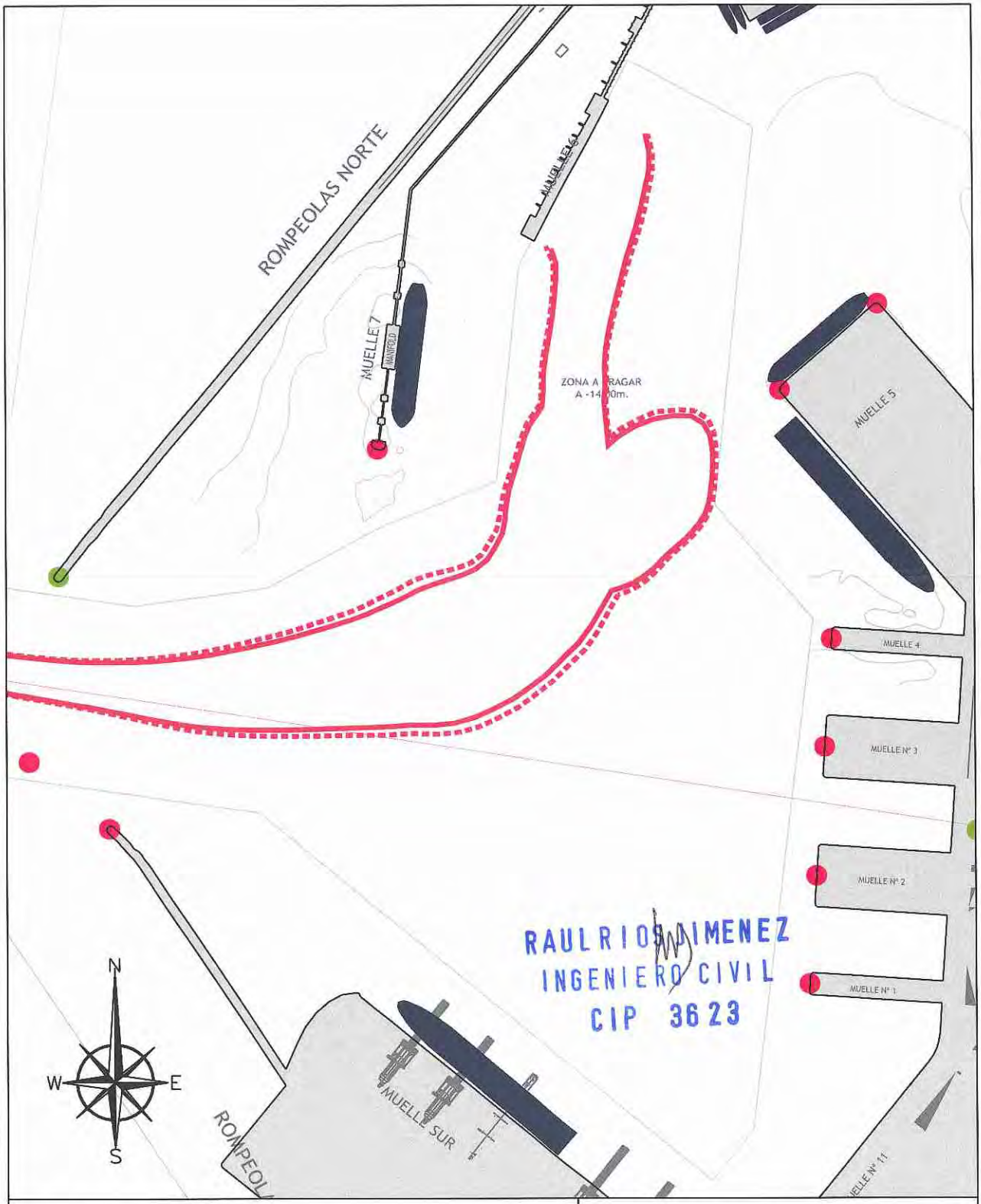
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: AB-1 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Gráfico de Area Barrida Envolvente —— Envolvente - 1 - - - - - - Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11511	Siport21



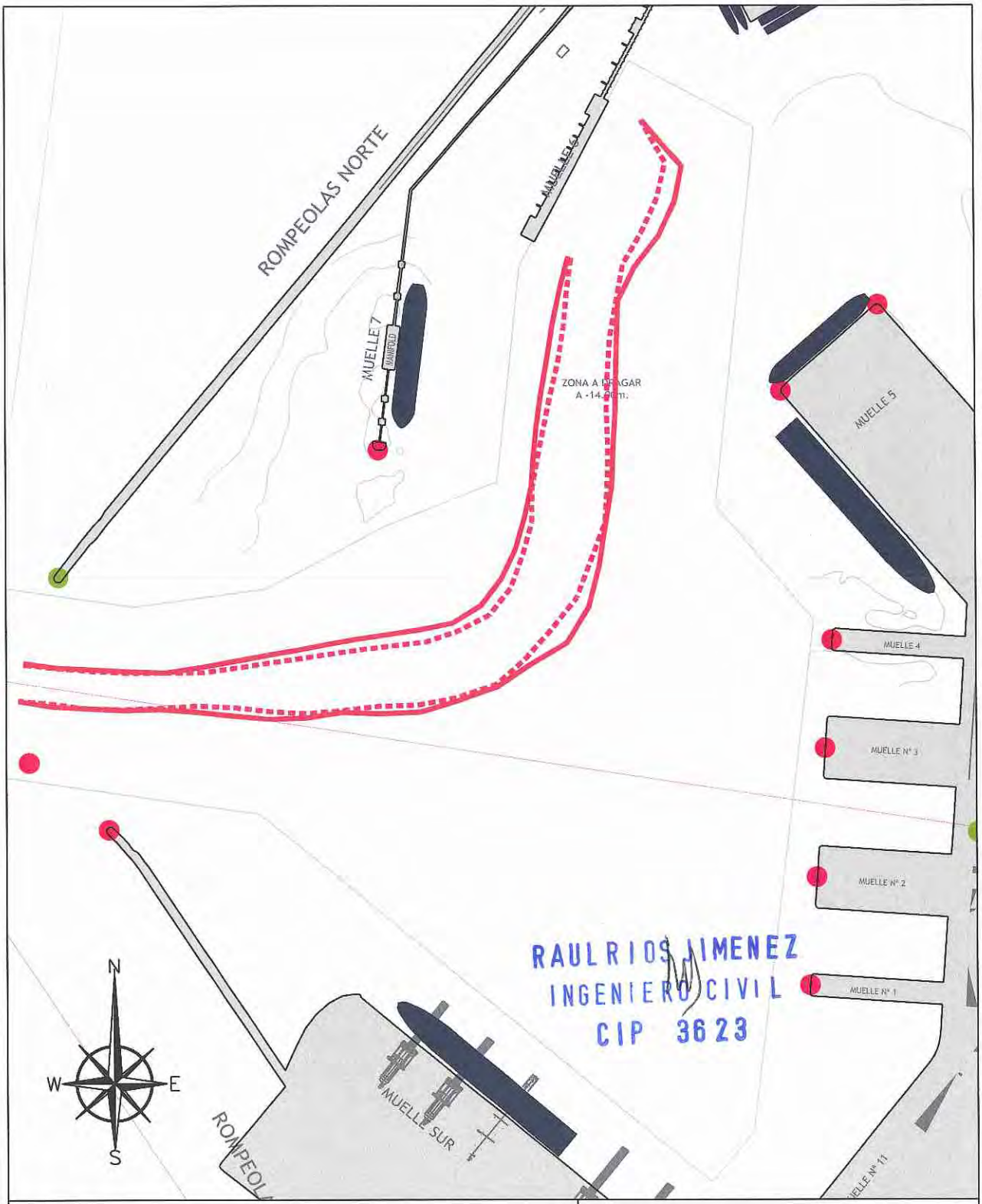
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: EN-1 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Gráfico de Espacio Navegable Nivel Excedencia 10% Nivel Excedencia 1% Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11511	Siport21



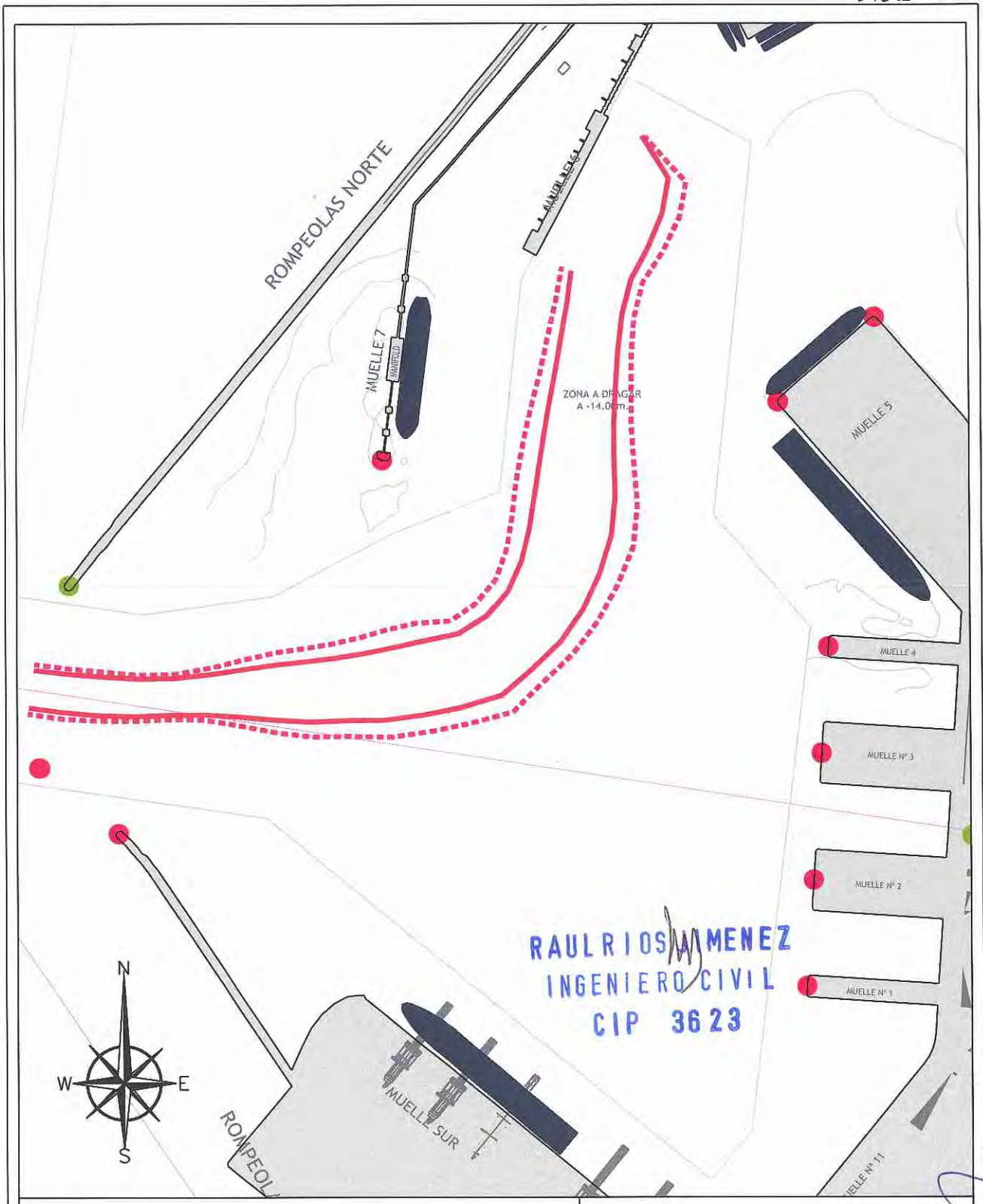
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: IC-1 Bulkcarrier 60000 TPM. Entrada Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Gráfico de Intervalo de Confianza Excedencia 1% —— Banda 90% - - - - - - Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11511	Siport21



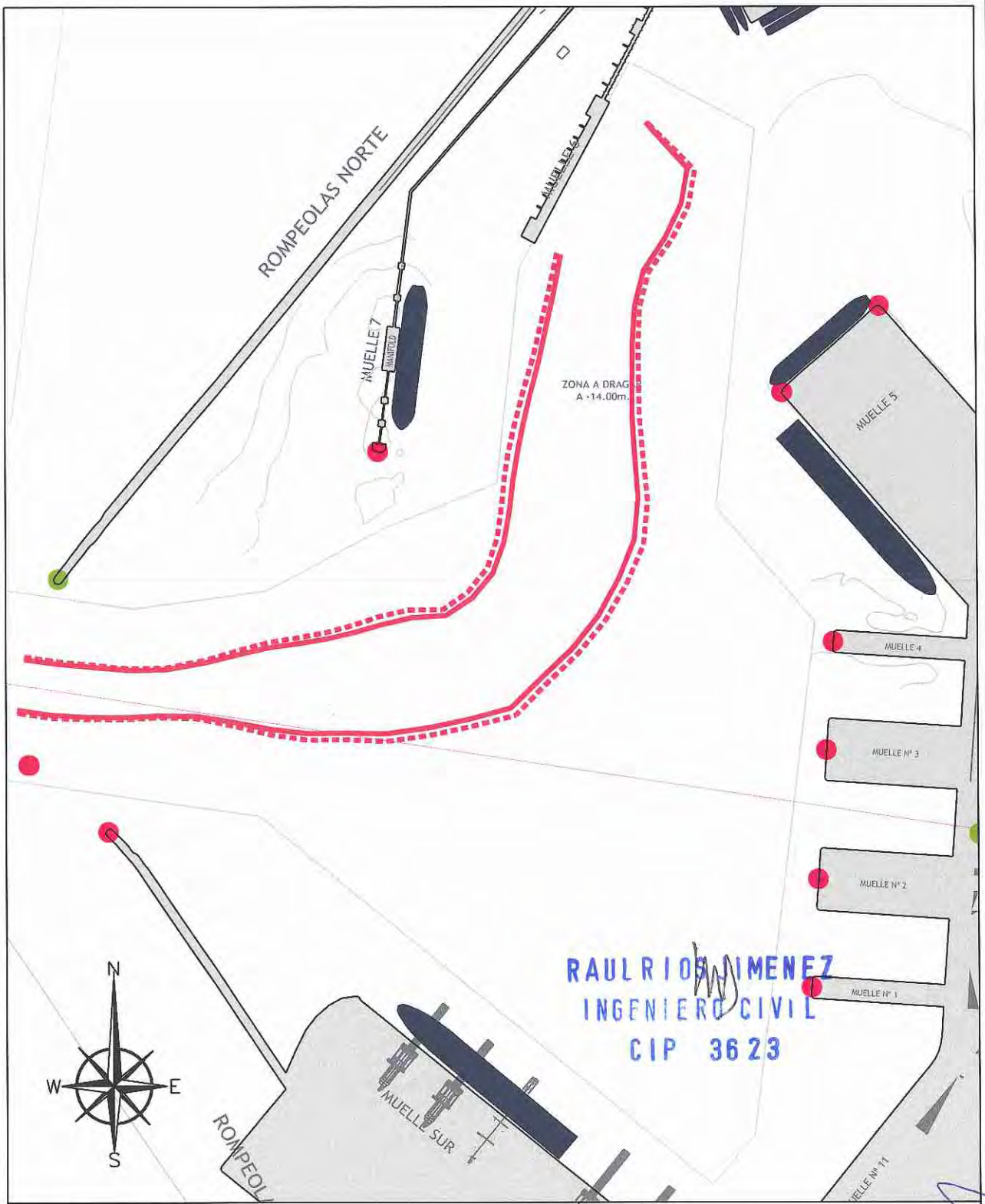
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: AB-2 Bulkcarrier 60000 TPM. Salida Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Gráfico de Area Barrida Envolvente —— Envolvente - 1 - - - - - - Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	Siport21



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: EN-2 Bulkcarrier 60000 TPM. Salida Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Gráfico de Espacio Navegable Nivel Excedencia 10% Nivel Excedencia 1% Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	Siport21



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Figura: IC-2 Bulkcarrier 60000 TPM. Salida Vient: SE 20n; Ola: W 1.00m; Cor: 1n asc	Gráfico de Intervalo de Confianza Excedencia 1% Banda 90% Scale: 1/8000
Proyecto: callao_2012 Condición: 11512	Siport21

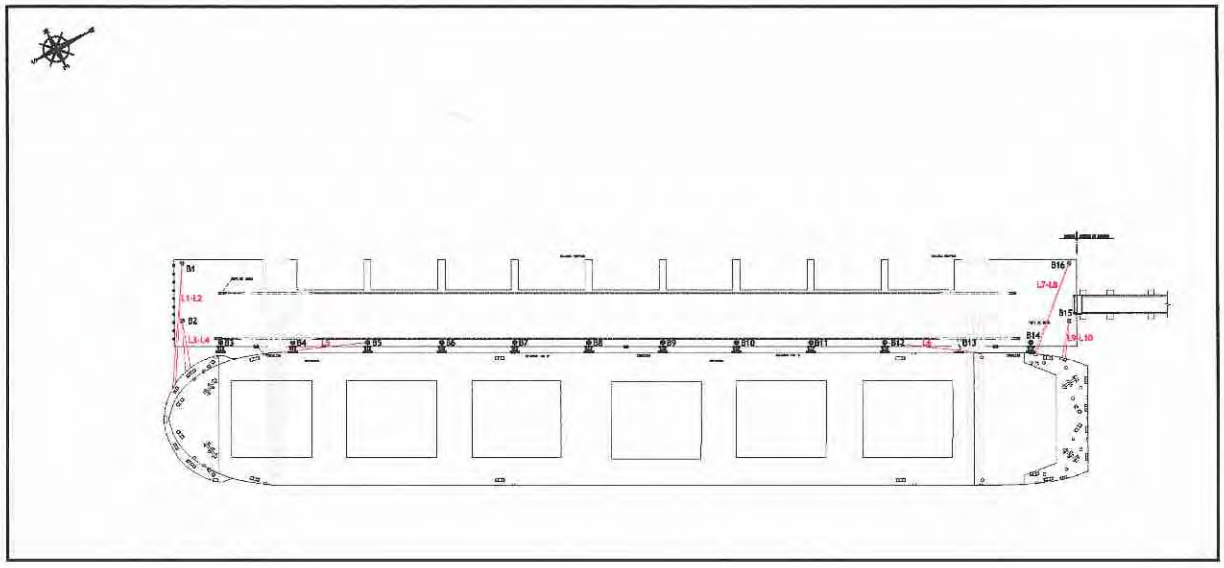
0213

Siport21

Informe FINAL - Revisión 00

Estudio de Amarre y Maniobra para el Nuevo Muelle de Minerales en la Zona Norte del Terminal Portuario del Callao (Perú)

- Estudio de Amarre -



Cliente: **Transportadora Callao S.A.**

TC TRANSPORTADORA CALLAO

Fecha: Julio 2012

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21

Índice

1. Introducción 2
2. Características de los Buques 4
2.1. Características del Buque Atracado 4
2.2. Movimientos del Buque Atracado 5
3. Descripción de la Terminal 6
4. Sistemas de Amarre y Defensas 8
4.1. Defensas del Atraque 8
4.2. Configuraciones de Amarre del Buque Mineralero 10
5. Datos Climáticos 24
5.1. Corrientes y mareas 25
5.2. Oleaje 30
5.3. Viento 35
6. Límites Operativos 39
7. Condiciones de Simulación 41
8. Resultados 43
8.1. Análisis de los Escenarios de Evaluación 43
8.2. Análisis del Comportamiento Dinámico del Buque 46
9. Conclusiones 56

ANEJO I: PLANOS
ANEJO II: CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE DE PROYECTO
ANEJO III: DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA "OPTIMOOR"
ANEJO IV: DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA "SHIP-MOORINGS"
ANEJO V: RESULTADOS - SIMULACIONES ESTÁTICAS
ANEJO VI: RESULTADOS - SIMULACIONES DINÁMICAS

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

C/Chile,8. Edificio Azasol. Oficina 208
28290 Las Matas (Madrid)
Tel.: 91 630 70 73 · Fax: 91 630 81 32
www.siport21.com

1. Introducción

A solicitud de **Transportadora Callao S.A.** se han analizado las condiciones de amarre de buques mineraleros de 60000 TPM en el Nuevo Muelle de Minerales de la Terminal Portuaria del Callao en Perú.

El análisis se ha centrado en la caracterización de la respuesta dinámica del buque en las condiciones relevantes, considerando las características de los elementos de amarre y atraque, y valorando los movimientos del buque en los seis grados de libertad (vaivén, deriva, alteada, balanceo, cabeceo y guiñada) así como los esfuerzos resultantes sobre las líneas de amarre, las defensas y el casco del buque.

Para la evaluación del sistema de amarre se ha empleado inicialmente el programa informático **OPTIMOOR** desarrollado por la empresa británica **TTI (Tension Technology International)**, el cual resuelve el punto de equilibrio del sistema buque amarrado sometido a fuerzas exteriores (viento y corriente), mediante sucesivas iteraciones, por lo que la resolución del problema es de tipo estático. Se han empleado como guía para la evaluación del sistema de amarre las recomendaciones incluidas en *"Mooring Equipment Guidelines. 3rd Edition"* editado por Oil Companies International Marine Forum (**OCIMF**), dada la similitud existente en el comportamiento de buque amarrado entre buques de carga de graneles sólidos y petroleros.

Posteriormente se ha simulado la respuesta del buque atracado empleando el **modelo numérico SHIP-MOORINGS** desarrollado por **Alkyon-Arcadis** (Hydraulic Consultancy & Research, Holanda). Este modelo reproduce el comportamiento de un buque específico atracado bajo la acción combinada del viento, el oleaje y la corriente. El sistema resuelve las ecuaciones de movimiento del buque en 6 grados de libertad (vaivén, deriva, guiñada, alteada, cabeceo, balance) en el dominio del tiempo, sin limitaciones en las amplitudes de movimiento. Los resultados de la simulación permiten valorar las amplitudes de movimiento del barco y las cargas transmitidas a las defensas y a los elementos de amarre bajo la acción combinada de los factores típicos medioambientales para esta localización (niveles de marea, corrientes, oleaje, viento).

La plataforma de la terminal analizada, proporcionada por **R. Ríos J. Ingenieros**, se corresponde a la **versión modificada del proyecto original**, consistiendo la modificación en el incremento de longitud de la plataforma original en 18 m, resultando una longitud total de 218 m.

El análisis de la configuración del esquema de amarre ha consistido en:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Evaluación de distintos esquemas de amarre mediante el empleo del modelo numérico OPTIMOOR.
- Estudio de la **respuesta dinámica** del buque en la localización del muelle, bajo dos escenarios climatológicos, definidos por la dirección del viento:
  - Escenario S: vientos procedentes del Sur, combinados con oleajes de 0.1 m de altura significante de ola y periodos de pico 14s y 20s, y corrientes dirigiéndose hacia el ESE de intensidad 0.1 nudo.
  - Escenario WNW: vientos procedentes del Oeste-Noroeste, combinados con oleajes de 0.1 m de altura significante de ola y periodos de pico 14s y 20s, y corrientes dirigiéndose hacia el ESE de intensidad 0.1 nudo.
- Escenario dinámico para la evaluación del efecto de **oleaje de alto periodo** en el sistema de amarre.

El estudio de la respuesta dinámica del buque permite establecer las condiciones climatológicas límites en las que el buque puede permanecer en la terminal (límites de permanencia) y aquéllas en las que las operaciones de descarga son viables (límites de operación).

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

2. Características de los Buques

2.1. Características del Buque Atracado

El análisis del sistema de amarre y atraque del buque considera las características específicas del buque de mayor porte que se espera opere en la terminal (buque de proyecto).

Como buque atracado en las instalaciones marítimas, se ha considerado un mineralero de 60000 TPM y 225 m de eslora total.

Para este análisis se ha considerado que el buque se encuentra en condición de lastre y en condición de carga. A continuación se resumen las características principales del buque de proyecto:

Tabla 1. Características buque mineralero 60000 TPM

Mineralero 60000 TPM	
Eslora total	225.0 m
Eslora entre perpendiculares	217.0 m
Manga	32.2 m
Puntal	17.8 m
Calado (lastre)	7.0 m
Calado (plena carga)	12.0 m
Peso Muerto	60000 TPM
Desplazamiento (lastre)	41530.0 t
Desplazamiento (plena carga)	71200.0 t
Área frontal expuesta (lastre)	3410 m^2
Área lateral expuesta (lastre)	797 m^2
Área frontal expuesta (plena carga)	2286 m^2
Área frontal expuesta (plena carga)	668 m^2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

2.2. Movimientos del Buque Atracado

Un barco atracado tiene seis posibles movimientos, que se describen en la siguiente figura, en sus denominaciones en inglés y castellano:

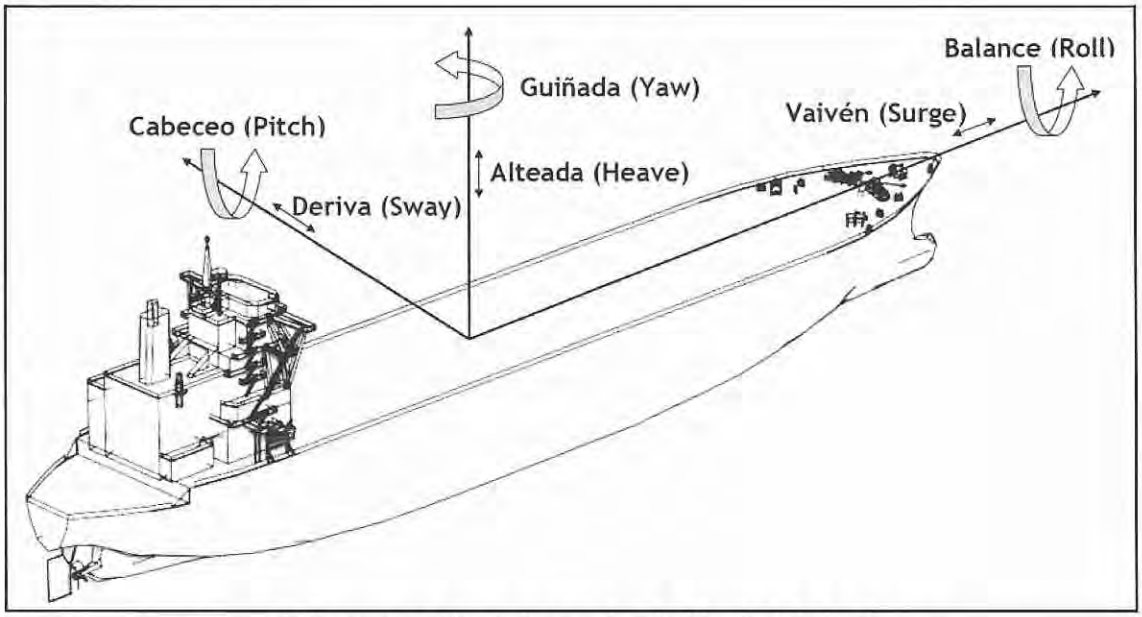


Figura 1. Denominación de los grados de libertad de los buques

El barco libre tiene tres **modos naturales de oscilación**, en función de las características geométricas del casco y de su condición de carga. Los movimientos son: balance (roll), relacionado con la estabilidad transversal; cabeceo (pitch), dependiente de la estabilidad longitudinal; y alteada (heave), dependiente del área de la flotación. Cuando el barco está atracado, los periodos naturales asociados a estos modos de oscilación son reducidos en un cierto grado por las configuraciones de amarre, profundidad del agua, etc. aunque sin grandes alteraciones en sus órdenes de magnitud.

El buque amarrado tiene tres **formas adicionales de oscilación** inducidas por la interacción con las defensas y amarras: vaivén (surge), deriva (sway) y guiñada (yaw). Los periodos naturales de estos tres movimientos son generalmente mayores que los de los anteriores y están fuertemente influidos por las características del sistema de amarre. El empleo de defensas y amarras rígidas reduce los periodos naturales de oscilación, pero a la vez incrementa las fuerzas sobre amarras y defensas.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

3. Descripción de la Terminal

La Terminal está compuesta por una plataforma principal soportada por pilotes y conectada a tierra mediante un puente de acceso localizado en el extremo Norte de la misma. Esta plataforma principal soporta el equipamiento de atraque, amarre, y el sistema shiploader, que permite la carga del buque desde la cinta transportadora del mineral localizada en el lado Oeste de la plataforma. La orientación de la terminal es N29E. La cota de coronación de la plataforma es la +3.0 m. El buque se amarra estribor al muelle, proa afuera

La plataforma de la terminal analizada, proporcionada por **R. Ríos J. Ingenieros**, se corresponde a la ***versión modificada del proyecto original***, consistiendo la modificación en el incremento de longitud de la plataforma original en 18 m, resultando una longitud total de 218 m. Esta modificación se efectuó al detectarse la posible interferencia operativa entre las líneas de amarre y bitas con los elementos mecánicos sobre el muelle, tales como la galería del tripper, la torre de del tripper, el shiploader y sus topes , así como la llegada del puente de acceso en la parte Norte del muelle.

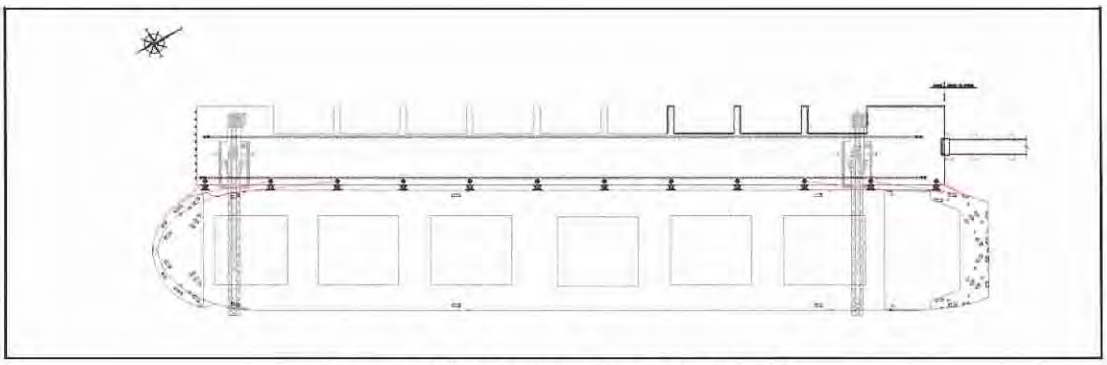


Figura 2. Plataforma. Proyecto original

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

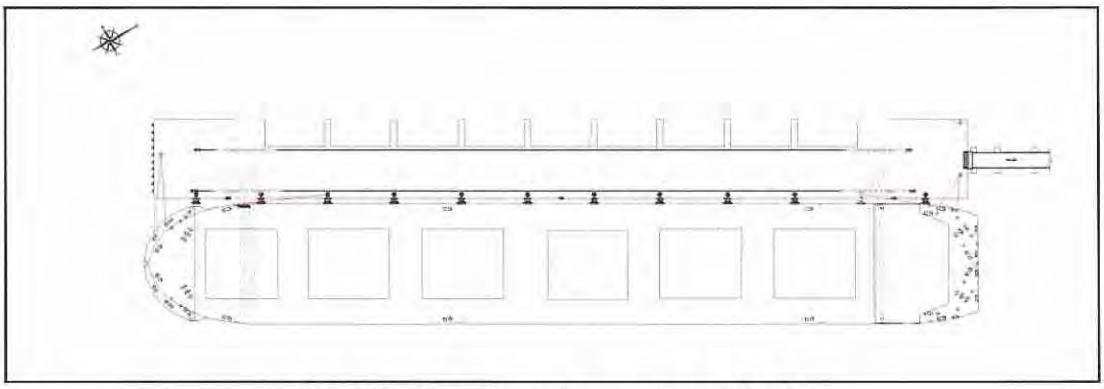


Figura 3. Plataforma. Proyecto modificado

Para el amarre del buque se dispone de las siguientes bitas de amarre sobre la plataforma:

- 12 bitas de 100 t equiespaciadas situadas (18 m) a lo largo de la plataforma
- 2 bitas de 100 t en el extremo Norte de la plataforma
- 1 bita de 100 t en el extremo Sur de la plataforma

El muelle cuenta con 12 defensas Super Cone Cell SCN de longitud 1050 mm y calidad del elastómero E 0.9. Estas defensas protegen la integridad de las instalaciones y el propio casco del buque, durante la maniobra de atraque y de los golpes causados por los movimientos del buque cuando se encuentra amarrado.

Se prevé el dragado en la zona de atraque hasta la cota -14.0 m, profundidad considerada en el estudio.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

4. Sistemas de Amarre y Defensas

En este apartado se describen las defensas consideradas y las características principales de los elementos de amarre. Seguidamente, se describen las características del sistema de amarre en la configuración considerada.

4.1. Defensas del Atraque

Se dispone de 12 defensas Super Cone Cell SCN de longitud 1050 mm y calidad del elastómero E 0.9. con una fuerza de reacción nominal de **73.4 t** (72% deformación). La energía máxima que puede absorber cada una de ellas es de **40 t·m**.

Las defensas se localizan equiespaciadas a lo largo del muelle, siendo la distancia entre ejes de 18.0 m. En el **Anejo I** se muestra la posición de las defensas.

El contacto con el buque se realiza a través de un escudo dimensionado de manera que la presión máxima sobre el casco sea inferior a 20 t/m^2, a fin de repartir los esfuerzos de manera uniforme, evitar daños en el casco del buque o incluso la destrucción de la defensa.

El conjunto se completa con la instalación de cadenas que limitan la deformación excesiva de las defensas, previendo los daños por grandes movimientos longitudinales, especialmente durante las maniobras de aproximación y atraque.

Este tipo de defensas presenta un alto rendimiento. Hay que destacar la capacidad de absorber deformaciones en diferentes direcciones y la alta absorción de energía a bajas reacciones. No es necesario el mantenimiento continuo de los componentes de las defensas.

La siguiente figura muestra las curvas esfuerzo-deformación de las defensas:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

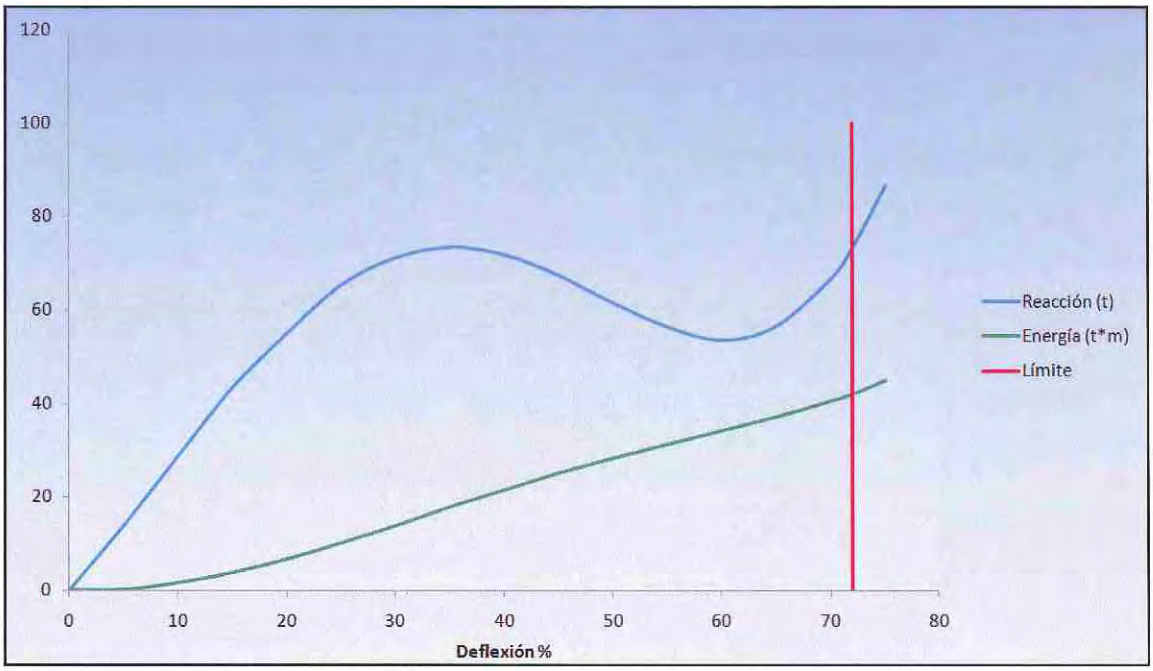


Figura 4. Características resistentes de la defensa SCN 1050

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

4.2. Configuraciones de Amarre del Buque Mineralero

A fin de evaluar el equipamiento de amarre de la Terminal, se han estudiado 6 configuraciones de amarre compuestas en todos los casos por 10 líneas. Las configuraciones de amarre han sido definidas considerando las dimensiones y características del equipo de amarre del buque junto con la disposición de bitas de amarre sobre la plataforma. Todas las configuraciones de amarre se han diseñado tomando como referencia la configuración modificada de proyecto, sustituyendo la bita situado en el extremo Sur de la plataforma por una bita situada en el lado Este y otra en el Oeste, a fin de que los esquemas propuestos sean simétricos.

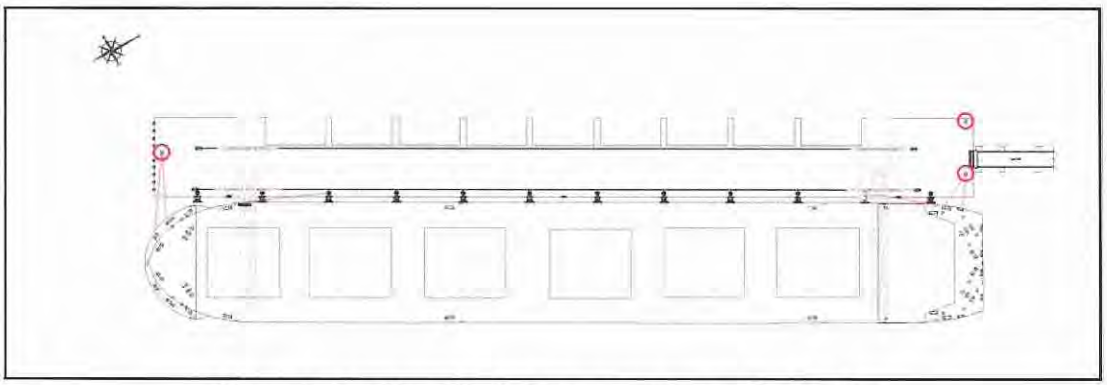


Figura 5. Localización de bitas en extremos Norte y Sur

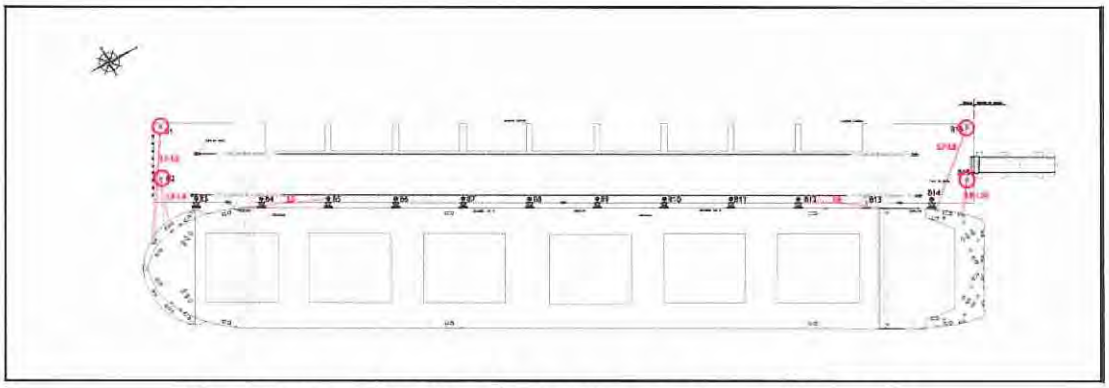


Figura 6. Nueva localización de bitas en extremos Norte y Sur

También se han analizado configuraciones de amarre en las que se disponen bitas localizadas en duques de alba o macizos exentos a la plataforma, a fin de evaluar de manera preliminar su efectividad.

Las líneas de amarre del mineralero definidas de acuerdo con *"Code of practice for design of fendering and mooring systems"* (*British Standard 6349:4)* están formadas por **amarras de polipropileno** de **72 mm** de diámetro. Estas líneas tienen una carga de

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

rotura (MBL) de 64 t. Todas las simulaciones se han llevado a cabo con una **pretensión de 2 t** en cada línea, lo que supone un 3% de la carga de rotura de las líneas de amarre.

A continuación se describen las características de las distintas configuraciones de amarre analizadas. El código de identificación asociado a cada línea y bita de amarre se asigna de forma correlativa de proa a popa. Las siguientes tablas y figuras describen las configuraciones de amarre analizadas. En el **Anejo I** se pueden encontrar los planos de cada una de ellas.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Configuración de amarre 1

El esquema de amarre analizado se compone de 4 traveses en proa, 1 spring en proa, 1 spring en popa y 4 traveses en popa.

Tabla 2. Configuración de amarre 1

Posición	Código Líneas	Bitas
Traveses (proa)	L1, L2	B1
Traveses (proa)	L3, L4	B2
Spring (proa)	L5	B5
Spring (popa)	L6	B12
Traveses (popa)	L7, L8	B16
Traveses (popa)	L9, L10	B15

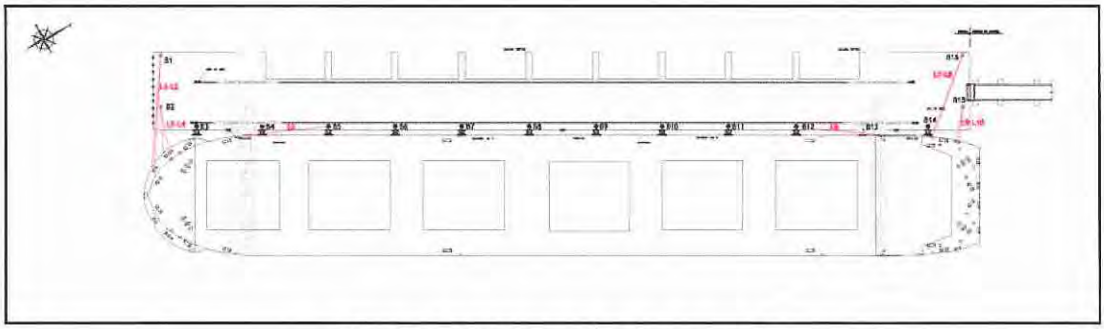


Figura 7. Configuración de amarre 1

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

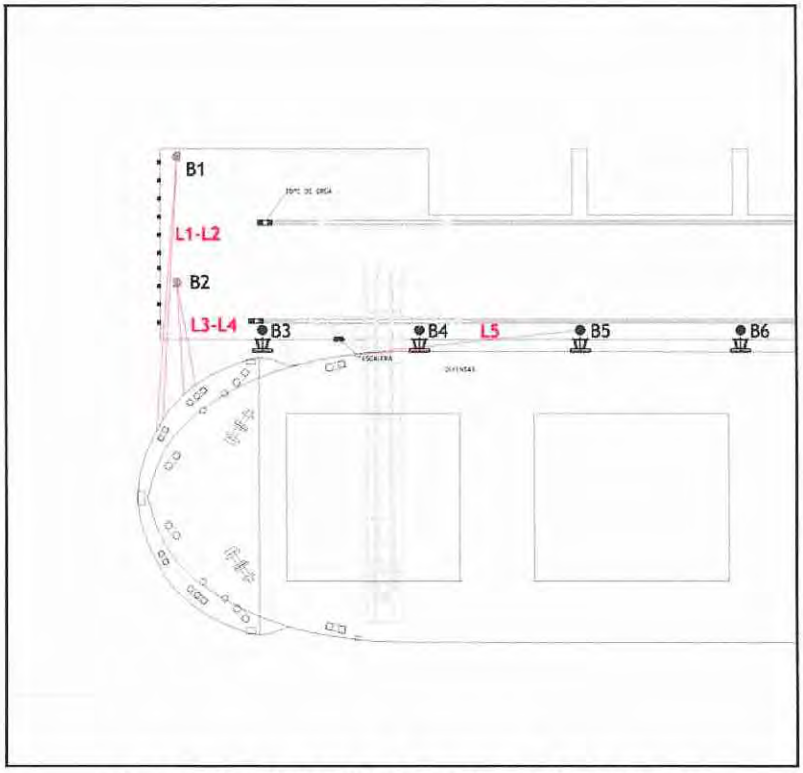


Figura 8. Configuración de amarre 1. Detalle proa

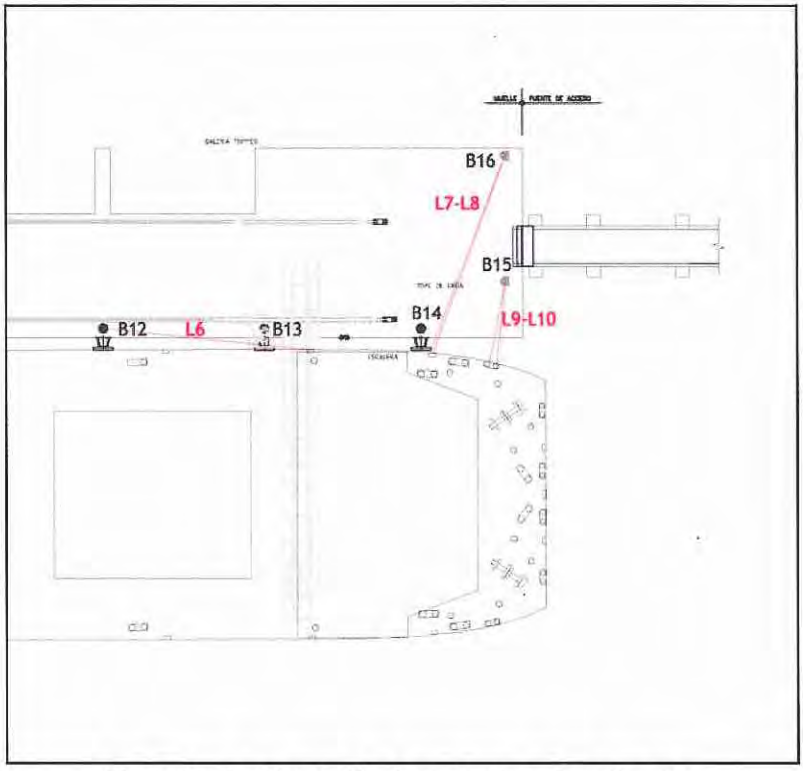


Figura 9. Configuración de amarre 1. Detalle popa

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Configuración de amarre 2

El esquema de amarre analizado se compone de 3 traveses en proa, 2 springs en proa, 2 springs en popa y 3 traveses en popa.

Tabla 3. Configuración de amarre 2

Posición	Código Líneas	Bitas
Traveses (proa)	L1	B1
Traveses (proa)	L2, L3	B2
Spring (proa)	L4	B4
Spring (proa)	L5	B5
Spring (popa)	L6	B12
Spring (popa)	L7	B13
Traveses (popa)	L8	B16
Traveses (popa)	L9, L10	B15

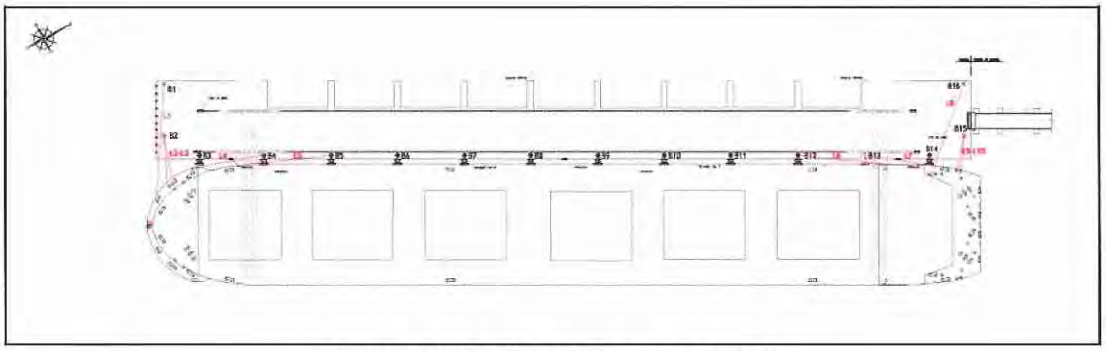


Figura 10. Configuración de amarre 2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

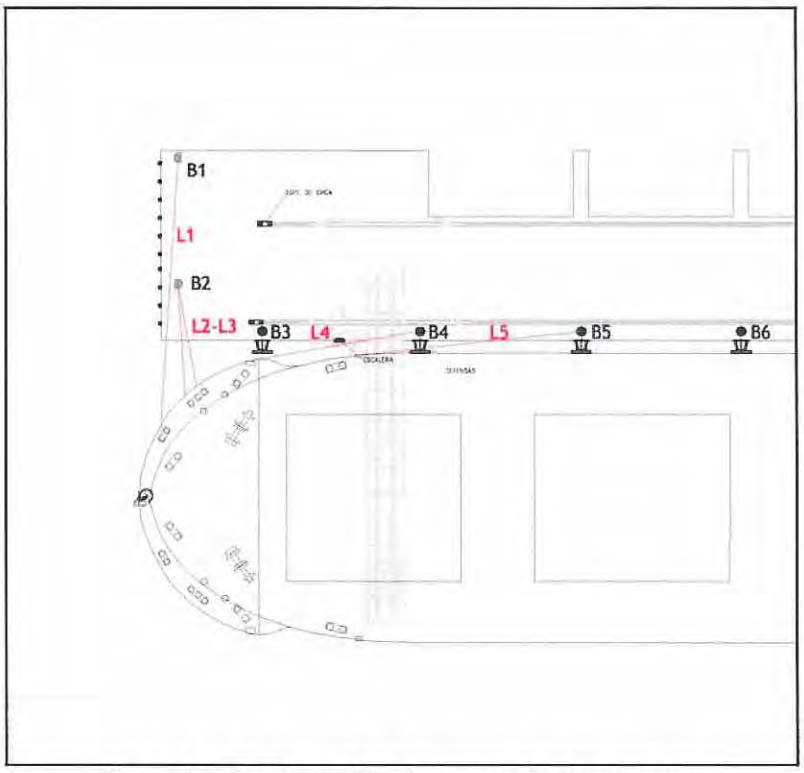


Figura 11. Configuración de amarre 2. Detalle proa

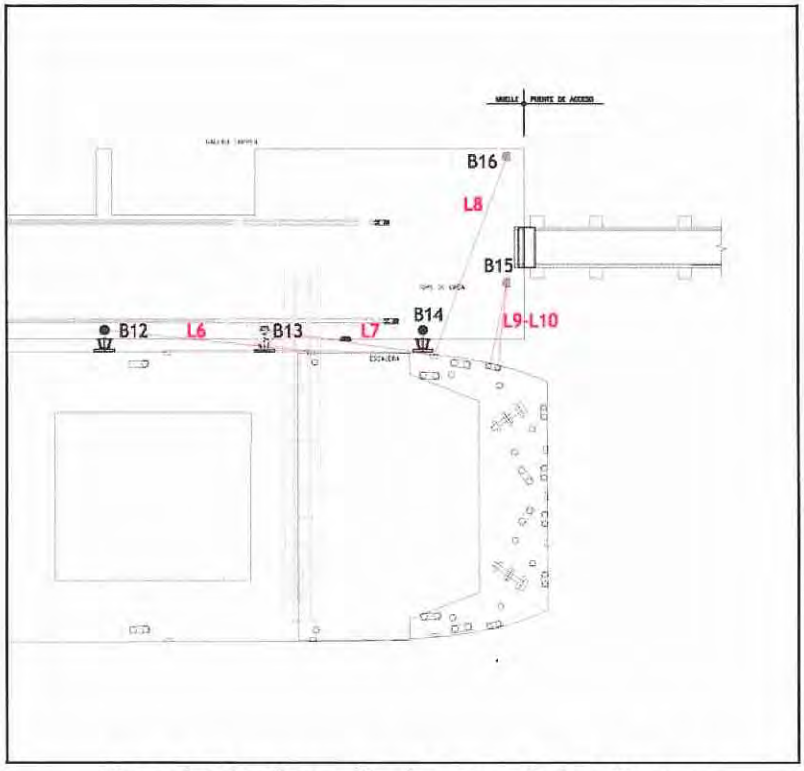


Figura 12. Configuración de amarre 2. Detalle popa

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Configuración de amarre 3

El esquema de amarre analizado se compone de 3 traveses en proa, 2 springs en proa, 2 springs en popa y 3 traveses en popa, empleando en este caso un único de punto de amarre para cada grupo de traveses.

Tabla 4. Configuración de amarre 3

Posición	Código Líneas	Bitas
Traveses (proa)	L1, L2, L3	B2
Spring (proa)	L4	B4
Spring (proa)	L5	B5
Spring (popa)	L6	B12
Spring (popa)	L7	B13
Traveses (popa)	L8, L9, L10	B15

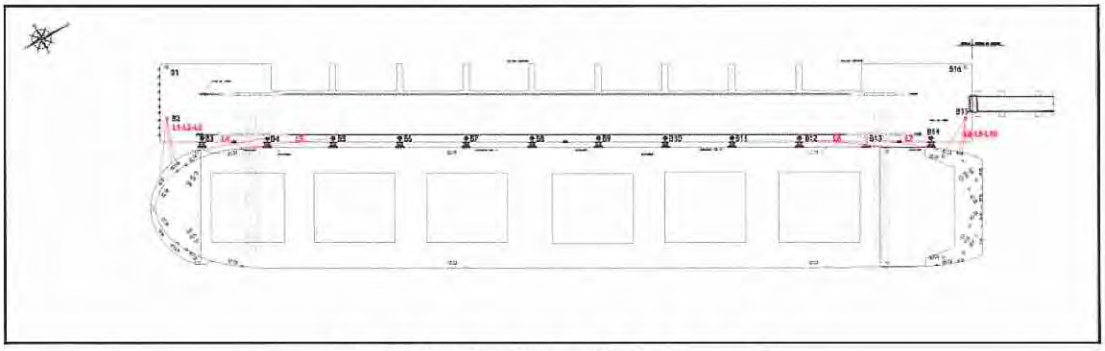


Figura 13. Configuración de amarre 3

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

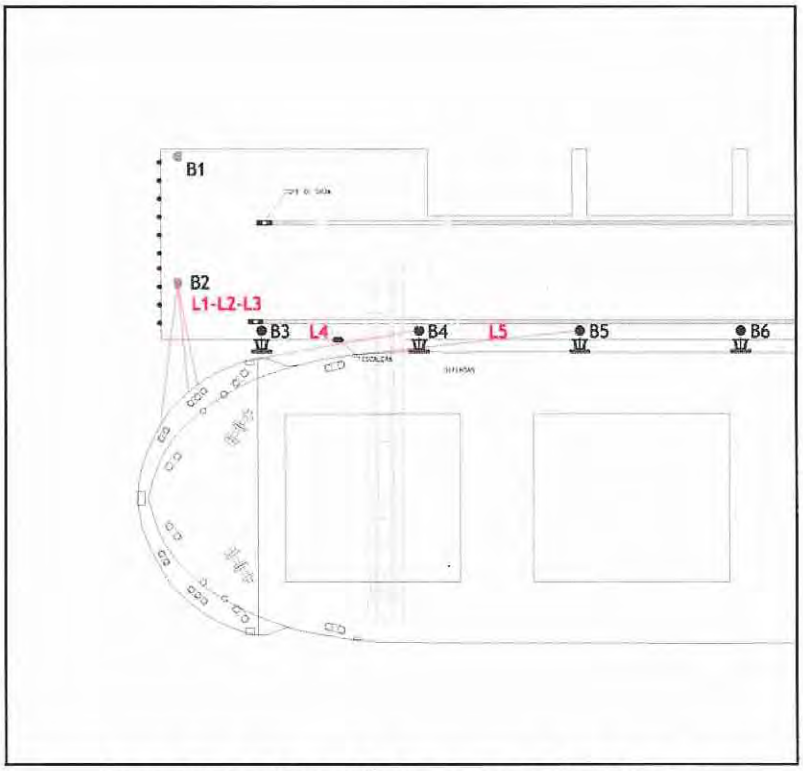


Figura 14. Configuración de amarre 3. Detalle proa

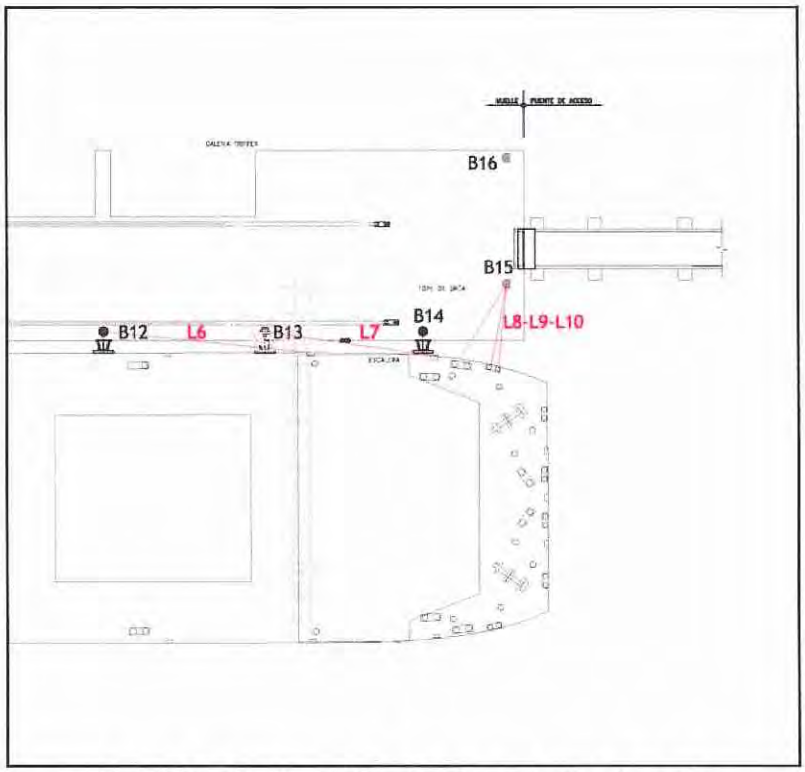


Figura 15. Configuración de amarre 3. Detalle popa

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Configuración de amarre 4

El esquema de amarre analizado se compone de 1 largo en proa, 2 traveses en proa, 2 springs en proa, 2 springs en popa, 2 traveses en popa y 1 largo en popa. Los largos se lanzan a duques de alba exentos a la plataforma y localizados a una distancia de 27 m, de manera que el ángulo horizontal que forma el largo con el cantil de la plataforma es de 25° de acuerdo con las recomendaciones recogidas en *"Mooring Equipment Guidelines. 3rd Edition"* editado por OCIMF.

Tabla 5. Configuración de amarre 4

Posición	Código Líneas	Bitas
Largo (proa)	L1	B1
Traveses (proa)	L2, L3	B2
Spring (proa)	L4	B4
Spring (proa)	L5	B5
Spring (popa)	L6	B12
Spring (popa)	L7	B13
Traveses (popa)	L8, L9	B15
Largo (popa)	L10	B16

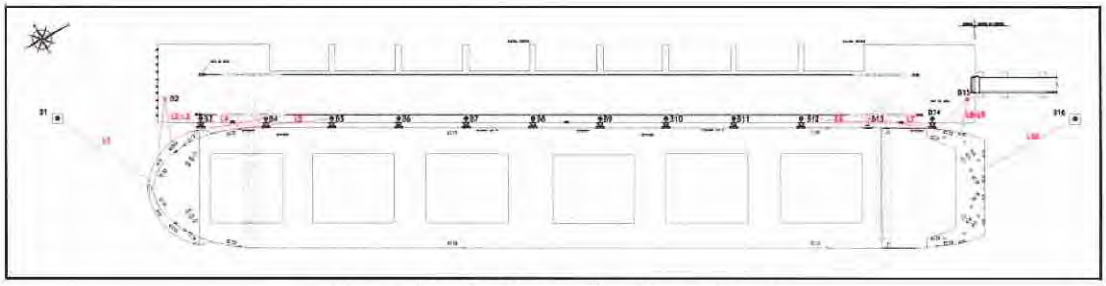


Figura 16. Configuración de amarre 4

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

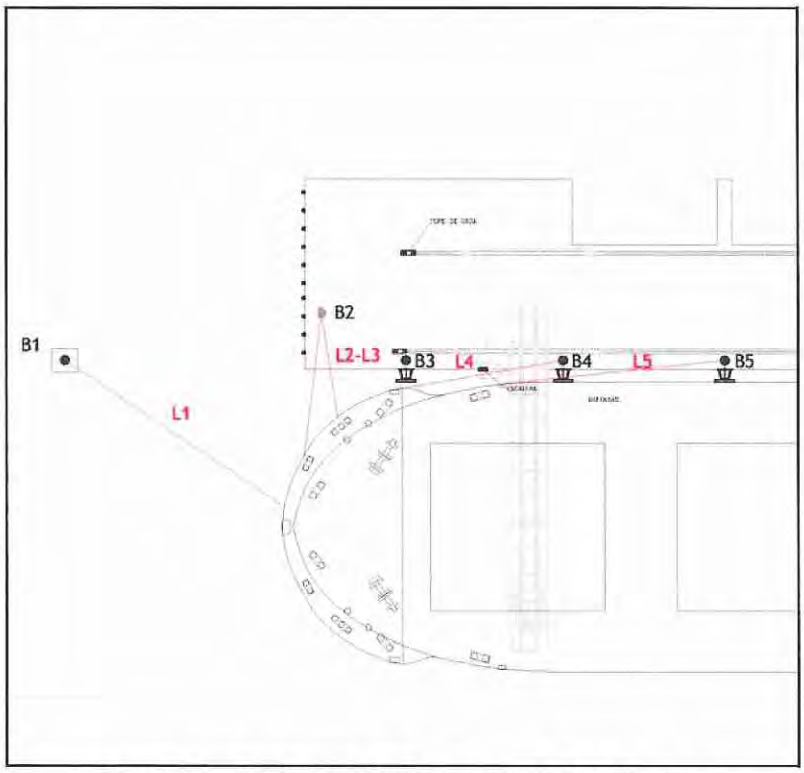


Figura 17. Configuración de amarre 4. Detalle proa

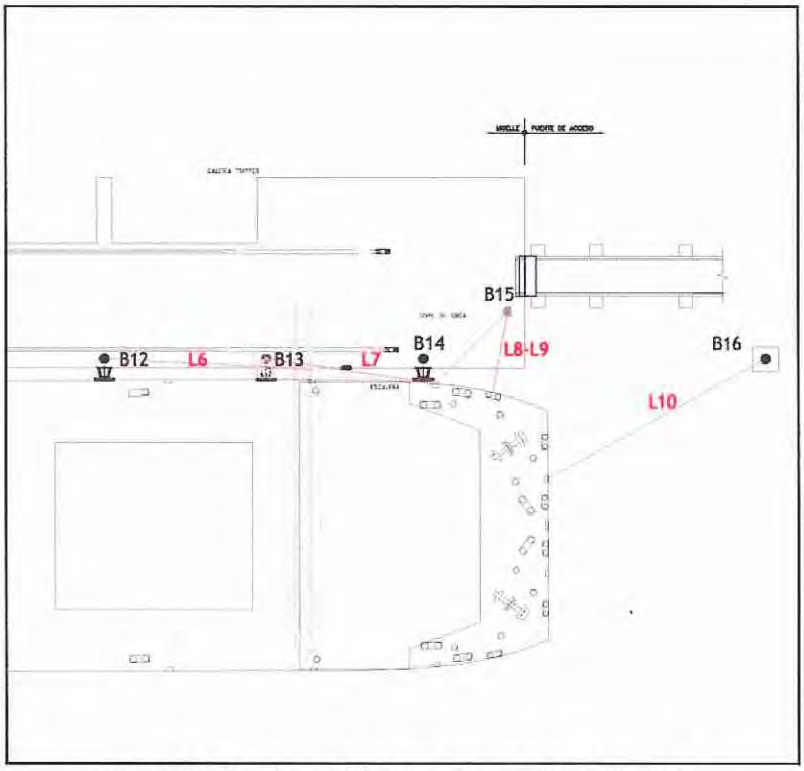


Figura 18. Configuración de amarre 4. Detalle popa

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Configuración de amarre 5

El esquema de amarre analizado se compone de 2 largos en proa, 1 través en proa, 2 springs en proa, 2 springs en popa, 1 través en popa y 1 largo en popa. La posición de los duques de alba es la misma que en la configuración 4.

Tabla 6. Configuración de amarre 5

Posición	Código Líneas	Bitas
Largo (proa)	L1, L2	B1
Traveses (proa)	L3	B2
Spring (proa)	L4	B4
Spring (proa)	L5	B5
Spring (popa)	L6	B12
Spring (popa)	L7	B13
Traveses (popa)	L8	B15
Largo (popa)	L9,L10	B16

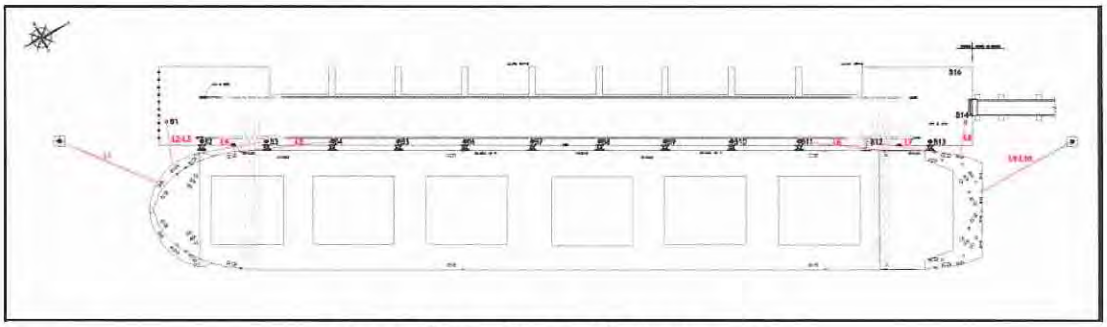


Figura 19. Configuración de amarre 5

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

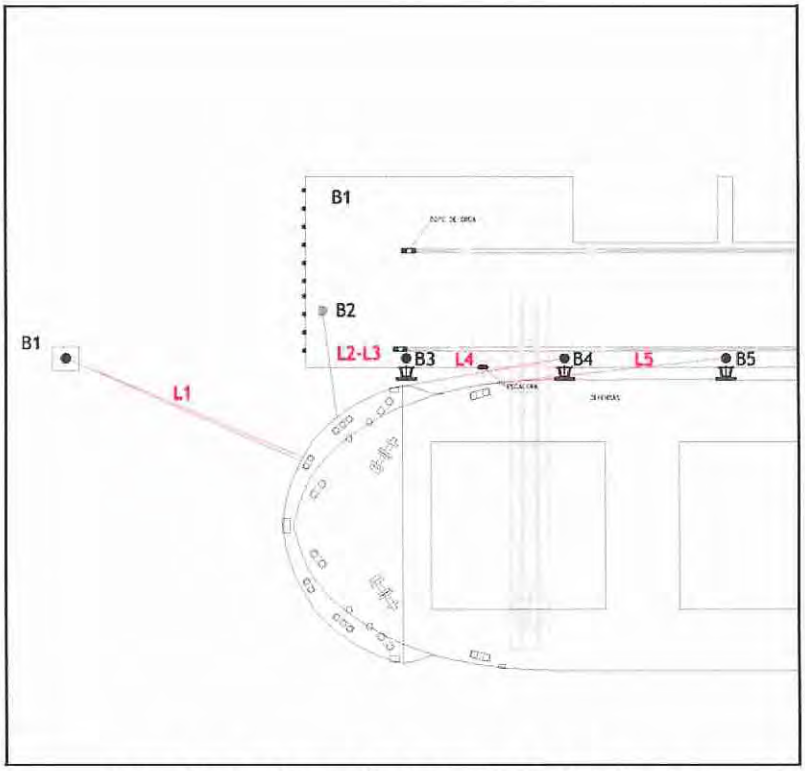


Figura 20. Configuración de amarre 5. Detalle proa

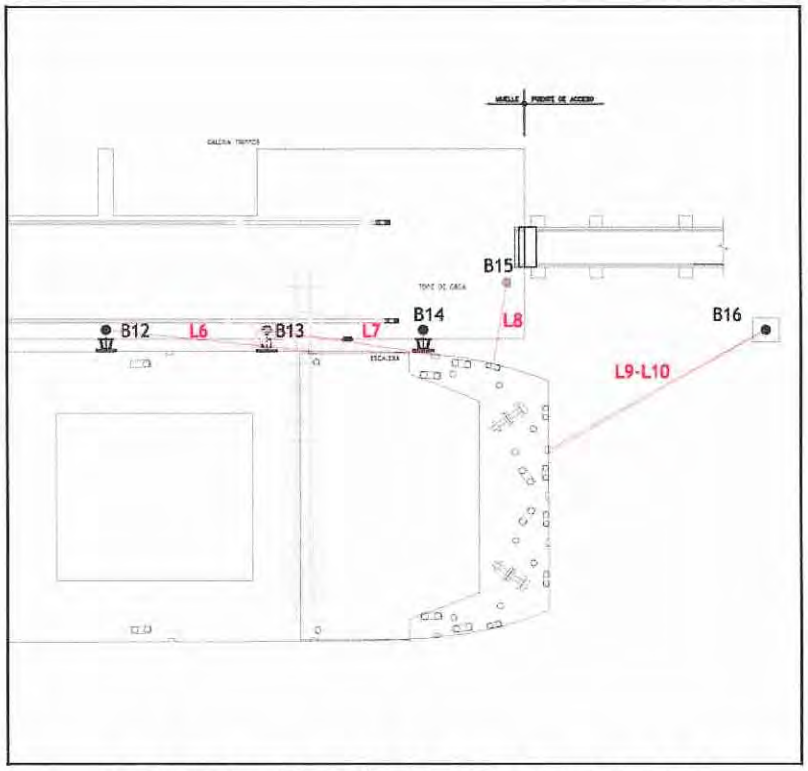


Figura 21. Configuración de amarre 5. Detalle popa

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Configuración de amarre 6

El esquema de amarre analizado se compone de 1 largo en proa, 2 traveses en proa, 2 springs en proa, 2 springs en popa, 2 traveses en popa y 1 largo en popa. Los largos se lanzan a duques de alba exentos a la plataforma y localizados a una distancia de 12 m, de manera que el ángulo horizontal que forma el largo con el cantil de la plataforma es de 45° de acuerdo con las recomendaciones recogidas en la *"ROM 0.2-90. Acciones al proyectar Obra Marítima y Portuaria"* editada por Puertos del Estado de España.

Tabla 7. Configuración de amarre 6

Posición	Código Líneas	Bitas
Largo (proa)	L1	B1
Traveses (proa)	L2, L3	B2
Spring (proa)	L4	B4
Spring (proa)	L5	B5
Spring (popa)	L6	B12
Spring (popa)	L7	B13
Traveses (popa)	L8, L9	B15
Largo (popa)	L10	B16

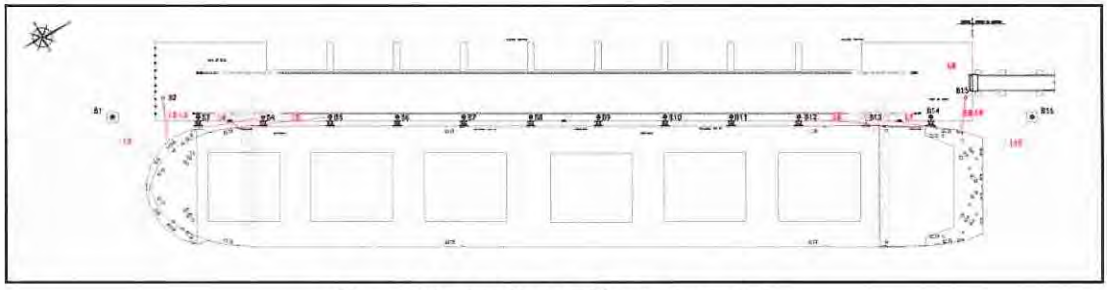


Figura 22. Configuración de amarre 6

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

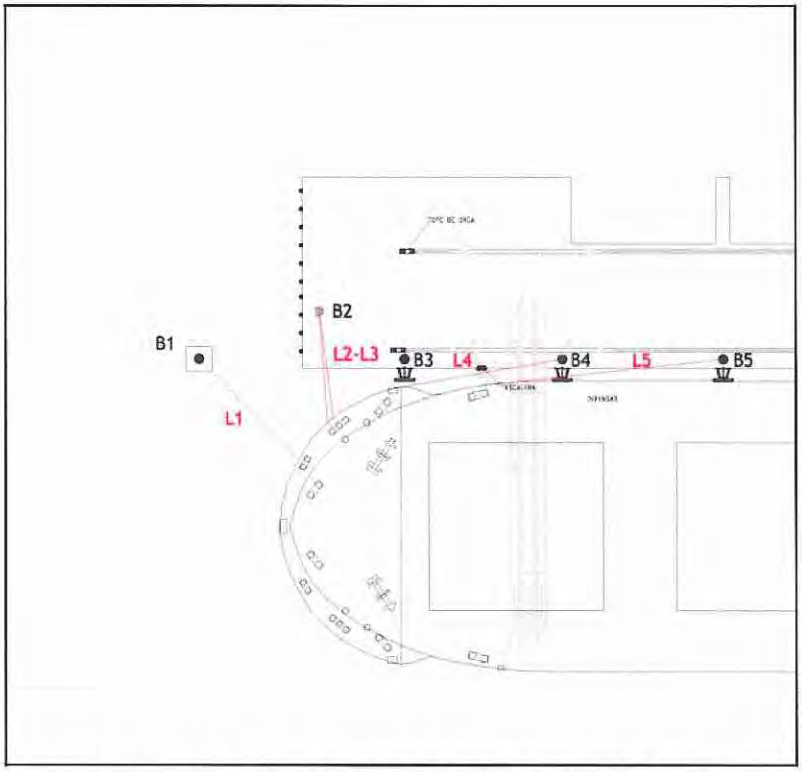


Figura 23. Configuración de amarre 6. Detalle proa

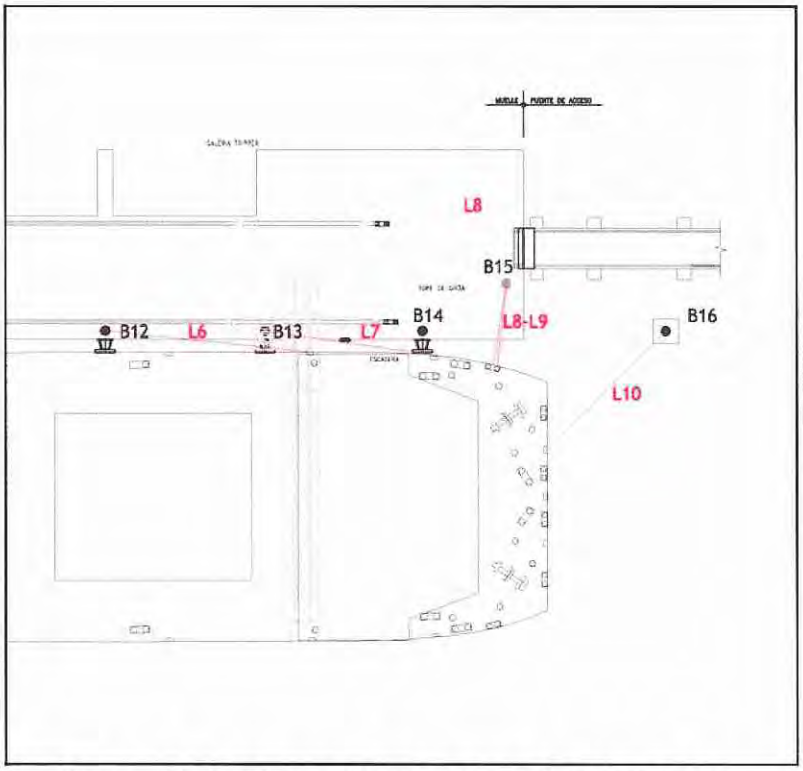


Figura 24. Configuración de amarre 6. Detalle popa

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5. Datos Climáticos

Para determinar las condiciones marítimas y meteorológicas del Terminal Portuario del Callao se ha considerado la información hidro-meteorológica facilitada de la zona de estudio.

Los estudios hidro-meteorológicos disponibles para el análisis de las condiciones climáticas de la zona de estudio son:

- "Estudio hidro-oceanográfico. Análisis de oleaje", realizado por Transportadora Callao S.A. en Marzo de 2012, compuesto por los estudios:
  - "Modelación de ola en la bahía Callao"
  - "Información de Oceanografía"
- "Terminal de embarque de concentrados de minerales en el terminal portuario del Callao", realizado por Raúl Ríos Jiménez para Transportadora Callao S.A. en Marzo de 2012.
- "Proyecto Terminal de Embarque y Faja Transportadora Tubular para Concentrados de Minerales en el Puerto del Callao - Informe Meteorológico", realizado por ECSA Ingenieros para Transportadora Callao S.A. en Febrero de 2012.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.1. Corrientes y mareas

De la información suministrada mencionada anteriormente, se extrae que la amplitud de marea en la zona de estudio es de 0.75 m.

La información para caracterizar las corrientes se ha obtenido de las mediciones realizadas en el interior del Puerto del Callao mediante correntímetros electrónicos, los cuales registran la intensidad y dirección de la corriente a distintas profundidades.

Posteriormente, estos valores se emplearon como datos de entrada al modelo numérico POM ("Princeton Ocean Model" de la Universidad de Princeton), junto con la modelización geométrica del área de estudio.

Los resultados de las simulaciones realizadas muestran la variación de la dirección del flujo de las corrientes superficiales en el exterior del Puerto del Callao dependiendo de la etapa de marea. En el caso de la etapa de marea ascendente la dirección del flujo de corriente es hacia el Norte y en el caso de la etapa descendente la dirección es hacia el Sur.

La dirección e intensidad de la corriente representativa en la zona se muestra a continuación:

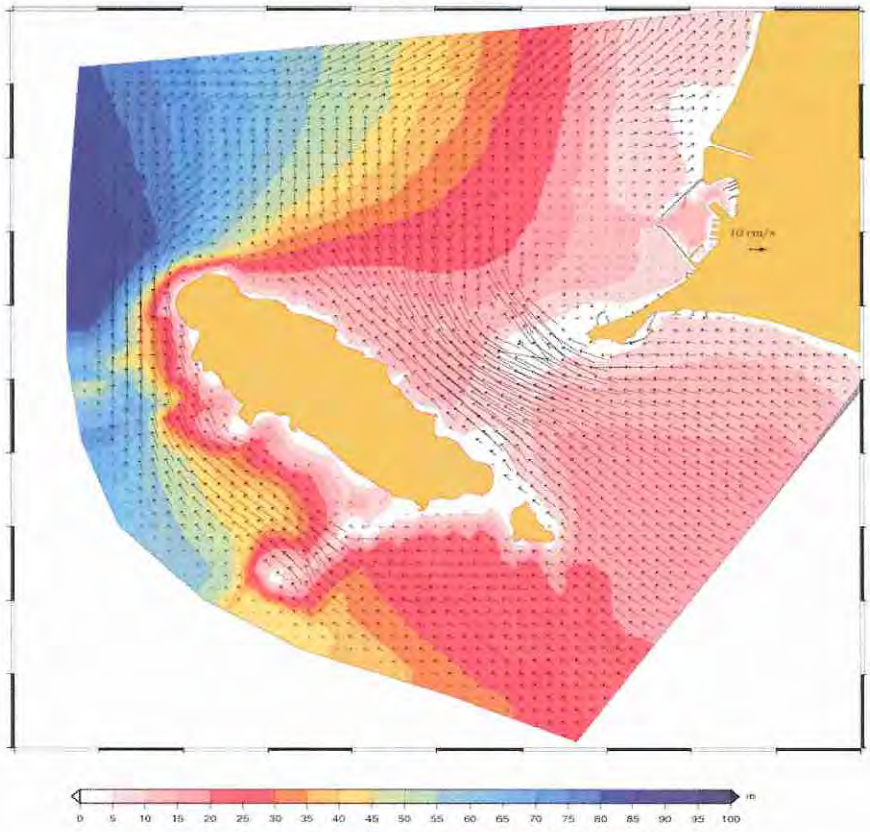


Figura 25. Corriente en la Bahía del Callao

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En la figura anterior se observa que la velocidad de la corriente en el exterior del Puerto (dispositivo de separación de tráfico) alcanza valores de hasta un nudo, valor empleado para caracterizar las corrientes en el punto de inicio en las simulaciones de entrada a Puerto.

Para la caracterización de las corrientes en el interior de la rada se calcularon las velocidades y direcciones de las corrientes a tres profundidades: nivel superficial, 5m y 10m.

Las siguientes figuras muestran los resultados obtenidos para la profundidad de 5m, valores considerados en el análisis de buque amarrado:

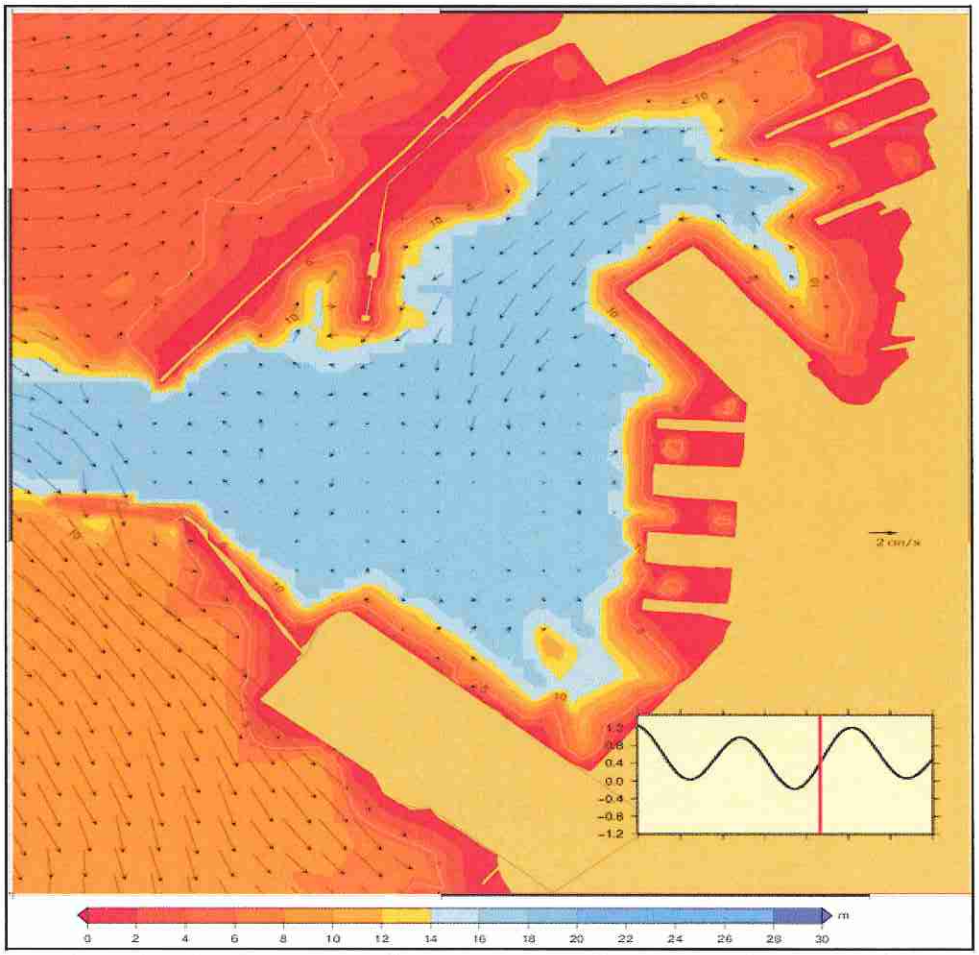


Figura 26. Corriente asociada a marea ascendente a 5 m de profundidad

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

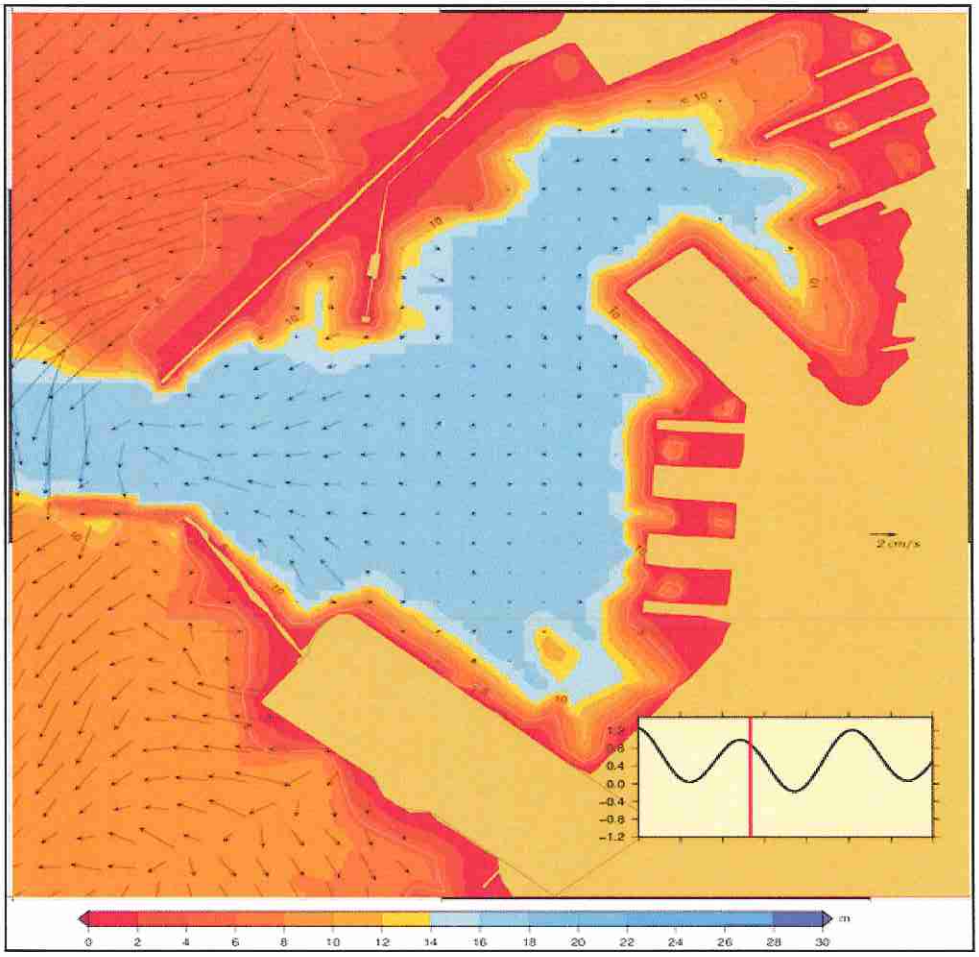


Figura 27. Corriente asociada a marea descendente a 5 m de profundidad

Durante del estudio de campo realizado se instaló uno de los correntímetros en la futura ubicación de la Terminal. La siguiente figura muestra los valores de corriente y velocidad registrados durante la campaña de medida:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

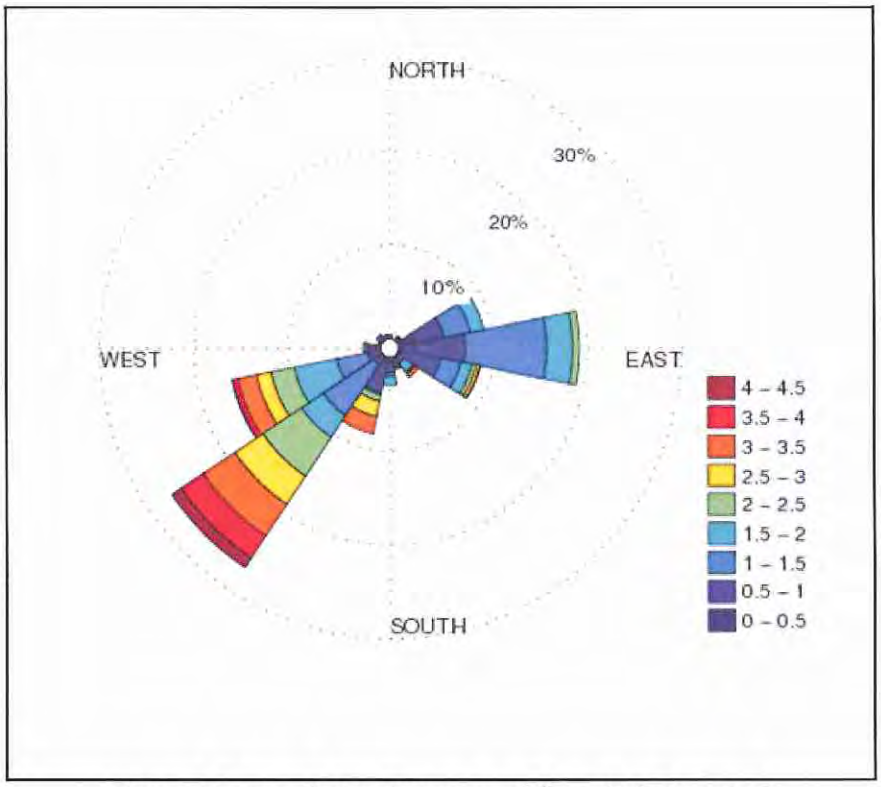


Figura 28. Rosa de Corrientes en el área de la Terminal

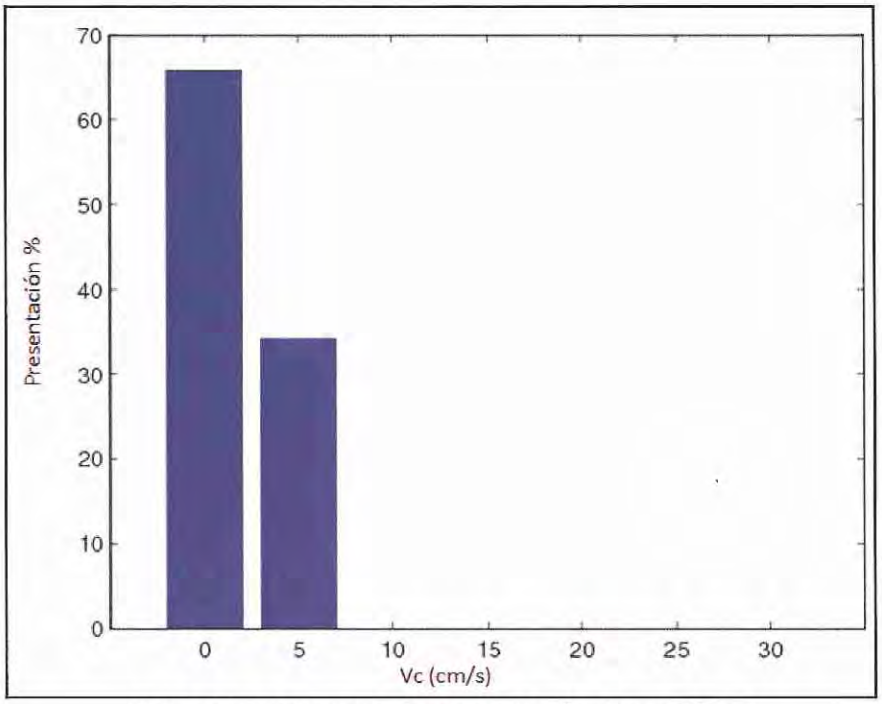


Figura 29. Histograma de presentación de corrientes en el área de estudio

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Del análisis de resultados se observa que las velocidades de las corrientes en la zona de aproximación a la bocana se reducen hasta valores entre 0.3 y 0.5 nudos, mientras que en el interior de la rada, en la zona del atraque objeto de análisis, estos valores se reducen hasta 0.1 nudos.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.2. Oleaje

Para la caracterización de las olas en los alrededores del puerto del Callao, realizada en el "Estudio Hidro-Oceanográfico. Análisis de Oleaje", se empleó la información de 30 años de modelación de la base de datos de Baird (Baird&Associates), generada mediante el uso del programa informático WAVEWATCH, el cual se basa en el método HINDCASTING. Con esta información se caracterizaron las olas en aguas profundas y se definieron las principales direcciones a emplear en estudio de propagación realizado.

A continuación se muestran las gráficas que caracterizan el oleaje en aguas profundas:

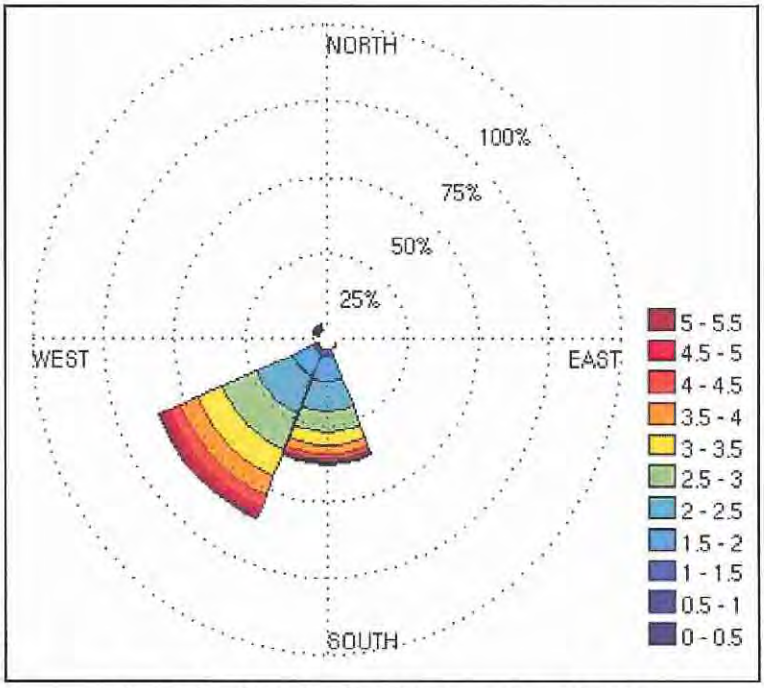


Figura 30. Rosa de Oleaje en aguas profundas

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

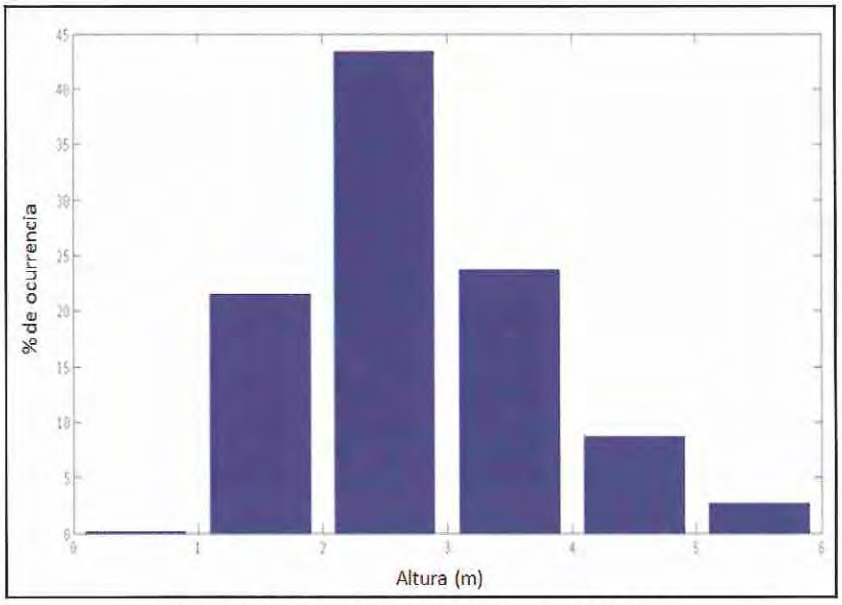


Figura 31. Altura de Ola en aguas profundas

Con los resultados obtenidos para el punto de extracción de oleaje, mostrado en la siguiente figura, se evalúan las condiciones del oleaje para los eventos de condiciones normales y de ocurrencias de eventos extremos, los cuales se emplearon en el estudio de propagación en aguas poco profundas a fin de determinar la agitación en el interior del Puerto.

Figura 32. **Punto de extracción de oleaje**

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En el punto de extracción se observa cómo el oleaje se aproxima a las inmediaciones del puerto rolado con respecto a la dirección en aguas profundas, con clara componente Oeste. También se comprueba el efecto de abrigo de la Isla de San Lorenzo en la altura de ola, observándose en los gráficos que en el 90% de los casos es inferior a 1 m.

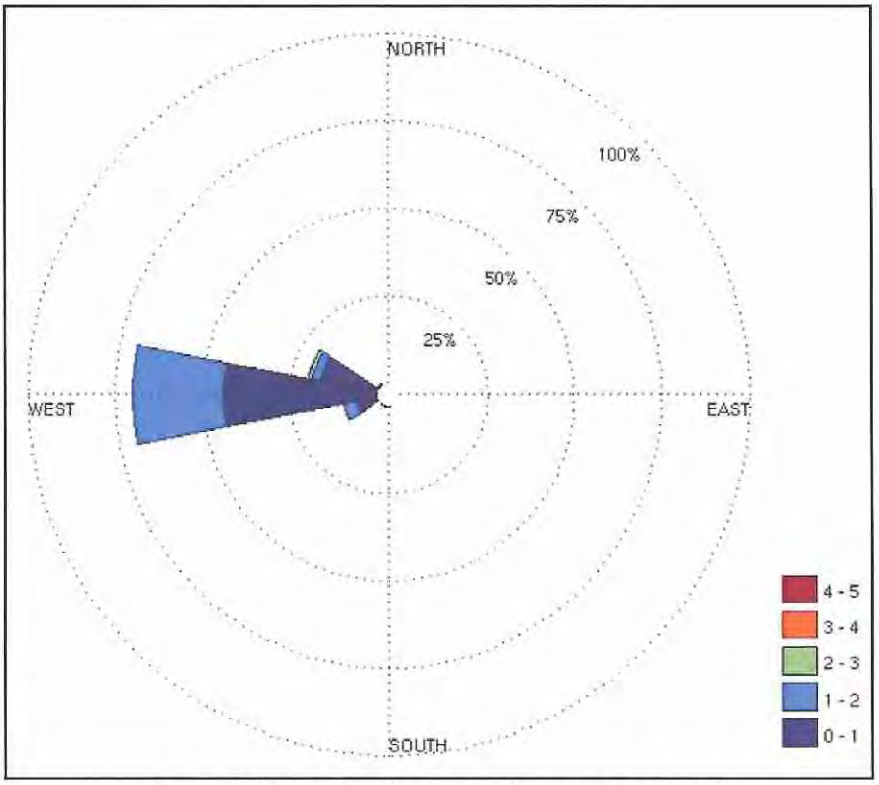


Figura 33. Rosa de Oleaje en el punto de control

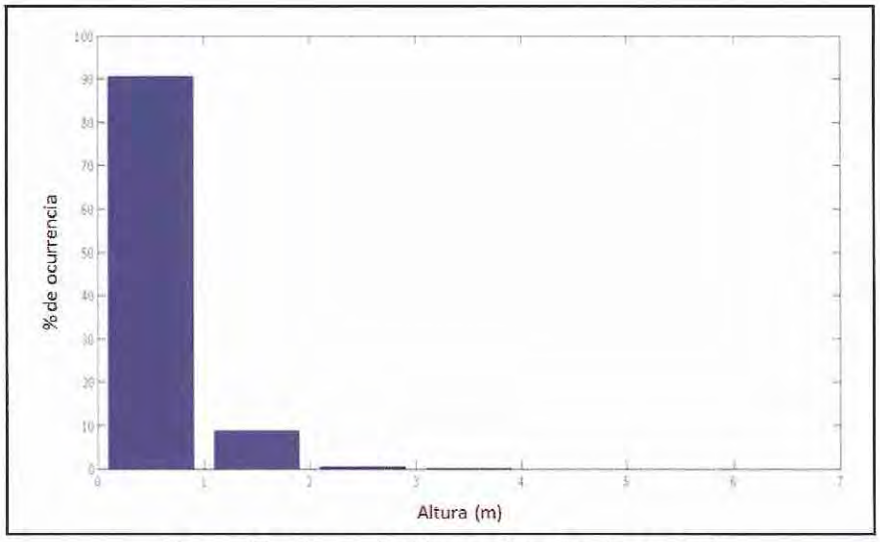


Figura 34. Altura de Ola en el punto de control

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

De los resultados de la propagación del oleaje en aguas poco profundas, se obtiene que la altura de ola en condiciones normales para un periodo de pico de 14 s es de 0.7 m en la aproximación al puerto, reduciéndose a 0.3 m en la entrada al terminal portuario.

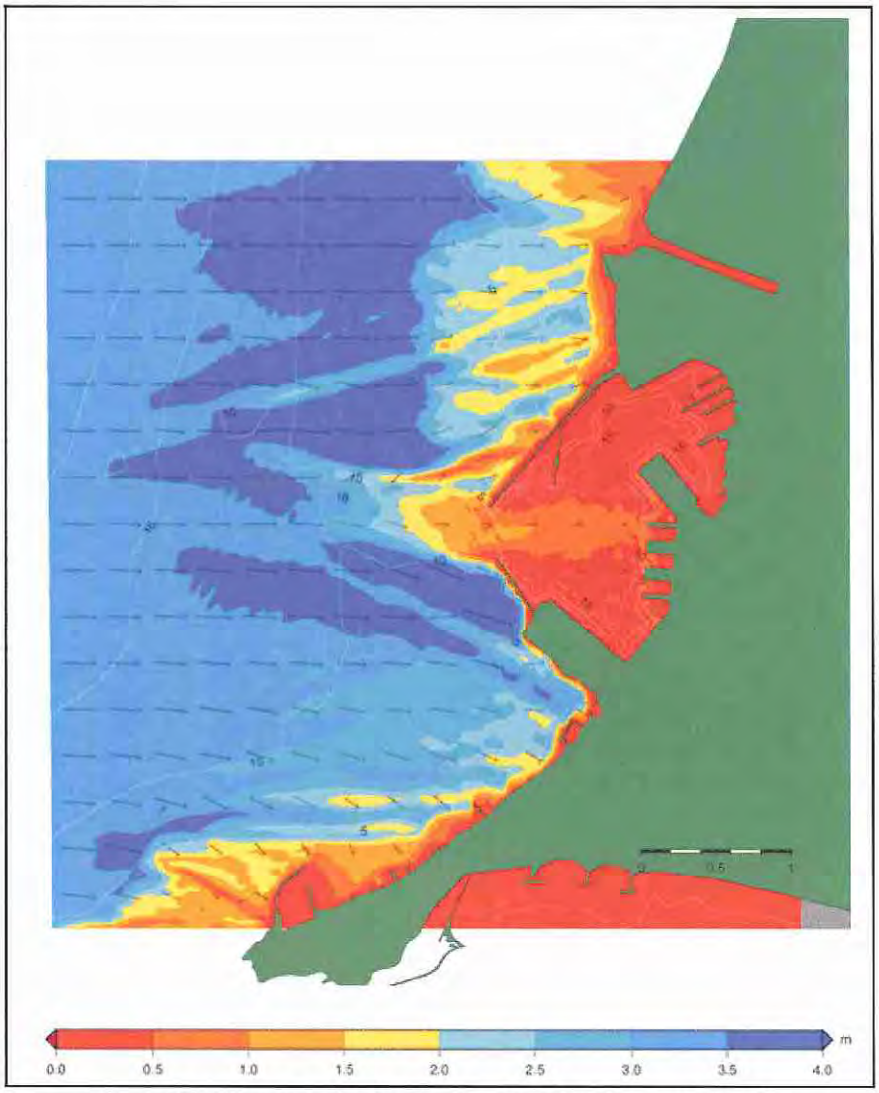


Figura 35. Propagación de oleaje en aguas pocas profundas
Hs=3.04m, Tp=20s.Tr=25 años

Los resultados de la propagación de oleaje en aguas poco profundas en la zona de la terminal se muestran en la siguiente tabla:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 8. Resultados de propagaciones en aguas poco profundas. Muelle de interés

Caso	Oleaje característico	Hs (m)	Tp (s)
01	Condiciones normales	0.1	14
02	Periodo de retorno 25 años	0.2	20
03	Periodo de retorno 50 años	0.3	20

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

5.3. Viento

La caracterización del viento en el área de estudio se ha realizado empleando los datos de la Estación Meteorológica Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, disponiendo para este análisis de la velocidad media sostenida del viento (promedio de la velocidad del viento en 10 minutos) en los últimos 11 años y los valores máximos mensuales de velocidad sostenida de viento, incluyendo la dirección asociada, en los últimos 6 años .

Figura 36. Situación de la estación meteorológica del Aeropuerto

La rosa de vientos identifica como vientos dominantes (mayor intensidad) los procedentes del Sudeste, mientras que los vientos reinantes (mayor frecuencia de presentación) son los procedentes del Sur.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

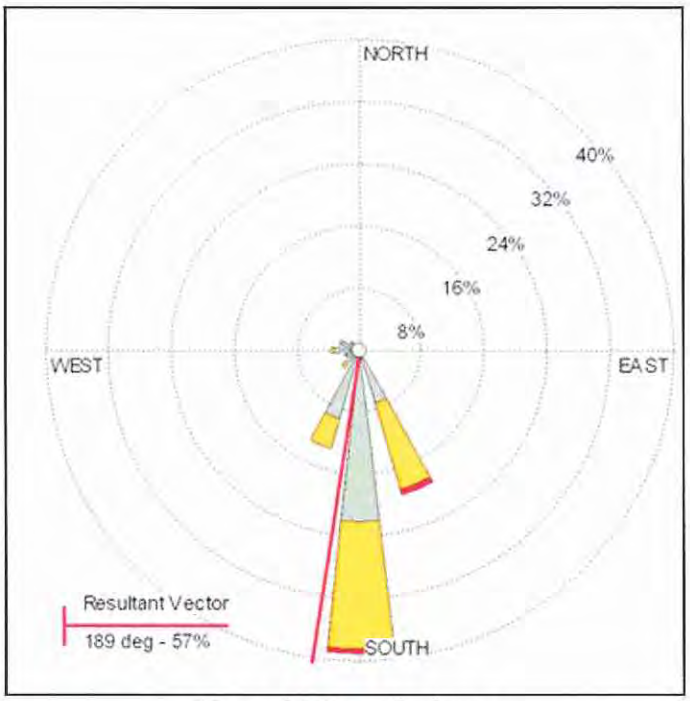


Figura 37. Rosa de viento

Tabla 9. Valores de excedencia del viento

Velocidad sostenida (nudos)	Excedencia	
	Horas	%
8-10	5839	66.5
10-12	3201	36.4
12-14	1198	13.6
14-16	286	3.3
16-18	92	1.0
18-20	41	0.5
>20	20	0.2

RAUL RIQUELME JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

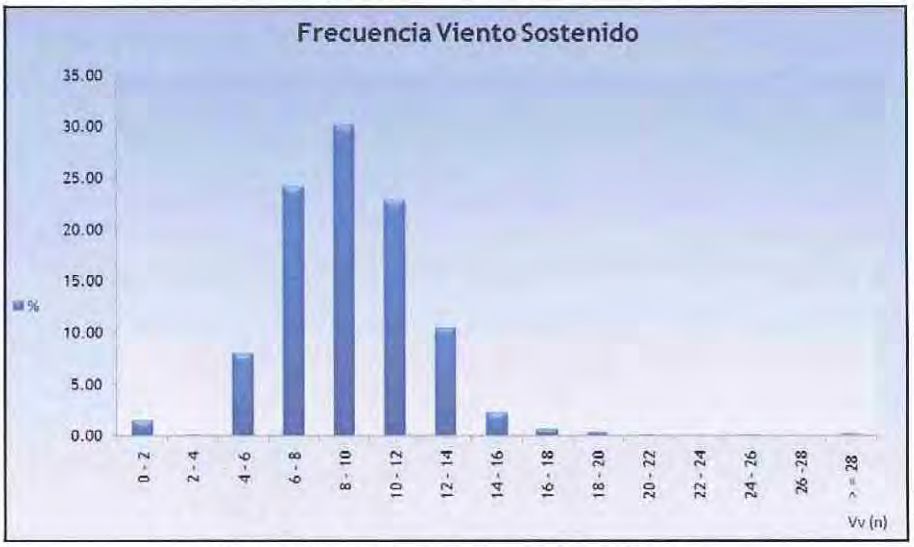


Figura 38. Frecuencia de viento sostenido

Tabla 10. Valores de viento máximo sostenido y dirección asociada (2006-2011)

Mes	Vv (n)	Dir. (°)
Enero	21	170
Febrero	20	150
Marzo	16	160
Abril	18	170
Mayo	15	160
Junio	17	170
Julio	17	170
Agosto	16	170
Septiembre	18	170
Octubre	15	160
Noviembre	18	190
Diciembre	16	160

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Del análisis de los datos se observa que el viento sostenido más frecuente se sitúa en el intervalo entre 8 y 10 nudos, siendo su presentación superior al 30%. En el caso de los vientos máximos tan sólo el 2% excede los 20 nudos. Los vientos más intensos en los últimos 10 años proceden de las direcciones Sur y Sur-Sudeste.

El modelo numérico Ship-Moorings permite incluir en las simulaciones series temporales de viento (rachas). Para ello es necesario definir la variabilidad del viento tanto

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

en intensidad como en dirección, caracterización para la que se han seguido las recomendaciones publicadas por Puertos del Estado **ROM 0.4-95 "Acciones Climáticas II: Viento"**.

Para obtener la **variación de la intensidad** del viento (rachas), se ha utilizado un **espectro Davenport - Harris (1974)** cuya forma depende de dos parámetros: la velocidad media del viento a una altura de 10 m **Vv(10)** y un factor adimensional de rugosidad (**Cd**) definido por las características del terreno circundante. Este espectro se encuentra definido entre los valores de frecuencia límite de 0.003 y 0.5 Hz (periodos de 333 s y 2 s respectivamente).

La caracterización de la **variación direccional** del viento se realiza suponiendo que la dirección de incidencia se distribuye según una distribución normal alrededor de un determinado valor medio y con una desviación típica que depende de las características del relieve de la zona de estudio.

Se toman factores adimensionales de rugosidad media (**CD=2.65·e-3**) correspondientes a unos factores de racha del orden de **1.31 (60s)**. Adicionalmente se han considerado vientos de baja dispersión lateral, con una **desviación típica de 5°**.

La figura siguiente muestra la forma del espectro de viento adimensionalizada con el cuadrado de la velocidad media Vv(10) y el coeficiente de rugosidad del terreno (Cd) en función de la frecuencia, también adimensionalizada con la velocidad media.

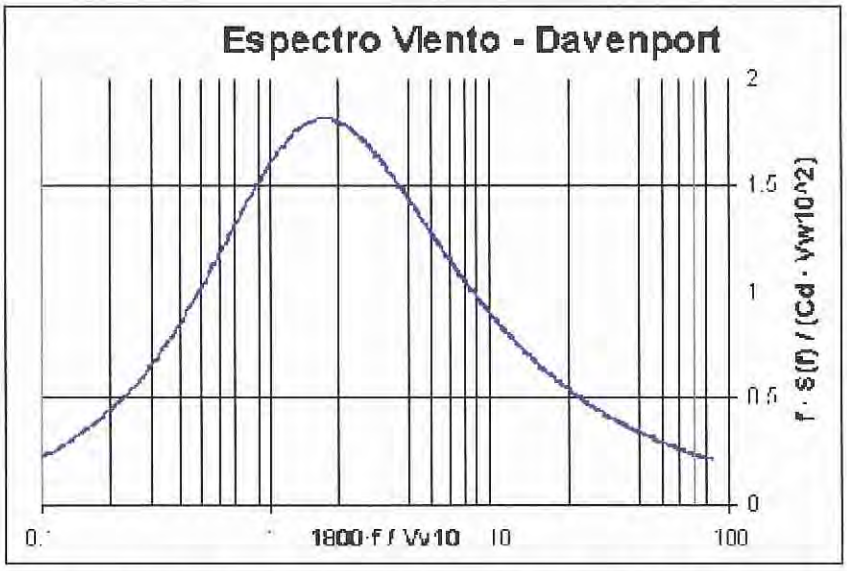


Figura 39. Espectro adimensionalizado de velocidad de fluctuación longitudinal del viento para $V_v(10)$ = 25 nudos

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

6. Límites Operativos

Bajo la acción de las fuerzas exteriores, provocadas por el oleaje, el viento y las corrientes, los buques sufrirán ciertos movimientos puesto que no es factible un sistema de amarre absolutamente rígido. Dependiendo del tipo de buque y de la operación que se esté llevando a cabo, se definen los márgenes admisibles de cada uno de los movimientos.

Al no disponer de información específica de los límites operativos del sistema shiploader se opta, desde un punto de vista conservador, por establecer como valores límite de operación los publicados por PIANC [1995] *"Criteria for movements of Moored Ships in Harbours"* para buques de carga a granel operados con grúas. Las máximas amplitudes admisibles recomendadas para este tipo de buques son:

Tabla 11. Máximas amplitudes de movimiento aceptadas

Máximas amplitudes de Movimiento Aceptadas	
Movimientos	Buques Graneleros (Grúas)
Vaivén	2.0 m
Deriva	1.0 m
Alteada	1.0 m
Balance	6°
Cabeceo	2°
Guiñada	2°

Estos límites están referidos a valores de amplitud (valor pico-pico), excepto la deriva, donde se trata del valor de amplitud simple (valor cero a pico).

En el caso de los buques mineraleros, la principal limitación operativa viene dada por el riesgo de contacto de la boquilla, o la cuchara de la grúa, con los bordes de las escotillas o incluso con los mamparos o fondo de las bodegas.

Por otra parte, las fuerzas que sufren las amarras y las defensas tienen unos límites que dependen de sus características físicas para resistir la deformación inducida por los movimientos del buque.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En el caso de las amarras, se aconseja que la tensión no supere el 50% de la deformación de rotura para las líneas de materiales sintéticos, como es el caso del polipropileno.

En el caso de las defensas, el límite se establece en la carga nominal, equivalente al 72% de la deformación en las defensas tipo Super Cone Cell SCN.

Tabla 12. Fuerzas máximas admisibles en amarras y defensas

Fuerzas Máximas Admisibles		
Buque	Líneas de Amarre	Límite
Mineralero 60000 TPM	Amarra de polipropileno de 72 mm	32 t 50 % MBL
Defensas		Límite
SCN 1050 E 0.9		Fuerza = **73 t** Deformación = 0.76 m (72 %)

Los límites establecidos para los movimientos del buque son los llamados ***límites operativos***, puesto que los movimientos limitan la operación de carga/descarga del buque en puerto. A su vez, los límites establecidos a fin de evitar roturas o sobreesfuerzos en los sistemas de amarre y atraque de la Terminal son los denominados ***límites de permanencia***, puesto que superados estos límites el buque deberá abandonar la terminal o adoptar otro tipo de medidas para evitar daños.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

7. Condiciones de Simulación

Para el buque amarrado a plena carga y en lastre, y las seis configuraciones de amarre propuestas, se han analizado los siguientes escenarios:

- Escenario de evaluación definido por **OCIMF**: 0.75 nudos de corriente en la dirección más desfavorable para el sistema de amarre del buque (dirección transversal). Se ha obtenido, mediante cálculo estático, el valor de la intensidad del viento para la cual se alcanza cada uno de los límites de operación y permanencia establecidos, en función de la dirección de incidencia del viento sobre el buque, generándose de esta manera la rosa de viento límite. Se ha realizado un barrido de direcciones de viento cada 15°. Para realizar este análisis no se ha tenido en cuenta la presencia de oleaje.

- Dos **escenarios dinámicos** característicos en el emplazamiento del muelle, para los cuales se obtiene la velocidad de viento límite por encima de la cual se superan cada uno de los límites de operación y permanencia establecidos:

  - **Escenario Sur:** viento Sur (viento de mayor frecuencia) junto con corriente de 0.1 n dirigiéndose hacia el ESE y oleaje de 0.1 m en la Terminal, con periodos de pico de 14s y 20s.

  - **Escenario Oeste-Noroeste:** viento Oeste-Noroeste (dirección de viento más desfavorable para la resistencia de las amarras) junto con corriente de 0.1 n dirigiéndose hacia el ESE y oleaje de 0.1 m en la Terminal, con periodos de pico de 14s y 20s.

- Escenario dinámico para la evaluación del efecto de **oleaje de alto periodo** en el sistema de amarre. Al ser la zona de estudio zona sísmica, existe la posibilidad de Tsunamis, los cuales son equivalentes a oleajes de muy alto periodo (entre 5 y 60 minutos). Se da una gran dificultad en la modelización matemática de las velocidades orbitales de las partículas de un Tsunami (existen numerosas formulaciones directas para el cálculo de la velocidad de propagación del Tsunami, pero no ocurre lo mismo para la formulación de la velocidad orbital de las partículas). A fin de evaluar la respuesta del buque ante un oleaje de alto periodo, se han seleccionado dos configuraciones de amarre, realizándose una simulación dinámica en presencia de un oleaje de 100 s de periodo de pico y 0.3 m de altura significante (altura correspondiente a un periodo de retorno de 50 años).

La siguiente tabla muestra un resumen de las condiciones dinámicas simuladas:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 13. Condiciones dinámicas simuladas

Condición	Viento	Corriente		Oleaje	
	Dir	Dir	Velocidad (nudos)	Hs (m)	Tp (s)
Oeste-Noroeste	WNW	ESE	0.1 n	0.1	14
					20
Sur	S	ESE	0.1 n	0.1	14
					20

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

8. Resultados

8.1. Análisis de los Escenarios de Evaluación

Mediante cálculo estático, empleando el programa OPTIMOOR desarrollado por TTI, se han aplicado las condiciones extremas definidas por las **recomendaciones de OCIMF** *"Mooring Equipment Guidelines"* con 0.75 nudos de corriente transversal al muelle y se ha calculado la velocidad de viento que causa el límite de operación y/o permanencia. Los resultados se representan por medio de una rosa de viento límite para cada uno de los criterios impuestos sobre los diferentes movimientos de los buques y las fuerzas sobre los distintos elementos de los sistemas de amarre y defensa.

La velocidad del viento empleada en los cálculos es velocidad de ráfaga (promedio de la velocidad del viento a 10 metros de altura en 30 s) por lo que para obtener la velocidad de viento media o sostenida es necesario dividir por el factor de ráfaga 1.31.

La determinación de la dirección de corriente más desfavorable para el sistema de amarre del buque se ha obtenido calculando para cada configuración de amarre la rosa de corrientes.

Los cálculos se han realizado sin considerar oleaje, ya que su efecto sobre el buque atracado es principalmente dinámico. Este factor se ha analizado en una segunda fase.

En el **Anejo III** se incluye una descripción del programa de simulación OPTIMOOR y en el **Anejo V** se incluyen las rosas de viento y corriente calculadas para el buque a plena carga y en lastre.

La siguiente tabla resume las velocidades y direcciones del viento límite resultantes de los cálculos realizados. En el caso de los límites de permanencia se indica la amarra que soporta una mayor carga y se incluyen dos direcciones de viento, la primera longitudinal a la Terminal y la segunda transversal a ésta. Los resultados recogidos se corresponden con la situación del buque en lastre (situación más desfavorable de acuerdo con los resultados obtenidos) para cada una de las configuraciones de amarre analizadas:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 14.Velocidades de viento de ráfaga límites de operación y permanencia

	Velocidad límite de operación		Velocidad límite de permanencia	
Configuración de amarre	Vaivén	Deriva	Longitudinal	Transversal
C1	S - 52 nudos	WNW - 42 nudos	S - 61 nudos (amarra 6)	NW - 52 nudos (amarra 10)
C2	S - 73 nudos	WNW - 37 nudos	S - 73 nudos (amarra 7)	NW - 51 nudos (amarra 9)
C3	S - 73 nudos	WNW - 37 nudos	S - 73 nudos (amarra 7)	NW - 51 nudos (amarra 9)
C4	S - 80 nudos	WNW - 31 nudos	S - 81 nudos (amarra 7)	NW - 39 nudos (amarra 9)
C5	S - 89 nudos	WNW - 23 nudos	S - 89 nudos (amarra 7)	NW - 33 nudos (amarra 8)
C6	S - 81 nudos	WNW - 33 nudos	S -78 nudos (amarra 7)	NW - 41 nudos (amarra 9)

Del análisis de los resultados se observa que, desde el punto de vista de permanencia en la terminal, la configuración de amarre más equilibrada es la 2, compuesta por tres traveses en proa, dos springs en proa, 2 springs en popa y 3 traveses en popa, al presentar velocidades de viento límites altas en operación y en permanencia tanto para direcciones de viento transversales a la Terminal como para direcciones longitudinales.

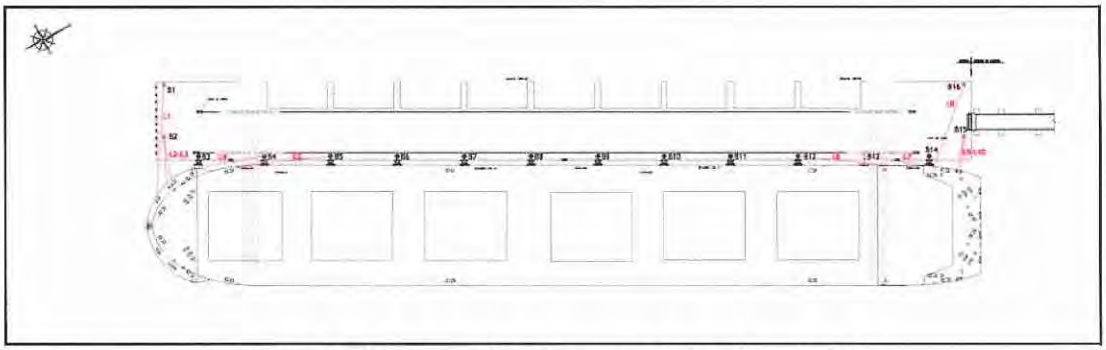


Figura 40. Configuración de amarre seleccionada (C2)

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Así mismo se observa que, para todas las configuraciones estudiadas, los vientos más desfavorables proceden del Noroeste. De acuerdo con los datos de viento analizados no son esperables vientos significativos procedentes de esta dirección, por lo que las simulaciones dinámicas se realizan considerando vientos procedentes del Oeste-Noroeste.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

8.2. Análisis del Comportamiento Dinámico del Buque

El análisis se centra en la caracterización de la respuesta dinámica del buque en las condiciones más relevantes. Tiene en cuenta la naturaleza y propiedades del muelle y los equipos de amarre. Se han evaluado y calculado los movimientos del buque en los seis grados de libertad (vaivén, deriva, guiñada, cabeceo, balance, alteada) y las cargas en amarras y defensas.

Se ha simulado la respuesta del buque amarrado mediante el modelo numérico **SHIP-MOORINGS** desarrollado por Alkyon. El **Anejo IV** incluye una descripción detallada del modelo numérico.

Se presentan en el **Anejo VI** los principales resultados obtenidos a partir de las simulaciones realizadas. En primer lugar se presentan las tablas y figuras de valores de movimientos y fuerzas:

- **Tablas:**

  Situación lastre:

  Viento dirección S: PE 110 - 1, PE 110 - 3, PE 110 - 5 y PE 110 - 6

  Viento dirección WNW: PE 120 - 1, PE 120 - 3, PE 120 - 5 y PE 120 - 6

  Situación carga:

  Viento dirección S: PE 111 - 1, PE 111 - 3, PE 111 - 5 y PE 111 - 6

  Viento dirección WNW: PE 121 - 1, PE 121 - 3, PE 121 - 5 y PE 121 - 6

- **Valor significante (sig)** de las amplitudes de los movimientos y fuerzas en amarras y defensas, así como deformaciones de defensas. Las unidades de las tablas son metros para los desplazamientos (deriva, vaivén y alteada), grados sexagesimales para los giros (balance, cabeceo y guiñada) y kilo-Newtons para las fuerzas (fuerzas en amarras y defensas).

- **El valor máximo (M1000)** de las amplitudes de los movimientos o fuerzas extrapoladas a 1000 oscilaciones del buque, en las mismas unidades que los valores anteriores.

- **El periodo medio (Tm)** del movimiento o de la fuerza en segundos.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- **Figuras:**

  Situación lastre:

  Viento S: PE 110 - 1, PE 110 - 3, PE 110 - 5 y PE 110 - 6

  Viento WNW: PE 120 - 1, PE 120 - 3, PE 120 - 5 y PE 120 - 6

  Situación carga:

  Viento S: PE 111 - 1, PE 111 - 3, PE 111 - 5 y PE 111 - 6

  Viento WNW: PE 121 - 1, PE 121 - 3, PE 121 - 5 y PE 121 - 6

- Representación gráfica de los valores significantes de los movimientos y fuerzas en amarras y defensas, junto con deformaciones de defensas.

En segundo lugar se presentan los valores de movimientos y fuerzas extrapolados:

Los **valores máximos extrapolados** se han calculado utilizando un ajuste logarítmico de la forma:

$$- \log P = A \cdot X^2 + B$$

P = Probabilidad de que la variable alcance el valor X

X = Magnitud de la variable, amplitud de movimiento o fuerza según cada caso

A , B = Coeficientes de ajuste

- **Tablas:**

  Situación lastre:

  Viento S: PE 110 - 8

  Viento WNW: PE 120 - 8

  Situación carga:

  Viento S: PE 111 - 8

  Viento WNW: PE 121 - 8

- Se presentan los valores máximos de movimientos, fuerzas de líneas y defensas y deformaciones de defensas, extrapolados a una estancia del buque de 3 horas en el atraque bajo las condiciones meteorológicas

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

consideradas. Se incluye el número de oscilaciones esperable en dicho tiempo.

- **Figuras:**

Situación lastre:

Viento S: EPE 110 - 1, EPE 110 - 3, EPE 110 - 5 y EPE 110 - 6

Viento WNW: EPE 120 - 1, EPE 120 - 3, EPE 120 - 5 y EPE 120 - 6

Situación carga:

Viento S: EPE 111 - 1, EPE 111 - 3, EPE 111 - 5 y EPE 111 - 6

Viento WNW: EPE 121 - 1, EPE 121 - 3, EPE 121 - 5 y EPE 121 - 6

- En estas figuras se comparan los valores máximos esperables en 3 horas con los valores límites operativos indicados en el apartado correspondiente.

A partir de dichas figuras se pueden extraer los siguientes resultados:

8.2.1. Condición viento Sur

El buque está amarrado proa afuera en la terminal y recibe el viento del S por la amura de babor, siendo prácticamente longitudinal. En esta dirección el viento trata de desplazar el buque hacia el extremo Norte de la Terminal.

Los valores de viento límite de permanencia resultantes, para los que se supera el 50% de la carga mínima de rotura de las amarras, se encuentran muy por encima de los valores máximos de viento esperables en la zona. Llegan a 70 nudos para el buque en carga y 81 nudos en el caso del buque en lastre. Las amarras que soportan mayores esfuerzos son los springs de popa (L6 y L7), al ser las amarras que se oponen al movimiento del buque en dirección Norte.

En ambos casos el periodo de oleaje que produce una mayor carga en las amarras es el de 20 s.

Para los valores de viento límite de permanencia no se superan los valores máximos de movimiento admisibles, por lo que el límite de operación es el mismo que el de permanencia. Es decir, la variable crítica es la carga en amarras, más que los movimientos.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

De los resultados obtenidos y para las velocidades de 20 y 30 nudos de viento se obtienen las tensiones máximas en amarras y el tanto por ciento relativo a la carga mínima de rotura (MBL), siendo sus valores los recogidos en las siguientes tablas:

Tabla 15.Tensiones máximas en amarras. Velocidad de viento 20 n

	Oleaje 0.1m - Tp 14 s				Oleaje 0.1 m - Tp 20s			
	Lastre		Carga		Lastre		Carga	
Amarra	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL
1	2.0	3%	3.2	5%	2.4	4%	3.2	5%
2	2.7	4%	4.7	7%	3.4	5%	4.8	8%
3	2.6	4%	3.9	6%	3.1	5%	4.0	6%
4	1.1	2%	1.6	3%	1.5	2%	1.8	3%
5	1.1	2%	1.1	2%	1.1	2%	1.1	2%
6	6.1	9%	7.8	12%	7.6	12%	7.9	12%
7	6.5	10%	8.5	13%	8.3	13%	8.6	13%
8	1.8	3%	2.1	3%	2.2	3%	2.0	3%
9	2.1	3%	2.3	4%	2.5	4%	2.2	4%
10	1.5	2%	1.7	3%	1.7	3%	1.6	3%

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 16.Tensiones máximas en amarras. Velocidad de viento 30 n

	Oleaje 0.1m - Tp 14 s				Oleaje 0.1 m - Tp 20s			
	Lastre		Carga		Lastre		Carga	
Amarra	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL
1	2.1	3%	4.0	6%	2.7	4%	4.0	6%
2	3.3	5%	6.3	10%	4.4	7%	6.5	10%
3	3.1	5%	5.1	8%	3.8	6%	5.2	8%
4	0.7	1%	1.5	2%	1.4	2%	1.8	3%
5	0.7	1%	0.7	1%	0.7	1%	0.7	1%
6	8.1	13%	10.7	17%	10.4	16%	10.8	17%
7	8.8	14%	11.7	18%	11.4	18%	11.9	19%
8	2.1	3%	2.6	4%	2.7	4%	2.4	4%
9	2.5	4%	2.9	5%	3.2	5%	2.8	4%
10	1.5	2%	1.7	3%	1.8	3%	1.6	3%

8.2.2. Condición viento Oeste-Noroeste

El buque está amarrado proa afuera en la terminal y recibe el viento del WNW por el costado de estribor, siendo prácticamente transversal al atraque. En esta dirección el viento trata de separar el buque del atraque en dirección Este, por lo que las amarras que soportarán mayores esfuerzos serán los traveses.

Los valores de viento límite de permanencia obtenidos para la situación de carga y lastre son muy similares (29 nudos en carga y 30 en lastre). Las amarras que soportan mayores esfuerzos son los traveses de popa (L8 y L9).

En ambos casos el periodo de oleaje que produce una mayor carga en las amarras es el de 20 s.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Los valores de viento límite de operación presentan diferencias apreciables dependiendo del estado de carga del buque. En el caso del vaivén el límite de viento es superior al límite de permanencia, por lo que el límite de operación para este movimiento coincide con el de permanencia. En el caso de la deriva el viento límite de operación es de 23 nudos para el buque en lastre y 33 nudos para el buque en carga.

De los resultados obtenidos y para las velocidades de 20 y 30 nudos de viento se obtienen las tensiones máximas en amarras y el tanto por ciento relativo a la carga mínima de rotura (MBL), siendo sus valores los recogidos en las siguientes tablas:

Tabla 17.Tensiones máximas en amarras. Velocidad de viento 20 n

	Oleaje 0.1m - Tp 14 s				Oleaje 0.1 m - Tp 20s			
	Lastre		Carga		Lastre		Carga	
Amarra	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL
1	13.7	21%	8.4	13%	13.9	22%	8.9	14%
2	19.7	31%	13.3	21%	20.0	31%	14.1	22%
3	13.3	21%	8.7	14%	13.5	21%	9.2	14%
4	5.6	9%	4.2	7%	5.3	8%	4.3	7%
5	6.4	10%	4.5	7%	5.5	9%	4.5	7%
6	6.9	11%	6.0	9%	6.3	10%	5.6	9%
7	7.7	12%	6.8	11%	7.1	11%	6.4	10%
8	20.8	33%	20.3	32%	20.9	33%	21.3	33%
9	21.5	34%	21.4	33%	21.6	34%	22.4	35%
10	11.0	17%	9.2	14%	11.2	17%	9.6	15%

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 18.Tensiones máximas en amarras. Velocidad de viento 30 n

	Oleaje 0.1m - Tp 14 s				Oleaje 0.1 m - Tp 20s			
	Lastre		Carga		Lastre		Carga	
Amarra	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL	F (t)	% MBL
1	19.7	31%	11.7	18%	20.0	31%	12.6	20%
2	28.8	45%	19.2	30%	29.2	46%	20.4	32%
3	19.1	30%	12.2	19%	19.4	30%	12.9	20%
4	7.5	12%	5.4	8%	7.0	11%	5.5	9%
5	8.6	14%	5.9	9%	7.3	11%	5.8	9%
6	9.3	14%	8.0	12%	8.4	13%	7.4	12%
7	10.5	16%	9.2	14%	9.6	15%	8.6	13%
8	30.7	48%	29.9	47%	30.8	48%	31.4	49%
9	31.7	50%	31.5	49%	31.8	50%	33.0	52%
10	15.8	25%	13.1	20%	16.0	25%	13.7	21%

La siguiente tabla recoge los límites de operación y permanencia en función de la dirección de procedencia del viento y del estado de carga del buque:

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Tabla 19. Velocidades de viento sostenida límites de operación y permanencia

	Velocidad límite de operación (nudos)		Velocidad límite de permanencia (nudos)	
Dirección del viento	Lastre	Carga	Lastre	Carga
S	81	70	81	70
WNW	23	33	30	29

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

8.3. Evaluación del efecto del oleaje de alto periodo

La evaluación de la respuesta del buque en carga ante un oleaje de alto periodo (Tp=100 s) se ha realizado para dos configuraciones de amarre: la configuración de amarre 2, seleccionada para el estudio dinámico previamente realizado; y una configuración de amarre compuesta por tres largos en proa, dos springs en proa, dos springs de popa y tres largos de popa (configuración 7). Esta última configuración se considera excepcional y es la más apropiada para resistir movimientos exclusivamente longitudinales. Los largos se lanzan a duques de alba exentos localizados a 27 m de los extremos de la plataforma. Las siguientes figuras muestran los esquemas analizados.

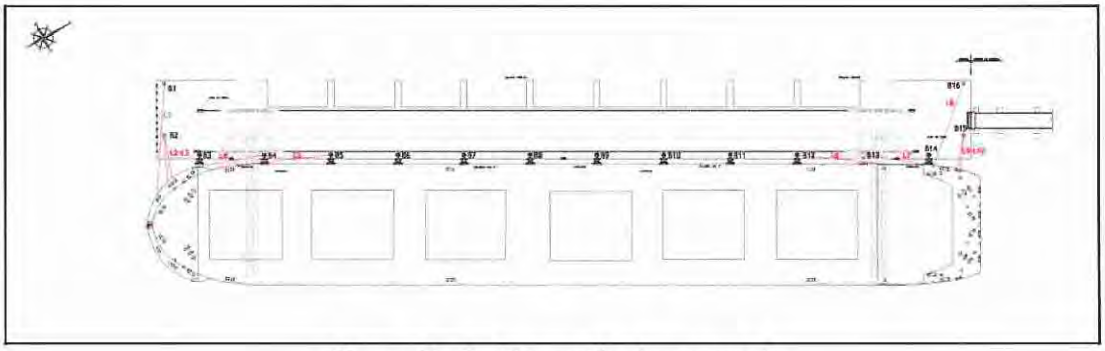


Figura 41. Configuración de amarre 2

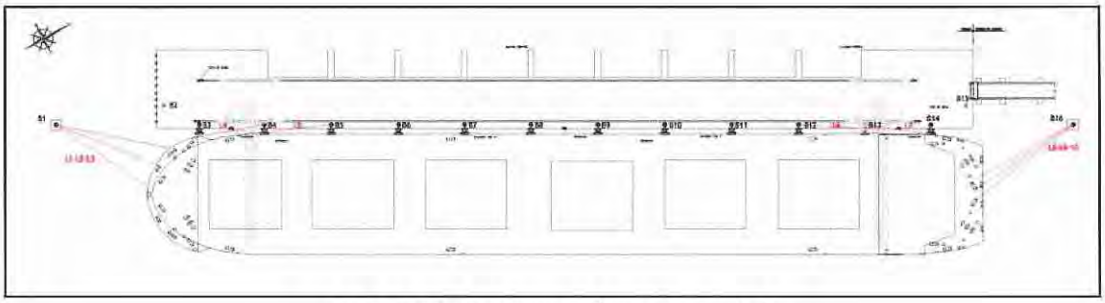


Figura 42. Configuración de amarre 7

Se ha seleccionado un escenario climático extremo (con baja probabilidad de ocurrencia) caracterizado por:

- Viento sostenido de 30 nudos proveniente del Sur (excedencia 0.12%)
- Corriente 0.1 n dirección hacia Este-Sudeste
- Oleaje 0.3 m de altura (periodo de retorno de 50 años) y **periodo de pico 100 s**

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

La siguiente figura recoge los valores máximos en amarras resultantes:

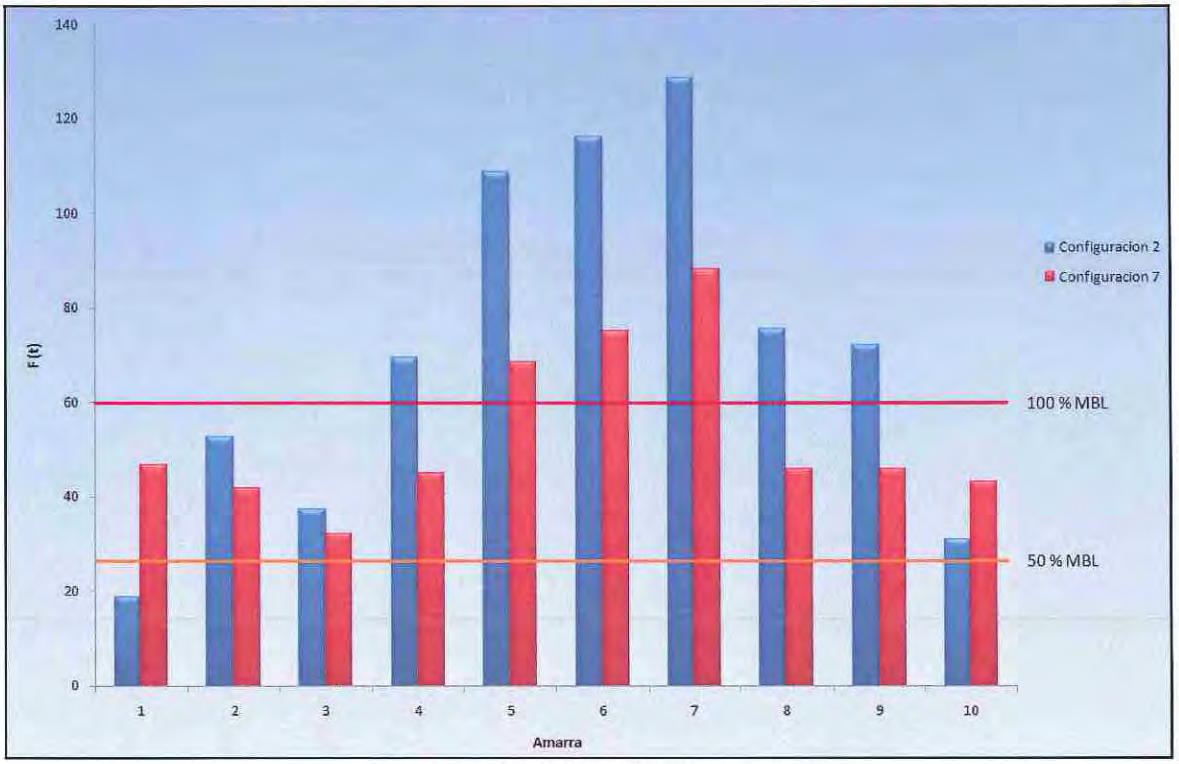


Figura 43. Fuerzas en líneas de amarre

De los resultados se deduce que ninguna de las dos configuraciones sería capaz de soportar el escenario climático simulado, al superarse en ambos casos la carga mínima de rotura (MBL) de al menos tres amarras.

RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

9. Conclusiones

A solicitud de **Transportadora Callao S.A.** se han analizado las condiciones de amarre de buques mineraleros de 60000 TPM en el Nuevo Muelle de Minerales de la Terminal Portuaria del Callao en Perú.

En particular se han realizado los estudios necesarios para el análisis del comportamiento del buque de proyecto. El estudio ha consistido en:

- Evaluación de distintos esquemas de amarre mediante el empleo del modelo numérico OPTIMOOR en **escenarios estáticos**. En todos los casos se disponen 10 líneas de amarre.
- Estudio de la **respuesta dinámica** del buque en la localización del muelle, bajo dos escenarios climatológicos, definidos por la dirección del viento:
  - **Escenario S**: vientos procedentes del Sur, combinados con oleajes de 0.1 m de altura significante y periodos de pico 14s y 20s, y corrientes dirigiéndose hacia el ESE, de intensidad 0.1 nudo.
  - **Escenario WNW**: vientos procedentes del Oeste-Noroeste, combinados con oleajes de 0.1 m de altura significante y periodos de pico 14s y 20s, y corrientes dirigiéndose hacia el ESE, de intensidad 0.1 nudo.
- Escenario dinámico para la evaluación del efecto de **oleaje de alto periodo** (Tp=100 s) en el sistema de amarre.

A partir del análisis de los resultados se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1. Análisis estático

- La condición de carga más desfavorable es la de lastre (valor de la corriente empleada en el análisis 0.75 nudos).
- Se identifica la dirección de viento que limita la permanencia y la operación para el movimiento de vaivén (WNW) y la dirección que limita la operación para el movimiento de deriva (S).
- Las velocidades de viento empleadas en el estudio estático son de ráfaga, por lo que los valores de velocidad de viento sostenida equivalentes serán un 25% inferiores (factor de racha = Vmáx/Vmedia ≈ 1.31).

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Las configuraciones de amarre en las que no se emplean largos (1,2,3) son más equilibradas, al soportar vientos superiores a 51 nudos para vientos despegantes y superiores a 72 nudos para vientos del Sur (2 y 3).
- Las configuraciones de amarre en las que se emplean largos (4,5,6), soportan vientos superiores a 78 nudos para los vientos más frecuentes (dirección Sur).
- Las configuraciones de amarre en las que se emplean largos (4,5,6) soportan vientos inferiores a 40 nudos en el caso de vientos despegantes (vientos de muy baja frecuencia de presentación).
- El incremento de 18 metros en la longitud de la plataforma (proyecto modificado) permite lanzar traveses de mayor longitud y con un ángulo de trabajo más efectivo que en el caso de la plataforma proyectada inicialmente.
- Es un factor muy importante el disponer en los extremos de la plataforma bitas retrasadas respecto al cantil del muelle, pues hacen posible utilizar líneas más largas y con mayor capacidad de restricción de movimientos horizontales. Es un factor clave para la mejora del sistema de amarre de buques de grandes dimensiones.
- Se recomienda la sustitución de la bita localizada al Sur de la plataforma por 2 unidades (como en el extremo Norte) de forma que se puedan disponer esquemas de amarre simétricos.
- En caso de no desdoblar dicha bita, se deberá instalar una bita doble de 200 t de capacidad total.
- La configuración del equipo de amarre propuesto para el Nuevo Muelle de Minerales en la Zona Norte del Terminal Portuario del Callao, disponiendo todas las bitas de amarre sobre la plataforma, se considera apropiada para las condiciones climatológicas de la zona y tipología de amarras considerada (bitas retrasadas localizadas en los extremos Norte y Sur del pantalán).

2. Análisis dinámico

- Los resultados dinámicos obtenidos para la configuración C2 indican el óptimo comportamiento del sistema de amarre considerado. Para vientos reinantes procedentes del Sur se establecen límites de viento sostenido (promedio de 10 minutos) superiores a 60 nudos, 81 nudos para el buque en lastre y 70 nudos en el caso del buque en carga. Estas velocidades tienen una frecuencia de presentación extremadamente baja, de acuerdo con los datos consultados.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

- Las cargas máximas en amarras para vientos procedentes del Sur e intensidades de 20 y 30 nudos son 8.6 t (13% MBL) y 11.9 t (19% MBL) respectivamente.
- En el caso de los vientos transversales del WNW, la velocidad sostenida límite de permanencia se reduce a 29 nudos para el buque en carga y a 30 nudos en el caso del buque en lastre. La sustitución de traveses por largos, en esta condición, reduciría esta velocidad límite al verse reducida la capacidad resistente del sistema a movimientos transversales.
- Las cargas máximas en amarras para vientos procedentes del Oeste-Noroeste e intensidades de 20 y 30 nudos son 22.4 t (35% MBL) y 33.0 t (52% MBL) respectivamente.
- Los valores de viento límite de operación quedan condicionados por la deriva a 23 nudos en el caso del buque en lastre y 33 nudos en el caso del buque en carga. Hay que recordar que esta dirección de viento tiene una bajísima frecuencia de presentación, y mucho menos con velocidades de este orden.
- De acuerdo con los datos meteorológicos disponibles, los valores de viento límite de operación establecen una operatividad de la Terminal superior al 99.8% (*downtime* inferior a 20 horas/año), sin tener en cuenta posibles fenómenos climatológicos singulares.

3. Análisis de oleaje de alto periodo

- En ambas configuraciones analizadas (con largos y sin largos) se superan las cargas de rotura de al menos tres amarras, bajo el escenario analizado de oleaje de alto periodo (Tp=100 s Hs=0.3 m) combinado con viento Sur de 30 nudos. A la vista de los resultados, la utilización de largos amarrados a duques de alba adicionales no supone una diferencia significativa bajo condiciones extremas de este tipo. Por tanto, no se considera imprescindible su construcción para mejorar las condiciones de operación y supervivencia del muelle.
- A la vista de los resultados se recomienda disponer de un sistema de alerta temprana de Tsunamis a fin de que el buque disponga de tiempo suficiente para abandonar el Terminal, ya que los sistemas de amarre analizados no permiten asegurar la permanencia de éste en condiciones seguras. El diseño de un sistema de amarre que permita la permanencia del buque en la Terminal durante un Tsunami no se considera justificado dada la baja frecuencia de ocurrencia de estos fenómenos y considerando que el efecto de un Tsunami en aguas profundas sobre un buque en navegación es mínimo, mientras que el sobredimensionamiento

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

estructural del sistema de amarre se considera excesivo, y en ningún caso se podría asegurar su efectividad ante cualquier Tsunami.

En resumen, el proyecto modificado incrementando la longitud de la plataforma 18 metros y la disposición en los extremos de la plataforma de bitas retrasadas respecto al cantil del muelle, permiten a los buques de proyecto de mayores dimensiones una configuración de amarre y defensas segura y de alta operatividad. Se recomienda una configuración de líneas del tipo C2 (3-2-2-3) con una pretensión mínima de 3 t por línea. Bajo esas condiciones, se obtienen para los vientos reinantes de componente Sur valores límite de operación de 70-80 nudos (velocidad sostenida, carga-lastre) de muy baja frecuencia de presentación. Para los vientos transversales de componente Oeste, extremadamente infrecuentes, el límite de operación estaría en el orden de 23-30 nudos (lastre-carga). La operatividad resultante en la Terminal es superior al 99.8% (*downtime* inferior a 20 horas/año), sin tener en cuenta posibles fenómenos climatológicos singulares. En consecuencia, cabe validar la configuración analizada y no resulta necesario disponer duques de alba (macizos de amarre) adicionales para tender largos en proa y popa.

De acuerdo con los resultados obtenidos y las recomendaciones recogidas en la *British Standard 6349:4* la capacidad de las bitas de amarre definida en el proyecto se considera apropiada para el buque de proyecto.

En la interpretación de los resultados obtenidos y en la aplicación de las recomendaciones establecidas deben de tenerse en cuenta las hipótesis empleadas y las limitaciones inherentes al modelo numérico. En particular, las dimensiones, formas y condición de carga de los buques modelizados, las configuraciones de amarre, las características de los materiales (amarras de material nuevo, defensas elásticas, etc.), los niveles de pretensión, las condiciones de viento, corriente y oleaje, etc.

En todo caso, la extrapolación de los resultados obtenidos a otras condiciones no coincidentes con las simuladas (otros barcos, configuraciones de amarre diferentes, otras condiciones meteorológicas, etc.) habrá de tomarse con las debidas precauciones pues, dada la complejidad del sistema dinámico analizado, las conclusiones no son inmediatas. Por tanto, la traslación de los resultados de la simulación a medidas operativas deberá realizarse con prudencia, tomando en todo caso los márgenes de seguridad oportunos y verificando progresivamente la eficacia y validez de dichas medidas.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

En ningún caso estos resultados son aplicables a buques de mayor porte, y su eventual operación en un futuro debería estar condicionada a estudios detallados (espacios de navegación, resistencia estructural de la plataforma, capacidad de defensas, capacidad de bitas, ...).

Madrid, Julio de 2012

Gerente de Proyecto

Fdo: Luis López González

V°B° Director General

Siport21

Fdo: José Ramón Iribarren Alonso

Siport21

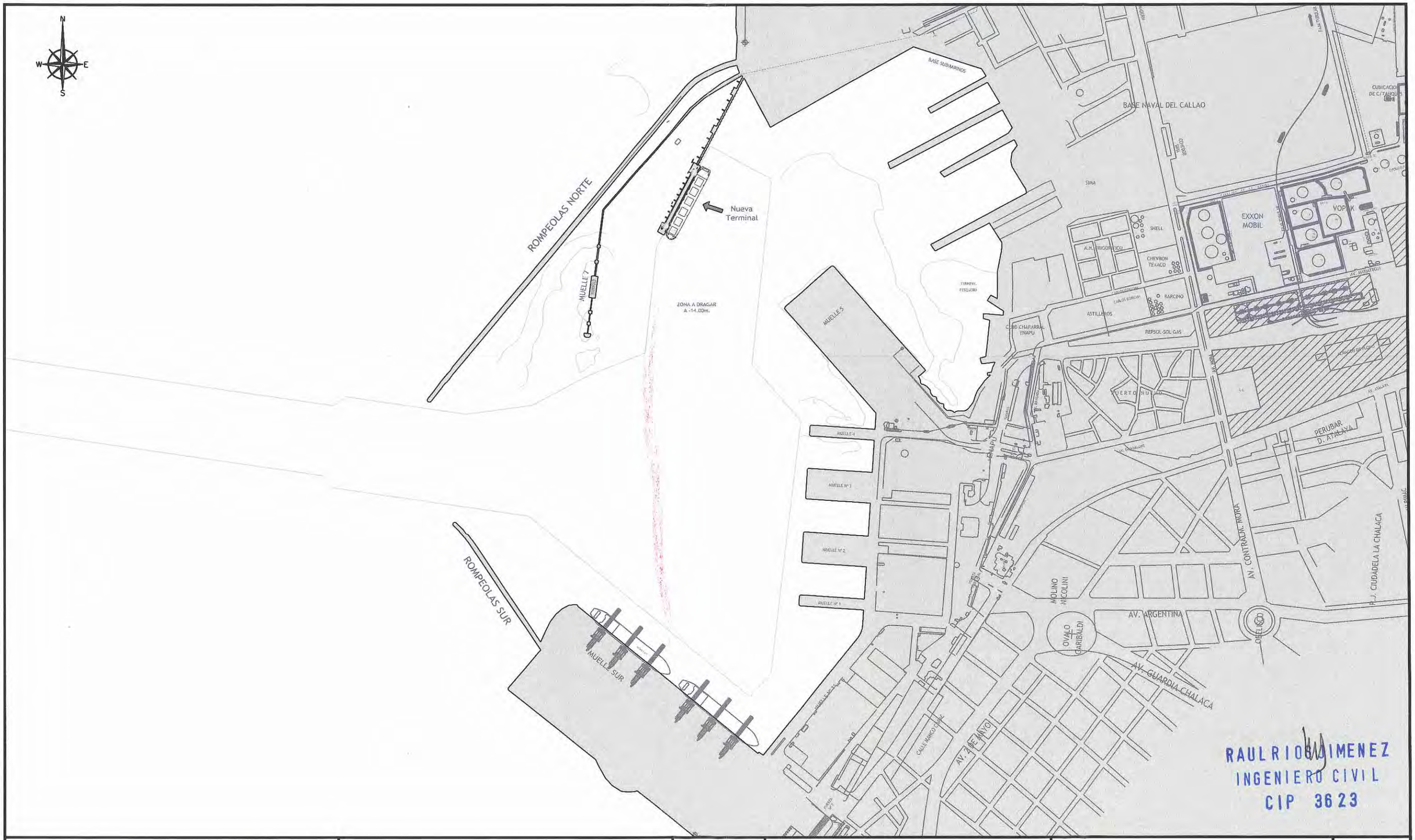
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO I

PLANOS

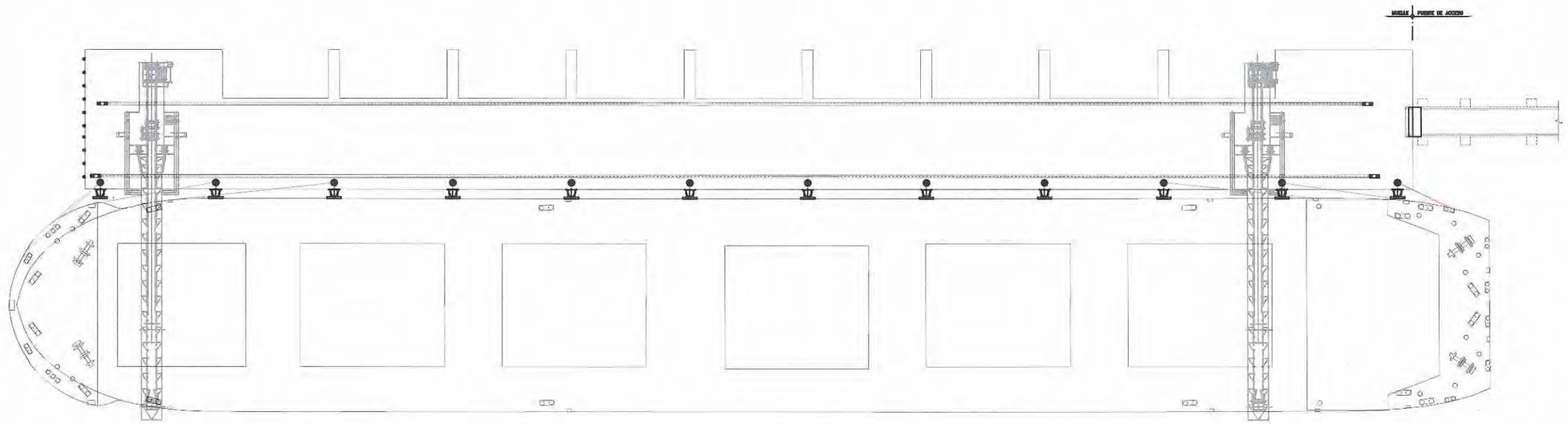
Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



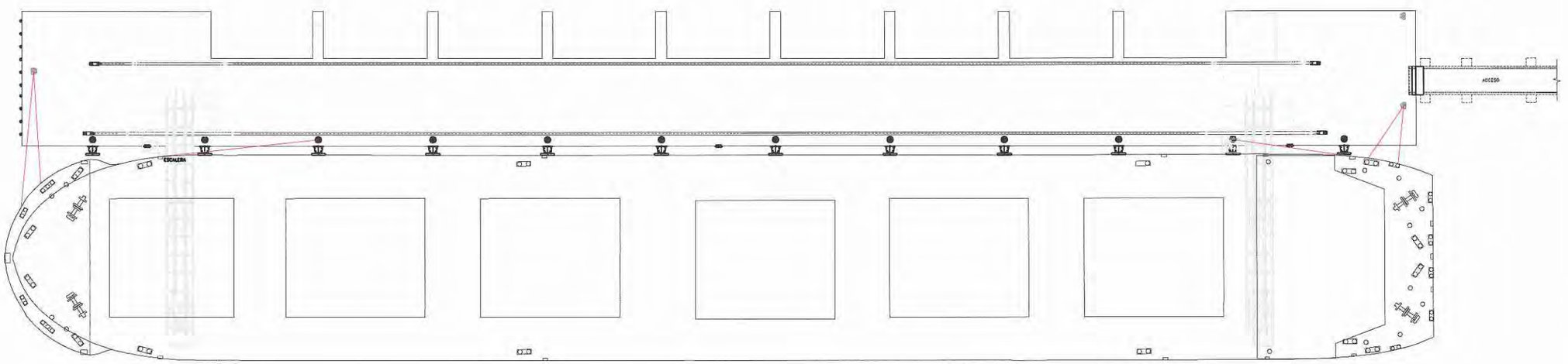
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 10000 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: **ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)**	TÍTULO: Disposición general Puerto del Callao	PLANO Nº: 1



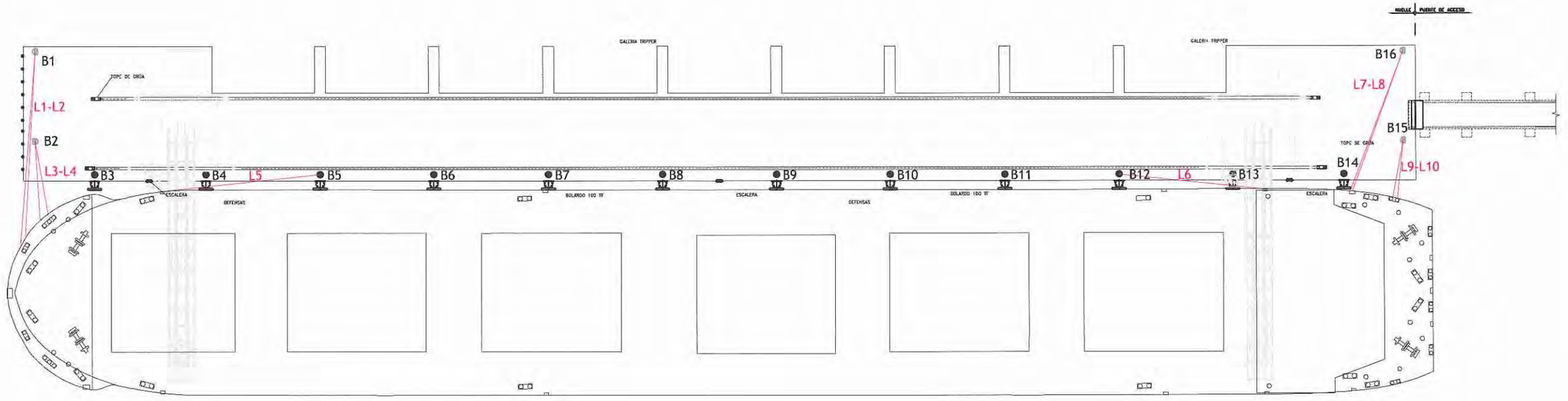
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Plataforma proyecto inicial	PLANO Nº: 2



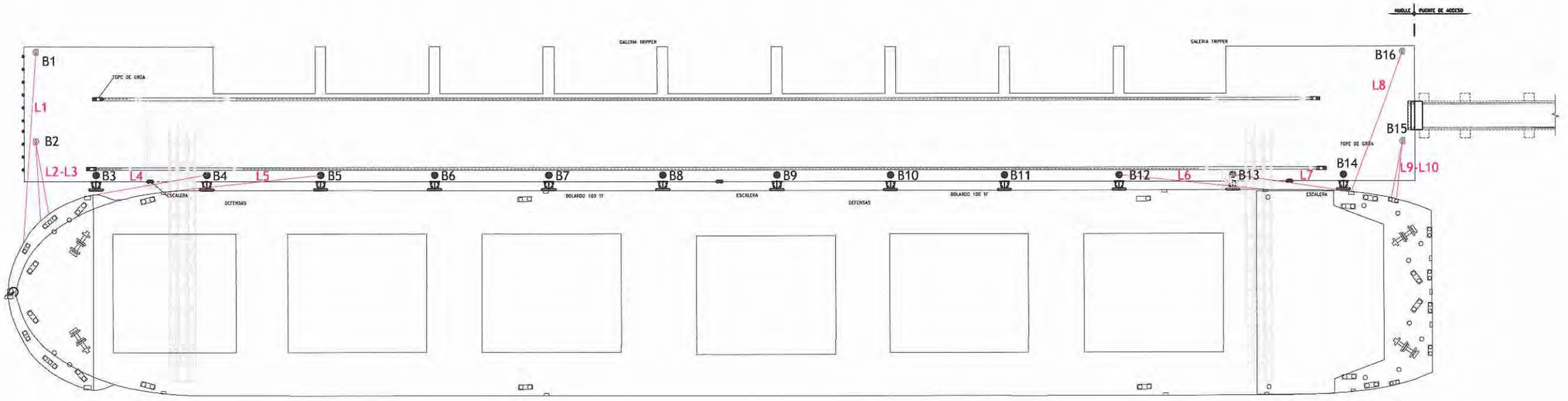
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA: JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Plataforma proyecto modificado	PLANO Nº: 3



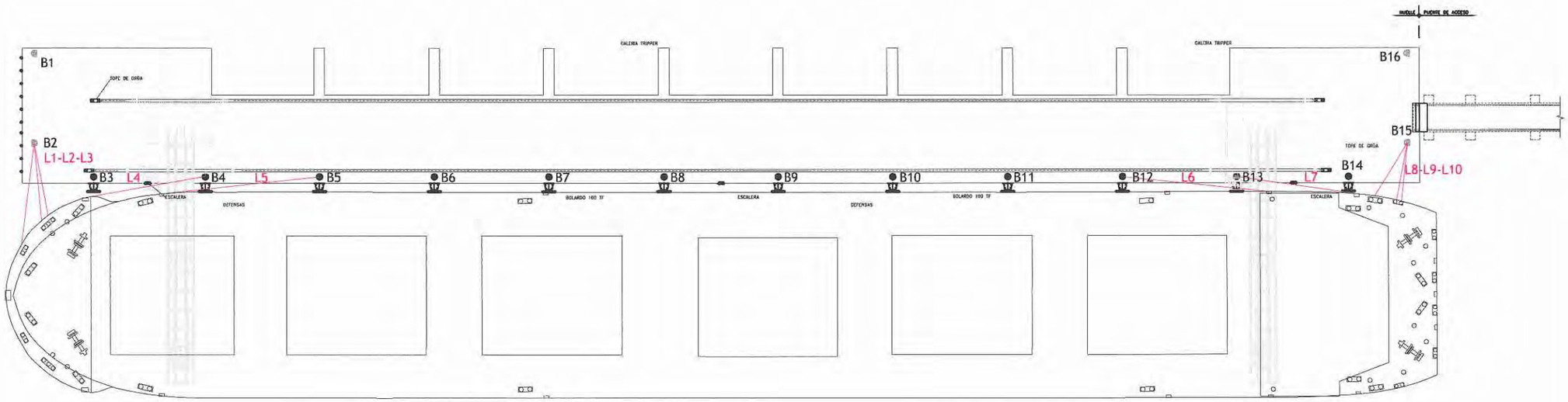
RAUL RICARDO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Configuración de amarre 1	PLANO Nº: 4



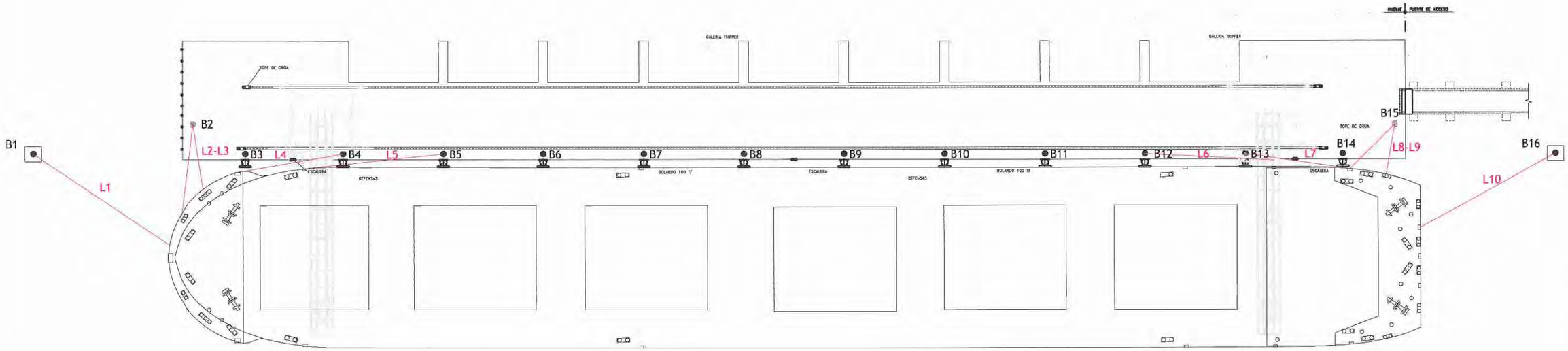
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: **ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)**	TÍTULO: Configuración de amarre 2	PLANO Nº: 5



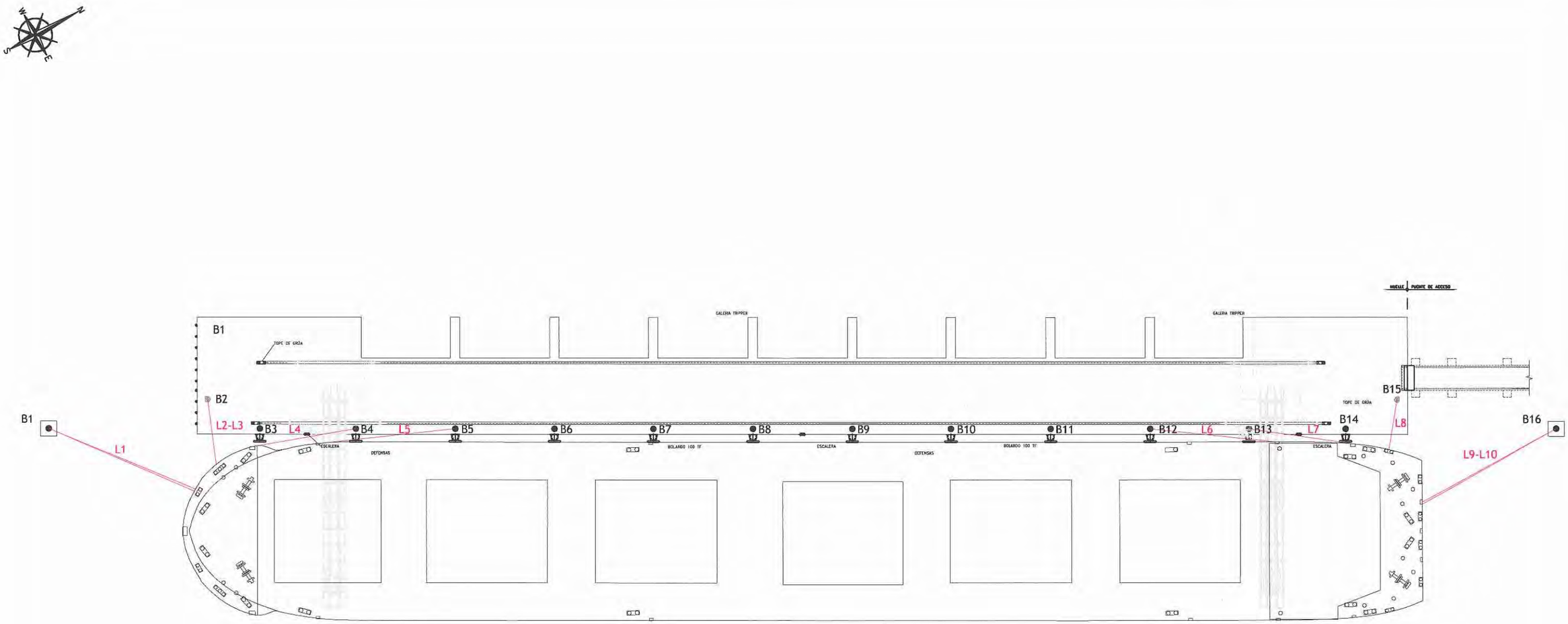
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Configuración de amarre 3	PLANO Nº: 6



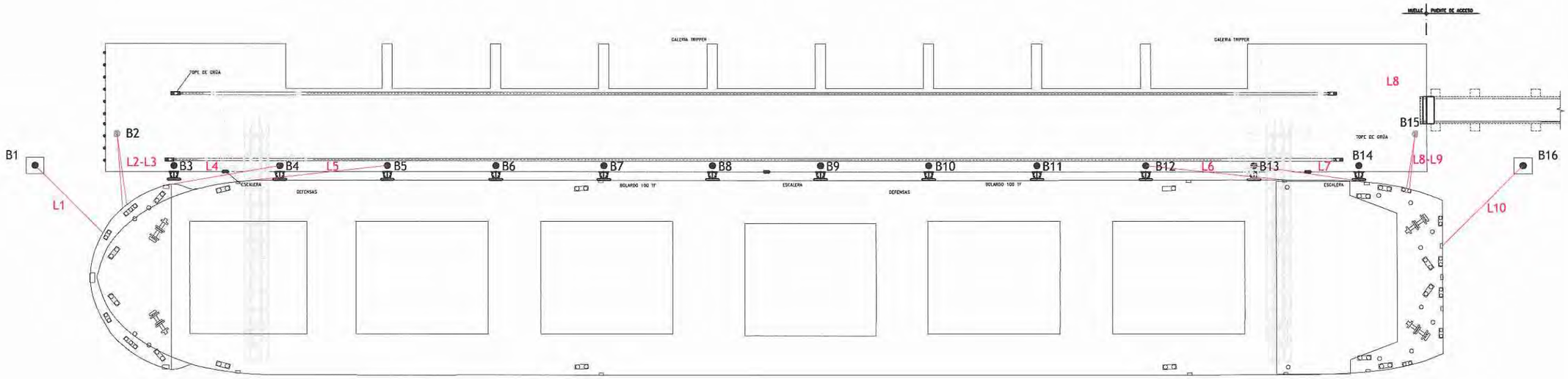
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Configuración de amarre 4	PLANO Nº: 7



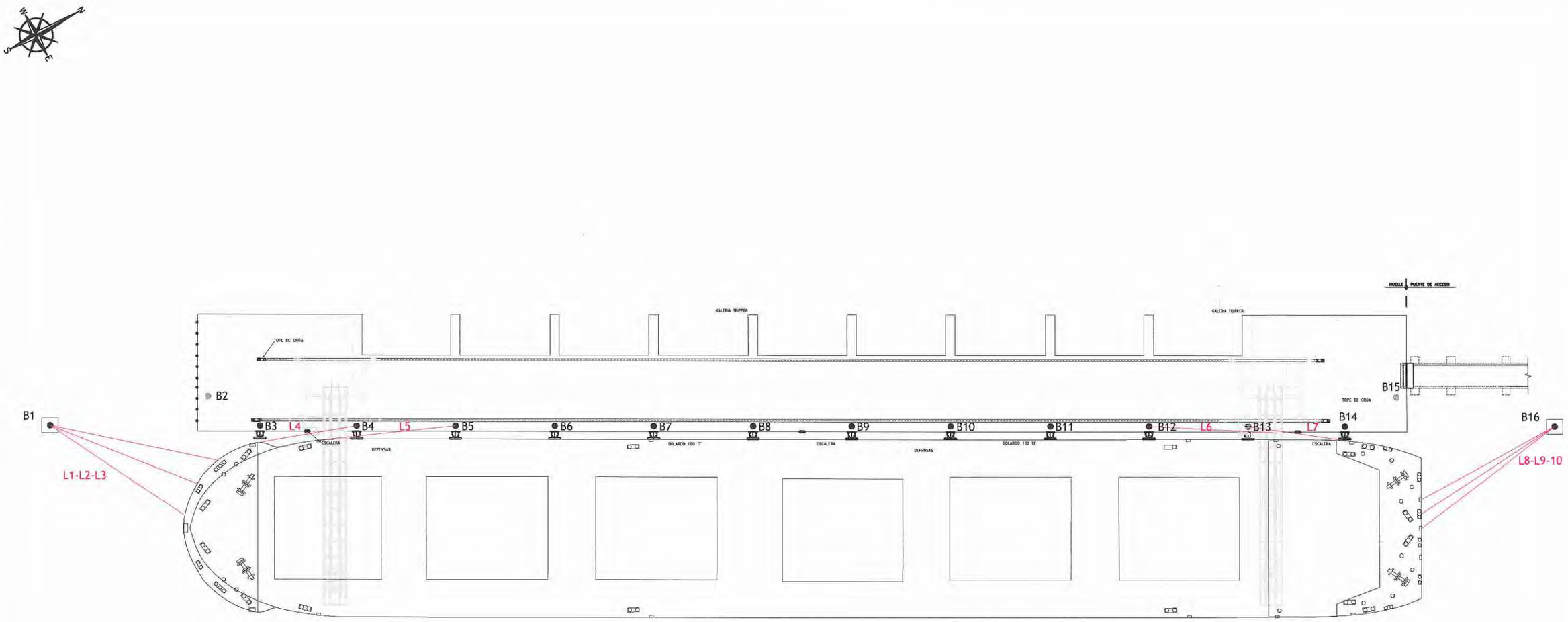
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Configuración de amarre 5	PLANO Nº: 8



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA: JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Configuración de amarre 6	PLANO Nº: 9



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Siport21	TC TRANSPORTADORA CALLAO	ESCALA: 1 : 750 FECHA: JUL. 2012	PROYECTO: ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRE PARA EL NUEVO MUELLE DE MINERALES EN LA ZONA NORTE DEL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO (PERU)	TÍTULO: Configuración de amarre 7	PLANO Nº: 10

ANEJO II
CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE DE PROYECTO

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE DE PROYECTO

El presente anejo incluye las dimensiones principales del buque de proyecto analizado en las simulaciones

Tabla 1. Características buque mineralero 60000 TPM

Mineralero 60000 TPM	
Eslora total	225.0 m
Eslora entre perpendiculares	217.0 m
Manga	32.2 m
Puntal	17.8 m
Calado (lastre)	7.0 m
Calado (plena carga)	12.0 m
Peso Muerto	60000 TPM
Desplazamiento (lastre)	41530.0 t
Desplazamiento (plena carga)	71200.0 t
Área frontal expuesta (lastre)	3410 m^2
Área lateral expuesta (lastre)	797 m^2
Área frontal expuesta (plena carga)	2286 m^2
Área frontal expuesta (plena carga)	668 m^2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO III

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

"OPTIMOOR"

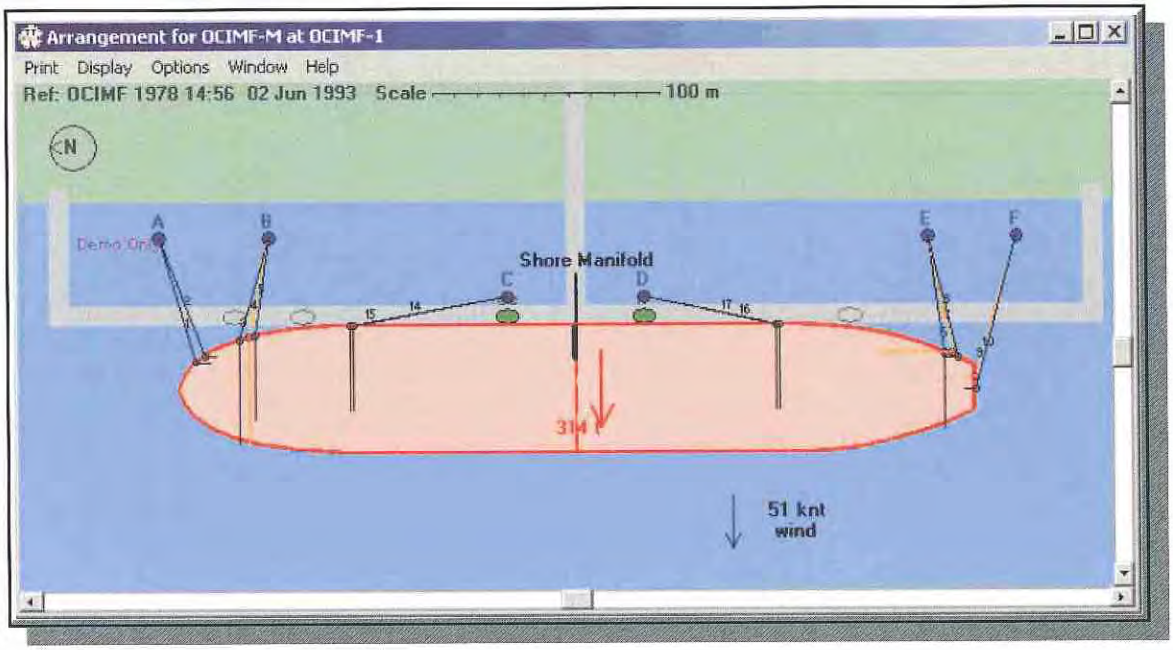
Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0283

MODELO NUMÉRICO DE COMPORTAMIENTO DEL BUQUE ATRACADO ("OPTIMOOR")

Descripción Técnica



Siport21

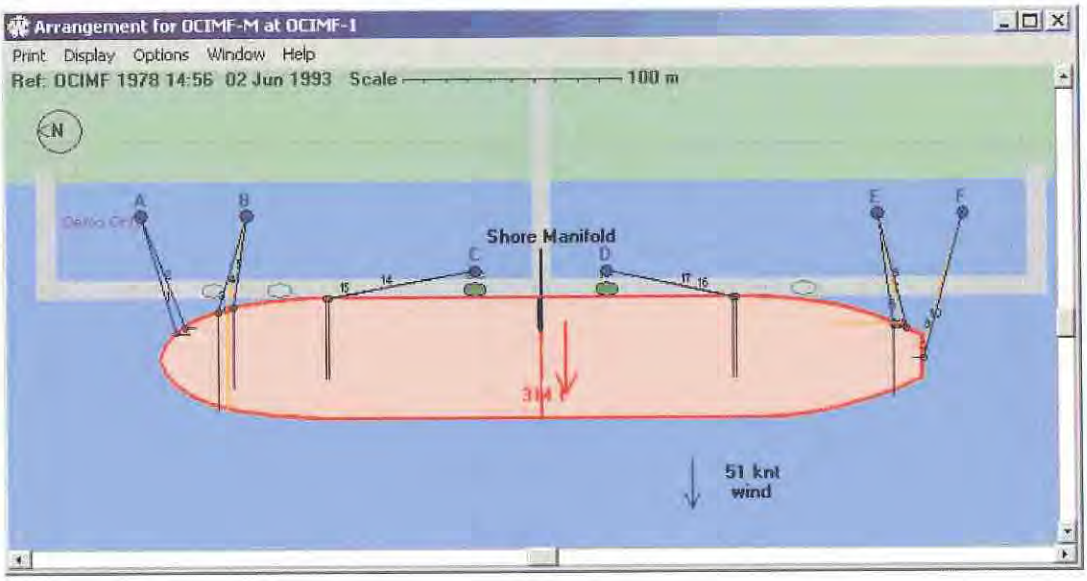
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

MODELO "OPTIMOOR"

Simulación del Comportamiento del Buque Atracado

El modelo numérico OPTIMOOR es una herramienta para el análisis del comportamiento del buque atracado. Se trata de una herramienta adecuada para llevar a cabo las evaluaciones necesarias para satisfacer los requisitos de la OCIMF y cumplir la OPA-90, tanto por parte del buque, como del personal de operaciones portuarias, y otras partes implicadas.

El cálculo directo de las diferentes aplicaciones y las fuerzas resultantes, utilizando los métodos descritos en los documentos de la OCIMF, es complejo y requiere mucho tiempo, y sin embargo sólo llega a obtener unos resultados aproximados.



El software OPTIMOOR puede realizar cálculos estáticos, para los cuales fue diseñado, mediante cálculo iterativo de las posiciones de equilibrio del buque sometido a fuerzas exteriores, pero además permite el cálculo de la respuesta dinámica del buque amarrado o fondeado.

El programa emplea las características de respuesta no lineal y las curvas tensión-deformación para las líneas de amarre, para ello está provisto de una base de datos de cables de acero, aramida, HMPE, nylon con trenzado doble, nylon trenzados y aislados, poliéster y polipropileno. Para las fibras sintéticas, dispone de las características de las líneas nuevas y líneas usadas o dañadas (basadas en la base de datos de ensayos OCIMF).

El programa incluye los coeficientes de viento y de corriente, que permiten estimar las fuerzas ambientales que actúan sobre en el buque y aplicarlas durante las simulaciones.

En la simulación dinámica utiliza las características hidrodinámicas del buque

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

para determinar la respuesta ante la variación en el tiempo del viento y la corriente. Se pueden introducir otras fuerzas en función del tiempo, tales como las fuerzas de deriva provocadas por el oleaje. También se puede calcular la fuerza y respuesta dinámica de buques en tránsito en las cercanías del buque amarrado.

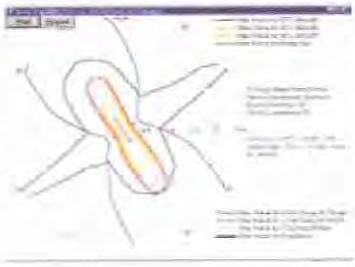
El programa calcula la respuesta del buque para los efectos del oleaje de primer orden en aguas poco profundas y la variación de tensión en las líneas debido al movimiento del buque provocado por dicho oleaje.

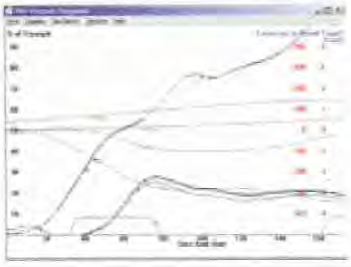
Los cálculos tienen en cuenta la variación del trimado y calado con el tiempo. También pueden introducirse variaciones de las mareas a través de tablas de mareas, con la aplicación automática de los factores de corrección locales. Con estos datos de partida, los requisitos de línea de tendencia se pueden anticipar en el tiempo en intervalos de minutos o de horas. Un comando anticipa y dice el momentos en que las diferentes líneas se sobrecargarán. Esta función anticipativa de cambios en las mareas, trimados y calados, muestra cuales son las necesidades de tensión en las líneas y ayuda a decidir sobre lo que podría ser la mejor acción en cada momento.

El programa se puede ejecutar en modo continuo o en modo paso a paso que permite revisar los resultados y/o modificar los parámetro de entrada y simular, por ejemplo, la rotura de una o más líneas.

El programa genera gráficos de la variación de las fuerzas con el tiempo, la respuesta del buque, las tensiones en las líneas y cargas en defensas. Las cargas de las líneas se muestran en toneladas (t) y en porcentaje de resistencia a la rotura nominal (MBL).

Permite realizar un barrido del viento a través de los 360 grados para determinar el "peor caso" de carga en cada línea, defensa o gancho, además de los peores movimientos. Como salida muestra un "gráfico o rosa de viento u oleaje" determinando el viento límite para cada parámetro (movimientos, fuerzas sobre las líneas, defensas, bolardos,...).





Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO IV

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

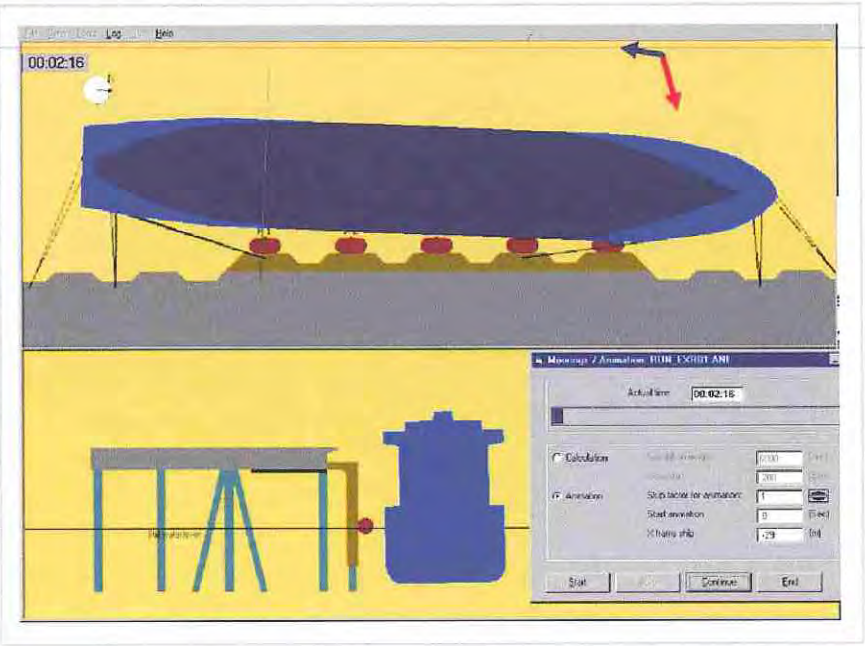
"SHIPMOORINGS"

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0292

MODELO NUMÉRICO DE COMPORTAMIENTO DEL BUQUE ATRACADO ("SHIP-MOORINGS")

Descripción Técnica



Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

MODELO "SHIP-MOORINGS"

Simulación del Comportamiento del Buque Atracado

La finalidad del modelo es el análisis de las condiciones de atraque de un buque en situación operativa (carga/descarga) o en condiciones límites de permanencia. Los resultados de la simulación permiten valorar las amplitudes de movimiento del barco y las cargas transmitidas a las defensas y a los elementos de amarre en una condición de carga determinada.

El **modelo numérico SHIP-MOORINGS** ha sido desarrollado por Alkyon (Hydraulic Consultancy & Research, Holanda). Este modelo reproduce el comportamiento de un buque específico atracado bajo la acción combinada del viento, el oleaje y la corriente. El sistema resuelve las ecuaciones de movimiento del buque en 6 grados de libertad (vaivén, deriva, guiñada, alteada, cabeceo, balance) en el dominio del tiempo, sin limitaciones en las amplitudes de movimiento.

Para ello, se define un **modelo del buque** en una condición de carga específica teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Formas del casco
- Características hidrostáticas
- Desplazamiento, centro de gravedad e inercia
- Coeficientes de fuerzas de flujo estático y dinámico
- Coeficientes de fuerzas de deriva del oleaje
- Coeficientes de fuerzas del viento
- Masa añadida
- Funciones de transferencia del oleaje

El modelo considera la acción simultánea de varios trenes de **oleaje** de dirección y características espectrales variables y puede operar con oleaje regular o espectral, unidireccional o multidireccional. Igualmente, incluye la acción de oleajes incidente y reflejado o difractado en las estructuras portuarias, así como el efecto de la onda larga asociada.

En la construcción del modelo se definen también la disposición de las **líneas de amarre y defensas**, así como sus características elásticas individuales. Contempla elementos de comportamiento lineal y no lineal.

Como resultado, se obtienen tablas y gráficos de las siguientes variables: 6 **movimientos**, así como las velocidades y aceleraciones correspondientes; **fuerzas** en amarras individuales; fuerzas en defensas individuales. Asimismo, se elaboran análisis estadísticos y espectrales de las variables citadas, junto con curvas de excedencia. Finalmente, se genera una **animación de los movimientos del buque**, con vistas en planta y transversal, que permite observar su comportamiento con detalle.

Esta técnica de análisis ha sufrido un enorme desarrollo en los últimos años. En

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

particular, el modelo que se describe ha sido elaborado por un equipo de ingenieros especialistas en hidrodinámica, hidráulica, cálculo numérico y desarrollo de sistemas con amplia experiencia en el análisis del comportamiento del buque atracado.

Constituye uno de los más avanzados del mundo y está avalado por la experiencia profesional previa de su equipo de desarrollo en centros como Delft Hydraulics, MARIN o TNO en Holanda, lo que permite asegurar su nivel de calidad. A este requisito básico hay que añadirle su bajo coste de aplicación y el reducido plazo de ejecución de los estudios, en comparación con las técnicas tradicionales de ensayo con modelos a escala.

SIPORT XXI es la primera consultora española que dispone de una herramienta de estas características para el análisis detallado de operatividad de atraques portuarios.

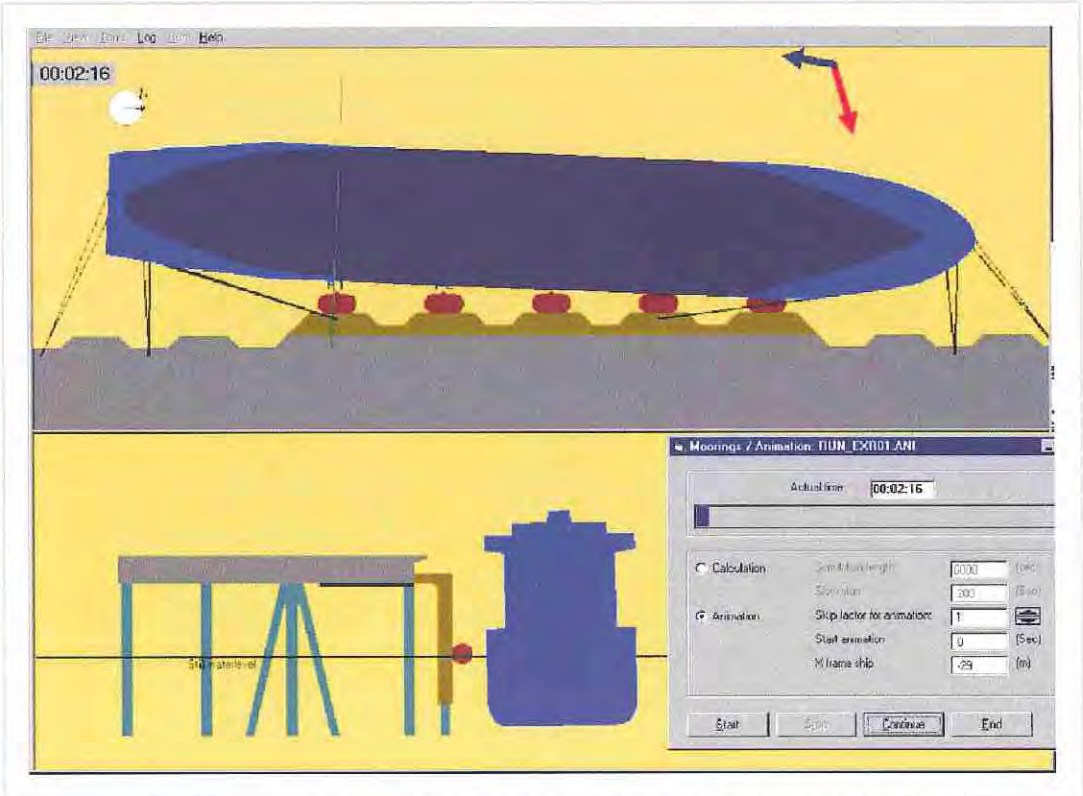


Figura1. Disposición general del modelo (Animación en planta y alzado)

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

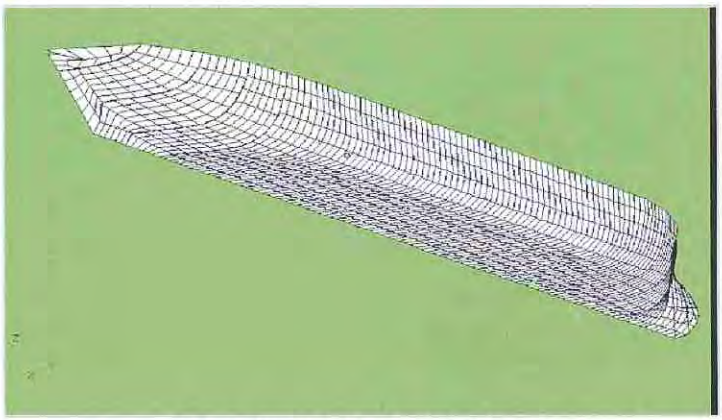


Figura 2. Modelización del casco

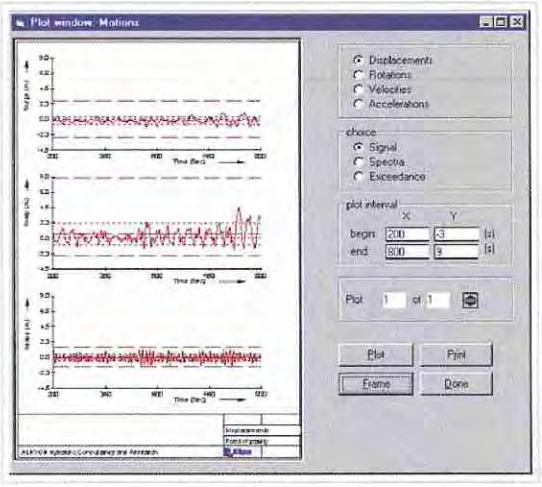


Figura 3. Movimientos del buque

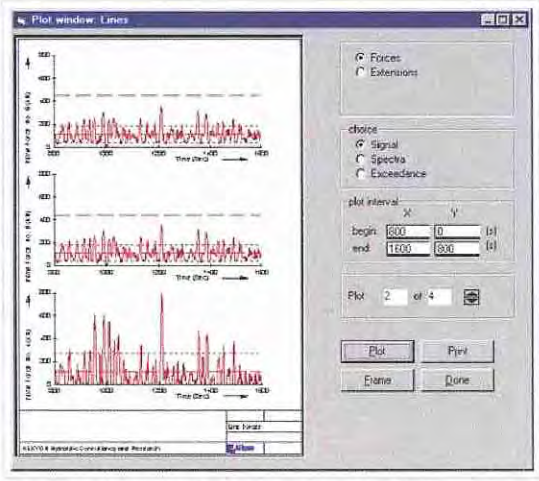


Figura 4. Fuerzas en amarras

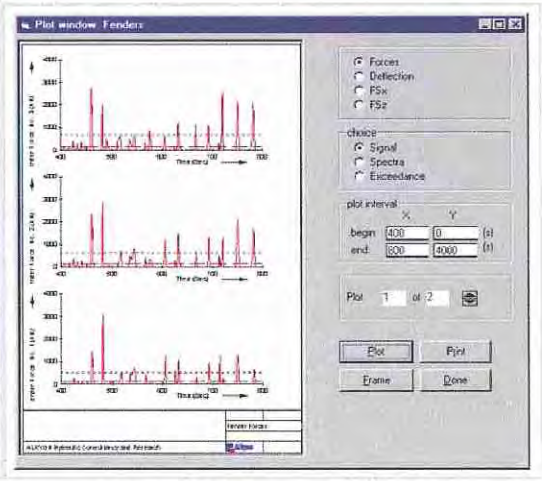


Figura 5. Fuerzas en defensas

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

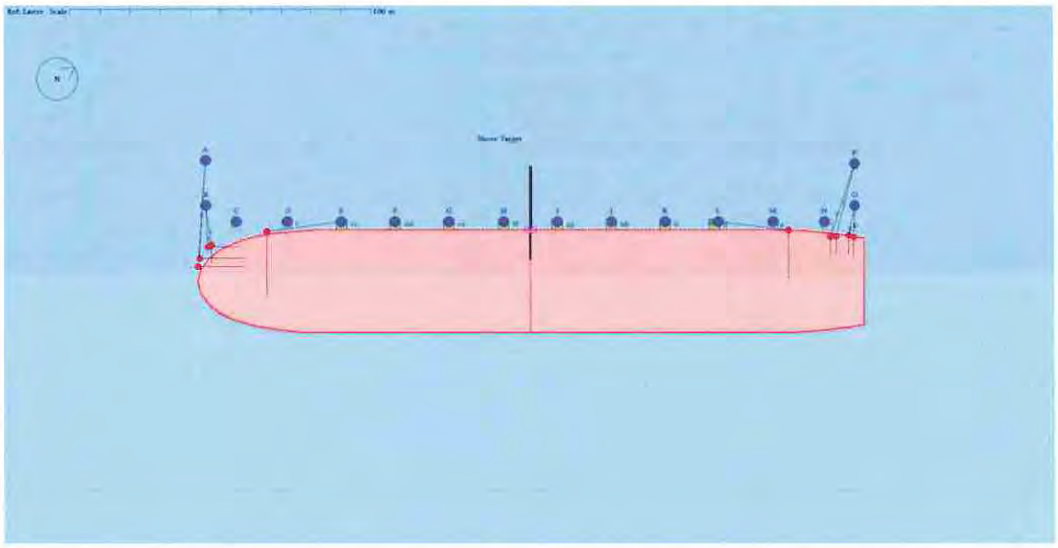
ANEJO V
RESULTADOS
SIMULACIONES ESTÁTICAS

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

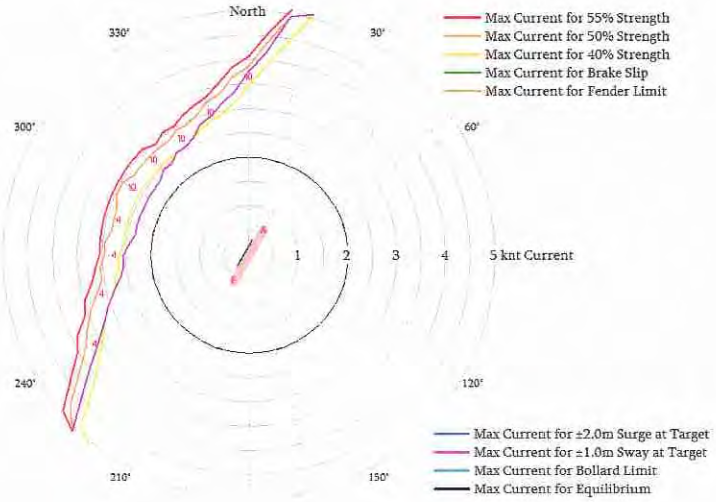
0297

Arrangement for BULK_225 at Perú Minerales. Configuración 1



Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

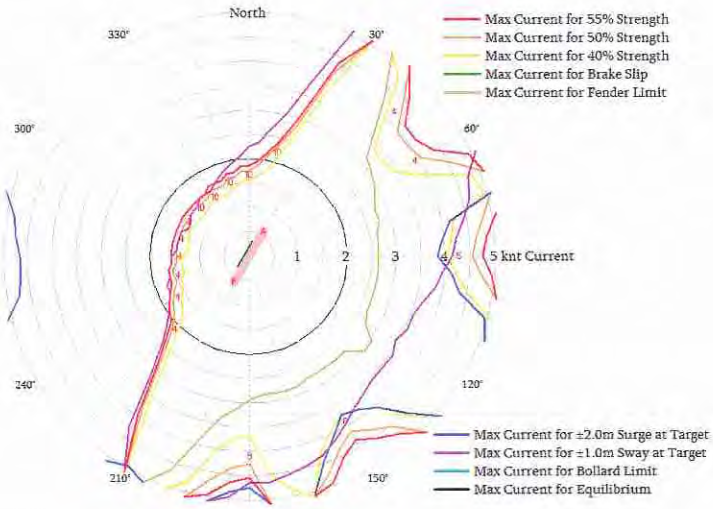
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

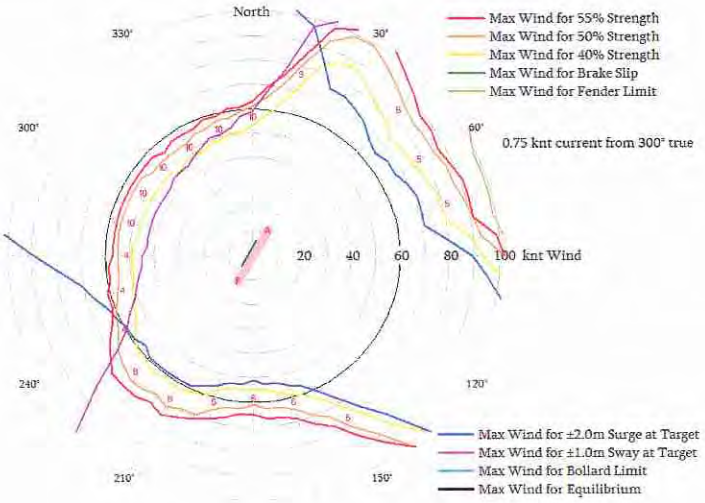
Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

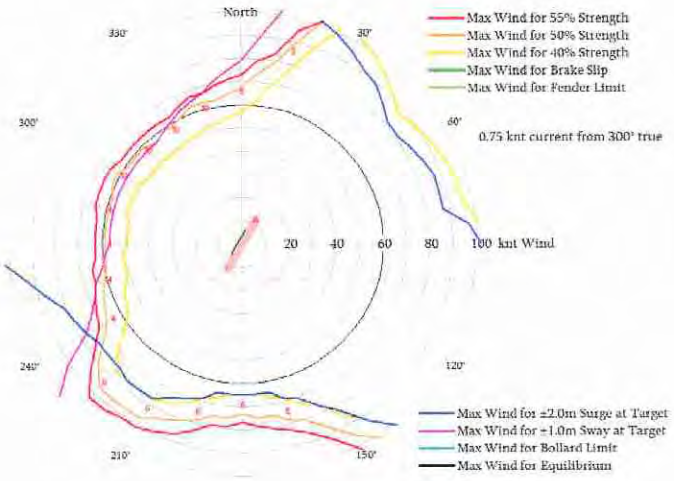
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

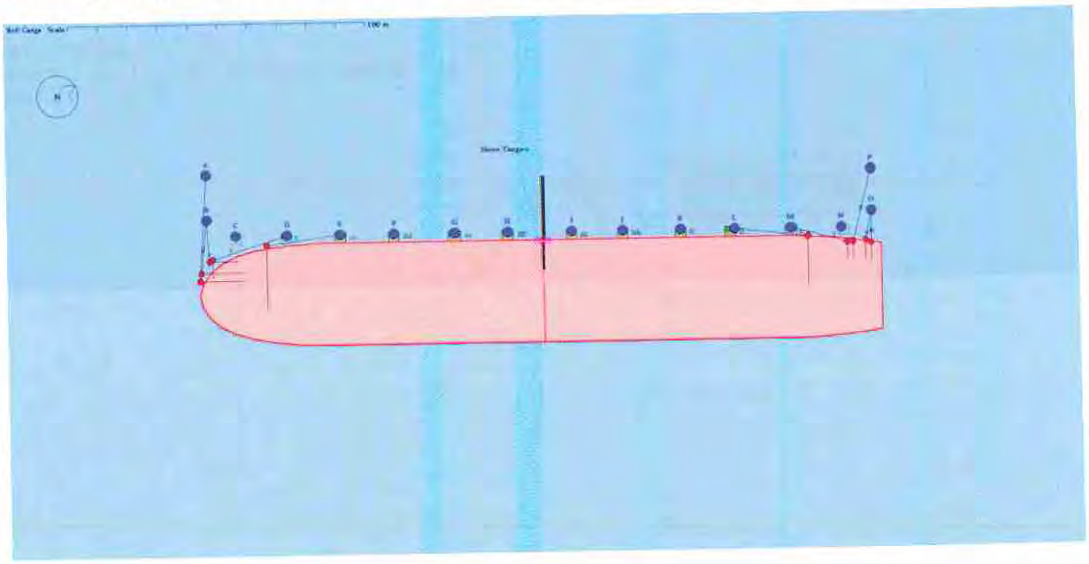
Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



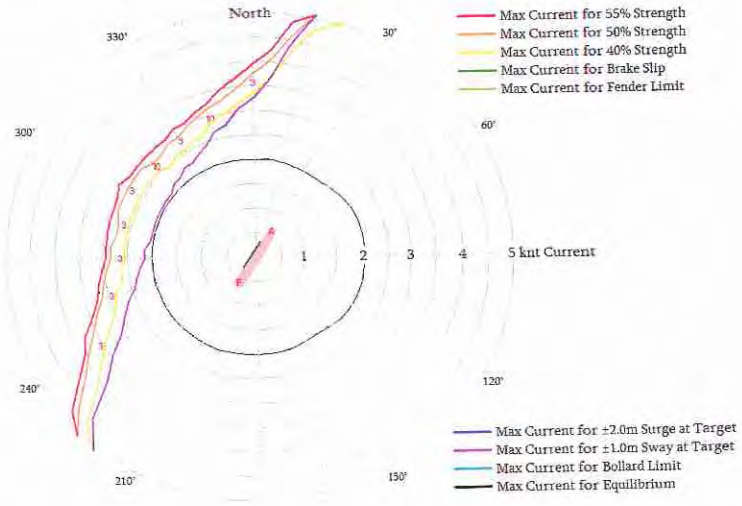
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Arrangement for BULK_225 at Perú Minerales. Configuración 2



Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

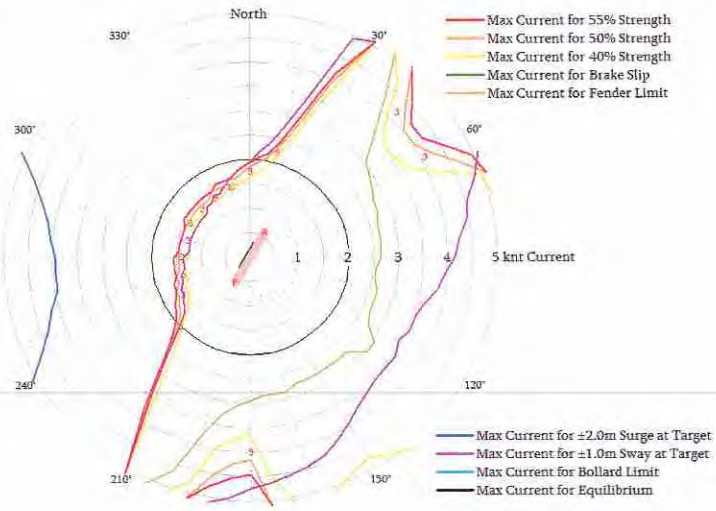
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RICO JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

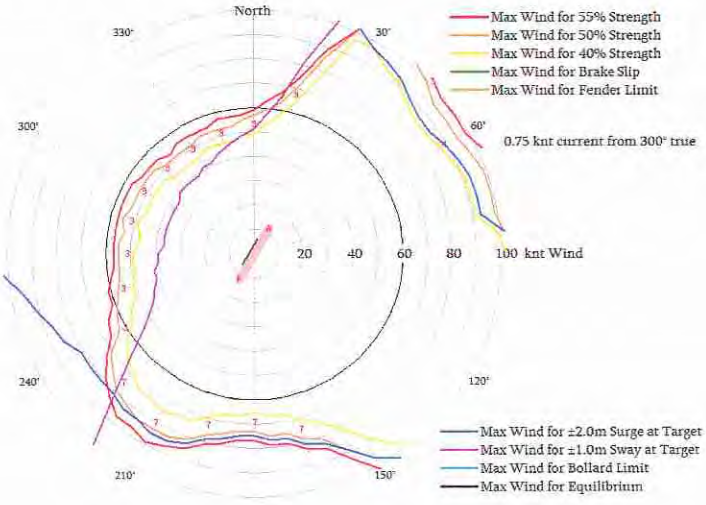
Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

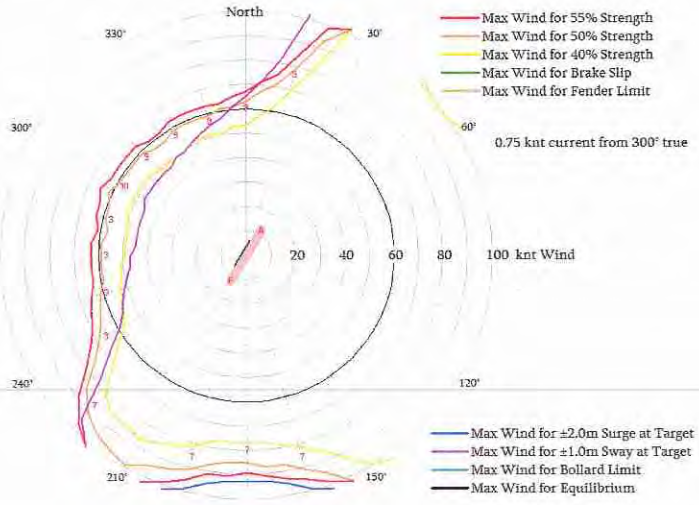
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

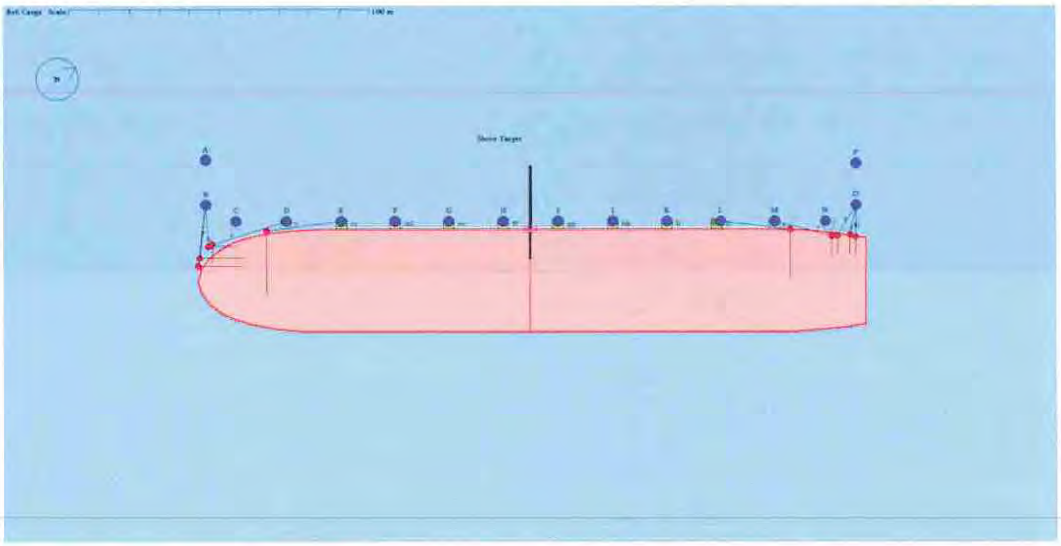
Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



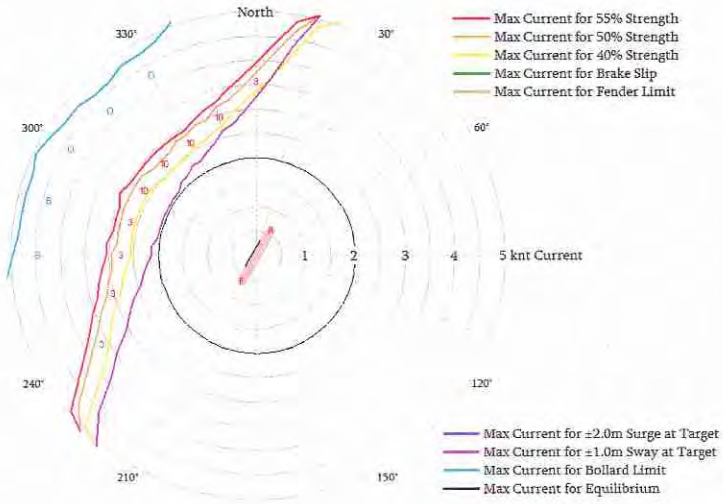
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Arrangement for BULK_225 at Perú Minerales. Configuración 3



Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

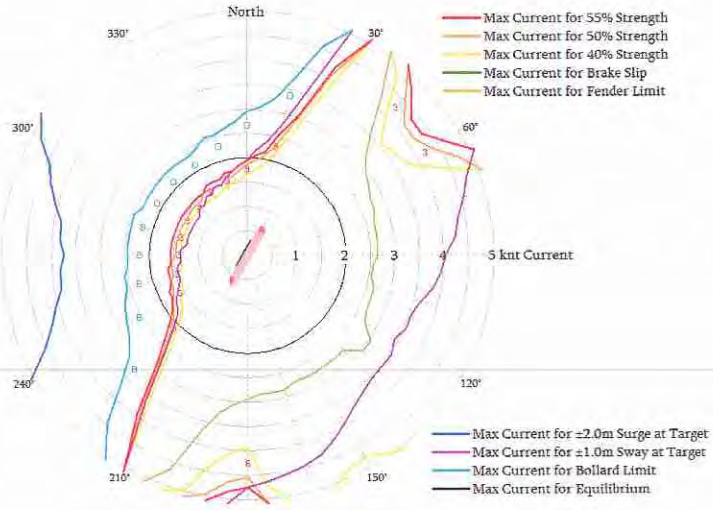
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

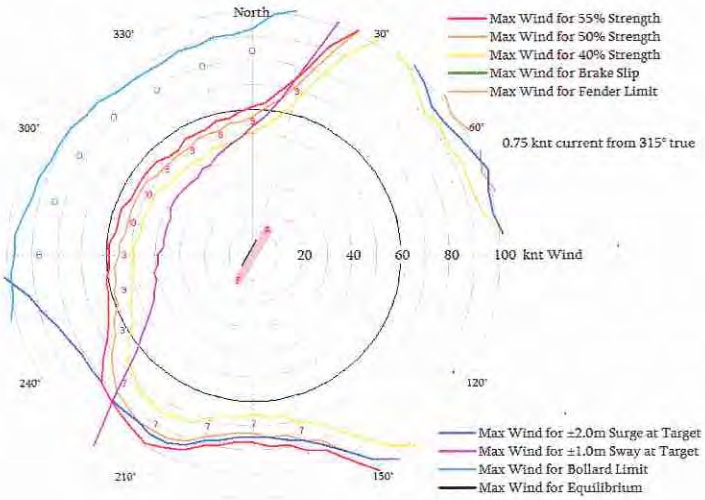
Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

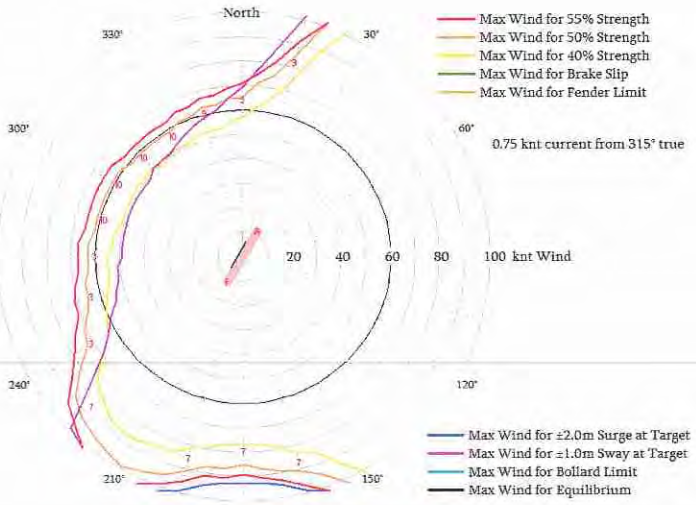
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

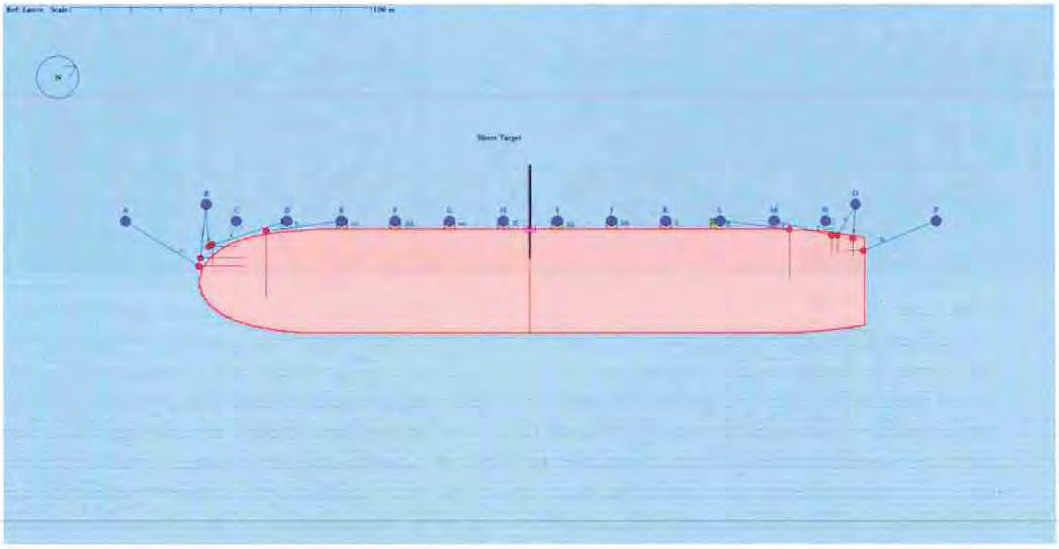
Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



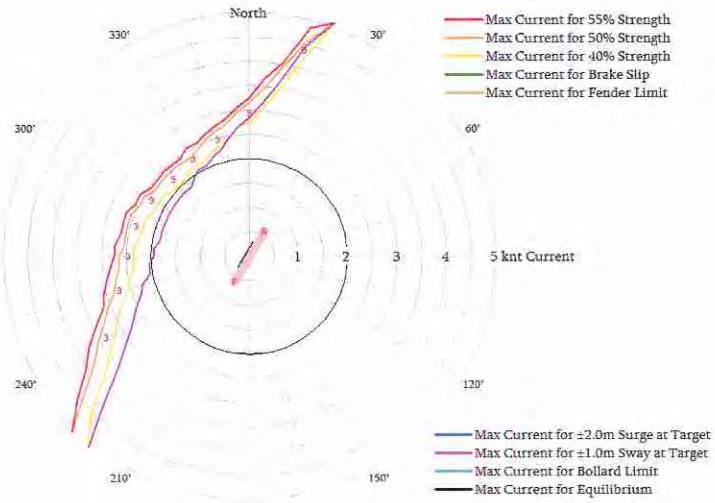
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Arrangement for BULK_225 at Perú Minerales. Configuración 4



Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

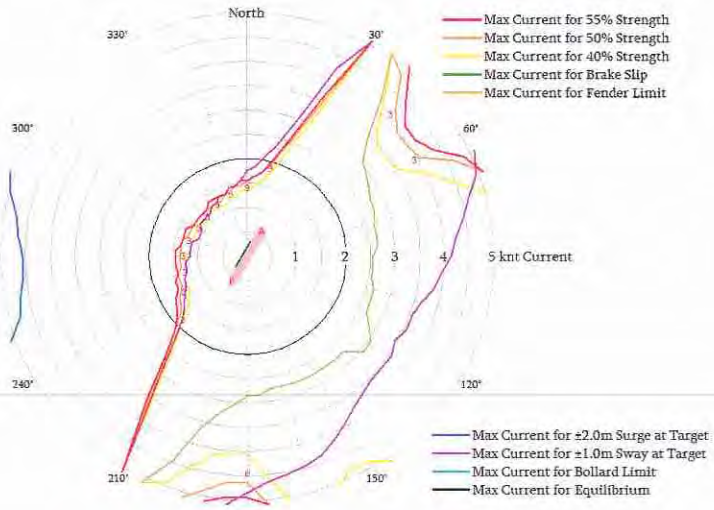
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

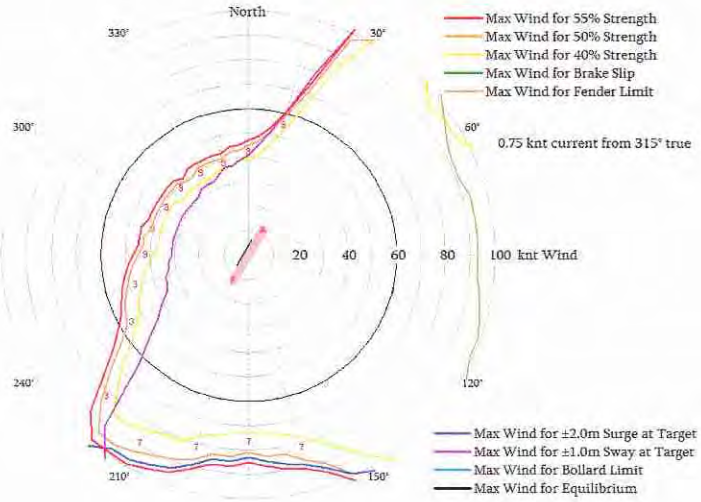
Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

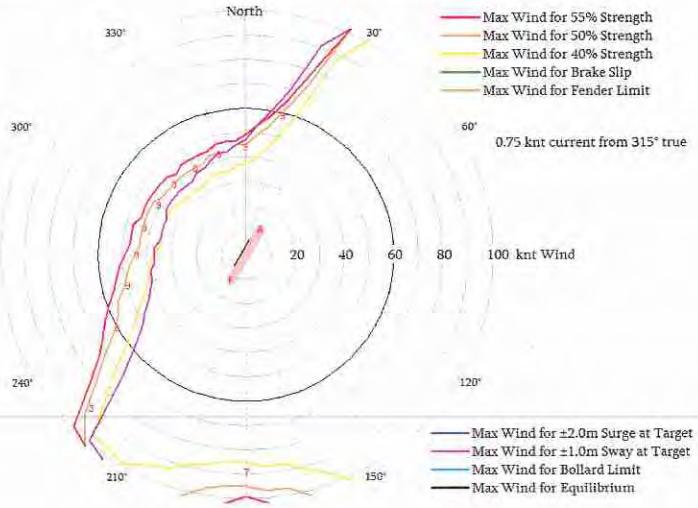
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

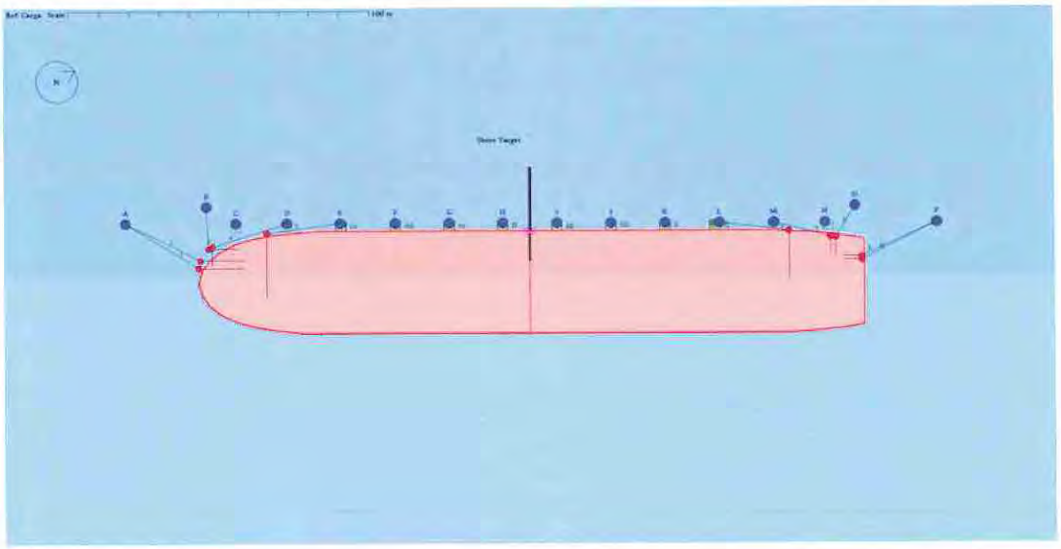
Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



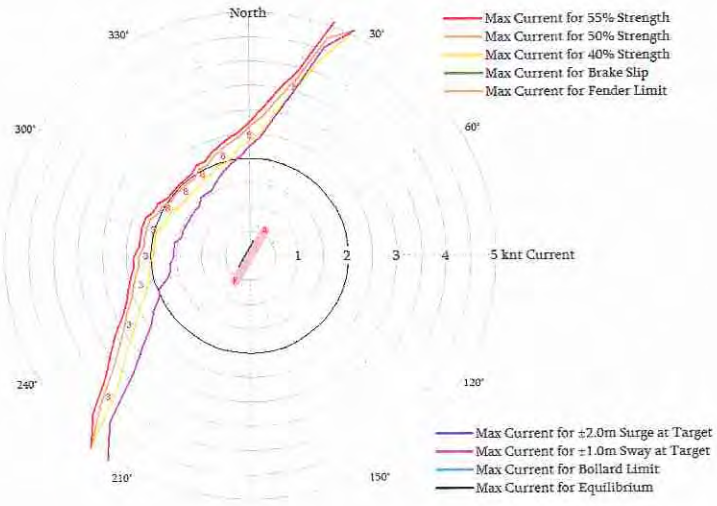
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Arrangement for BULK_225 at Perú Minerales. Configuración 5



Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

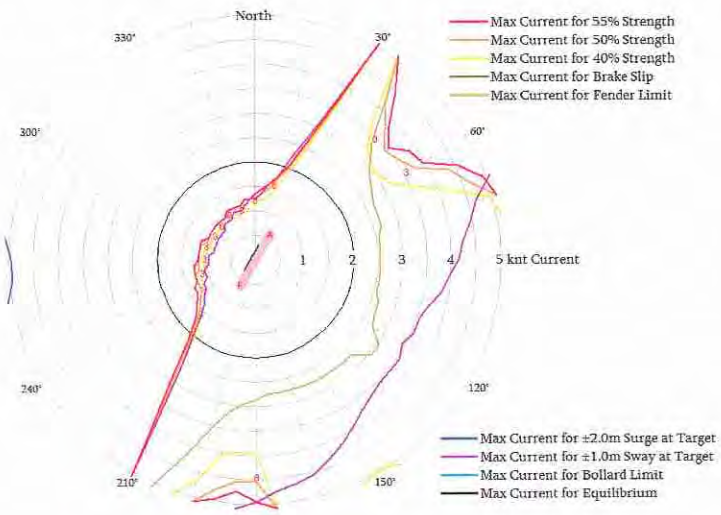
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

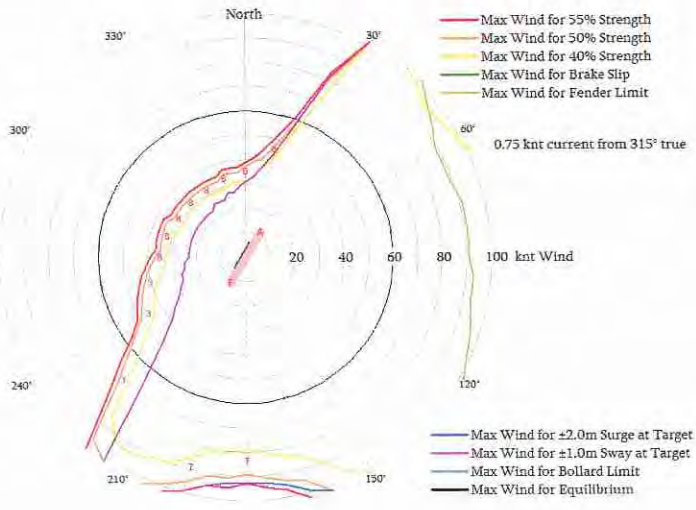
Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

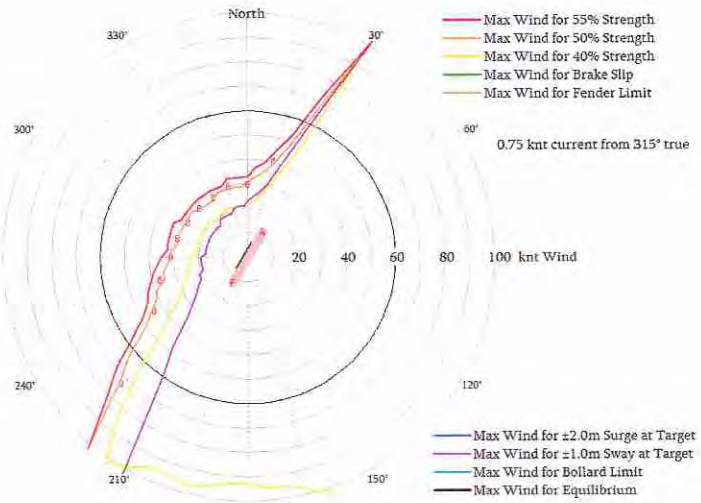
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

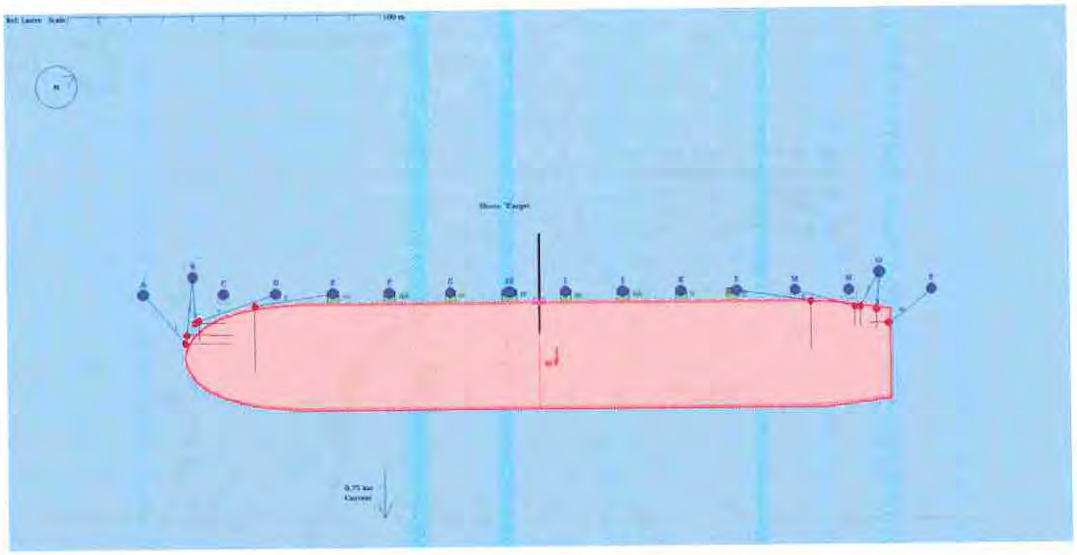
Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



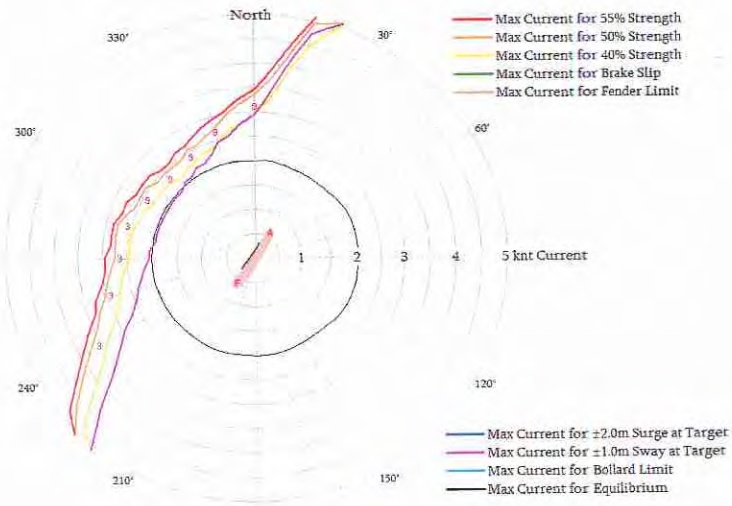
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Arrangement for BULK_225 at Perú Minerales. Configuración 6



Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

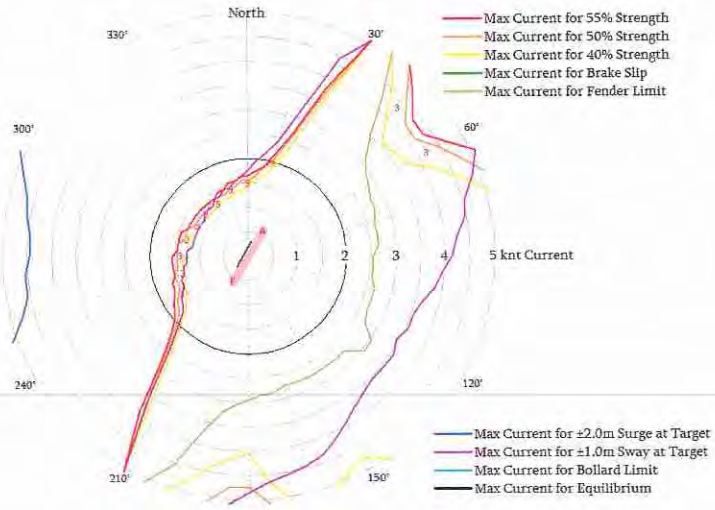
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

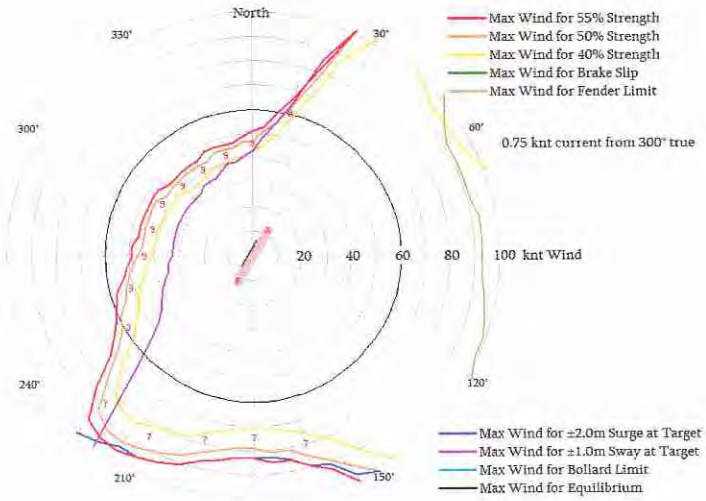
Current Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

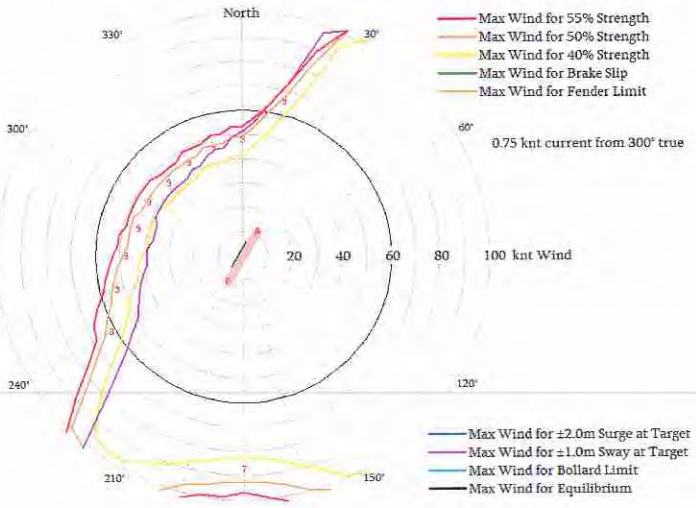
Ref: Lastre
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 7.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Wind Capability Rose for BULK_225 at Perú Minerales

Ref: Carga
Water Level: 0.00 above datum
Draft: 12.0
Trim: 0.0



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

ANEJO VI
RESULTADOS
SIMULACIONES DINÁMICAS

Siport21

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Amplitudes Significantes - Movimientos - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	X - Vaiven			Y - Deriva			Z - Alteada			Phi - Balance			Theta - Cabeceo			Psi - Guiñada		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	4.32E-5	1.12E-4	36.6	4.55E-5	1.65E-4	18.2	3.18E-5	2.03E-4	15.3	5.35E-5	3.02E-4	11.5	1.33E-5	5.82E-5	11.4	8.78E-5	2.30E-4	21.2
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		2.22E-1	5.63E-1	110.8	4.83E-2	8.88E-2	19.8	2.00E-2	3.65E-2	13.1	1.45E-1	2.68E-1	15.4	5.84E-2	1.09E-1	14.0	8.81E-2	1.59E-1	23.4
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		2.25E-1	5.33E-1	99.7	6.62E-2	1.23E-1	20.1	2.09E-2	3.85E-2	12.6	1.99E-1	3.75E-1	15.3	5.81E-2	1.09E-1	14.0	1.26E-1	2.25E-1	25.5
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	4.32E-5	1.12E-4	36.6	4.55E-5	1.65E-4	18.2	3.18E-5	2.03E-4	15.3	5.35E-5	3.02E-4	11.5	1.33E-5	5.82E-5	11.4	8.78E-5	2.30E-4	21.2
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		3.39E-1	6.84E-1	74.0	7.71E-2	1.63E-1	20.5	4.50E-2	8.26E-2	19.2	1.59E-1	3.04E-1	15.2	7.16E-2	1.33E-1	18.6	1.32E-1	2.42E-1	25.3
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		3.61E-1	7.10E-1	87.0	7.96E-2	1.50E-1	20.4	4.52E-2	8.31E-2	18.9	2.12E-1	3.89E-1	15.7	7.12E-2	1.32E-1	18.6	1.54E-1	2.77E-1	25.2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0316

Amplitudes Significantes - Fuerzas Líneas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1			Fuerzas en Lineas 2			Fuerzas en Lineas 3			Fuerzas en Lineas 4			Fuerzas en Lineas 5			Fuerzas en Lineas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	16.4	16.4	18.2	14.9	15.0	17.5	16.4	16.4	17.7	18.30	18.	21.21	18.34	18.18	27.02	19.9	19.9	28.2
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		15.6	24.3	18.8	30.5	45.8	17.8	29.0	40.6	18.1	0.00	-999.	4983.20	0.00	0.00	0.00	96.5	132.7	85.6
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		15.4	25.8	20.0	35.9	55.1	19.0	33.4	47.9	19.1	0.00	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	131.2	166.9	92.6
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	16.4	16.4	18.2	14.9	15.0	17.5	16.4	16.4	17.7	18.30	18.	21.21	18.34	18.18	27.02	19.9	19.9	28.2
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		20.4	35.2	21.1	39.5	64.9	21.2	35.3	54.2	21.2	9.95	23.	1906.31	0.00	0.00	0.00	118.9	175.7	64.7
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		18.2	31.9	21.1	42.4	67.5	20.9	38.1	56.9	21.3	0.00	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	156.2	220.4	85.4

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7			Fuerzas en Lineas 8			Fuerzas en Lineas 9			Fuerzas en Lineas 10		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	19.6	19.5	26.1	11.5	11.5	20.0	11.3	11.3	18.4	15.11	15.1	20.9
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		105.5	144.8	72.9	14.5	30.0	33.8	18.6	36.0	27.3	8.02	16.2	38.2
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		142.8	181.2	73.8	16.5	35.2	49.9	21.0	42.5	33.6	7.62	16.2	99.7
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	19.6	19.5	26.1	11.5	11.5	20.0	11.3	11.3	18.4	15.11	15.1	20.9
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		130.7	193.0	59.2	20.5	40.4	31.5	25.5	47.7	27.2	10.72	21.8	36.4
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		170.2	240.1	74.7	21.4	43.1	41.7	27.3	52.3	32.2	9.71	20.7	81.6

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0317

Amplitudes Significantes - Fuerzas Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1			Fuerza en Defensas 2			Fuerza en Defensas 3			Fuerza en Defensas 4			Fuerza en Defensas 5			Fuerza en Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	17.4	17.6	19.7	16.6	16.8	17.9
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	9187.60	192.1	326.8	25.5	169.7	285.8	22.8
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.47	193.	120.94	289.7	484.4	26.2	253.2	418.3	23.7
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	17.4	17.6	19.7	16.6	16.8	17.9
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.92	148.	354.46	233.9	395.3	25.1	199.9	335.0	22.9
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	108.68	270.	76.98	309.3	516.9	25.6	264.7	439.7	23.1

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 7			Fuerza en Defensas 8			Fuerza en Defensas 9			Fuerza en Defensas 10			Fuerza en Defensas 11			Fuerza en Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	15.8	16.0	16.4	15.1	15.3	15.4	14.4	14.6	17.7	6.61	6.82	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		159.9	265.2	19.9	167.1	270.3	17.1	188.0	299.6	17.3	206.97	333.11	17.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		228.8	374.0	19.7	229.4	369.9	17.5	254.5	413.8	17.1	285.59	470.64	18.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	15.8	16.0	16.4	15.1	15.3	15.4	14.4	14.6	17.7	6.61	6.82	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		184.7	309.4	20.1	195.4	328.7	18.5	230.2	388.5	19.1	265.31	451.43	20.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		238.5	390.2	20.2	241.5	392.8	18.1	276.0	453.4	18.5	315.48	526.48	19.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0318

Amplitudes Significantes - Deformaciones Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1			Deformación Defensas 2			Deformación Defensas 3			Deformación Defensas 4			Deformación Defensas 5			Deformación Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.0067	0.0068	19.7	0.0064	0.0065	17.9
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	9187.60	0.0726	0.1229	25.3	0.0645	0.1079	22.7
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.	120.94	0.1083	0.1800	26.3	0.0948	0.1560	23.5
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.0067	0.0068	19.7	0.0064	0.0065	17.9
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.	354.46	0.0879	0.1477	25.1	0.0754	0.1258	22.9
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.	76.98	0.1154	0.1923	25.5	0.0991	0.1637	23.1

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 7			Deformación Defensas 8			Deformación Defensas 9			Deformación Defensas 10			Deformación Defensas 11			Deformación Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.0061	0.0061	16.4	0.0058	0.0059	15.4	0.0055	0.0056	17.7	0.0025	0.0026	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.0609	0.1002	19.9	0.0635	0.1021	17.1	0.0711	0.1127	17.3	0.0781	0.1250	18.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.0860	0.1398	19.7	0.0863	0.1382	17.6	0.0954	0.1542	17.2	0.1068	0.1751	18.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.0061	0.0061	16.4	0.0058	0.0059	15.4	0.0055	0.0056	17.7	0.0025	0.0026	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.0699	0.1164	20.1	0.0738	0.1233	18.5	0.0865	0.1451	19.1	0.0993	0.1683	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.0895	0.1456	20.0	0.0907	0.1466	18.1	0.1032	0.1688	18.5	0.1178	0.1959	19.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0319

Valores Máximos Extrapolados - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Extrapolación a: 3 horas

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1				Fuerzas en Lineas 2				Fuerzas en Lineas 3				Fuerzas en Lineas 4				Fuerzas en Lineas 5				Fuerzas en Lineas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	6.8927	-1.85E+3	16.4	595.	1.08E+0	-239.	15.0	618.	-4.75	1274.14	16.4	610.	-11.	3610.	18.	509.	-0.45	153.29	18.20	399.69	-0.99	393.22	19.9	383.
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.0060	-5.66E-1	23.5	575.	1.80E-3	-1.	44.4	608.	0.00	-1.29	39.5	596.	-999.	-999.	-999.	-999.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.58	118.9	126.
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.0049	-2.70E-1	24.7	541.	1.20E-3	-1.	53.2	570.	0.00	-1.07	46.4	564.	0.	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.44	151.9	117.
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	6.8927	-1.85E+3	16.4	595.	1.08E+0	-239.	15.0	618.	-4.75	1274.14	16.4	610.	-11.	3610.	18.	509.	-0.45	153.29	18.20	399.69	-0.99	393.22	19.9	383.
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.0026	-2.30E-1	33.6	512.	8.05E-4	0.	62.0	508.	0.00	-0.69	52.0	508.	0.	0.	10.	6.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.90	157.2	167.
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.0031	-1.53E-1	30.4	511.	7.63E-4	0.	64.6	517.	0.00	-0.80	54.6	508.	0.	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.20	195.4	126.

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7				Fuerzas en Lineas 8				Fuerzas en Lineas 9				Fuerzas en Lineas 10			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	-0.57	218.70	19.5	414.	2.5774	-339.	11.5	540.	2.1911	-279.	11.3	587.	3.2233	-735.	15.1	516.
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	-1.60	131.1	148.	0.0032	0.	27.3	320.	0.0023	0.	33.5	395.	0.0111	0.	14.6	283.
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	-2.55	167.0	146.	0.0023	0.	30.8	216.	0.0016	0.	38.7	322.	0.0109	0.	13.1	108.
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	-0.57	218.70	19.5	414.	2.5774	-339.	11.5	540.	2.1911	-279.	11.3	587.	3.2233	-735.	15.1	516.
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	-0.90	173.8	183.	0.0018	0.	37.0	343.	0.0013	0.	44.4	396.	0.0061	0.	19.7	297.
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	-1.21	214.8	145.	0.0016	0.	38.4	259.	0.0011	0.	47.9	336.	0.0066	0.	17.2	132.

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1				Fuerza en Defensas 2				Fuerza en Defensas 3				Fuerza en Defensas 4				Fuerza en Defensas 5				Fuerza en Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	2.45E-1	-73.4	17.6	548.	3.48E-1	-95.3	16.8	602.
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	-999.	-999.	-999.	3.00E-5	-0.2	307.2	424.	3.99E-5	-0.3	271.3	474.
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	154.	89.	1.39E-5	-0.3	455.0	413.	1.89E-5	-0.3	396.1	456.
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	2.45E-1	-73.4	17.6	548.	3.48E-1	-95.3	16.8	602.
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	101.	30.	2.07E-5	-0.2	372.2	430.	2.91E-5	-0.3	317.8	471.
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	225.	140.	1.23E-5	-0.3	486.5	422.	1.70E-5	-0.3	417.1	468.

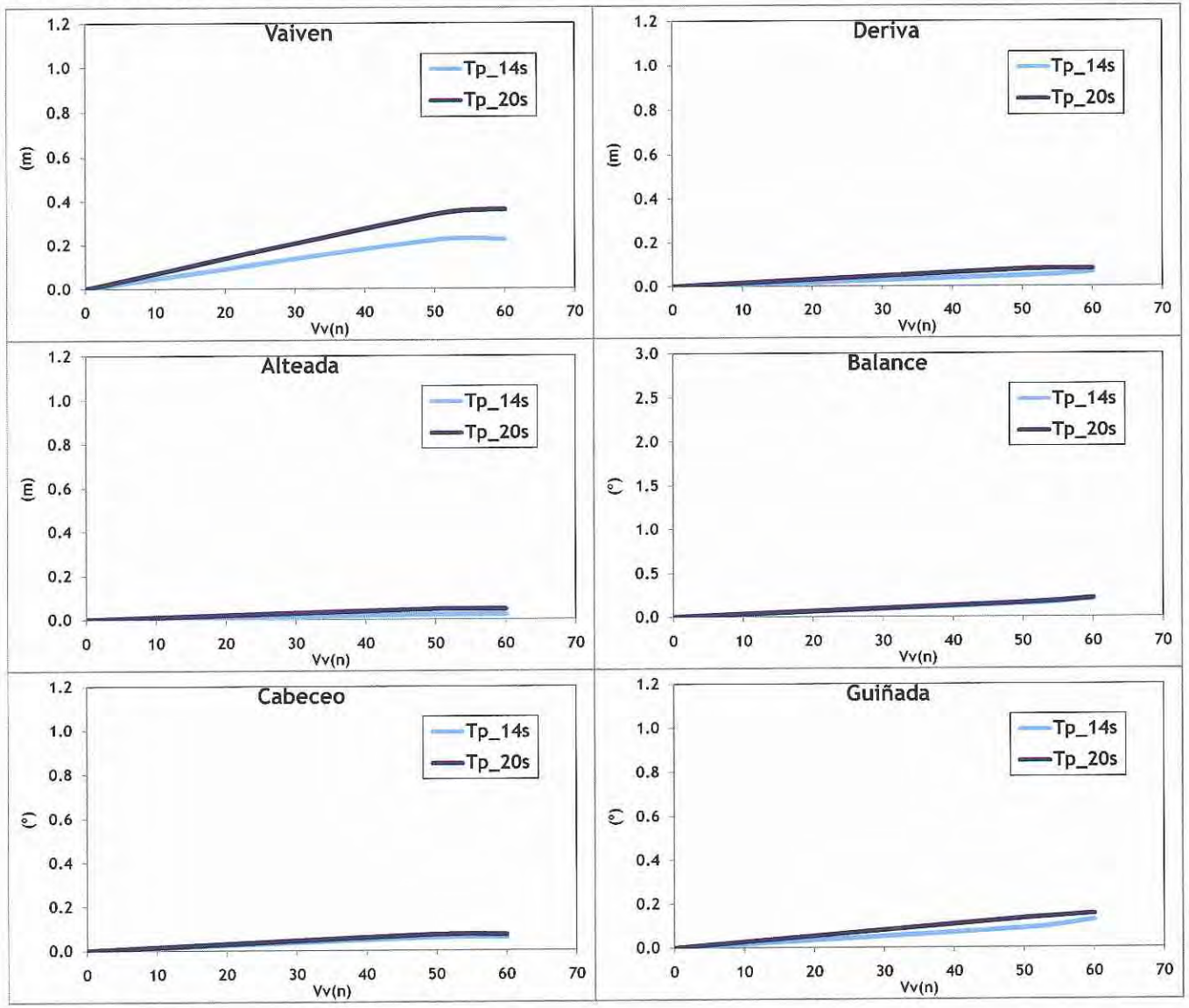
Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1				Deformación Defensas 2				Deformación Defensas 3				Deformación Defensas 4				Deformación Defensas 5				Deformación Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	1704919.0	-75.1	0.0068	548.	2277283.	-91.8	0.0064	602.
PE110_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	-999.	-999.	-999.	212.8	-0.2	0.1156	426.	282.	-0.3	0.1024	475.
PE110_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	528.	0.	0.	89.	101.6	-0.3	0.1691	411.	137.	-0.3	0.1478	459.
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	1704919.0	-75.1	0.0068	548.	2277283.	-91.8	0.0064	602.
PE110_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	884.	0.	0.	30.	149.1	-0.3	0.1392	430.	207.	-0.3	0.1194	472.
PE110_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	274.	0.	0.	140.	89.0	-0.3	0.1810	423.	124.	-0.3	0.1554	468.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0320

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos

PE110 - 1

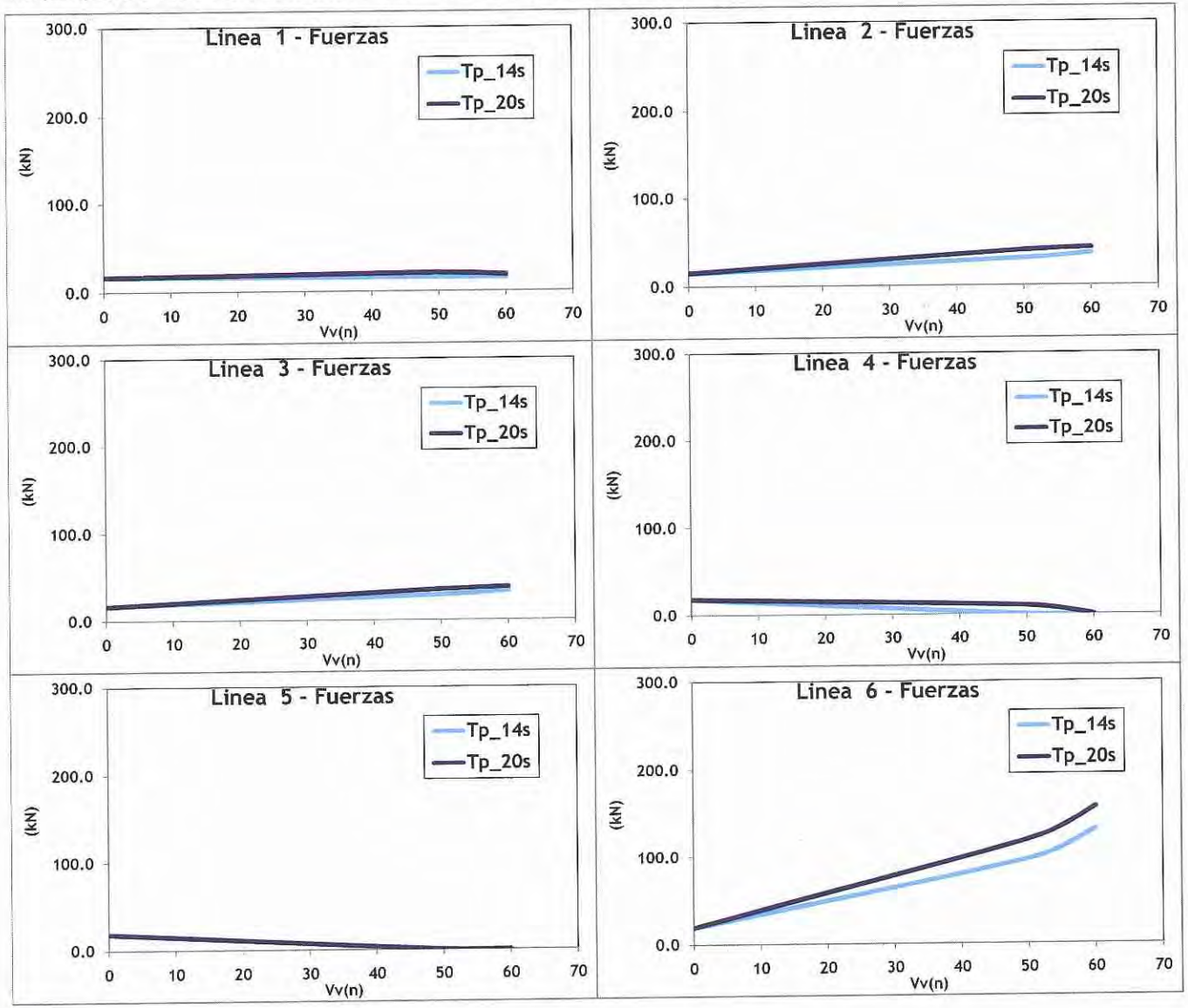


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0321

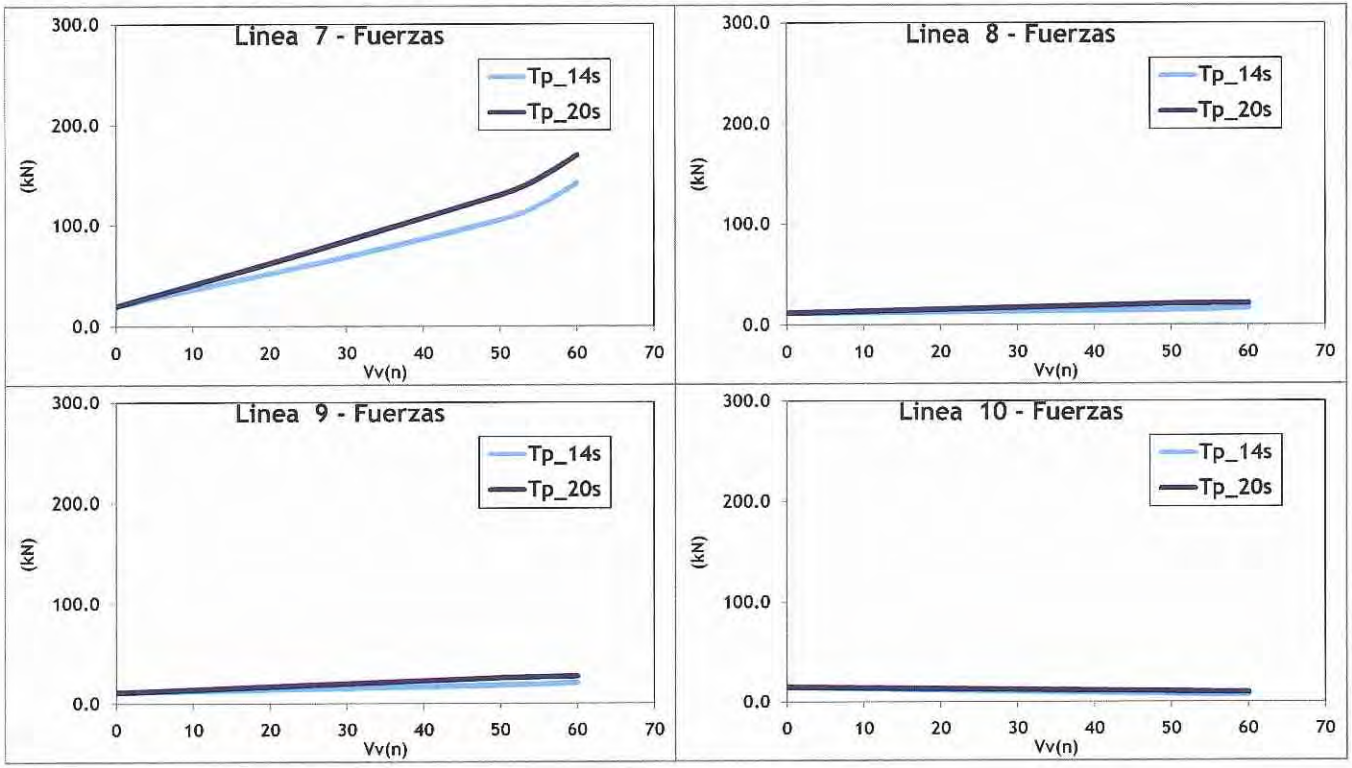
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas

PE110 - 3 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0322

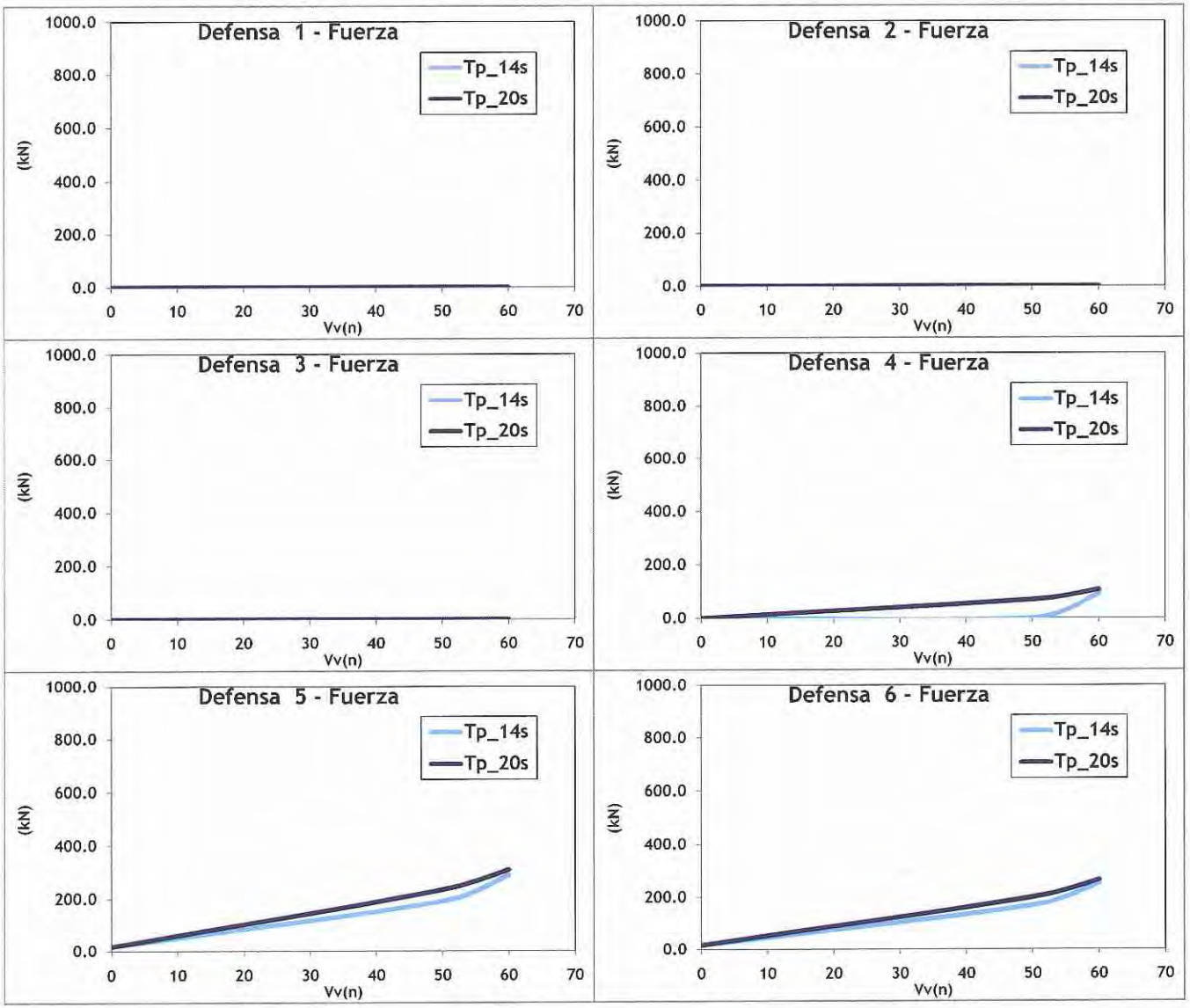


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0323

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE110 - 5 (1/ 2)

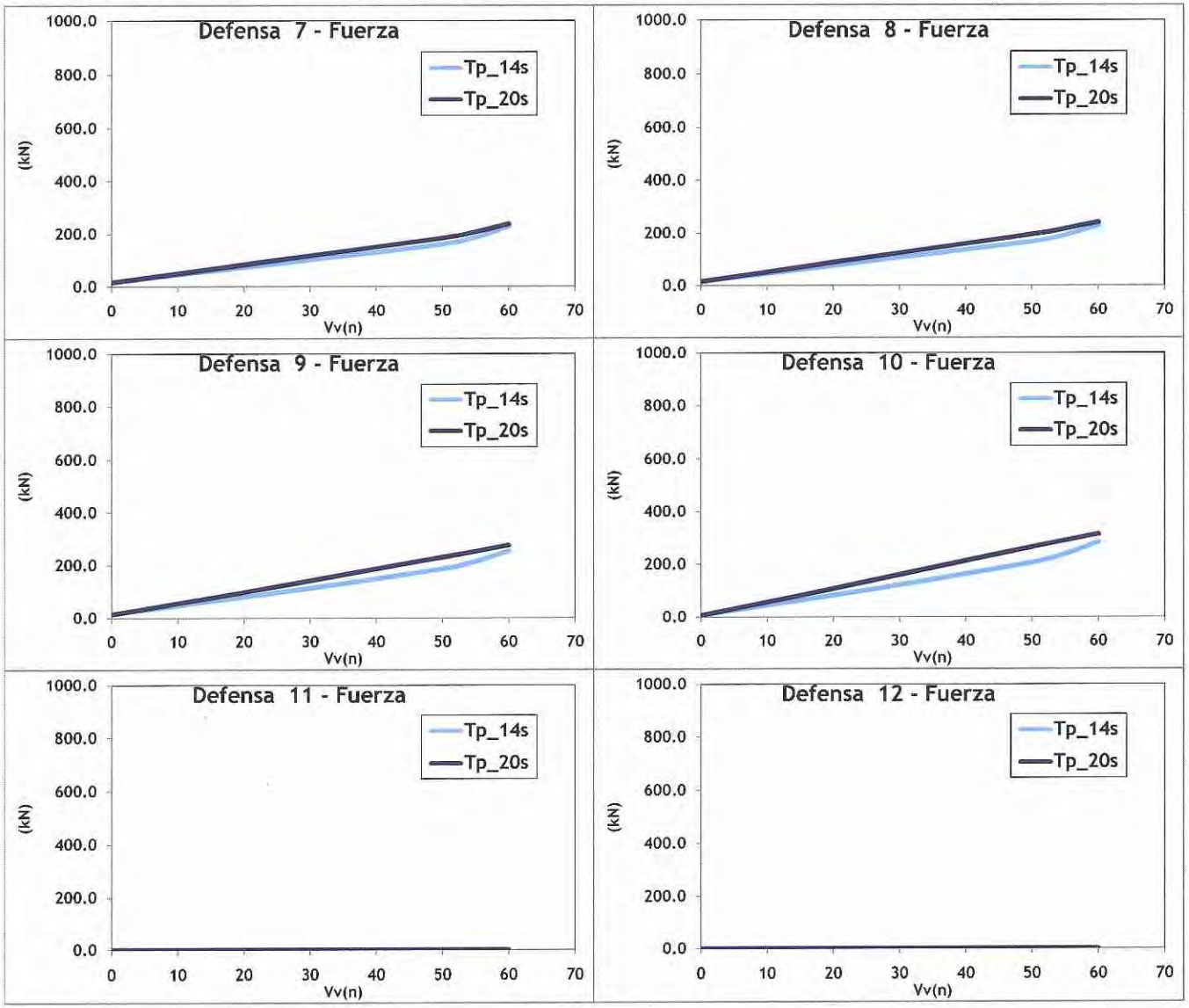


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0324

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE110 - 5 (2/ 2)

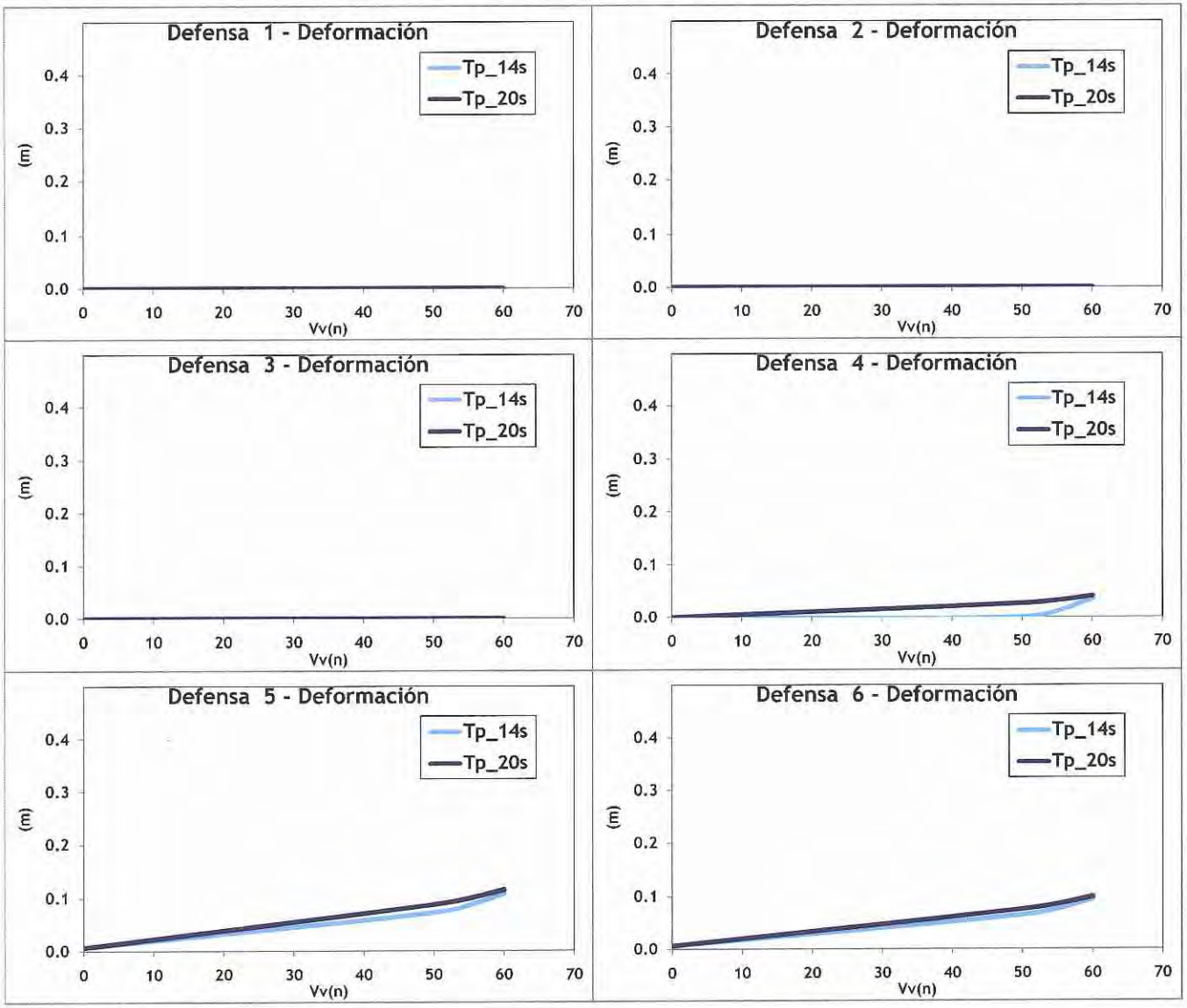


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0325

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Deflection Fenders

PE110 - 6 (1/ 2)

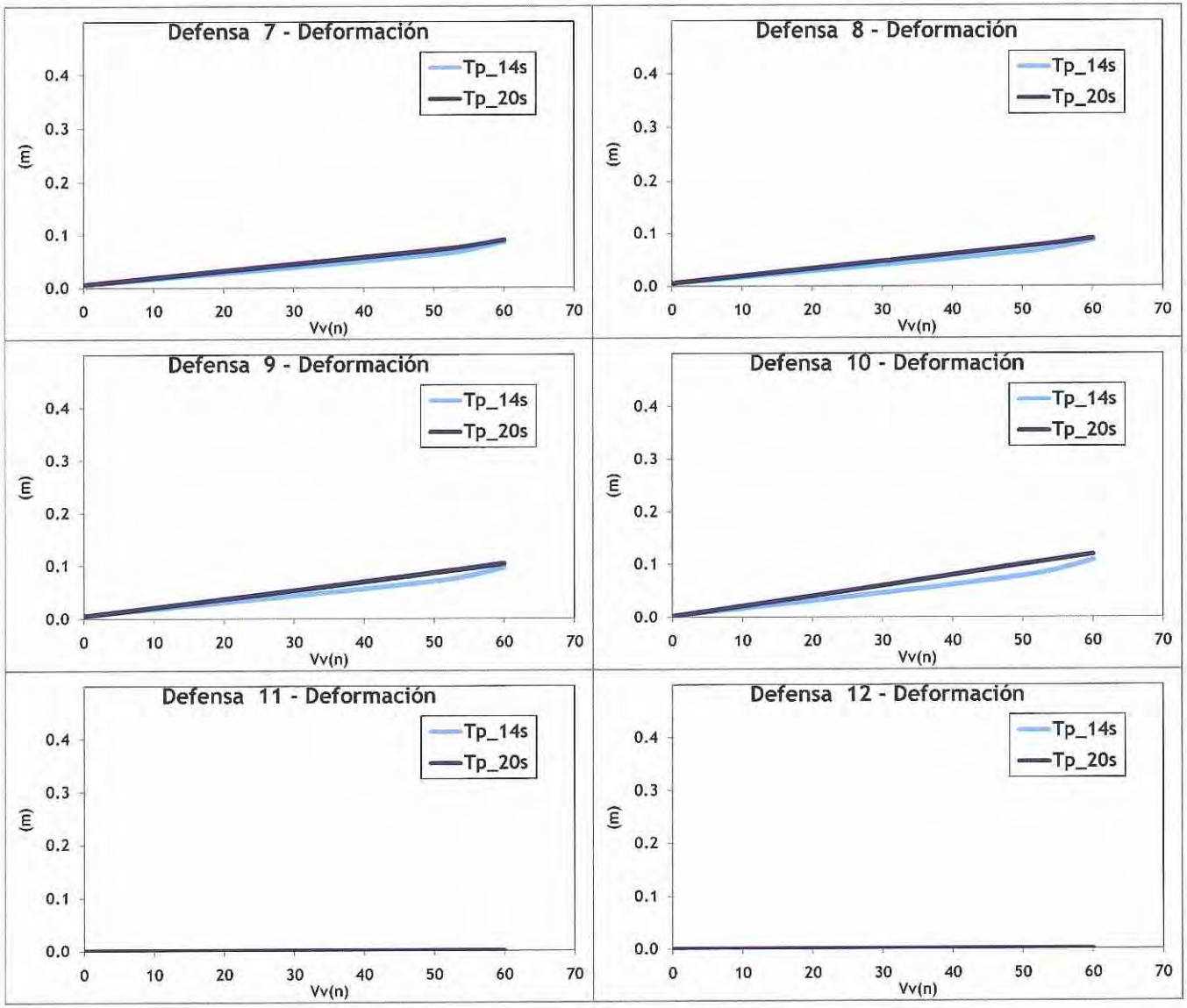


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0329

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Deflection Fenders

PE110 - 6 (2/ 2)

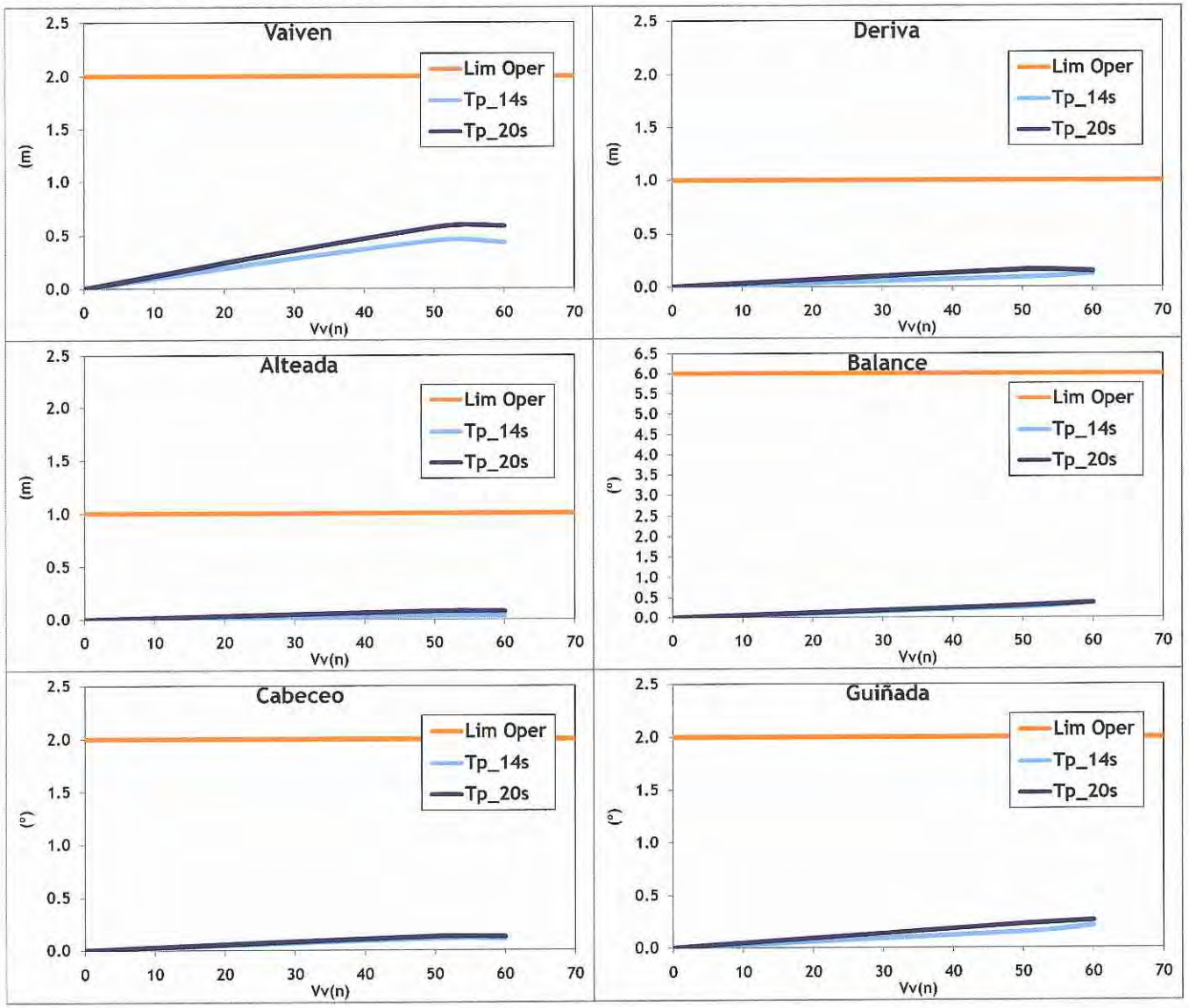


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0327

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos Extrapolados

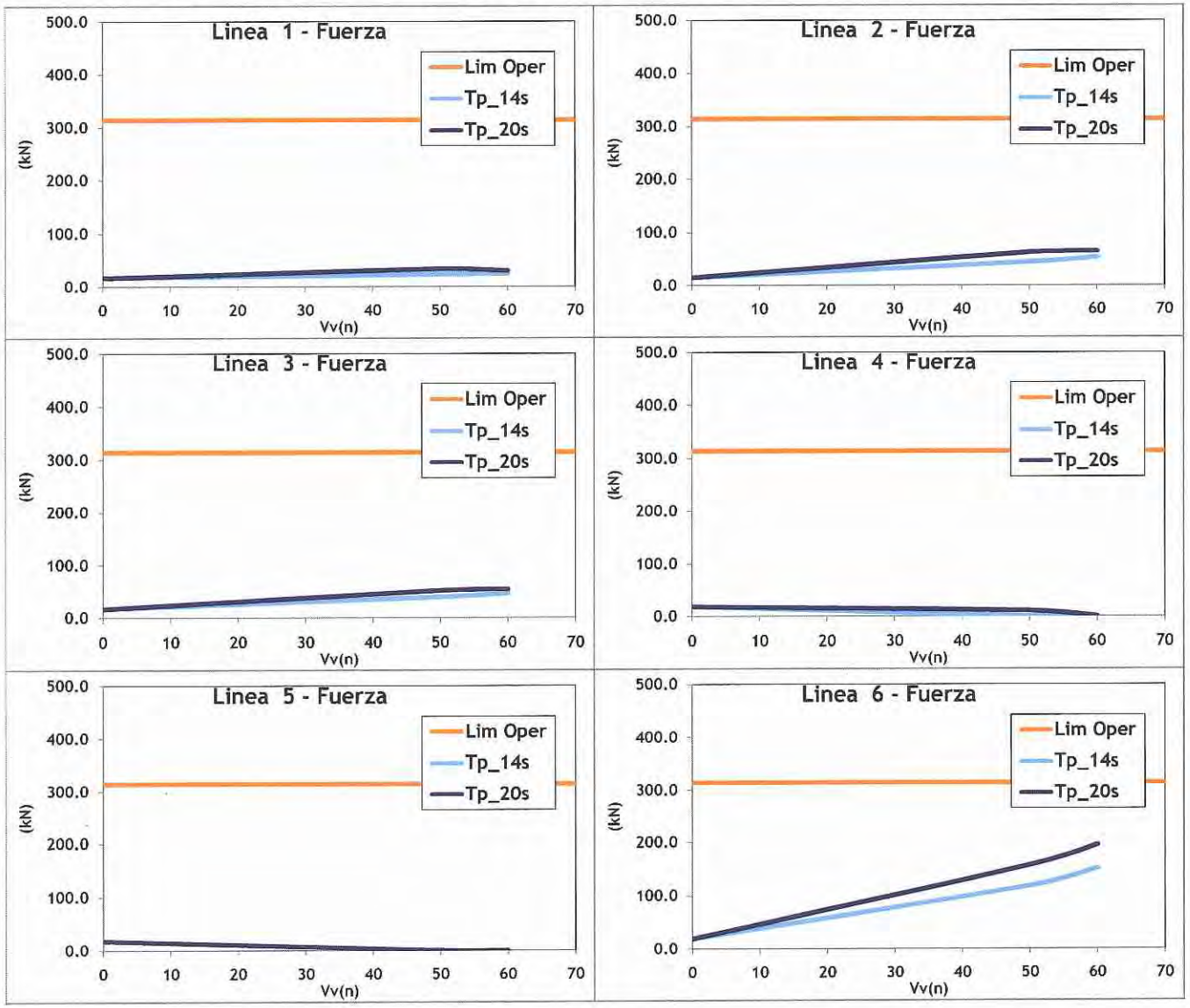
EPE110 - 1



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0328

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas EPE110 - 3 (1/ 2)

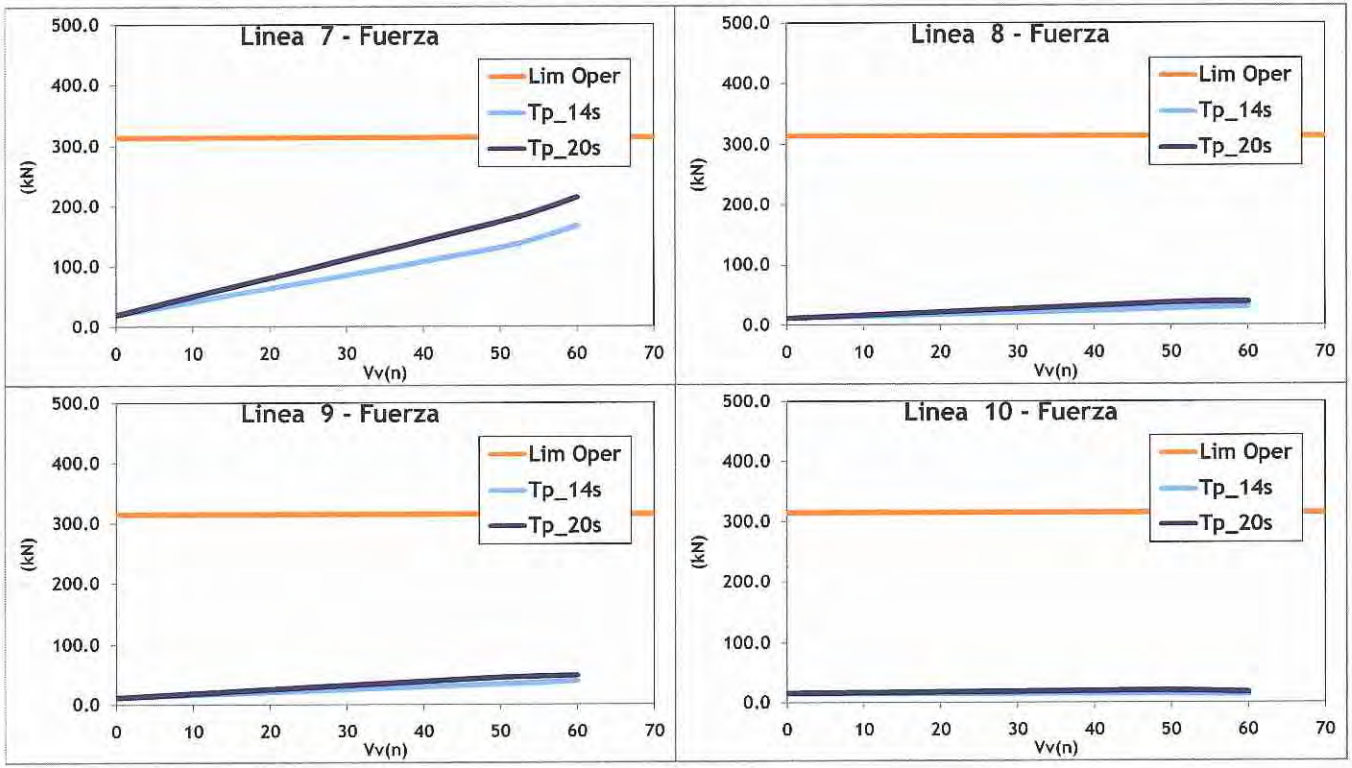


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0329

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas

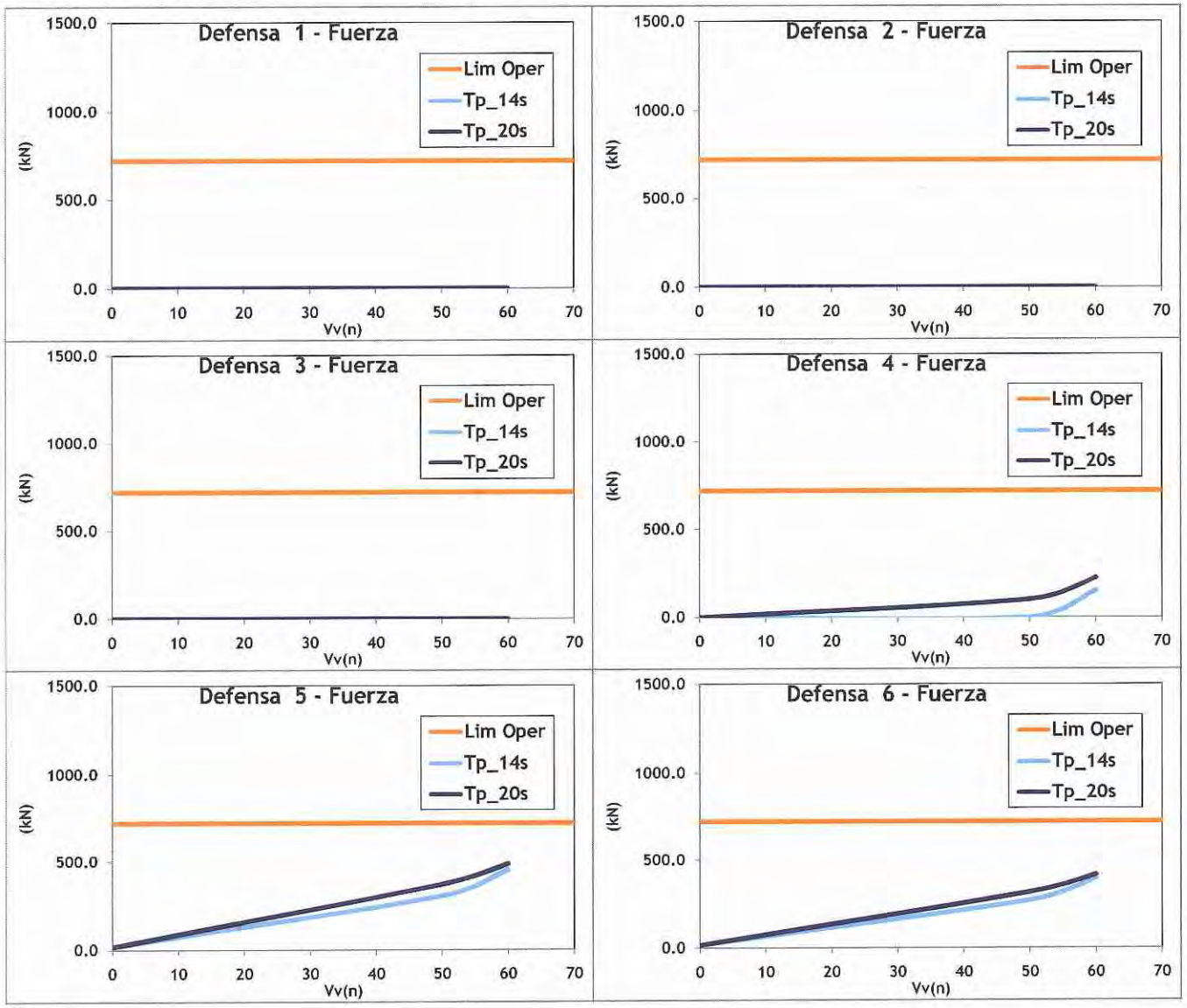
EPE110 - 3 (2/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0330

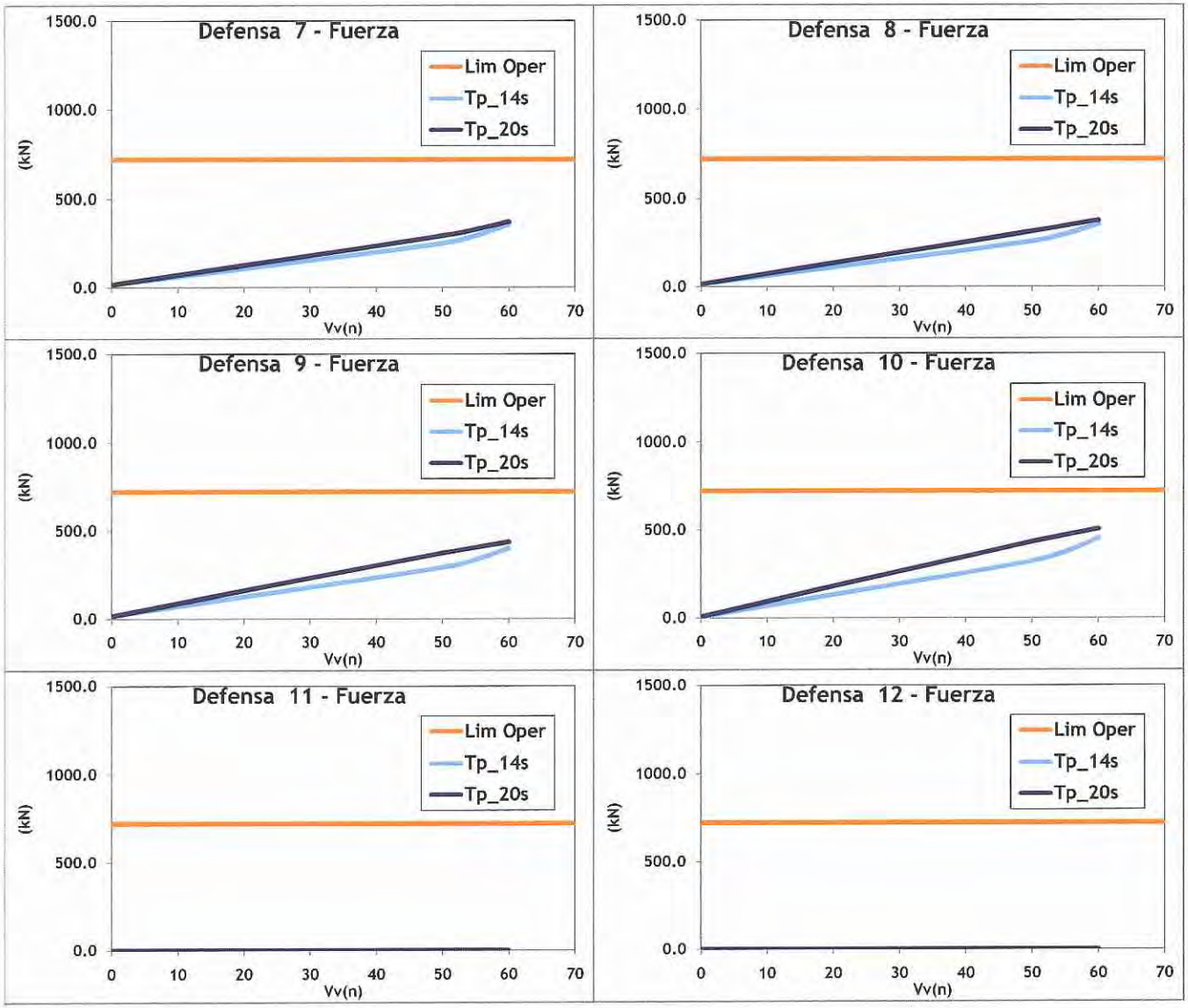
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas EPE110 - 5 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

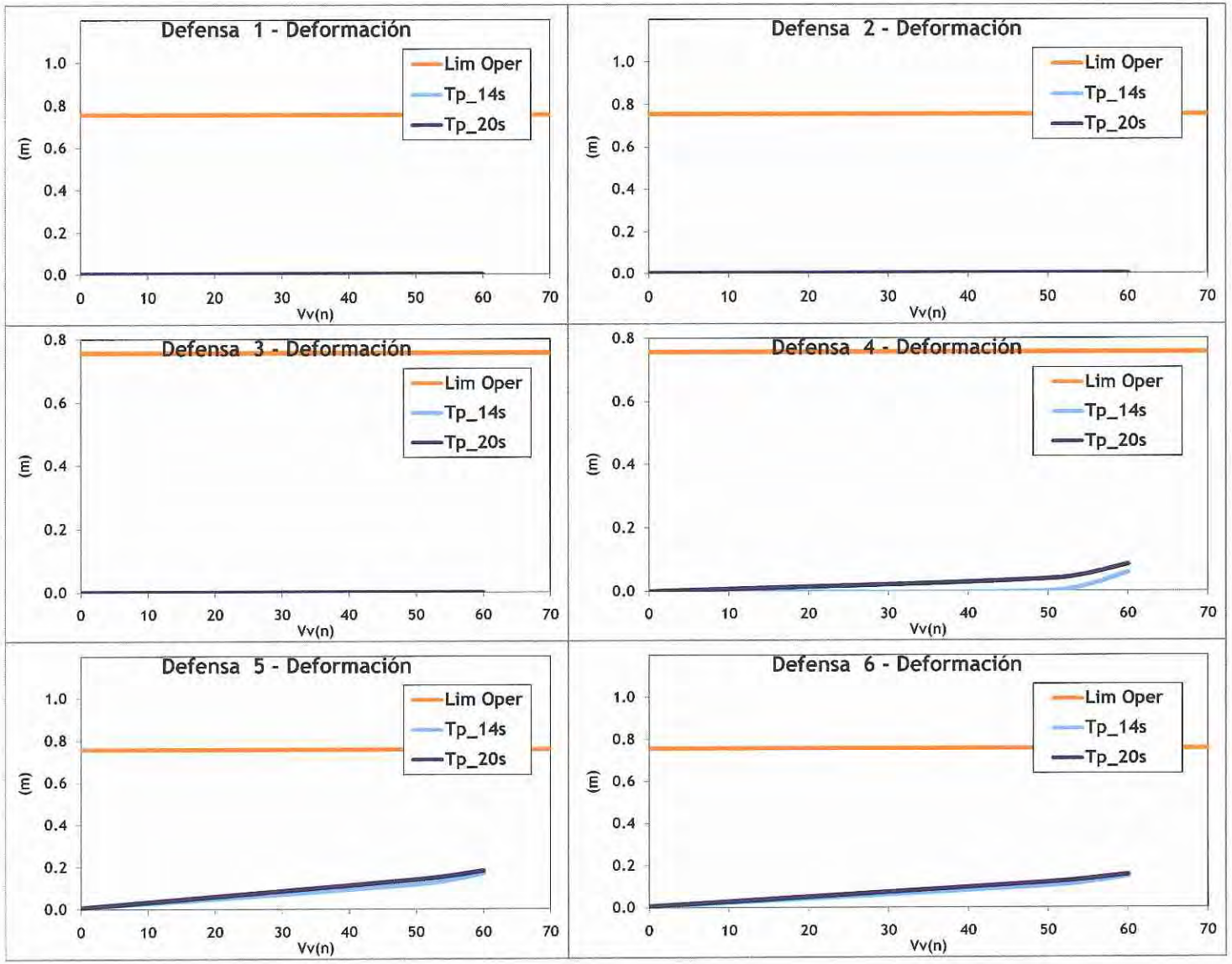
0331

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas EPE110 - 5 (2/ 2)

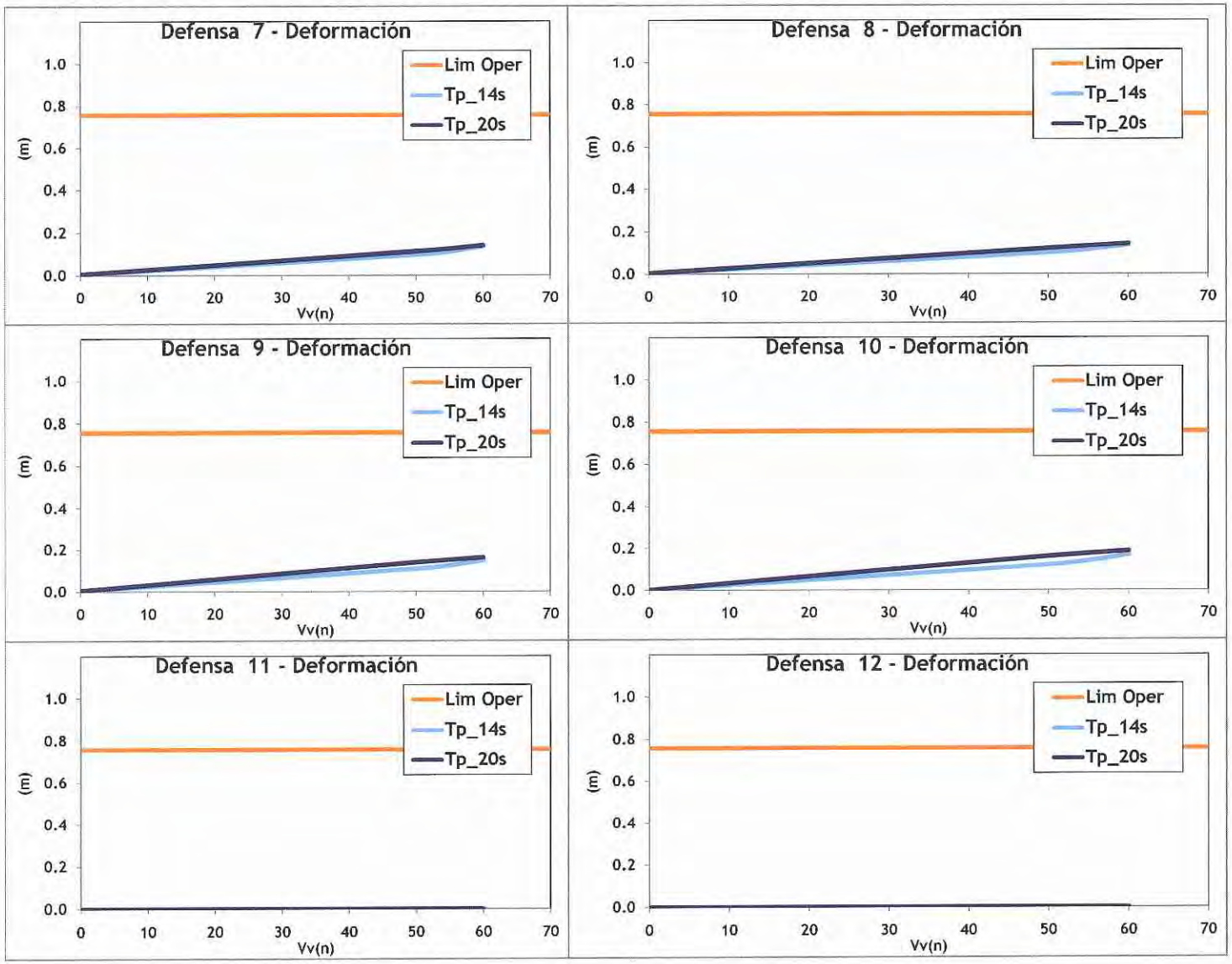


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0332



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0334

Amplitudes Significantes - Movimientos - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	X - Vaiven			Y - Deriva			Z - Alteada			Phi - Balance			Theta - Cabeceo			Psi - Guiñada		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	8.73E-5	2.44E-4	43.6	5.92E-5	1.65E-4	17.4	2.76E-5	2.14E-4	11.3	8.59E-5	2.34E-4	12.2	1.28E-5	5.63E-5	11.8	6.47E-5	1.48E-4	20.9
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		3.97E-1	8.31E-1	82.7	1.02E-1	1.97E-1	28.8	4.70E-2	8.60E-2	19.5	1.68E-1	3.09E-1	22.8	7.30E-2	1.35E-1	18.7	1.91E-1	3.46E-1	40.5
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		4.51E-1	8.84E-1	86.8	1.37E-1	2.73E-1	30.7	4.70E-2	8.62E-2	19.4	1.94E-1	3.49E-1	22.9	7.29E-2	1.35E-1	18.8	2.17E-1	4.01E-1	40.7
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	8.73E-5	2.44E-4	43.6	5.92E-5	1.65E-4	17.4	2.76E-5	2.14E-4	11.3	8.59E-5	2.34E-4	12.2	1.28E-5	5.63E-5	11.8	6.47E-5	1.48E-4	20.9
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		3.93E-1	7.72E-1	82.3	1.09E-1	2.03E-1	31.3	4.70E-2	8.60E-2	19.5	1.71E-1	3.07E-1	23.0	7.30E-2	1.35E-1	18.7	2.00E-1	3.58E-1	40.6
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		4.61E-1	8.84E-1	85.8	1.23E-1	2.43E-1	29.3	4.72E-2	8.64E-2	19.5	1.89E-1	3.52E-1	22.9	7.30E-2	1.35E-1	18.8	2.00E-1	3.60E-1	41.5

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0335

Amplitudes Significantes - Fuerzas Líneas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1			Fuerzas en Lineas 2			Fuerzas en Lineas 3			Fuerzas en Lineas 4			Fuerzas en Lineas 5			Fuerzas en Lineas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	16.3	16.4	17.9	14.4	14.4	17.0	16.1	15.9	16.7	18.34	18.52	22.46	18.44	18.	27.74	19.9	20.0	27.3
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		37.1	59.2	39.9	65.6	101.9	37.3	53.1	78.7	37.8	9.69	22.09	924.42	0.00	-999.	4143.78	127.2	182.4	78.7
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		40.3	64.7	41.2	79.6	125.5	38.0	62.4	91.4	37.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	171.1	235.8	82.2
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	16.3	16.4	17.9	14.4	14.4	17.0	16.1	15.9	16.7	18.34	18.52	22.46	18.44	18.	27.74	19.9	20.0	27.3
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		38.0	59.7	40.9	67.4	104.5	38.5	54.3	80.3	38.7	16.69	33.64	1432.79	0.00	-999.	7.80	126.1	184.5	72.4
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		38.4	61.0	40.2	77.9	121.3	38.4	61.8	89.9	39.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	174.9	246.1	86.6

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7			Fuerzas en Lineas 8			Fuerzas en Lineas 9			Fuerzas en Lineas 10		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	19.6	19.7	25.9	10.8	10.9	20.5	10.5	10.6	20.3	15.18	15.17	20.8
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		139.1	200.5	71.8	17.3	45.5	129.9	21.4	49.1	86.3	9.36	23.27	150.8
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		187.9	259.8	77.0	18.7	43.0	243.6	23.6	51.2	149.2	8.71	19.69	648.9
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	19.6	19.7	25.9	10.8	10.9	20.5	10.5	10.6	20.3	15.18	15.17	20.8
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		138.7	203.7	68.8	19.1	40.1	111.2	23.7	47.3	84.2	9.99	21.34	132.4
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		192.3	271.8	83.7	15.8	29.7	395.2	20.2	40.3	191.8	5.12	9.60	921.5

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0336

Amplitudes Significantes - Fuerzas Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1			Fuerza en Defensas 2			Fuerza en Defensas 3			Fuerza en Defensas 4			Fuerza en Defensas 5			Fuerza en Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.4	17.6	18.7	16.8	17.0	17.7
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	248.02	454.47	29.25	281.4	453.7	26.8	199.2	327.5	26.1
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	362.70	631.33	29.59	368.8	590.4	27.9	268.2	438.0	26.7
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.4	17.6	18.7	16.8	17.0	17.7
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	256.80	459.88	30.55	285.5	460.0	27.9	202.7	332.5	26.9
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	350.40	601.22	29.94	357.4	573.5	27.4	260.8	429.8	27.0

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0,1 m	Fuerza en Defensas 7			Fuerza en Defensas 8			Fuerza en Defensas 9			Fuerza en Defensas 10			Fuerza en Defensas 11			Fuerza en Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	16.2	16.4	15.9	15.6	15.8	14.7	15.0	15.3	16.0	7.41	7.66	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		152.1	254.9	27.9	137.6	245.5	30.9	152.6	284.5	35.4	174.03	330.61	40.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		201.7	337.1	28.8	171.4	300.1	31.8	174.2	323.9	36.7	190.44	368.74	44.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	16.2	16.4	15.9	15.6	15.8	14.7	15.0	15.3	16.0	7.41	7.66	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		154.8	256.9	29.2	145.0	250.2	32.4	163.6	297.6	36.2	188.22	355.12	40.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		191.9	322.1	27.5	162.1	284.4	30.6	165.0	312.0	36.8	176.84	350.12	43.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0337

Amplitudes Significantes - Deformaciones Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	aje Hs=0.	Deformación Defensas 1			Deformación Defensas 2			Deformación Defensas 3			Deformación Defensas 4			Deformación Defensas 5			Deformación Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0068	18.7	0.0064	0.0065	17.7
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.17	29.05	0.1051	0.1689	26.7	0.0752	0.1229	26.1
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.24	29.32	0.1376	0.2219	27.9	0.1005	0.1630	26.8
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0068	18.7	0.0064	0.0065	17.7
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.17	30.55	0.1066	0.1711	27.8	0.0766	0.1249	26.9
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.23	29.79	0.1332	0.2145	27.3	0.0977	0.1601	27.1

Run	Vv(n)	aje Hs=0.	Deformación Defensas 7			Deformación Defensas 8			Deformación Defensas 9			Deformación Defensas 10			Deformación Defensas 11			Deformación Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.0062	0.0063	15.9	0.0060	0.0061	14.7	0.0058	0.0059	16.0	0.0028	0.0029	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.0581	0.0969	27.9	0.0526	0.0932	30.9	0.0582	0.1075	35.4	0.0660	0.1244	40.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.0761	0.1266	28.8	0.0651	0.1133	31.8	0.0661	0.1219	36.7	0.0721	0.1382	44.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.0062	0.0063	15.9	0.0060	0.0061	14.7	0.0058	0.0059	16.0	0.0028	0.0029	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.0591	0.0977	29.3	0.0554	0.0952	32.4	0.0622	0.1125	36.2	0.0712	0.1334	40.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.0725	0.1212	27.4	0.0617	0.1075	30.6	0.0627	0.1175	36.8	0.0671	0.1314	43.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL R. JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0338

Valores Máximos Extrapolados - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Extrapolación a: 3 horas

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1				Fuerzas en Lineas 2				Fuerzas en Lineas 3				Fuerzas en Lineas 4				Fuerzas en Lineas 5				Fuerzas en Lineas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	2.33E+0	-621.	16.4	602.	1.50E+2	-3.13E+4	14.4	637.	-0.40	104.14	15.9	646.	0.39	-129.	18.50	480.90	0.	120.	18.	389.	3.12E+0	-1.24E+3	20.0	395.
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		9.88E-4	0.	54.1	271.	3.45E-4	-5.84E-1	93.9	290.	0.00	-0.84	72.9	285.	0.01	0.	12.23	11.68	-999.	-999.	-999.	-999.	1.22E-4	-1.07E+0	162.0	137.
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		8.27E-4	0.	59.0	262.	2.27E-4	-5.79E-1	115.5	284.	0.00	-0.94	84.8	285.	0.00	0.	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	7.86E-5	-1.37E+0	210.7	131.
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	2.33E+0	-621.	16.4	602.	1.50E+2	-3.13E+4	14.4	637.	-0.40	104.14	15.9	646.	0.39	-129.	18.50	480.90	0.	120.	18.	389.	3.12E+0	-1.24E+3	20.0	395.
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		9.91E-4	-1.	54.5	264.	3.31E-4	-6.11E-1	96.2	281.	0.00	-0.86	74.3	279.	0.00	0.	16.64	7.54	-999.	-999.	-999.	-999.	1.16E-4	-9.48E-1	164.0	149.
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		9.35E-4	0.	55.8	269.	2.45E-4	-6.06E-1	111.7	281.	0.00	-0.95	83.3	276.	0.00	0.	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	6.92E-5	-1.19E+0	218.0	125.

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7				Fuerzas en Lineas 8				Fuerzas en Lineas 9				Fuerzas en Lineas 10			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	1.64E+0	-632.	19.7	418.	2.6979	-316.	10.9	526.8	2.7120	-300.	10.6	533.3	-18.2	4198.982	15.17	520.4
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		1.00E-4	-1.	178.8	150.	0.0013	0.	35.5	83.1	0.0012	0.	40.4	125.2	0.0	0.227	17.83	71.6
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		6.43E-5	-1.	232.8	140.	0.0015	0.	30.9	44.3	0.0011	0.	39.6	72.4	0.0	0.177	11.97	16.6
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	1.64E+0	-632.	19.7	418.	2.6979	-316.	10.9	526.8	2.7120	-300.	10.6	533.3	-18.2	4198.982	15.17	520.4
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		9.48E-5	-1.	181.7	157.	0.0018	0.	32.2	97.1	0.0013	0.	39.3	128.3	0.0	0.154	16.77	81.5
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		5.63E-5	-1.	241.0	129.	0.0033	0.	20.3	27.3	0.0018	0.	30.3	56.3	0.0	0.011	5.71	11.7

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1				Fuerza en Defensas 2				Fuerza en Defensas 3				Fuerza en Defensas 4				Fuerza en Defensas 5				Fuerza en Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76E-1	-82.6	17.6	577.	2.96E-1	-82.6	17.0	609.
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.05	421.05	369.22	1.66E-5	-0.4	426.8	403.	3.14E-5	-0.4	308.3	414.
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	586.61	364.95	9.96E-6	-0.5	554.3	388.	1.76E-5	-0.4	411.7	404.
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76E-1	-82.6	17.6	577.	2.96E-1	-82.6	17.0	609.
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10	425.02	353.46	1.63E-5	-0.5	431.7	387.	3.03E-5	-0.4	312.3	402.
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	558.05	360.76	1.05E-5	-0.5	538.9	395.	1.83E-5	-0.4	403.7	400.

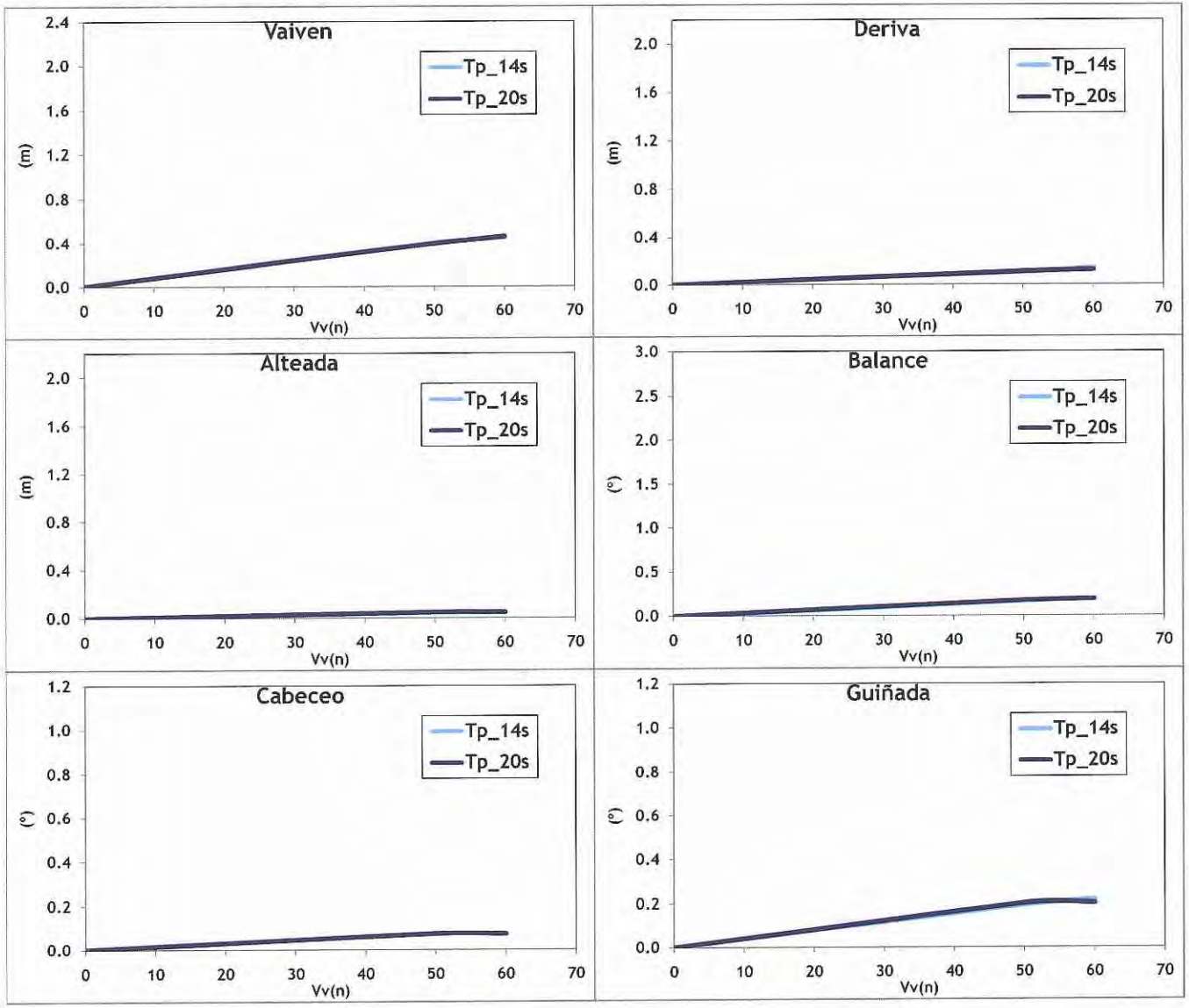
Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1				Deformación Defensas 2				Deformación Defensas 3				Deformación Defensas 4				Deformación Defensas 5				Deformación Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1937198.0	-85.4	0.0067	577.	2061123.	-84.8	0.0065	609.
PE111_W180_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.12	-0.06	0.16	371.83	120.8	-0.4	0.1590	404.	225.	-0.4	0.1158	414.
PE111_W180_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.28	-0.17	0.22	368.41	70.3	-0.5	0.2083	387.	128.	-0.4	0.1532	403.
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1937198.0	-85.4	0.0067	577.	2061123.	-84.8	0.0065	609.
PE111_W180_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	105.65	-0.11	0.16	353.46	118.6	-0.5	0.1606	389.	217.	-0.4	0.1173	401.
PE111_W180_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.90	-0.20	0.21	362.49	75.0	-0.5	0.2016	395.	133.	-0.4	0.1504	399.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0339

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos

PE111 - 1

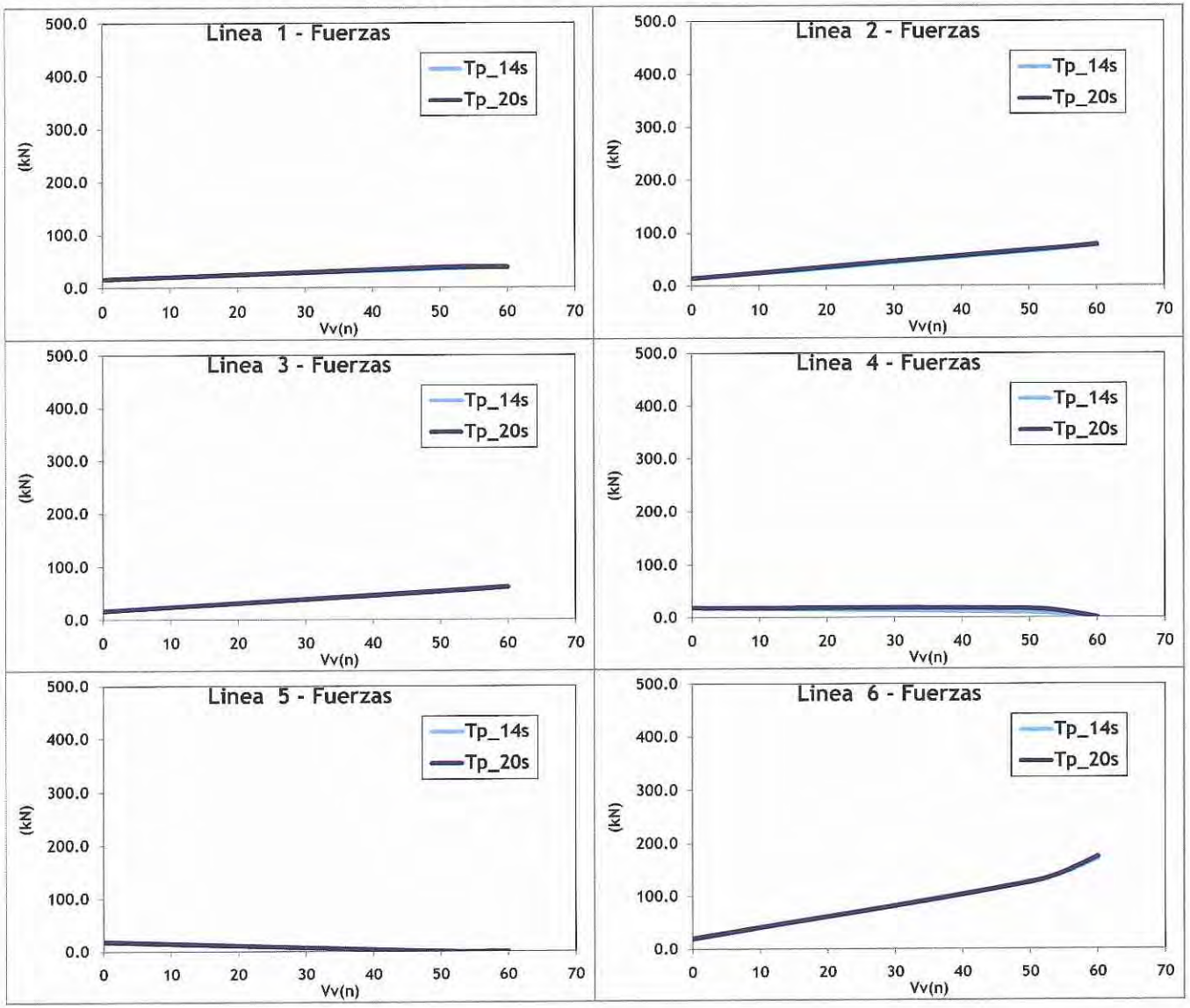


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0340

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas

PE111 - 3 (1/ 2)

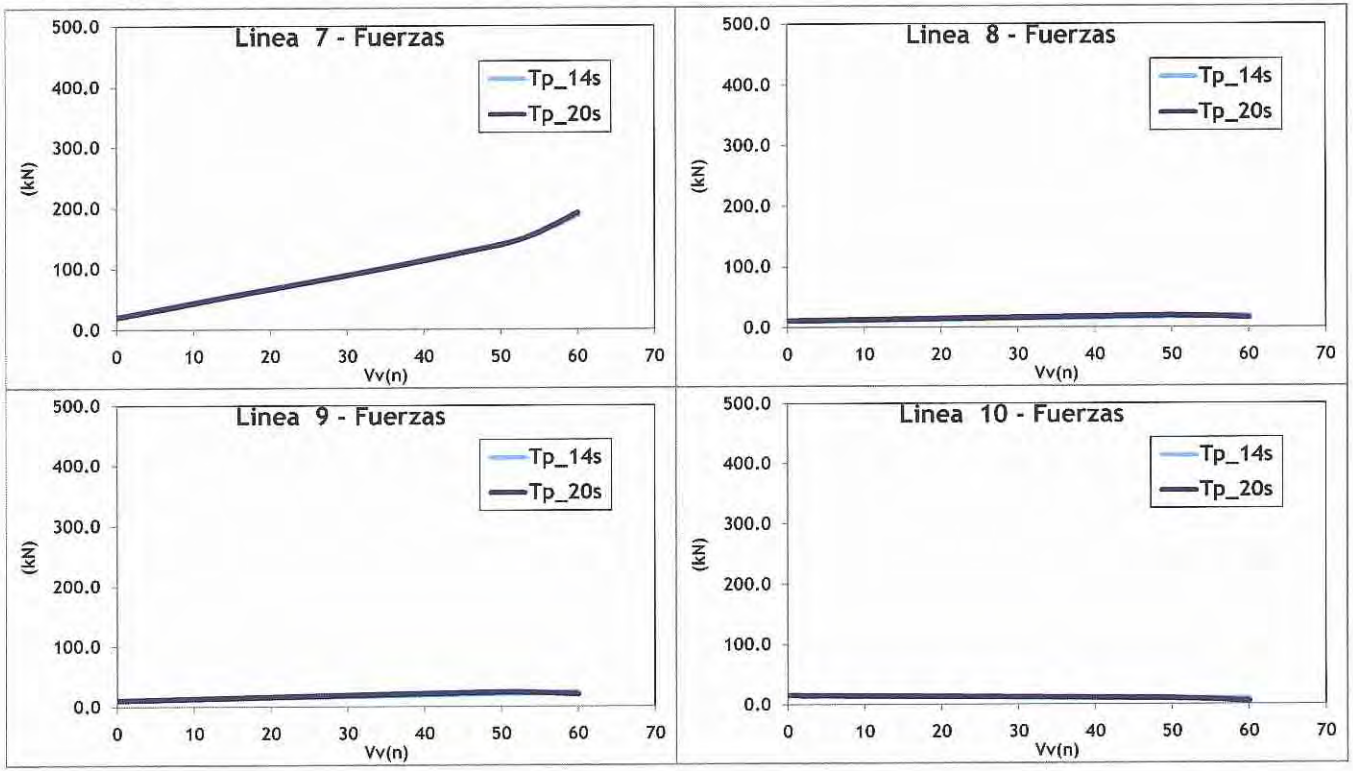


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0341

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas

PE111 - 3 (2/ 2)

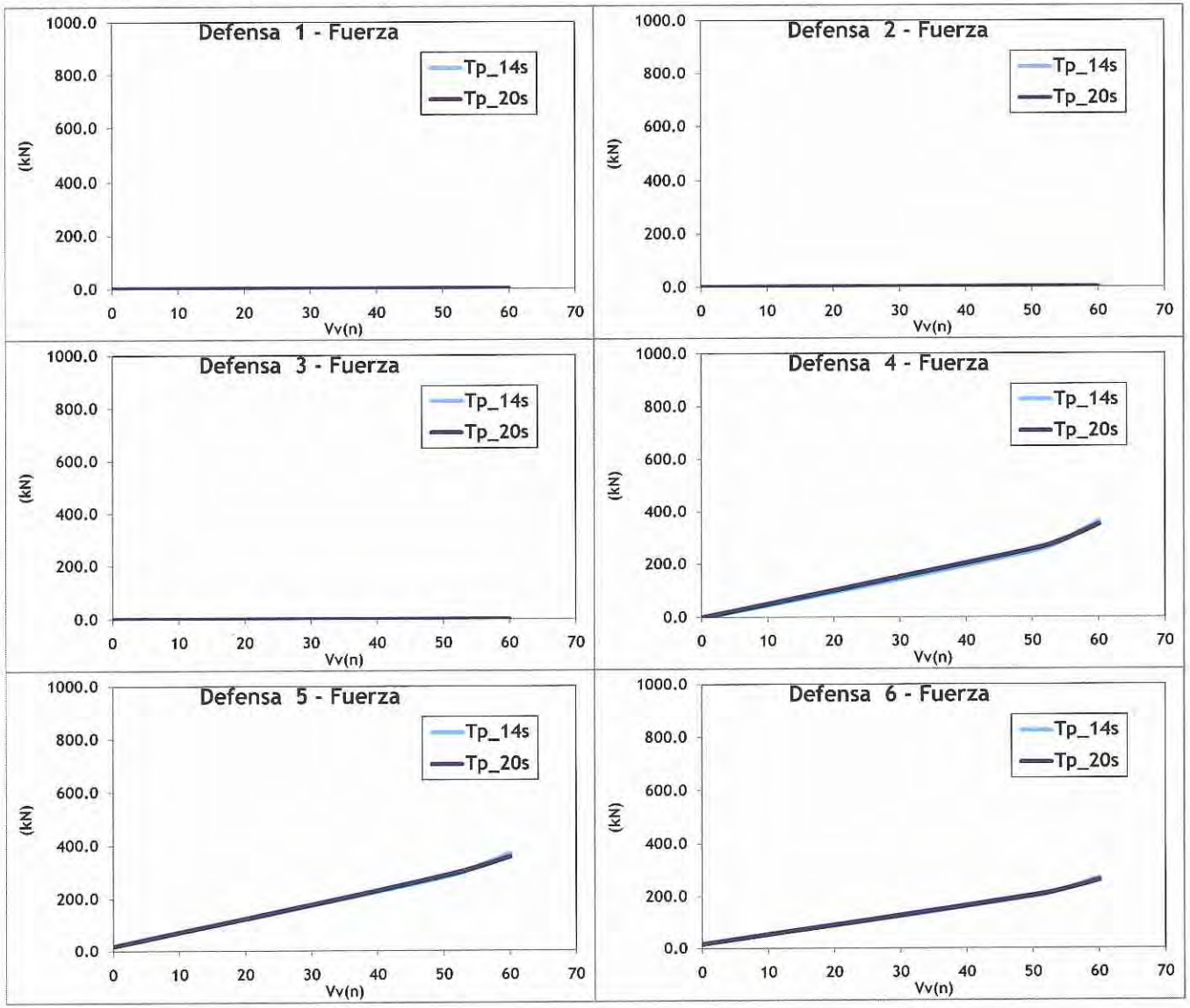


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0342

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE111 - 5 (1/ 2)

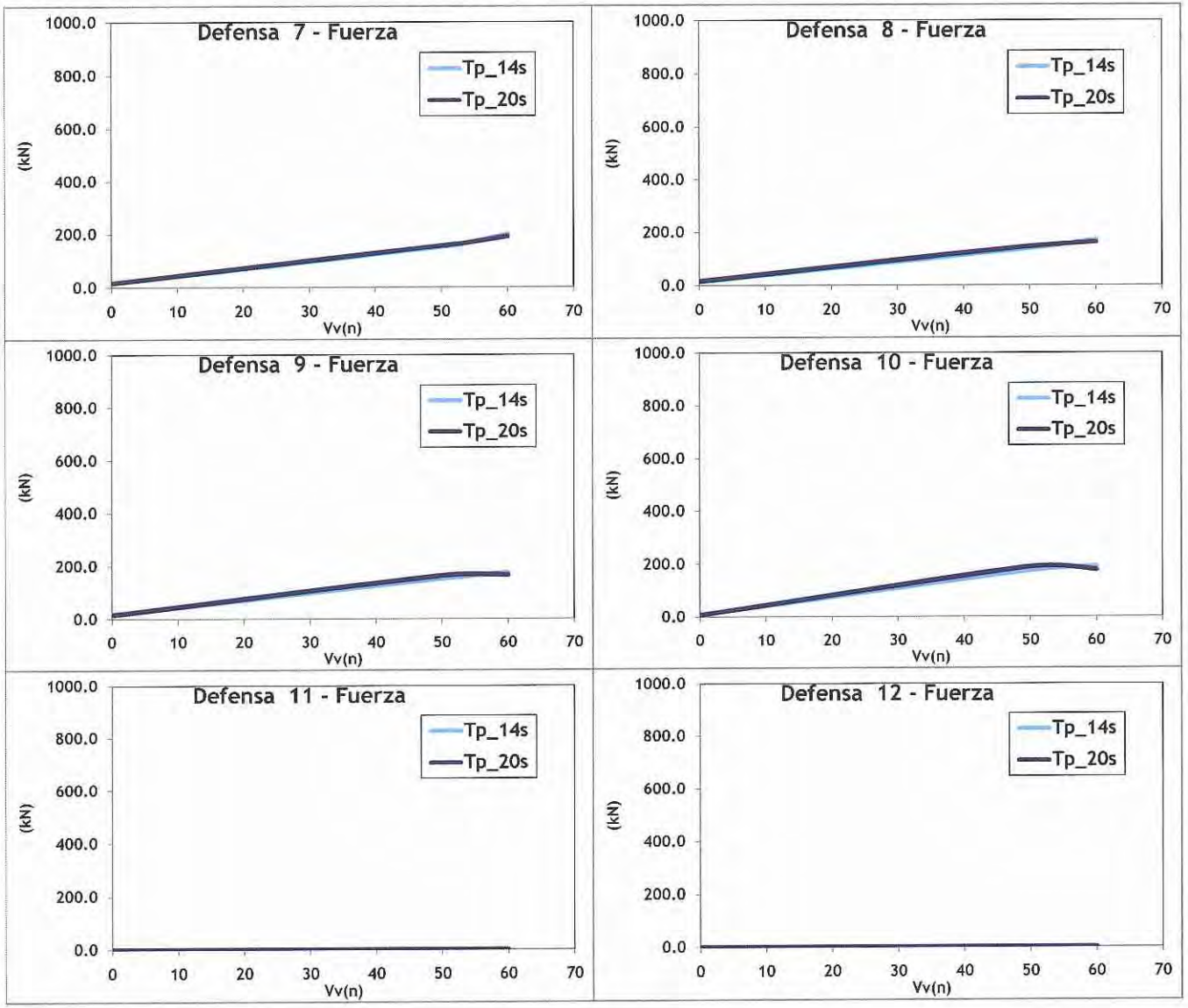


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0343

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE111 - 5 (2/ 2)

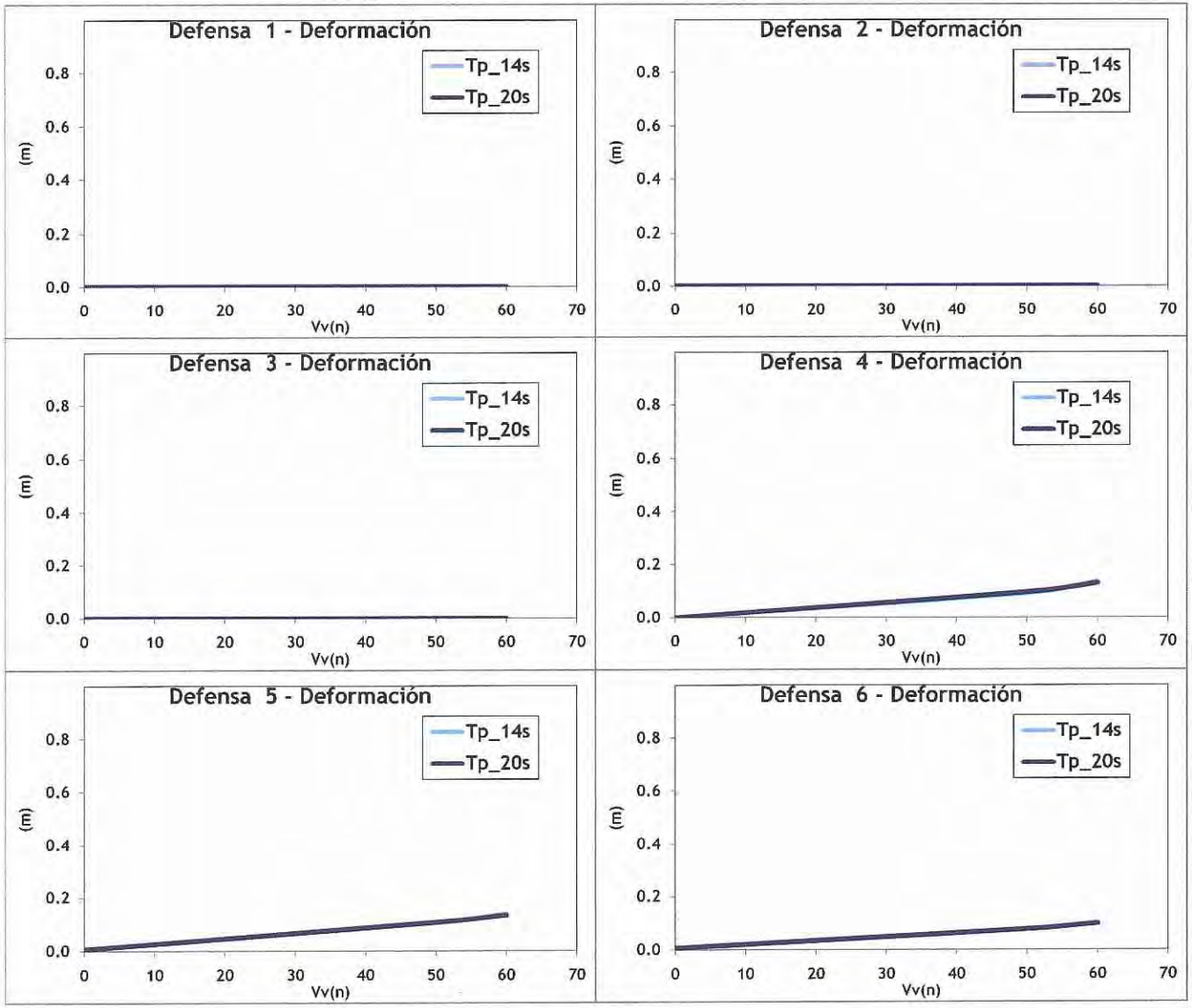


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0344

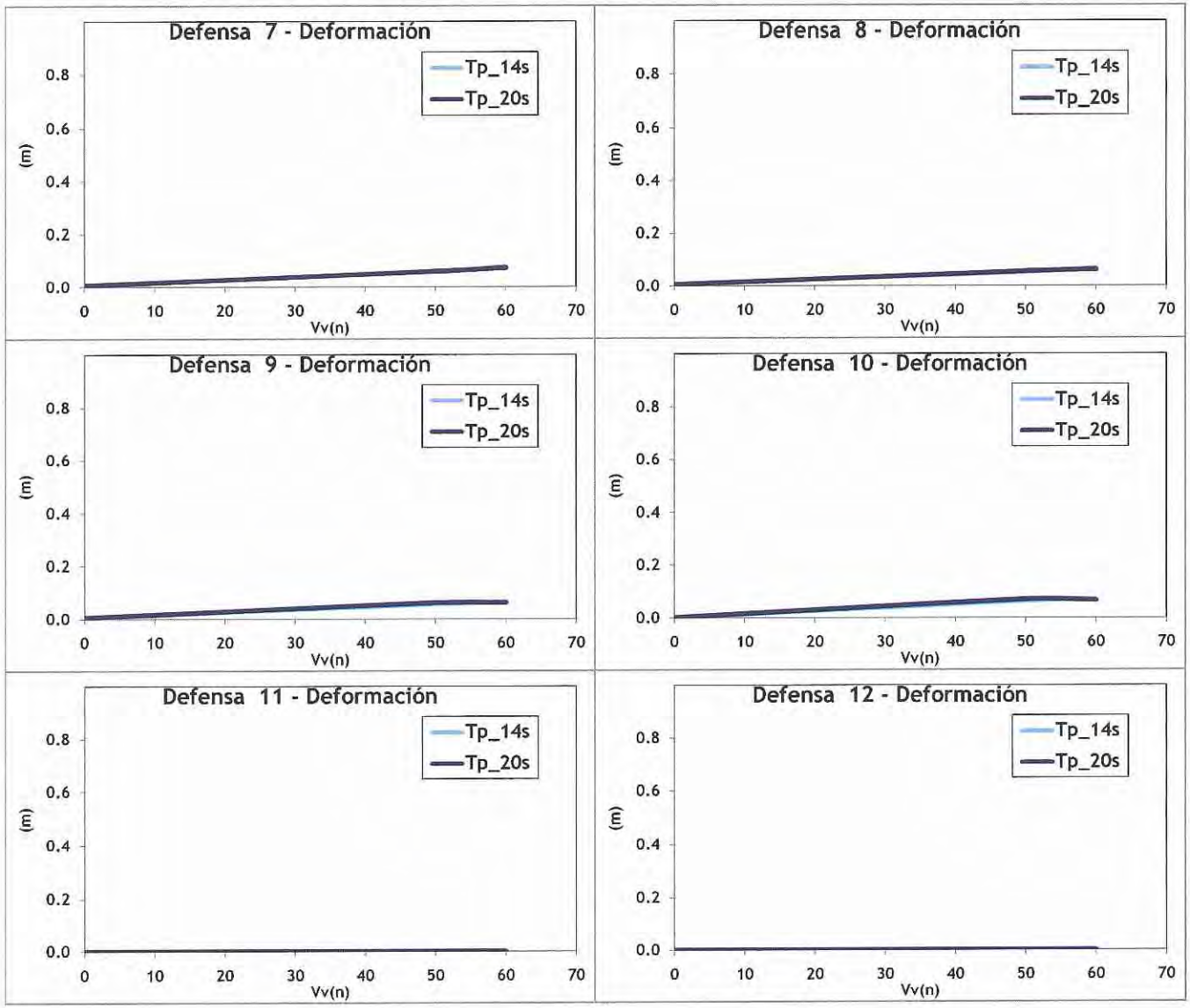
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Deflection Fenders

PE111 - 6 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0345

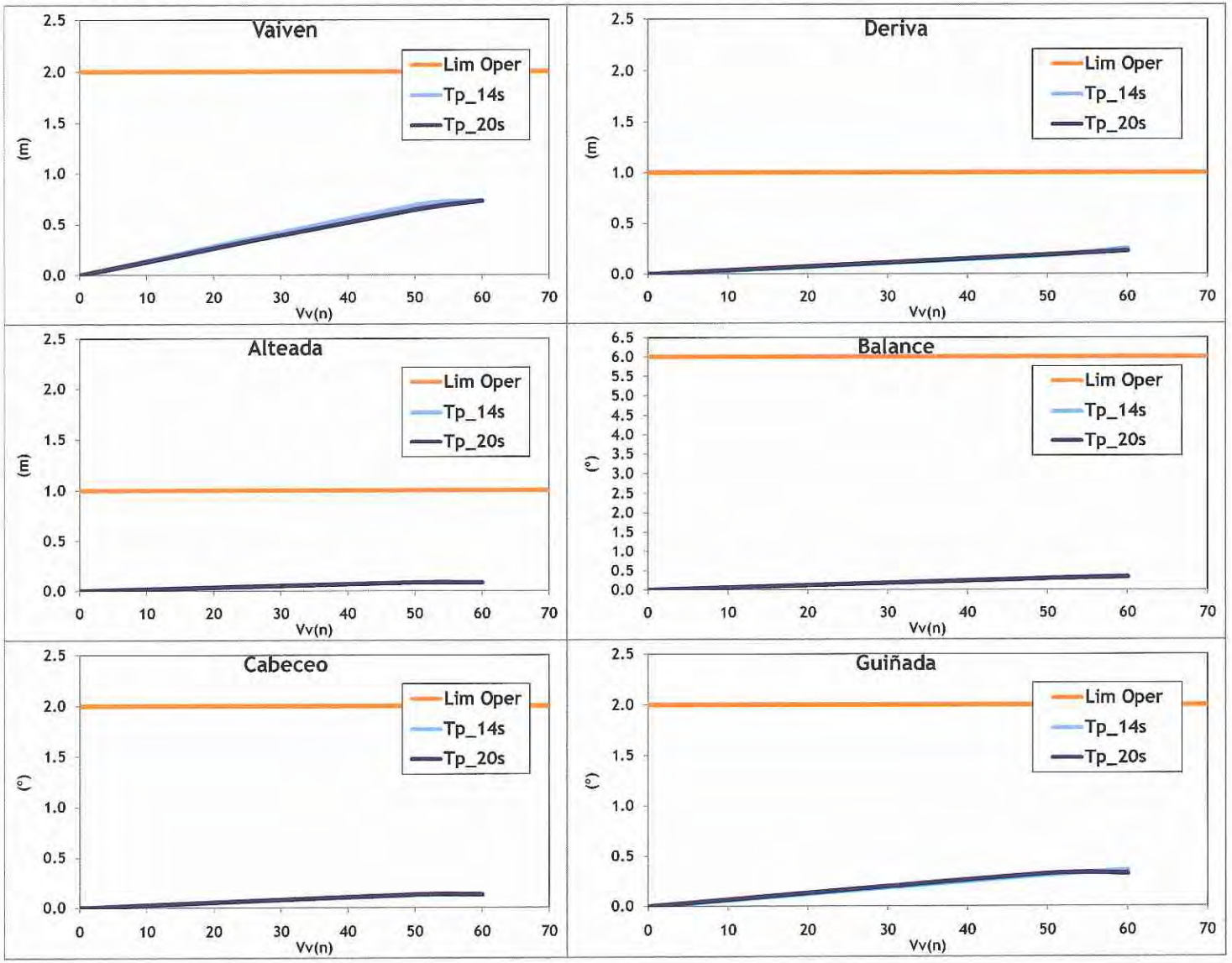


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0346

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos Extrapolados

EPE111 - 1

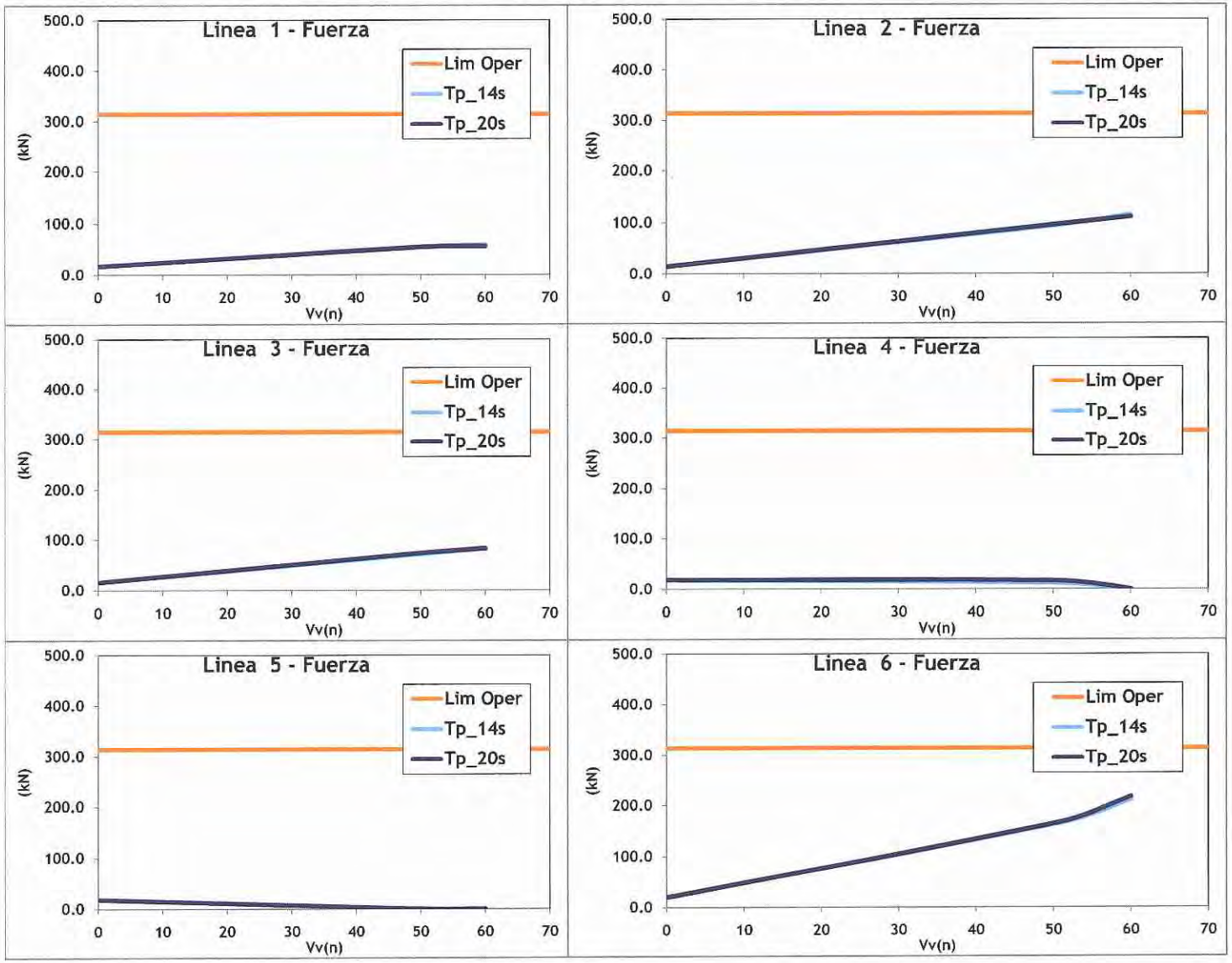


RAUL RIVAS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0347

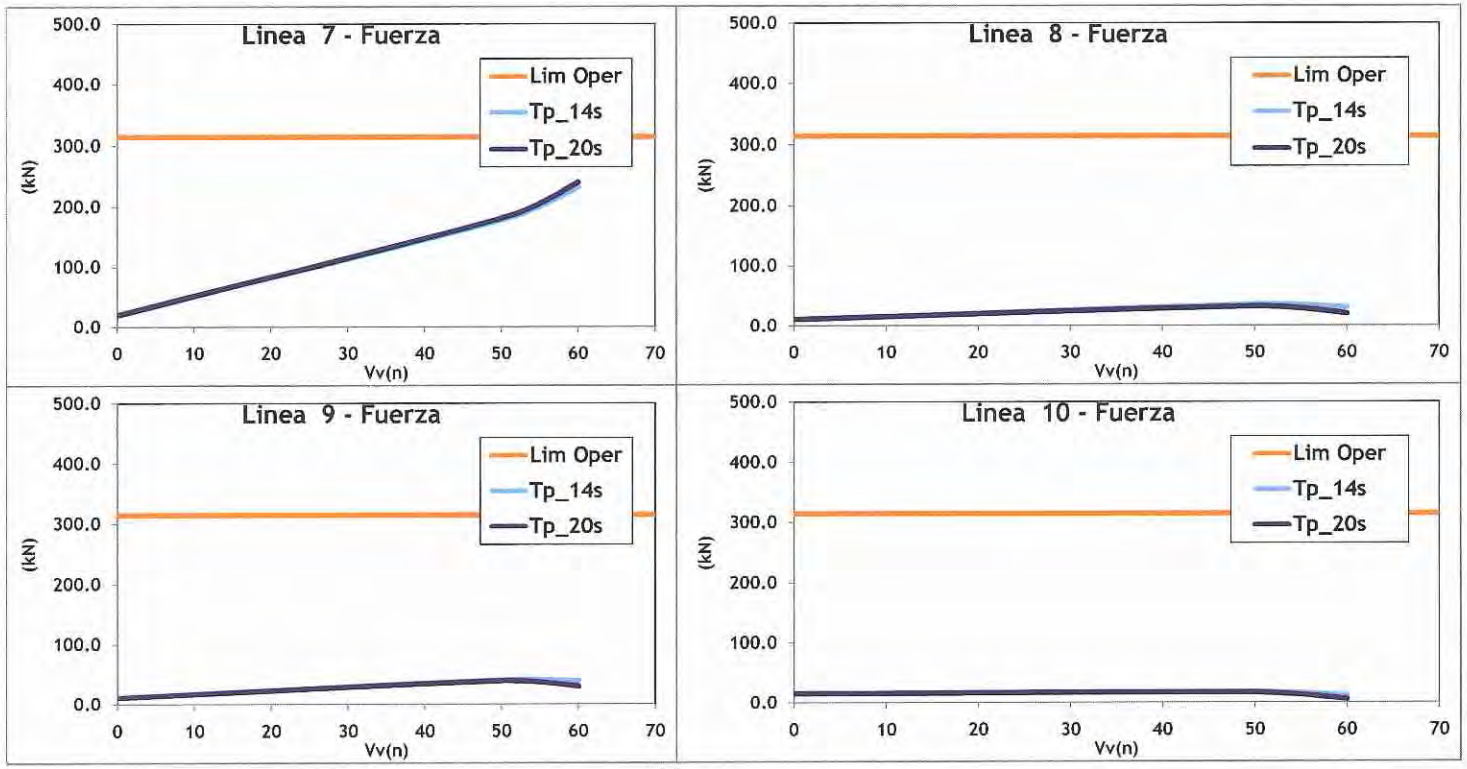
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas

EPE111 - 3 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0348

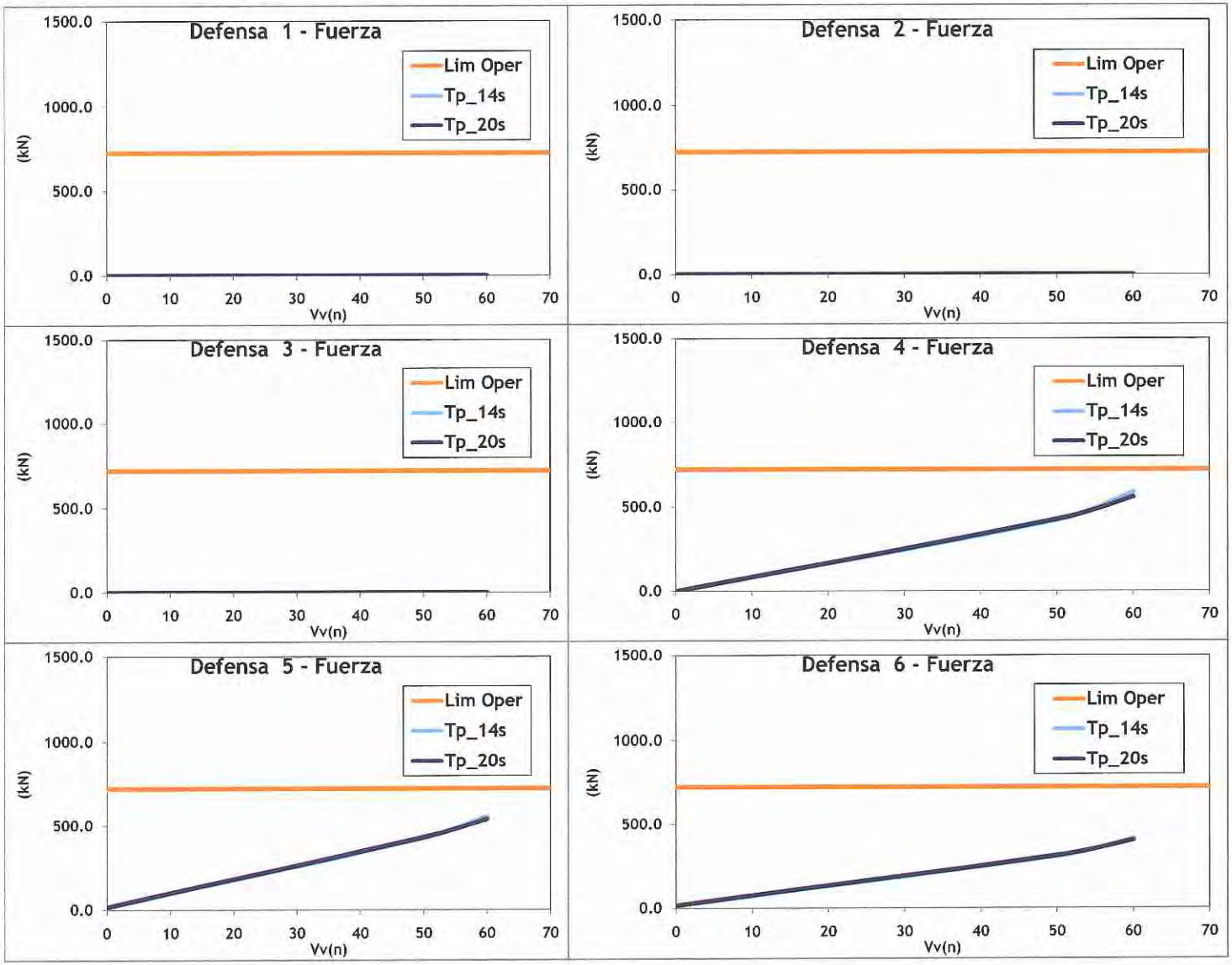


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0349

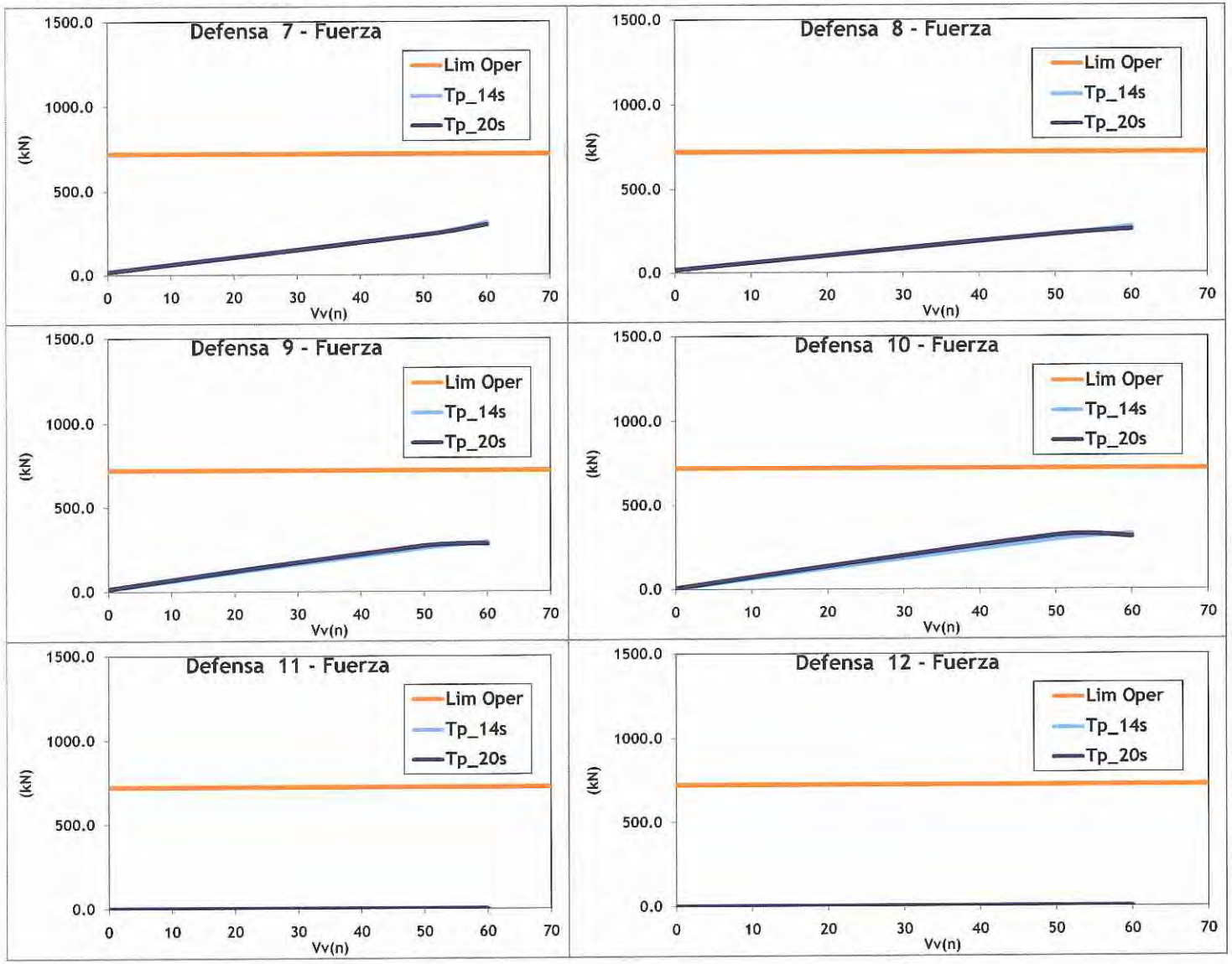
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas

EPE111 - 5 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0350

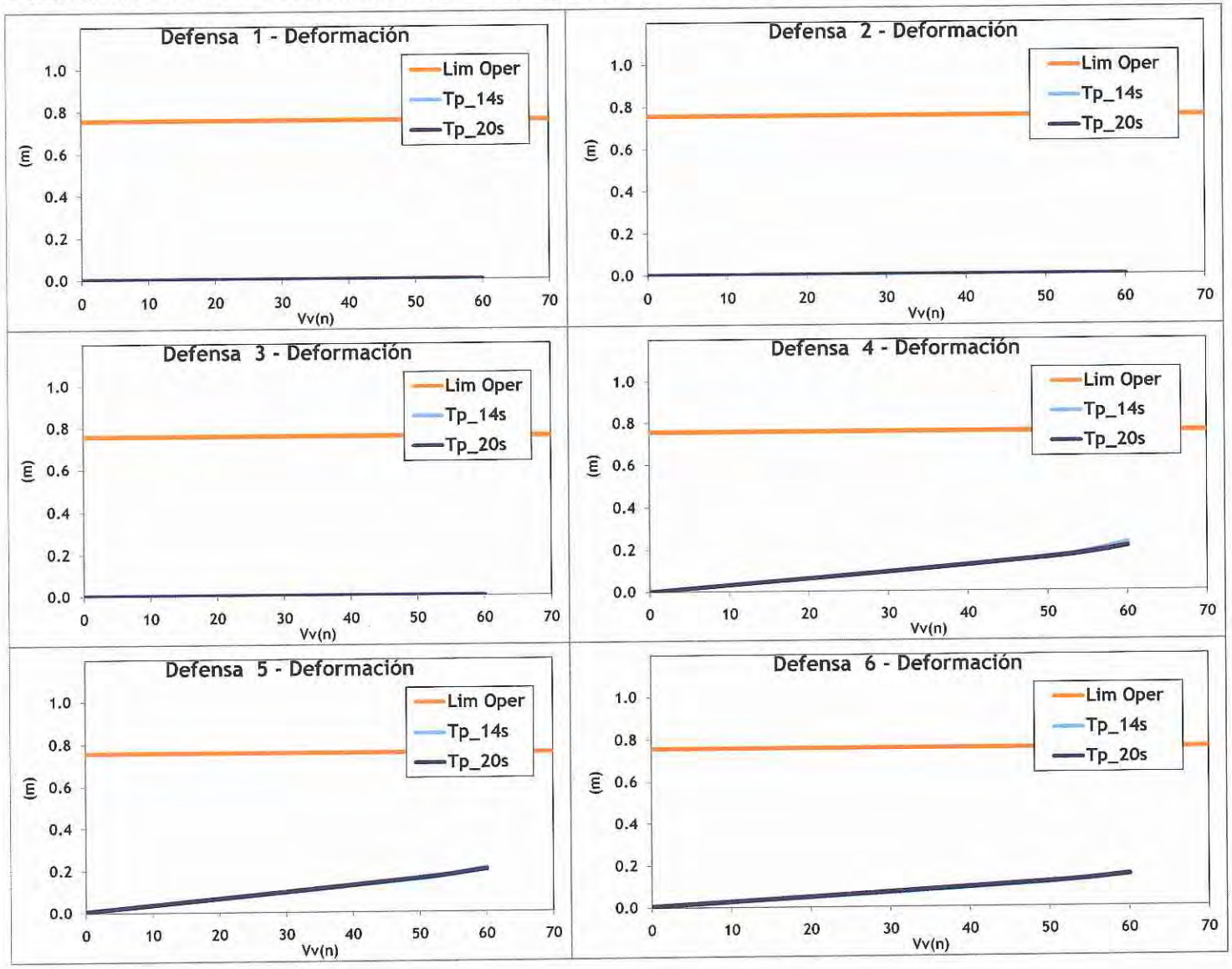


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0351

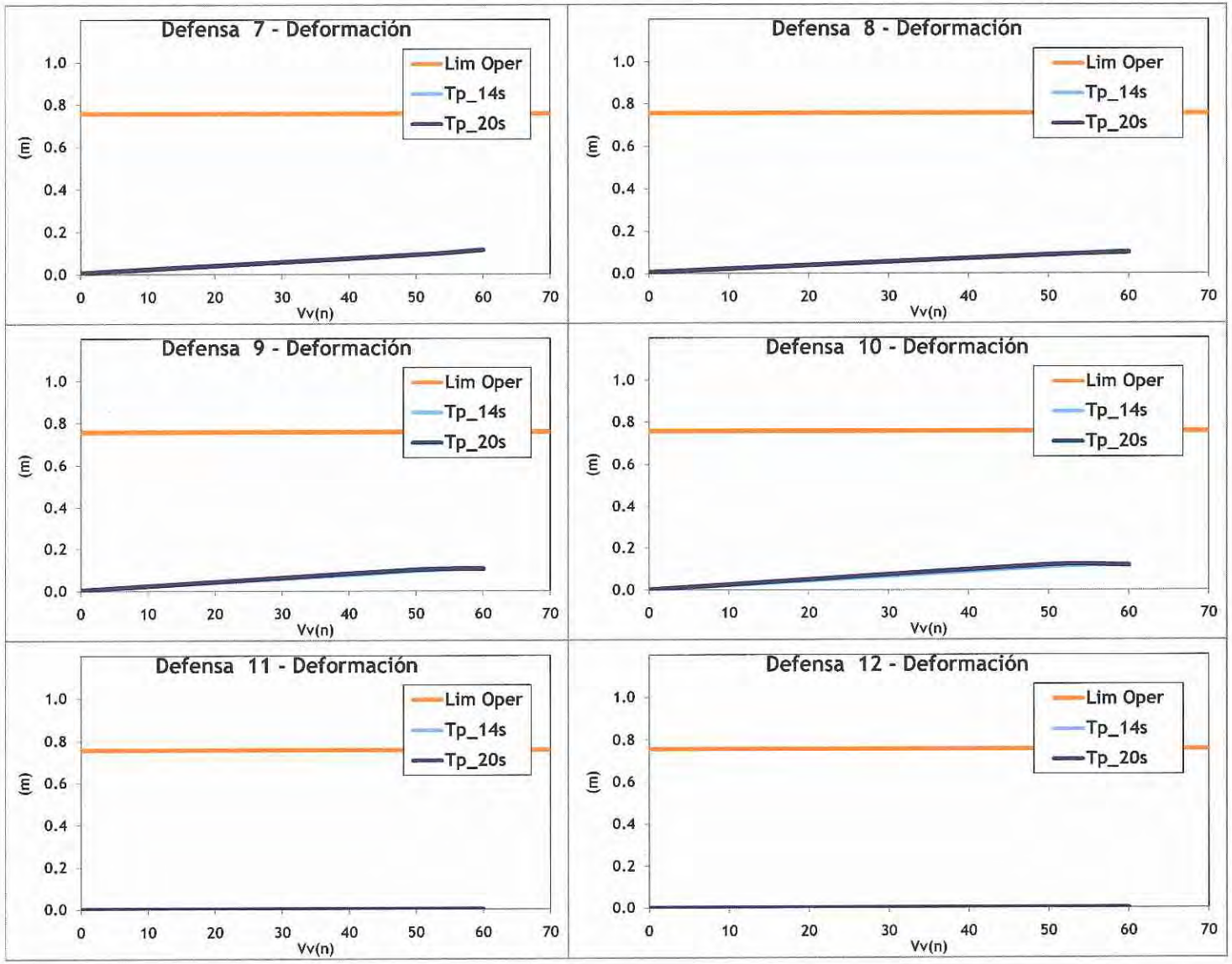
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Deformacion en Defensas

EPE111 - 6 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0352



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0353

Amplitudes Significantes - Movimientos - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

PE120 - 1

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	X - Vaiven			Y - Deriva			Z - Alteada			Phi - Balance			Theta - Cabeceo			Psi - Guiñada		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	4.32E-5	1.12E-4	36.6	4.55E-5	1.65E-4	18.2	3.18E-5	2.03E-4	15.3	5.35E-5	3.02E-4	11.5	1.33E-5	5.82E-5	11.4	8.78E-5	2.30E-4	21.2
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		6.33E-1	1.31E+0	69.5	9.29E-1	1.57E+0	72.3	2.08E-2	3.80E-2	14.3	1.89E-1	3.61E-1	15.0	6.02E-2	1.12E-1	14.1	4.22E-1	7.43E-1	37.1
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		1.57E+0	3.11E+0	67.2	2.26E+0	3.89E+0	64.4	2.32E-2	4.17E-2	16.3	5.70E-1	1.03E+0	14.6	6.31E-2	1.16E-1	14.9	7.94E-1	1.42E+0	34.7
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		2.27E+0	4.42E+0	67.6	2.95E+0	5.23E+0	64.1	2.65E-2	4.79E-2	17.9	8.01E-1	1.46E+0	13.4	6.62E-2	1.20E-1	16.0	9.62E-1	1.71E+0	32.0
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	4.32E-5	1.12E-4	36.6	4.55E-5	1.65E-4	18.2	3.18E-5	2.03E-4	15.3	5.35E-5	3.02E-4	11.5	1.33E-5	5.82E-5	11.4	8.78E-5	2.30E-4	21.2
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		5.10E-1	9.47E-1	61.1	9.54E-1	1.64E+0	72.5	4.65E-2	8.46E-2	20.2	1.88E-1	3.56E-1	14.5	7.32E-2	1.35E-1	18.8	4.06E-1	7.43E-1	36.2
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		1.85E+0	3.54E+0	68.9	2.18E+0	3.72E+0	65.6	4.75E-2	8.70E-2	20.6	5.69E-1	1.05E+0	14.3	7.61E-2	1.40E-1	19.4	8.07E-1	1.50E+0	34.6
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		3.43E+0	6.99E+0	67.1	3.01E+0	5.23E+0	63.2	4.89E-2	8.93E-2	20.9	8.27E-1	1.50E+0	13.5	7.81E-2	1.43E-1	19.7	1.03E+0	1.94E+0	33.6

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0354

Amplitudes Significantes - Fuerzas Líneas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1			Fuerzas en Lineas 2			Fuerzas en Lineas 3			Fuerzas en Lineas 4			Fuerzas en Lineas 5			Fuerzas en Lineas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	16.4	16.4	18.2	14.9	15.0	17.5	16.4	16.4	17.7	18.3	18.3	21.2	18.3	18.2	27.0	19.9	19.9	28.2
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		133.3	217.6	57.2	194.9	318.9	58.3	128.6	210.7	55.8	52.3	82.7	57.6	56.3	96.9	61.9	60.4	103.4	59.0
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		362.8	587.7	56.0	537.4	880.9	53.4	352.7	576.7	53.1	123.2	212.0	58.6	139.0	257.8	63.7	147.6	274.1	61.6
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		471.1	778.5	49.7	719.1	1194.5	47.4	469.0	778.0	47.6	167.6	292.9	56.8	199.6	378.2	61.3	213.0	401.7	57.9
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	16.4	16.4	18.2	14.9	15.0	17.5	16.4	16.4	17.7	18.3	18.3	21.2	18.3	18.2	27.0	19.9	19.9	28.2
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		134.9	222.5	57.7	197.1	324.8	58.2	130.0	214.7	56.1	48.9	76.3	53.4	50.0	81.1	56.5	57.2	92.4	53.8
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		347.5	567.0	53.1	518.9	853.1	52.8	341.4	559.6	52.8	126.1	225.1	56.7	153.2	292.8	62.3	168.9	309.8	64.9
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		480.7	782.8	50.5	743.8	1211.3	50.5	486.0	790.0	50.9	218.5	400.3	59.1	301.4	594.9	67.1	307.0	591.5	64.7

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7			Fuerzas en Lineas 8			Fuerzas en Lineas 9			Fuerzas en Lineas 10		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	19.6	19.5	26.1	11.5	11.5	20.0	11.3	11.3	18.4	15.1	15.1	20.9
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		67.0	116.7	54.3	199.7	331.2	40.9	206.0	341.9	40.3	104.9	170.7	42.9
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		170.8	313.9	57.7	510.0	859.2	37.8	523.5	883.0	37.0	271.0	449.6	41.5
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		248.8	456.6	55.0	696.9	1171.1	33.9	716.1	1204.4	33.5	363.1	607.8	36.4
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	19.6	19.5	26.1	11.5	11.5	20.0	11.3	11.3	18.4	15.1	15.1	20.9
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		64.3	105.0	49.1	197.7	332.2	38.9	203.5	342.2	38.6	104.3	173.0	40.9
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		196.7	353.1	60.8	503.3	828.5	37.8	517.9	853.1	37.3	265.2	433.3	39.0
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		351.7	669.6	61.5	704.5	1147.4	35.8	723.9	1181.8	35.0	365.4	594.9	37.9

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0355

Amplitudes Significantes - Fuerzas Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1			Fuerza en Defensas 2			Fuerza en Defensas 3			Fuerza en Defensas 4			Fuerza en Defensas 5			Fuerza en Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.4	17.6	19.7	16.6	16.8	17.9
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	224.54	430.28	636.65	301.9	589.9	115.6	227.6	444.2	125.6
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	552.40	1034.08	270.55	588.2	1064.4	169.9	518.3	942.6	172.6
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	614.09	1139.24	380.51	587.1	1064.9	220.9	594.0	1068.8	242.6
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.4	17.6	19.7	16.6	16.8	17.9
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	240.86	492.77	412.51	353.6	656.1	135.6	268.6	497.9	158.2
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	496.83	918.35	320.06	557.6	1014.7	185.2	493.9	915.8	217.7
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	642.71	1159.97	269.26	664.3	1183.2	189.6	606.0	1093.1	189.6

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 7			Fuerza en Defensas 8			Fuerza en Defensas 9			Fuerza en Defensas 10			Fuerza en Defensas 11			Fuerza en Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	15.8	16.0	16.4	15.1	15.3	15.4	14.4	14.6	17.7	6.61	6.82	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		210.8	434.9	134.5	249.9	499.6	122.9	331.2	612.9	115.3	402.62	743.70	108.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		515.9	938.6	167.9	559.6	1018.8	159.3	620.6	1129.5	153.4	660.95	1195.46	141.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		666.4	1237.8	252.4	698.5	1308.6	207.3	716.1	1324.0	200.6	736.83	1376.92	188.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	15.8	16.0	16.4	15.1	15.3	15.4	14.4	14.6	17.7	6.61	6.82	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		226.5	439.9	147.7	261.0	487.5	142.6	334.0	610.8	129.2	412.56	743.83	124.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		484.2	917.6	210.4	550.0	1022.4	200.2	608.8	1128.3	172.4	643.29	1160.48	161.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		613.1	1107.9	193.3	636.1	1141.5	168.0	683.5	1231.2	148.8	719.26	1303.53	142.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0356

Amplitudes Significantes - Deformaciones Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1			Deformación Defensas 2			Deformación Defensas 3			Deformación Defensas 4			Deformación Defensas 5			Deformación Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0068	19.7	0.0064	0.0065	17.9
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16	636.65	0.1130	0.2207	115.6	0.0856	0.1659	125.6
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.43	270.55	0.2433	0.4581	169.9	0.2027	0.3775	172.6
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54	380.51	0.2514	0.5098	220.9	0.2453	0.4590	242.6
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0068	19.7	0.0064	0.0065	17.9
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.18	412.51	0.1321	0.2460	135.6	0.1005	0.1854	156.2
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.36	320.06	0.2228	0.4140	185.2	0.1936	0.3865	217.7
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.69	269.26	0.3062	0.5887	189.6	0.2642	0.5259	189.6

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 7			Deformación Defensas 8			Deformación Defensas 9			Deformación Defensas 10			Deformación Defensas 11			Deformación Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.0061	0.0061	16.4	0.0058	0.0059	15.4	0.0055	0.0056	17.7	0.0025	0.0026	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.0795	0.1621	134.5	0.0938	0.1867	122.9	0.1238	0.2295	115.3	0.1515	0.2818	108.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.2002	0.3680	167.9	0.2259	0.4281	159.3	0.2776	0.5490	153.4	0.3332	0.6720	141.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.3001	0.5613	252.4	0.3619	0.7023	207.3	0.4567	0.8802	200.6	0.5627	1.0604	194.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.0061	0.0061	16.4	0.0058	0.0059	15.4	0.0055	0.0056	17.7	0.0025	0.0026	18.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.0852	0.1644	147.7	0.0978	0.1818	142.6	0.1245	0.2274	129.2	0.1547	0.2797	124.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.1921	0.4222	210.4	0.2282	0.4888	200.2	0.2777	0.5906	174.8	0.3284	0.7149	161.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.2775	0.5743	193.3	0.3035	0.6619	168.0	0.3561	0.7648	148.8	0.4238	0.8698	142.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0357

Valores Máximos Extrapolados - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Extrapolación a: 3 horas

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1				Fuerzas en Lineas 2				Fuerzas en Lineas 3				Fuerzas en Lineas 4				Fuerzas en Lineas 5				Fuerzas en Lineas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	6.89E+0	-1.85E+3	16.4	595.	1.08E+0	-239.	15.0	618.	-4.75	1274.14	16.4	610.	-10.8	3610.34	18.3	509.	-0.45	153.29	18.2	400.	-0.99	393.22	19.9	383.
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		7.12E-5	-3.71E-1	192.8	189.	3.32E-5	0.	282.3	185.	0.00	-0.36	187.0	194.	0.0	-0.53	73.7	188.	0.00	-0.24	84.8	174.	0.00	-0.28	91.0	183.
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		9.82E-6	-3.91E-1	522.1	193.	4.31E-6	0.	784.1	202.	0.00	-0.35	513.7	203.	0.0	-0.20	186.1	184.	0.00	-0.06	223.0	170.	0.00	-0.03	237.5	175.
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		5.48E-6	-3.19E-1	696.4	217.	2.30E-6	0.	1071.3	228.	0.00	-0.30	697.8	227.	0.0	-0.15	257.1	190.	0.00	0.01	327.1	176.	0.00	0.01	349.3	187.
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	6.89E+0	-1.85E+3	16.4	595.	1.08E+0	-239.	15.0	618.	-4.75	1274.14	16.4	610.	-10.8	3610.34	18.3	509.	-0.45	153.29	18.2	400.	-0.99	393.22	19.9	383.
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		6.67E-5	-3.03E-1	196.5	187.	3.15E-5	0.	286.9	185.	0.00	-0.31	190.1	192.	0.0	-0.58	68.5	202.	0.00	-0.42	72.1	191.	0.00	-0.40	82.4	201.
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		1.05E-5	-3.68E-1	505.4	204.	4.60E-6	0.	760.2	204.	0.00	-0.36	498.9	204.	0.0	-0.12	197.4	191.	0.00	0.01	252.8	173.	0.00	-0.05	267.3	166.
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		5.49E-6	-3.63E-1	700.5	214.	2.29E-6	0.	1083.8	214.	0.00	-0.37	706.8	212.	0.0	-0.05	348.4	183.	0.00	0.07	508.0	161.	0.00	0.06	507.5	167.

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7				Fuerzas en Lineas 8				Fuerzas en Lineas 9				Fuerzas en Lineas 10			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	-0.57	218.70	19.5	414.	2.58E+0	-339.	11.5	540.	2.19E+0	-279.	11.3	587.	3.22E+0	-735.	15.1	516.
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	-0.25	103.3	199.	3.03E-5	0.	301.0	264.	2.83E-5	0.	311.0	268.	1.16E-4	0.	154.9	252.
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	-0.05	274.0	187.	4.42E-6	0.	784.2	286.	4.18E-6	0.	807.2	292.	1.63E-5	0.	407.9	261.
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	-0.04	400.0	196.	2.38E-6	0.	1078.3	318.	2.25E-6	0.	1110.1	323.	8.89E-6	0.	556.8	296.
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	-0.57	218.70	19.5	414.	2.58E+0	-339.	11.5	540.	2.19E+0	-279.	11.3	587.	3.22E+0	-735.	15.1	516.
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	-0.36	94.2	220.	2.95E-5	0.	302.4	277.	2.78E-5	0.	311.9	280.	1.11E-4	0.	157.2	264.
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	-0.08	307.0	178.	4.86E-6	0.	758.0	286.	4.58E-6	0.	781.2	289.	1.78E-5	0.	395.6	277.
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.04	577.9	176.	2.53E-6	0.	1053.8	301.	2.38E-6	0.	1087.2	308.	9.43E-6	0.	544.1	285.

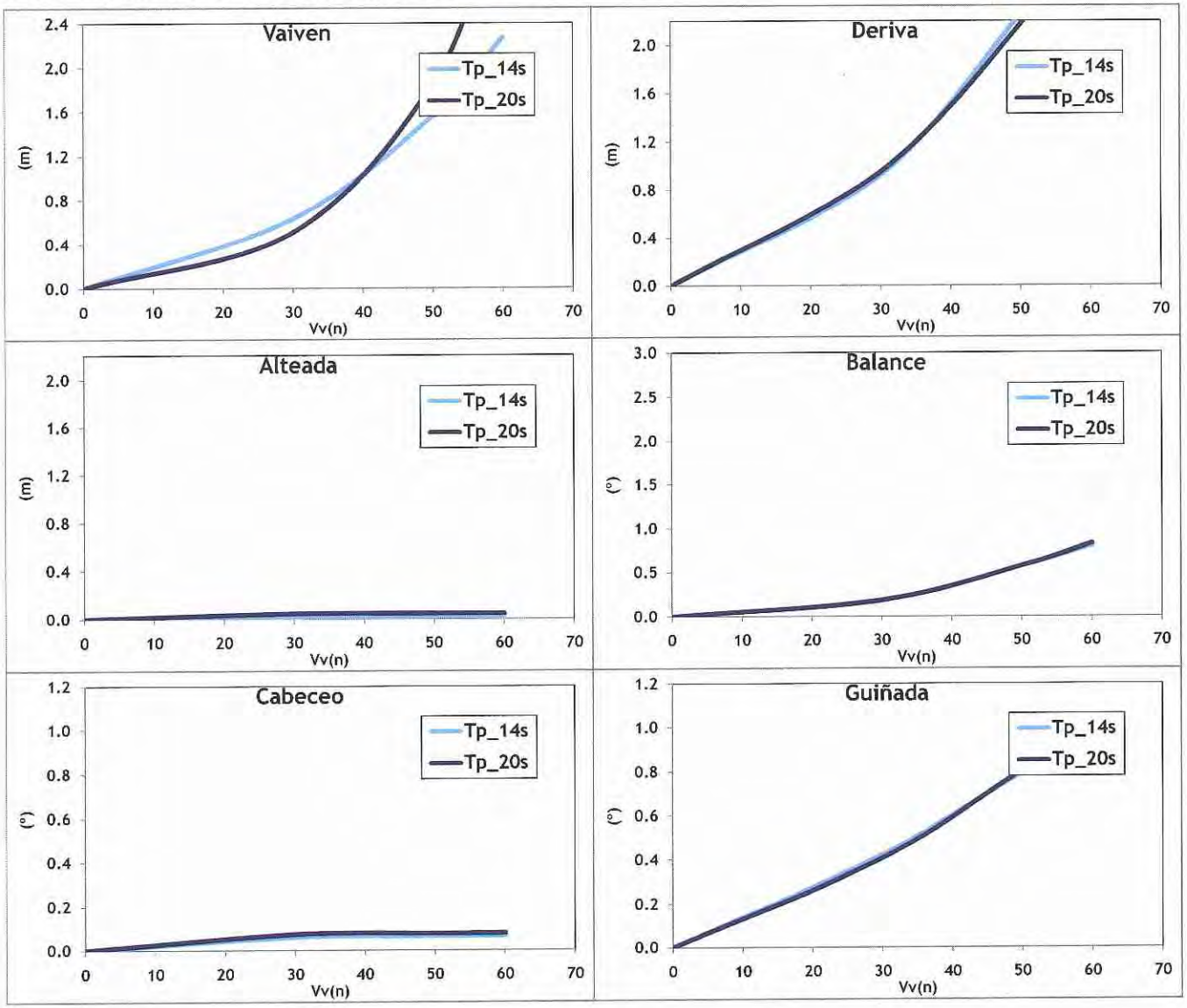
Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1				Fuerza en Defensas 2				Fuerza en Defensas 3				Fuerza en Defensas 4				Fuerza en Defensas 5				Fuerza en Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00	2.45E-1	-73.4	17.6	547.5	3.48E-1	-95.3	16.8	602.3
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1018	268.40	16.96	8.38E-6	0.1	474.5	93.4	1.48E-5	0.1	353.9	86.0
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0664	747.96	39.92	2.68E-6	0.0	828.5	63.5	3.40E-6	0.0	731.0	62.6
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0146	790.79	28.38	2.68E-6	0.0	802.8	48.9	2.67E-6	-0.1	797.8	44.5
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00	2.45E-1	-73.4	17.6	547.5	3.48E-1	-95.3	16.8	602.3
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1245	330.50	26.18	6.84E-6	0.1	519.4	79.6	1.20E-5	0.0	387.9	68.2
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0042	655.88	33.74	2.89E-6	0.0	776.0	58.3	3.55E-6	0.0	686.6	49.6
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.0013	848.13	40.11	2.19E-6	-0.1	911.8	57.0	2.54E-6	0.0	839.9	57.0

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1				Deformación Defensas 2				Deformación Defensas 3				Deformación Defensas 4				Deformación Defensas 5				Deformación Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1704919.00	-75.1	0.0068	547.5	2277283.0	-91.8	0.0064	602.3
PE110_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111.64	0.10	0.10	16.96	59.95	0.1	0.1776	93.4	106.3	0.1	0.1323	86.0
PE110_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.92	0.09	0.31	39.92	14.18	0.0	0.3541	63.5	21.0	0.0	0.2917	62.6
PE110_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.93	0.10	0.37	28.38	11.22	0.1	0.3782	48.9	14.2	0.0	0.3397	44.5
PE110_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1704919.00	-75.1	0.0068	547.5	2277283.0	-91.8	0.0064	602.3
PE110_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.39	0.12	0.12	26.18	48.68	0.1	0.1947	79.6	86.4	0.0	0.1448	69.1
PE110_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.88	0.02	0.26	33.74	17.19	0.1	0.3155	58.3	19.5	0.1	0.2873	49.6
PE110_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.03	0.17	0.49	40.11	8.49	0.1	0.4472	57.0	10.6	0.1	0.3985	57.0

RAUL RIVAS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

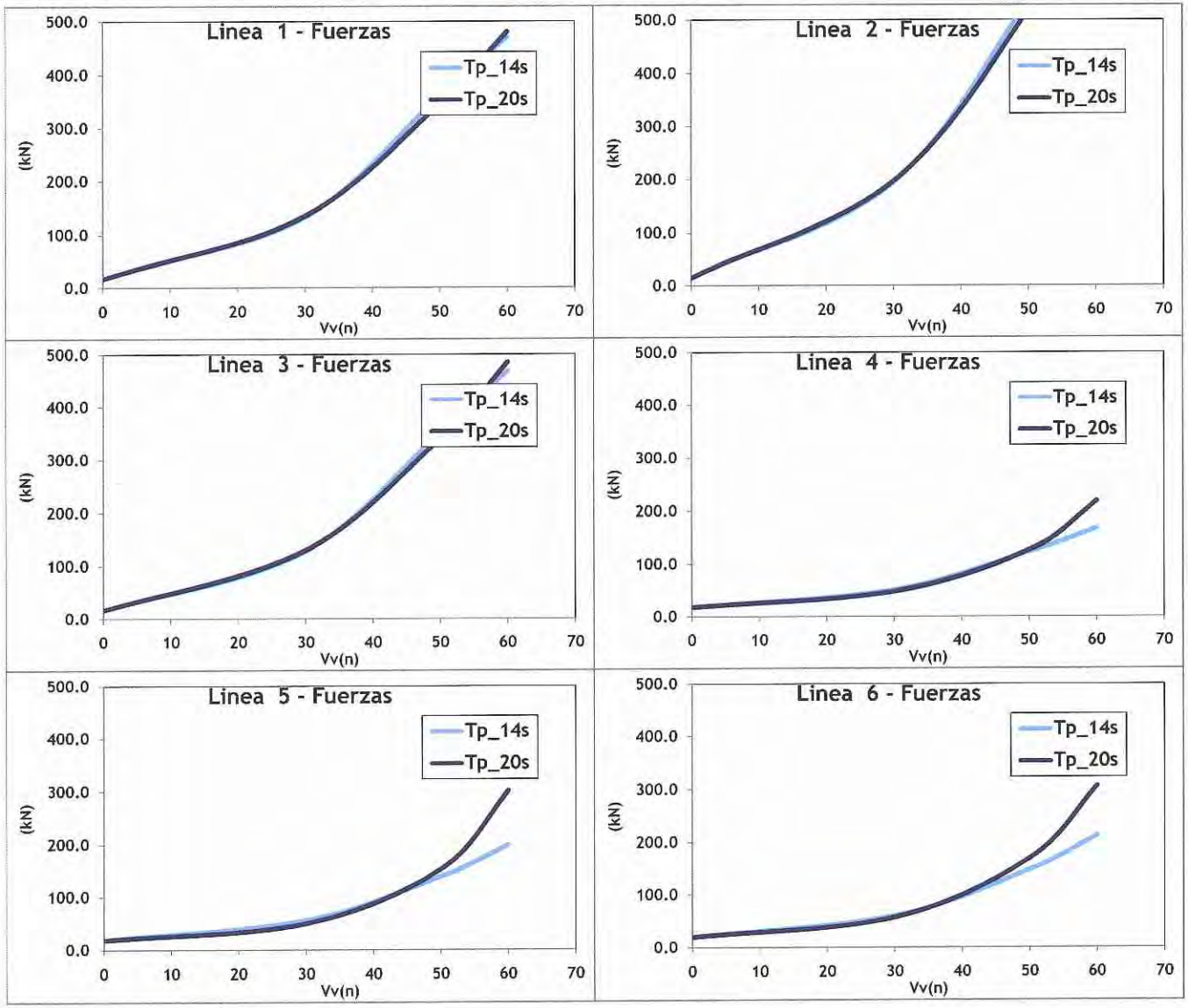
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos

PE120 - 1



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

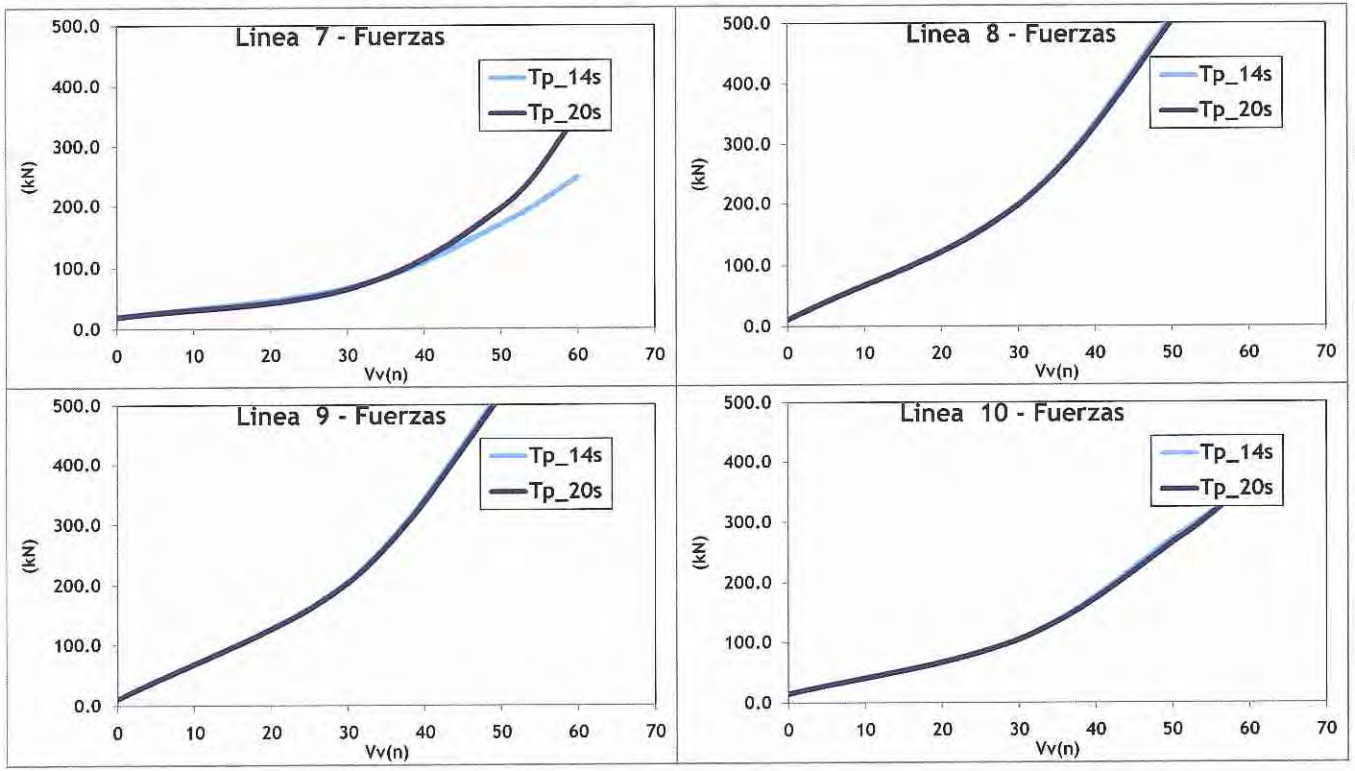
0359



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas

PE120 - 3 (2/ 2)

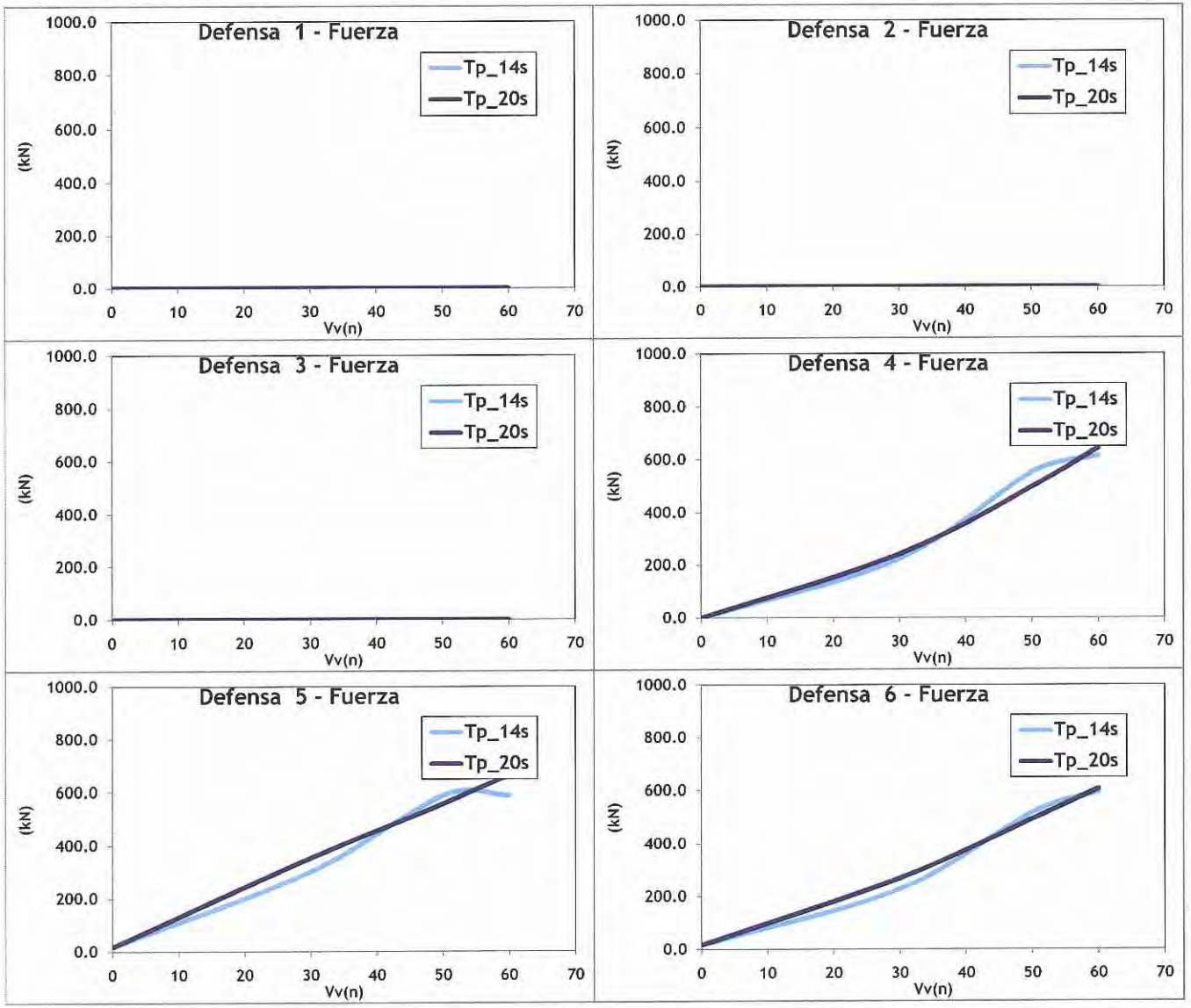


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0361

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE120 - 5 (1/ 2)

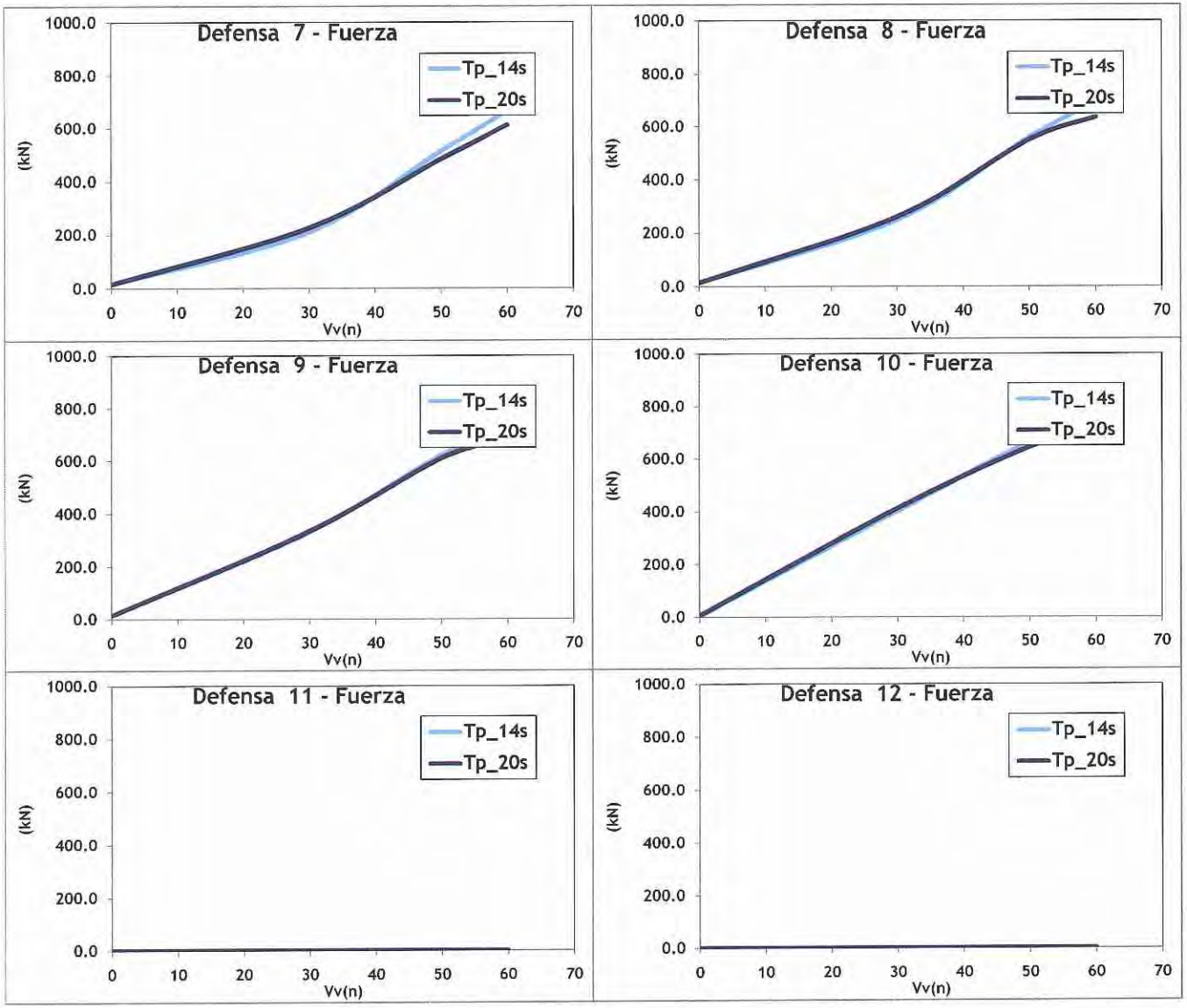


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0362

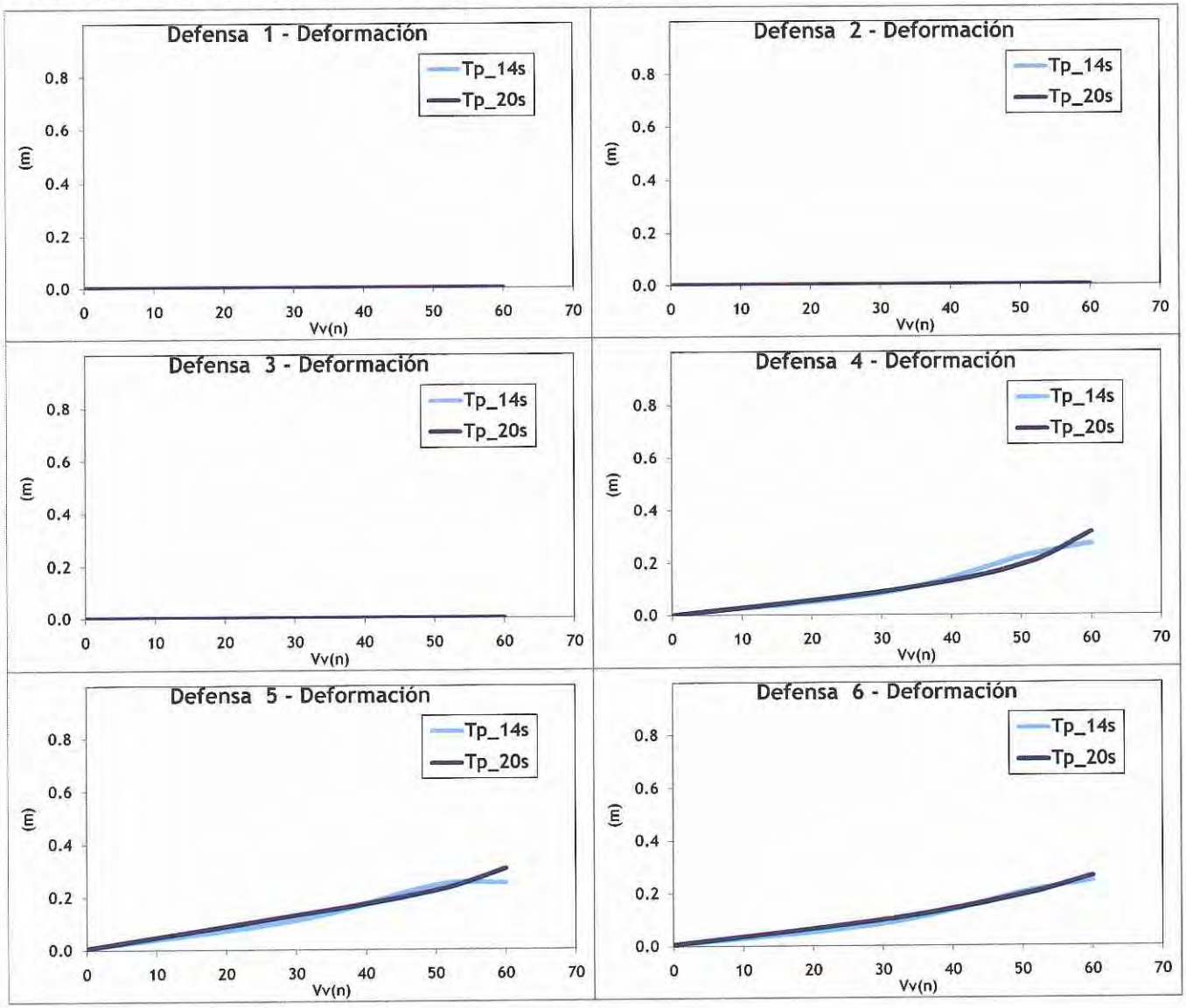
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE120 - 5 (2/ 2)



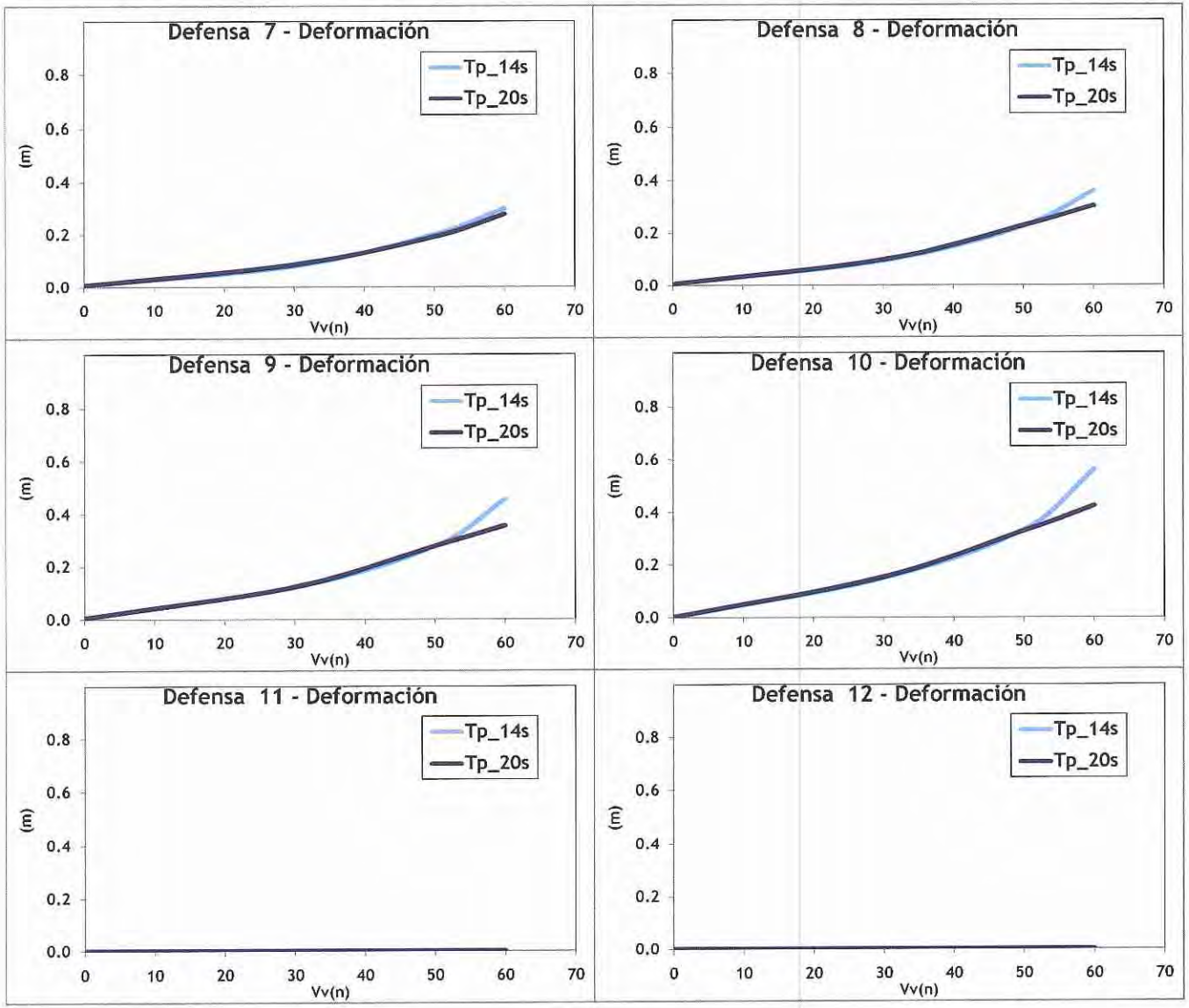
RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0363



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0364

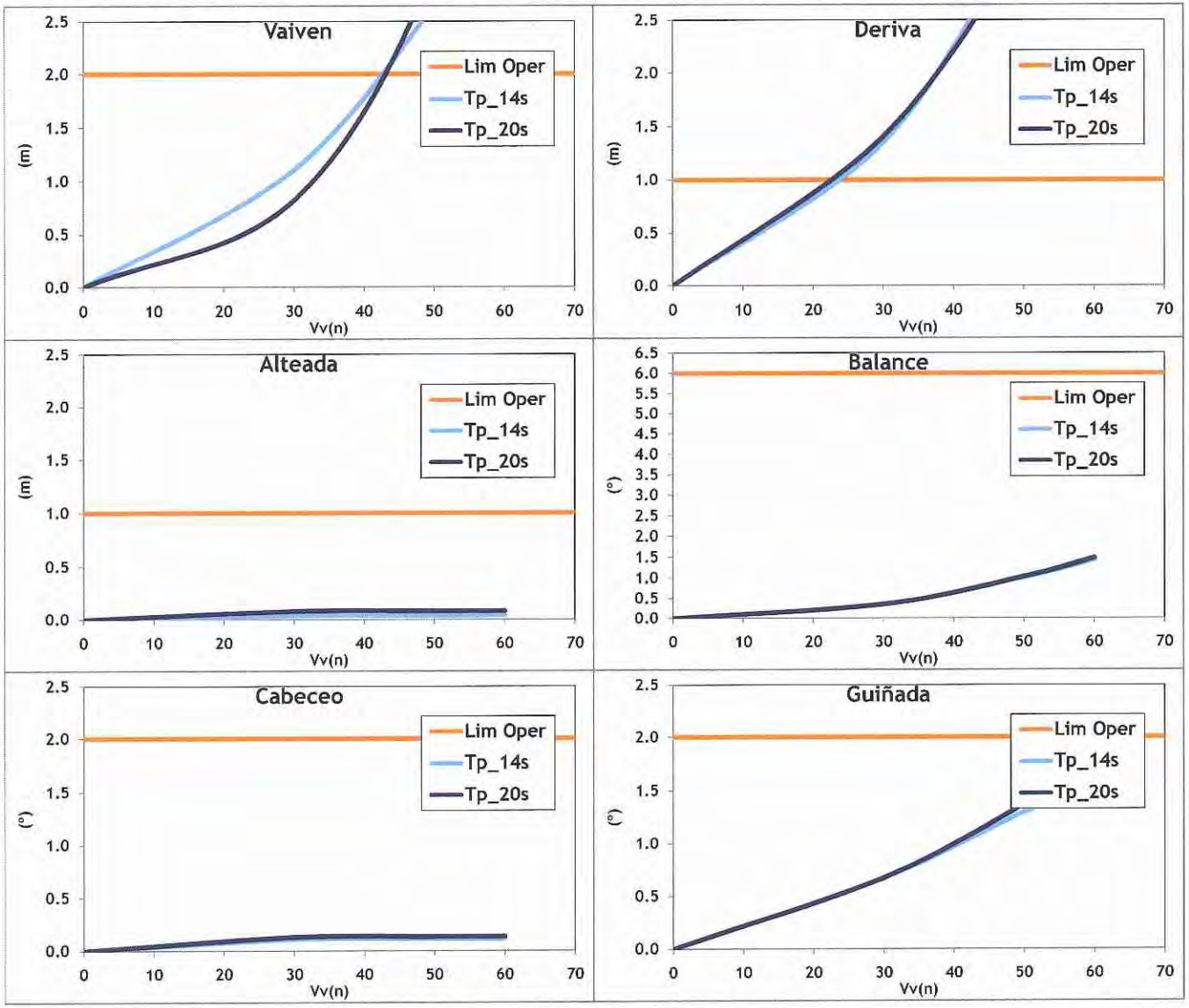


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0365

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos Extrapolados

EPE120 - 1

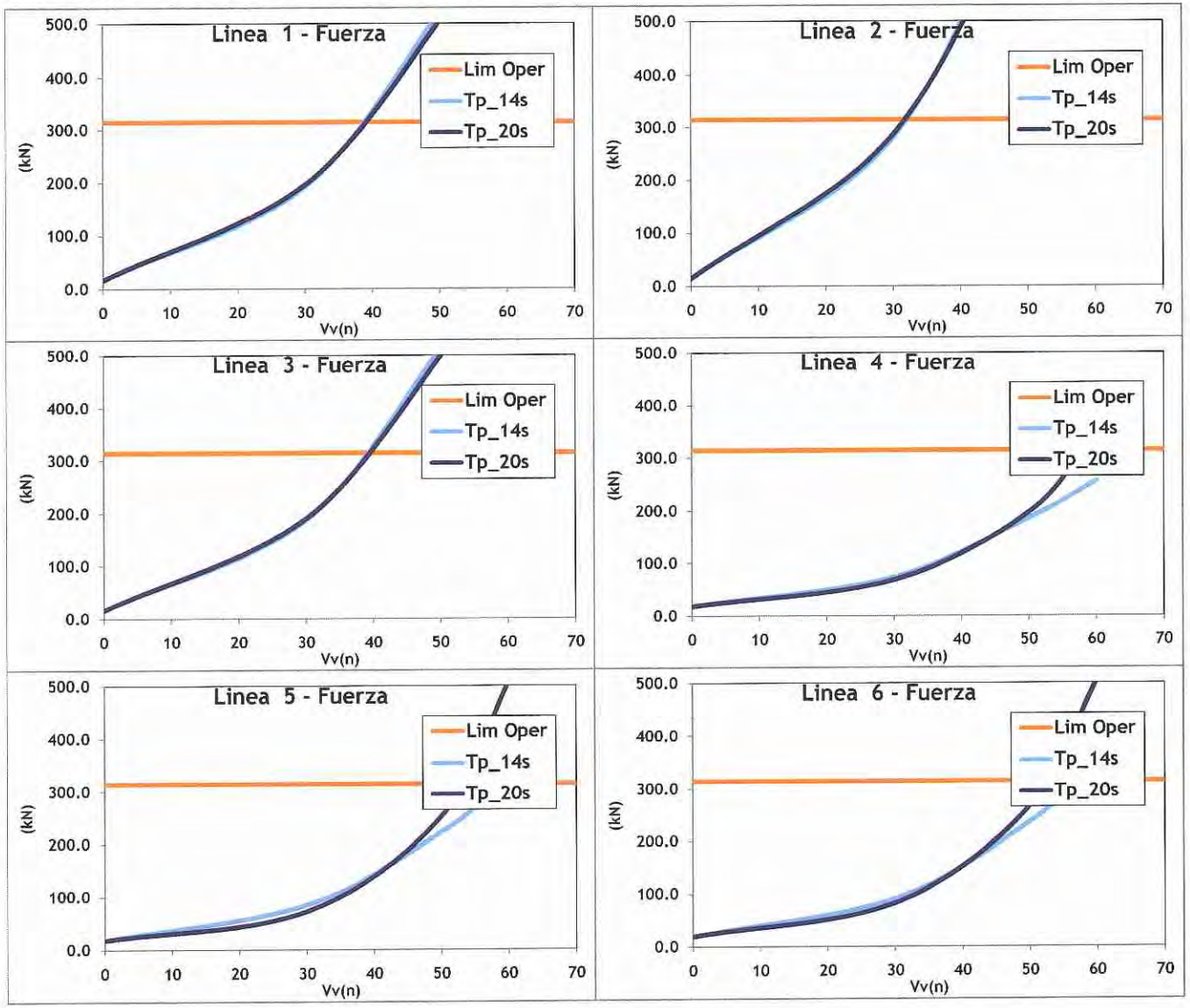


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0366

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas

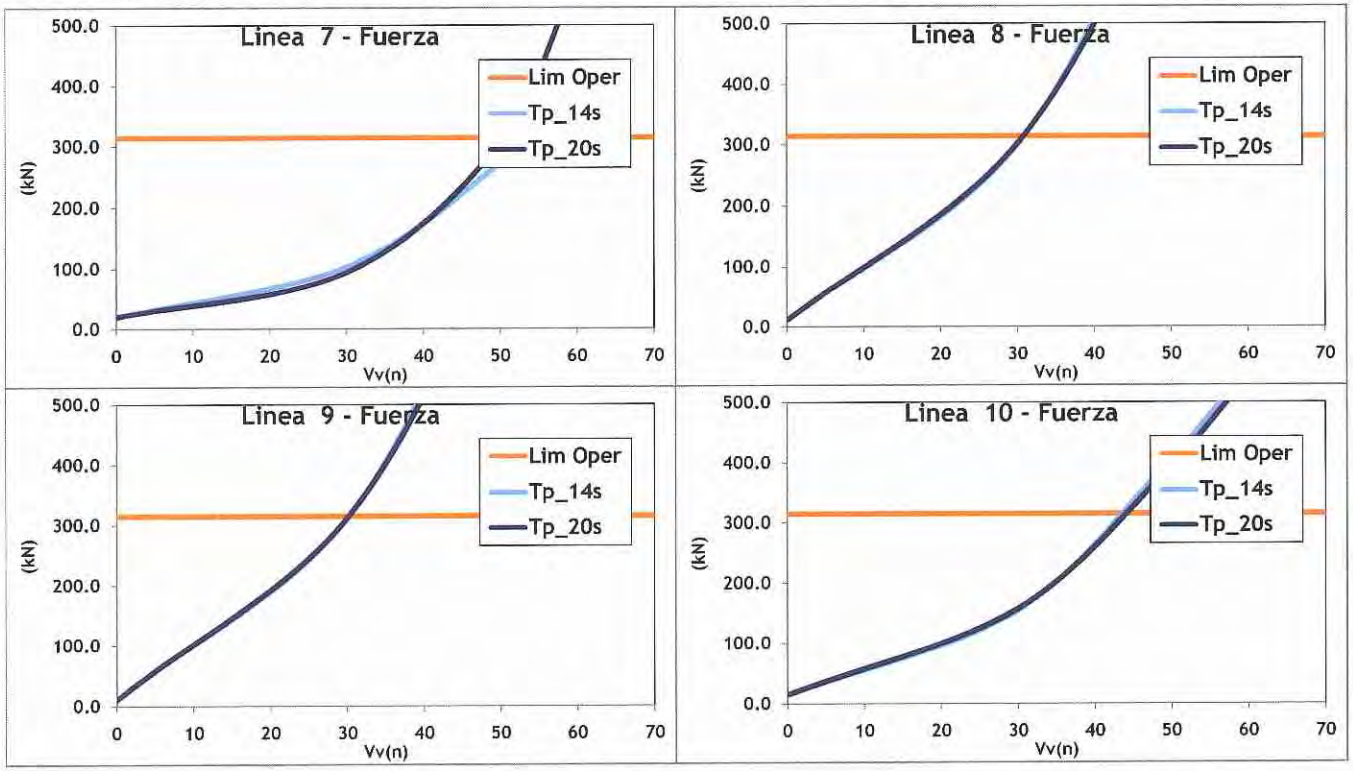
EPE120 - 3 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0367

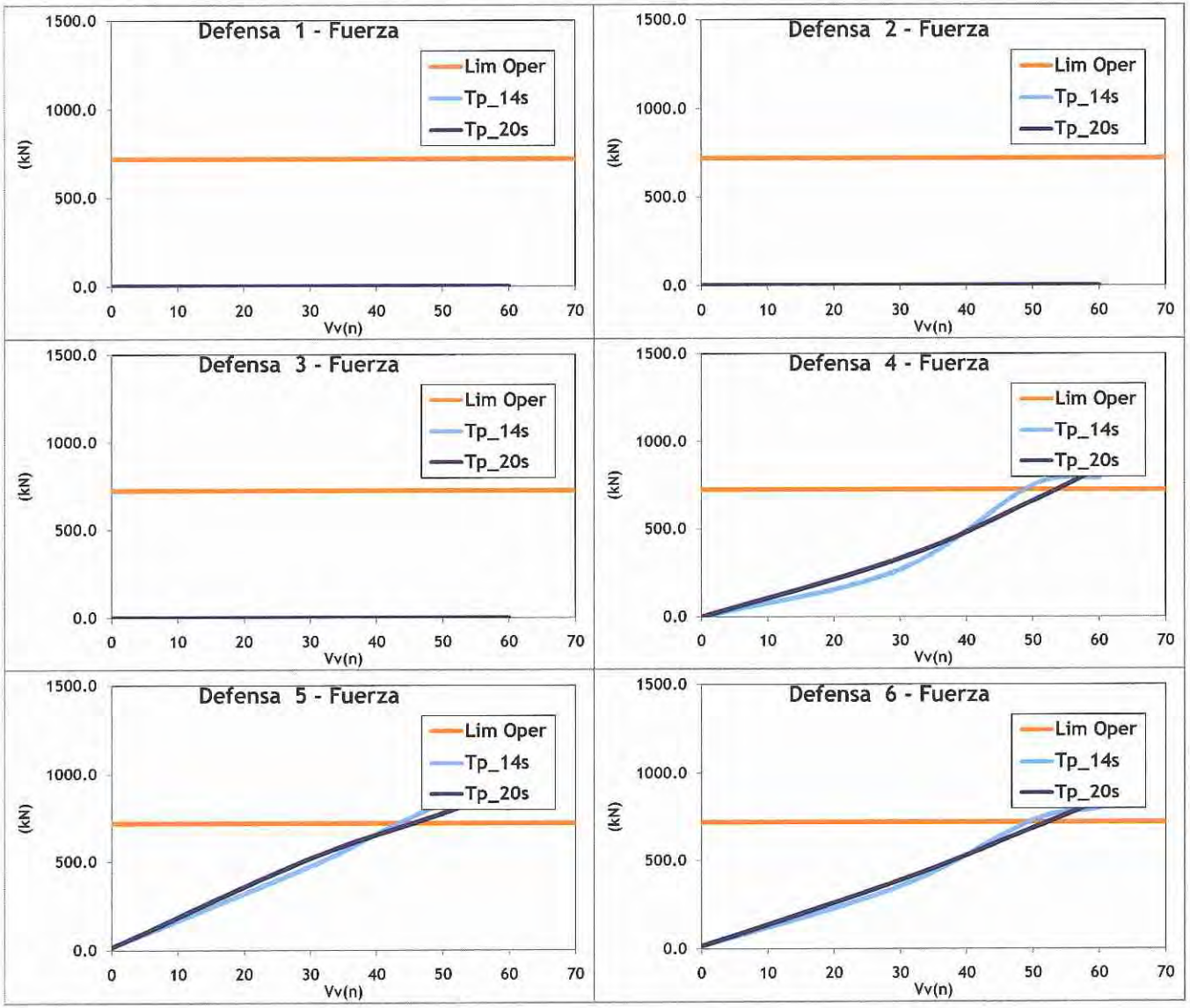
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas EPE120 - 3 (2/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0368

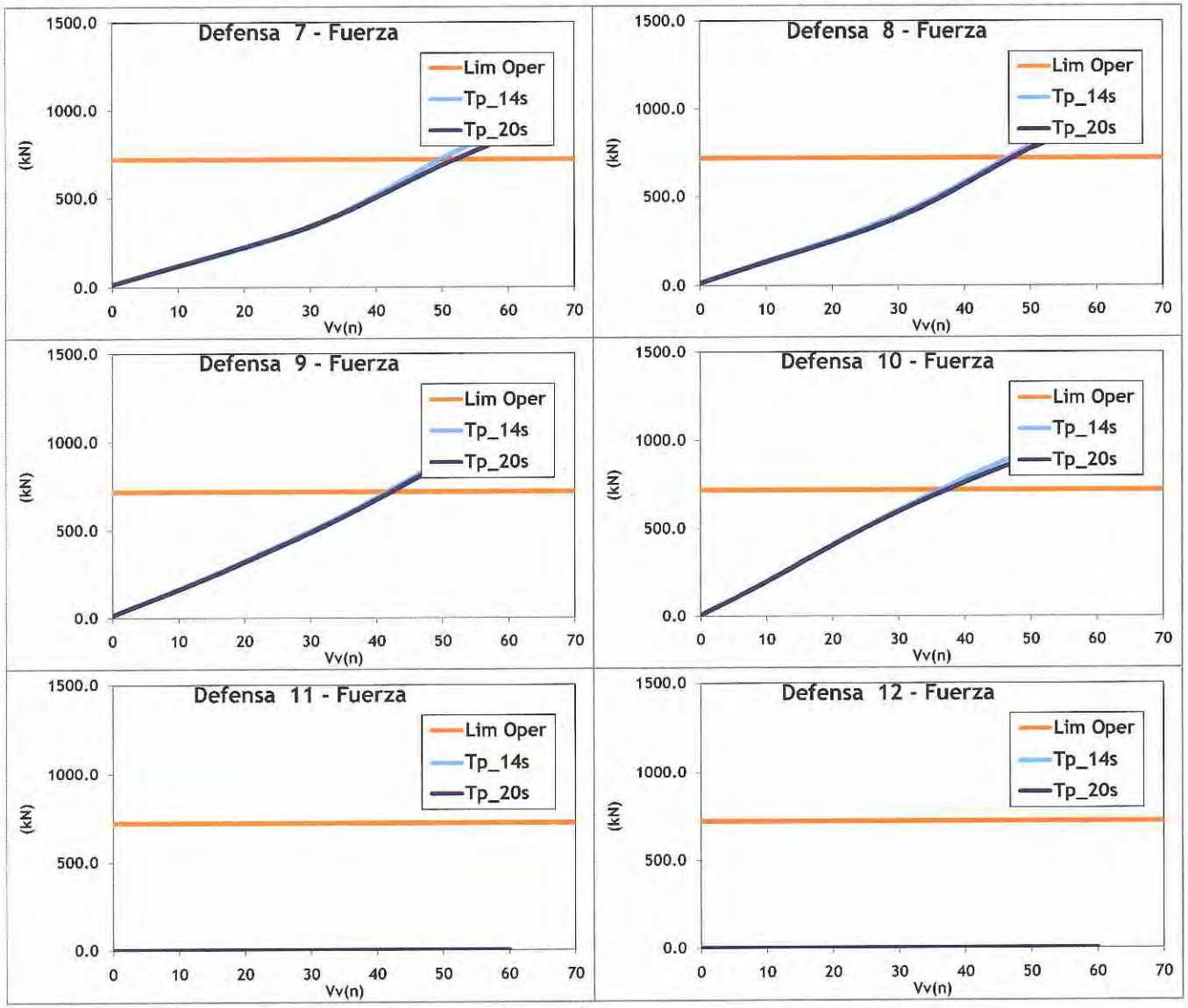
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas EPE120 - 5 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0369

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas EPE120 - 5 (2/ 2)

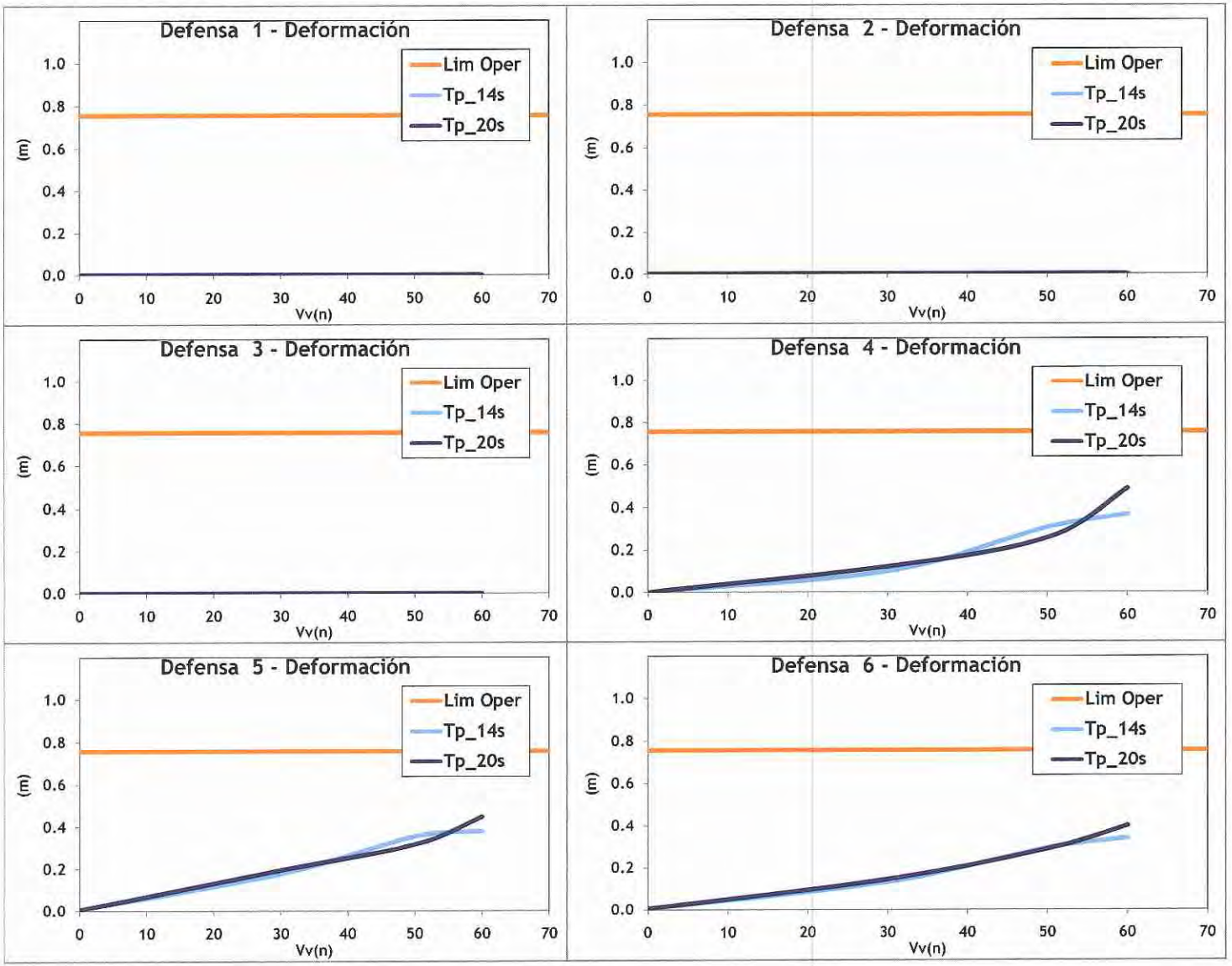


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0370

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Deformacion en Defensas

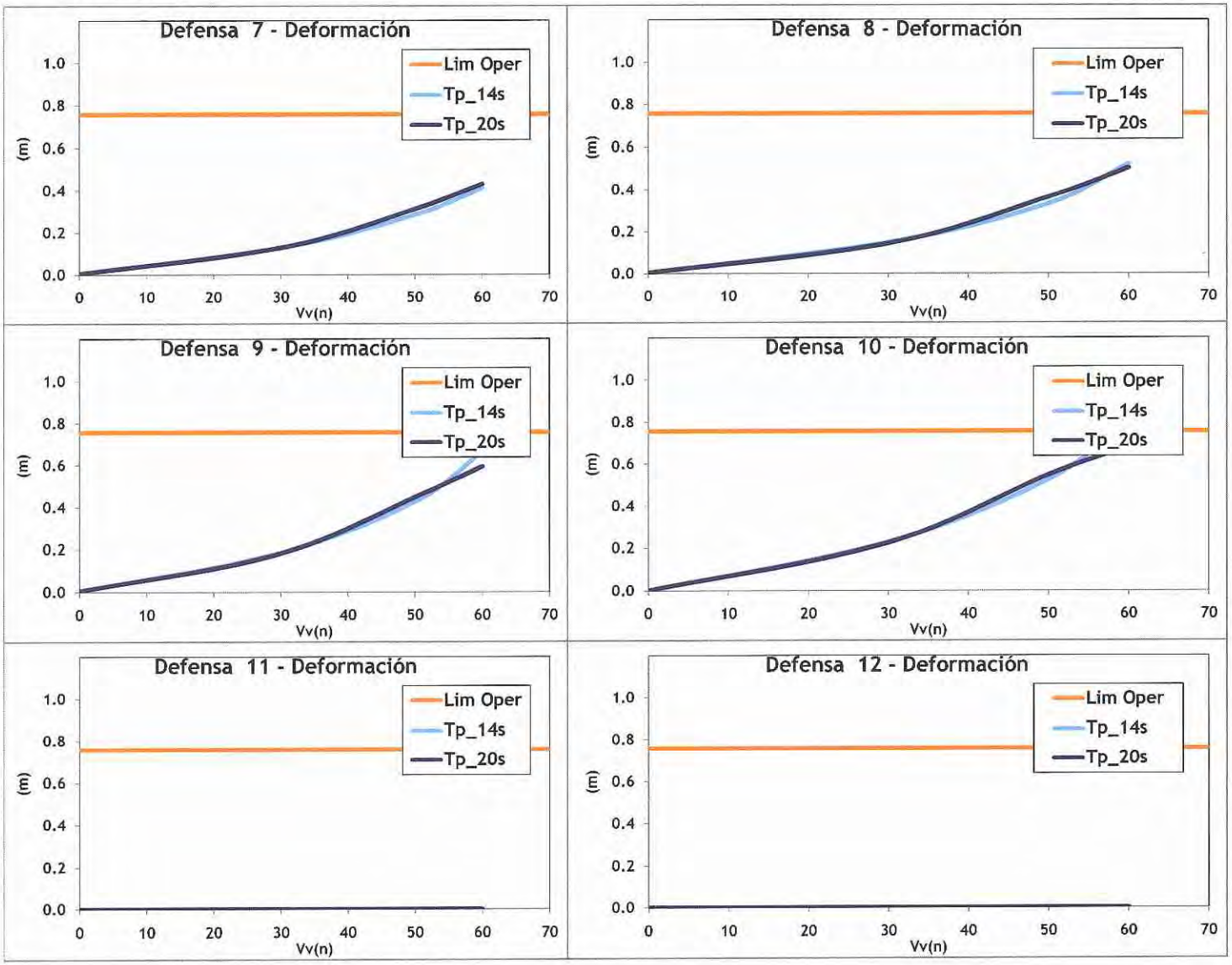
EPE120 - 6 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0371

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Deformacion en Defensas EPE120 - 6 (2/ 2)



RAUL RIOS MENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0372

Amplitudes Significantes - Movimientos - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	X - Vaiven			Y - Deriva			Z - Alteada			Phi - Balance			Theta - Cabeceo			Psi - Guiñada		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	8.73E-5	2.44E-4	43.6	5.92E-5	1.65E-4	17.4	2.76E-5	2.14E-4	11.3	8.59E-5	2.34E-4	12.2	1.28E-5	5.63E-5	11.8	6.47E-5	1.48E-4	20.9
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		4.35E-1	8.27E-1	68.4	5.61E-1	9.66E-1	93.5	4.78E-2	8.76E-2	19.6	2.11E-1	3.96E-1	27.8	7.29E-2	1.35E-1	18.7	4.15E-1	7.97E-1	42.8
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		1.19E+0	2.27E+0	79.9	1.33E+0	2.31E+0	87.7	4.80E-2	8.77E-2	19.8	6.20E-1	1.12E+0	30.3	7.37E-2	1.36E-1	19.2	7.89E-1	1.51E+0	40.0
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		1.34E+0	2.80E+0	79.6	2.01E+0	3.54E+0	86.6	4.82E-2	8.77E-2	20.0	9.00E-1	1.74E+0	30.6	7.44E-2	1.37E-1	19.2	1.04E+0	1.93E+0	39.8
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	8.73E-5	2.44E-4	43.6	5.92E-5	1.65E-4	17.4	2.76E-5	2.14E-4	11.3	8.59E-5	2.34E-4	12.2	1.28E-5	5.63E-5	11.8	6.47E-5	1.48E-4	20.9
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		3.62E-1	6.77E-1	66.7	5.48E-1	9.58E-1	85.7	4.76E-2	8.73E-2	19.6	2.34E-1	4.52E-1	28.6	7.29E-2	1.35E-1	18.6	4.63E-1	8.25E-1	42.3
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		1.19E+0	2.11E+0	81.2	1.51E+0	2.57E+0	86.7	4.77E-2	8.72E-2	19.6	6.84E-1	1.25E+0	33.6	7.37E-2	1.35E-1	19.1	7.65E-1	1.40E+0	40.2
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		1.55E+0	2.88E+0	77.8	2.06E+0	3.56E+0	83.7	4.80E-2	8.76E-2	19.8	9.62E-1	1.79E+0	30.5	7.45E-2	1.38E-1	19.3	1.06E+0	1.90E+0	38.2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0373

Amplitudes Significantes - Fuerzas Líneas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1			Fuerzas en Lineas 2			Fuerzas en Lineas 3			Fuerzas en Lineas 4			Fuerzas en Lineas 5			Fuerzas en Lineas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	16.3	16.4	17.9	14.4	14.4	17.0	16.1	15.9	16.7	18.3	18.5	22.5	18.4	18.2	27.7	19.9	20.0	27.3
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		79.3	129.0	54.3	124.7	212.5	53.4	82.2	134.9	53.8	37.5	59.0	54.3	40.4	65.6	62.5	55.3	88.2	59.1
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		205.9	343.8	56.5	338.2	564.5	56.8	220.8	365.3	58.1	66.9	112.3	65.3	77.2	146.3	72.5	127.4	219.4	69.9
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		310.1	533.1	58.1	515.8	886.6	59.3	335.4	571.3	59.8	80.1	140.3	62.9	86.6	189.1	73.7	156.2	281.9	67.0
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	16.3	16.4	17.9	14.4	14.4	17.0	16.1	15.9	16.7	18.3	18.5	22.5	18.4	18.2	27.7	19.9	20.0	27.3
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		83.4	138.2	52.4	132.2	225.6	52.2	85.8	142.1	50.7	37.1	60.0	48.7	37.8	64.1	55.6	52.0	81.4	55.4
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		226.2	377.2	59.9	365.7	614.5	57.7	239.5	398.3	59.6	70.7	116.9	66.5	77.4	135.8	72.3	133.0	223.6	74.4
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		318.6	539.0	55.2	525.7	887.3	55.9	340.4	571.8	56.4	94.5	167.7	63.2	109.2	208.1	75.0	176.3	305.6	69.7

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7			Fuerzas en Lineas 8			Fuerzas en Lineas 9			Fuerzas en Lineas 10		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	19.6	19.7	25.9	10.8	10.9	20.5	10.5	10.6	20.3	15.2	15.2	20.8
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		63.6	101.8	58.6	194.8	325.5	44.6	205.2	342.7	44.6	88.0	141.5	44.9
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		154.3	264.1	65.8	469.2	768.6	40.6	493.0	809.5	40.5	213.1	344.9	42.4
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		192.8	340.4	60.4	672.1	1107.4	42.3	708.2	1163.5	42.8	301.8	492.9	43.8
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	19.6	19.7	25.9	10.8	10.9	20.5	10.5	10.6	20.3	15.2	15.2	20.8
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		59.6	94.0	51.1	206.0	341.3	44.1	216.7	358.9	44.3	92.9	148.1	44.8
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		160.1	269.7	68.2	469.7	760.9	41.0	493.1	796.3	41.4	216.7	348.2	43.4
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		213.8	368.0	63.3	689.7	1112.8	40.3	725.0	1167.6	40.3	310.7	497.3	42.2

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0374

Amplitudes Significantes - Fuerzas Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1			Fuerza en Defensas 2			Fuerza en Defensas 3			Fuerza en Defensas 4			Fuerza en Defensas 5			Fuerza en Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	17.4	17.6	18.7	16.8	17.0	17.7
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	236.65	471.15	273.12	206.6	392.0	191.3	135.6	275.3	282.7
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	641.24	1196.75	466.21	458.3	837.3	399.7	278.8	551.3	574.4
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	669.56	1204.47	433.32	571.7	1031.8	420.6	454.7	847.4	420.6
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	17.4	17.6	18.7	16.8	17.0	17.7
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	289.61	538.05	230.35	275.3	528.5	162.2	186.7	403.0	226.5
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	472.16	931.47	311.63	386.2	780.5	258.6	331.1	618.5	303.9
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	70.19	685.23	1244.48	339.16	624.5	1143.1	290.7	545.3	1023.3	356.0

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 7			Fuerza en Defensas 8			Fuerza en Defensas 9			Fuerza en Defensas 10			Fuerza en Defensas 11			Fuerza en Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	16.2	16.4	15.9	15.6	15.8	14.7	15.0	15.3	16.0	7.41	7.66	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		123.4	225.8	308.9	157.6	297.4	242.3	224.8	429.1	135.9	331.25	612.88	98.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		263.6	655.3	598.1	302.0	646.8	344.4	438.6	835.6	218.0	610.34	1083.53	167.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		439.6	839.9	420.7	481.4	964.2	310.0	556.0	1033.4	180.8	687.92	1216.92	158.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	16.2	16.4	15.9	15.6	15.8	14.7	15.0	15.3	16.0	7.41	7.66	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		150.1	312.6	297.8	123.6	226.0	217.0	191.0	391.3	122.8	317.57	609.73	100.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		318.4	621.3	282.4	374.4	726.4	221.6	481.3	892.8	168.5	580.22	1034.42	130.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		439.1	821.0	321.1	480.9	875.7	249.3	597.8	1067.1	168.2	691.74	1254.28	137.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIVAS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0375

Amplitudes Significantes - Deformaciones Defensas - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1			Deformación Defensas 2			Deformación Defensas 3			Deformación Defensas 4			Deformación Defensas 5			Deformación Defensas 6		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0068	18.7	0.0064	0.0065	17.7
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.09	0.18	273.12	0.0780	0.1471	191.3	0.0518	0.1042	282.7
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.27	0.50	466.21	0.1743	0.3240	399.7	0.1043	0.2049	574.4
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.30	0.55	433.32	0.2318	0.4347	420.6	0.1728	0.3267	420.6
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0067	0.0068	18.7	0.0064	0.0065	17.7
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.11	0.20	230.35	0.1030	0.1967	162.2	0.0706	0.1506	226.5
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.00	0.18	0.39	311.63	0.1462	0.2992	258.6	0.1233	0.2296	303.9
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	70.19	0.36	0.81	339.16	0.2840	0.6365	297.8	0.2212	0.4451	356.0

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 7			Deformación Defensas 8			Deformación Defensas 9			Deformación Defensas 10			Deformación Defensas 11			Deformación Defensas 12		
			sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)	sig	M1000	Tm (s)
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.0062	0.0063	15.9	0.0060	0.0061	14.7	0.0058	0.0059	16.0	0.0028	0.0029	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.0473	0.0863	308.9	0.0600	0.1126	242.3	0.0846	0.1604	135.9	0.1237	0.2287	98.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.0996	0.2500	598.1	0.1138	0.2519	344.4	0.1672	0.3289	218.0	0.2555	0.4719	167.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.1674	0.3328	420.7	0.1922	0.4188	310.0	0.2347	0.5116	180.8	0.3372	0.6588	158.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.0062	0.0063	15.9	0.0060	0.0061	14.7	0.0058	0.0059	16.0	0.0028	0.0029	17.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.0571	0.1179	297.8	0.0473	0.0864	217.0	0.0723	0.1462	122.8	0.1191	0.2318	100.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.1192	0.2335	282.4	0.1409	0.2788	221.6	0.1855	0.3553	168.5	0.2383	0.4477	130.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.1662	0.3161	321.1	0.1833	0.3338	249.3	0.2470	0.4547	168.2	0.3423	0.6404	137.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0379

Valores Máximos Extrapolados - Perú Callao Nueva Terminal Minerales

Extrapolación a: 3 horas

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 1				Fuerzas en Lineas 2				Fuerzas en Lineas 3				Fuerzas en Lineas 4				Fuerzas en Lineas 5				Fuerzas en Lineas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	2.33E+0	-621.	16.4	602.	1.50E+2	-3.13E+4	14.4	637.	-0.40	104.14	15.9	646.	3.86E-1	-129.	18.5	481.	-0.35	119.75	18.3	389.	3.12E+0	-1.24E+3	20.0	395.
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		2.03E-4	0.	114.8	199.	7.09E-5	-1.98E-1	188.0	202.	0.00	-0.36	120.1	201.	1.01E-3	-1.	52.8	199.	0.00	-0.35	57.7	173.	4.44E-4	-4.57E-1	78.2	183.
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		2.77E-5	0.	303.8	191.	1.03E-5	-2.79E-1	498.6	190.	0.00	-0.31	322.5	186.	2.62E-4	0.	98.1	166.	0.00	-0.05	124.9	149.	6.59E-5	-1.71E-1	189.3	154.
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		1.13E-5	0.	468.4	186.	4.09E-6	-2.16E-1	778.0	182.	0.00	-0.24	501.4	180.	1.63E-4	0.	122.5	172.	0.00	0.05	160.2	146.	3.91E-5	-1.10E-1	243.4	161.
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	2.33E+0	-621.	16.4	602.	1.50E+2	-3.13E+4	14.4	637.	-0.40	104.14	15.9	646.	3.86E-1	-129.	18.5	481.	-0.35	119.75	18.3	389.	3.12E+0	-1.24E+3	20.0	395.
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		1.74E-4	0.	123.1	206.	6.26E-5	-1.88E-1	199.9	207.	0.00	-0.33	127.0	213.	9.60E-4	0.	54.0	222.	0.00	-0.30	56.7	194.	5.38E-4	-5.67E-1	72.9	195.
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		2.30E-5	0.	331.6	180.	8.60E-6	-2.48E-1	541.3	187.	0.00	-0.28	350.3	181.	2.45E-4	0.	102.2	162.	0.00	-0.19	116.9	149.	6.45E-5	-2.24E-1	192.4	145.
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		1.11E-5	0.	476.3	196.	4.12E-6	-2.46E-1	783.7	193.	0.00	-0.27	505.0	191.	1.11E-4	0.	145.6	171.	0.00	-0.01	176.6	144.	3.36E-5	-1.36E-1	263.2	155.

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerzas en Lineas 7				Fuerzas en Lineas 8				Fuerzas en Lineas 9				Fuerzas en Lineas 10			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	1.64E+0	-632.	19.7	418.	2.70E+0	-316.	10.9	527.	2.71E+0	-300.	10.6	533.	-18.2	4198.98	15.2	520.
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		3.32E-4	0.	90.3	184.	3.10E-5	0.	293.4	242.	2.80E-5	0.	308.9	242.	0.0	-0.46	128.2	240.
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		4.56E-5	0.	229.2	164.	5.67E-6	0.	699.5	266.	5.10E-6	0.	736.7	267.	0.0	-0.39	313.2	255.
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		2.72E-5	0.	297.2	179.	2.73E-6	0.	1004.5	255.	2.48E-6	0.	1055.0	253.	0.0	-0.38	446.3	246.
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	1.64E+0	-632.	19.7	418.	2.70E+0	-316.	10.9	527.	2.71E+0	-300.	10.6	533.	-18.2	4198.98	15.2	520.
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		3.99E-4	-1.	84.5	211.	2.83E-5	0.	308.0	245.	2.56E-5	0.	323.9	244.	0.0	-0.47	134.2	241.
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		4.42E-5	0.	233.7	158.	5.89E-6	0.	693.3	264.	5.40E-6	0.	725.4	261.	0.0	-0.44	316.1	249.
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		2.33E-5	0.	320.1	171.	2.75E-6	0.	1015.1	268.	2.50E-6	0.	1065.3	268.	0.0	-0.44	452.5	256.

Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Fuerza en Defensas 1				Fuerza en Defensas 2				Fuerza en Defensas 3				Fuerza en Defensas 4				Fuerza en Defensas 5				Fuerza en Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76E-1	-82.6	17.6	577.1	2.96E-1	-82.6	17.0	609.0
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.10	338.35	39.54	1.91E-5	0.1	297.4	56.5	3.83E-5	0.1	197.0	38.2
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	-0.01	808.60	23.17	4.29E-6	0.0	579.1	27.0	9.71E-6	0.0	355.4	18.8
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	-0.04	827.89	24.92	2.86E-6	0.0	713.5	25.7	4.10E-6	0.1	574.2	25.7
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76E-1	-82.6	17.6	577.1	2.96E-1	-82.6	17.0	609.0
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.03	400.19	46.89	1.04E-5	0.1	408.2	66.6	1.75E-5	0.2	294.9	47.7
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.11	655.67	34.66	4.75E-6	0.1	564.6	41.8	7.67E-6	0.1	440.1	35.5
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	-999.	-999.	-999.	0.00	-0.12	897.96	31.84	2.28E-6	0.0	824.3	37.2	2.82E-6	0.1	712.6	30.3

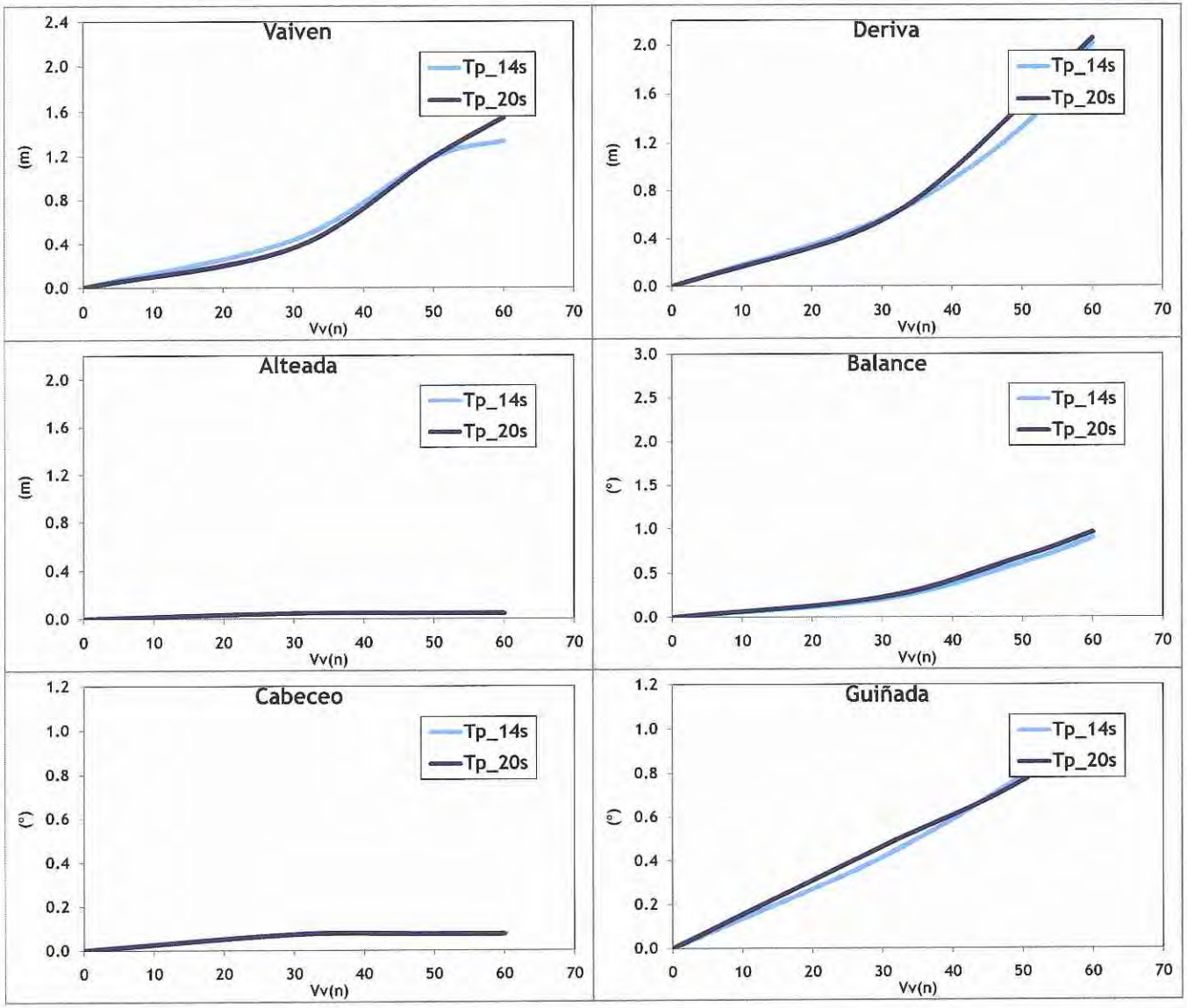
Run	Vv(n)	Oleaje Hs=0.1 m	Deformación Defensas 1				Deformación Defensas 2				Deformación Defensas 3				Deformación Defensas 4				Deformación Defensas 5				Deformación Defensas 6			
			A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num	A	B	Max	Num
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_14s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	1937198.00	-85.4	0.0067	577.1	2061123.0	-84.8	0.0065	609.0
PE111_W292_30_H0_1_T_14s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	94.12	0.10	0.13	39.54	136.34	0.1	0.1117	56.5	268.4	0.1	0.0746	38.2
PE111_W292_50_H0_1_T_14s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	11.92	0.01	0.34	23.17	28.47	0.0	0.2233	27.0	70.5	0.0	0.1324	18.8
PE111_W292_60_H0_1_T_14s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	9.65	0.03	0.38	24.92	15.80	0.0	0.2972	25.7	27.4	0.1	0.2209	25.7
PE111_XXX_B01R01	0.00	Tp_20s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	1937198.00	-85.4	0.0067	577.1	2061123.0	-84.8	0.0065	609.0
PE111_W292_30_H0_1_T_20s_B01R01	30.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	74.39	0.02	0.15	46.89	75.58	0.1	0.1521	66.6	125.6	0.1	0.1103	47.7
PE111_W292_50_H0_1_T_20s_B01R01	50.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.	0.	0.	0.	19.24	0.14	0.27	34.66	32.26	0.1	0.2162	41.8	55.8	0.1	0.1635	35.5
PE111_W292_60_H0_1_T_20s_B01R01	60.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-999.	-999.	-999.	-999.	4.32	0.15	0.56	31.84	6.99	0.2	0.4462	36.3	14.6	0.1	0.3067	30.3

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0377

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos

PE121 - 1

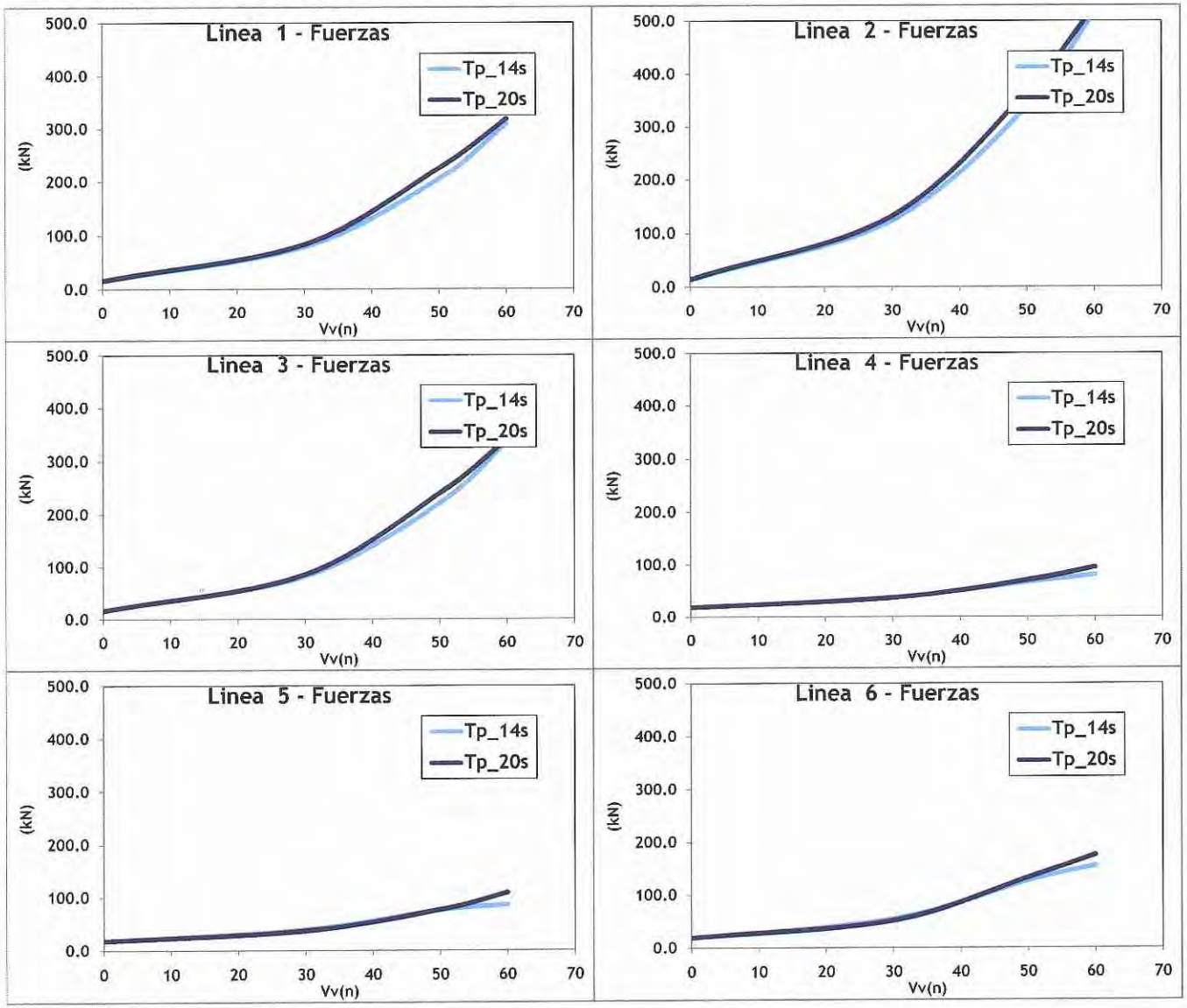


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0378

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas

PE121 - 3 (1/ 2)

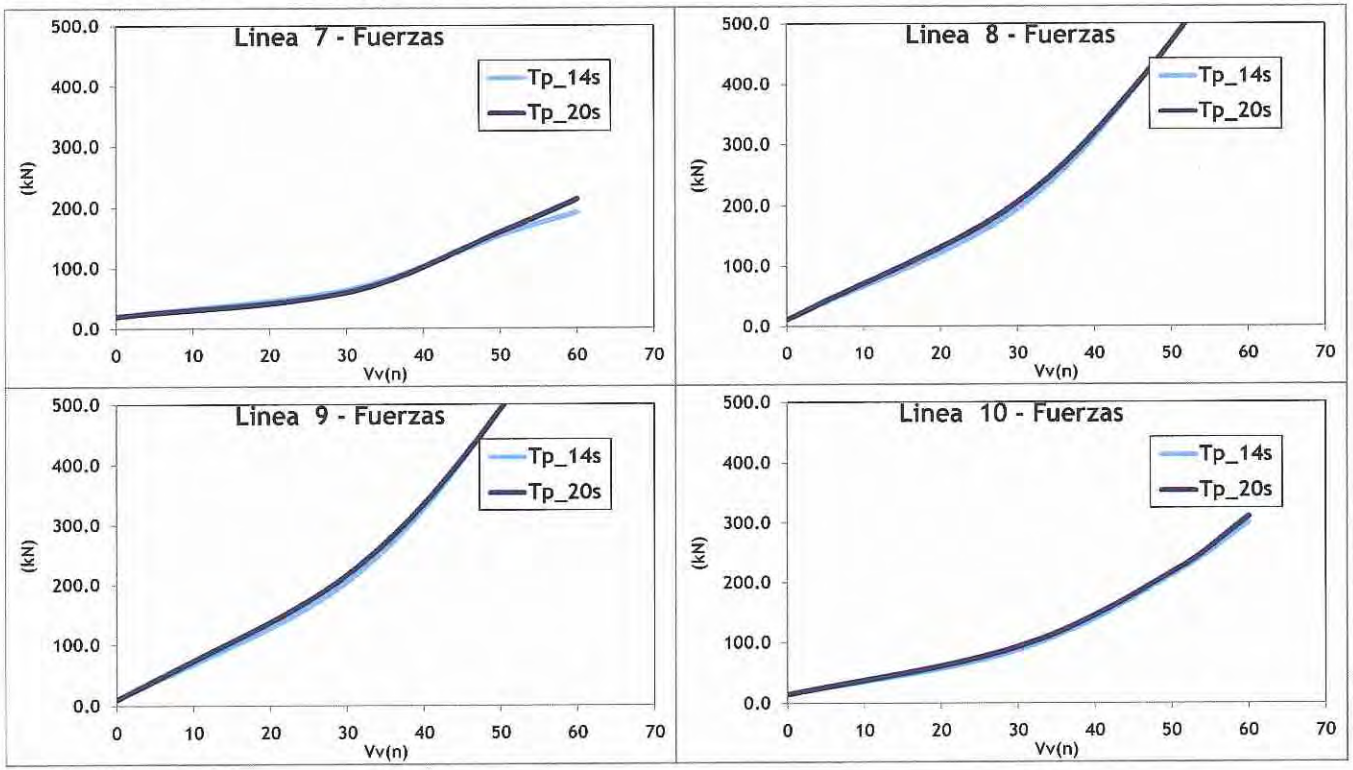


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0379

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas

PE121 - 3 (2/ 2)

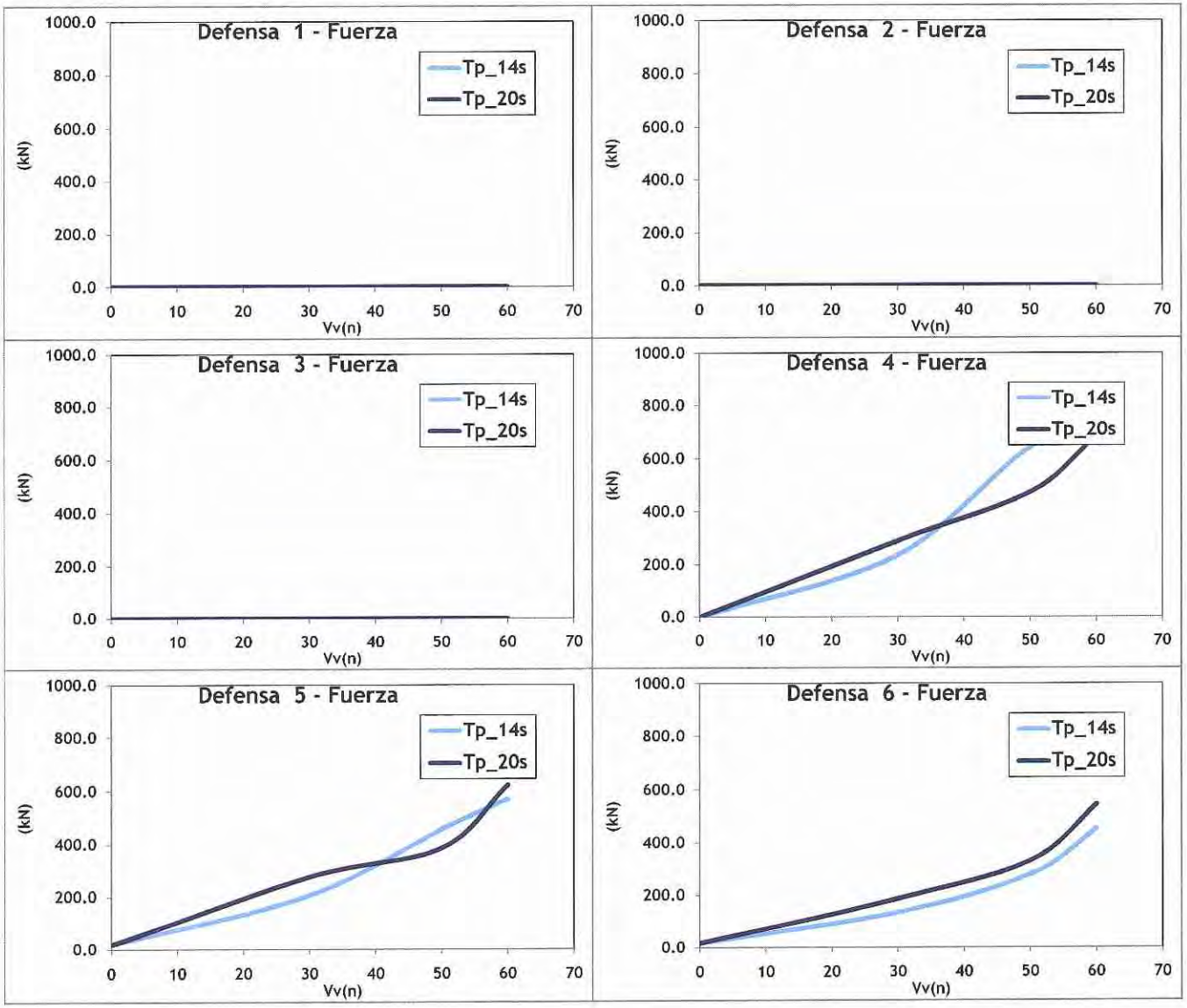


RAUL RIVAS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0380

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE121 - 5 (1/ 2)

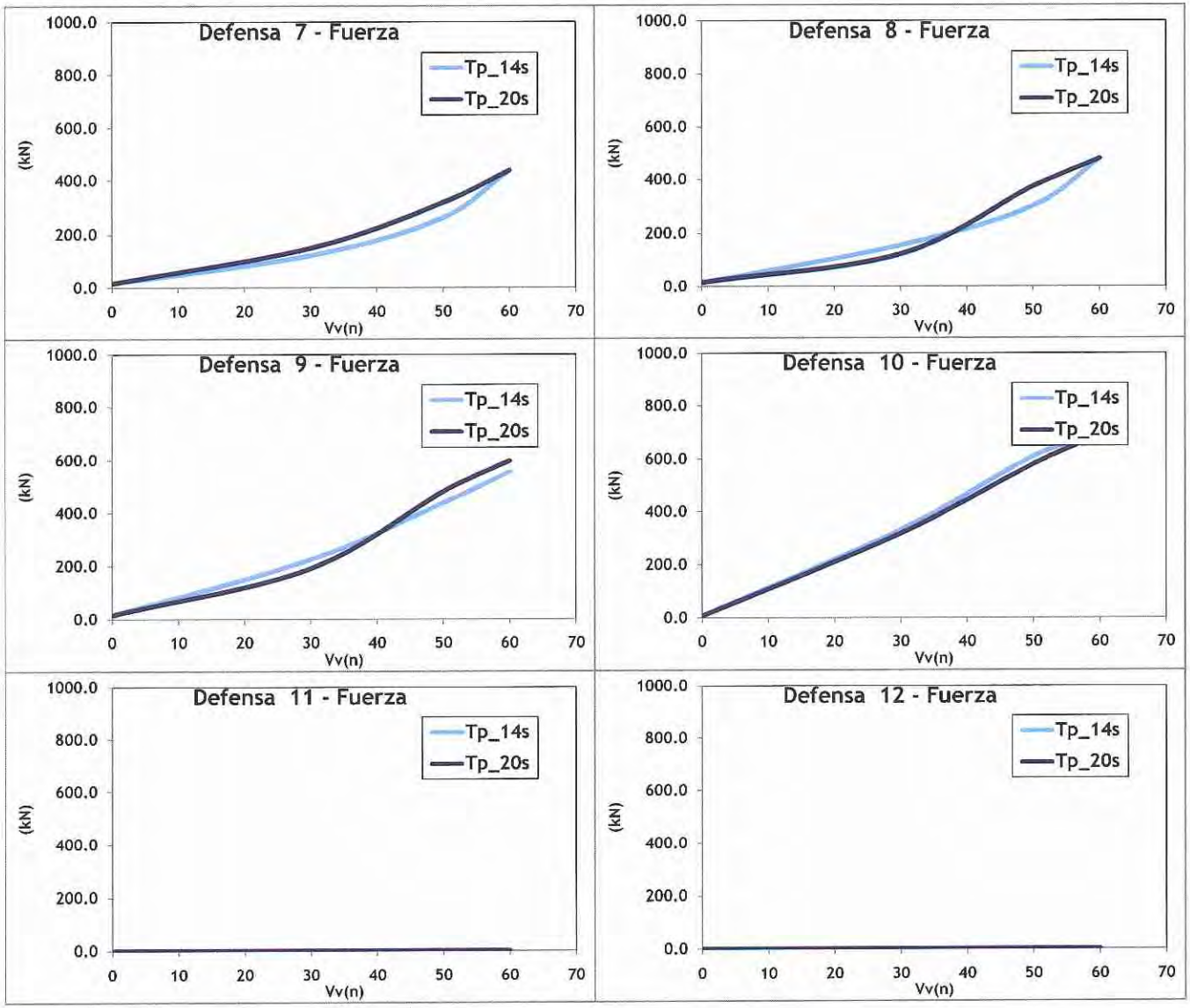


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0381

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerza en Defensas

PE121 - 5 (2/ 2)

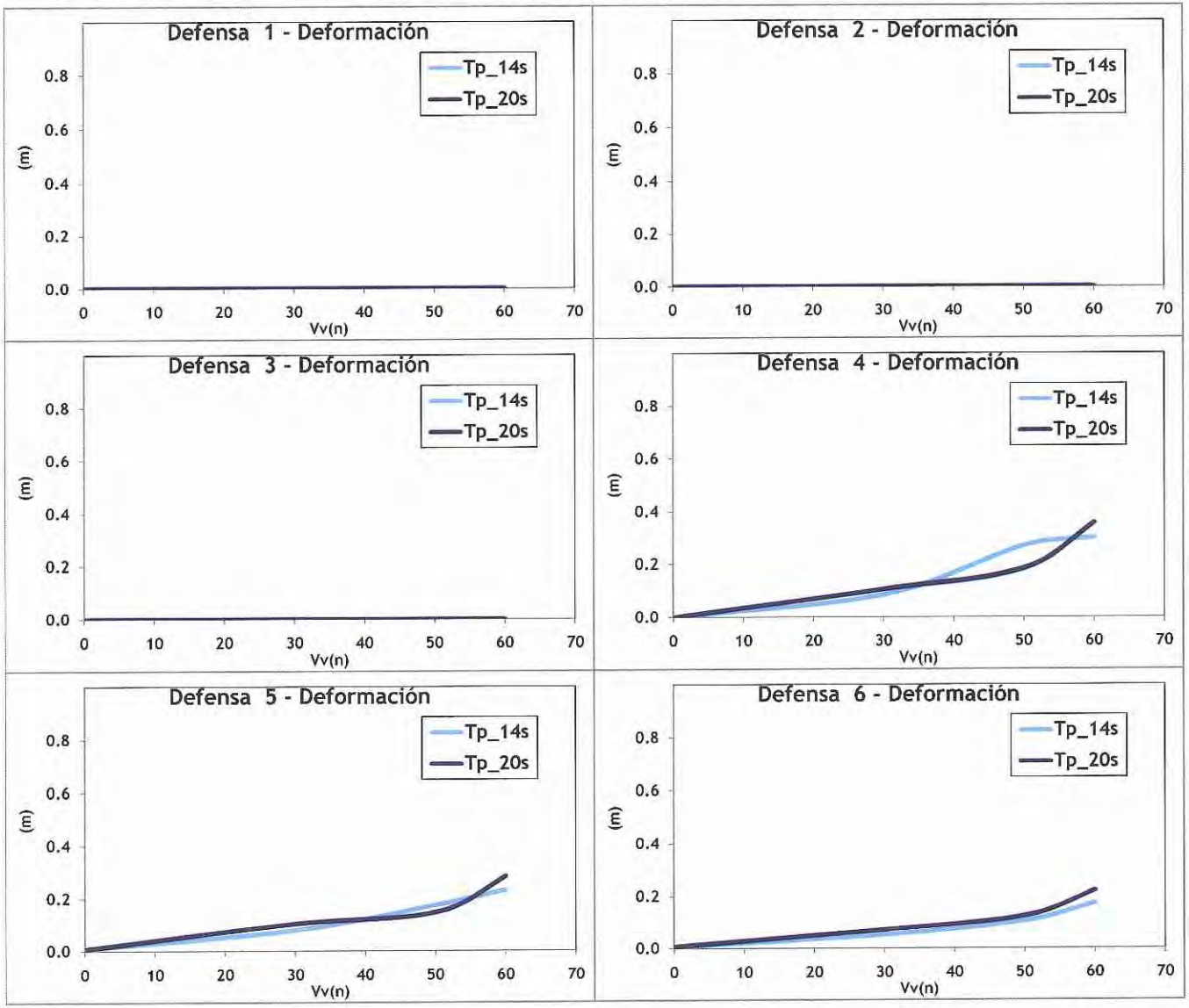


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0382

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Deflection Fenders

PE121 - 6 (1/ 2)

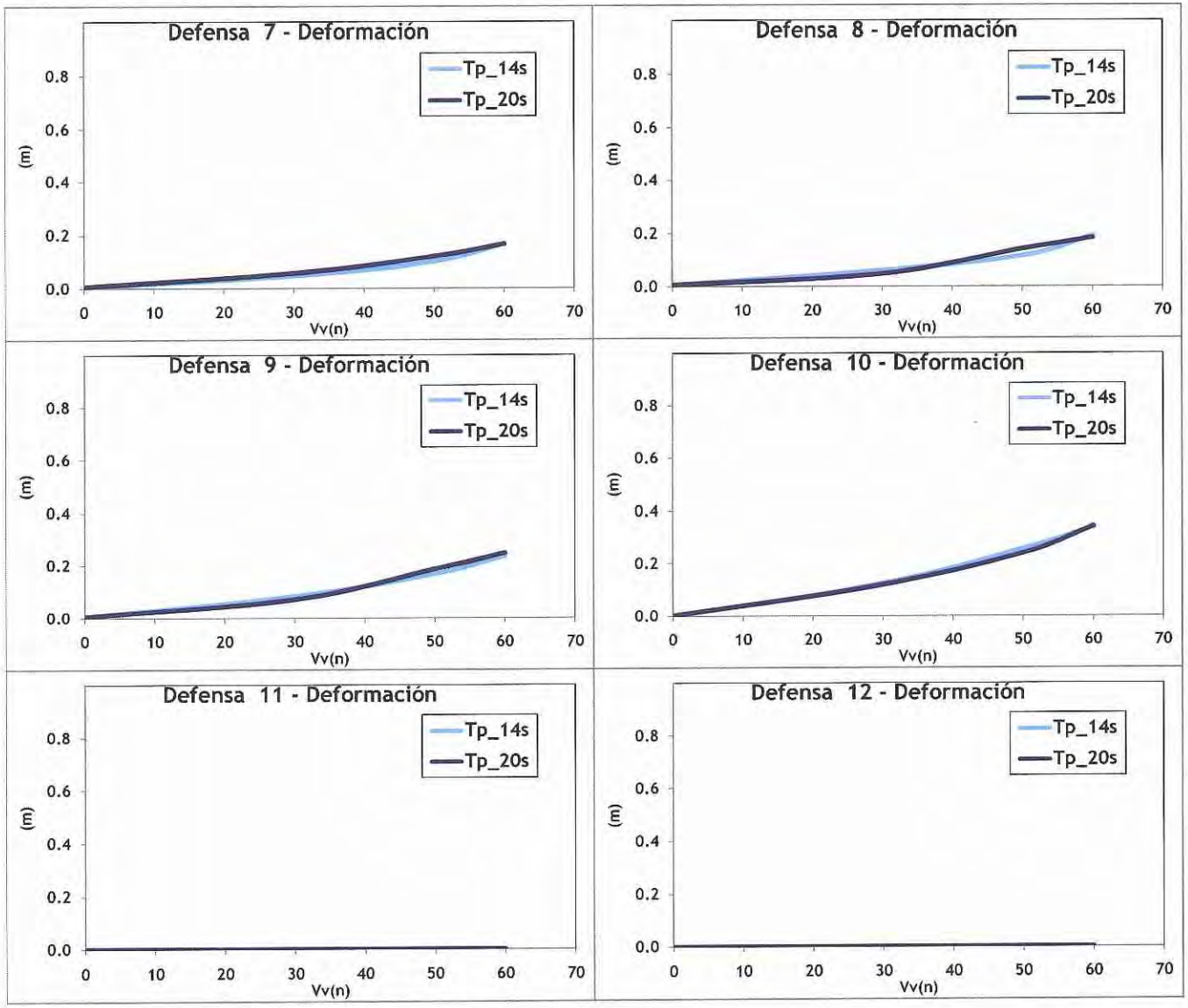


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0383

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Deflection Fenders

PE121 - 6 (2/ 2)

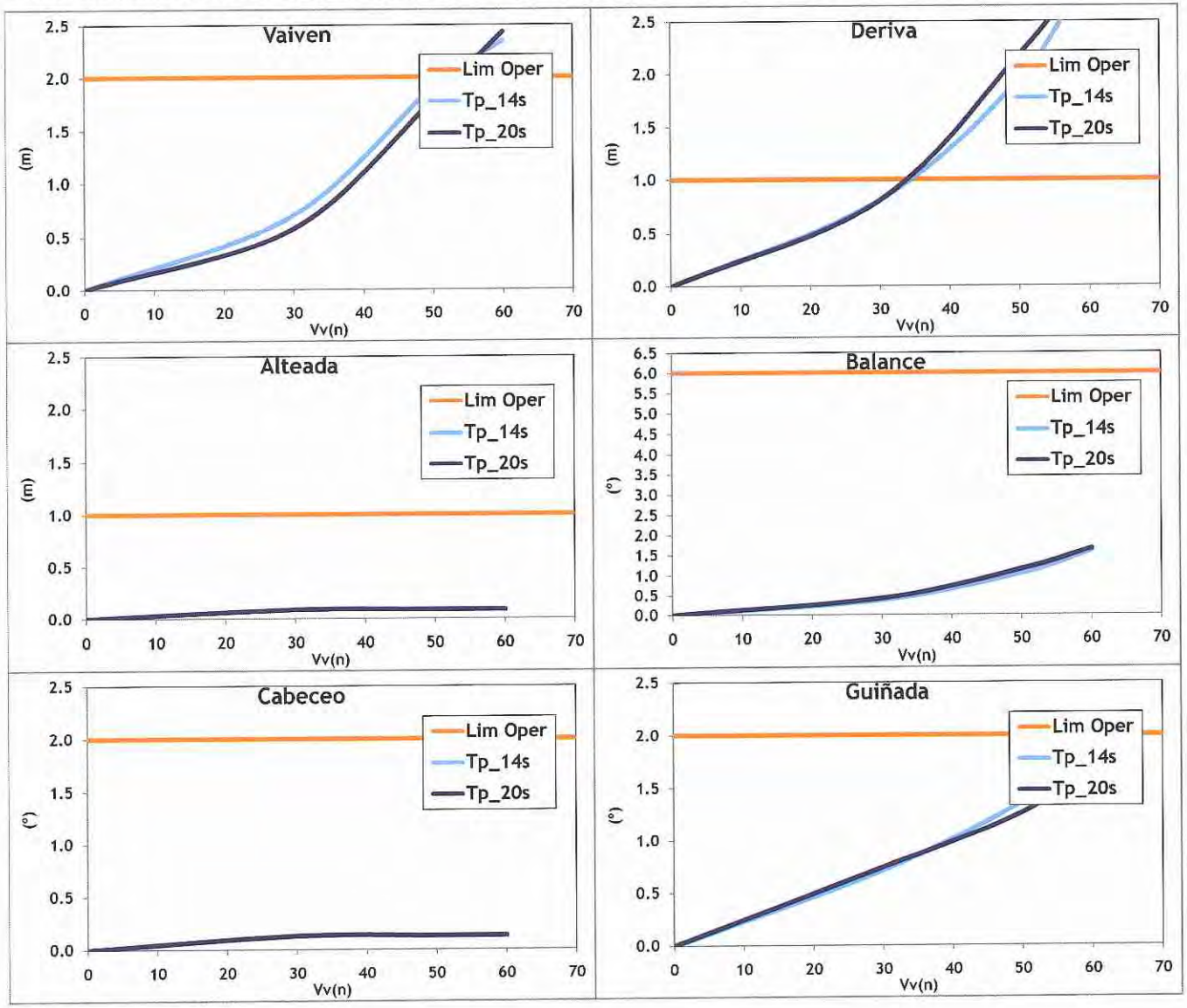


RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0384

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Movimientos Extrapolados

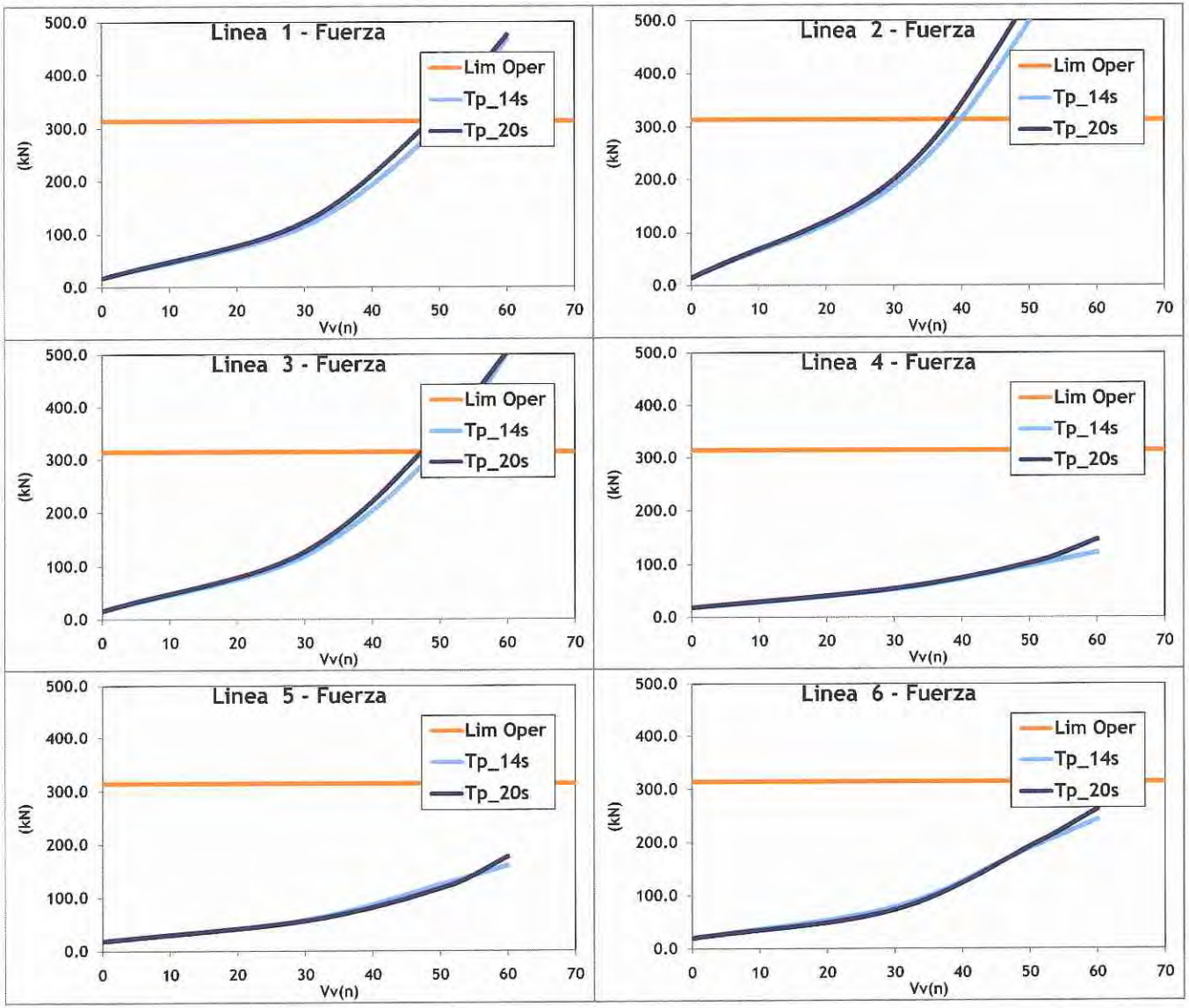
EPE121 - 1



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0383

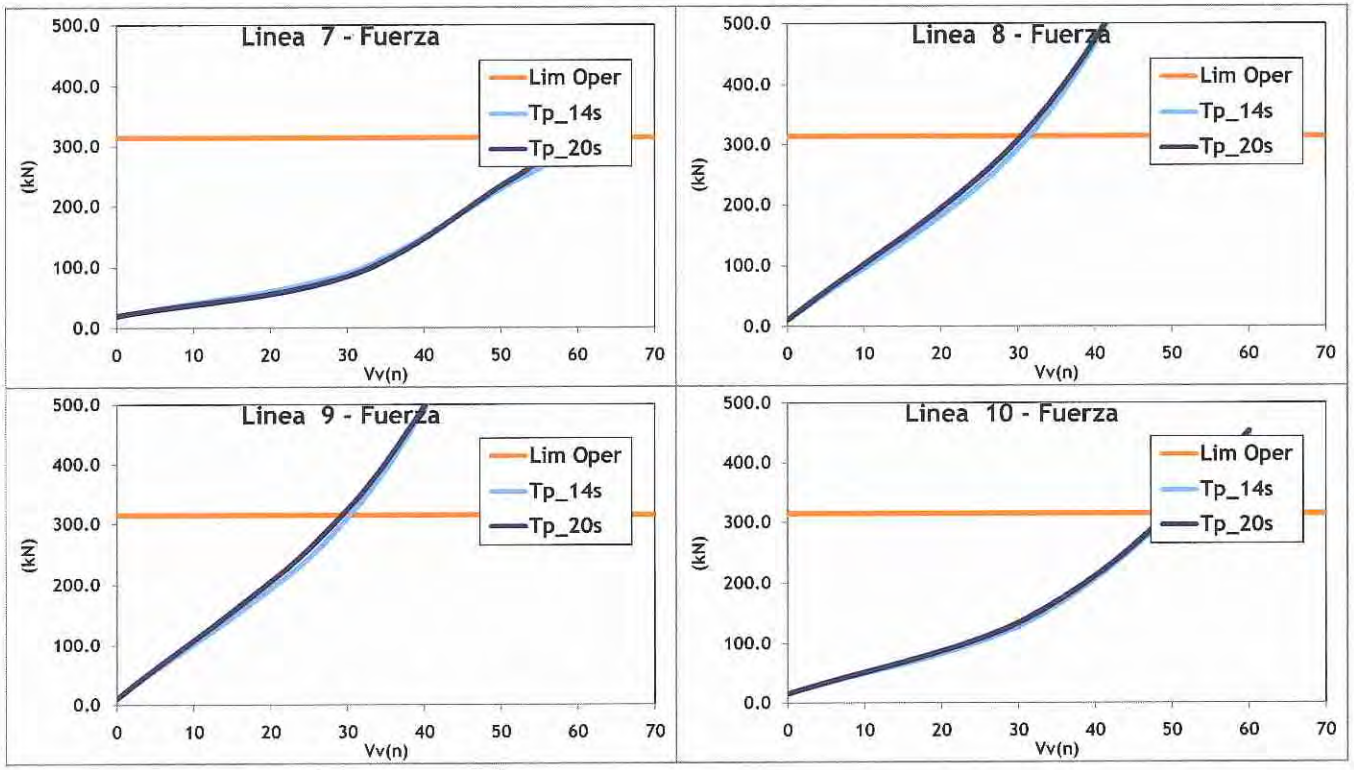
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas EPE121 - 3 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0386

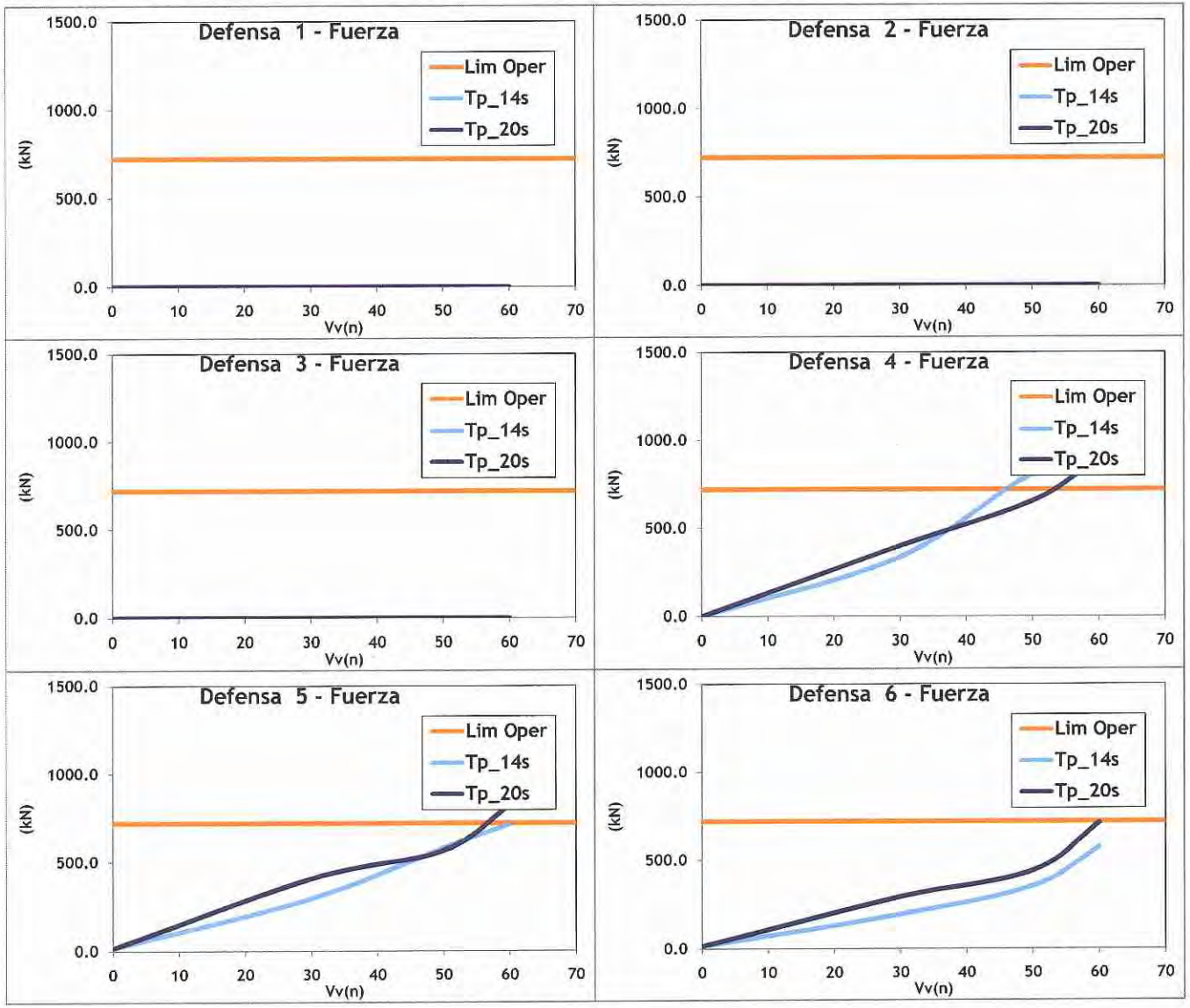
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Fuerzas en lineas extrapoladas EPE121 - 3 (2/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0384

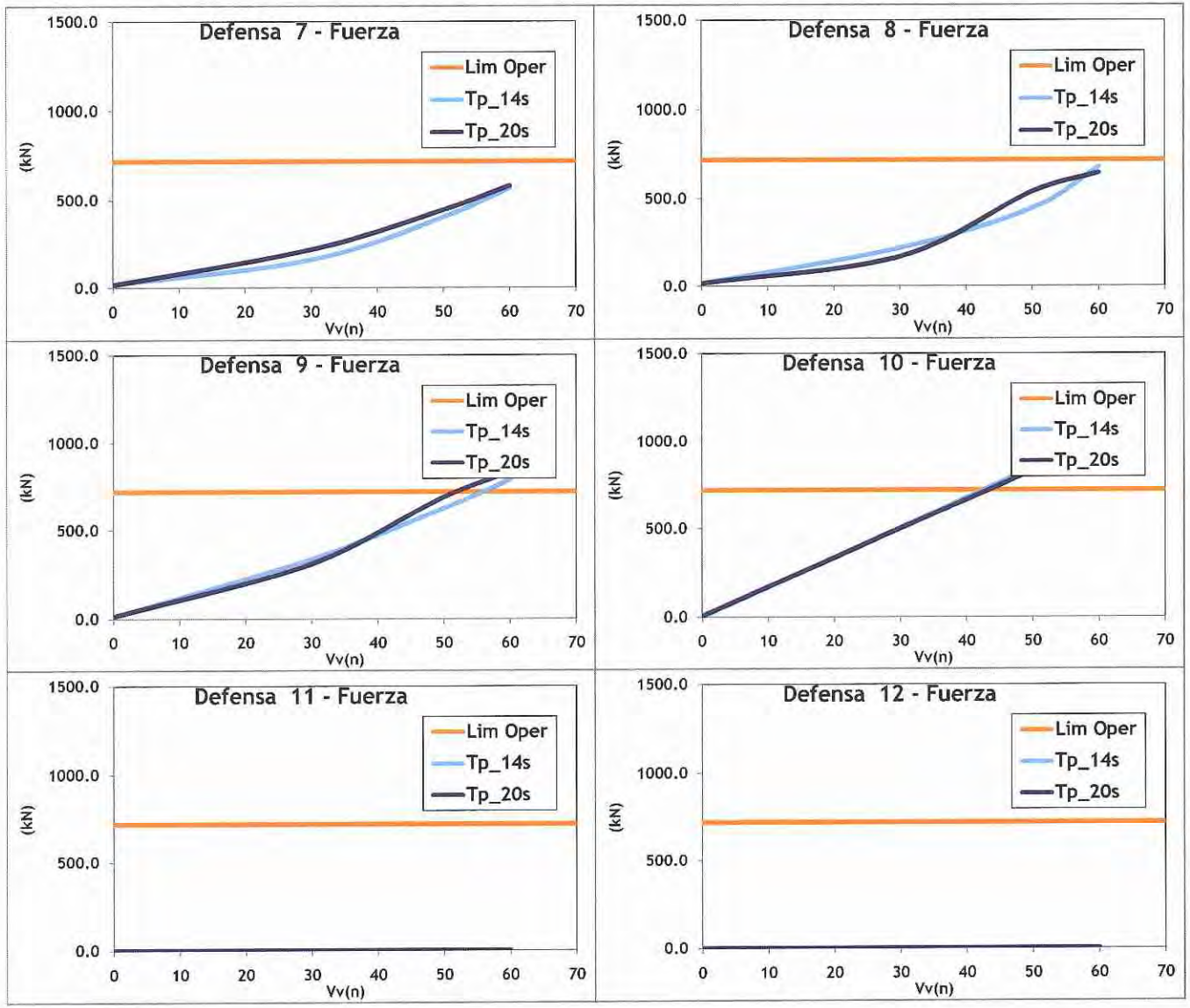
Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas EPE121 - 5 (1/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

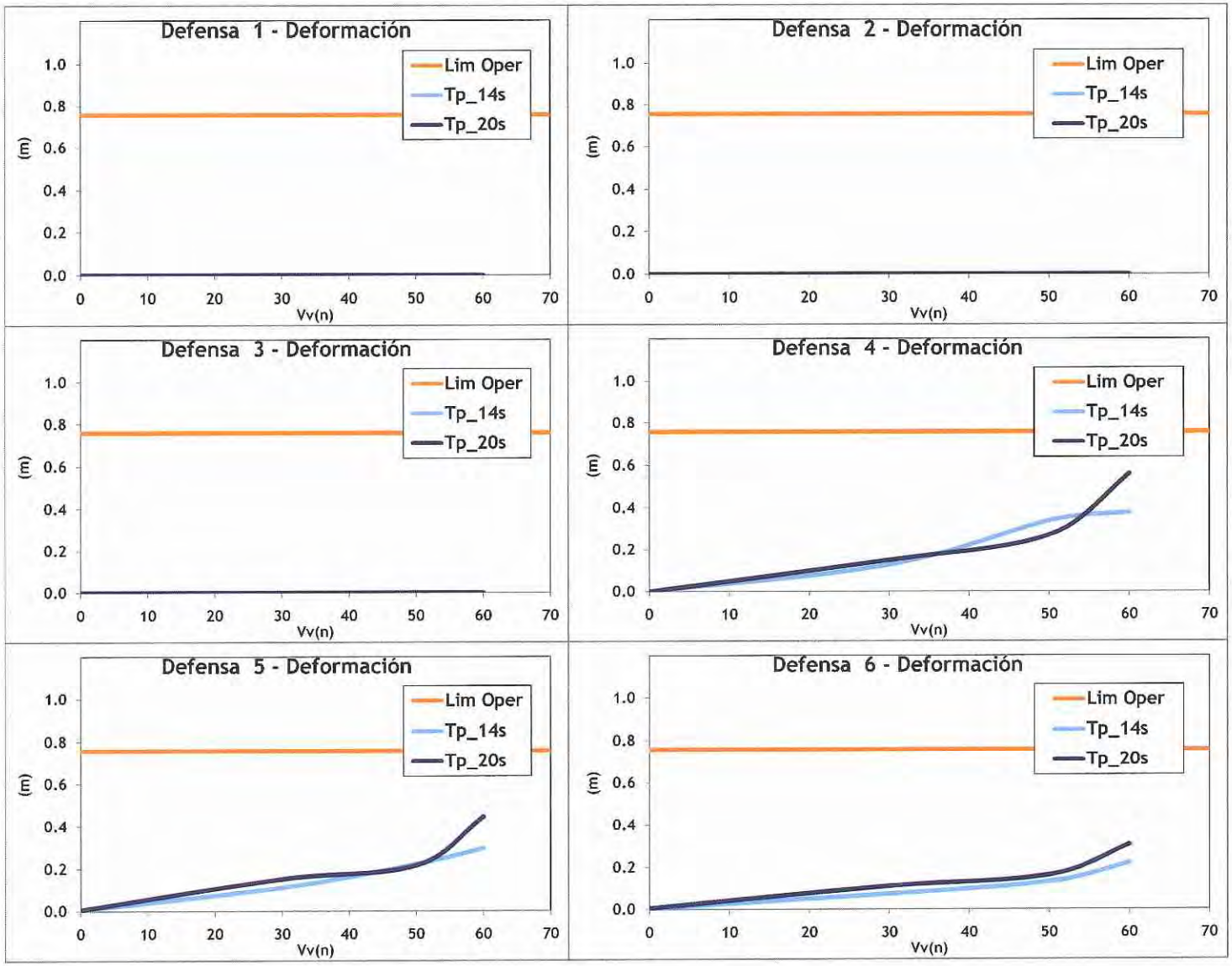
0388

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Fuerza en Defensas EPE121 - 5 (2/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

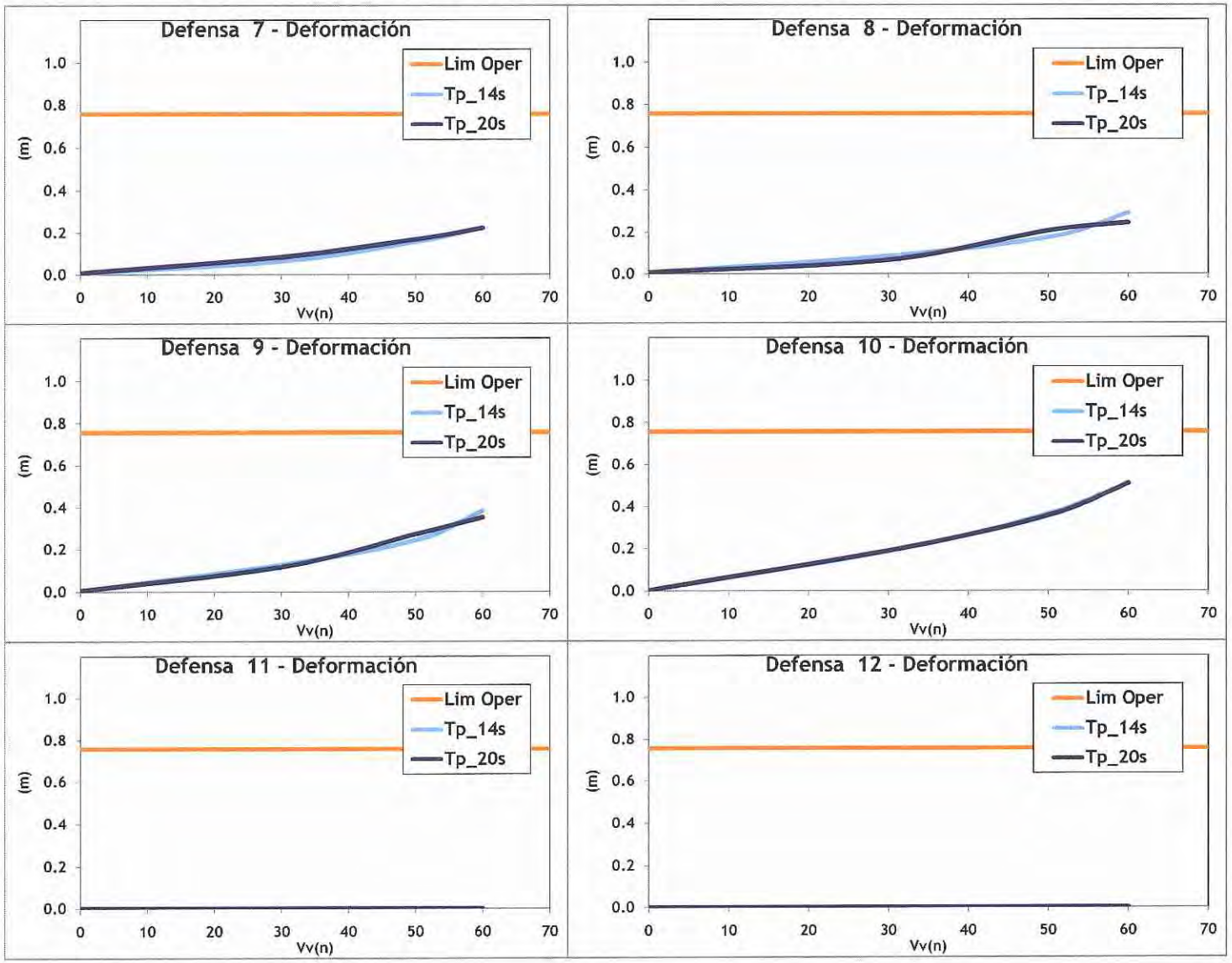
0389



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0390

Perú Callao Nueva Terminal Minerales - Extrapolation Deformacion en Defensas EPE121 - 6 (2/ 2)



RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623

0391

TC
TRANSPORTADORA
CALLAO

NOTA:

EL PRESENTE ESTUDIO INICIA EN EL FOLIO 0001 Y TERMINA EN EL FOLIO 0392.

RAUL RIOS JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
CIP 3623