

IV. PLANEACIÓN DE UNA TERMINAL DE VEHÍCULOS EN EL PUERTO DE LÁZARO CÁRDENAS

En este capítulo se realizará la descripción de las necesidades y condiciones que se presentan para la construcción de una Terminal Especializada de Vehículos en el Puerto, proponiendo tres posibles ubicaciones y describiendo sus características.

IV.1 Generación de alternativas por ubicación

Como se mencionó en el capítulo 1, el Puerto de Lázaro Cárdenas cuenta con grandes ventajas que lo posicionan como uno de los puertos con mayores expectativas de crecimiento. En el año 2005 el movimiento de carga comercial en el Puerto alcanzó los 16.6 millones de toneladas situando así a este en primer lugar en el ámbito nacional. Debido a que el sector logístico del Puerto está integrado por el manejo de la carga de contenedores y los patios para almacenamiento de vehículos; dentro de los principales flujos de carga que mostraron crecimiento se encontró el tráfico de vehículos.

Como medidas estratégicas para atraer crecimiento al mercado de automóviles en el puerto en el año 2002 se inició con la pavimentación de 14.1 hectáreas para almacenamiento de vehículos y se asignó un contrato con la empresa Grupo Centurión para operar 56 mil autos anuales. Logrando atraer a la marca General Motors a operar sus unidades en el Puerto.

Debido al fenómeno de subutilización de las terminales de uso público en el puerto; principalmente de las de usos múltiples II y granos agrícolas. Se llevaron las gestiones correspondientes con las empresas que operan estas terminales con el objetivo de darle mayor dinamismo y operatividad al puerto en el manejo de las mercancías de comercio exterior; por lo cual la TUM II (Terminal de Usos Múltiples II) se ha utilizado para el movimiento de vehículos desde mayo del 2003 donde se atienden los mercados de importación a los países de: Corea, Chile, Argentina y Japón y para exportación a la costa este de los Estados Unidos.

Gracias a estas medidas el puerto se insertó dentro del panorama mundial en el movimiento de este tipo de carga, entrando en competencia con otras cadenas logísticas del país y el extranjero.

Para el almacenamiento de vehículos se planteaba que las necesidades del mercado podían ser satisfechas únicamente con mejoras operativas, como, reducir el tiempo de estadía de los vehículos, la pavimentación de nuevas áreas y la construcción de un nuevo muelle de carga general que pudiera atender este

mercado; debido al crecimiento inesperado del Puerto, se determinó que estas medidas serían insuficientes.

La creación de una Terminal Especializada en Vehículos se justifica como se mencionó anteriormente con el incremento en el arribo de buques y de automóviles, resultado de recientes negociaciones se pretende operar en el último año de vigencia de este programa maestro 192,926 automóviles, estimando una tasa media de crecimiento superior a la planteada por el estudio de demanda el cual considera que hasta 2009 se operarían 40 mil unidades, sin embargo, las negociaciones recientes sugieren que para 2009 dicho movimiento será de 143 mil automóviles aproximadamente.

Actualmente el Puerto cuenta con 10 firmas automotrices operando, las cuales han registrado un crecimiento promedio por año del 124%. La operación de vehículos acumulados en tan solo cinco años de operación asciende a 241 mil 560, lo que nos indica que la infraestructura actual para almacenaje de vehículos se encontrara saturada, y se requerirá infraestructura adicional. Con este crecimiento y la promoción que actualmente hace el Puerto Lázaro Cárdenas para este sector se necesitaran hectáreas adicionales de patios para almacenamiento y el establecimiento de una Terminal Especializada.

Según el Programa Maestro de Desarrollo del Puerto, la demanda de automóviles ha estado creciendo a una tasa de crecimiento promedio anual de 124% desde que se inició con este tipo de tráfico en 2003, aunque en un horizonte de 25 años dichas tasas de crecimiento tienden a estabilizarse manteniendo una tasa promedio anual del 6.2%. Para el año 2011 las autoridades portuarias prevén que este volumen llegará casi a los 200 mil vehículos. Por todo lo anterior se considera viable destinar una reserva portuaria en la Isla del Cayacal para la operación de vehículos de 74.8 hectáreas y 1,300 metros de frente de agua. La zona antes señalada esta planteada en dicho Plan Maestro para ser utilizada para establecer dos terminales para el manejo automóviles y equipos rodantes y estará distribuida de la siguiente manera: Primera terminal de autos, con 56.0 hectáreas de tierra y 900 metros de frente de agua (400 en el canal norte y 500 en la dársena norte), para dos posiciones de atraque. Y segunda terminal de autos con 18.8 hectáreas de tierra, 400 metros de frente de agua, para una posición de atraque.

Actualmente los vehículos son almacenados en la Isla de En medio, en 14 hectáreas patios destinados para ello y son descargados en la Terminal de Usos Múltiples II, así mismo también se manejan autos por la Terminal de Granos en la Isla del Cayacal, almacenando estos en 19 hectáreas habilitadas para ello en la zona. Sin embargo las terminales de usos múltiples son operadas por empresas privadas y el muelle es de uso público, por lo que el arribo de los buques se realiza de acuerdo con lo dispuesto a las reglas de operación del

Puerto de Lázaro Cárdenas, lo cual resulta problemático en casos donde varios buques requieren del muelle y deben esperar a que esté en posibilidades de ser utilizado.

Las áreas destinadas actualmente al almacenamiento de vehículos dejarán de operar dicha carga, una vez que inicie operaciones la nueva Terminal Especializada de Automóviles, así mismo los patios que actualmente están destinados para almacenar autos, al término de su contrato, convenio o permiso, pasaran a ser zonas de desarrollo portuario.

Según los análisis de mercado y las proyecciones realizadas por la API Lázaro Cárdenas las autoridades portuarias consideran que para cubrir las necesidades del mercado a futuro será necesaria una terminal de aproximadamente 80 hectáreas, como se muestra en el tabla 14, sus consideraciones son de una tasa de crecimiento anual promedio constante de 10%, con un porcentaje de 70.50% del movimiento para importaciones y 30% para exportaciones; en cuanto al tiempo de estadía se consideran para los buques 35.15 horas en carga y 15.84 horas en la descarga; para los vehículos se considera un tiempo de estadía de 15 días para la importación y 50 días para la exportación, y considerando una capacidad de 650 vehículos por hectárea, la cual incluye no solo el almacenamiento sino también las áreas de rodamiento.

Según lo planteado en este trabajo, utilizando una cuadrícula de 2.5 por 2.5 metros en el patio de almacenamiento, se optimizarían las áreas de almacenamiento, por lo que para el desarrollo de este trabajo utilizaremos una capacidad de almacenamiento de 800 vehículos por hectárea (únicamente almacenamiento) más un área del 20% adicional de área para espacios de rodamiento. En el tabla 15 se puede observar que tomando en cuenta las consideraciones antes mencionadas el área requerida para el almacenamiento es menor, la cual es de aproximadamente 78 hectáreas.

Es importante mencionar que los tiempos de estadía son de los factores que más modifican el área mínima requerida para almacenamiento, por lo que consideramos que en caso de poder garantizar una mayor capacidad operacional del autotransporte sería factible considerar tiempos de estadía de 15 días para importaciones y 20 días para exportaciones. En el tabla 16 se puede observar que modificando estos tiempos en la tabla original realizada por las consideraciones de las autoridades portuarias se reduce notablemente el requerimiento de áreas siendo de aproximadamente 53 hectáreas; además si aunado a esto se consideran las condiciones propuestas en el párrafo anterior, el área mínima de almacenamiento se reduce a 51 hectáreas aproximadamente.

Debido a lo antes mencionado se considerara para este trabajo que el área mínima de la terminal deberá ser de 78 hectáreas; pues los tiempos de estadía proporcionados por API son los valores que satisfacen las necesidades de los

clientes actualmente, ya que los tiempos de estadía varían de cortos a muy largos dependiendo de las necesidades del cliente y de la demanda del mercado.

Como se observa en la tabla 14 la cual concentra información proporcionada por las administraciones portuarias, se espera que para el año 2028 se tenga un movimiento anual de poco mas de 750 mil vehículos al año, para lo cual serán necesarias las áreas de almacenamiento antes mencionadas, se recomienda que dichas áreas sean acondicionadas para esta función en etapas, según se muestren los cambios y movimientos del mercado de vehículos. Según el Plan Maestro de Desarrollo del Puerto, este requisito de área será satisfecho por dos terminales; sin embargo para este trabajo se realizara el análisis del área total necesaria como la destinada para la terminal.

En base a todo lo antes descrito, en este capítulo se presentaran 3 posibles ubicaciones para el desarrollo de la Terminal Especializada de Autos. Se presentara gráficamente en las figuras 56, 57 y 58 las posibles ubicaciones de la misma considerando las áreas disponibles a desarrollo del croquis de uso de suelo del Puerto.

La generación de estas 3 alternativas se realizó basándose primordialmente en el frente de agua, capacidad de almacenamiento y la conexión con las vías de comunicación ya que estas dos características son fundamentales para el funcionamiento eficiente no solo para una terminal de autos sino para cualquier tipo de terminal portuaria.

En la figura 55 se muestra el recinto portuario, el cual servirá para tener una idea completa y más clara de las ubicaciones propuestas.

IV.1.1 Alternativa 1

En la generación de la primera alternativa, que se presenta en la figura 56, se tomo en cuenta el área que se tenía destinada dentro del Plan Maestro de Desarrollo de la Administración Portuaria Integral Lázaro Cárdenas (APILAC) la cual se encuentra en la Isla del Cayacal, y está delimitada al norte por la Terminal de Contenedores, al sur por la Terminal Granelera “Industria Comercializadora de Aceite”, al poniente con la Secretaria de Marina Armada de México y al oriente por la Dársena comercial.

IV.1.2 Alternativa 2

En la generación de esta segunda alternativa se tomó en cuenta el área destinada en el plano de uso de suelo establecido por la APILAC destinado a desarrollo portuario, esta ubicación se encuentra delimitada al norte, oriente y poniente por la vialidad perimetral del recinto portuario, al sur por la dársena

Tabla 14: Área requerida para la Terminal Especializada de Autos, según datos de APILAC. Fuente APILAC, noviembre 2008

CONSTRUCCION DE TERMINAL ROLL ON ROLL OFF
TERMINAL ESPECIALIZADA EN EL MANEJO DE AUTOS

PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA UNA POSICIÓN DE ATRAQUE

ÁREA REQUERIDA

Año	Movimiento de autos anual	Nº de buques anual	Ocupación de terminal hrs/año	Ocupación de terminal días/año	% de ocupación UNA POSICIÓN	Movimiento de autos anual	Vehículos en área de almacenamiento	Area requerida en Has. para almacenamiento
2007	0.00					0.00	0.00	0.00
2008	60,600.00	60.60	1,306	54	14.90%	60,600.00	4,204.64	6.47
2009	123,600.00	123.60	2,663	111	30.40%	123,600.00	8,575.81	13.19
2010	135,960.00	135.96	2,929	122	33.44%	135,960.00	9,433.39	14.51
2011	149,556.00	149.56	3,222	134	36.78%	149,556.00	10,376.73	15.96
2012	164,511.60	164.51	3,544	148	40.46%	164,511.60	11,414.40	17.56
2013	180,962.76	180.96	3,899	162	44.51%	180,962.76	12,555.84	19.32
2014	199,059.04	199.06	4,289	179	48.96%	199,059.04	13,811.42	21.25
2015	218,964.94	218.96	4,718	197	53.85%	218,964.94	15,192.57	23.37
2016	240,861.43	240.86	5,189	216	59.24%	240,861.43	16,711.82	25.71
2017	264,947.58	264.95	5,708	238	65.16%	264,947.58	18,383.01	28.28
2018	291,442.33	291.44	6,279	262	71.68%	291,442.33	20,221.31	31.11
2019	320,586.57	320.59	6,907	288	78.85%	320,586.57	22,243.44	34.22
2020	352,645.22	352.65	7,598	317	86.73%	352,645.22	24,467.78	37.64
2021	387,909.75	387.91	8,358	348	95.41%	387,909.75	26,914.56	41.41
2022	426,700.72	426.70	9,193	383	104.95%	426,700.72	29,606.02	45.55
2023	469,370.79	469.37	10,113	421	115.44%	469,370.79	32,566.62	50.10
2024	516,307.87	516.31	11,124	464	126.99%	516,307.87	35,823.28	55.11
2025	567,938.66	567.94	12,236	510	139.69%	567,938.66	39,405.61	60.62
2026	624,732.53	624.73	13,460	561	153.65%	624,732.53	43,346.17	66.69
2027	687,205.78	687.21	14,806	617	169.02%	687,205.78	47,680.78	73.36
2028	755,926.36	755.93	16,287	679	185.92%	755,926.36	52,448.86	80.69

10% CRECIMIENTO NUAL
70.50% IMPORTACIONES
29.50% EXPORTACIONES
ESTADÍA BUQUE
35.18 CARGA EN HRS.
15.84 DESCARGA EN HRS.

ESTADÍA VEHÍCULO
15 DÍAS PARA IMPORTACIÓN
50 DÍAS PARA EXPORTACIÓN
650.00 VEHÍCULOS POR HECTAREA

Tabla 15: Área requerida para la Terminal Especializada de Autos, considerando 800 vehículos por hectárea. Elaboración propia

**CONSTRUCCIÓN DE TERMINAL ROLL ON ROLL OFF
TERMINAL ESPECIALIZADA EN EL MANEJO DE AUTOS
PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA UNA POSICION DE ATRAQUE ÁREA REQUERIDA**

Año	Movimiento de autos anual	Nº de buques anual	Ocupación de terminal hrs/año	Ocupación de terminal días/año	% de ocupación UNA POSICIÓN	Movimiento de autos anual	Vehículos en área de almacenamiento	Area requerida en Has. para almacenamiento
2007	0.00					0.00	0.00	0.00
2008	60,600.00	60.60	1,306	54	14.90%	60,600.00	4,204.64	5.26
2009	123,600.00	123.60	2,663	111	30.40%	123,600.00	8,575.81	10.72
2010	135,960.00	135.96	2,929	122	33.44%	135,960.00	9,433.39	11.79
2011	149,556.00	149.56	3,222	134	36.78%	149,556.00	10,376.73	12.97
2012	164,511.60	164.51	3,544	148	40.46%	164,511.60	11,414.40	14.27
2013	180,962.76	180.96	3,899	162	44.51%	180,962.76	12,555.84	15.69
2014	199,059.04	199.06	4,289	179	48.96%	199,059.04	13,811.42	17.26
2015	218,964.94	218.96	4,718	197	53.85%	218,964.94	15,192.57	18.99
2016	240,861.43	240.86	5,189	216	59.24%	240,861.43	16,711.82	20.89
2017	264,947.58	264.95	5,708	238	65.16%	264,947.58	18,383.01	22.98
2018	291,442.33	291.44	6,279	262	71.68%	291,442.33	20,221.31	25.28
2019	320,586.57	320.59	6,907	288	78.85%	320,586.57	22,243.44	27.80
2020	352,645.22	352.65	7,598	317	86.73%	352,645.22	24,467.78	30.58
2021	387,909.75	387.91	8,358	348	95.41%	387,909.75	26,914.56	33.64
2022	426,700.72	426.70	9,193	383	104.95%	426,700.72	29,606.02	37.01
2023	469,370.79	469.37	10,113	421	115.44%	469,370.79	32,566.62	40.71
2024	516,307.87	516.31	11,124	464	126.99%	516,307.87	35,823.28	44.78
2025	567,938.66	567.94	12,236	510	139.69%	567,938.66	39,405.61	49.26
2026	624,732.53	624.73	13,460	561	153.65%	624,732.53	43,346.17	54.18
2027	687,205.78	687.21	14,806	617	169.02%	687,205.78	47,680.78	59.60
2028	755,926.36	755.93	16,287	679	185.92%	755,926.36	52,448.86	65.56

10% CRECIMIENTO ANUAL
70.50% IMPORTACIONES
29.50% EXPORTACIONES
ESTADÍA BUQUE
35.18 CARGA EN HRS.
15.84 DESCRAGA EN HRS.

ESTADÍA VEHICULO
15 DIAS PARA IMPORTACIÓN
50 DIAS PARA EXPORTACIÓN
800.00 VEHÍCULOS POR HECTAREA

20% de rodamiento 13.11
Área total 78.67

Tabla 16: Área requerida para la Terminal Especializada de Autos, considerando tiempos de estadía menores y 800 vehículos por hectárea, elaboración propia

CONSTRUCCION DE TERMINAL ROLL ON ROLL OFF
TERMINAL ESPECIALIZADA EN EL MANEJO DE AUTOS

PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PARA UNA POSICION DE ATRAQUE

ÁREA REQUERIDA

Año	Movimiento de autos anual	Nº de buques anual	Ocupación de terminal hrs/año	Ocupación de terminal días/año	% de ocupación UNA POSICIÓN	Movimiento de autos anual	Vehículos en área de almacenamiento	Area requerida en Has. para almacenamiento
2007	0.00					0.00	0.00	0.00
2008	60,600.00	60.60	1,306	54	14.90%	60,600.00	2,735.30	3.42
2009	123,600.00	123.60	2,663	111	30.40%	123,600.00	5,578.93	6.97
2010	135,960.00	135.96	2,929	122	33.44%	135,960.00	6,136.82	7.67
2011	149,556.00	149.56	3,222	134	36.78%	149,556.00	6,750.51	8.44
2012	164,511.60	164.51	3,544	148	40.46%	164,511.60	7,425.56	9.28
2013	180,962.76	180.96	3,899	162	44.51%	180,962.76	8,168.11	10.21
2014	199,059.04	199.06	4,289	179	48.96%	199,059.04	8,984.92	11.23
2015	218,964.94	218.96	4,718	197	53.85%	218,964.94	9,883.42	12.35
2016	240,861.43	240.86	5,189	216	59.24%	240,861.43	10,871.76	13.59
2017	264,947.58	264.95	5,708	238	65.16%	264,947.58	11,958.94	14.95
2018	291,442.33	291.44	6,279	262	71.68%	291,442.33	13,154.83	16.44
2019	320,586.57	320.59	6,907	288	78.85%	320,586.57	14,470.31	18.09
2020	352,645.22	352.65	7,598	317	86.73%	352,645.22	15,917.34	19.90
2021	387,909.75	387.91	8,358	348	95.41%	387,909.75	17,509.08	21.89
2022	426,700.72	426.70	9,193	383	104.95%	426,700.72	19,259.98	24.07
2023	469,370.79	469.37	10,113	421	115.44%	469,370.79	21,185.98	26.48
2024	516,307.87	516.31	11,124	464	126.99%	516,307.87	23,304.58	29.13
2025	567,938.66	567.94	12,236	510	139.69%	567,938.66	25,635.04	32.04
2026	624,732.53	624.73	13,460	561	153.65%	624,732.53	28,198.54	35.25
2027	687,205.78	687.21	14,806	617	169.02%	687,205.78	31,018.40	38.77
2028	755,926.36	755.93	16,287	679	185.92%	755,926.36	34,120.24	42.65

10% CRECIMIENTO ANUAL
70.50% IMPORTACIONES
29.50% EXPORTACIONES
ESTADIA BUQUE
35.18 CARGA EN HRS.
15.84 DESCRAGA EN HRS.

ESTADIA VEHICULO
15 DÍAS PARA IMPORTACIÓN
20 DÍAS PARA EXPORTACIÓN
800.00 VEHÍCULOS POR HECTAREA
20% de rodamiento 8.53
Área total 51.18

de operación del canal de navegación norte del recinto portuario, por un área designada a desarrollo portuario y por la Nueva Terminal de Contenedores, como se muestra en la figura 57.

IV.1.3 Alternativa 3

La tercer alternativa para ubicación de la nueva terminal de autos se ubica en la margen derecha del canal norte, esta se encuentra delimitada al norte y sur por una zona destinada al desarrollo portuario, al oriente por la vialidad perimetral del recinto y al poniente por el canal norte, como se muestra en la figura 58.

IV.2 Dimensionamiento de áreas terrestres para las posibles ubicaciones

Los requerimientos mínimos con los que debe contar la terminal especializada son los siguientes:

- Muelles
- Instalaciones de maniobras
- Patios de almacenamiento
- Accesos

IV.2.1 Alternativa 1

Debido a lo antes mencionado:

Patio de almacenamiento. Cuenta con un área de 240,550 m² de los cuales 228,300 m² son para el almacenamiento de vehículos, la señalización para la estiba se encuentra dividida en cuadros de 2.5 metros de lado, con lo cual como se ha analizado anteriormente permite un mayor aprovechamiento de la superficie.

Espacio de almacenamiento temporal para la carga y descarga de buques se encuentra del lado muelle, cuenta con un área de 107,669 m². Este espacio se ha planeado para que en este mismo sitio se realice la inspección de daños, ya sea antes de pasar al patio de almacenamiento o en su caso antes de embarcarse al buque, ya que como se ha visto anteriormente es necesaria la aplicación de estos test para verificar y garantizar el valor neto de la mercancía transportada.

Espacio para carga y descarga de ferrocarril. Se ha planeado la construcción de una vía de aproximadamente 450 metros de largo, se contempla también la construcción de una rampa para el acceso de los vehículos a los vagones del



Figura 55: Foto aérea del recinto portuario. Elaboración propia

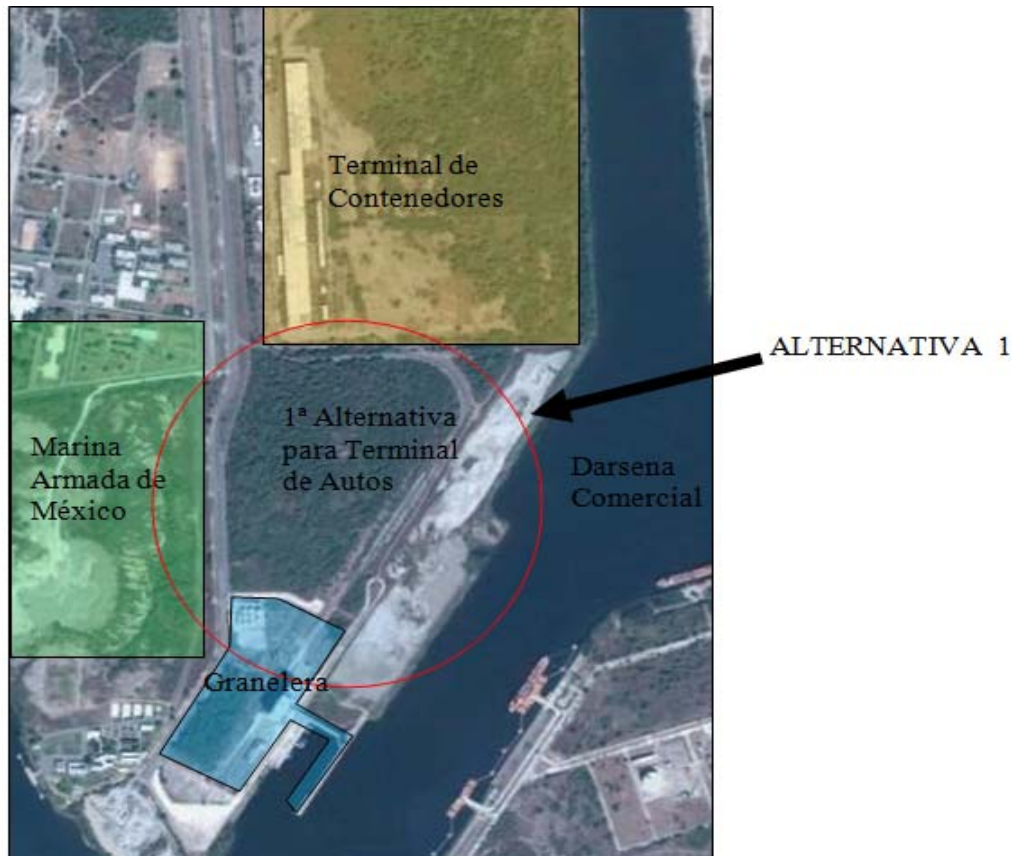


Figura 56: Ubicación de la alternativa 1. Elaboración propia

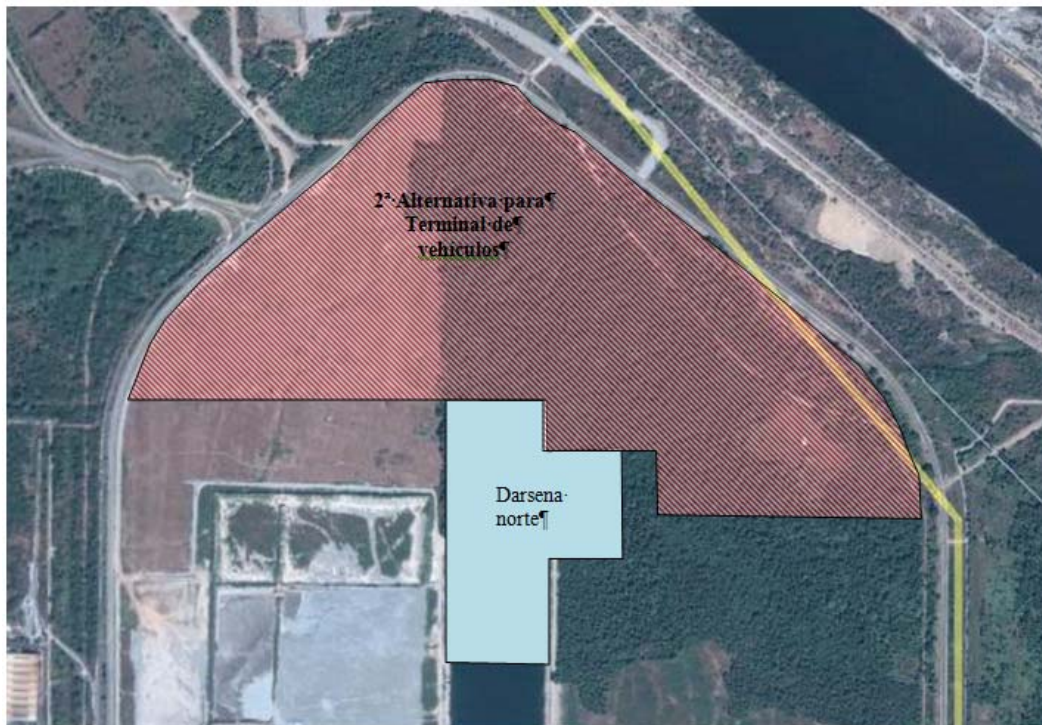


Figura 57: Ubicación de la alternativa 2. Elaboración propia

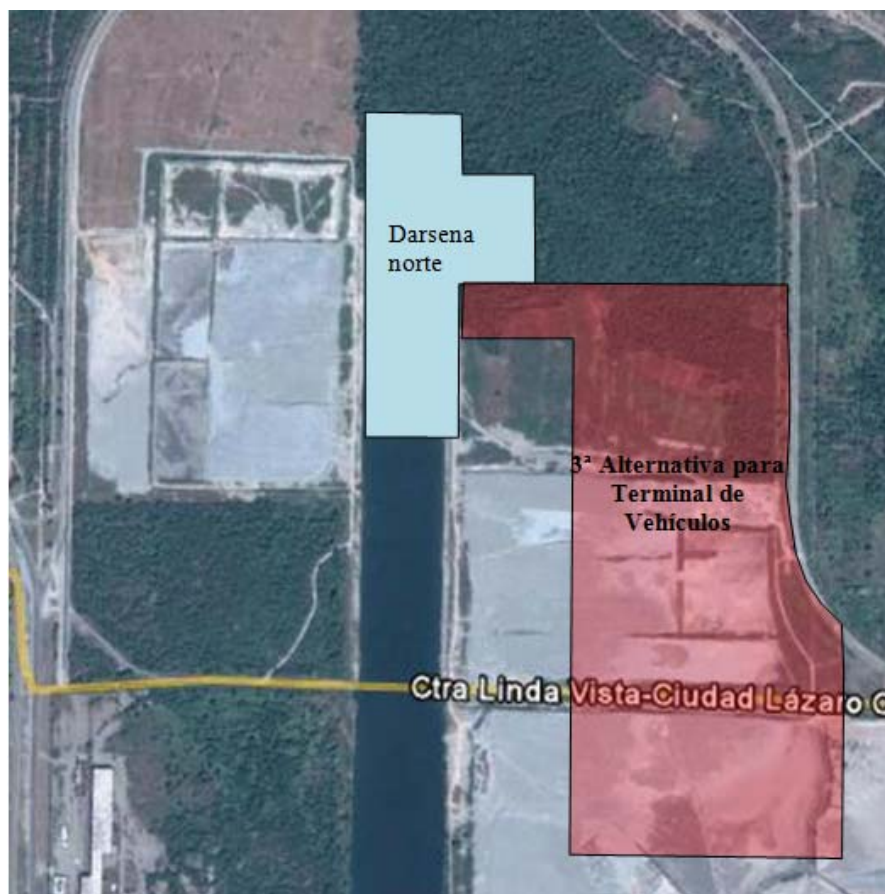


Figura 58: Ubicación de la alternativa 3. Elaboración propia

tren y un cambio de vía que permita el acceso del ferrocarril a las vías propias de la API Lázaro Cárdenas.

IV.1.2.2 Alternativa 2.

Para esta alternativa se tiene una superficie total de terminal de 803,687 m² de los cuales se tiene una capacidad estática de 655,000 m² para almacenamiento de los autos, 6,000 m² para instalaciones PDI y oficinas administrativas, 4034 m² de áreas verdes, 1,826 m² para zonas de acceso incluyendo la construcción de casetas de acceso, 648 m de vías de ferrocarril para el retiro de autos por este conducto y 142,837 m² destinados a vialidades, recordando que el método de dimensionamiento para el almacenamiento de los autos está hecho a base de una retícula de 2.5 m por lado, esto hace que se puedan destinar zonas de almacenamiento a vialidades, según se presenten las necesidades para el funcionamiento eficiente de la terminal.

IV.1.2.3 Alternativa 3.

En esta tercera alternativa se tiene una superficie total de terminal de 822,129 m², de los que 687,388 m² son para el almacenamiento de autos, 6,000 m² destinados a instalaciones PDI y oficinas administrativas, 9,635 m² de áreas

verdes, 418 m de vías de ferrocarril para la distribución de los autos, 2,709 m² para zona de acceso y 126,032 m² de zonas de vialidad e igualmente como se menciona en el párrafo anterior la retícula destinada al almacenamiento de autos, hace flexible el acomodo más conveniente de la mercancía.

IV.3 Barco de diseño

El transporte mundial de los vehículos a motor nuevos ha llegado a ser una ciencia exacta; dado que los fabricantes diseñan sus modelos compartiendo entre si las mismas plataformas, y atendiendo a dimensiones estandarizadas, consiguen una importante reducción de costos por economía de escala, no solo en el transporte, sino principalmente en la producción; y los armadores responden con buques que acomoden la mayor cantidad de estas unidades estándar que sea posible, con la posibilidad esencial de ser cargadas y descargadas rápidamente de una forma segura.

Por ello, los requerimientos del cliente final son puntualmente atendidos en lo que respecta a la calidad en el transporte y necesidades logísticas de velocidad a la hora de diseñarlo. Los requerimientos económicos del armador también han de ser tomados en cuenta, y de la síntesis de estos dos requerimientos nacen los modernos buques porta vehículos.

El estilo común de buque desarrollado hasta ahora parece cumplir con estos requerimientos satisfactoriamente, y son simplemente los detalles los que distinguen los diferentes detalles diseños disponibles hoy en día.

Por ello, podemos estudiar el desarrollo tecnológico tomando en cuenta dos de los buques de última generación, un PCC y un PCTC, dado que lo esencial está en ellos representado.

IV.3.1 Características de un Pur Car and Truck Carrier (PCTC)

El PCTC puede ser definido como un buque destinado al transporte de coches y camiones. Estos buques se caracterizan por una concepción fuertemente ligada al Ro-Ro, por lo que también están capacitados para transportar todo tipo de mercancía rodante, ya sea autopropulsada o no. Su diseño ambivalente les permite una rápida transformación en portacoches, portacamiones o incluso buques de carga general.

Un PCTC es capaz de llevar abordo hasta 6,000 autos o alternativamente, 3,600 autos y 330 camiones distribuidos en 13 cubiertas e incluso disponen de hasta seis cubiertas móviles donde se pueden llegar a acomodar cargas especiales por sus limitaciones de altura y cargas pesadas como son camiones, autobuses, tractores y bulldozers.

Para este trabajo tomaremos como referencia al buque Meridian Ace, el cual actualmente dentro de sus itinerarios arriba en puertos de América y Europa. Fue construido en el año 2000, se considera un buque de última generación en su tipo; sus dimensiones principales son una eslora de 199.98 m, una manga trazada de 36.26 m, un calado de 8.15 m y un puntal máximo de 45.9 m con una capacidad de 5060 automóviles. En la figura 59 se observa el PCTC Meridian Ace.

Está dotado de dos rampas exteriores, ambas con acceso a la cubierta número 5, aunque la rampa de costado puede también colocarse de forma que dé acceso también a la cubierta número 6. Desde la cubierta número 5 hay rampas internas que conducen a las otras 11 cubiertas del buque.

Dispone de 12 cubiertas, denominadas con numeración del 1 al 12 desde abajo hacia arriba, siendo las cubiertas N° 2, 4, 6 y 8 elevables, y las 8 restantes fijas y capaces para carga pesada y de altura.

La cubierta principal N° 5 tiene una altura máxima de 5 m con los paneles de la cubierta N° 6 totalmente subidos. Si estos paneles están en la posición intermedia la altura de la cubierta principal queda de 3.30 m, quedando la cubierta N° 6 apta para carros con altura de hasta 1.70 m. En la posición más baja, queda la principal con una altura de 2.8 m y la N° 6 con 2.2 m apta para furgonetas de pequeño tamaño.



Figura 59: Fotografía del Pure Car and Truck Carrier Meridian Ace. Fuente www.globalsecurity.org, diciembre 2008

IV.3.2 Cubiertas: fijas y móviles

Con las diferencias de alturas entre cubiertas este mismo sistema de cubiertas elevables es válido para las otras tres cubiertas móviles.

Estas cubiertas móviles están divididas en paneles independientes, que están distribuidas en tres paneles de estribor a babor, y longitudinalmente en tantos como dé la eslora de la cubierta. Para elevarlos o bajarlos, el buque dispone de dos elevadores de paneles, con una potencia de elevación de 20 ton. Cada uno. Básicamente se trata de un camión con un dispositivo hidráulico de tijera, que puede actuar con gran rapidez. Una vez en posición el panel, éste queda fijado por la gravedad a las columnas que disponen de un sistema mecánico de soporte.

La resistencia de carga de estas cubiertas es obviamente muy diferente para las cubiertas fijas y para las móviles, ya que la resistencia varía de la máxima en la cubierta principal (2 ton/m² – 22.2 ton/eje) a la mínima en las móviles (0.16 ton/m²- 1.2 ton/eje).

IV.3.3 Rampas: externas e internas

El buque dispone de dos rampas externas. La principal, situada en la popa, tiene una longitud total de 38 metros totalmente desplegada, con una anchura de 7 metros. Es una rampa articulada, teniendo una resistencia de 150 ton. En la figura 60 se observa una imagen de un buque realizando movimiento de autos por medio de una rampa en popa.

La rampa lateral, situada a unos 90 metros de popa, tiene una longitud total de 25 metros, con una anchura de 6.6 m y una capacidad de carga de 22 ton. No es articulada, salvo las uñas del extremo que tienen una pequeña articulación para acoplarse a las distintas alturas e inclinaciones del muelle.

Para ambas rampas, la altura máxima del portalón es de 5 m.

En cuanto a las rampas internas, todas las que suben desde la principal son basculantes, pudiendo cerrarse y evitando así la pérdida de espacio de estiba por rampas. La inclinación de estas rampas es de 9.5° y la longitud varía en función de la altura de la cubierta, estando entre los 26.4 m de la principal y 13.6 m de las cubiertas de coches. La máxima carga de estas rampas también varía, siendo máxima en la rampa fija (22 ton/eje) y mínima en las rampas móviles de las cubiertas de coches (1.2 ton/eje).

IV.3.4 Capacidades

La superficie total de carga es de 54,070 m², una vez descontada la superficie perdida por columnas o formas irregulares de las cubiertas, lo que da una

capacidad total de unidades de autos tipo básico(con un factor de estiba de 7.5 m²) de 5,689 unidades.

La capacidad de unidades especiales puede ser calculada basándose en los factores de estiba normalizados que se especifican a continuación, distinguiendo entre autos, pequeñas furgonetas, todo terreno, grandes furgonetas, camiones y tráiler.

En la tabla 17 se pueden ver las dimensiones, el factor de estiba y el peso normalizado para distintas unidades usuales de carga.

Tabla 17: Dimensiones y factor de estiba de distintas unidades de carga

Vehículo	Dimensiones m	Factor de estiba m²	Peso kg
Auto	4.3x1.7x1.4	7.5	1,100
Furgoneta	5.5x1.8x1.8	10	1,800
Autobús	12x2.5x3.2	35	15,800
Camión grúa	21.6x3.0x3.9	75	85,000
Roll tráiler 20 ‘	6.1x2.5x0.8	18	3,500
Roll tráiler 40’	12.2x2.5x0.8	36	6,000

IV.4 Dimensionamiento de muelles

En este trabajo se propone la utilización para ambas posiciones de atraque muelles a base de plataformas de operación para la carga y descarga de los autos del buque, con lo cual se pretende optimizar las áreas y costos de la infraestructura de dicho elemento, ya que como se mencionó en el subtema anterior, este tipo de embarcaciones descarga solo por las rampas de popa o lateral, además de que por ser los autos un tipo de mercancía para los cuales su peso en relación a su volumen es muy pequeño, no se requiere de un muelle de corrido sino únicamente una estructura que permita la descarga de los autos y conecte con las instalaciones en tierra para el almacenamiento. Sin embargo es importante mencionar que no es la única opción de solución para este elemento de la terminal ya que se puede proponer como se menciona anteriormente un muelle de corrido o alguna estructura con otro tipo de arreglo que cumpla con las necesidades para la descarga y carga de los autos hacia las áreas terrestres.

La estructura propuesta en este trabajo consiste en un muelle a base de dos plataformas de operación; para el atraque se propone la utilización de 3 duques de alba acondicionados con los elementos necesarios para la disipación de la energía al momento del atraque; para el amarre de los buques 4 duques de alba en los cuales se desplanten las bitas.



Figura 60: Imagen de un buque con rampa en popa. Fuente www.globalsecurity.org, diciembre 2008

Las losas de las plataformas de operación, así como las estructuras de los duques de alba estarán desplantadas sobre pilotes para los cuales sus características se determinarán en base a los análisis de los suelos donde se desplantarán y las cargas que recibirán al operar. En la figura 61 se muestra la planta del muelle descrito.

Debido a que según el Plan Maestro de Desarrollo tiene como objetivo el dragado del canal norte y la dársena norte a un nivel de -16.5 m en referencia de nivel de bajamar media inferior, este tipo de estructura permite la colocación de los elementos de contención tales como tablaestaca en lugares que permitan el menor volumen de dragado. En la figura 62 se observa un posible corte en el cual se utilizaría una tablaestaca de dimensiones grandes pero permite un mayor aprovechamiento de áreas y menos volumen de dragado; con esta propuesta de muelle se permite determinar de entre varias opciones cual es la más conveniente no solo en costos, sino también tomando en cuenta las necesidades operacionales y de tiempo.

IV.1.5 Planeación operativa

Para todos los dimensionamientos de áreas propuestas para cada una de las posibles alternativas respectivamente se propone el mismo procedimiento de operación, el cual como se describe en el capítulo anterior; básicamente se reciben los autos, ya sea por tierra o por buque, y se procede a hacer una inspección rápida, necesaria para garantizar el correcto arribo de las unidades y deslindar responsabilidades en caso de algún desperfecto, en donde se identifican principalmente fallas menores como son desperfectos en la pintura o abolladuras en la carrocería.

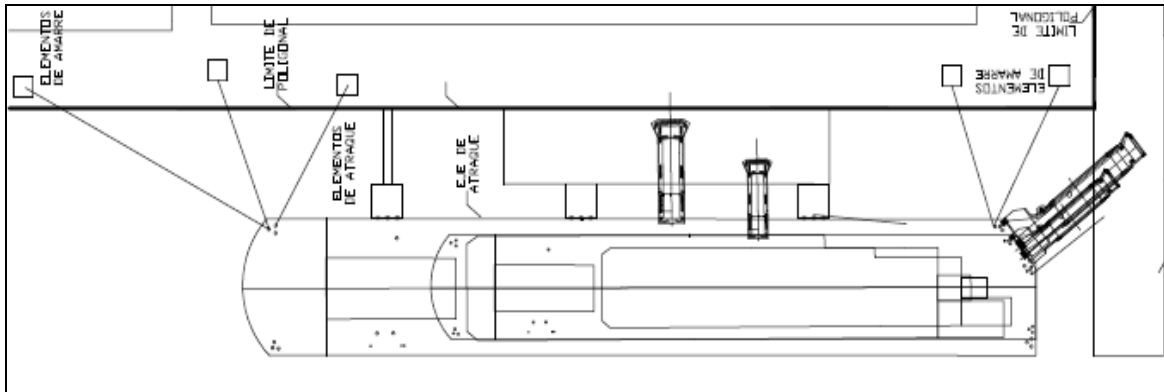


Figura 61: Planta del muelle propuesto para la terminal. Elaboración propia

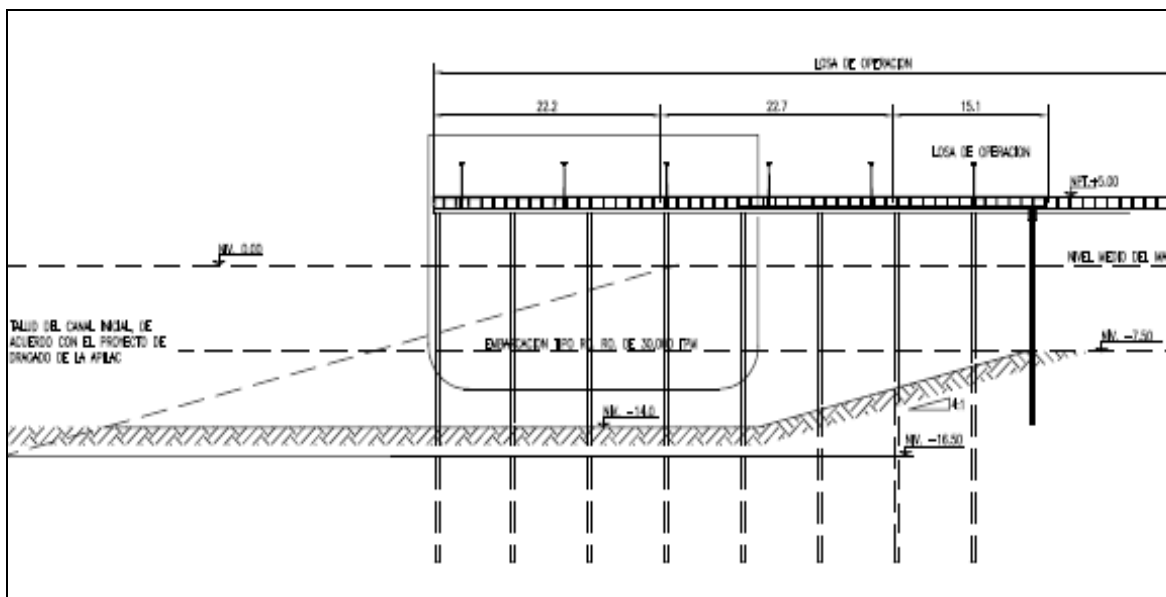


Figura 62: Sección posible para el muelle de la terminal

Una vez realizada la inspección, se prosigue a el almacenamiento de los vehículos para los cuales se destina un área dentro de la terminal la cual será registrada para permitir la ubicación del vehículo en caso de ser necesaria de una forma fácil y rápida.

Los patios de almacenamiento, como ya se ha mencionado, se proponen con una retícula de 2.5 por 2.5 metros, lo cual permite que se estiben los vehículos según las necesidades de áreas al momento, y permitiendo también la determinación de vialidades secundarias según sean necesarias. Generalmente los autos se estiban en bloques de 4 autos a lo largo, lo que permite en caso de ser necesario el movimiento de algún vehículo se realicen el menor número de maniobras para hacer esto posible.

Se propone la implementación de las instalaciones necesarias para realizar la revisión previa a la entrega, en donde se realiza una segunda inspección en este caso más detallada para la determinación de fallas principalmente mecánicas y en caso de ser posible y el cliente lo requiera, se hagan las correcciones y cambios de refacciones necesarias.

Para cuando el cliente lo requiera se propone contar con las instalaciones para realizar las actividades de valor agregado como son la accesorización (colocación de tapetes, radios, herramienta básica incluida en el vehículo, etc.) y el pegado de calcomanías.

Se propone también contar con las instalaciones necesarias para el lavado de los vehículos y el abastecimiento de combustible; e incluso para vehículos que estarán mucho tiempo almacenados en el patio y por ser un ambiente abrasivo para la colocación de anticorrosivos.

El patio se divide en recepción, almacenamiento y punto de venta, en el cual se estiban los vehículos próximos a su distribución, ya sea por tierra (camión ó ferrocarril); ó mar (barco). En esta zona se prevén las áreas para que estos medios de transporte sean cargados, ya que en esta actividad también se realiza una inspección para deslindar responsabilidades y garantizar la correcta salida de los vehículos de la terminal.

IV.1.6. Anteproyectos

Buscando una mayor competitividad del Puerto de Lázaro Cárdenas dentro del sector marítimo nacional y principalmente mundial, se ha buscado por parte de las autoridades de dicho Puerto la implementación de proyectos de desarrollo de infraestructura que le permitan al Puerto aprovechar al máximo sus ventajas comerciales y ubicarlo así ante el mercado mundial de una manera más eficaz y económica para los clientes. Y con esto motivar el desarrollo económico tanto del Puerto como de la zona económica en la que se encuentra.

Dentro de varios proyectos de infraestructura que se contemplan en el Plan Maestro de Desarrollo del Puerto de Lázaro Cárdenas se encuentra la construcción de una Terminal Especializada en Autos, la cual sería la primer terminal de este tipo en México y que permitirá el manejo de esta mercancía de una forma eficaz y logística y además tratando de hacer el movimiento de autos por esta terminal lo más económicamente factible para los clientes atrayendo así nuevos mercados y permitiendo una competitividad principalmente con los puertos de la Costa Este de los Estados Unidos los cuales presentan problemas de saturación y logística.

Para cumplir con este objetivo se puede aprovechar grandes ventajas que presenta el Puerto, como son la ubicación geográfica, la posibilidad de áreas de

desarrollo, la conectividad con vías terrestres, las áreas de navegación que permiten el arribo de buques de grandes dimensiones, entre otras.

Las obras que integran el anteproyecto de la Terminal Especializada de Autos serían:

- a) Muelles especializados para el manejo de vehículos
- b) Patios de almacenamiento
- c) Instalaciones especiales
- d) Elementos de contención de frente de agua
- e) Alumbrado
- f) Drenaje pluvial

Ubicación

Como se muestra en la figura 57, la ubicación de la Terminal se considera al final del canal norte. Delimitada por lo que será la segunda Terminal de Contenedores y vialidades del Puerto.

Ubicación específica de las obras

La ubicación propuesta de los muelles, como se muestra en el plano “Muelle especializado para autos” del Anexo 1; son para el muelle 1 sobre el canal norte, y para el muelle 2 sobre la dársena norte (la cual no se encuentra existente ya que aun no se hacen los trabajos de dragado en la zona, por lo que el desarrollo de este muelle se realizará en una segunda etapa constructiva, cuando los trabajos de dragado de la dársena norte sean terminados por las autoridades portuarias).

Los patios de almacenamiento de vehículos, como se muestra en el plano “Dimensionamiento de áreas” del Anexo 1, se encontrarán en toda la zona de la terminal, dejando espacio para la vialidades y las instalaciones especiales.

Las bases de diseño de los proyectos que se tomarán en cuenta para el anteproyecto según las condiciones físicas y los parámetros generales ya establecidos para el Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán, se describen a continuación:

Amplitud de la marea

Con base en la Tablas Numéricas de Predicción de Mareas, Océano Pacífico, 2008, publicadas por la Secretaría de Marina, se muestran en la tabla 18 las condiciones medias y extremas de la marea que se presentan en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán.

Tabla 18: Niveles de marea. Fuente Tablas Numéricas de Predicción de Mareas, Secretaría de Marina, 2008

Nivel	Elevación (m)
Pleamar máxima registrada	0.902
Nivel de pleamar media superior	0.546
Nivel de pleamar media	0.480
Nivel medio del mar	0.277
Nivel de bajamar media	0.111
Nivel de bajamar media inferior	0.000
Bajamar mínima registrada	-0.372

Nivel de referencia

El nivel que se tomará como referencia para el diseño de las estructuras, será el Nivel de Bajamar Media Inferior (NBMI) con elevación igual a 0.000 metros.

Tipo de muelle

Debido a que en los muelles de esta Terminal se esperan recibir únicamente vehículos y dentro de este rubro generalmente autos, el muelle será a base de plataformas de operación, las cuales sirven de unión para la carga y descarga de autos entre la zona de tierra (área de almacenamiento) y el buque Ro-Ro.

Como se ha mencionado anteriormente con este arreglo de muelle se espera maximizar las áreas de almacenamiento dentro del área de la Terminal y minimizar la inversión en infraestructura optimizando está considerando los requerimientos de los buques Ro-Ro.

Características principales de los buques que atracarán:

Como se ha mencionado anteriormente se puede ver en la tabla 19 las características del buque de diseño, el cual sería el máximo buque Ro-Ro a recibir en la Terminal, y en la tabla 20 se mencionan las principales características del buque mínimo; los tipos de barcos elegidos cuyas características servirán para el diseño estructural de la instalación:

Partes principales que constituyen la obra civil de los muelles

Las dimensiones generales de las obras civiles de las instalaciones portuarias aquí propuestas, son las mínimas requeridas para una operación segura y eficiente. Si por razones de diseño estructural, fuera necesario ampliar sus dimensiones en planta, no existiría inconveniente para hacerlo, siempre que se mantenga la idea conceptual de la instalación.

Tabla 19: Características de buque de diseño Ro-Ro porta coches máximo. Fuente Recomendaciones de Obras Marítimas, ROM 2-90

Buque Ro- Ro Máximo		
Tonelaje de peso muerto	30,000	t
Eslora total	210.00	m
Eslora entre perpendiculares	199.00	m
Manga	36.20	m
Puntal	31.20	m
Calado a plena carga	8.15	m
Franco bordo a plena carga	23.05	m
Superficie máxima longitudinal de deriva debida al viento	5,581.90	m ²
Superficie máxima transversal de deriva debida al viento	1,116.80	m ²
Desplazamiento a plena carga	48,000	t
Producto que opera	Vehículos	

Tabla 20: Características de buque de diseño Ro-Ro porta coches mínimo. Fuente: Recomendaciones de Obras Marítimas, ROM 2-90

Buque Ro- Ro Mínimo		
Tonelaje de peso muerto	15,000	t
Eslora total	190.00	m
Eslora entre perpendiculares	175.00	m
Manga	32.20	m
Puntal	25.50	m
Calado a plena carga	7.00	m
Franco bordo a plena carga	18.50	m
Superficie máxima longitudinal de deriva debida al viento	4,112.50	m ²
Superficie máxima transversal de deriva debida al viento	885.00	m ²
Desplazamiento a plena carga	28,500	t
Producto que opera	Vehículos	

Superestructura

Como se ha mencionado, constará de una plataforma de operación, para la cual las dimensiones en planta de este elemento, se propone que sean de 18 m de ancho y de 84 m de largo, como mínimo.

Será resuelta a base de elementos estructurales de concreto reforzado, mediante trabes y losas de las dimensiones y características que arroje el cálculo estructural.

Subestructura

Se le denomina subestructura a los elementos estructurales que soportan a la superestructura y que transmiten las acciones que esta transmite al terreno natural donde construirá el muelle.

Para ambos muelles, en principio, la subestructura será resuelta a base de pilotes de concreto reforzado de sección rectangular con las dimensiones y características que arroje el cálculo estructural.

En caso de que el estudio de mecánica de suelos determine que la solución de la subestructura a base de pilotes no es una opción viable, se estudiarán otras alternativas.

Pantallas y elementos de amarre

Pantallas son las losas verticales frontales de concreto reforzado, coladas monolíticamente con la losa de piso del muelle, para el amarre de los buques se colocaran borlados o bitas, estos elementos tendrán dimensiones y refuerzos suficientes, para poder transmitir a la estructura la fuerza reactiva de las amarras (dentro de los valores de diseño), sin que sufran fractura alguna. El nivel inferior de las pantallas estará 0.30 m arriba del nivel de referencia

Duques de Alba de Atraque

Serán los elementos encargados de recibir y absorber la fuerza generada por la embarcación durante el atraque y mientras se encuentre amarrada. Se considera que por el rango de embarcaciones que atracarán y las características de estas y la plataforma de operación, serán necesarios tres duques de alba de atraque (uno a cada lado de la plataforma de operación y uno más fuera de la plataforma en la zona de proa de las embarcaciones).

La distancia a que estarán los duques de alba de atraque de uno y otro será de 50 m entre el duque de proa y el primer duque de la plataforma y 60 m entre los dos duques de la plataforma, medidos al centro de los elementos.

Las dimensiones mínimas en planta de estas estructuras rectangulares, para contener todos los elementos necesarios para su propósito, es de 8 m por lado, con las cuatro esquinas con un ochave de 0.20 m. por lado.

Drenaje Pluvial

El escurrimiento de las aguas pluviales será por pendiente en el piso del nivel de operación. Se localizarán parte aguas tanto en la Plataforma de Operación

como en los Duques de Alba, de tal manera que el agua drene hacia los cuatro lados de cada elemento.

Cálculo del peso virtual de la embarcación

Para determinar la energía cinética de la embarcación requerida en el cálculo de la estructura del muelle, no sólo intervendrá su desplazamiento total, sino un peso extra formado por cilindro de agua de mar, con una longitud igual a la eslora entre perpendiculares de la embarcación y un diámetro equivalente a su calado a plena carga.

Se considerará que el barco hace contacto con el muelle en una sola defensa, con uno de sus costados en un punto localizado a un cuarto de su eslora, debiendo absorber la mitad de la energía cinética la estructura del muelle, la deflexión de la defensa y el colchón formado por el agua, y la otra mitad el barco.

Velocidad de atraque

Se refiere a la componente de la velocidad de la embarcación a plena carga, perpendicular al paramento de atraque, cuando aquélla se aproxima a éste.

En este caso por tratarse de un atraque con grado de dificultad bajo y por tratarse de zona abrigada, se considera el valor promedio de: 0.90 m/s.

Ángulo de aproximación del barco al muelle

Es el ángulo formado entre el eje longitudinal del barco y el eje del paramento del muelle, durante su maniobra de atraque. Se considerará un ángulo de 10°, como ángulo de aproximación.

Velocidad de diseño de la corriente

La velocidad de la corriente de agua en las maniobras atraque de las embarcaciones se considerarán de 0.1 m/s (0.2 nudos), ya que es una zona protegida.

Velocidad del viento de diseño

Estando el Barco Atracado al Muelle, se estudiarán dos escenarios:

Con el viento de través al barco exponiendo éste su máxima superficie longitudinal de deriva debida al viento, donde el barco ejerce una fuerza de compresión o de tensión en las estructuras de atraque.

Cuando el viento ejerce su acción sobre la superficie máxima transversal de deriva debida al viento y éste trata de mover el barco en sentido paralelo al del atraque, provocando una torsión sobre las estructuras, por la fuerza transmitida a través de los elementos de amarre.

En ambas condiciones la velocidad que debe considerarse será de 100 km/h. Si la velocidad del viento supera la antes dicha, el barco debe desatracar del muelle.

Con esta velocidad se hará un segundo análisis sobre la estructura del muelle comparando las fuerzas de compresión generadas por el viento sobre el costado del barco, y la energía del atraque con el barco animado con la velocidad de diseño durante el atraque. Se tomará la mayor para el cálculo de la estructura y de las defensas.

Para obtener las fuerzas de tensión que genera el barco atracado, se debe analizar la fuerza provocada por el viento de diseño actuando sobre el costado del barco exponiendo su máxima superficie longitudinal de deriva, tratando de separarlo del muelle. Este valor servirá para el diseño a tensión de la estructura y para los esfuerzos en las bitas.

Cargas vivas horizontales

Son las debidas a las siguientes condiciones:

A la energía generada por el barco a plena carga, en su maniobra de atraque con las velocidades de aproximación mencionadas anteriormente.

La acción del viento, ya sea pegando o separando el barco de mayor porte esperado, exponiendo éste su mayor área longitudinal de deriva debida al viento de diseño.

La acción del viento de diseño con barco atracado y la corriente de agua antes mencionada, actuando ambas, sobre la máxima superficie transversal de la embarcación de deriva debida al viento.

Se tomará la fuerza mayor que se genere sobre la estructura, con la embarcación durante el atraque; con barco amarrado bajo las diferentes condiciones ya mencionadas; así como por sismo, pero nunca superpuestas.

Cargas vivas verticales

Los Duques de Alba, así como la Plataforma de Operación deberá calcularse para una carga de 1,500 kg/m² uniformemente distribuida o la carga de un camión H20-S16 o el peso de grúas, que serian las cargas extremas que podrían

presentarse (al descargar o cargar estas mercancías en los buques), considerando el valor que resulte máximo.

Cargas Uniformemente Repartidas

En ausencia de información detallada sobre las mercancías y materiales a transitar o almacenar, sobre el tipo y distribución de las instalaciones de manipulación y almacenamiento, y fundamentalmente en previsión de posibles cambios en las condiciones de utilización y criterios de explotación durante la vida útil de la obra, se adoptarán como mínimo las siguientes sobrecargas uniformemente repartidas de 3 t/m²

Mecánica de suelos

Se debe realizar con un estudio de mecánica de suelos el cual consigne sondeos en el agua y en tierra llevados a mínimo 45 m de profundidad a partir del lecho natural.

Zona sísmica

De acuerdo con el Manual de Diseño Sísmico de la Comisión Federal de Electricidad, para el análisis estructural de los elementos ante acciones accidentales de estructuras del Grupo B y Zona D, se puede asignar un coeficiente sísmico de 0.86.

Nivel de operación del muelle

Dadas las condiciones de operación de estos barcos, se hace necesario considerar una altura de operación del muelle congruente con las variaciones de altura que tendrá dada la carga y descarga de mercancía, así como las correspondientes a la amplitud de marea durante el tiempo que permanezca atracado. Todo esto, con el propósito de buscar un equilibrio entre una operación segura y eficiente y los costos de construcción así como las características del equipo a instalar.

De acuerdo a las condiciones que se han mencionado, se estima que la altura del nivel de piso terminado de la plataforma de operación, sea de 5 m sobre el nivel de referencia.

Será la necesaria para tener bajo la quilla del barco mayor esperado, una distancia vertical, adecuada.

Como las dimensiones del frente del terreno de la Terminal permiten pensar en futuras ampliaciones del muelle en cuanto al porte de las embarcaciones por

recibir, será necesario hincar más profundos los pilotes que lo requerido para recibir el barco mayor esperado consignado en este anteproyecto.

Por tanto, la profundidad de diseño al pie del muelle, será de 14 m. con respecto al plano de referencia, aunque el dragado general del puerto este programado hacerse a 16 m.

Sistema de defensas para los muelles

Son aquellas que se instalarán en el paramento del muelle y servirán para absorber la mayor cantidad posible de la energía del atraque de la embarcación de diseño.

Serán hule del tipo fijo con pantalla frontal y estarán ancladas a la pantalla de atraque ya descrita anteriormente.

Se propone sean defensas de las siguientes características:

Tipo:	Pantalla
Grado de hule:	RH o CS3
Deflexión:	52.5%

Las defensas serán instaladas sobre elementos de concreto armado de refuerzo, colados monolíticamente con los duques de alba de atraque, los cuales sólo se construirán en éstas zonas para fines del anclaje de las defensas, con los taquetes colocados previamente al colado del concreto.

Máximo esfuerzo permisible que puede transmitir la defensa al casco del barco

Para evitar daños al casco del barco, la defensa o pantalla de ésta, no deberá ejercer una presión mayor de 50 ton/m² actuando sobre éste.

Sistema de amarre

Se requerirá de un sistema de bitas, el cual será definido con base a los análisis de acciones que se realicen a los muelles de tal suerte que de dicho análisis, se definirán tanto el tipo, como la capacidad y la distribución de las bitas para cada uno de los muelles. Se consideraran bitas con una capacidad de 100 t, de preferencia colocadas a cada 20 metros sobre un mismo alineamiento paralelo al del paramento frontal del muelle.

Sistema de alumbrado

Por tratarse de muelles en los cuales se planea tener una operación durante las 24 horas, deberán dotarse de iluminación profusa no sólo en la zona de carga y descarga, sino en toda el área de la instalación.

Los muelles tendrán los postes necesarios con suficientes luminarias y altura para cubrir toda el área, siempre tratando de dirigir los haces hacia el piso para no deslumbrar al Piloto en las maniobras nocturnas.

Se propone que sean postes fabricados en tres tramos con tubería de 12", 10" y 6" de diámetro, lo que les dará mayor resistencia a la corrosión, que los postes fabricados con lámina comercial.

Luces de situación

Las luces de situación irán instaladas en los extremos de los muelles. Las lámparas tendrán un alcance de 5 millas en condiciones normales de visibilidad con un coeficiente de transmisibilidad de 0.85, cambiador automático de 6 focos y válvula solar.

Se instalarán las lámparas en postes de 1.50 m de altura. Al pie de ellos estará el banco de baterías y el transformador que alimentará de corriente directa a las luces, a través de las baterías. El transformador recibirá corriente alterna de 110 volts.

Sistema contra incendio

No se proyectará sistema contra incendio en los muelles.

Seguridad física (SOLAS)

El se deberán considerar las Enmiendas adoptadas en el Anexo del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar 1974 (SOLAS), en lo referente al Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (Código PBIP) a que se refiere el Capítulo XI-2.12 del Convenio SOLAS/74 y que fue publicado en el Diario Oficial del 11 de febrero del 2004, para ser aplicado a partir del 1 de julio del mismo año.

Materiales de construcción

La longitud y sección de los pilotes que constituirán la subestructura del muelle estarán definidos por el estudio de Mecánica de Suelos y el Diseño Estructural.

En caso de permitirlo las características del suelo, se debe procurar el uso de pilotes de concreto con la especificación adecuada, por su buen desempeño en el agua salada.

Si se decidiera construir los pilotes de concreto reforzado, el cemento utilizado deberá ser resistente a los sulfatos con aditivo para incrementar su impermeabilidad y proteger el acero de refuerzo.

En cuanto al acero de refuerzo deberá tener una f_y de 4,200 Kg /cm² y el concreto una $f'_c = 250$ Kg /cm² y 350 Kg /cm², como mínimo según sea el elemento estructural.

Sin embargo, si el número de pilotes de concreto fuera excesivo o de sección muy grande y por lo mismo pesados, que hiciera más costosa la maniobra y la hinca, se podrán elegir pilotes de acero de diámetro igual o mayor a 24" Ø, previo diseño estructural.

En las trabes, muros, losas, pantallas, guarniciones, etcétera, utilizados en la superestructura del muelle, el único material que se usará, será concreto reforzado con acero de una $f_y = 4,200$ Kg /cm² y un concreto de $f'_c = 350$ Kg /cm², como mínimo.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá la utilización de grava de río en la fabricación de concreto.

La pendiente requerida para drenar las aguas pluviales en todos los elementos que constituyen el muelle, será del 2% y se dará con el concreto mismo, en su etapa de acabado y nunca con emulsiones asfálticas.

Dragado

El dragado se puede considerar que se llevará a cabo en dos áreas: en el canal de navegación y la nueva dársena.

Para el dragado de las zonas antes mencionadas y tratando de evitar que haya interrupción de las maniobras en el canal de navegación, se estima conveniente que sea realizado por una draga autopropulsada que deposite el material dragado en alguna zona mar adentro, previamente determinada por las Autoridades.

Con base en los estudios antecedentes, se prevé que el material a dragar estará conformado en su mayoría por arenas con pequeñas cantidades de conchas y algunas gravas. Se descarta la presencia de mantos rocosos.

Señalización industrial

Se deberá diseñar la señalización del muelle, incluyendo el área de carga/descarga, tránsito peatonal, limitaciones de áreas y todas las medidas de seguridad que se necesiten en esta instalación, equipo y personal, para su óptima funcionalidad en el aspecto de seguridad marítima.

Los sistemas de señalización tienen que ser visibles, clasificados con los colores de acuerdo a su función, habrá de tenerse muy en cuenta la identificación del color con su contraste, por los señalamientos informativos, señalamientos preventivos, de precaución, restrictivos, de prohibición, de obligación, señales de información para salidas de emergencia y primeros auxilios y señales audibles.

Pintura del muelle

Las especificaciones de los colores con que se pintarán los diferentes elementos que constituyen el muelle serán los que se mencionan en la tabla 21.

Tabla 21: Elementos de muelles y colores con que se debe de pintar. Fuente elaboración propia

Pantallas de atraque	Líneas diagonales alternadas en amarillo y negro
Bitas	Color naranja
Postes de alumbrado	Color blanco
Guarniciones	Color amarillo

Principales características de los patios de almacenamiento

Distribución geográfica

Los patios de almacenamiento tendrán la distribución geométrica que se muestra en el plano “Módulos de almacenamiento” del anexo 1, en base a lo descrito en el capítulo 3, buscando la optimización de áreas.

Pavimentos

Debido a que el tipo de mercancía que se movilizara en esta terminal no representa cargas importantes, se recomienda según el método Inglés para pavimentos una estructura con la siguiente configuración: 40 cm de sub base, 25 cm de base mejorada y 10 cm de carpeta asfáltica.

Banquetas

Habrá una banqueta a todo lo largo de la vialidad principal (vialidad que delimita el área del proyecto), para evitar que el personal camine por la calle. Cada banqueta tiene un ancho total de 1 m. que incluye un parapeto exterior de 0.15 m. de ancho según se describirá en el siguiente párrafo. La altura de la banqueta sobre el nivel de la calle del muelle es de 0.20 m.

Los ductos que conducen los servicios auxiliares tales como alumbrado, teléfono, etc. son de diámetro menor, quedaran alojados dentro de una trinchera que se deje para este propósito, dentro de las banquetas cubiertas con tapas de concreto de fácil remoción, para su inspección y/o mantenimiento.

Drenaje Pluvial

El terreno deberá contar con las pendientes necesarias para el escurrimiento de las aguas pluviales hacia rejillas debidamente distribuidas en toda la superficie del patio.

Sistema de alumbrado

De igual forma que en el muelle se planea tener una operación durante las 24 horas, deberán dotarse de iluminación profusa en toda el área de la instalación.

Se tendrán los postes necesarios con suficientes luminarias y altura para cubrir toda el área. Se propone que sean postes fabricados en tres tramos con tubería de 12", 10" y 6" de Ø, lo que les dará mayor resistencia a la corrosión, que los postes fabricados con lámina comercial

Señalización

Se tendrá que diseñar la señalización del área de almacenamiento, carga/descarga, tránsito peatonal, limitaciones de áreas y todas las medidas de seguridad que se necesiten.

Los sistemas de señalización tienen que ser visibles, clasificados con los colores de acuerdo a su función, habrá de tenerse muy en cuenta la identificación del color con su contraste, por los señalamientos informativos, señalamientos preventivos, de precaución, restrictivos, de prohibición, de obligación, señales de información para salidas de emergencia y primeros auxilios y señales audibles.

Principales características de las instalaciones especiales

Estas instalaciones serán las destinadas para la Inspección Previa a la Entrega (PDI) y las oficinas administrativas, y seguirán un diseño estructural basado en las necesidades de espacios e instalaciones para dichas actividades, tales como son instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como de aire acondicionado.

Para las instalaciones PDI, se deberá contar con un sistema hidráulico para el lavado de los vehículos, y con rampas para la inspección de los vehículos según lo descrito en el capítulo 3.

Elementos de contención

Con el fin de optimizar las áreas de almacenamiento, se colocara un sistema de contención de tierras a base de tablaestaca en la zona marginal con la plataforma operativa y utilizando el talud del terreno natural para la zona donde operativamente se puede respetar dicho talud.

Se propone la utilización de una tablaestaca con sección tipo HZ y con las características estructurales necesarias que permitan la rectificación de la línea de tierra sin presentar problemas o daños en dichos elementos.

En el Anexo 1 se encuentran croquis correspondientes a los anteproyectos del dimensionamiento de áreas y muelles propuestos.