



Proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico

“ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA INTERMODAL DE CARGA CONTENEDORIZADA EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO, A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN EN PROMODEL”

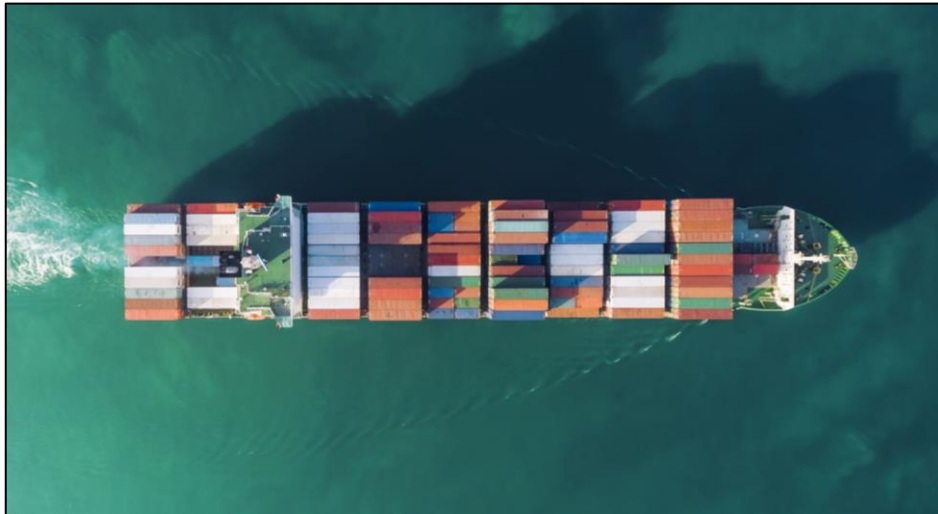
Autor: Dangela Javiera Pozo Silva

Comisión evaluadora:

- Felipe Caselli
- Jaime Leyton
- Sergio Bidart

Diciembre 2020

INTRODUCCIÓN



Mejoras de conexión entre el
puerto y la ciudad



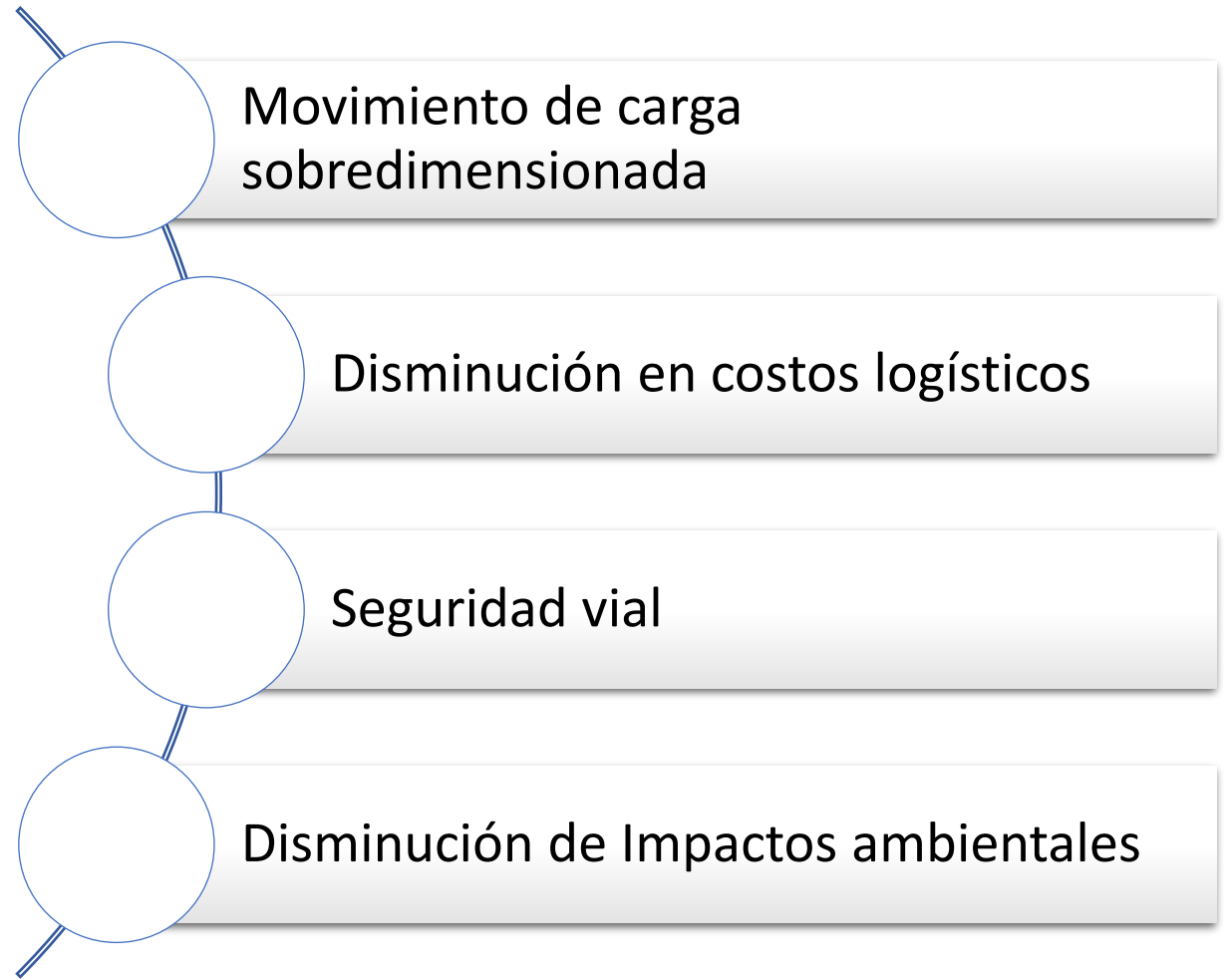
Puerto Sostenible



INTRODUCCIÓN



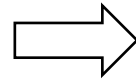
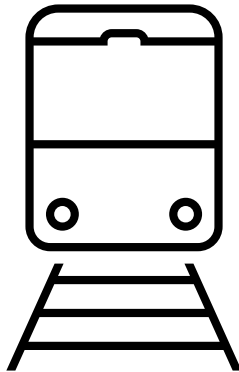
Disminución de externalidades negativas.



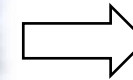
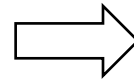


INTRODUCCIÓN

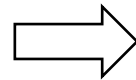
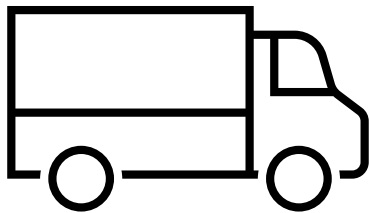
Chile



29,5%



1,8%



70,5%



INTRODUCCIÓN



Transferencia 30%
de carga de
comercio exterior

Zona de
influencia: RM,
parte de zona
central y regiones
de Argentina

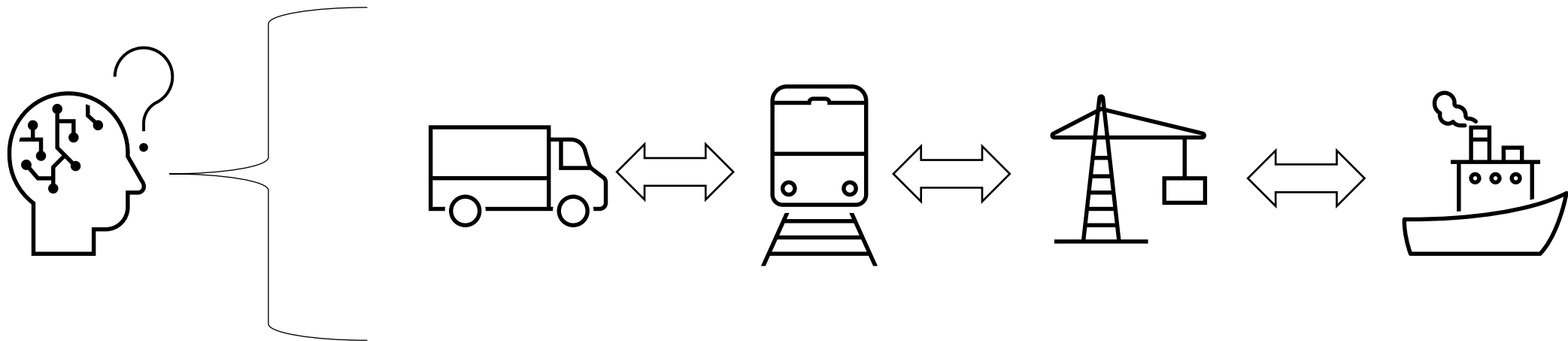
Transfiere 1% de
carga a través de
ferrocarril



OBJETIVOS

General

Analizar la configuración de la transferencia intermodal de carga contenedorizada en el Puerto de Valparaíso e identificar sus beneficios, a través de una simulación utilizando software ProModel.





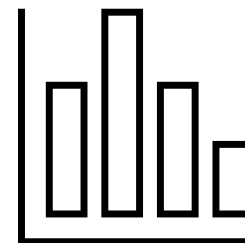
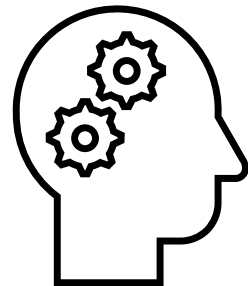
OBJETIVOS

Específicos

Analizar la cadena logística de la carga contenedorizada para la estación intermodal en el Puerto de Valparaíso.

Cuantificar beneficios en el proceso de transferencia de carga contenedorizada mejorando el sistema actual del ferrocarril en el Puerto de Valparaíso.

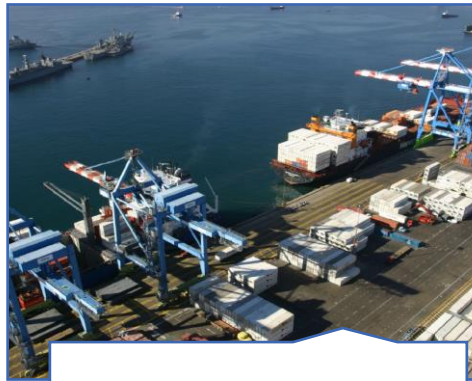
Generar recomendaciones para el sistema actual del ferrocarril en el Puerto de Valparaíso.



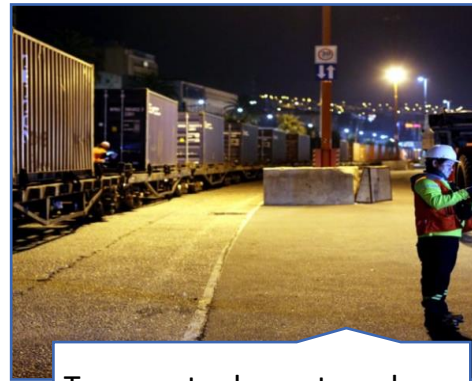


ALCANCES

Zona de estudio



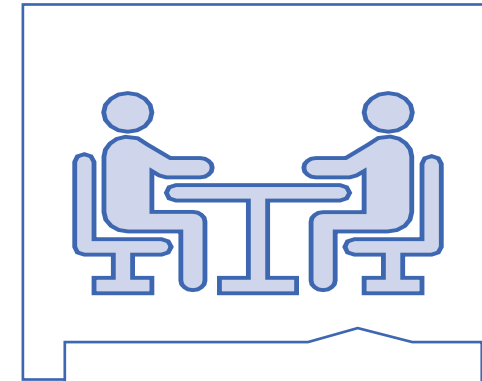
Puerto de Valparaíso



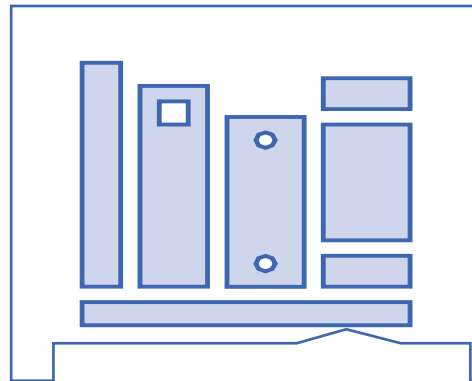
Transporte de contenedores en ferrocarril



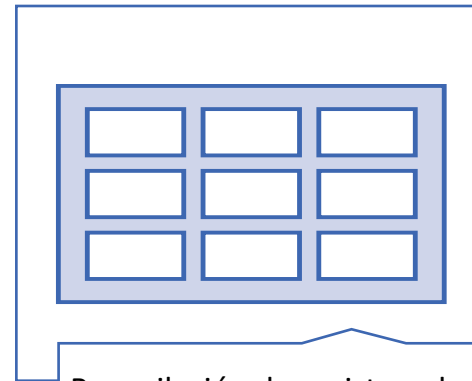
Ruta Santiago – Valparaíso



Entrevistas



Recopilación bibliográfica



Recopilación de registros de carga movilizada



LIMITACIONES

Restricción horaria



Software



Registro de datos



ANTECEDENTES GENERALES

Hinterland

Desde la Región de Coquimbo hasta la región del Maule.

Argentina, Región de Cuyo



Foreland

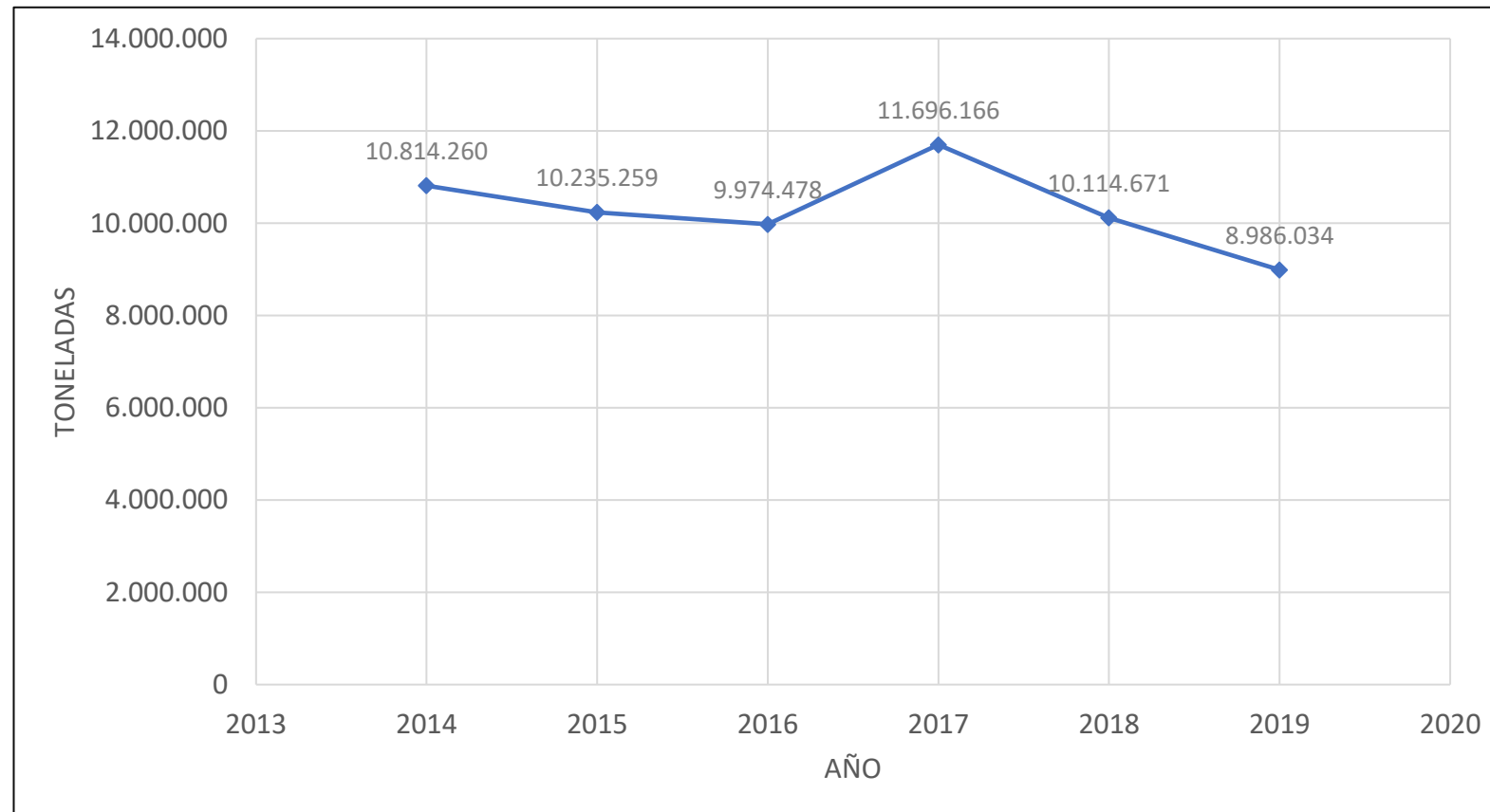
- Asia
- Europa
- E.E.U.U
- Sudamérica
- Centroamérica

Dispone de alrededor de 82 [ha] con 8 sitios de atraque y un área marítima de 50 [ha]



ANTECEDENTES GENERALES

Transferencia de carga



Fuente: Sistema de Empresas (SEP), 2020.



ANTECEDENTES GENERALES

Accesos



Acceso sur Camiones



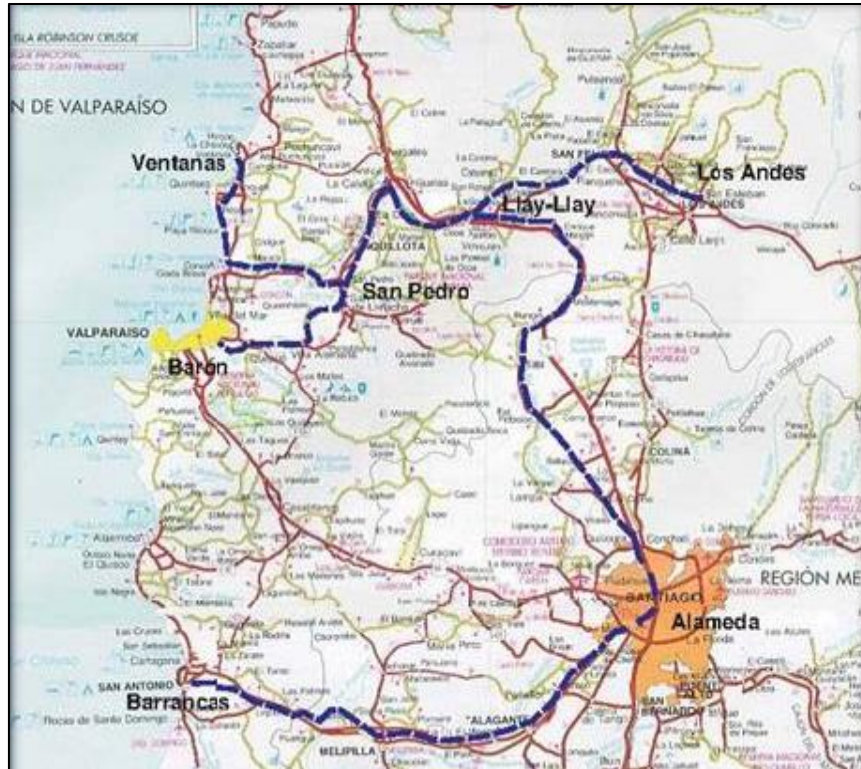
Acceso Norte Ferrocarril



Fuente: Puertovalparaiso.cl



ANTECEDENTES GENERALES



Fuente: Red Ferroviaria zona central.
(GEODATA & CITRA S.A, 2016).

- Acceso restringido a puerto.
- Porteador FEPASA
- Conexión en Limache con líneas de EFE.
- Trayecto cuenta con 1 locomotora y 30 carros máximo para su operación.



ANTECEDENTES GENERALES

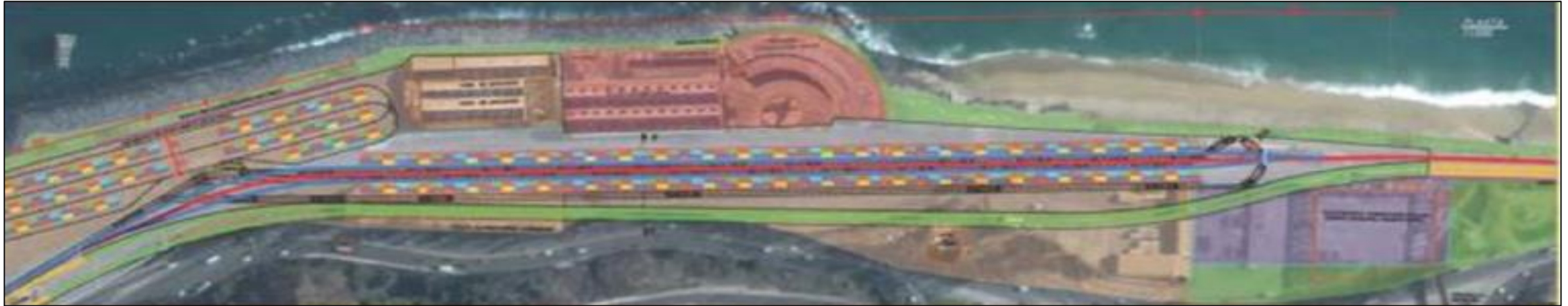
Carga movilizada por ferrocarril en Puerto de Valparaíso año 2016

Tipo de carga	Operación	Toneladas movilizadas por ferrocarril	Total, de carga movilizada por ferrocarril [Ton]	Total, de carga movilizada en EPV [Ton]
Contenedorizada	Importación	20.421	34.778	10.079.342
	Exportación	12.357		
Fraccionada	Importación	6.000	103.455	1.757.143
	Exportación	97.455		
		Total	138.233	11.836.485

Fuente: EPV y EFE.



ANTECEDENTES GENERALES



Diseño Estación intermodal Yolanda. Fuente: (GEODATA & CITRA S.A, 2016).

Desplazamiento de las dos vías de Metro Valparaíso

3 vías de carga de 430m bajo grúas RMG/RTG

Área de acopio de hasta 3000 TEUs aproximadamente.

Los trenes llegan hasta el Patio Yolanda y los camiones trasladan los contenedores hasta el destino final (Terminal T1 y T2).



FUNDAMENTO TEÓRICO

Cadena Logística

El consejo de profesionales de la administración de la cadena de suministros definen la logística como **“la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios.”**

Para poder responder a las nuevas demandas en los puertos se ha generado una preocupación por la producción eficiente de los servicios portuarios y de la logística del transporte internacional.



Cadena logística Puerto de Valparaíso. Fuente: Memoria Anual 2017 EPV



FUNDAMENTO TEÓRICO

Transferencia intermodal

La transferencia intermodal es la que **se realiza cuando se utilizan más de dos modos de transporte diferentes para el traslado de las cargas** desde o hacia el puerto (AMP, 2010). Este tipo de transferencia de cargas puede reducir costos y tiempos de entrega.



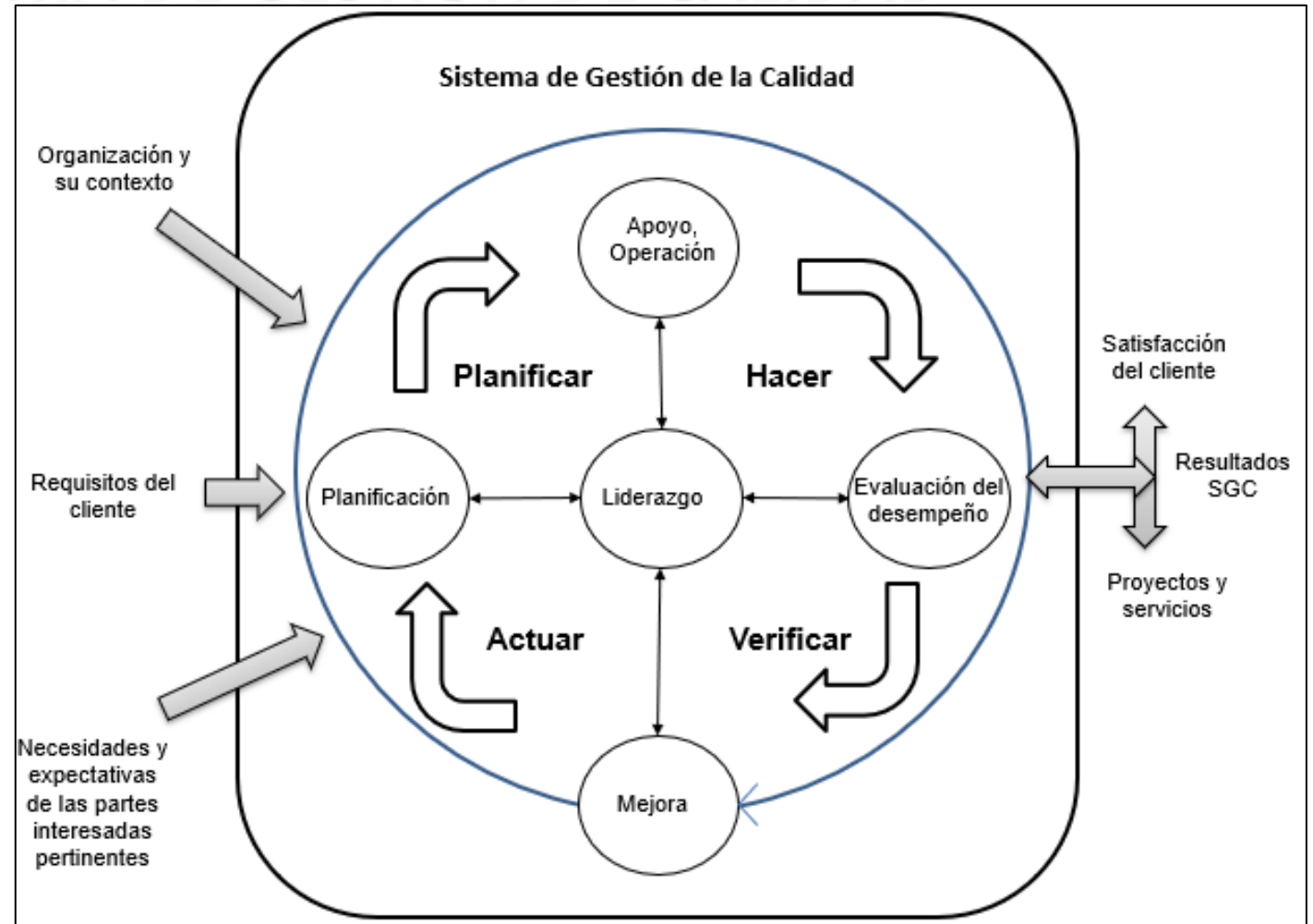


FUNDAMENTO TEÓRICO

NORMA ISO 9001:2015, SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Un **sistema de gestión de calidad** es un conjunto de normas o de estándares que permiten a cualquier organización **planear, ejecutar y controlar, de manera continua, las actividades necesarias de un proceso o de toda la empresa**, para mejorar la calidad de sus servicios, la utilización de sus recursos y así, poder satisfacer las necesidades del cliente (ISO, 2015).

La **norma ISO 9001:2015**, fue creada para ayudar a las organizaciones a mejorar el desempeño global y ayudar a la empresa en las iniciativas de desarrollo sostenible. Esta norma en particular se enfoca en los procesos a través del **ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)** y en el **pensamiento basado en riesgos**.



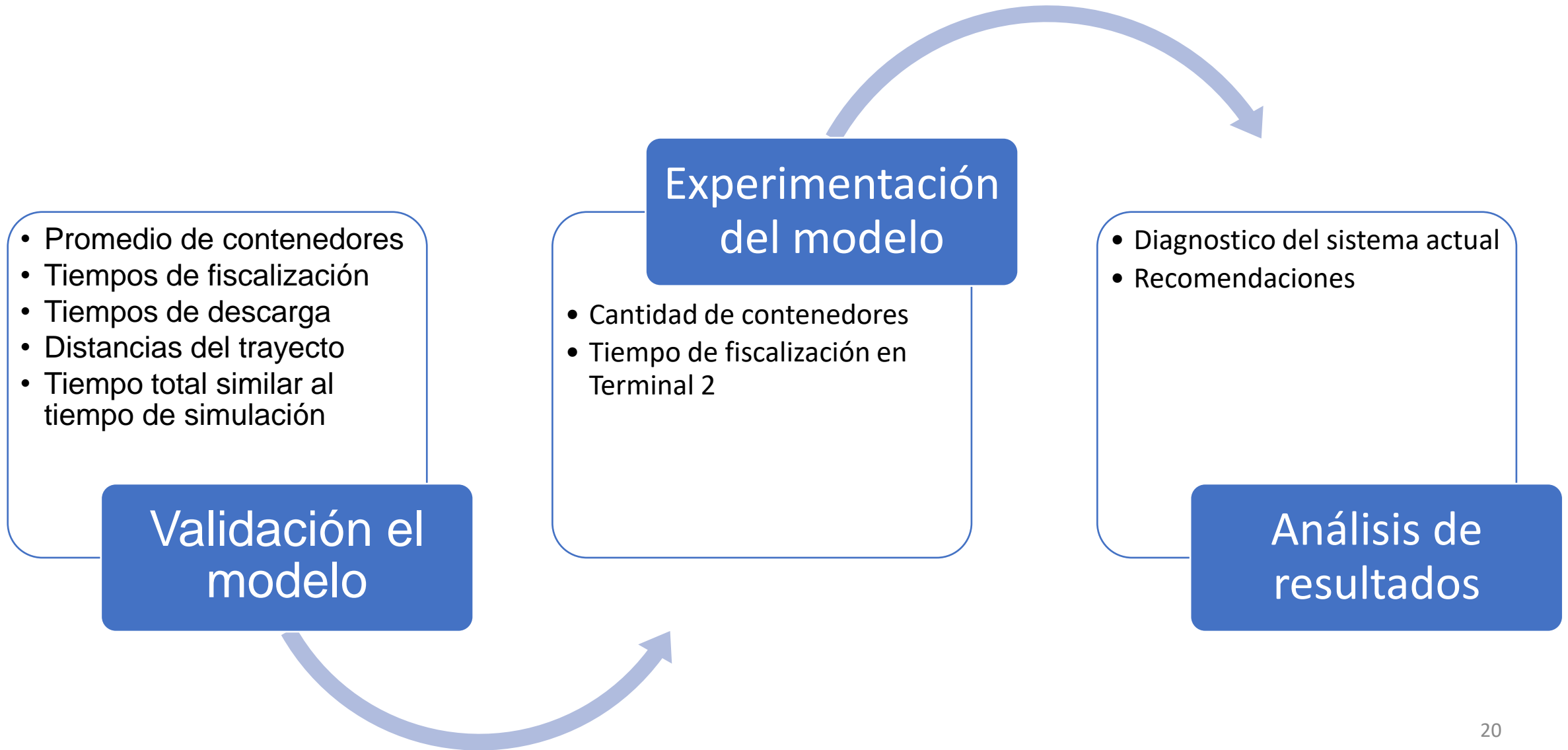


METODOLOGÍA





METODOLOGÍA





RESULTADOS: Situación actual.

1% carga movilizada por ferrocarril aproximadamente, mayormente carga fraccionada.

Ultimo registro de carga movilizada año 2016.

Movimiento de carga contenedorizada disminuyo desde el año 2016. hoy no se moviliza contenedores en el puerto a través de ferrocarril.

Carga movilizada por ferrocarril no debe tener fiscalización física

Tabla resumen año 2016.

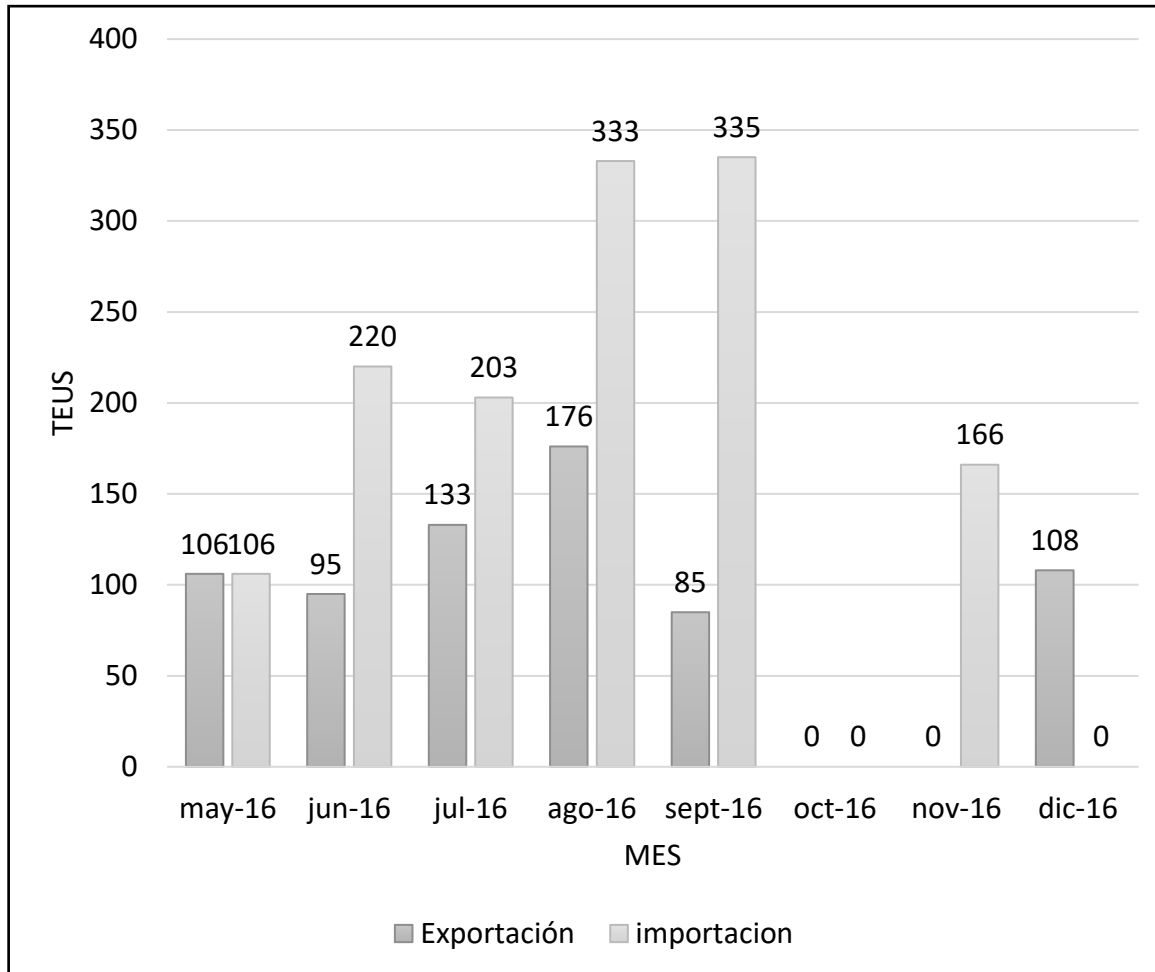
Mes	Días trabajados	TEUs Transportados	TEUs Exportados	TEUs Importados
Mayo	4	212	106	106
Junio	8	315	95	220
Julio	6	336	133	203
Agosto	13	509	176	333
Septiembre	10	420	85	335
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	4	166	0	166
Diciembre	4	108	108	0
Total	49	2066	703	1363

Fuente: Registro de EFE Y EPV, elaboración propia.

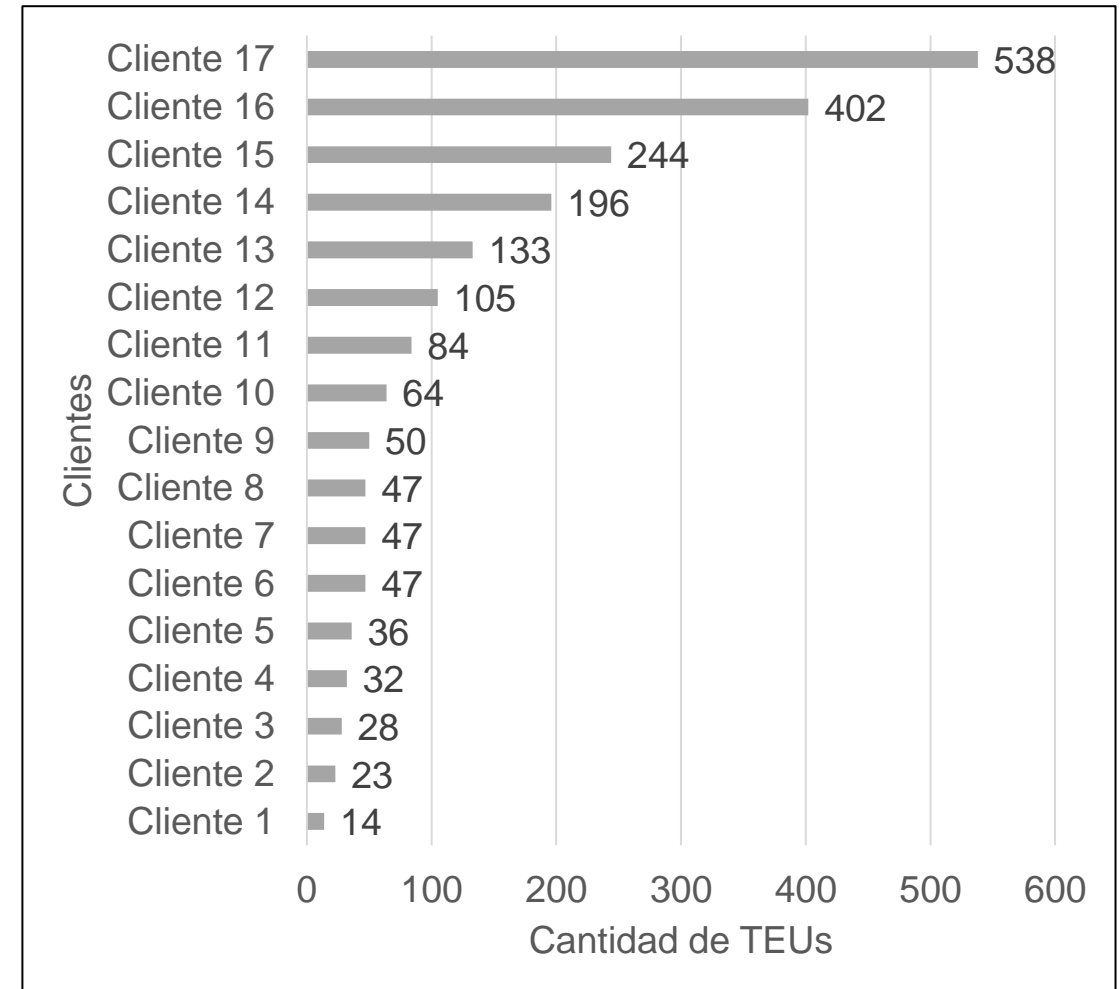


RESULTADOS

Exportaciones e Importaciones por ferrocarril EPV



Clientes v/s TEUs transportados.





RESULTADOS: Infraestructura ferroviaria.

Porteador Fepasa

Locomotora velocidad Max.
40-50 [Km/H]

34 carros peso máximo de 48
[Ton]

Longitud del ferrocarril 430 [m]

Máximo de 68 Teus

Trayecto Santiago – Limache

- 143 [Km]
- Tunel Matucana

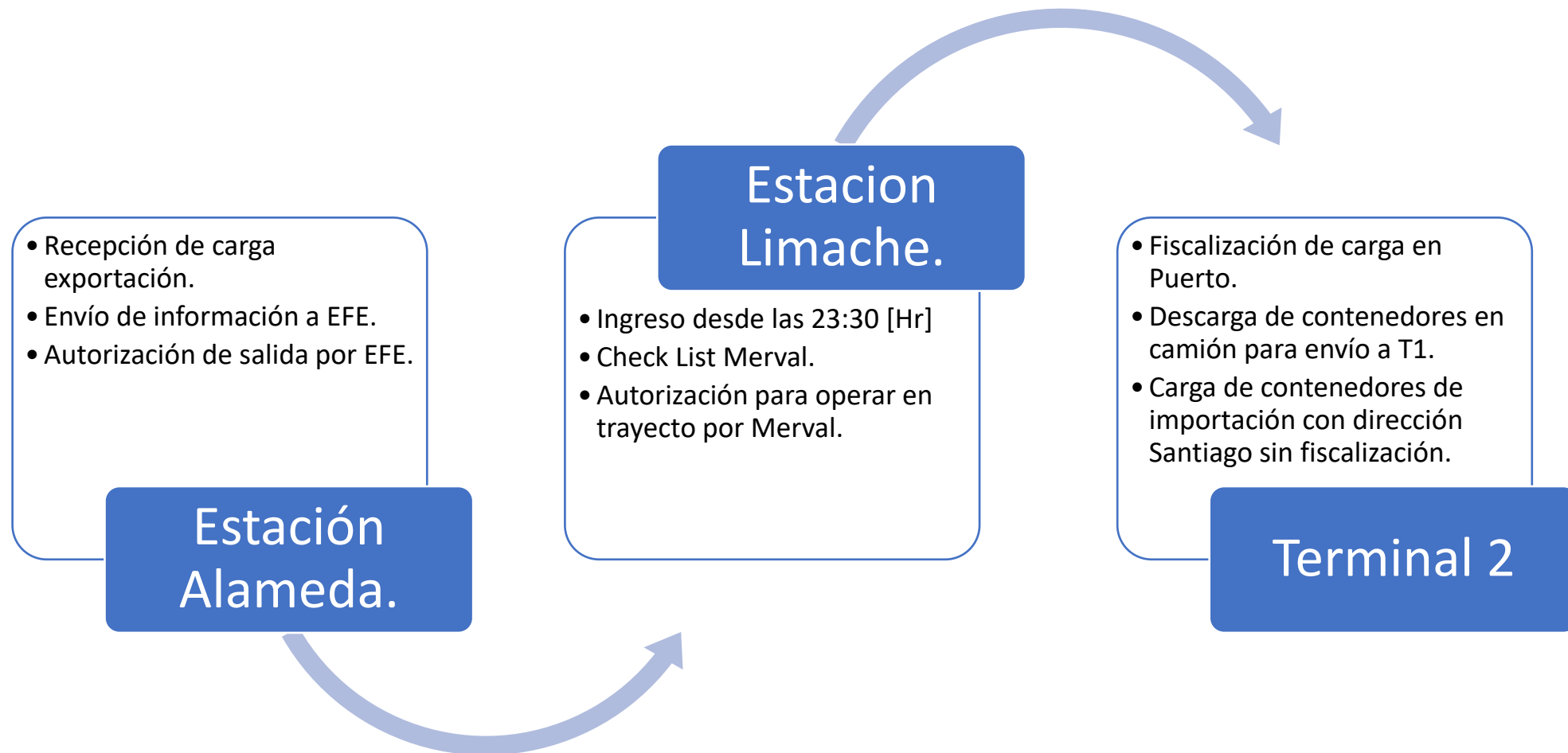
Trayecto Limache – Puerto

- 43 [km]
- Merval empresa a cargo de Líneas férreas.
- Ventana restrictiva de 6 horas a partir de las 00:00 [hr]
- Restricción de altura por trayecto bajo nivel





Resultados: Logística actual



Ferrocarril debe salir de líneas de Merval en Limache antes de las 06:00 [Hr], para no interferir en el horario en el que empieza a operar el tren de pasajeros.



Resultados: Construcción del modelo

Definición de elementos del modelo.

LOCACIONES

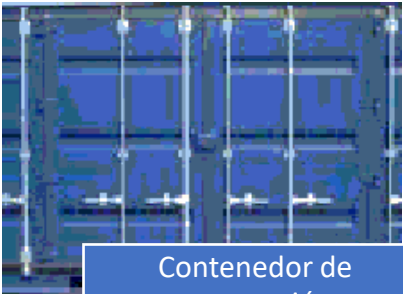


Estación Limache

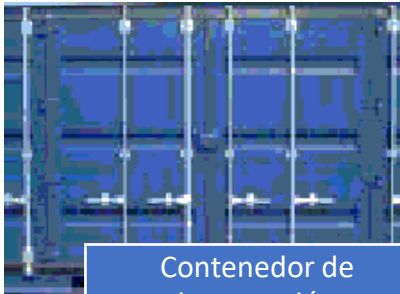


Terminal 2

ENTIDADES



Contenedor de exportación



Contenedor de importación

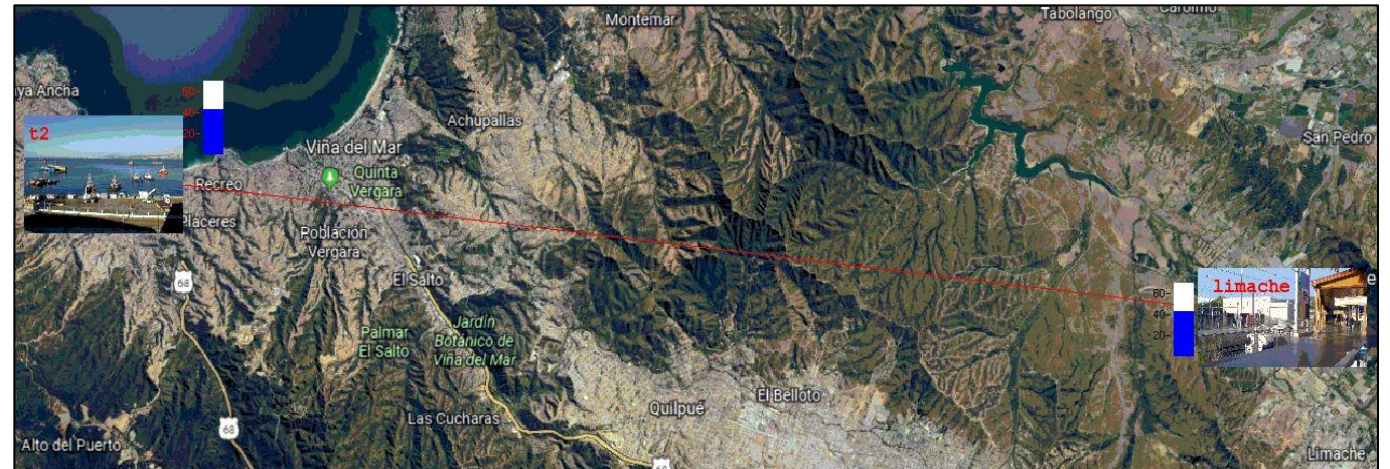
RECURSOS



Ferrocarril



Fiscalizador puerto.



Arribo entidades: distribución uniforme discreta.



Resultados: Implementación del modelo

Situación actual considera,

Comando Group/ungroup.

Ventana de 30 [min] en Estacion Limache por check list de Merval.

Distancia total del trayecto de 43 [Km]

Tiempo de fiscalización en T2 de 2,5 [Hr]

Arribo de entidades con distribución uniforme discreta de mínimo 2 [min] y máximo 3 [min]

Promedio de TEUs de exportación e importación año 2016

Resumen modelación sistema actual		
Tiempo de simulación [Hr]	6,11	
TEUs Exportación	15	
TEUs Importación	21	
Locaciones	Estación Limache	Terminal 2
Total de entidades ingresadas	17	23
Tiempo promedio por entidad [min]	16,88	17,92
Utilización [%]	1,3	1,87
Recurso Ferrocarril		
N° veces utilizado	2	
Tiempo promedio por uso [min]	154,47	
Utilización [%]	84,21	
Entidades	C. Exp	C. Imp
Tiempo promedio en sistema [min]	111,59	226,95
Tiempo promedio de espera [min]	17,13	12,49
Tiempo promedio en operación [min]	30	150
Tiempo en Espera [%]	15,35	5,5
Tiempo en operación [%]	26,88	66,09



Resultados: Experimentación y análisis del modelo

N°	Cantidad de TEUs		Tiempo de Fiscalización en T2 [Hr]	Tiempo de simulación [Hr]	% Utilización Ferrocarril	% Tiempo en espera C. Expo.	% Tiempo en espera C. Impo.	% Tiempo en operación C. Expo.	% Tiempo en operación C. Impo.
	Expo.	Impo							
1	15	21	2,5	6,11	84,21		5,5		66,09
2	15	21	2	5,61	82,81	15,35	6,34	26,88	60,93
3	15	21	1,5	5,11	81,13		7,48		53,91
4			2,5	6,67	77,17		14,55		59,77
5	30	30	2	6,17	75,32	22,09	16,52	24,74	54,3
6			1,5	5,67	73,15		19,12		47,13
7			2,5	6,98	73,8		14,65		59,7
8	45	45	2	6,48	71,78	32,31	16,63	21,5	54,23
9			1,5	5,98	69,42		19,24		47,05
10			2,5	7,51	68,52		22,41		54,27
11	60	60	2	7,01	66,28	39,84	25,14	19,1	48,7
12			1,5	6,51	63,69		28,62		41,59

Nota: (*) datos de modelación sistema real y experimentación

Fuente: Elaboración propia.



Resultados: Proyección de datos

Proyección de transferencia de TEUs mensuales por ferrocarril.

TEUs de Exportación	TEUs de Importación	Cantidad de TEUs por viaje	Días trabajados por mes	Total de TEUs mensuales ferrocarril	Carga mensual PV *	% de transferencia de PV mensual
15	21	36	20	720	180293	0,399
30	30	60	20	1200	180293	0,666
45	45	90	20	1800	180293	0,998
60	60	120	20	2400	180293	1,331

Fuente: Elaboración propia.

* Datos de Observatorio Logístico, Puerto de Valparaíso, MTT



RECOMENDACIONES

Con el modelo de simulación validado, experimentado y analizado; además de las entrevistas realizadas se generaron las siguientes recomendaciones para el sistema de ferrocarril del puerto de Valparaíso.

Plan de gestión del sistema a través de estándares establecidos por la norma ISO 9001:2015

- Planificación del sistema y de todos los actores intervinientes
- Entrega de información clara ordenada y rápida
- Conocer tiempos muertos del sistema, cuellos de botella responsabilidades, recursos existentes y faltantes

Sistema digital único de trabajo

- Información actualizada
- Habilitado para todos los agentes que intervienen en la logística
- Registro de datos
- Generación de base de datos
- Incorporación con sistema rodoviario del puerto.



RECOMENDACIONES

Establecimiento de itinerario de ferrocarril

- Atraer clientes nuevos y fidelización de los existentes

Tarifa de almacenamiento de carga transportada en ferrocarril

- Mejoras en costo de transporte de carga por ferrocarril
- Aumento de cargas posibles de transportar.

Estas son medidas que se pueden abarcar en un corto-mediano plazo sin incurrir en grandes inversiones estructurales. Optimizarían el sistema de comunicaciones y volverían al ferrocarril mas atractivo para los clientes.



CONCLUSIONES

En base a las entrevistas y modelo realizado se concluyo lo siguiente:

Externalidades
positivas del
ferrocarril de
carga

Transferencia de un mayor volumen de carga en un mismo viaje, en cortos periodos.

Ayuda en la disminución de camiones utilizados en el puerto, por lo que se genera una menor huella de carbono.

Mayor seguridad en el transporte de carga

Disminución de flujo de camiones en carreteras, disminución de congestión en acceso al puerto de Valparaíso

Facilidad de transporte en cargas sobredimensionas

Otra alternativa de acceso al puerto.



CONCLUSIONES

Conclusiones de la simulación del sistema:

- Tiempo promedio del uso de ferrocarril y tiempo de fiscalización.
- Cantidad de carga transportada.
- Cambios en tiempos de fiscalización.
- Frecuencia de trenes en ventana horaria.



CONCLUSIONES

Conclusiones de las entrevistas:

- Documentación de carga y de ferrocarril.
- Tiempo de fiscalización y recopilación de documentos.
- No existe calendarización del ferrocarril.
- Almacenamiento y maniobras en T2.



CONCLUSIONES

- Por otra parte, se espera que la **implementación de aforos en el terminal 1 de TPS**, genere una **nueva oportunidad de clientes de importación**.
- **Proyección de transferencia ferroviaria e inversión.**
- **Implementación de un sistema logístico digital, actualizado y en línea**



POR SU
ATENCIÓN,
MUCHAS
GRACIAS.



Proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico

“ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA INTERMODAL DE CARGA CONTENEDORIZADA EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO, A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN EN PROMODEL”

Autor: Dangelá Javiera Pozo Silva

Comisión evaluadora:

- Felipe Caselli
- Jaime Leyton
- Sergio Bidart

Julio 2020



REFERENCIAS

- Agostini. C Y Saavedra. E. (2013). Chile: congestión portuaria y racionamiento eficiente en la transferencia de carga. Revista CEPAL.
- AMP, A. M. (2010). Glosario de Términos Marítimos Portuario. Gerencia de regulación marítima El Salvador.
- Barceló, J. (1996). Simulación de sistemas discretos. Isdefe.
- Berger. E, Gambini. I & Velásquez. C. (2000). Simulación de sistemas. Instituto de investigación en ciencias de matemáticas.
- BSI Group, B. (2018). BSI GROUP. Obtenido de www.bsigroup.com
- Camarero. A y González. N. (2006). Logística y transporte de contenedores. España: Fundación Agustín de Betancourt.
- CAMPORT. (2015). Desafíos de la conectividad para el comercio exterior. Camara marítima y portuaria de Chile.
- CAMPORT. (2019). Conectividad ferroviaria el sistema portuario nacional.
- Castellanos, A. (2015). Logística Comercial Internacional. Universidad del Norte.
- CLM, T. C. (2004). Consejo de Profesionales de la Administración de la cadena de suministro.
- CEPAL, C. E. (3 de ABRIL de 2019). CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/infografias/actividad-portuaria-2018-puertos-top-20-america-latina-caribe>
- CITRA, C. E. (2010). Estudio Estratégico Nacional de Accesibilidad y Logística Portuaria: Impacto en la Competitividad, el Uso de Suelo y en la Calidad de Vida Urbana. Dirección de planeamiento. Dirección de Obras Portuarias.



REFERENCIAS

- Doerr, O. (2011). Políticas portuarias sostenibles. Revista CEPAL.
- DOP, D. d. (2014). Glosario de la infraestructura costera y portuaria. Ministerio de Obras Públicas.
- E. García, H. García y L. Cárdenas. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel. Segunda Edición*. México: Pearson.
- Echenique, A. G.-L. (2016). *Boletín 1 Observatorio Logístico, Ámbito ferroviario*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Eduardo García D, Heriberto García R y Leopoldo Cárdenas B. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México: Pearson.
- EPV. (2017). Puerto de Valparaíso y su plan de desarrollo. Valparaíso: Empresa Portuaria Valparaíso. Obtenido de <http://www.portvalparaiso.cl/puerto/>
- EPV, E. P. (2015). *Memoria gestión*. Empresa Portuaria Valparaíso.
- EPV, E. P. (2016a). <http://www.portvalparaiso.cl/noticias/>. Obtenido de Empresa Portuaria Valparaíso.
- EPV, E. P. (2016b). *Plan maestro Puerto de Valparaíso, adecuación año 2018*. Empresa Portuaria Valparaíso.
- García y Ortega. (2006). *Introducción a la simulación de sistemas discretos*.
- García y Pinto. (2003). *DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS INSTALACIONES*. Universidad de Oviedo.



REFERENCIAS

- GEODATA & CITRA S.A. (2016). *Estudio de prefactibilidad corredores ferroviarios zona central*. Empresa de los Ferrocarriles del Estado.
- Guzmán, F. (2002). *Hinterland y Foreland de los puertos*. Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería de transporte.
- INECON. (2011). *Análisis de la Competitividad entre el Transporte camionero y Ferroviario respecto del acceso a puertos*. Subsecretaría de transportes.
- ISO, I. O. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos*.
- J. Ceballos, J. Fernández y E. Restrepo. (2013). *Aplicación de un modelo de simulación discreta en el sector del servicio automotor*. Revista Ingeniería Industrial UPB Medellín, Colombia.
- M. Cortés, E. Irrazabal, A. García-Jerez, L. Bohórquez-Magro et al. (2014). *Impacto de la implementación de la norma ISO 9001:2008 en el proceso de cesión de muestras del biobanco Red de Investigación Renal Española*. Revista Nefrología, 552 - 560.
- MTT, M. d. (2019). *Observatorio Logístico*. Obtenido de <https://www.observatoriologistico.cl/perfiles/transporte-ferroviario-de-carga/>
- P. Sánchez, F. Ceballos y G. Sánchez. (2014). *Análisis de proceso productivo de una empresa de confecciones: Modelación y Simulación*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- Paredes, Y. (2010). *LA LOGISTICA PORTUARIA*. SUPERINTENDENCIA DE PUERTOS Y TRANSPORTE COLOMBIA. 39



REFERENCIAS

- Pérez, P. (2007). *Análisis del Puerto de Valparaíso antes y después del cambio de administración*. Universidad Austral de Chile.
- Rúa, C. (2006). *Los puertos en el transporte marítimo*. Universidad politécnica de Cataluña.
- Salgado y Cea . (2012). Análisis de la conectividad externa de los puertos de Chile. *Revista Chilena de Ingeniería*.
- SEP, S. d. (2017). *Memoria anual*. Sistema de Empresas.
- T. Fontalvo y E. De La Hoz. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2015 en una universidad colombiana*. Cartagena, Colombia.
- UOC, U. A. (2015). *blog de calidad ISO*. Obtenido de <http://blogdecalidadiso.es/algunos-casos-de-exito-en-calidad-iso/>



Proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico

“ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA INTERMODAL DE CARGA CONTENEDORIZADA EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO, A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN EN PROMODEL”

Autor: Dangelá Javiera Pozo Silva

Comisión evaluadora:

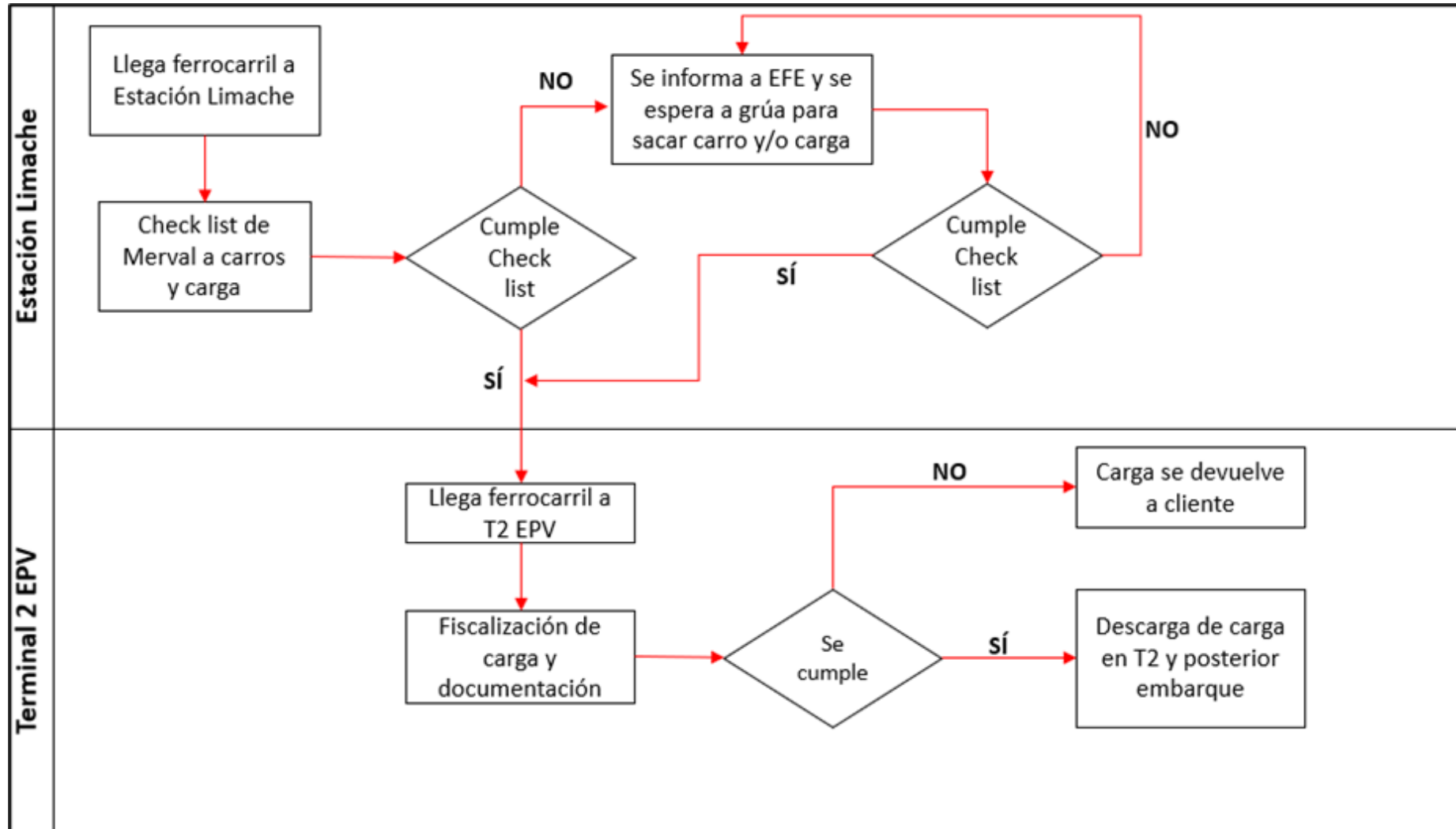
- Felipe Caselli
- Jaime Leyton
- Sergio Bidart

Julio 2020



Resultados: Construcción del modelo

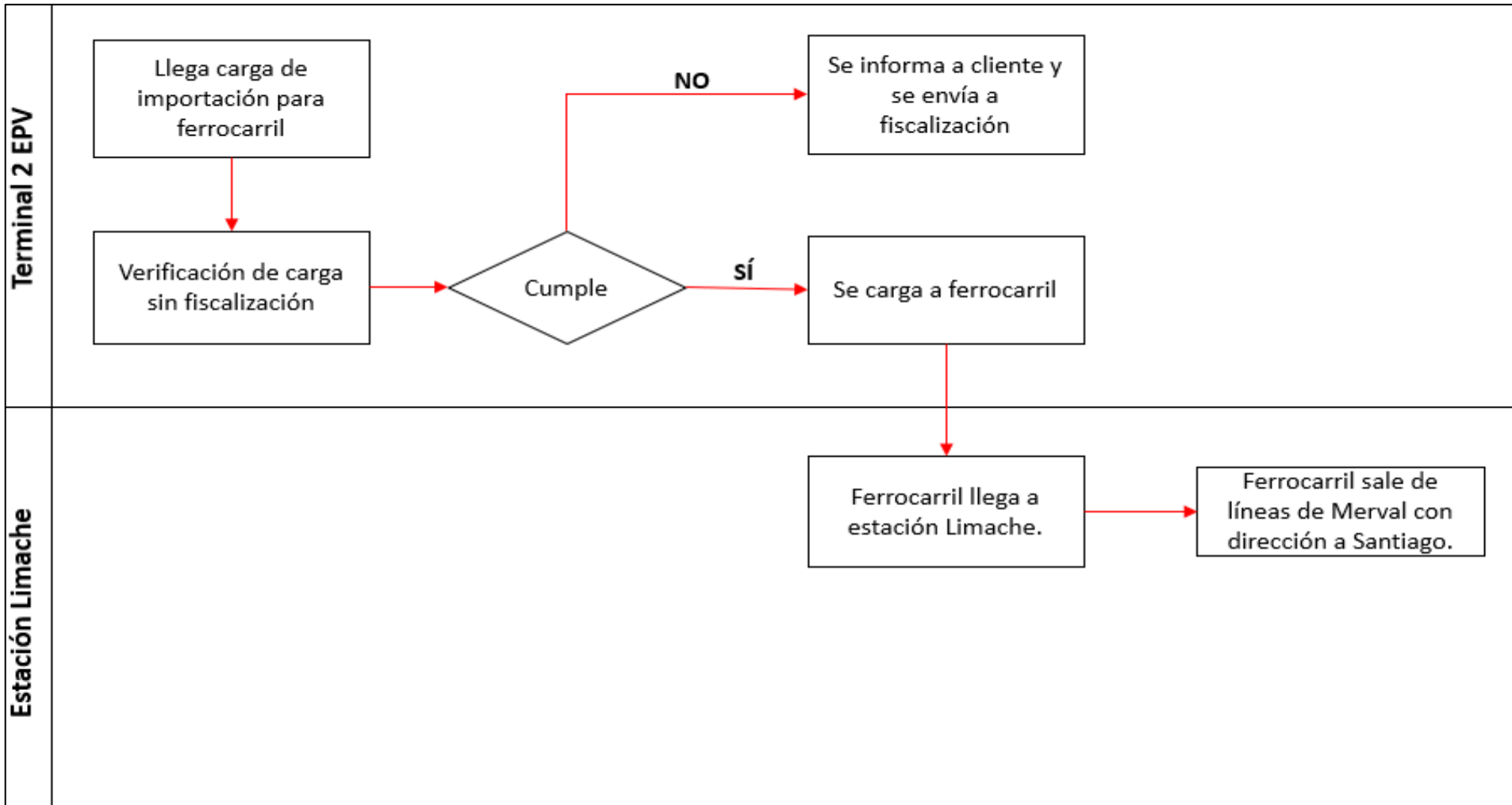
Diagrama de procesos Estación Limache-Terminal 2 EPV.





Resultados: Construcción del modelo

Diagrama de procesos Terminal 2 EPV- Estación Limache.





CONSESIONES EPV

	Terminal 1 (Sitios 1-5)
	Terminal 2 (Sitios 6-8)
	Terminal de pasajeros
	Zona de extensión portuaria
Plaza Valparaíso S.A (PVSA)	Sector Muelle Barón

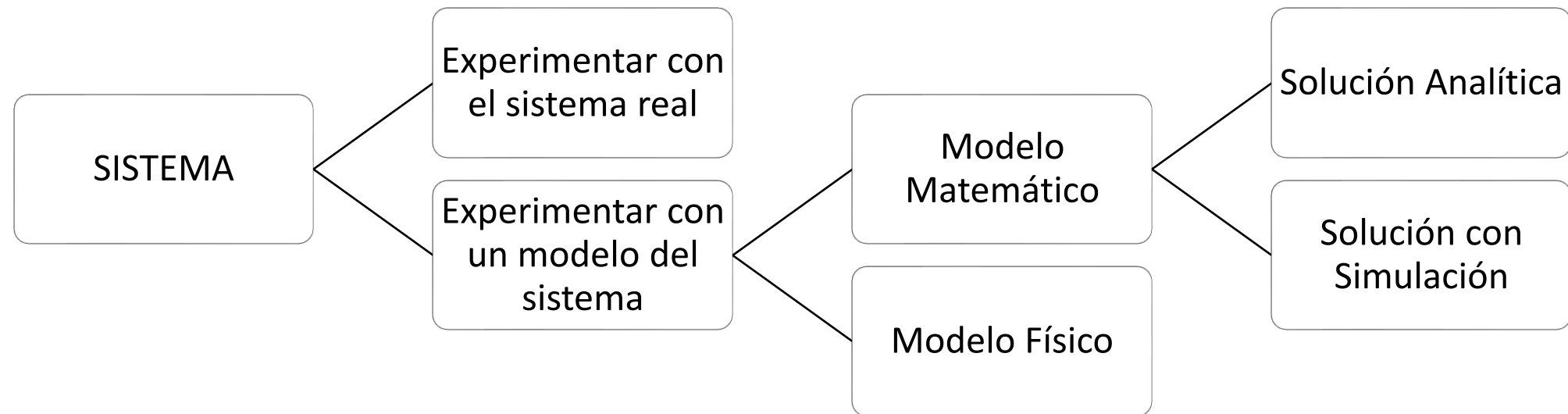


FUNDAMENTO TEÓRICO

Simulación de eventos discretos

El sistema de estudio, es la organización de entidades que actúan e interactúan entre sí para la consecución de un determinado objetivo o meta. (García y Ortega, 2006) (Barceló, 1996)

- **Sistemas estáticos o sistemas dinámicos**
- **Sistemas estocásticos o sistemas deterministas.**
- **Sistemas continuos o sistemas discretos.**



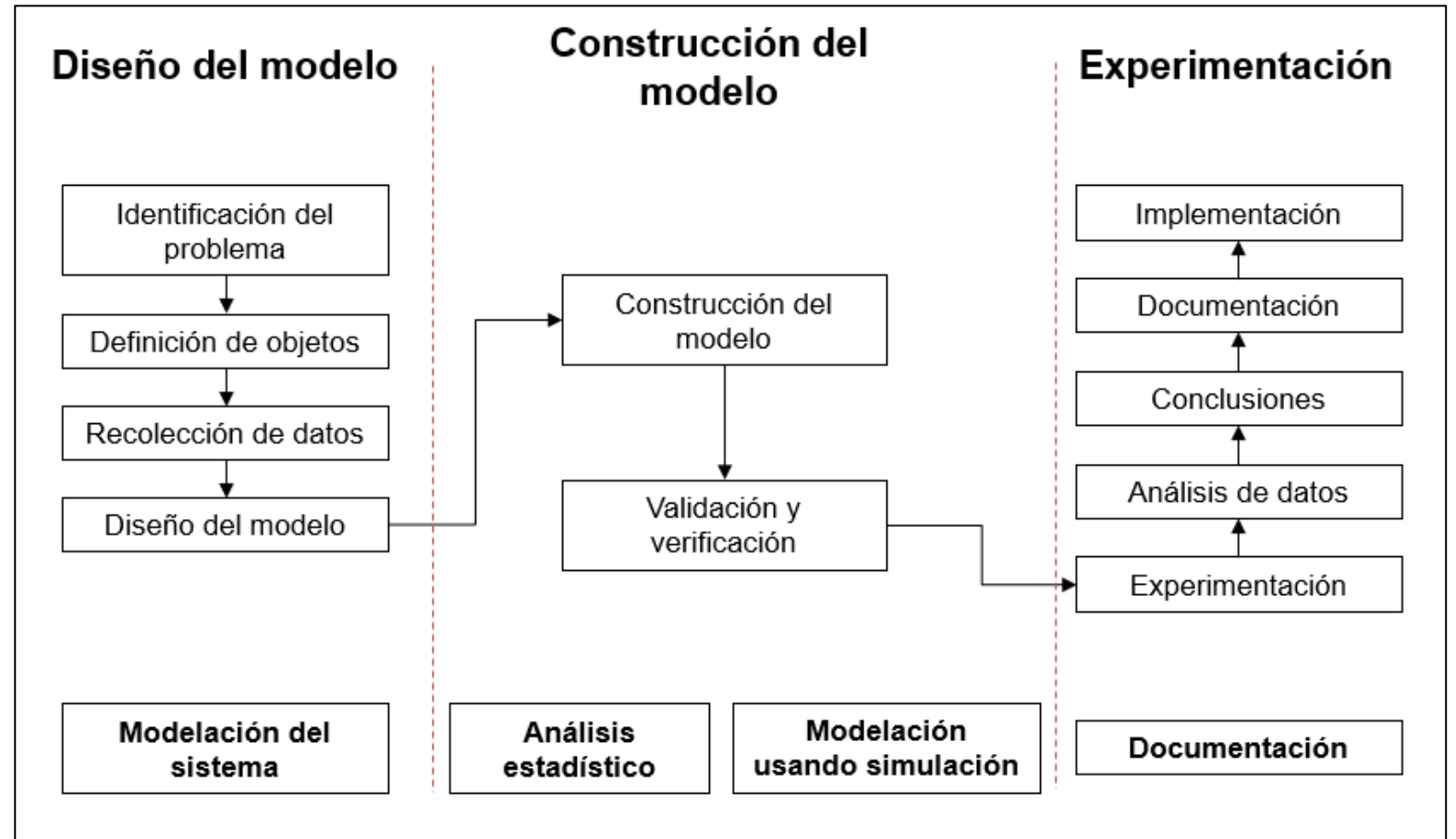


FUNDAMENTO TEÓRICO

Simulación de eventos discretos

Corresponde en **relacionar** los diferentes eventos que puedan cambiar el estado de un sistema **de manera lógica** y con estudios de probabilidad a través de la construcción de un modelo (E. García, H. García y L. Cárdenas, 2013).

Para la construcción del modelo se consideran 3 grandes fases



Etapas proyecto de simulación. Fuente: (E. García, H. García y L. Cárdenas, 2013).

Tiempo de simulación	6.11		5.61		5.11		6.67		6.17		5.67	
TEUs Exportación	15		15		15		30		30		30	
TEUs Importación	21		21		21		30		30		30	
Locaciones	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2
Total de entidades ingresadas	17	23	17	23	17	23	32	32	32	32	32	32
Tiempo promedio por entidad [min]	16.88	17.92	16.88	16.62	16.88	15.31	26.05	38.92	26.05	37.98	26.05	37.04
Utilización [%]	1.3	1.87	1.37	1.83	1.51	1.85	3.36	5.02	3.75	5.47	4.08	5.81
Recurso Ferrocarril												
N° veces utilizado	2		2		2		2		2		2	
Tiempo promedio por uso [min]	154.47		139.47		124.47		154.47		139.47		124.47	
Utilización [%]	84.21		82.81		81.13		77.17		75.32		73.15	
Tiempo de simulación												
Tiempo de simulación	6.98		6.48		5.98		7.51		7.01		6.51	
TEUs Exportación	45		45		45		60		60		60	
TEUs Importación	45		45		45		60		60		60	
Locaciones	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2	Estación Limache	Terminal 2
Total de entidades ingresadas	47	47	47	47	47	47	62	62	62	62	62	62
Tiempo promedio por entidad [min]	43.81	38.43	43.81	37.79	43.81	37.15	61.03	62.36	61.03	61.88	61.03	61.39
Utilización [%]	8.2	7.19	8.83	7.62	9.57	8.12	13.54	13.83	14.5	14.7	15.61	15.71
Recurso Ferrocarril												
N° veces utilizado	2		2		2		2		2		2	
Tiempo promedio por uso [min]	154.47		139.47		124.47		154.47		139.47		124.47	
Utilización [%]	73.8		71.78		69.42		68.52		66.28		63.69	

