



UNIVERSIDAD

**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial

**MEJORA DEL FLUJO DE CONTENEDORES, PARA
UN TERMINAL PORTUARIO EN EL CALLAO**

**Tesina para optar el Título Profesional Ingeniero en Ingeniería
Industrial y Comercial**

VÁSQUEZ CARRASCAL, JORGE ANTONIO

Asesor:

Ing. Carlos Mariño del Rosario

Lima – Perú

2015

DEDICATORIA:

Dedico esta tesina a mi hijo Facundo por ser fuente de motivación permanente y por ser la razón de mi esfuerzo y superación y a mi familia por el gran apoyo moral e incondicional, para la obtención de mis metas y objetivos trazados con el consecuente beneficio de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad San Ignacio de Loyola y al asesor Carlos Mariño por el alto nivel de enseñanza.

RESUMEN

La importancia de los puertos dentro de la economía de un país es un hecho incuestionable, dada la relevancia que en el ámbito mundial tiene el transporte marítimo. En casi todas las economías, el mayor porcentaje del total de exportaciones de bienes se realizan por vía marítima.

Para el transporte de larga distancia, no existen modos de transportes alternativos que puedan constituirse como substitutos viables, salvo para el caso de mercancías de alto valor y poco volumen, para las que el transporte aéreo tiene ventajas por su mayor celeridad en la entrega.

Por consiguiente se debe tener presente que los puertos son considerados como la puerta de entrada, enlace y salida de las operaciones de comercio exterior de una región determinada.

El aspecto clave y fundamental en la competitividad de los puertos, debido a que los mismos tienen que ser productivos, económicos y seguros; es decir brindar servicios competitivos y costos adecuados.

Para todo lo ya mencionado, un puerto debe de contar con una infraestructura adecuada y un área de planeamiento evolutivo con el fin de brindar mejor servicio y atención a sus principales clientes.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Acuerdos Regionales	1
1.1.1.	Comunidad Andina de Naciones:	1
1.1.2.	Mercosur – Perú:	1
1.1.3.	Acuerdos Multilaterales	2
1.2.	Situación Problemática.....	3
1.2.1.	Formulación del problema	4
1.2.2.	Justificación	5
1.2.3.	Definición del Problema.....	7
1.2.3.	Objetivos.....	9
1.2.3.1.	Objetivo General	9
1.2.3.2.	Objetivo Especifico.....	9
1.2.4.	Alcances y Limitaciones	11
II.	MARCO CONTEXTUAL	14
2.1.	Descripción de la Empresa	14
2.1.1.	Contribución	15
2.2.	Macro-proceso de la Organización.....	15
2.2.1.	Identificar y Mantener Clientes Potenciales	16
2.2.2.	Gestionar Documentación de Embarque y Descarga.....	16
2.2.3.	Gestionar Documentación de Recepción y Despachos.....	16
2.2.4.	Medidas de satisfacción al Cliente.....	16
2.3.	Presentación del Área Funcional o Procesos.....	17
2.4.	Tendencias.....	19
III.	MARCO CONCEPTUAL.....	21
3.1.	¿Qué es un KPI?.....	21
3.2.	¿Qué es Nivel de Servicio?.....	22

3.3	¿Qué es el Estado Económico y Financiero?	22
3.3.1	La relación con los costos:.....	23
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	24
4.1.	Evaluación Económica Financiera para Mejorar y/o Elaborar los Índices de Productividad	24
4.2.	Mapeo de Patio en Presente y Futuro.....	25
4.3.	Simulación del Patio en Presente y Futuro	25
V.	CUERPO DE LA TESINA.....	26
5.1.	Responsables del Flujo de Contenedores Dentro del Terminal	26
5.2.	Desarrollo de la Tesina	27
5.2.1.	Evaluación del Nivel de Servicio Antes de la Implementación.....	27
5.2.2.	Evaluación del Nivel de Servicio.....	30
5.2.3.	Evaluación del Nivel de Servicio Después de la Implementación.....	30
5.2.4.	Evaluación del Nivel de Servicio.....	33
5.3.	Implementación del sistema Yard Scheduler	35
5.3.1.	Características del Proceso.....	36
5.4	Mapeo del Patio en Presente y Futuro.....	37
5.5.	Mejora del Patio Acorde a una Óptima Utilización de Recursos	39
5.6.	Simulación.....	42
VI.	COMPLEMENTARIOS	43
6.1.	Conclusiones.....	43
6.2.	Recomendaciones.....	45
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII.	ANEXO.....	48

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Flujo de contenedores en un terminal marítimo	6
Ilustración 2: Consumos de disel por grúas.....	10
Ilustración 3: Nivel de servicio del flujo de contenedores.	11
Ilustración 4: Pilar de un terminal maritimo.....	17
Ilustración 5: Organigrama de un terminal portuario	19
Ilustración 6: Esquema de un buen nivel de servicio.....	22
Ilustración 7: Despacho de contenedores antes de la implementación del Yard Scheduler	28
Ilustración 8: Diagrama de flujo del nivel de servicio del flujo de contenedores	30
Ilustración 9: Despacho de contenedores después de la implementación del Yard Scheduler	31
Ilustración 10: Mejora del nivel de servicio del flujo de contenedores	33
Ilustración 11: Esquema de programación de citas antes de la implementación del Yard Scheduler.....	37
Ilustración 12: Simulación del patio antes de la implementación.....	38
Ilustración 13: Utilización de recursos antes de la implementación.....	39
Ilustración 14: Esquema de programación de citas después de la implementación..	40
Ilustración 15: Simulación del patio después de la implementación.....	41
Ilustración 16: Esquema de programación de citas después de la implementación..	41

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la era de la globalización y los importantes tratados del libre comercio permite a países de bajos recursos económicos incrementar porcentualmente su volumen de exportación e importación.

Los tratados de libre comercio, conocidos también como TLC, son acuerdo comerciales entre uno o más países, donde los mismos acuerdan preferencias arancelarias y la reducción de la barrera no arancelaria al comercio de los bienes y servicios. Con esto permite a países integrarse a nuevos mercados y a nuevos mundos, los países del primer mundo, estos TLC tienen un plazo indefinido.

Según la Organización Mundial del Comercio (OMC), se ha reflejado en el transcurso de estos últimos años, que los países que han logrado desarrollarse en estos últimos años, son los que han incluido el libre comercio o mejor dicho han incorporado exitosamente el comercio internacional, ampliando su visión y mercado para sus empresas.

El Perú, al ser un país pequeño y de empresas pequeñas, es uno de los países que están tan involucrados con el TLC y están logrando poco a poco involucrarse más con el comercio internacional.

Para el Perú los TLC han permitido entallar en mercados grandes, como Asia, EEUU e Europa; según nuestro Ministerio de Comercio Exterior y Turismo *“desarrollando su oferta exportable competitiva, que a su vez genere más y mejores empleos”*. (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2011)

El Perú participa en varios acuerdos comerciales como:

1.1. Acuerdos Regionales

1.1.1. Comunidad Andina de Naciones:

Se trata acuerdos arancelarios al comercio de bienes, liberación subregional de mercados de servicios, normas comunitarias, transporte terrestre, aéreo y náutico, telecomunicaciones y entre otros temas de comercio.

1.1.2. Mercosur – Perú:

Se buscan entablar acuerdos que permitan el libre comercio entre el Perú y los 4 países integrantes del MERCOSUR (Argentina, Uruguay, Brasil y Paraguay) involucran temas como la expansión y diversificación del intercambio comercial y eliminación de restricciones arancelarias y no arancelarias.

1.1.3. Acuerdos Multilaterales

Organización Mundial de Comercio (OMC): Es una organización creada por las negociaciones de la ronda en Uruguay (1986-94), establecida desde el primero de enero de 1995, con un total de 159 países; Perú se integró a esta organización desde que fue establecida en el 95.

Aquí se discuten las normas que rigen el comercio en los países de todo el mundo, entre ellos los problemas comerciales que entre sí, con el fin de resolver cualquier diferencia comercial; por otro lado supervisa las políticas comerciales nacionales, entre otros factores.

Foro de Cooperación Económica del Asia-Pacífico (APEC): Creado en el año 1989 con la iniciativa de consolidar el crecimiento y la prosperidad de los países del Pacífico. Por otro lado se busca reforzar las relaciones económicas y generar mayores lazos económicos con los países y/o regiones, que los últimos años, han presentado un mayor crecimiento económico. Perú pertenece al APEC desde el año 1998.

1.2. Situación Problemática

El tráfico de contenedores es uno de los medios más comunes para la comercialización internacional, El Callao movilizaba 400 mil TEU en el 2006 y para el 2014 se proyectó que ese volumen suba a 2 millones de TEU. *Fuente:* (Ferrero, 2013)

Según la Comunidad Andina (CAN), el 2014 el tráfico de contenedores de los principales puertos andinos al mundo creció en un 11.2%; dentro de estos principales puertos tenemos a: Buenaventura y Cartagena en Colombia, Guayaquil en Ecuador y el Callao en Perú los cuales movilizaron el 80% de tráfico de contenedores.

Entre Enero-Septiembre los principales puertos de la Comunidad Andina, alcanzó los 803 mil TEU (cada TEU es un contenedor de 20 pies) significando un aumento de 11.2% con respecto al año anterior.

Los contenedores son “herramientas” que permite al exportador reducir costos en su exportación; ya que mandar un contenedor vía marítima permite incrementar su volumen y transportar grandes pesos de mercancías solidas a capacidad del contenedor y a su vez permitir que pueda llegar a grandes mercados en tiempos planeados. Sus costos del flete son más económicos que el modo aéreo, pero mantiene las tarifas estables para el exportador e importador; debido a sus bajos costos se vuelve muy asequible para las pequeñas y medianas empresas que emprenden en el rubro de la comercialización a gran escala; cabe señalar que la exportación e importación mediante el transporte marítimo abarca el 80% del comercio internacional.

Los contenedores son fabricados de acero o aluminio, con la parte interna de madera y pueden soportar hasta 35 toneladas de acuerdo a las dimensiones de estos; por ejemplo tenemos los contenedores de 20 pies, los de 40 estándar y los 40 high cube. Cada uno de estos a nivel logístico tiene un costo, capacidad y dueño que son las líneas navieras.

Las líneas navieras se encargan de brindarle al exportador el servicio de movilizar su carga de un país a otro mediante sus naves, las cuales están asignadas a servicios marítimos, donde estos servicios tienen rutas ya establecidas. Cabe señalar que cada exportador decide con que línea naviera trabajar, siempre y cuando esta naviera este dirigida a movilizar su mercadería a un lugar deseado.

Estas líneas navieras están asociadas a terminales logísticos donde el exportador trabajaría directamente con ellos, los terminales logísticos envían

o traen los contenedores a terminales portuarios donde los contenedores con la mercadería de los exportadores serán embarcados y/o descargados.

En El Callao la cantidad de movimiento dentro de un terminal de contenedores varía entre los 500 a más de 2000 movimientos por día, hablando solo en recepción y despachos de contenedores los despachos, de acuerdo a las normas de OSITRAN, deben de realizarse dentro de los 30 minutos de que el camión ha ingresado al puerto pasado esto el terminal recibe una multa; por otro lado hablando del embarque y descarga de contenedores, es de 30 MPH (movimientos por hora) por barco esto se ve reflejado en la productividad y el uso de los recursos dentro del terminal; ya que se tiene que definir cuantas maquinas tenemos que utilizar para poder trabajar con éxitos y sin afectar la productividad, siendo este último el factor fundamental para la empresa.

1.2.1. Formulación del problema

Los puertos son los nodos claves de la red física que da soporte al comercio internacional.

Un buen puerto no se improvisa, en la actualidad la capacidad competitiva de un buen puerto para prestar servicios eficientes a buques y mercancías depende además de un elevado número de factores como: adecuadas infraestructuras portuarias, redes de sistema de información, equipos y maquinarias modernas.

Los puertos son competitivos y cumplen su función si son capaces de ofrecer al comercio exterior y a las líneas navieras que hacen escalas en sus muelles servicios eficientes, rápidos, fiables y seguros. Los servicios lentos, caros, inseguros originan pérdidas e inseguridad a los clientes potenciales.

Los terminales portuarios en el Callao no dispone de elementos que le brinden un competitividad que le permita lograr la superioridad por vía marítima, debido a las demoras generadas en estadía, por ritmos lentos de descarga y embarque, por falta de capacitaciones al personal y por no contar con una adecuada infraestructura.

Por lo mencionado en el párrafo anterior:

¿La infraestructura portuaria, las limitaciones y/o capacitaciones operativas del recurso humano; así como la insuficiencia de equipos y maquinarias actuales son factores influyentes en el flujo de los contenedores en un terminal portuario en el Callao?

1.2.2. Justificación

En el ámbito marítimo-portuario nacional, se considera que el tema tratado es de gran interés, debido al crecimiento acelerado de los volúmenes de exportación e importación en el mercado peruano.

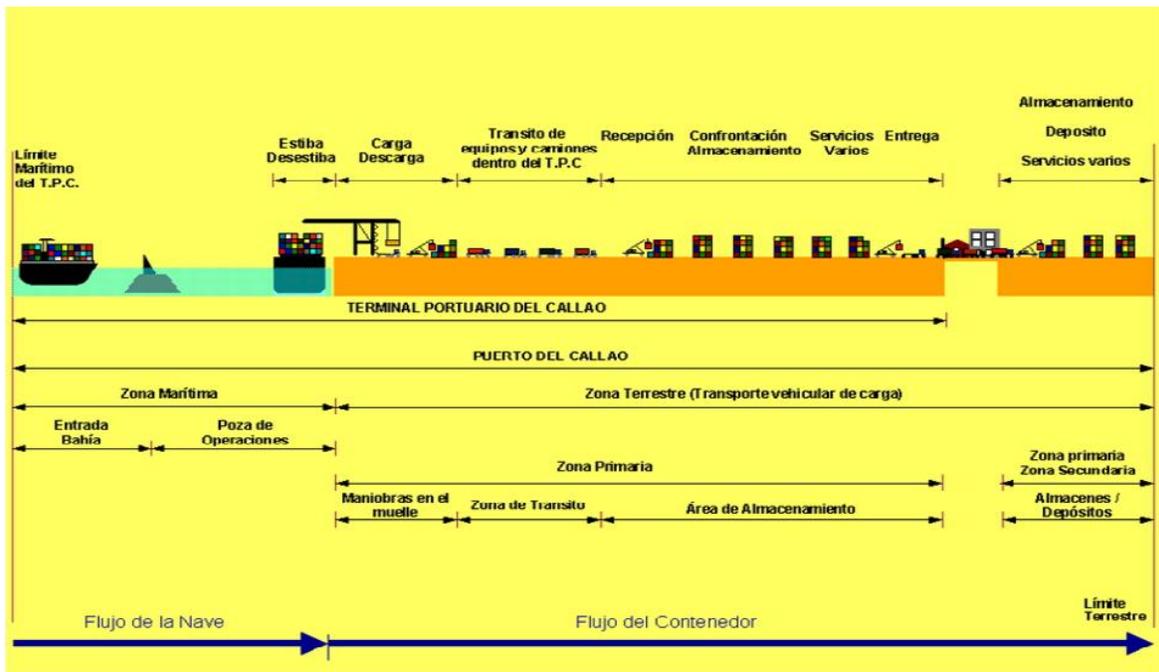
El flujo de contenedores viene siendo uno de los factores muy importantes en la región del Callao; ya que el tránsito se vuelve sofocante tanto para los habitantes del Callao como para las planificaciones de la recepción y despachos de los contenedores.

Es por eso que con los resultados obtenidos se verán reflejados las mejoras tanto dentro del terminal como el de las avenidas donde transitan los transportes.

En el ámbito tecnológico se busca analizar los aspectos de crecimiento mediante procesos sistemáticos e influencia que se obtiene en la productividad de operaciones, mejorando el flujo de los contenedores dentro del terminal y reduciendo así, proporcionalmente, el uso de los recursos, los cuales vienen siendo uno de los principales objetivos, al igual que la productividad, dentro de un terminal. Para esto se buscará un herramienta apropiada con el fin de simular un proceso adecuado y consistente en la obtención de los resultados.

En la siguiente ilustración se puede visualizar la ruta o el flujo que tiene el contenedor desde el punto de recepción en un terminal logístico hasta el momento de su embarque:

Ilustración 1: Flujo de contenedores en un terminal marítimo



Fuente: (García, Velit, & Cívica, DP WORLD CALLAO, 2014)

En el ámbito económico los terminales portuarios y/o puertos podrán tomar decisiones analíticas y certeras con respecto a su mejora de servicio, eficacia y mejora en sus operaciones; realizando una mejora tanto al puerto como a la economía del país, incrementando el PBI e impulsando a las pequeñas empresas a surgir dentro de un país, es decir estas empresas buscarán llegar al exterior con mayor facilidad y un servicio de calidad por parte de los puertos.

Esto garantiza que los beneficiados puertos, empresas, ciudades y países surjan y crezcan dentro de un país globalizado y con miras de desarrollo.

En el ámbito social los exportadores serán, en forma directa, los más beneficiados; ya que los puertos verán de mejorar internamente con el fin de incrementar sus TEUS y brindar una excelente calidad a sus clientes, incentivando a pequeñas y medias empresas a crecer y formar un mercado competitivo y diverso donde los clientes finales satisfagan sus necesidades a tiempo.

Con este proceso obtendremos una mejor perspectiva donde los puntos principales de un puerto, debe de enfocarse para alcanzar su mejora, siendo eficientes y manejando de forma segura las operaciones dentro del puerto.

1.2.3. Definición del Problema

Se evaluará los puntos críticos o puntos importantes dentro de un terminal portuario, analizando y verificando los diversos factores en la que el flujo de contenedores de un terminal puede verse afectado.

Uno de los principales problemas, aunque no será tema de discusión en la presente tesina, se encuentra la congestión de externos, los cuales se encuentran esperando su ingreso al terminal, tanto para realizar una operación de despacho o recepción del contenedor; generando así gran congestión fuera de un terminal. Esto se debe muchas veces por varios factores como: Exceso de citas generadas, incumplimiento de las citas otorgadas, rechazo de los contenedores por daños del mismo y/o de la carreta; ya que pudiera ocasionar algún accidente dentro o fuera del terminal, entre otros.

Por otro lado también tenemos un punto fundamental de los terminales portuarios; los cruces dentro del terminal entre contenedores de EXPORTACIÓN, IMPORTACIÓN, DESPACHOS Y/O RECEPCIÓN; esto se debe a diversas acciones, como anteriormente mencionado los retrasos de las citas o excesos de las mismas en una hora determinada generan estas situaciones de cuello de botella dentro del terminal. Aquí involucra mucho una planificación lógica y un buen análisis de la situación.

De igual manera otra problemática es la saturación del patio por cancelación de carga de embarque o conflictos externos como huelgas en países extranjeros que llevan al puerto a almacenar contenedores de tránsito dentro de sus terminales, las prioridades de despachos y contenedores de exportación o importación (desde el patio al muelle). Esto no quiere decir que los puertos se desempeñen mal, claro que no, sino lo que se quiere con esto es ver un mejor desempeño en el área de operaciones-planeamiento con el fin de buscar una mejora continua en la productividad, eficiencia y mejora en el servicio al cliente.

Se tiene en cuenta que al ver la magnitud del ámbito laboral nos enfocaremos en el core business de los puertos en especial del Callao; que son las líneas navieras, mejorando nuestro servicio, mejorando nuestra productividad, eficiencia y dando un mejor control del consumo de energía y combustible, para con los recursos de la empresa o puerto.

Para esto tenemos los cuello de botella, problemática mencionada anteriormente, la cual se vive día a día en los puertos; la congestión de

externos que se forman en el ingreso de los terminal con carretas (camiones externos) los cuales entran a dejar o a recoger contenedores; esto se debe al poco acceso que se ve en todo el tramo de la avenida de ingreso y con el cruce con entre puertos competitivos.

Este último problema requiere re-planificar todo el flujo del terminal portuario con respecto al movimiento de los contenedores; ya que estos vehículos no han cumplido con sus citas al tiempo debido por A o B motivos. Esta re-planificación se enfoca en el current state del patio, ver cómo están los bloques con los contenedores; digámosle: descarga, embarque, despacho y/o recepción.

Cabe mencionar que en nuestro país tenemos 2 empresas importantes, las cuales brindan los servicios de exportación e importación; pero esto tiene una inclinación porcentual; ya que la empresa privada que llego a Perú alrededor del 2008 mueve el 80% del mercado peruano aproximadamente 2000 contenedores diarios.

Según la Cámara de Comercio de Lima (CCL) para este 2015 los terminales portuarios están excediendo su capacidad instalada en un 85%; por lo que estos principales puertos en el Callao están canalizando en incrementar su inversión; realizando ampliaciones en sus puertos y adquiriendo maquinarias con el fin de poder satisfacer de manera acelerada el servicio a los clientes potenciales.

El año 2014 no se llegó a lo estipulado que era un aprox. de 2 millones de teus; pero para este año se estima llegar a los 2.5 millones de TEUS.

Se tiene claro que para captar esta gran cantidad de volumen el puerto, la empresa privada, tiene que incrementar su capacidad de almacenaje a un 75% o más, por esto se tiene proyectado la ampliación del terminal (segunda etapa) desembolsando alrededor de U\$\$ 100 millones. Viendo la eventualidad de la carga y el gran comercio que nos depara el futuro tanto comercialmente como competitivamente el puerto privado del Callao se ve obligado a ampliar sus recursos, por lo que se invirtió cerca de U\$\$ 6 millones para la implementación de 3 grúas (RTG) *Fuente* (Dueñas, 2013)

Esta empresa cuenta con 6 grúas pórticos (QC), con 21 RTG, con 3 EMPTY HANDLER, 2 REACH STACKER, 3 MONTACARGAS Y 35 ITV. *Fuente:* (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

QC: Son grúa Post-Panamax, las cuales realizar la operación de embarque-descarga de los contenedores en un barco.

RTG (Rubber Tyred Gantry): Son grúas encargadas de realizar la operación de recepción, despachos, embarque y descarga de los contenedores en el patio.

EMPTY HANDLER: Son porta contenedores encargados especialmente de cargar contenedores vacíos.

REACH STACKER: Son porta contenedores encargados de operar con contenedores tanto vacíos como llenos.

ITV: Son los chasis y trailers que operan dentro del terminal, movilizandolos contenedores del patio al muelle o viceversa; de igual forma se realizan los housekeeping, movilización a aforo, entre otras operaciones dentro del terminal.

Otro problema, mencionado anteriormente, el cual involucra una re planificación debido a las huelgas en puertos de países vecinos, donde la capacidad instalada juega un punto fundamental; ya que el consumo de energía, combustible y recursos se ven afectados.

Como se vio reflejada a inicio del año 2014 la huelga en Chile afecto significativamente la capacidad de los terminales en Perú, llegando a tener una utilización del yard en un 97% de su capacidad instalada. *Fuente:* (Garcia, Civira, & Hernandez, Flujo de los contenedores en un terminal, 2014)

1.2.3. Objetivos

1.2.3.1. Objetivo General

Identificar y analizar como la infraestructura portuaria, las limitaciones de capacitaciones a personal constantemente e insuficiencia de equipos y maquinarias son factores que pueden influir de manera significativa en el flujo de contenedores de un terminal portuario en el Callao.

1.2.3.2. Objetivo Especifico

Reducir el uso de los recursos (RTG, ITVS, QC) mediante estándares o procesos sin afectar el flujo de los contenedores.

Debido a la siguiente ilustración, se dio a conocer el primer objetivo.

Ilustración 2: Consumos de diesel por grúas.

	DIESEL CONSUMPTION (in gal)					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
RTG	44,715.74	38,700.02	36,431.09	38,335.05	41,205.79	34,519.90
RS	4,443.96	3,777.78	3,271.58	3,306.02	3,919.07	3,583.29
EH	2,106.16	1,674.18	2,000.37	2,059.82	2,279.78	2,106.36
ITV	27,063.68	24,326.40	24,028.59	25,671.48	28,220.66	25,651.10
PK	897.56	835.82	914.30	883.32	980.69	976.97
Otros DPW	1,328.17	1,483.67	2,565.56	1,151.55	2,114.14	2,666.10
Otros no DPW	-	-	-	-	-	-
	80,555.27	70,797.88	69,211.49	71,407.24	78,720.13	69,503.73

	DIESEL PRICE (in US\$/gal)					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Price per galon (PEN)	10.35	10.73	10.94	10.94	10.37	10.41
Fx rate (PEN/US\$)	2.58	2.59	2.59	2.65	2.73	2.78
	4.01	4.15	4.23	4.13	3.79	3.74

	DIESEL CONSUMPTION (in US\$)					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
RTG	180,786.88	163,540.83	152,604.58	161,360.00	162,993.11	130,455.26
RS	17,967.04	15,964.36	13,704.18	13,915.71	15,502.22	13,541.73
EH	8,515.26	7,074.85	8,379.26	8,670.20	9,017.87	7,960.21
ITV	109,419.15	102,799.94	100,652.30	108,056.47	111,629.30	96,938.90
PK	3,628.87	3,532.07	3,829.87	3,718.07	3,879.20	3,692.11
Otros DPW	5,369.82	6,269.80	10,746.77	4,847.11	8,362.67	10,075.56
Otros no DPW	-	-	-	-	-	-
	325,687.02	299,181.85	289,916.95	300,567.57	311,384.37	262,663.77

Fuente: (Garcia, Civira, & Hernandez, Flujo de los contenedores en un terminal, 2014)

- Mejorar el nivel de servicio

Ilustración 3: Nivel de servicio del flujo de contenedores.

	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13
Gate Transacciones	56243	48193	49968	48217	53686	51934	54798	59351	53483	52448	52556	54337
Despachos > 30 min	6761	4682	4816	3576	3471	1374	1726	1361	705	593	801	1455
Turn Time Promedio de IMPO	00:25	00:23	00:22	00:21	00:20	00:18	00:18	00:18	00:17	00:17	00:17	00:18
Citas dentro de la Hora	41395	33487	33475	47472	49985	44862	46470	51828	46454	46615	46201	
Citas %	73%	71%	71%	89%	95%	88%	86%	89%	89%	89%	89%	83%
NS	88%	90%	90%	93%	94%	97%	97%	98%	99%	99%	98%	97%
Fines	SI. 123,388	SI. 85,447	SI. 87,892	SI. 65,262	SI. 63,346	SI. 25,076	SI. 31,500	SI. 24,838	SI. 12,866	SI. 10,822	SI. 14,618	SI. 26,554

Fuente: (Garcia, Civira, & Hernandez, Flujo de los contenedores en un terminal, 2014)

- Determinar si la infraestructura portuaria actual es un factor influyente en el flujo de contenedores de un terminal portuario en el Callao.
- Comprobar si las limitaciones de la gestión operativa del recurso humano, tales como capacitaciones, son factores influyentes en el flujo de los contenedores de un terminal portuario en el Callao.

1.2.4. Alcances y Limitaciones

La nueva propuesta solo realizará mejoras en el modelo de mejora en la utilización de recursos y capacidad del patio, mostrando cumplir con los contratos comerciales con las líneas navieras.

Los recursos que contamos permiten mejorar el flujo de la carga y cumpliendo con los estándares portuarios para los despachos y/o recepciones de los contenedores. El terminal portuario del Callao tiene los parámetros ya estandarizados, busca despachar los contenedores dentro los 30 minutos de haber ingresado el camión externo al terminal, por otro lado también se traza metas a cumplir con objetivos como la mayor cantidad de movimientos por hora, en un inicio se empezó con 24 movimientos por hora, ahora el terminal privado del callao mueve alrededor de 30 – 40 contenedores por hora reduciendo los tiempos de atraque de la nave y el tiempo de recepción de la carga a los clientes mediante los despachos. *Fuente:* (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

Alcances ya obtenidos

Uno de los alcances que tiene esta empresa privada con sus clientes, es brindarle un servicio de calidad y de mejora continua de forma eficiente y segura; esto equivale a que debemos de mantener los estándares ya planteados pero mejorando (reduciendo) el uso de los recursos, es decir que debemos de utilizar el menor uso de ITV para el flujo de los contenedores dentro del terminal y reducir también el uso de RTG; ya que estos consumen gran cantidad de combustible por hora.

De igual forma cuentan con EMPTY HANDLER Y LAS REACH STACKER, la cual la última consume más combustible que la primera; ya que está adaptada para cargar contenedores llenos y vacíos, en cambio la EH solo mueve contenedores vacíos (más rápido y menos uso de combustible)

Las QC trabajan con energía, pero también se requiere reducir el uso de la energía para ver reflejado dentro del terminal un manejo de recursos con eficiencia y seguridad.

Limitaciones

Por la naturaleza y tiempos del presente trabajo no se podrá brindar una buena cuantificación del impacto de las variables de las mejoras de productividad dentro del terminal; sin embargo se informará y brindará las principales problemáticas del modelo actual y como la nueva propuesta tanto para la mejora del nivel de servicio y las productividades se vean reflejados en un mejor flujo de los contenedores dentro del terminal.

Por otro lado, al ser un trabajo de investigación, las pruebas dentro del terminal tienen que ser aprobado por el Gerente de operaciones; ya que se evaluará que tan factible y mejorable es este implemento.

Nos centraremos en algunos puntos, que nos permitirá evaluar la productividad del terminal en base a los resultados obtenidos.

Algunas limitaciones de los puertos:

Las limitaciones que tenemos en los terminales son la congestión que se forman al ingreso de las carretas, congestionando la avenida y demorando el servicio de entrega y despacho de los contenedores y causando así un malestar en nuestros clientes.

Otras de las limitaciones que tenemos es la capacidad instalada de nuestro terminal, a pesar de ser unos de los mejores terminales a nivel

Latinoamérica y el Caribe, el terminal privado no cuenta con un patio autónomo para un flujo de primera de los contenedores.

Por otro lado también se tiene la flota de camiones de los terminales logísticos (neptunia,alconsa, tramarsa, alsa, etc) los cuales no cumplen con las expectativas que requiere la planificación; ya que por retrasos de ellos o falta de camiones el impacto de esto se ve reflejado en la planificación tanto del patio como de las naves.

De igual forma las huelgas ocasionadas por estibadores en otros países inducen a llegar a negociaciones donde pueden sobrepasar la capacidad instalada de un terminal portuario; ya que esto indica que contenedores con destinos a otros puertos, donde están en huelga, se queden en el Callao, quedándose el tiempo necesario hasta que un servicio o línea naviera logre llegar a su destino y/o la huelga se haya levantado; esto nos lleva a tener 1 o 2 semanas de recuperación o nivelación de los patios; es decir balancear adecuadamente el flujo de los contenedores dentro del terminal.

Y por último y no por eso el menos importante, la dependencia que se tiene con el Canal de Panamá.

II. MARCO CONTEXTUAL

2.1. Descripción de la Empresa

Los terminales portuarios son terminales logísticos, los cuales son unos de los más importantes eslabones en la cadena del comercio internacional; ya que a través de este se realiza la conexión de importantes hinterland (área de influencia) terrestre con el exterior, convirtiéndose así en la cabeza de toda una región.

Los terminales portuarios se manejan dentro del ámbito de los servicios de transporte marítimo, el cual ha experimentado una considerable expansión impulsada por la mundialización

Son terminales donde las operaciones son medidas mediante áreas especializadas, las cuales buscan la seguridad del operador.

Se desenvuelven dentro del sector portuario, en donde la máxima autoridad es el APM (Autoridad Portuaria Nacional) la cual promueve el desarrollo y competitividad de los puertos, facilitar el transporte multimodal, modernizar los puertos y desarrollar las cadenas logísticas que existen en los terminales portuarios. *Fuente* (Autoridad Portuaria Nacional, 2014)

La situación geográfica de los puertos y su proximidad a las zonas intensamente pobladas son aspectos fundamentales para su viabilidad; ya que tiene que estar en constante comunicación con los pobladores brindándole seguridad y comodidad en su localidad.

Los terminales portuarios son los nexos entre los exportadores y las líneas navieras; manteniendo un lazo forjado por un buen servicio y trabajo con eficacia y seguridad en las operaciones.

Las líneas navieras manejan naves, buques portacontenedores, que llegan a los terminales portuarios para descargar y embarcar carga. Estos buques están creados para navegar en el océano equipados con motores diesel y con 20 a 40 personas a bordo, entre oficiales, capitán, técnicos, ingenieros de máquina, etc.

La carga que ingresa al terminal, ingresa previa a una cita manejando así un orden o mejor dicho una planificación adecuada sin afectar la operatividad de las naves y flujo de los contenedores dentro del terminal; de igual forma se manejan los despachos, siendo estos últimos uno de los factores muy importantes dentro del terminal; ya que tienen que ser despachados máximo 30 minutos después de haber iniciado la transacción de despacho.

Los terminales portuarios son netamente operativos, pero se rigen bajo un área comercial que nos pone a las alturas de otros países y/o ciudades. Esta área nos indica los tratos pactados con las líneas navieras, donde señalan cantidad permitida de movimientos, embarque y descarga, en una nave operada por estas.

El área de planeamiento se basa en esto para regular citas, flujos de ITS, reducción de costos en combustible, energía y recursos innecesarios para la obtención de una operación eficiente, capaz, segura y productiva.

2.1.1. Contribución

Crecimiento de la empresa reduciendo el uso de los recursos y brindando una mejora en el servicio.

Incrementar la productividad y alcanzar los KPI's trazados midiendo procesos y asignando metas a las personas involucradas con el fin de generar mayores ingresos, como mayor cantidad movimientos por hora, mejoras en tiempos, etc.

Captar clientes, expresando el buen desempeño y la calidad del trabajo dentro del terminal.

Contribución al crecimiento del mercado peruano, brindándoles mayor visión a los exportadores.

Generar mayor competitividad en el mercado, posicionándonos con los mejores estándares de calidad y servicio.

Por otro lado la presente investigación, permitirá realizar una mejor programación y mejora en la utilización de los recursos en patio.

De igual forma llegará a transmitir una buena comunicación planeamiento-operaciones; con el fin de buscar la mejora de tiempos, productividad y eficiencia dentro del terminal.

Analizar varios puntos del patio y de este modo descongestionar la zona.

2.2. Macro-proceso de la Organización

Los terminales portuarios se basan o mejor dicho se mantienen por 2 pilares fundamentales, los cuales son el área de planeamiento y el área de operaciones.

Estas áreas están sujetas a un área comercial el cual nos da las oportunidades para incrementar y mejorar a nivel internacional los estándares de servicio y mejora continua.

Para esto se analiza los siguientes factores para una buena planificación y operación dentro de una organización:

2.2.1. Identificar y Mantener Clientes Potenciales

Este proceso se desarrolla evaluando la capacidad instalada del terminal y con visión a futuro del mismo; los clientes son líneas importantes las cuales manejan un gran porcentaje del mercado.

2.2.2. Gestionar Documentación de Embarque y Descarga

Con el fin de mantener una planificación y operación adecuada en la nave.

2.2.3. Gestionar Documentación de Recepción y Despachos

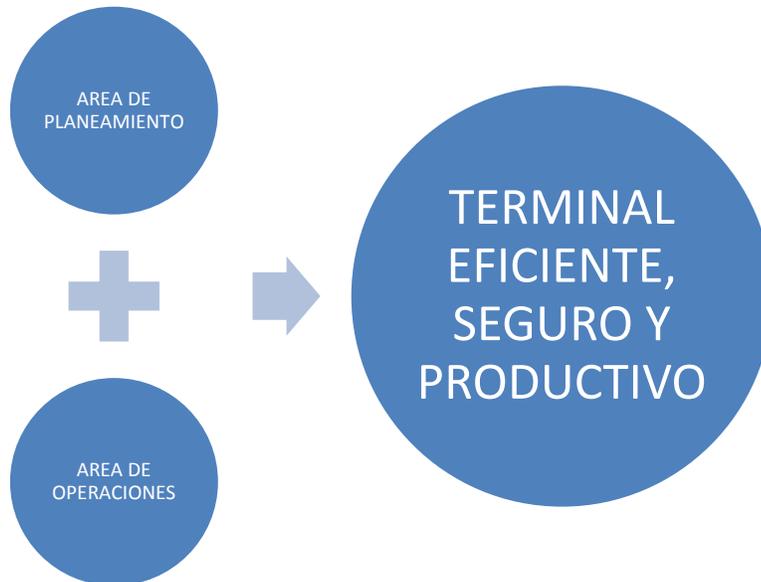
Para realizar una adecuada planificación mediante citas programadas en tiempos determinados, con el fin de evitar demoras tanto en despachos como recepciones y mantener un flujo moderado de carretas dentro del terminal.

2.2.4. Medidas de satisfacción al Cliente

Para analizar nuestras ventajas y debilidades con respecto a nuestros clientes dícese tanto de las líneas navieras, terminales logísticos, clientes directos entre otros.

PILARES EN UN TERMINAL MARITIMO

Ilustración 4: Pilar de un terminal marítimo



Fuente (DP WORLD CALLAO, 2014)

2.3. Presentación del Área Funcional o Procesos

Para determinar las áreas fundamentales para la mejora de un terminal portuario son las siguientes:

La de planificación que está dividida en 3 partes:

Planificación de patio: El planner de patio evalúa la disponibilidad del patio, observando las cantidades de movimientos que van ingresando a cada bloque, esto lo conocemos como una EVALUCACION DEL CURRENT STATE; posterior a esta evaluación se programa la recepción de los contenedores sin sobrepasar la cantidad de movimientos permitidos que es de 50 contenedores por hora; como lo mencionado anteriormente, esta cantidad de movimientos está determinado al CURRENT STATE (estado actual del patio) con el fin de no sobre pasar y complicar el flujo de los contenedores en el patio. Luego a esto el planner tiene que buscar puntos específicos en el patio para la recepción de estos contenedores.

Por otro lado los planners de patio tienen que planificar la descarga de los contenedores viendo los puntos de descarga pueden ser contenedores de importación y/o transbordos. Los contenedores de importación serán

descargados en la zona importación donde se evaluara si serán descargados para almacenar dentro del terminal o serán despachados a los terminales logísticos. Los contenedores de descarga transbordo, serán descargados en la zona de exportación donde al igual que estos hay otros contenedores con las mismas características y/o ingresaran contenedores con la misma figura de embarque.

Planificación de barco: El planner de barco planifica las naves (EMBARQUE) de acuerdo al current state de los contenedores en el patio, tratando de no juntar los ITV (Internal Transfer Vehicle) tanto con contenedores de embarque como de descarga.

Monitor: Supervisa y analiza en todo momento en current state de nuestro patio; ellos se encargan de brindar la precisa información mediante un software a los operadores de QC, RTG y ITV

Tratar de solucionar inconvenientes durante la operación de la nave con el fin de prevenir cualquier descontrol o manejo de los recursos.

El patio está dividido en 10 bloques de descarga y embarque de contenedores FULL (descarga, embarque, recepción y despachos) y 4 bloques para contenedores vacíos con las mismas características de los bloques en el patio.

Los planners deben de evaluar constantemente el patio (descarga, recepción, despacho, embarque, movilizaciones de aforo, house keeping) con el fin de tener una mejor planificación y así poder ver el reflejo de la productividad y servicio hacia nuestros clientes.

Por otro lado el área operativa también se divide en 3 partes:

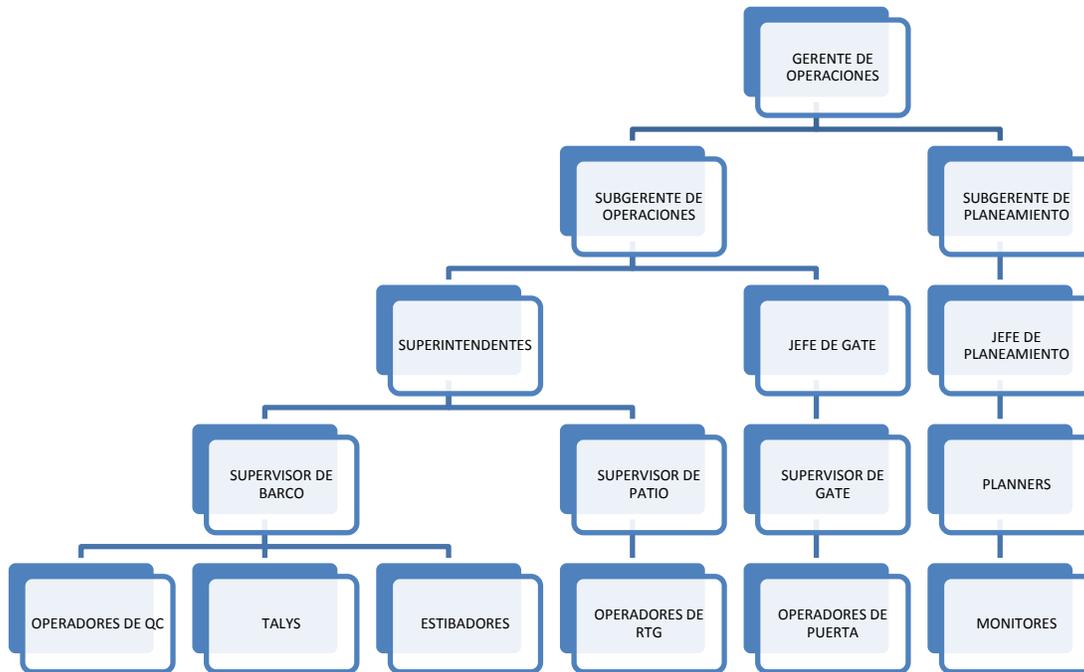
Supervisor de barco: Busca en todo momento tener una mejor productividad, manteniendo una comunicación constante con los monitores; evaluando todo lo concerniente a la nave que se encuentra a su cargo durante su turno; es decir prepara reportes para los oficiales de la nave de acuerdo a lo evaluado durante la operación.

Supervisor de patio: buscar soluciones inmediatas junto al monitor en caso veamos congestión y perjudiquemos el flujo de la operatividad de una nave. También se encargan de ver trabajos control de los ITV (ubicación, porque las demoras, etc.)

Supervisor de gate: busca mantener un flujo adecuado de los camiones externos dentro del termina; evitando congestiones, cruces con ITVs de embarque o descarga; en pocas palabras hacer un seguimiento a los camiones externos (recepción y despachos)

ORGANIGRAMA INTERNO DE UN TERMINAL MARITIMO

Ilustración 5: Organigrama de un terminal portuario



Fuente (García, Velit, & Cívica, DP WORLD CALLAO, 2014)

2.4. Tendencias

Se busca una tendencia entre las autoridades portuarias, empresas y los clientes; con el fin de crear un ambiente sólido y productivo para los terminales y el país.

Buscar comunicación clara entre las áreas involucradas en el manejo de las operaciones dentro y fuera del terminal.

Búsqueda de reducción de costos y manejos adecuados de los recursos mediante una buena planificación y operatividad de los recursos.

Analizar e implementar estándares de calidad con el fin de mantener y mejorar los niveles de servicios y operatividad de los recursos.

Manejo adecuado de los patios de un terminal evaluando constantemente la capacidad instalada, los recursos operativos, aspectos externos, es decir conflictos en países que nos puedan afectar, y manteniendo un plan de contingencia podemos contrarrestar esto último.

Mejorar mes a mes los retos obtenidos por los KPIs; con el fin de obtener una buena rentabilidad y productividad en fechas determinadas.

La siguiente tabla nos muestra la tendencia que se tuvo durante el año 2013 y culminando con un promedio del 95% esta tendencia se espera mejorar para el 2014 con un promedio de 98% disminuyendo los tiempos de despachos. *Fuente* (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

Tabla 1: Nivel de servicio en los despachos.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Despachos > 30 min	6761	4682	4816	3576	3471	1374	1726	1361	705	593	801	1455	31321
Fines	S/. 123,388	S/. 85,447	S/. 87,892	S/. 65,262	S/. 63,346	S/. 25,076	S/. 31,500	S/. 24,838	S/. 12,866	S/. 10,822	S/. 14,618	S/. 26,554	S/. 571,608
Turn Time Promedio de IMPO	00:25	00:23	00:22	00:21	00:20	00:18	00:18	00:18	00:17	00:17	00:17	00:18	00:19
Nivel de Servicio 2013	88%	90%	90%	93%	94%	97%	97%	98%	99%	99%	98%	97%	95%

Fuente. (OSITRAN) Y (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

III. MARCO CONCEPTUAL

Las tendencias obtenidas y propuestas en el capítulo anterior las cuales están basadas sobre los KPI principales, como el nivel de servicio y la productividad, las que brindarán un mejor conocimiento de los objetivos de los terminales portuarios con el fin de alcanzar un buen nivel en los servicios brindados y trabajar con eficacia y eficiencia. Por otro lado tenemos los niveles de servicios, los cuales se medirá mediante la satisfacción para los clientes y por ultimo tenemos los EEFF en donde se verá si esta implementación es viable o no; es decir cuan factible es colocar más RTG y/o ampliar el patio con el fin de evitar saturación por las huelgas o disminuir los ingresos tardíos al terminal por la congestión de carretas debido a la saturación de RTG en el patio.

Para empezar a que se conoce como KPI:

3.1. ¿Qué es un KPI?

Son abreviaturas de las palabras KEY PERFORMANCE INDICATOR, esta herramienta es muy importante; ya que ayuda a una organización a medir y a definir el rendimiento o desempeño de un proceso.

Los indicadores son utilizados para cuantificar los objetivos trazados por la organización las cuales son recogidas de un plan estratégico. De igual forma son un utilizados para valorar actividades complicadas de medir el desarrollo de los lideres, compromiso de los empleados, servicios o satisfacción. (Lawrence, J. Ellison, 2003)

Por ejemplo demostraremos en las siguientes metas establecidas por un terminal portuario los KPI que se utilizaron y los cuales forman parte de esta tesina.

META 1.- Mantener durante el año un productividad de movimiento por hora, concerniente a los eventos de embarque y descarga, de 30GMPH.

Los KPIs: Los movimientos por hora, cantidad total de embarque y descarga de una nave, tráfico de tractos dentro del terminal, costos de uso de recursos.

META 2.- Mantener un nivel de servicio excelente hacia los tractos externos, con el fin de cumplir con el plazo de despacho de 30 min por transacción.

Los KPIs: Cantidad de camiones externos dentro del terminal, nivel de servicio, tiempo, cruces con embarque y descarga de las nave, costos de uso de recursos.

META 3.- Para el presente año reducir en un 20% los costos de energía y combustible.

Los KPIs: La tasa de conversión, uso de recursos, mantenimientos de grúas y equipos móviles, medición de combustible y energía, costos de uso de recursos.

3.2. ¿Qué es Nivel de Servicio?

Es la gestión de buscar el compromiso realista entre las necesidades y expectativas del cliente y los costes de los servicios asociados, de forma que estos sean asumibles tanto por el cliente como para la organización o en esta tesina el terminal.

Para esto se tiene una planificación adecuada, con el fin de brindar citas sin causar conflictos dentro del terminal, de igual forma las operaciones brindadas por los operadores de grúas, los cuales atienden a nuestro cliente conforme sea necesario su despacho y por último el buen uso del sistema; ya que este permite al operador despachar un contenedor a tiempo, ver prioridades tanto de embarque, descarga, recepción o despacho.

Por consiguiente esto tiene que implementarse para así poder ir midiendo constantemente los servicios brindados a nuestros clientes finales.

Ilustración 6: Esquema de un buen nivel de servicio



Fuente: (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

3.3 ¿Qué es el Estado Económico y Financiero?

Son informes que utilizan las instituciones para dar a conocer la situación económica financiera y los cambios que experimenta la misma a una fecha o periodo determinado.

La mayoría de estos informes constituyen el producto final y son elaborados acorde a los principios de contabilidad, normas contables entre otros.

Tiene como objetivo proveer información de acuerdo a lo presupuestado, para facilitar la toma de decisiones económicas.

Esta tesina se enfoca en:

3.3.1 La relación con los costos:

Evaluar si los costos involucrados después de la implementación de la presente tesina, el retorno de una inversión ROI, son inferiores o superiores, con el fin de analizar si es factible o no la ejecución del trabajo en un terminal marítimo.

El ROI es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, *Fuente* (Pulliam & Patricia, 2006), es decir “representa una herramienta para analizar el rendimiento que la empresa tiene desde el punto de vista financiero” *Fuente*. (Franklin, 2007)

3.3.2. Determinación de la tasa de descuento o costo de capital:

Es la tasa utilizada para descontar los flujos futuros de efectivo, mediante la técnica de valor presente neto; sin embargo no es fácil determinar pudiéndose utilizarse distintos datos en función del objetivo de la valoración. (Brealey & Allen, 2006)

3.3.3. VAN:

Es el Valor Actual Neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. *Fuente* (GAVA, ROPERO, SERNA, & UBIERNA, 2008)

Si el VAN es mayor a cero, es decir la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida el proyecto es aceptable; caso contrario el proyecto debería rechazarse. Pero si el VAN es igual a cero la inversión no produciría valor ni ganancias ni pérdidas, dado que el proyecto o implementación no agrega un valor monetario por encima de la rentabilidad exigida.

El VAN es muy importante; ya que valora las inversiones de activos fijos, los cuales serán demostrados mediante un valor que supere la inversión o rentabilidad exigida. (Lopez Dumrauf, 2006)

IV. MARCO METODOLÓGICO

Tal como se mencionó en el primer capítulo este trabajo será evaluado en 3 partes:

4.1. Evaluación Económica Financiera para Mejorar y/o Elaborar los Índices de Productividad

En esta primera etapa se evalúa adecuadamente los principales KPI determinando los objetivos y el rango que se desea, para así poder calcular el valor del KPI. Por ejemplo: Se mide el tiempo promedio que se realiza en una transacción de despacho, el cual no debería de exceder de los 30 min, es más deberá de ser menos; con el fin de no alcanzar u obtener una multa y no superar los límites de despachos. Aquí se determinará un rango de veces los cuales serían apropiado, una gama de 5 a 15 minutos podría ser considerado “excelente”, otro de 15 a 30 minutos que podría ser considerado “buena” y por ultimo una gama de más de 30 min que vendría a ser considerada “mala o multa” y por último a estas gamas agregarle un valor numérico por ejemplo:

Excelente	100%
Buena	50%
Mala	0%

Por consiguiente con estos pasos se ve los resultados obtenidos y el porcentaje adecuado donde nos señala que este KPI o indicador está marchando bien; sí, con un incremento o avance en los niveles de servicios mejora, claro está, que esto se requiere conocer un aprox. de los costos de utilización de recursos con el fin de mantener un tiempo promedio de despacho entre 5 a 15 minutos y siendo más conservadores entre 15 a 30 minutos.

Caso contrario este KPI no dé resultados positivos la implementación no sería factible y se mantendría utilizando los mismos recursos, mismos niveles de servicios con el fin de no exceder el límite permitido o sobrepasar los tiempos definidos para el despacho.

Se verá también como mejorar el KPI de los números de movimientos por hora, otorgándole de igual manera ratios con el fin de poder calcular y arrojar resultados favorables o no para el terminal.

Cabe señalar que estos KPIs señalados son esenciales en todo momento para la operación de un terminal; ya que las normas del estado miden los niveles de servicio, tiempos de despachos, a través de OSITRAN y nosotros mismos con el fin de proyectarnos para el siguiente año y conocer lo rentable que ha podido a ver sido el año anterior medimos o promediamos las productividades diarias durante todo el mes los 12 meses del año.

Luego se verá los costos involucrados tanto en las obtenciones de los KPIS como en la reducción del uso de los recursos, con el fin de ver reflejado en el año reducción de combustible, de energía, de mano de obra, mantenimientos entre otros.

En la segunda fase se evalúa el CURRENT STATE del patio y luego una evaluación del patio en el futuro; realizando un previo análisis de los KPI y las mejoras en sus costos.

Por último se ejecutará un modelo de simulación básico del patio en estado presente y futuro, evaluando si es adecuada la implementación de esta mejora en el uso de los recursos en base a los costes obtenidos.

4.2. Mapeo de Patio en Presente y Futuro

Con la información obtenida en la primera etapa, podremos realizar un sondeo o mapeo del patio en el futuro, claro está con la confirmación que si es viable o no la implementación de más recursos con el fin de por incrementar nuestro patio y por consiguiente realizar una mejor utilización del patio.

Claro está que esta comparación se dará con el estado actual del patio.

4.3. Simulación del Patio en Presente y Futuro

Aquí se mostrara mediante un sistema elaborado internamente, “Yard Scheduler” el cual simulara el patio antes y después de la implementación de recursos, ampliación de yard, reducción de consumo de energía, combustible, etc.

V. CUERPO DE LA TESINA

5.1. Responsables del Flujo de Contenedores Dentro del Terminal

Funciones de los participantes para el manejo de la implementación:

Planner de Patio: Realizara seguimiento exhaustivo de las citas programadas, con el fin de tener conocimiento de los movimientos programados por bloques en el patio.

El Planner de patio brindara un formato llamado Yard Scheluder, donde se ingresaran datos de las cantidades de contenedores que ingresaran por horas en los bloques; permitiendo así conocer el uso de RTG en el patio.

Monitor de Patio: Realizara un seguimiento al Yard Scheluder enviado por el Planner de patio; donde en comunicación con el Superintendente verán la asignación de las RTG por bloque; con el fin de controlar los recursos.

Superintendente: Encargado del terminal, relacionado en todo tema operativo; él se encargara, en coordinación con los planners y monitores, de tener un flujo óptimo de los contenedores dentro del terminal. Basándose en los KPIS evaluados.

Planner de Barco: Planificar los movimientos de patio a barco, evitando excesos de movimientos (removidos para el embarque) por otro lado, es el encargado de brindar y/o mejorar una mejor productividad a las nave.

Sub Gerente de Planeamiento: Evaluar comercialmente las cantidades de movimientos de los servicios; ya que los arribos de las nave tienen que ser acordes a lo pactado con el área comercial.

Cabe resaltar que ante cualquier contratiempo; muchos servicios con el fin de cumplir con todos sus movimientos manejan itinerarios, los cuales son evaluados por el Sub Gerente de planeamiento.

¿Qué evalúa el Sub Gerente de Planeamiento para el atraque de una nave?

Cantidad de movimientos: Aquí se encuentra la cantidad total de descarga y embarque que se realizara en la recalada.

Cantidad de contenedores llenos o vacíos; dentro de la cantidad de contenedores llenos se evalúa la cantidad de contenedores refrigerados que están descargan (por temas de tomas en el patio y el estado del mismo)

Sub Gerente Comercial: Brindara un servicio de excelencia con los clientes, para manejar temas fundamentales en la planificación de las naves, esto involucra exportación e importación.

Sub Gerente de Operaciones: Es el encargado de brindarle la información necesaria a los Superintendentes, sobre si hay o no grúas en reparación, explicando motivos y tiempos pactados de entrega de las mismas; estas reparaciones son tratadas con el equipo de ingeniería, entre otras cosas.

5.2. Desarrollo de la Tesina

En la tabla N°1 se observa cómo se va desarrollando las transacciones de despacho durante todo el año 2013, reduciendo las multas y mejorando el nivel de servicio.

El rendimiento que se vino desempeñando parte de un programa de cumplimiento de citas, donde el Yard Planner brinda parámetros de cantidades, tanto para despachos como para recepción.

Los despachos forman una parte esencial de nuestro patio; ya que tenemos asignado una cantidad determinada para su descarga y su fácil despacho.

Las asignaciones para los despachos no tienen que sobrepasar una cantidad definida max. 50 por hora; ya que tomando en cuenta que muchos de los despachos se encuentran cerca de movimientos de descarga, de igual forma el aproximado que una RTG puede trabajar es de 15 movimientos por hora involucrando movimientos de embarque, descarga, despachos o recepción; pero hay que tener mucho cuidado con el tema de mezclar los despachos con los otros 3 puntos; ya que tanto la productividad de la nave como el turn time de despacho puede verse afectado.

Los costos valorizados por cada movimiento de RTG es de \$5.20 donde el tema de asignación de despachos forma una parte muy importante.

Los movimientos de una RTG tanto para despacho embarque o recepción es entre 1 a 5 min/mov.

5.2.1. Evaluación del Nivel de Servicio Antes de la Implementación

Antes de la implementación del sistema yard scheduler se tenía varios escenarios los cuales afectaban distintamente al flujo de los contenedores, viéndose afectados así los KPIs

Uno de estos factores eran la mala planificación de la descarga de los contenedores y a su vez cruce de los flujos con los transportes externos.

La descarga de los contenedores iba a un punto específico del patio y con el fin de obtener una mayor productividad, es decir superar los

30 GMPH, no se apilaban los contenedores por depósitos generando así removidos en patio y generando mayores costos/gastos.

Pongamos un ejemplo claro de cómo era la recepción de la descarga en un punto en el patio; generando removidos para un despacho sobrepasando así los plazos establecidos:

Vemos en la siguiente imagen un punto de descarga en nuestro patio, donde esta arrumado contenedores por depósitos:

Ilustración 7: Despacho de contenedores antes de la implementación del Yard Scheduler

PUERTO DE DESCARGA	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td>CLL 4510 LIM</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4310 IMU</td> <td>CLL 4510 VO</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 VO</td> <td>CLL 4510 CON</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 VO</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CLL 4310 IMU</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4300 NEP</td> <td>CLL 4510 VO</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 LIM</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>CLL 4310 IMU</td> <td>CLL 4510 EFE</td> <td>CLL 4510 CON</td> <td>CLL 4510 NEP</td> <td>CLL 4510 CON</td> <td>CLL 4510 IMU</td> <td>CLL 4510 LIM</td> </tr> </tbody> </table>								A	B	C	D	E	F	G	6								5			CLL 4510 LIM					4	CLL 4510 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4310 IMU	CLL 4510 VO	CLL 4510 IMU		3	CLL 4510 IMU	CLL 4510 VO	CLL 4510 CON	CLL 4510 IMU	CLL 4510 VO	CLL 4510 IMU		2	CLL 4310 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4300 NEP	CLL 4510 VO	CLL 4510 IMU	CLL 4510 LIM	1	CLL 4310 IMU	CLL 4510 EFE	CLL 4510 CON	CLL 4510 NEP	CLL 4510 CON	CLL 4510 IMU	CLL 4510 LIM
		A	B	C	D	E	F	G																																																							
	6																																																														
	5			CLL 4510 LIM																																																											
	4	CLL 4510 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4310 IMU	CLL 4510 VO	CLL 4510 IMU																																																								
	3	CLL 4510 IMU	CLL 4510 VO	CLL 4510 CON	CLL 4510 IMU	CLL 4510 VO	CLL 4510 IMU																																																								
	2	CLL 4310 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4510 IMU	CLL 4300 NEP	CLL 4510 VO	CLL 4510 IMU	CLL 4510 LIM																																																							
1	CLL 4310 IMU	CLL 4510 EFE	CLL 4510 CON	CLL 4510 NEP	CLL 4510 CON	CLL 4510 IMU	CLL 4510 LIM																																																								
DEPOSITOS/CONTENIDO PATIO																																																															
CLL	VILLA OKENDO - VO																																																														
	CONTRANS - CON																																																														
	LIMASA - LIM																																																														
	IMUPESA - IMU																																																														
	FARGOLINE - EFE																																																														

Fuente. (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

Tenemos un externo que ha llegado a retirar un contenedor del depósito CONTRANS y por una mala asignación o por requerimiento del cliente viene por el contenedor que se encuentra en la posición 1C; esta imagen nos muestra que para ese despacho se tendrían que

realizar 4 removidos para el despacho y demoras para el despacho del contenedor.

Tabla 2: Costos por movimientos

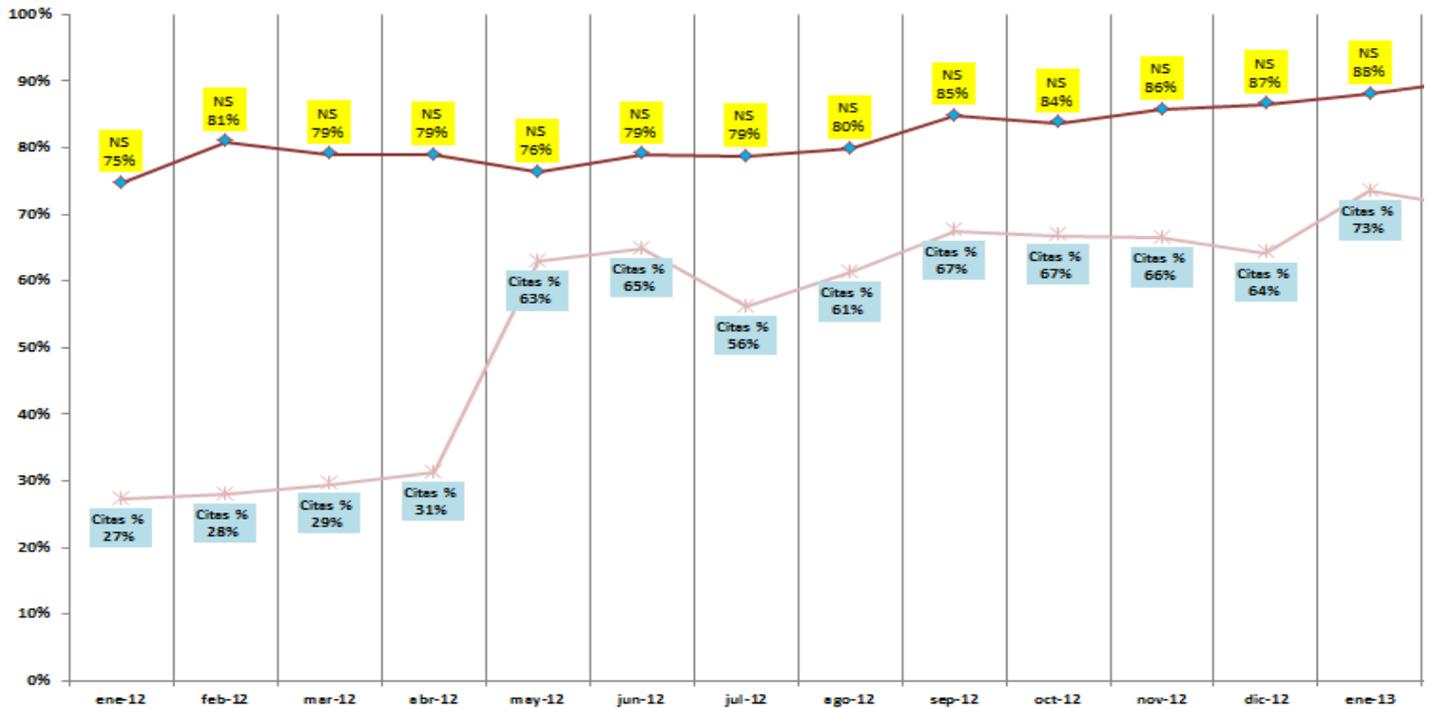
COSTO DE MOVIMIENTO DE RTG	\$5.20	
CANTIDAD DE REMOVIDOS	4	
TIEMPO DESPACHO	6	Min/Mov
TIEMPO TOTAL POR EL DESPACHO	34	Minutos
COSTO TOTAL DESPACHO	\$20.80	

Fuente. (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

Es la presente tabla podemos observar que el despacho de ese contenedor ha involucrado un costo de \$20.80 y un tiempo total de 34 min sobrepasando el plazo máximo de despacho y generando así una multa de despacho que es S/. 18.00 más IGV

Por otro lado realizando un cruce de información mostrado en la siguiente ilustración entre el Nivel de servicio junto con las multas generadas entre el enero del 2012 y enero del 2013, antes de la implementación del yard scheduler, podemos observar el bajo nivel de servicio que se manejó durante ese periodo; esto se debió a un mal seguimiento de monitoreo y planificación de la descarga y programación de las citas.

Ilustración 8: Diagrama de flujo del nivel de servicio del flujo de contenedores



Fuente: (García, Cívra, & Hernández, Flujo de los contenedores en un terminal, 2014)

5.2.2. Evaluación del Nivel de Servicio

Acorde a lo expuesto anteriormente podemos evaluar este proceso como deficiente; ya que según lo expuesto en el capítulo 4 se obtendría una multa de S/. 21.24 (incluido IGV) y un nivel de servicio malo.

Ahora veremos un proceso mejora, arrumando o apilando los contenedores por depósito:

5.2.3. Evaluación del Nivel de Servicio Después de la Implementación

En la siguiente ilustración podemos observar que se ha realizado una buena planificación de descarga, brindada en un inicio por el Planner de patio en cual brinda special stow a los depósitos y con esto el monitor puede darle un mejor seguimiento a la descarga en el patio y arrumar de forma correcta en un punto específico.

Para esto también es fundamental que el monitor asigne todos los contenedores que se encuentran en ese punto con el fin que el sistema asigne a su despacho el contenedor que está más a la mano.

En este caso, un despacho por cualquier deposito que sea se realizara el mínimo movimiento y el mínimo costo en por removidos.

Ilustración 9: Despacho de contenedores después de la implementación del Yard Scheduler

PUERTO DE DESCARGA	DEPOSITOS/CONTENEDO							PATIO
	A	B	C	D	E	F	G	
	6							
5						CLL 4310 ↑		5
4			CLL 4510 ↑		CLL 4510 ↑	CLL 4510 ↑		4
3			CLL 4510 ↑		CLL 4510 ↑	CLL 4310 ↑	CLL 4510 ↑	3
2			CLL 4510 ↑		CLL 4510 ↑	CLL 4510 ↑	CLL 4510 ↑	2
1	CLL 4510 ↑	CLL 4510 ↑	CLL 4310 ↑	CLL 4310 ↑	CLL 4310 ↑	CLL 4510 ↑	CLL 4510 ↑	1
	LIM 10	NEP 16	IMU 29	VO 11	IMU 8	IMU 22	EFE 9	
CLL	VILLA OKENDO - VO							
	NEPTUNIA - NEP							
	LIMASA - LIM							
	IMUPESA - IMU							
	FARGOLINE - EFE							

Fuente. (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

Tabla 3: Costos por movimientos

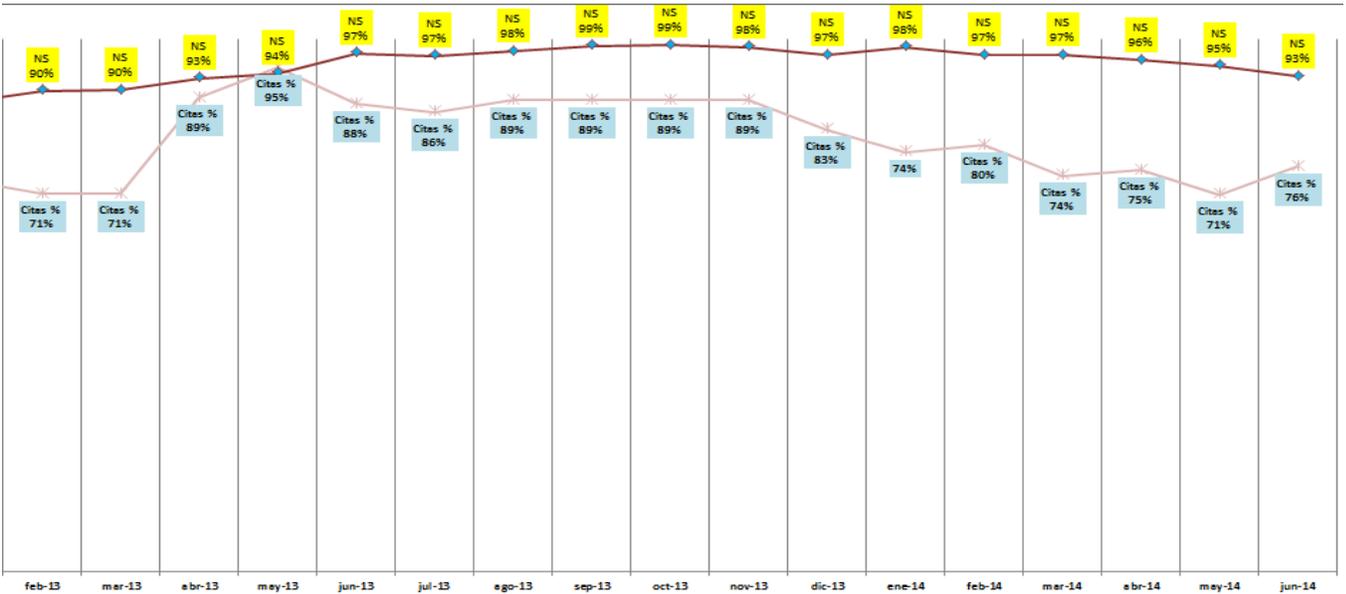
COSTO DE MOVIMIENTO DE RTG	\$5.20	
CANTIDAD DE REMOVIDOS	1	
TIEMPO DESPACHO	6	Min/Mov
TIEMPO TOTAL POR EL DESPACHO	16	Minutos
COSTO TOTAL DESPACHO	\$5.20	

Fuente. (DP WORLD CALLAO, 2014)

Esto es un claro ejemplo de la mejora que se desea implementar mejora los niveles de servicios.

Por consiguiente en la siguiente ilustración observamos cómo fue mejorando el nivel de servicio superando en estos momentos el 98% y generando una excelente satisfacción al cliente.

Ilustración 10: Mejora del nivel de servicio del flujo de contenedores



Fuente: (Garcia, Civira, & Hernandez, Flujo de los contenedores en un terminal, 2014)

5.2.4. Evaluación del Nivel de Servicio

El despacho se realizó en 16 min, por lo cual tiene un nivel de servicio de “Bueno” o en otras palabras el nivel de servicio se ha manejado en un 50%.

Evaluando los costos involucrados vemos que los costos son mínimos; ya que no hay pagos de multas y el costo por despacho es el mínimo.

A continuación mostraremos de forma aleatoria con un rango de prueba de 20, en donde podremos observar aleatoriamente como se puede manejar el patio en un tiempo determinado, claro está que esto no involucra a gran cantidad de contenedores, sino a uno solo; ya que el nivel de servicio puede volverse menos eficiente tras obtener mayor multas.

Tabla 4: Evaluación aleatoria

	CANTIDAD REMOVIDOS	MINUTOS/ MOVIMIENTOS	TIEMPO TOTAL DESPACHO	NS	NS %	COSTO TOTAL DESPACHO	MULTA
1	4	2	18	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
2	4	1	14	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00
3	2	6	22	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
4	4	3	22	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
5	1	3	13	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00
6	1	3	13	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00
7	3	4	22	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
8	3	6	28	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
9	3	3	19	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
10	4	5	30	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
11	1	4	14	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00
12	3	4	22	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
13	4	5	30	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
14	1	5	15	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
15	4	6	34	Mala o Multa	100%	\$20.80	S/. 21.24
16	1	3	13	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00
17	4	6	34	Mala o Multa	50%	\$20.80	S/. 21.24
18	3	1	13	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00
19	4	2	18	Bueno	50%	\$5.20	S/. 0.00
20	3	1	13	Excelente	100%	\$5.20	S/. 0.00

Fuente: (Garcia, Civira, & Hernandez, Flujo de los contenedores en un terminal, 2014)

Podemos observar que los removidos juegan un punto fundamental en nuestros despachos, es por eso que los monitores deben de hacerle un seguimiento a los despachos y tratar de manejar los con el fin de no cruzarnos con embarques y/o descargas y así no exceder el tiempo de la carreta desde la zona de gate al punto del patio máximo 5 minutos y del punto del patio al gate máximo 5 minutos.

Con este nuevo proceso de asignación y de seguimiento en el patio vemos que nuestra simulación y/o mejora ha mostrado un nivel de servicio entre bueno y excelente.

Con esta prueba vemos que el proceso de implementación en la mejora de KPI – nivel de servicio es factible implementarlos; ya que generaría mayo rendimiento y productividad al terminal.

Por otro lado tenemos el manejo de la productividad un KPI muy importante para el terminal, el mismo influye de tal manera que se ven reflejados en el rendimiento de los barcos y del patio. Esto se debe que el flujo de los contenedores proporciona equitativamente los ingresos de las carretas con los contenedores y los ITV transportando los mismos dentro del terminal.

5.3. Implementación del sistema Yard Scheduler

Mediante la implementación del yard scheduler podremos visualizar los puntos críticos y las cantidades de despachos que se encuentran saliendo de cada bloque por hora. Esto nos proporcionará una mejor planificación en el patio, tanto para citas de despachos como para las recepciones de contenedores enviados por los almacenes logísticos. Cabe señalar que en el presente esquema no se incluirá los contenedores de recepción de clientes directos; ya que no conocemos la hora, la fecha en que estos clientes ingresarán la carga al terminal.

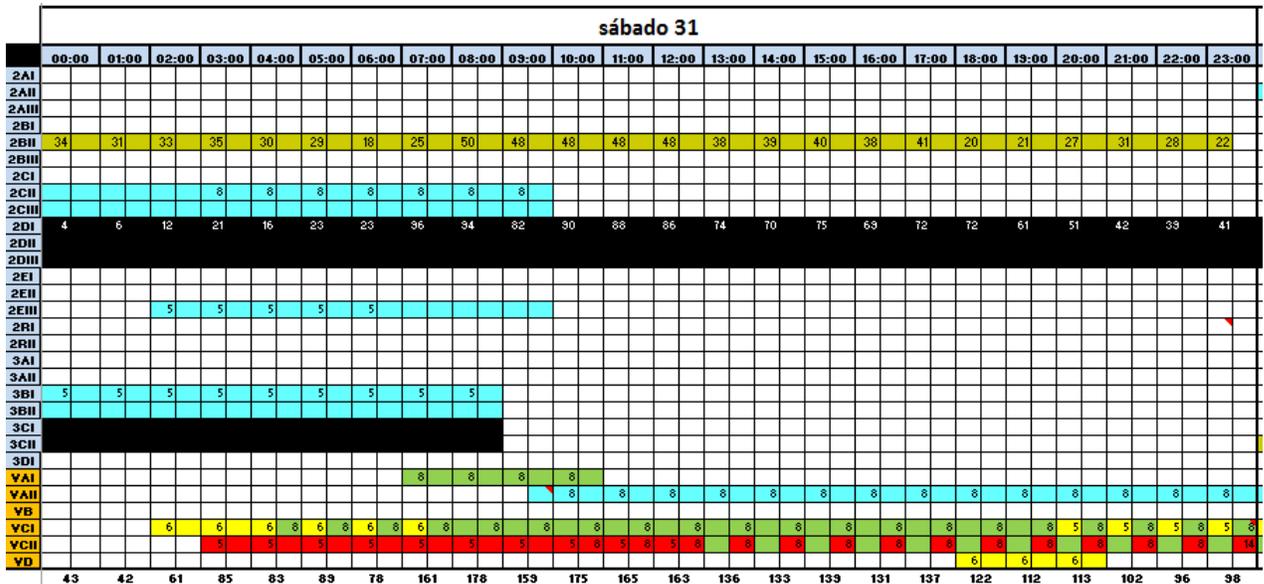
El Yard Scheduler es un programa en Excel donde se muestra una simulación de cómo se está desempeñando el patio en el presente y futuro; este simulador nos brinda la facilidad de poder conocer un aproximado de cómo estamos manejando las citas en un tiempo determinado; permitiendo así poder mejorar los flujos de los contenedores dentro del terminal; cabe señalar que este sistema fue elaborado internamente.

5.3.1. Características del Proceso

- Programación de citas.- El yard planner realizar una programación de cierta cantidad de contenedores, donde evaluará la nave a la cual ingresaran los contenedores al terminal, tipo de contenedores, status del contenedor (lleno o vacío), cantidad de contenedores que ingresaran al terminal.
- Planificación en patio.- El yard planner, posterior a la programación de citas, evaluara disponibilidad en el patio, donde pueda caber los contenedores programados; aquí el planner creara locaciones en el patio para la futura recepción de los contenedores.
- Armado del yard scheduler.- El planner ingresara en el simulador la cantidad de movimientos por bloque, acorde a lo programado en las citas y planificación de locaciones de los mismos en el patio.
- Monitoreo del yard scheduler.- Aquí el monitor de patio es el responsable del yard scheduler; ya que es el encargado de direccionar los contenedores que ingresan al terminal; con este simulador podrá ver donde están ingresando contenedores para una nave especifica; es decir evaluara el patio y vera las locaciones con el fin de no perjudicarla planificación de las naves.

5.4 Mapeo del Patio en Presente y Futuro

Ilustración 11: Esquema de programación de citas antes de la implementación del Yard Scheduler



Fuente. (García, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

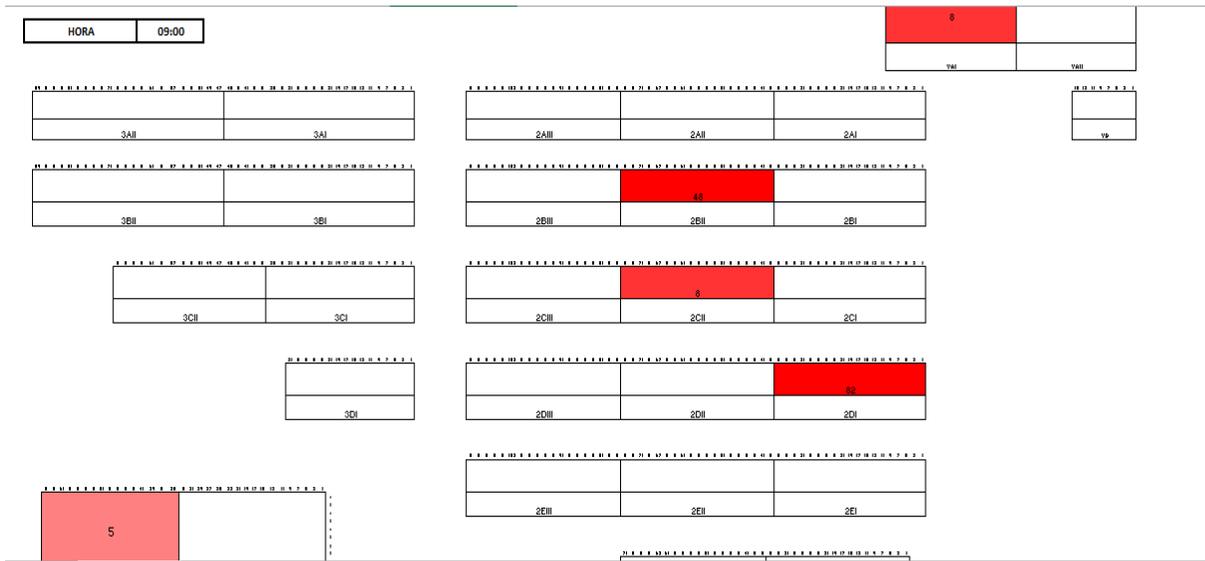
Con esto podemos observar la cantidad de movimientos que venimos teniendo por hora/día y en qué puntos del patio se encuentran recepcionando y/o despachando los contenedores.

Este esquema, ingreso de las cantidades, arrojará puntos o bloques críticos en el patio en donde el monitor se verá en la obligación de ver otro punto de descarga en el patio; ya que lo más probable que el patio se encuentre saturado.

Con este proceso de implementación también ayudará a conocer donde tenemos los puntos de despacho en el patio y tratar de brindar una asignación acorde a los puntos libres en el patio, el monitor de patio realiza una ardua labor; ya que el flujo de los contenedores en el patio dependen mucho de una buena programación, planificación y asignación de recursos dentro del terminal.

En la presente ilustración veremos cómo se visualiza el patio/bloque acorde a la programación de citas ingresadas en la ilustración 11.

Ilustración 12: Simulación del patio antes de la implementación



Fuente. (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

Se observa en la parte superior de la ilustración N° 8 una celda donde se ingresara la hora en que se desea conocer cómo se encontraran los bloques en el patio.

Al ingresar las 09:00 hrs podemos ver que varios puntos en el patio se pintan de color rojo; esto nos dice que a esa hora esos bloques van a estar llenos de carretas y una posible congestión en el patio.

Aquí el monitor está en la necesidad de ver buscar otro punto en el patio para la recepción de las carretas; con el fin de evitar cualquier contratiempo y demoras tanto en los despachos como en el flujo de los ITVs en el patio.

Con este simulador también podemos observar la utilización de los recursos dentro del terminal; ya que arroja una información verídica de cuantas RTG tenemos que usar por horas.

Claro está que el uso de las RTG mantiene costos tanto de combustible como de costos por movimientos (shifting) al igual podemos observar la cantidad proporcional de QC-ITV que se tendrán que utilizar dentro de cada hora.

Ilustración 13: Utilización de recursos antes de la implementación

	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
RTG UTIL	14	14	15	17	16	16	15	16	21	21	19	10	11	14	21	20	15	18	16	18	21	15	21	15
ITV UTIL	30	30	30	30	30	30	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
QC UTIL	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Fuente. (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014)

En el presente grafico podemos observar que acorde a la programacion realizado por el yard planner vemos que entre las 08:00 hrs y 11:00 hrs tendremos el mayor uso de las RTG, QC, ITV trabajando HORA PICO, como lo mencionado anteriormente aquí el monitor tiene que evaluar puntos en el patio en donde donde no se complique o crucen con los despachos y/o puntos de embarque.

5.5. Mejora del Patio Acorde a una Óptima Utilización de Recursos

Realizando mejoras en el proceso de citas para despachos, se ha planeado que se brindará un máximo de citas por hora de 30 para los despachos tratando de reducir las citas en las horas de almuerzo, cena y desayuno a 15 citas por hora; por otro lado el planner de patio tiene que ver varios puntos en el patio para la recepción de los contenedores; es decir ya no se otorgara 1 solo punto para la recepción de contenedores sino mínimo 2 máximo 4, uno por cada bloque; esto permitiría a los monitores jugar con la carga de recepción en el patio con el fin de evitar demoras en despachos y buscar mejorar el flujo de los contenedores dentro y fuera del terminal.

Por otro lado se tomarán puntos en los inicios de los bloques para la descarga de los contenedores, donde anteriormente eran utilizados como puntos para contenedores de exportación; esto se ha realizado debido que, la cantidad de contenedores de importación ha incrementado y seguirá creciendo.

Ahora no se puede hacer mucho con los despachos de los contenedores de clientes directos que almacenan su carga en el terminal, por un convenio comercial; ellos pueden retirar su carga en cualquier momento, debido a su disponibilidad de carretas, etc. Lo que se realizara con esto es reducir a 15 citas por hora al momento de los despachos en las horas de almuerzo, cena y desayuno; con el fin de cumplir con los tratos con el cliente y brindarles un mejor servicio.

Por otro lado con el fin de cumplir con los KPI, se realizara la prueba de mantener en patio un máximo de RTG 17; con el fin de reducir el uso de los recursos y ver la manera equilibrar la carga.

Ilustración 14: Esquema de programación de citas después de la implementación

	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
2AI																									
2AII	5	5	5	5	5		8		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5		5	
2AIII				3	3	3	3	3	3	3															
2BI																									
2BII	5	5	5	5	5	14	6	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	
2BIII	15	15	15	15	15	15		15	15	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	7	7	
2CI																									
2CII				5	5	8	5	5	5	5															
2CIII																									
2DI	4	6	12	21	50	53	23	56	44	58	30	30	30	30	30	30	30	30	55	30	30	60	60	30	
2DII																									
2DIII																									
2EI																									
2EII																									
2EIII			5	5	5	5	5																		
2FI																									
2FII																									
3AI																									
3AII																									
3BI	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5															
3BII																									
3CI																									
3CII										7	7	7	7	7	7	7	7	7			7	7	7	7	
3DI																									
VAI								5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VAI											5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VB																									
VC			6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VCI			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VCI			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VD								3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente. (Garcia, Velit, & Civira, DP WORLD CALLAO, 2014) / Elaboración propia

En la ilustración N°10 se observa que se tiene varios puntos de recepción por cada nave de ingreso y la asignación de los despachos a varios contenedores ubicados en puntos en el patio donde en un inicio eran tomados como locaciones para contenedores de exportación y ahora de importación

5.6. Simulación

Se implementó un sistema básico en Excel, donde se explicara cómo se ve el patio en el presente y futuro; es decir en el presente trabajaremos con 21 RTG, 6 QC y asignando los puntos en el patio sin brindar más de 2 puntos de recepción y en el futuro presentaremos una reducción de los recursos como lo antes ya expuesto 5 QC, 17 RTG y más puntos de recepción para una nave.

Este simulador brindará información realista sobre cómo se está trabajando y las mejoras que se pueden realizar.

El primero es el SIMULARDOR - YARD SCHEDULER

Como ya se vio el simulador del yards scheduler como brindará lo que esta tesina necesita una mejora en el flujo de los contenedores en un terminal.

Por otro lado, adicionando al simulador anterior, tenemos el simulador de la capacidad estadística el cual nos informara la capacidad instalada del terminal manteniendo un dwell time de los contenedores en el terminal y cuanto afecta esto.

El Yard Scheduler es un sistema simple de utilizar; anexando varios campos en donde se va jugando, de acuerdo a como se está viviendo la situación en vida real.

Este sistema, al colocar los campos importantes como: cantidad de QC y citas por hora, brindara las cantidades de RTG e ITVS que debemos estar utilizando por hora.

Debido a esto las decisiones tanto por el Planner como el Superintendente serán más eficientes; buscando las reducciones tanto de costos como de mejora en los usos de los recursos.

VI. COMPLEMENTARIOS

6.1. Conclusiones

En el mundo siguen produciéndose novedades en los puertos; ya que las ciudades en países en desarrollo van evolucionando poco a poco; esto afecta un poco a los terminales, debido a que estos tienen que ir ganando mayor espacio al mar, incrementando las zonas donde transitan las carretas, entre muchos otros factores.

Además de las conclusiones obtenidas directamente por la información presentada, se ha identificado los distintos puntos donde se vienen mostrando las deficiencias en un terminal; en un claro contexto de la situación actual de un terminal portuario, en el aspecto de carga sólida que nos ha llevado a dar las recomendaciones propuestas.

Los altos volúmenes de carga que venimos experimentando en los terminales son muy importantes ya que hay terminales que se pueden ver afectados por la falta de tecnología en los equipos y maquinarias utilizadas para las operaciones de carga y descarga en los muelles, influyen bastante en la sobreestadía de los buques en el puerto.

Los equipos y maquinarias actuales se encuentran en cantidad insuficiente y obsoleta con capacidades deficientes del terminal influyendo en la baja productividad para la descarga y carga de contenedores.

Donde también vemos el uso innecesario de los recursos, influyendo en los sobrecostos de consumo de diésel, energía y materiales.

Por otro lado la infraestructura portuaria de un terminal es factor influyente en la sobreestadía de buques de carga, porque actualmente no existen muelles apropiados para la gran cantidad de movimientos que vienen desempeñando. Por consiguiente si se incrementa la carga (exportación e importación) el terminal colapsaría por no tener la capacidad necesaria de almacenaje.

Es muy importante que la habilidad de los operadores sea de alta calidad; ya que forman parte muy importante en las operaciones de naves y del muelle.

De igual forma los mismos deberán tener los conocimientos necesarios de los KPIs con el fin de alcanzar los objetivos.

Los datos arrojados aleatoriamente en la evaluación del nivel de servicio son cada vez más exitosos; debidos al nivel de eficiencia mostrado en las operaciones y planificación.

La mejora en la reducción del uso de los recursos se viene manejando tal vez de una manera incontrolable, debido a una pobre planificación de las operaciones; con esta implementación se mostró desde un inicio con una planificación de descarga como de recepción, demuestra una mejora tanto en la productividad como en el nivel de servicio brindado a los clientes.

La mejora de estos recursos benefician a los KPIS mencionados los cuales son factores importantes para un terminal, estos KPIS como los niveles de servicios, KPI importante en esta tesina; por otro lado también tenemos en manejo de la productividad dentro del terminal, estos KPIS son los 2 más importantes los cuales ha podido brindar la información necesaria para poder conocer las mejoras del flujo de contenedores de un terminal portuario en El Callao.

La presente tesina, al identificar e implementar los procesos de mejora ayudara al puerto del Callao generando una cadena logística de transporte eficiente y segura.

De igual forma canalizara de manera eficiente los recursos con el fin de alcanzar un óptimo nivel de servicio.

Como se mencionó el Perú es uno de los países en desarrollo, evolucionando en los distintos sectores, promoviendo el trabajo e incentivando progreso; El Callao es un puerto estratégico y competitivo en servicios, infraestructura y calidad ambiental; alentando al comercio exterior.

6.2. Recomendaciones

Implementar una adecuada infraestructura tecnológica; ya que a realizar grandes operaciones no podemos tener un déficit con esto.

Adquirir nuevos recursos; ya que por el uso estos tienen que estar en mantenimiento y brindarían un mejor mantenimiento y mejor utilización de los mismos.

Manejar la cantidad de carga acorde a lo que el terminal está dispuesto a soportar; ya que por cualquier cambio con respecto al incremento de la carga, podría verse afectada la capacidad instalada del terminal. Aquí se refiere a una programación de citas, tanto para recepción como despacho, de una manera eficiente; con el fin de alcanzar los objetivos establecidos.

Contratar operadores con experiencia; con el fin de obtener una buena operación dentro del terminal.

La implementación para el nivel de servicio sería adecuada; ya que se brindaría una mejor estabilidad en el uso de los recursos, cumpliendo así un de los KPIS importantes para los terminales

Por otro lado la implementación de yard scheduler es fundamental ya que nos ayuda a conocer cómo vamos desarrollándonos en nuestro patio.

Construcción de otros accesos de entrada al terminal por parte de grandes inversionistas que tomen la concesión del terminal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Portuaria Nacional*. (2014). Obtenido de <http://www.apn.gob.pe/web/apn>
- DP WORLD CALLAO*. (2014). Obtenido de www.dpworldcallao.com.pe
- DP WORLD CALLAO*. (2014). Obtenido de www.dpworldcallao.com.pe
- Brealey, M., & Allen. (2006). *Principios de Finanzas Corporativas*. Mc Graw Hill.
- Buque Portacontenedores*. (s.f.). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Buque_portacontenedores
- Carrillo, F. (1995). *Como hacer la tesis y el trabajo de investigación universitaria*. Lima: Horizonte.
- Doer, O., & Ricardo, S. (Agosto de 2006). Recursos Naturales e Infraestructura. *Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile.
- Dueñas, N. (30 de Julio de 2013). *Muelle Sur: Segunda etapa de inversión estaría sujeta a ampliación de accesos*. Obtenido de <http://peru21.pe/economia/muelle-sur-segunda-etapa-inversion-estaria-sujeta-ampliacion-accesos-2142444>
- Ferrero, A. (14 de Noviembre de 2013). *El Puerto Avanza pero...(I)*. Obtenido de http://peru21.pe/imprensa/puerto-avanza-2157523?href=nota_bre
- Franklin, E. B. (2007). Auditoria Administrativa. En *Gestión Estratégica del Cambio* (pág. 843). Pearson Educación.
- Garcia, D., Civira, A., & Hernandez, D. (2014). Flujo de los contenedores en un terminal. (J. Vásquez, Entrevistador)
- Garcia, D., Velit, M., & Civira, A. (2014). *DP WORLD CALLAO*. Obtenido de www.dpworldcallao.com.pe
- GAVA, ROPERO, SERNA, & UBIERNA. (2008). Dirección Financiera: Decisiones de Inervsión. Delta.
- Hoffman, J. (Septiembre de 2001). Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Transporte Marítimo Regional y de Cabotaje en América Latina y el Caribe: El caso Chile. Santiago de Chile.
- Lawrence, J. Ellison. (2003). Giving The Boss The Big Picture. *Bloomberg Business Week*.
- Lopez Dumrauf, G. (2006). *Calculo Financiero aplicado a un Enfoque Profesional*. Buenos Aires: La Ley.

- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (Agosto de 2011). *Acuerdos Comerciales del Perú*. Obtenido de www.acuerdoscomerciales.gob.pe
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2005). *Informe Final del Plan Intermodal de Transporte del Perú - Tarifas y precios de Servicios ENAPU*. Lima.
- Oficina central marítima - Madrid. (Junio de 2005). Fletamentos y términos de embarque. Madrid: Ship Brokers.
- Organización Mundial del Comercio. (s.f.).
- OSITRAN. (s.f.). Obtenido de www.ositran.gob.pe
- OSITRAN. (Enero de 2007). Monitoreo de Mercado y Condiciones de Competencia de los Terminales Portuarios de Matarani y Arica. Lima.
- Pulliam, P., & Patricia, J. J. (2006). Return on Investment. *Basics American Society For Training and Development*, 187.

VIII. ANEXO

LECTURA 01

YARD CRANE SCHEDULING IN CONTAINER TERMINALS-A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

In this study, we have researched about yard crane scheduling in container terminals and prepared a literature review. In container terminals, time losses occur because of the inefficient use of equipments. Yard cranes are equipments that have been used to load containers to vessels or to unload containers from vessels and container terminal operations are often bottlenecked by the slow yard crane movements. In order to reduce the completion time of handling containers and the congestion, yard cranes must be scheduled efficiently. We wish that this study will help to have some knowledge about this exponentially growing topic.

1. INTRODUCTION

Breakdown of trade barriers among countries exploded the volume of international trade.

Consequently, amount of bulk cargo carried in containers and transported overseas exploded due to flexibility, reliability and easy handling. Yard cranes transfer containers between truck and the stacks in the block; they straddle the entire width of the block beneath them and move along the length of the block. In container terminals bottlenecks occur because of slow yard crane operations. Hence, we aim to focus on container terminals' and yard cranes' operations. In this study we present you the applications in the literature.

2. CONTAINER TERMINALS

A container terminal plays an important role in global manufacturing and international business by serving as a multi-modal interface, usually between the sea and land transports. Its three basic functions are as follows: (1) delivering containers to (carriers for) consignees and receiving containers from shippers, (2) loading containers onto and discharging containers from vessels, (3) storing containers temporarily to account for the differences in arrival times of the sea and land carriers. In the world, the 95% of mixed goods are transported by containers because of its trustworthy, low prices and the huge amount of transportability and the international trade volume by sea is increasing rapidly day by day (Ece, 2003).

3. THE EQUIPMENTS IN CONTAINER TERMINALS

- **Containers:** Containers are basically large boxes that are used for carrying goods and possess properties like; easy handling, hard structure for less damaging

and most importantly globally standardized. As a result, containers become today's main unit in cargo transportation and usage is spread all around the world. Containerization Institute defines, containerization as "the utilization, grouping or consolidating of multiple units into a larger container for more efficient movement".

- **Yard Cranes:** Yard cranes are the most popular container handling equipment for loading containers onto or unloading containers from trucks in container yards of land scarce port container terminals (Ng and Mak, 2005).

- **Quay Cranes:** A container crane (also container handling gantry crane, ship-to-shore crane) is a design of large dockside gantry cranes found at container terminals for loading and unloading shipping containers from container ships.

- **Internal Trucks (IT)**

- **External Trucks (XT)**

- **Forklifts**

4. YARD CRANE SCHEDULING IN CONTAINER TERMINALS

Bish (2003) studies for determining a storage location for each unloaded container, dispatching vehicles to containers, and scheduling the loading and unloading operations on the cranes, so as minimizing the maximum time it takes to serve a given set of ships. A heuristic algorithm based on formulating the problem as a transshipment problem is developed. The effectiveness of the heuristic is analyzed from both worst-case and computational points of view. *Dohn (2003)* presents the Steel Plate

Storage Yard Crane Scheduling Problem in this paper. The task is to generate a schedule for two gantry cranes sharing tracks. *Goodchild and Daganzo (2007)* find about the longer term impact of double cycling on port operations including crane, vessel, and berth productivity. Double cycling is a technique by which empty crane moves are converted into productive ones. A framework is developed for analysis, and a simple formula is developed to predict the impact on turn-around time. The formula is an accurate predictor of performance. It is shown that double cycling can reduce operating time by 10%, improving vessel, crane and berth productivity and identify additional benefits on the landside, but these are typically much less significant. *Guo et. al. (2008)* studies the problem of real time yard crane dispatching in container terminals. A judicious integration of real-time data into the yard crane management system will allow better utilization of terminal resources to improve overall terminal productivity. To minimize average vehicle waiting time, a yard crane dispatching algorithm based on real time data driven simulation is developed. Three scenerios are generated and in this scenerios simulation results show that dispatching yard crane based on real time data driven simulation is of great value in improving yard crane performance. *Han et. al. (2008)* study a storage yard management problem in a transshipment hub. In order to reduce the

number of reshuffles. To reduce the potential traffic congestion of prime movers, a high–low workload balancing protocol is used. A mixed integer programming model is formulated to determine the storage locations of incoming containers, the number of incoming containers and the smallest number of yard cranes to deploy in each shift. An iterative improvement method is developed to solve the problem, in which a tabu search based heuristic algorithm is used to generate an initial yard template, and then the generated yard template is improved by an improvement algorithm iteratively until an optimal or a satisfactory solution is obtained. Experiment results show that the proposed method can generate excellent results within a reasonable time, even for the extreme cases. *Jung and Kim (2006)* proposes a method to schedule loading operations when multiple yard cranes are operating in the same block. The loading scheduling methods are based on a genetic algorithm and a simulated annealing method, which consider interferences between adjacent yard cranes. It attempts to minimize the make-span of the yard crane operation. They are considered that the container handling time, the yard crane travel time, and the waiting time of each yard crane, when evaluating the make span of the loading operation by yard cranes. *Han et. al. (2008)* aims at postulating a novel strategy in terms of yard crane scheduling. In this manner, a dynamic scheduling model using objective programming for yard cranes is initially developed based on rolling-horizon approach. To resolve the NP-hard problem regarding the yard crane scheduling, a hybrid algorithm which employs heuristic rule and parallel genetic algorithm, is then employed. *Imai vd.(2007)* addresses efficient berth and crane allocation scheduling at a multiuser container terminal. Firstly, they introduce a formulation for the simultaneous berth and crane allocation problem. Next, by employing genetic algorithm, they develop a heuristic to find an approximate solution for the problem. The results of numerical experiments show that the proposed heuristic is applicable to solve this difficult but essential terminal operation problem. *Kim vd. (2003)* suggest a dynamic programming model for a static sequencing problem in which all the arrivals of trucks are known in advance. In port container terminals, the amount of delay time of outside trucks in the receiving and delivery operations is one of the important measures for the evaluation of the level of customer service. For dynamic situations where new trucks arrive continuously, a learning-based method for deriving decision rules is suggested. Also, several heuristic rules are suggested. A simulation study is performed to compare the performances of the suggested approaches. *Kim vd. (2004)* apply a beam search algorithm to solve the load-sequencing problem in port container terminals. The algorithm is used to maximize the operational efficiency of transfer cranes and quay cranes (QCs) while satisfying various constraints on stacking containers onto vessels. The loadsequencing problem consists of two decision-making subproblems. In the first subproblem, a pickup Schedule is

constructed in which the travel route of a transfer crane as well as the number of containers it must pick up at each yard-bay are determined. In the second subproblem, the load sequence for individual containers is determined. Numerical experiments using practical data are performed to test the performance of the developed algorithm. *Kim and Kim (2007)* discuss a method of determining the optimal price schedule for storing inbound containers in a container yard. The price schedule in this study is characterized by the free-time-limit during which a container can be stored without any charge, and by the storage price per unit time for the storage beyond the free-time-limit. The profit or cost models for optimal price schedule are developed from the viewpoint of a public terminal operator as well as a private terminal operator. The probability distribution of delivery times is expressed by a continuous probability function. Various characteristics of the optimal solution are analyzed by numerical experiments. *Lee et. al. (2007)* investigate how type of transport vehicles and layout of the storage yard affect port operations. Two different types of transport vehicles and two different types of layouts are modeled in this study. A total of four simulation models are created to conduct this study. To evaluate the performance, the gross crane rate is used as the main performance measure, which is defined as the number of containers moved per quay crane per working hour. It has been shown that the incorporation of the chassis lane improves the gross crane rate for both prime movers and shuttle carriers. The improvement is more substantial when the port utilizes shuttle carriers. *Lee et. al. (2006)* study a yard storage allocation problem in a transshipment hub. The primary challenge is to efficiently shift containers between the vessels and the storage area. In particular, to reduce reshuffling unloaded containers are grouped according to their destination vessel.

To reduce traffic congestion, a new workload balancing protocol is proposed. A mixed integer programming model is then formulated to determine the minimum number of yard cranes to deploy and the location where unloaded containers should be stored. The model is solved using CPLEX. Due to the size and complexity of this model two heuristics are also developed. *Li et. al. (2008)* work on container terminal operations which are often bottlenecked by slow yard crane movements. Prime mover queues in front of the yard cranes are common. Hence, efficient YC scheduling to reduce the PM waiting time is critical in increasing container trucks' throughput. They develop an efficient model for yard crane scheduling by taking into account realistic operational constraints such as inter-crane interference, fixed yard crane separation distances and simultaneous container storage/retrievals. *Ng (2005)* studies the problem of scheduling multiple yard cranes to perform a given set of jobs with different ready times in a yard zone with only one bi-directional travelling lane. The scheduling problem is formulated as an integer program. A dynamic programming-based heuristic to solve the

scheduling problem and an algorithm to find lower bounds for benchmarking the schedules found by the heuristic is developed. Computational experiments are carried out to evaluate the performance of the heuristic and the results show that the heuristic can indeed find effective solutions for the scheduling problem. *Ng and Mak (2004)* work on the yard cranes and yard cranes very often generate bottlenecks in the container flow in a terminal because of their slow operations. Hence, it is essential to develop good yard crane work schedules to ensure a high terminal throughput. The problem of scheduling a yard crane to perform a given set of loading/unloading jobs with different ready times is studied and the objective is to minimize the sum of job waiting times. A branch and bound algorithm is proposed and the performance of the proposed branch and bound algorithm is evaluated by a set of test problems generated based on real life data. The results show that the algorithm can find the optimal sequence for most problems of realistic sizes. *Petering vd. (2008)* has developed a real-time yard crane control system and showed that a terminal's long-run average quay crane rate depends on the portion of this system that dispatches yard cranes in the storage area in real time. Discrete event simulation model of a pure transshipment terminal is used to reproduce the multi-objective, stochastic, real-time environment at an RTGC- used, multiple-berth facility by evaluating several real time yard crane dispatching systems. *Zeng and Yang (2008)* has developed a simulation optimization method for scheduling loading operations in container terminals. The method integrates the intelligent decision mechanism of optimization algorithm and evaluation function of simulation model. A surrogate model based on neural network is designed to predict objective function and filter out potentially bad solutions, thus to decrease the times of running simulation model. Numerical tests show that simulation optimization method can solve the scheduling problem of container terminals efficiently.

5. CONCLUSION

In this study we have researched about yard cranes and yard crane scheduling problem. The aim of this study is to determine the studied in the literature, then we are planning to work on yard crane scheduling problem.

LECTURA 02

Optimization of operations in container terminals: hierarchical vs integrated approaches

Abstract

Over the last years, international sea freight container transportation has grown dramatically and container terminals play nowadays a key role within the global shipping network. Terminal's operations have received increasing interest in the scientific literature and operations research techniques are more and more used to improve efficiency and productivity. In this work we provide an overview of container terminal's operations and associated decision problems. We review state-of-the-art optimization approaches in terminal's management and we discuss what the current research trends are in our opinion. In particular, we focus on the following streams: the integrated optimization of interdependent decision problems, the analysis of issues related to traffic congestion in the yard and the tactical planning of operations.

The discussion is based on the Tactical Berth Allocation Problem (TBAP), an integrated decision problem that deals with the simultaneous optimization of berth allocation and quay crane assignment. Yard housekeeping costs are also taken into account in the objective function. We use the TBAP as a case study to illustrate the benefits of an integrated optimization approach.

A comparative analysis with the traditional hierarchical solution approach is provided. Computational results based on real-world data provided by the MCT (port of Gioia Tauro, Italy) show that the additional computational effort required by the integrated optimization approach allows for more efficient solutions.

1 Introduction

Global container trade has steadily increased over the last two decades much faster than international trade. The average annual rate in this period has been estimated to be about 10% (UNCTAD, 2009; ISL, 2010); however, due to the financial crisis, the growth of container traffic has slowed down with a drop of 9% in 2008. This trend is confirmed by Table 1, that reports the throughput of top container terminals in the World and in Europe on a TEU (Twenty feet Equivalent Unit) ranking basis. The dominance of Asia in international shipping is impressive and has grown up to 50% of the total cargo traffic in 2008.

The multi-modality feature of container transport is an important factor, among others, that contributed to its growth: in particular, any container has a standardized load unit that is suitable also for truck and train transportation. In this framework, container terminals are crucial connections between different

transportation modes and cargo handling represents a critical point in the transportation chain. Therefore, improvements in port productivity and efficiency are nowadays more and more needed and an effective operational system can significantly help to make the best use of port infrastructure and resources. Not surprisingly, the optimization of container terminal operations has received increasing interest in the scientific literature over the last years.

In the remainder of this paper we provide a brief description of operations and decision problems in container terminals (section 2) and we identify the current research trends in the literature (section 3). In section 4 we compare a hierarchical solution approach to an integrated solution approach. The discussion is based on two highly interdependent problems: the berth allocation and the quay crane assignment. A case study illustrates the benefits of integrated optimization over the traditional hierarchical approach.

2 Container terminal operations and decision problems

A container terminal is the zone of the port where vessels dock on a berth and containers are loaded, unloaded and stored in a buffer area called yard. In import-export terminals the flow of containers continues inland and containers are picked-up and delivered by trucks and trains in a area called gate, whereas in transshipment terminals containers are exchanged between ships commonly referred to as mother vessels and feeders, according to a hub-and-spoke system. Container terminal operations and decision problems can be grouped in four main classes.

Berth allocation and scheduling. The berth allocation problem consists of assigning and scheduling ships to berths (discrete case) or to quay locations (continuous case) over a given time horizon. Constraints usually taken into account includes the ship's length, the berth's depth, time windows on the arrival and departure times of vessels, priority ranking, favorite berthing areas. The typical time horizon is up to one week for operational berth allocation and up to one month for tactical berth allocation.

Quay crane allocation and scheduling. The quay crane allocation problem aims to efficiently assign quay cranes to vessels that have to be operated over a given time horizon. The allocated resources must be sufficient to complete the workload within the given time window, although many configurations are possible. The loss of productivity due to crane interference must also be taken into account. Furthermore, quay cranes usually represent one of the scarcest resources in the terminal, as they are highly expensive. The quay crane scheduling problem is more operational: planners must assign specific quay cranes to specific tasks (set of containers) and produce a detailed schedule of the loading and unloading moves

for each quay crane. Issues related to interference among cranes, precedence and operational constraints, such as no overlapping, must also be taken into account.

Transfer Operations. Containers are usually transferred from the quayside to the yard, from the yard to the gate and viceversa by internal trucks, straddle carriers and AGVs. The transfer originates decision problems such as vehicle routing and dispatching strategies. Typical objectives aim to minimize the vehicle fleet size, the total distance traveled to complete the tasks, the fleet operating costs or the total operations delay. Some optimization strategies can also include deadlock prevention and real-time conflict avoidance for automated guided vehicles.

Storage and stacking. The management of yard operations involves several decision problems.

LECTURA 03

Integration of Berth Allocation and Crane Assignment to Improve the Resource Utilization at a Seaport Container Terminal

Abstract

This paper deals with the combination of two decision problems, which occur consecutively while planning the charge and discharge operations of container ships in container terminals. The Berth Allocation Problem (BAP) considers the allocation of ships to berths in the course of time. The Crane Assignment Problem (CAP) addresses the assignment of quay cranes to ships. We provide a heuristic approach for the integrated solution of these problems and present computational results based on real world data.

Introduction

As seaport terminals are often a bottleneck in the transport chain, the organization and control of container handling processes receives increasing attention. Terminal operations planning involve several tasks on the tactical as well as on the operational level [7, 8]. In this paper we concentrate on the quay side tasks in a container terminal (CT) by an investigation of the integration of the BAP and the CAP. It is organized as follows. In Section 2 we introduce the optimization problems under consideration, their integration and the related objective function. Section 3 presents a solution method which has been adopted from heuristics for the resource constrained project scheduling problem (RCPSP). Finally, some computational results are presented.

Problem Description

- Berth Allocation Problem
- Crane Operations Planning
- Integration of BAP and CAP
- Resource Oriented Objective Function

LECTURA 04

Operativa de buque en las terminales marítimas de contenedores: estado del arte

Introducción

A partir del siglo XX han sucedido diferentes acontecimientos que aceleraron de manera drástica la evolución y desarrollo de los puertos. Entre los más importantes esta la aparición del contenedor en el transporte marítimo, lo cual redujo considerablemente los tiempos y costes de manipulación de la carga, ocasionando una disminución en las tarifas de los fletes y por ende un incremento en el flujo de los negocios. De igual forma un aspecto importante ha sido el crecimiento del comercio mundial, con una tasa media que duplica la de la producción, gracias a los acuerdos comerciales, los avances tecnológicos, entre otros. Por lo tanto cada vez sea más importante aumentar el rendimiento de las terminales portuarias. Las terminales portuarias son un nodo básico en las redes de transporte mundiales, por lo cual todas las operaciones de estas deben ser optimizadas con el fin de lograr la máxima productividad global en este nodo de la red, Diferentes autores han realizado una división de la operativa de la terminal marítima de contenedores en subsistemas, lo cual permite un mejor aprovechamiento de los recursos debido a la diversidad en la maquinaria que se emplea para su funcionamiento. En la literatura encontramos trabajos como los realizados por Steenken et al (2004) y Steenken D y Vos S. (2008) en los cuales los autores recopilan los principales trabajos relacionados con a gestión de las terminales de contenedores. Los autores agrupan los diferentes trabajos según el sub-sistema de la terminal gestionada. Se debe tener en cuenta que la operativa de cada terminal depende de su tipo, lo cual a su vez depende de factores como tamaño, tipo de mercancía manipulada, etc. Entre los diferentes tipos de terminal los dos principales grupos son las terminales de contenedores especializadas y los terminales de contenedores multipropósito. A continuación se realiza una clasificación de los principales subsistemas que se pueden encontrar en una terminal marítima de contenedores.

- Operativa de Buque
 - Asignación de muelle
 - Planificación de estiba en el buque
 - Programación de grúas de muelle

- Operativa de almacenaje y apilado
 - Localización de contenedores en la explanada

- Relocalización de contenedores
- Operativa de transferencia
 - Optimización del transporte en los muelles
 - Optimización del transporte terrestre
 - Optimización y programación de las grúas

Los terminales marítimas con poco tránsito de contenedores en la mayoría de los casos no tendrían la clasificación de sub-sistemas u operativas mencionados anteriormente ya que por sus características particulares disponen de sus propias operativas, o bien agrupan algunas de ellas, ya que su complejidad es mucho menor.