



# **“PROPUESTA LOGÍSTICA BIMODAL PARA EL TRANSPORTE DE CONCENTRADOS DE COBRE CODELCO EN CONTENEDORES MEDIA ALTURA HACIA PUERTO”**

*Proyecto de titulación presentado para optar al  
grado de Magíster en Dirección de Empresas*

*Profesor Guía: Aurora Sánchez Ortiz*

**JORGE DAVID RODRÍGUEZ OLIVARES**

*Antofagasta, Marzo de 2017*

## DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mi Dios Jesucristo, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Así mismo, a mi esposa Jania Isabel, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo incondicional, sin importar el costo de la ausencia en el desafío. A mis hijos Arlet y Franco que siempre me respaldaron en la decisión, a mis padres Jorge Rene y Rita Celia que a pesar de la distancia física, siento que están conmigo y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos viejitos, sé que este momento hubiera sido tan especial, como lo es para mí. A mis hermanos Viviana Estele, Marco Antonio y Evelyn Angélica que los amo infinitamente. A mis familiares amados en general y mis compañeros del grupo MBA, por el equipo que se formó y logramos la meta.

# Propuesta Logística Bimodal para el Transporte de concentrados de Cobre CODELCO en contenedores de media altura hacia Puerto.

<b>I. INTRODUCCION</b> .....	9
1.1 Formulación General.....	9
1.2 Alcance .....	10
1.3 Formulación del Problema.....	11
Figura N°1 Grafica crecimiento exponencial Puerto .....	11
1.4 Justificación .....	14
Figura N°2 Proyección y participación Concentrados Chile 2020.....	15
1.5 Objetivos generales y objetivos específicos.....	15
1.5.1 Objetivo General .....	15
1.5.2 Objetivo Especifico .....	15
1.6 Método de Trabajo .....	16
Figura N°3 áreas de intervención Lean .....	16
Figura N°4 Adaptación C+ Lean al proceso de Concentrados .....	17
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	18
2.1 Marco Teórico.....	18
2.2 Logística.....	19
2.2.1 La previsión de la demanda.....	19
2.2.2 El sistema de producción .....	20
2.2.3 Centros de producción y almacenes .....	20
2.2.4 La organización de los aprovisionamientos .....	20
2.2.5 Almacenamiento de materiales primas y productos terminados .....	20
2.2.6 El control de pedidos y la gestión de stock .....	20
2.2.7 La manipulación de los materiales .....	21
2.2.8 Organización de los transportes .....	21
2.2.9 El flujo de la información.....	21
2.2.10 Logística nexo producción y mercado .....	21
2.2.11 Logística envolvente del transporte.....	22

2.3 Transporte en Chile .....	22
2.3.1 Análisis del transporte en Chile .....	23
2.3.2 Política de transporte de carga .....	23
2.3.3 Plan nacional de desarrollo del transporte por carretera .....	23
2.3.4 Aspectos generales del transporte por carretera .....	24
2.3.5 Necesidad de mejorar conexiones por carretera.....	25
2.3.6 Transporte Multimodal.....	26
2.3.7 Integración modal del transporte de cargas.....	26
2.3.8 Transporte bimodal un salto cualitativo .....	27
2.3.9 Transporte ferroviario .....	28
2.3.10 Situación en Chile del transporte ferroviario .....	28
2.3.11 Desafíos estratégicos para transporte ferroviario en Chile.....	29
2.3.11.1 Abrir y fomentar el transporte ferroviario.....	29
2.3.11.2 Liderazgo político .....	29
2.3.11.3 Sistema tarifario de EFE (infraestructura) .....	29
2.3.11.4 Barrera de entrada porteadores.....	30
2.3.12 Aspectos tácticos en el transporte ferroviario Chile.....	31
2.3.12.1 Sistema de innovación de tráfico .....	31
2.3.12.2 Carencias formativas .....	31
2.3.12.3 Mejoras aerodinámicas.....	31
2.3.12.4 Carros .....	31
2.3.13 Comparación transporte ferroviario v/s transporte rodoviario .....	32
Figura N°4 Transporte ferroviario, transporte rodoviario.....	32
2.4 Puertos y Aduana .....	32
2.4.1 Puerto marítimo.....	33
2.4.2 Puerto Angamos y su Historia.....	34
2.4.3 Contenedor .....	35
2.4.3.1 Ventajas comparativas del contenedor Volteable .....	35
2.4.3.2 Desde la mina a la nave.....	36
2.5 Aduana y su obligación.....	36

2.5.1 Consideraciones aduaneras a los productos mineros .....	37
2.5.2 Modifica compendio de normas aduaneras .....	38
2.6 Metodología Lean .....	40
2.6.1 Metodología .....	41
2.6.2 Principios metodología Lean.....	41
2.6.3 FODA .....	41
<b>III. APLICACIÓN Y RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
3.1 Diagnóstico de la situación .....	43
3.1.1 Proceso simple y limpio .....	43
Figura N°5 Matriz de FODA.....	44
Figura N°6 Estrategia FO-DO / FA-DA .....	45
3.2 Valor en la propuesta binomial .....	46
3.2.1 Descripción en la estructura Rodovial .....	47
3.2.2 Descripción Propuesta del sistema combinado camión/tren .....	47
3.3 Propuesta de solución .....	48
3.3.1 La gestión de procesos de negocio para generar valor .....	48
3.4 Análisis e interpretación de resultados.....	48
Figura N°7 Análisis procesos involucrados traslado e ingreso puerto.....	49
Figura N°8 Flujo proceso logístico Planta productoras a Puerto .....	50
3.5 Descripción y análisis de la estructura del sistema Rodovial .....	51
Figura N°9 Tabla esquemática rendimiento en tiempo.....	51
3.6 Análisis y optimización de procesos y tiempo al interior del Puerto.....	52
Figura10-flujo tiempo ingreso a interior puerto .....	52
3.7 Rendimientos al ingreso de Puerto. Estado actual y mejoras .....	53
Figura N°11 Estado Actual y Estado pos Mejoras .....	53
Figura N°12 Esquema de atención puerto en minutos .....	54
Figura N°13 Proceso porcentaje disminución de estadía en puerto .....	54
3.8 Propuesta del sistema combinado camión / tren en la mejora continua .....	55
Imagen 1-2 Propuesta de carro/contenedor .....	55
Imagen 3 Línea ferroviaria Chuquicamata – Puerto Angamos .....	56

Figura N°14 tabla de tiempo proceso completo Planta / Puerto .....	57
Esquema 1 Grafica en imagen operativo sistema propuesto.....	58
3.9 Esquema gráfico operativo del sistema propuesto .....	58
3.10 Análisis de las mejoras Para el acceso a puerto .....	59
3.11 Para los procesos internos puerto.....	59
3.11.1 La implementación recursos.....	60
3.11.2 El factor económico .....	60
Figura N°15 Esquema del retorno económico de la prepuesta .....	60
<b>IV. CONCLUSIONES</b> .....	61
4.1 Conclusión de la propuesta .....	61
4.1.1 De los resultados obtenidos en la investigación.....	62
Figura N°16 Diagrama de flujo de implementación propuesta.....	63
4.1.2. De las limitaciones que se enfrentó en la investigación.....	64
<b>V. BIBLIOGRAFIAS</b> .....	65

## **RESUMEN**

### Descripción de la problemática

Alta congestión de camiones con carga de concentrados de Codelco al ingreso de Puerto Angamos, produciendo costos de sobreestadía, incumplimiento de contratos, retraso en los acopios puerto, conflictos con seguridad puerto, bloqueos de accesos, intervención de AAMM, Paz ciudadana de mejillones y multas y sanciones a Puerto Angamos.

### Justificación de la importancia

Cambio en la cartera productiva Minera para el Cobre metálico a concentrados, para la salida de los productos exportables hacia el 2025. Por agotamiento reserva de minerales y capacidad limitada de fundición.

### Definición de objetivo

Diseñar propuesta de optimización del sistema de transporte, para el proceso de transferencia de concentrados desde Plantas productivas de Codelco Norte a puertos, desde un sistema Unimodal (Rodoviario) a otro Bimodal (Rodoviario / Ferroviario).

### Descripción de fundamentos teóricos Atingente al problema

Tendencia mundial y plan estratégico para el desarrollo de la logística integrada en el transporte de carga, almacenamiento y distribución en una empresa, Seguridad, Tecnología y Sustentabilidad del negocio.

### Descripción general propuesta metodológica

Aplicación de Sistema de gestión C+ Lean, la cual incorpora la metodología “Lean Management” que consiste en la adopción de herramientas de planificación (FODA y flujos) y de gestión (C+ Lean, mesa multidisciplinarias interempresa) que persiguen la mejora constante de la producción, de las organizaciones mediante la aplicación de técnicas que permiten ajustar los procesos y el ritmo de trabajo a la demanda real de los Clientes en consecución de la excelencia Operacional.

### Resultados esperados

Los resultados obtenidos por la investigación nos asegurarían en forma exploraría, que el generar una propuesta binominal al transporte de concentrado de Cobre y exportación, entregarían las siguiente resultantes;

- Apalancar esfuerzos, disminuyendo esfuerzos con mejores resultados.
- Optimizar procesos, identificando los reprocesos, fallas en el sistema, tiempos muertos e identificando oportunidades de mejoras e innovación. (La utilización de recursos estambay y estructuras establecidas para la actividad (carros FCAB, Patio Remoto puerto etc.)
- Generar logística bimodal, en oportunidad de acceder a puerto con otro mecanismo de arrastre, Rodoviario / Ferroviario.
- Aumento en la capacidad de arrastre, acopio y la mayor frecuencia en la cantidad de veces de generar lotes de exportación en puerto.
- Seguridad en el traslado de la carga por vía férrea (menor frecuencia de accidentes carreteros)
- Generar ahorro por más de 1 MUSD anuales para la corporación
- Asegurar mayor protección al medio ambiente e impacto social en el traslado de la carga que no pasan por zonas urbanas zonas urbanas.
- Generar sustentabilidad de la actividad en el tiempo.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Formulación general.

El sector logístico y portuario en Chile, ha logrado una posición de liderazgo como plataforma estratégica de desarrollo para el sector exportador del país, pero mantiene situaciones de saturación y congestiones. El uso de la infraestructura portuaria no depende tanto de factores estacionales, sino de la llegada simultánea de un excesivo número de camiones o maquinarias que demandan usar esa infraestructura. Estas congestiones impactan al equipo de exportadores, ya que deben asumir estas demoras, sobreestadias, generando un impacto en el incumplimiento de los contratos con los clientes. Se ha proyectado un comportamiento de cambio de cartera minera, hacia el 2020, en que el 88% de la producción de cobre corresponderá a concentrados, muy superior al 68% que estos representaron en 2016. Para optimizar esta comercialización se necesita una logística eficiente y adecuada, los concentrados son polvo y si no se tratan apropiadamente, se podría repetir el movimiento social de la ciudad de Antofagasta, donde el problema se vuelve colectivo ante el rechazo de la comunidad ante sus mecanismos de traslado, almacenamiento o manejo global.

Se genera entonces la necesidad de optimizar la logística de transporte de los concentrados de cobre proveniente de Codelco. Incorporando mejoras tendientes a disminuir los tiempos de espera en los puertos, los que perjudican significativamente la entrega y la imagen en el cumplimiento de ésta entidad.

Por lo anterior, el objetivo que se ha planteado en esta tesis, es el generar una propuesta de optimización del sistema de transporte actual utilizado en Codelco Norte. Para el proceso de transferencia de concentrados desde plantas productivas a puertos, que consta con un sistema unimodal (Rodoviario) a otro bimodal (Rodoviario / Ferroviario).

La propuesta es una alternativa de concepción moderna en materia de transporte y de instrumentos operativos eficientes, materializando la búsqueda en la disminución de los costos de transporte, seguridad del producto, rapidez en la entrega y que los productos puedan acceder a los diferentes destinos donde son comercializados.

## Alcance

La propuesta busca desarrollar un transporte combinado ante las exigencias del sector, la cual es tendencia mundial, en lo referente a logística internacional. Nueva modalidad que cada día cobra mayor importancia entre los operadores logísticos. Generando la articulación entre diferentes modos de transporte utilizando una única medida de carga (generalmente contenedores), a fin de realizar más rápida y eficazmente las operaciones de transferencia de materiales y ésta iniciativa considera el adaptar la metodología C+ Line, al proceso de salida de concentrados de Codelco Norte e identificar debilidades, fortalezas oportunidades y amenazas para desarrollan diferentes acciones que permitan la correcta aplicación de la propuesta bimodal, así mismo minimizar los tiempos de estadía de los camiones y elevar la capacidad nominal de recepción en puerto.

El potenciamiento del modo bimodal y optimización de procesos, aportaría las siguientes mejoras:

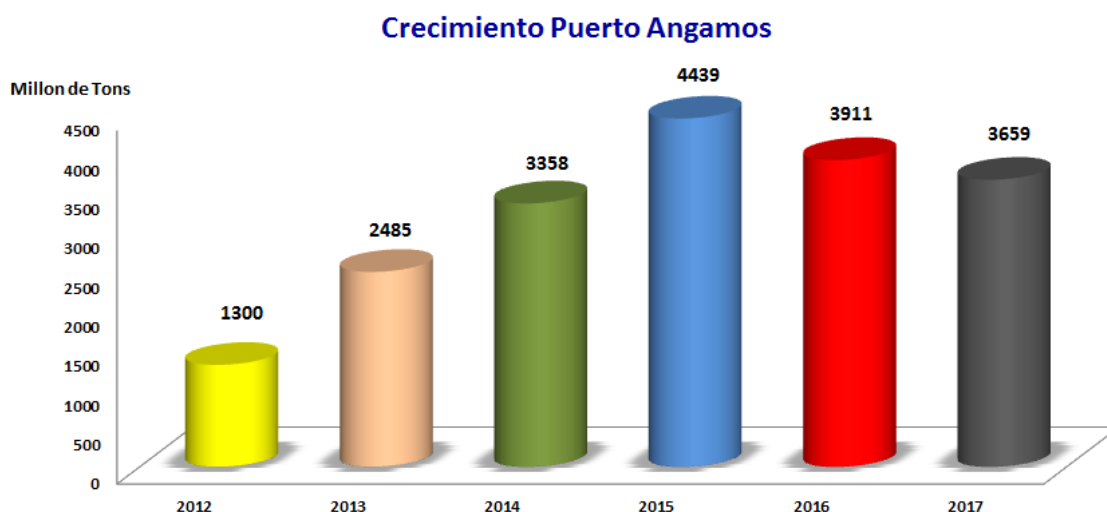
- Implementación del transporte Binominal
- Optimización de tiempos en el proceso
- Mayor frecuencia en la cantidad de veces en generar lotes de exportación.
- Seguridad en el traslado de la carga vía férrea. (Menor frecuencia de accidentes carreteros).
- Generar ahorro por más de 1 MUSD a la Corporación del Cobre.
- Las utilizaciones de recursos fijos Standby existentes para la actividad. (Carros FCAB, basculas, sistemas, líneas de traslado, patio remoto puerto etc.)
- Ingreso sin restricción a puerto por el convoy.
- Generar estrategias de salida para los concentrados ante movimientos sociales, en algunas de las partes involucradas en el proceso de traslado y almacenamiento.
- Asegurar mayor protección al medio ambiente e impacto social, mediante el traslado de la carga lejos de las zonas urbanas.
- Generar sustentabilidad de la actividad. El entender que las reglas de la competitividad han cambiado, que el rompimiento de fronteras en el ámbito

geográfico, ínsita a un cambio en las mentalidades y una serie de imperativos que debemos atender, cambiar y erradicar, si queremos trascender en la condición de una Empresa Estatal Chilena a una de clase mundial.

## 1.2. Formulación del problema.

Puerto Angamos es un terminal multipropósito que ofrece servicio de carga, descarga, servicios terrestres y de almacenamiento para los principales productores mineros, como lo son; Codelco, Minera Spence, Escondida BHP Billiton, El Tesoro, Anglo American, Mantos de la Luna, Caserones entre otras. Constituyéndose como el principal terminal de transferencia de la región y otorgando una amplia gama de soluciones a éste sector.

El vigoroso crecimiento que ha experimentado el Puerto Angamos puede resumirse de acuerdo a la siguiente gráfica:



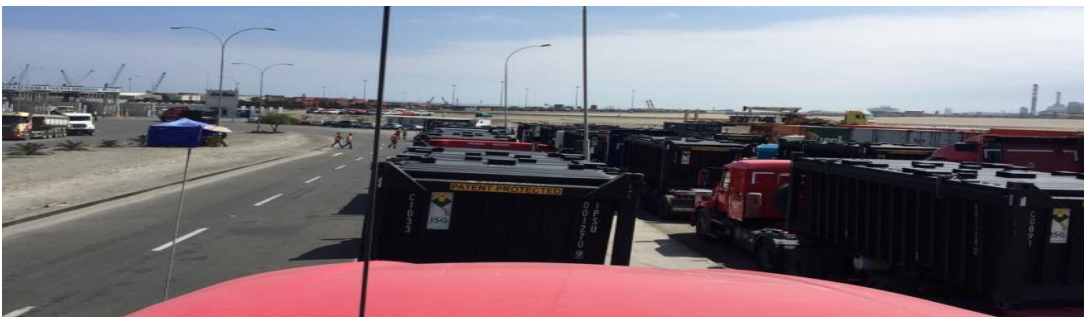
Tal crecimiento ha traído consigo resultados importantes para los actores que participan en la salida de sus productos, los cuales aspiran a ingresar sus cargas en forma expedita. Codelco participa con volúmenes importantes en la exportación del orden del 1 millón, 300 mil toneladas anuales de cobre metálico y 650 mil toneladas métricas húmedas anuales en concentrados. Este crecimiento en la transferencia de productos en puerto, ha generado complejas congestiones vehiculares en el acceso a puerto. Afectando específicamente la carga de concentrado de cobre trasladadas en camiones desde división Chuquicamata y Ministro Hales. Tales esperas en acceso puerto, se prolongan por más de 6 horas en promedio, llegando a obtener en su punto más alto a

más de 180 máquinas a la espera de acceder a puerto. Dicha situación generan molestias en los conductores, enfrentamiento con la seguridad del puerto, pasadas de rueda entre ellos, intervención de fuerza pública, Autoridad Marítima (AAMM) y paz ciudadana de la comuna Mejillones, “cuando la caravana de camiones en espera, sobrepasa los límites urbanos establecidos”.

Las asociaciones gremiales del norte Agreducam y Agretrans ligadas al contrato de transferencia de concentrados Codelco, han manifestado sus reparos ante los constantes cuellos de botella que se genera al acceder a puerto, utilizando el recurso de bloqueo de la ruta y al acceso a puerto (atravesando sus máquinas).

Del mismo modo a los exportadores, incluido Codelco se les generan costos por conceptos de sobreestadías, demurrage, detenciones, demoras en el proceso operativo de acopio e incumplimiento de los acuerdos comerciales.

La capacidad de atención nominal para el ingreso de camiones con concentrados de cobre a puerto, alcanza los 8 camiones / hora. Cantidad insuficiente para lograr los acopios necesarios comprometidos mensualmente.



El comercio exterior es una herramienta fundamental para el desarrollo del país y requiere de procesos claros y eficientes, vinculados al ingreso de las cargas a puertos

para la consecución de su planificación, inversión y negocio en forma competitiva. Tales procesos pueden llegar hasta modifican sus operaciones y cumplimiento de metas o resultados esperados.

El exponencial crecimiento de puerto Angamos en los últimos años, el cual lo posiciona como el terminal marítimo más importante de la II Región. (Cepal/Biobiochile.cl, junio 2017)<sup>1</sup> Con lleva la participación de exportadores de la región y otras regiones, en preferir y ejecutar la salida de sus productos por este terminal. Afectando la accesibilidad de éste, con grandes congestiones vehiculares. Los cuales se traducen en retrasos en lo planificado, incumplimiento de acuerdos comerciales, costos por naves a la gira y menores ingresos por conceptos de divisa al país.

En base a la situación actual de Puerto Angamos, surge la imperiosa necesidad de disminuir los tiempos de espera e innovar con propuestas de accesibilidad a puerto. Mediante el análisis en detalle del ciclo o proceso de transferencia de concentrados, La que se propone generar mediante la presente investigación en una propuesta de implementación logística en el transporte de concentrados de cobre en Codelco Norte.

---

<sup>1</sup> Cepal-8 puertos Chilenos entre los 50 en latinoamerica. 2017.  
<http://biobiochile.cl/noticias/economia/negocios-y-empresas>

#### 1.4. Justificación.

La presente tesis es una propuesta de implementación logística en el transporte de concentrados de cobre en Codelco Norte. En la oportunidad de aumentar la capacidad de arrastre del producto concentrado de cobre producidos en las plantas de división Chuquicamata y Ministro Hales, su recepción, acopio, transferencia y su exportación en puerto, mediante la conciliación desde un sistema Unimodal vía Rodoviario a uno bimodal ferroviario y Rodoviario.

La visualización del comportamiento de cambio de cartera minera, hacia el 2020 en que el 88% de la producción de cobre corresponderá a concentrados, muy superior al 68% que estos representaron en el 2016. La producción de concentrados en Chile inevitablemente va al alza por la acción conjunta de dos elementos:

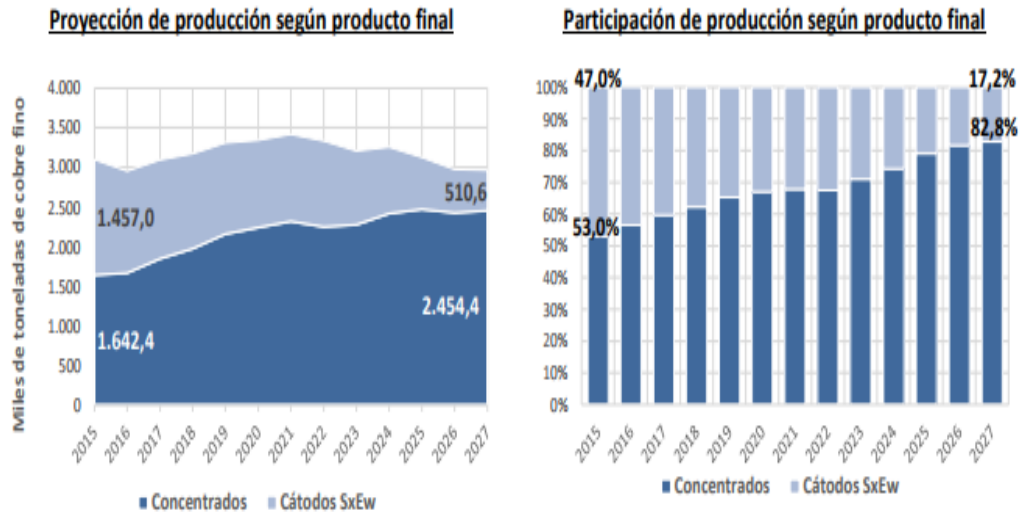
**Primero;** El agotamiento de las reservas de mineral oxidado, que son aquellos que para llegar al cátodo no requiere pasar por fundición y refinería, sino que se obtienen por lixiviación y electro obtención.

**Segundo;** La capacidad limitada de fundición y refinería para tratar los volúmenes de concentrados provenientes de la explotación creciente de mineral sulfurado.

Para optimizar esta comercialización se necesita una logística eficiente y adecuada, los concentrados son polvo y si no se tratan apropiadamente, podrían pasan situaciones como la de Antofagasta, donde el problema se vuelve social por el rechazo de la comunidad a su almacenamiento y manejo. (Diario Financiero, marzo 2016)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>Diario Financiero/8 de marzo 2016, Codelco apuesta por concentrados  
<http://zublin.icc-crisis.com/?p=yxniwjrcrx&paged=7>



Fuente: Cochilco, 2016.

## 1.5. Objetivo General y Objetivo específico.

### 1.5.1. Objetivo General:

Diseñar una propuesta de optimización del sistema de transporte, para el proceso de transferencia de concentrados desde Plantas productivas de Codelco Norte a puertos. Este sistema cuenta con un sistema Unimodal (Rodoviario) a otro Bimodal (Rodoviario / Ferroviario).

### 1.5.2. Objetivos Específico:

- i. Describir la infraestructura del sistema de transporte multimodal.
- ii. Describir la infraestructura con que cuenta Codelco para la transferencia, control, ingreso y acopio para los concentrados de cobre en Puerto.
- iii. Plantear el esquema operativo para el transporte Bimodal propuesto.
- iv. Análisis de los procesos por herramientas de planificación y sistema de gestión en la aplicación de la metodología C + Lean.

## 1.6. Método de Trabajo.

La metodología de investigación representará la manera de organizar el proceso de la investigación, de controlar los resultados y de presentar posibles soluciones al problema que nos llevar a la toma de decisiones (Zorrilla y Torres, 1992).<sup>3</sup>

Esta investigación reconoce la importancia de evaluar los procesos, identificando sus componentes, en el cómo se estructuran y el cómo se relacionan, mediante la metodología C + Lean, que es “una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio” que Codelco adopto como el sistema único de gestión.

## Áreas de Intervención LEAN


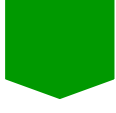
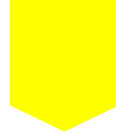






<sup>3</sup>Metodología de la investigación. Capítulo3-Universidad de las Américas Puebla. Zorrilla y Torres1992. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lad/arenas\\_m\\_a/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/arenas_m_a/capitulo3.pdf)

En la adaptación de la metodología C+ Lean en el proceso de transferencia de la carga Codelco a puerto, se pretende implantar la excelencia operacional en todas las áreas de intervención de la actividad, eliminando lo que no aportan valor, con el fin de generar beneficios tangibles para la corporación.

El mercado ha requerido de que las organizaciones posean ciertas cualidades tales como: eficiencia, eficacia, creatividad y agilidad, para ser competitivo y definir sus estrategias encaminadas a la sostenibilidad del negocio. En este contexto, la logística se perfila como un eslabón importante en las estrategias corporativas.

Enfocar la metodología corporativa, en la revisión detallada de los procesos y proyección de nuevas e innovadoras ideas basados en la metodología C+ Lean, se aspira generar respuestas a las interrogantes planteadas en la investigación.

	Descripcion del proceso Actual para el transporte de concentrados Codelco	<b>F O D A</b>
	Diagrama de flujo del proceso logístico desde la salida de planta hasta la llegada a puerto	
	Descripcion y analisis de la estructura del sistema Rodovial utilizado en el transporte de concentrados Codelco.	
	Analisis y optimizacion de procesos y tiempos al interior puerto	<b>C+ L E A N</b>
	Analisis de los rendimeintos al ingreso Puerto	
	Propuesta del sistema combinado Camion / Tren en la mejora continua.	
	Propuesta finales de mejoras	

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco Teórico

Incentivar el desarrollo de sistemas de transporte eficientes, seguros y sustentables ambientalmente, para mejorar la calidad de vida de los usuarios de dichos sistemas y promover la integración territorial y el desarrollo económico del país. (Subsecretaría Transportes, Chile)<sup>4</sup>

La Red Logística de Gran Escala (RLGE) es la concreción de una red de sistemas en la que todos los sectores involucrados, es decir, desde la conectividad marítima hasta la vial y ferroviaria, pasando por aspectos como sistema de tecnologías y normas, entre otros, se integren y avancen de manera conjunta. Ello implica una nueva forma de entender la planificación e implementación de sistemas logísticos macro zonales.

El Plan Intermodal de Transportes aborda la problemática de la infraestructura de transportes desde un enfoque intermodal y analiza integralmente los tres binomios modales básicos: puertos, aeropuertos, carreteras/ferrovías (transporte terrestre), representando la primera fase para el desarrollo de la planificación intermodal en el país y está referido específicamente a la infraestructura de carreteras, ferrocarriles, puertos, la cual es la base para el Plan de Desarrollo de los Servicios Logísticos de Transporte. (Declaración del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016).

---

<sup>4</sup>Misión de transporte en Chile. Dado por Subsecretaría de transporte, Chile.  
<https://www.chileatiende.gob.cl/servicios/ver/AN001>

## 2.2. Logística.

En la actualidad es conveniente plantear las actividades empresariales analizando sus relaciones con el sistema logístico de la empresa, que se ha convertido en uno de los pilares básicos de su organización. (María José Cano, 2010)<sup>1</sup>

Anteriormente la logística era solamente, tener el producto justo, en el sitio justo, en el tiempo oportuno, al menor costo posible, actualmente éstas actividades aparentemente sencillas se han redefinido y ahora son todo un proceso. Hoy en día la logística es un asunto tan importante que las empresas crean áreas específicas para su tratamiento.

Es en definitiva una ciencia que estudia la organización de todas aquellas actividades que componen la “CADENA LOGÍSTICA”. (Chopra, 2008)<sup>2</sup>

Los eslabones básicos que componen la cadena logística son:

- Aprovechamiento de materias primas.
- Almacenaje y manipulación.
- Distribución.

Por lo tanto, la cadena logística de una empresa está formada por:

- Proveedores.
- Centros de producción.
- Almacenes o plataformas.
- Clientes.

Y su coordinación es transversal a toda la organización abordando los siguientes aspectos:

### 2.2.1 La previsión de la demanda.

Para poder organizar la logística de una empresa es imprescindible conocer los volúmenes de producto solicitados por el mercado ya que si no, es imposible saber si tenemos la empresa adecuadamente dimensionada en la relación de sus capacidades con sus necesidades.

<sup>1</sup> Escuela de Organización Industrial – Logística aplicada al Comercio internacional. Por María José Cano. [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:67166/componente67164.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67166/componente67164.pdf)

<sup>2</sup> Tesis Gestión de logística en las operaciones del transporte internacional para el desarrollo del comercio en el Puerto de Callao. Por Carlos Andrade Mimbela. Definición de logística de Chopra 2008. [http://cybertesis.ummsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4488/1/Andrade\\_mc.pdf](http://cybertesis.ummsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4488/1/Andrade_mc.pdf)

### 2.2.2. El sistema de producción.

Para organizar adecuadamente la producción es necesario tener en cuenta la necesidad de establecer un programa donde conceptos como los requerimientos de materiales (“Material Requirement Planning” o sistema MRP), ECR (“Efficient Consumer Response”), o la clasificación de los artículos según su importancia para la empresa tienen todo su sentido.

### 2.2.3. La situación y dimensionado de centros de producción y almacenes.

Necesarios para establecer las necesidades de medios en lo que concierne a personal, aprovisionamiento y transporte, así como el equilibrio entre la proximidad a las áreas de aprovisionamiento y a los mercados.

### 2.2.4. La organización de los aprovisionamientos.

Cuyo aspecto más importante es la selección de los proveedores y su diversificación, tanto en el volumen solicitado como en su situación geográfica, por razón de optimización de precios y disminución de riesgos.

### 2.2.5 El almacenamiento de materias primas, componentes y producto terminado.

Donde hay que moverse en función de criterios de rentabilidad y eficacia entre la disponibilidad de materiales y el coste financiero de tenerlos en “stock” lo que explica la gran importancia que tienen los sistemas “Just-in-Time” que reducen dichos costos, a partir del concepto de suministrar, tanto en los aspectos de producción como comerciales, los elementos que se necesiten, en el momento en que sean precisos, y en la cantidad imprescindible, mediante una utilización eficaz de la informática y los medios de transporte.

### 2.2.6 El control de pedidos y la gestión de “stocks”.

Cuyos objetivos son que, tanto en el proceso de producción como en el de comercialización, no se produzca la “ruptura de “stocks” que afecta por una parte a la regularidad del proceso de producción y, por la otra, a la debida atención al cliente. Este aspecto del proceso depende muy especialmente de las características de la demanda ya que el tratamiento de los inventarios es muy distinto según aquélla sea constante, con tendencia o estacional.

### 2.2.7 La manipulación de los materiales.

Que engloba todas las actividades de manejo y movimiento de materiales en el interior de la empresa, tanto durante el proceso de producción como en la organización de las expediciones. En esta fase se estudian los movimientos que se precisarán, los recorridos a efectuar, el estado físico de la mercancía (sólido, líquido o gaseoso) y características como peso, volumen, peligrosidad etc., de los materiales a manejar o de los equipos a utilizar según el movimiento sea horizontal, vertical o mixto.

### 2.2.8. La organización de los transportes.

Cuyos problemas fundamentales son:

- Elección de medio de transporte: Que implica aspectos técnicos como las características del producto a transportar o las limitaciones dimensionales y de uso de los vehículos, aspectos comerciales como la disyuntiva entre utilizar un servicio de línea regular o el régimen de contratación libre y aspectos financieros de principio como decidir entre la utilización de flota propia o de vehículos ajenos.
- Programación de los transportes: Que incluye el estudio de temas tan atractivos como la optimización de rutas o de los volúmenes a transportar, que se resuelven en la actualidad con programas informáticos.

### 2.2.9. flujo de información.

El desarrollo imparable de las tecnologías de la información conlleva la necesidad de establecer una red que, además de los diversos departamentos de la empresa, ponga en contacto “on line” a la misma con proveedores y clientes para que las informaciones puedan ser compartidas en tiempo real. Un aspecto esencial de la red de información es que las informaciones que precise cada eslabón de la cadena deben ser estudiadas en detalle pues por razones económicas, de confidencialidad y operativas deben establecerse filtros de acceso en el sistema.

### 2.2.10 Logística nexa producción y mercado.

La logística es el puente o el nexa entre la producción y el mercado. Es decir que la distancia física y el tiempo separan a la actividad productiva del punto de venta, la

logística se encarga de unir producción y mercado a través de sus técnicas. (Logística como actividad empresarial, 2014)<sup>3</sup> A partir de estas experiencias, la logística empresarial se encargó de estudiar cómo colocar los bienes y servicios en el lugar apropiado, en el momento preciso y bajo las condiciones adecuadas. Esto permite que las empresas cumplan con los requerimientos de sus clientes y obtengan la mayor rentabilidad posible. (Julián Pérez Porto, 2009)<sup>4</sup>

#### 2.2.11 Logística envolvente del transporte.

El término de transporte proviene de los vocablos del latín trans, “al otro lado”, y portare, “llevar”; es un medio de traslado de personas o mercancías de un lugar a otro.

El transporte forma parte de la logística, el cual permite el crecimiento económico y las posibilidades de desarrollo de una nación. (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2010)<sup>5</sup>

La logística en su definición como, la ciencia que estudia como las mercancías, las personas o la información superan el tiempo y la distancia en forma eficiente. (Francesc Robusté Antón, 2005)<sup>6</sup>

En base a las descripciones anteriores se llega a la conclusión que la logística se contempla como envolvente natural del transporte, y es posible aplicar principios comunes a la concepción de un sistema de transporte colectivo en una ciudad. Desde este punto de vista amplio, la logística incluye todas y cada una de las operaciones necesarias para mantener una actividad productiva.

### 2.3 Transporte en Chile.

#### 2.3.1. Análisis del transporte en Chile

En el análisis de transportes y logística, se considera dos materias específicas; la Política de Transportes y los Planes Modales de Desarrollo los cuales están incorporados con

---

<sup>3</sup> Logística como actividad empresarial.

<https://es.slideshare.net/EquipoSCADA/logstica-como-actividad-empresarial>

<sup>4</sup> Definición de Logística por Julián Pérez Porto, 2009. <https://definicion.de/logistica/>

<sup>5</sup> Definición de transporte por Julián Pérez y Ana Gardey, 2012 y 2012. <https://definicion.de/transporte/>

<sup>6</sup> Logística del transporte por Francesc Robusté Antón, 2005.

<https://books.google.cl/books?isbn=8483017733>

transporte y logística. (Carlos Soto Becar Presidente Comisión de Transporte Colegio de Ingenieros de Chile Santiago, Junio de 2016)<sup>7</sup>

### 2.3.2. Política de transporte de carga por carretera en Chile.

El transporte de carga por carretera se realizará en un mercado abierto y competitivo.

El Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) mantendrá normativa actualizada que establezca requisitos técnicos, ambientales y de seguridad para la circulación de vehículos de carga, y fiscalizará su cumplimiento en forma permanente. Podrán aplicarse restricciones específicas a la circulación de vehículos de carga, asociadas a episodios de alta congestión o por razones de seguridad de las vías, lo que se deberá justificar técnicamente e informar en cada caso en forma oportuna.

El movimiento de carga por carretera será tarea de operadores privados. El Estado no intervendrá en este ámbito de actividad ni subsidiará su funcionamiento cuando haya privados dispuestos a cubrir las rutas. En el caso de rutas de conectividad, el Estado podrá asignar subsidios para asegurar el abastecimiento de la población.

Se definirá una red de rutas críticas para el aparato productivo y se definirán condiciones especiales en que la carga tendrá prioridad por sobre los demás vehículos y pasajeros en el uso de ellas, para asegurar continuidad de la cadena de abastecimiento o de comercio exterior, según sea el caso. Se establecerán restricciones al ingreso de cargas peligrosas y sobredimensionadas al radio urbano. Las restricciones de peso se aplicarán a partir de las limitaciones de la infraestructura en rutas determinadas y se evaluarán cambios en los pesos autorizados en la medida que los cambios tecnológicos lo hagan necesario. (Política Nacional Transportes, 2013)<sup>8</sup>

### 2.3.3. Plan nacional de desarrollo del transporte por carretera.

Este sector del transporte nacional, en el contexto del modo terrestre, es el más reciente en el mercado, por tanto es el que presenta el menor grado de desarrollo en términos generales. Se estima que el sector de Transporte de Carga por Carretera (TCC),

---

<sup>7</sup> Colegio de Ingenieros de Chile A.G. Carlos Soto Becar Presidente Comisión de Transporte, 2006. <http://www.ingenieros.cl/wp-content/uploads/2016/08/AQU4.pdf>

<sup>8</sup> Política Nacional de Transporte. Gobierno de Chile. Ministerio de transporte y telecomunicaciones, 2013. <http://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2013/05/borrador-po1%C3%ADtica-nacional-de-transporte.pdf>

representa aproximadamente un 4% del PIB de Chile y más del 90% de la carga que se transporta en el país, se mueve a través de operadores de TCC. La oferta de servicios en esta industria se encuentra fuertemente atomizada, de manera que son más de 39.000 los proveedores de servicios, con un promedio de flota de 2,8 vehículos por proveedor.

En la industria se distinguen claramente dos grandes grupos de operadores, aquellos con un nivel de formalidad, estructura y organización administrativa que se puede caracterizar como empresa, que serían unas 800 en el país (aprox. un 2% del total), pero que representarían más del 50% del volumen de negocios y más del 60% del empleo del sector. El 98% restante de los proveedores de TCC, unos 38.000, son pequeños y micro operadores, los llamados dueños de camiones o camioneros.

El transporte de carga por carretera posee un rol central en la mejora de la competitividad de Chile, a saber, accesibilidad a productos, materias primas y mercados, reducción de los costos logísticos de las empresas, gestión del impacto ambiental del sector, eficiencia energética en su operación, seguridad y desarrollo urbano, todo lo cual no está siendo abordado de forma coordinada por los diversos actores de esta industria. La inexistencia de un “Plan Nacional de Desarrollo del Transporte por Carretera” (PNDTC) en el contexto de una política nacional de transporte, que establezca los objetivos y el marco, en que se pretende desarrollar esta actividad estratégica para el desarrollo económico de Chile, impide tener claridad del sentido y profundidad con que Chile abordará los desafíos que la logística y el transporte deben asumir en un contexto de economía globalizada, cuyo acento estará fuertemente puesto en la productividad, seguridad y disminución de impactos ambientales.

#### 2.3.4. Aspectos generales del transporte por carretera.

El tamaño promedio de vehículos por empresa de transporte en Chile, es de 2,8. En países desarrollados fluctúa entre 7 y 12 vehículos promedio por empresa, lo que habla de una excesiva atomización de este sector. La dificultad de alcanzar mejores estándares de productividad, sumado a un exceso de oferta de servicios de transporte (competencia ruinosa), configuran un sector de baja profesionalización, con un segmento significativo de los servicios ejecutados desde la informalidad y con una pobre eficiencia en su desempeño. Se estima que el 75% de los servicios de transporte que actualmente se

ejecutan, se hacen sin algún tipo de contrato formal que establezca claramente los derechos y obligaciones de las partes involucradas.

En Chile no existe ninguna limitación real para el acceso a esta actividad, así como tampoco existen claras barreras de salida, lo cual refuerza la dinámica de actores informales con operaciones bajo los costos totales mínimos y con una enorme rotación de micro operadores en constante crisis. La ausencia de información pública adecuada atenta contra la calidad y oportunidad de las decisiones de política pública, así como de las decisiones privadas de inversión. En este mismo sentido, la ausencia de indicadores confiables y oportunos de eficiencia, productividad e impacto medioambiental en el TCC impide la comparación con los estándares internacionales y dificultan la mejora continua de los servicios de transporte. En año 2013 el transporte por carretera transportó 272 millones de Ton., que corresponde al 92,7% de las toneladas movilizadas por el transporte terrestre. La participación del transporte por carretera, se ha mantenido relativamente estable en las últimas dos décadas, entre 9 y 10%, la aparece como alta, en comparación con el Transporte por Carretera de terceros países. (Colegio Ingeniero de Chile AG, junio 2016)<sup>9</sup>

#### 2.3.5. Necesidad de mejorar las conexiones por carretera.

Un “Plan Nacional de Desarrollo de Transporte por Carretera”, acorde con la realidad actual, debería identificar las conexiones que se adaptan a la solución de TCC, las cuales al ser incorporadas a un sistema logístico integral, con seguridad minimizaría o en el mejor de los casos eliminaría, uno de los principales problemas que lo afectan, cual es la baja tasa de utilización de los camiones, ya sea por transitar vacíos, en parte de los servicios, o por ser utilizados como bodega, dada la baja eficiencia de los terminales de recogidas y entregas de mercancías, y ello en el caso que estos existan, porque una gran cantidad de operaciones de carga y descarga se realizan en espacios públicos. La situación anterior, aumenta los costos financieros de las empresas de transporte por carretera y contribuye a la sobredimensión del parque de camiones, todo lo cual influye negativamente en los costos logísticos.

---

<sup>9</sup> Colegio Ingeniero de Chile, Junio 2016  
<http://www.ingenieros.cl/wp-content/uploads/2016/08/AQUI4.pdf>

### 2.3.6. Transporte multimodal.

El transporte multimodal ha sido definido en Chile por el artículo 1041 del Código de Comercio (COM), como: “El porteo de mercancías por a lo menos dos modos diferentes de transporte, desde un lugar en que el operador de transporte multimodal toma las mercaderías bajo su custodia, hasta otro lugar designado para su entrega”.<sup>10</sup>

El Convenio de Naciones Unidas de 1980 (“el Convenio”) sobre Transporte Multimodal Internacional de Mercaderías en su artículo 1.1 nos entrega otra concepción, más completa, identificando al transporte multimodal como: “El porteo de mercancías por dos modos de transporte por lo menos, en virtud de un contrato de transporte multimodal, desde un lugar situado en un país en que el operador de transporte multimodal toma las mercancías bajo su custodia hasta otro lugar designado para su entrega en un país diferente”.

### 2.3.7. Integración modal del transporte de cargas.

En 1990 la gran urgencia era la construcción de infraestructura vial, la cual se encontraba en un estado de deficiencia total, entabando el desarrollo de toda la actividad nacional. El gobierno chileno implementó un sistema de concesiones, a través del cual, comenzó un fuerte desarrollo de la red vial. La prioridad asignada al desarrollo de las carreteras obedeció a la necesidad de dar conectividad a todo el territorio nacional. Se introdujo entonces, un incentivo al transporte carretero de cargas, como resultado del no pago del costo real por el uso de los caminos, así actualmente, el 92% del transporte de cargas se realiza por carretera y solo el 5% por ferrocarriles, el cabotaje un 2% y el transporte por ductos un 1%.

A través de algunos ejemplos empíricos, se ha intentado dimensionar el costo alternativo del uso de camiones en lugar de ferrocarril, para el transporte de algunas mercancías. En el caso del trayecto desde la localidad de Chuquicamata hasta la ciudad de Antofagasta en el norte de Chile, la carga transportada por ferrocarril es de aproximadamente 2.600.000 toneladas anuales. Se ha calculado que el costo por concepto de desgaste por uso de carreteras, en el caso de que esta carga se movilizara por camión, ascendería a 27.5 millones de dólares. Proyectando esta situación a los próximos 10 años, surgirán serios problemas de congestión y contaminación. (Echeverría, 2002)<sup>12</sup>

### 2.3.8. Transporte bimodal un salto cualitativo.

La filosofía esencial del transporte combinado es la de explotar las ventajas competitivas de dos modos de transporte terrestre: el ferrocarril y la carretera.

La implementación de dos sistemas de transporte distintos: el transporte por carretera puro y el transporte combinado. El cargador A envía mercancía al receptor B. La infraestructura de carreteras permitirá un envío directo por carretera (primer sistema). Sin embargo, se puede optar por otra alternativa, que a continuación se describe de forma genérica.

Un semirremolque, contenedor o caja móvil sale del almacén del remitente hacia una estación intermodal A1. En dicha estación, la carga es transferida sin transbordo o manipulación de la mercancía a una plataforma ferroviaria. A partir de aquí, se inicia el trayecto ferroviario hasta una estación B1, donde se procede a una operación inversa a la que tuvo lugar en A1: la carga pasa del modo ferroviario a la carretera. Por último, existe una distribución física por carretera de la carga desde la terminal intermodal al cliente B.

En el transporte intermodal hay por tanto una transferencia de la unidad de carga, sea un contenedor, una caja móvil o un semirremolque, entre el ferrocarril y la carretera.

El ferrocarril aporta su fiabilidad, seguridad y aptitud para los recorridos en grandes distancias, mientras que la carretera aporta su poder de accesibilidad a un mayor número de usuarios. En ocasiones, es sin embargo la falta de infraestructuras en uno de los dos modos la que es determinante. Se trata en definitiva de optimizar la utilización de los recursos estructurales y operativos para obtener un sistema global de transporte más racional y competitivo, a través de la oferta de un modo de transporte integrado, y por tanto de una operación logística más coherente. (Ministerio de Fomento Español, 2016).

### 2.3.9. Transporte ferroviario.

El ferrocarril es un medio de transporte muy peculiar e importante en nuestro mundo actual. Fue el gran impulsor de la revolución industrial, por lo que su presencia está vinculada al desarrollo económico. Como medio de transporte es muy especial, ya que requiere la construcción de una vía exclusiva por la que sólo puede circular con eficacia un tipo de vehículo, el tren, que por otra parte sólo puede circular por ese tipo de vía. Estas características de exclusividad tiene grandes ventajas, como que puede adaptarse muy eficazmente a las características del vehículo y la vía, mayor eficacia del consumo de energía o que se puede controlar el tráfico sin riesgo de congestión. Además, permite llegar a los centros de las ciudades con rapidez y eficacia, y la velocidad en la red depende de elementos técnicos. Pero tiene una desventaja importante y es que la circulación no es ubicua, y el número de puntos en los que es posible la carga y descarga es limitado. El ferrocarril es un medio de transporte público de personas y mercancías, salvo excepciones en el transporte privado de mercancías. El número de personas, o la cantidad de mercancía que es capaz de desplazar es muy alto, sólo superado por los grandes barcos y aviones. El vehículo es el tren, que tiene una locomotora y coches de viajeros, vagones, y unidades de tren. (Subsecretaria de transporte, noviembre 2011)<sup>9</sup>

### 2.3.10. Situación en Chile del transporte ferroviario.

En Chile, uno de los factores limitantes para el desarrollo del transporte ferroviario es la infraestructura. Buena parte de las vías férreas fue construida pensando más en abaratar costos que en brindar competitividad. Por ello, en una fracción menor de infraestructura, es posible operar trenes pesados, largos o rápidos.

Hoy, existe una mayor conciencia sobre la importancia del transporte ferroviario en competitividad. Por ello, se ha comenzado a efectuar inversiones en este sentido. Sin

---

<sup>9</sup> Transporte por ferrocarril: La guía de geografía, 2008.

<https://geografia.laguia200.com/economía/transporte-por-ferrocarril>

[https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/17FBCF00-91E0-4761-A11C-88A16277D8A4/1550/01\\_lenguaje\\_transporte\\_intermodal.pdf](https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/17FBCF00-91E0-4761-A11C-88A16277D8A4/1550/01_lenguaje_transporte_intermodal.pdf)

embargo, dada la extensión geográfica, tener una red ferroviaria extensa y competitiva es una tarea que tomará años. (Godoy Reitze, 2014)<sup>10</sup>.

### 2.3.11. Desafío estratégico para el transporte ferrovial en Chile

#### 2.3.11.1 Abrir y fomentar el transporte ferroviario.

Abrir el transporte ferroviario a una competencia regulada (bajar las barreras de entrada a nuevos operadores multimodales), definiendo una entidad independiente que establezca los estándares de seguridad (en rieles, material rodante, señalética, modelos operacionales, etc.), y estándares de calidad de servicio. Establecer claramente las responsabilidades del dueño de la infraestructura versus los que operan los servicios. Reducir el movimiento de vagones vacíos (potenciar estaciones intermodales). Potenciar el aprovechamiento de los fletes de retorno (circuitos logísticos).

#### 2.2.11.2. Liderazgo político.

En el gobierno, establecer un organismo con el peso político de un Ministerio, se haga cargo del desarrollo del transporte ferroviario, y del transporte multimodal tren-camión (estrategia, políticas, prácticas, estándares, etc.). A su vez, se requiere de una Nueva Ley General de Ferrocarriles, que rijan a la totalidad de los ferrocarriles (estatales (EFE) y privados).

#### 2.3.11.3. Sistema tarifario de EFE (contrato uso de infraestructura).

El actual sistema tarifario consiste en un canon (derecho a uso de línea férrea en 80.000 UF que se reparte por el número de porteadores), más un cargo de mantenimiento fijo (\$/km), y un peaje variable (\$/Ton-km). Esta estructura tarifaria, sumado al alto costo del canon y a la alta inversión requerida en material rodante (locomotoras y carros), genera una gran barrera de entrada a los porteadores de carga, y por consiguiente no ha

---

<sup>10</sup> Instituto Ferrovial de Chile. Por Francisco Godoy Reitze – Presidente, 2014.  
<https://www.institutoferrovial.cl/2014/11/el-transporte-ferroviario-de-carga-en-chile-y-su-logística/>

potenciado la entrada de nuevos operadores (un aumento “razonable” de operadores significaría un aumento en la competitividad en el sistema). El pago del canon implica pagar cifras considerables antes de mover la carga, lo que aumenta el riesgo del negocio. Se propone tender a sistemas basados en valor. Por ejemplo: tarificar por canal de circulación, el porteador reserva canales de circulación, el cual es un espacio físico temporal (Time slots: cuyo valor varía según la ruta y el horario peak/valle). (EFE, 2015)<sup>11</sup>

#### 2.3.11.4. Barrera de entrada a porteadores.

Con el objetivo de aumentar la utilización de las vías, y la entrada de más servicios ferroviarios, se sugiere evaluar la estrategia de que EFE arriende material rodante (locomotoras, carros) a los porteadores. De este modo se reduce la inversión inicial por parte de los porteadores.

---

<sup>11</sup>Optimización del transporte férreo/ transporte de contenedores  
[http://biblioteca.cnic.cl/media/users/3/181868/files/18813/E.4\\_-\\_Iniciativa\\_Transporte\\_ferroviano\\_VF.pdf](http://biblioteca.cnic.cl/media/users/3/181868/files/18813/E.4_-_Iniciativa_Transporte_ferroviano_VF.pdf)

2.3.12. Aspectos tácticos a mejorar en transporte ferroviario Chile.

2.3.12.1 Sistema de innovación de tráfico.

Una innovación de alta relevancia para la competitividad del sector lo constituye la implantación de un sistema de gestión de tráfico ferroviario, que incluya:

- Planificación del tráfico;
- Seguimiento de trenes por GPS;
- Seguimiento a la carga de los carros;
- Soporte a la mantención.

2.3.12.2. Carencias formativas.

Falta de profesionales y personal técnico altamente calificado y de formación específica ferroviaria en las Universidades o Centros de Formación Técnica. Falta de profesionales especializados en transporte multimodal.

2.3.12.2 Mejoras aerodinámicas.

Mejoras en eficiencia energética, mejoras del efecto estela, de la resistencia al avance, del levantamiento de balasto, de las ondas de presión (túneles, cruce de trenes), etc.

2.3.12.4 Carros.

Estudio e investigación de incremento de la carga por eje de los carros y su incidencia en la operación, adaptación de vehículos a la manipulación, sistemas de anclaje de contenedores para evitar los efectos del viento, y sistemas de localización de unidades: carros, vehículos y contenedores.

2.3.13 Comparación transporte Ferroviario versus transporte Rodoviario:

Transporte Ferroviario	Transporte Rodoviario
Mayor capacidad de carga por eje.	Transporte puerta a puerta.
Transporte de grande volúmenes.	Mayor flexibilidad operacional. Por ejemplo los horarios de retiro y de entrega de la carga son más flexibles.
Tasa de accidentabilidad baja.	Mejores estándares de servicio en cuanto a cumplimiento de puntualidad, fiabilidad y velocidad (Las operaciones de camión tienden a ser más confiables)
Rendimiento por litro de combustible ferrocarril = 147 ton x litro.	Tasa de accidentabilidad alta, 21 veces mayor a Ferroviario.
Acceso directo a los principales puertos del país.	Rendimiento por litro combustible camión = 37 ton x litro.
Menor cantidad de emisiones contaminantes. De acuerdo a la EPA (Enviroment Protection Agency, USA), el modo ferroviario reduce la contaminación de CO en 2/3 respecto del camión.	
Menor ocupación de superficie.	
Apoya la descongestión de carreteras.	
Evita colapso de la operación en puertos.	

2.4. Puerto y Aduana.

2.4.1. Puerto Marítimo.

Espacio que, situado en una orilla o en la costa, permite que las embarcaciones desarrollen operaciones de descarga y carga o de desembarco y embarque. Cuando dicha infraestructura se halla junto al océano, se habla de puerto marítimo. Estos puertos, por lo tanto, ofrecen a los barcos un lugar seguro en la costa marítima para realizar distintas tareas. A través de diferentes obras, como la construcción de esclusas o diques, se protege a las embarcaciones del oleaje. De este modo, se pueden cargar o descargar mercaderías o favorecer el ascenso y descenso de tripulantes y pasajeros con mayor comodidad.

Los puertos marítimos suelen incluir dársenas para la estancia de los barcos, muelles para permitir el amarre, depósitos para almacenar las mercaderías y sistemas de señalización para facilitar el ingreso y regreso al puerto. En concreto, se considera que todo puerto de este tipo dispone de tres áreas claramente delimitadas, en base a las funciones que en las mismas se realizan:

- La zona marítima, también llamada de acceso. En esta es donde las distintas embarcaciones, siguiendo las indicaciones establecidas, proceden a arribar en lo que es el puerto en sí. En este espacio hay que subrayar que la profundidad de las aguas es mínima y que se suelen establecer los canales para evitar dificultades en lo que son los movimientos y desplazamientos hasta las posiciones de atraque.
- La zona terrestre, que es en la que se realizan distintos tipos de maniobras. En este caso, la función de este espacio es la de muelle, ya que en el mismo se encuentran las distintas embarcaciones atracadas.
- La zona de enlace con lo que son los medios terrestres en cuestión. Es decir, en la misma es donde se acometen tareas tales como la carga y descarga de las mercancías. No obstante, además en ella están las oficinas de las diferentes autoridades portuarias, los pertinentes almacenes y bodega. A todo ello hay que añadir que existen dos tipos de puertos marítimos: los de cabotaje, que se refiere a los movimientos entre puertos nacionales, y los de altura, que se refieren a transacciones internacionales.

Es importante ser conscientes de que los puertos marítimos de cualquier país son una base fundamental de la actividad económica del mismo. Así, los estudios llevados a cabo por parte de la OMC (Organización Mundial del Comercio) determinan que hasta un 80% de las mercancías que se comercializan en todo el planeta se trasladan mediante esa vía. Cabe destacar que los puertos marítimos pueden tener diferentes orientaciones de acuerdo a los barcos que reciben. Algunos puertos trabajan con embarcaciones pesqueras, otros se orientan al comercio y algunos se especializan en la actividad turística.

#### 2.4.2. Puerto Angamos su historia.

El 3 de noviembre de 1999 nace Puerto Angamos como sociedad anónima cerrada, tras adjudicarse la licitación para la construcción y operación del Terminal N° 1 del Complejo Portuario Mejillones, ubicado en la comuna de Mejillones, Región de Antofagasta, la cual fue concedida por un periodo de 30 años, ampliables a 40 años.

A partir del 2003 Puerto Angamos empieza a operar directamente el terminal. El 10 de noviembre de 2003 Puerto Angamos obtiene el “Certificado de Terminación de Construcción”, el cual le permite entrar en la etapa de operación con sus tres sitios originales. Durante el 2004 se terminó la construcción de su cuarto sitio de atraque.

El 24 de mayo de 2005, la Autoridad Marítima autoriza el arriendo de la concesión marítima por parte del Complejo Portuario Mejillones a Puerto Angamos. En julio de 2005 Puerto Angamos suscribe un contrato de línea de crédito sindicada con los bancos BCI y Corpbanca por un monto de hasta US\$ 62.5 millones, con el objetivo de pre pagar el crédito a largo plazo otorgado por el Banco Internacional del Desarrollo gestionado el 2002 y generar boletas de garantías anuales a favor de Complejo Portuario Mejillones S.A. En abril del 2007 el contrato BOT se modifica permitiendo a Puerto Angamos reducir sus costos financieros. A fines del 2012, Puerto Angamos centra sus esfuerzos en el mejoramiento de su área operativa, haciéndolo tangible a través de la reestructuración del depósito de contenedores, que contempló la incorporación de nuevos equipos y reformas en sus áreas de trabajo. Esto derivó en la optimización de sus espacios, aumentando los niveles de seguridad y de segregación de los contenedores en el depósito. En noviembre del 2013, Puerto Angamos cumple 10 años operando en la Región de Antofagasta. (Puerto Multipropósito Angamos)<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Puerto Multipropósito Angamos – Reseña histórica  
<https://www.puertoangamos.cl/nuestra-compa%C3%B1a/rese%C3%B1a-hist%C3%B3rica>

### 2.4.3. Contenedor.

Según el libro “El transporte en contenedor”: el contenedor reduce las distancias y aporta valor a las operaciones logísticas y las transacciones comerciales. (Mallofré, 2012)<sup>12</sup>

El contenedor volteable es un contenedor del tipo open top diseñado para productos específicos. Por ejemplo, para el concentrado de cobre, debido a su densidad y peso, lo óptimo son contenedores half height, con una capacidad media de 30 toneladas, pudiendo ser diseñados para transportar una mayor cantidad.

Los contenedores cuentan con un diseño especial en sus paredes internas semejantes a un “cubo de hielo”, de forma que el concentrado escurra fácilmente. Del mismo modo, su estructura externa está diseñada para evitar que el producto se quede adherido a las esquinas del contenedor.

#### 2.4.3.1. Ventajas comparativas del contenedor volteable.

Una de las ventajas de este sistema es que el contenedor no se abre hasta que se hace girar en el interior de la bodega del buque. "El producto se embarca en el punto de origen en contenedores herméticamente cerrados con su respectiva tapa y transportados directamente al puerto, ya sea para el almacenamiento en patio como cualquier otro contenedor o para ser directamente llevado a la nave". Por lo tanto, "el granel se transporta desde el origen hasta la bodega del buque sin ser expuesto al medio ambiente o al personal, mucho menos a las comunidades a través de las que el producto es transportado ya sea por camión o tren". Además, para evitar la dispersión de polvo durante la operación de carga de los buques, "hay un sistema de nebulización instalado alrededor de la entrada de la bodega de la nave. Es un conjunto de mangueras que rocían agua en spray, mediante presión, produciendo una fina capa de rocío que evita que escapen partículas".

---

<sup>12</sup> Transporte en el contenedor, Jaime Rodrigo de Larruca, Ricard Marí Sagarra y Joan Martín Mallofré, 2012) <https://www.dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=275167>

#### 2.4.3.2. Desde la mina a la nave.

La manipulación de gráneles en contenedores puede evitar grandes inversiones en almacenes, ya sea en el puerto o a medio camino en los puntos de transferencia: "En Puerto Angamos desde hace varios años el concentrado de cobre se embarca desde la mina en contenedores, los que son descargados directamente a la nave mediante el RAM revolver o apilados en los patios del puerto a la espera de la nave". La ventaja de esta alternativa es que el contenedor es en sí mismo almacén, el transporte y la herramienta de descarga, cumpliendo la característica de tres en uno.

#### 2.5. Aduana y su obligación.

La obligación del Servicio Nacional de Aduanas es de fiscalizar las operaciones de comercio exterior y de conformar la estadística respectiva, de acuerdo a lo preceptuado en el inciso segundo del artículo 1° de la Ordenanza de Aduanas. (Aduana Chile, 2014)<sup>13</sup> Las normas contenidas en el presente Compendio se aplicarán a todas las destinaciones aduaneras. Se incluyen, en particular, las disposiciones referentes a la presentación de las mercancías, depósito, desaduanamiento, retiro y eventual remate.

Igualmente, se aplicarán a las personas que ingresen desde el extranjero o salgan del territorio nacional. Las normas contenidas en cuerpos legales, convenios internacionales y decretos reglamentarios prevalecerán sobre las disposiciones a que se refiere este Compendio, resultando en todo caso aplicables en lo no previsto en aquellos.

La ordenanza de aduana que en sus artículos 76, 77 y 78 de la Ordenanza de Aduanas, faculta al Servicio Nacional de Aduanas para exigir una completa declaración de los contenidos, valor, calidad y cantidad de las mercancías objeto de operaciones de comercio exterior.

Que, en ejercicio de la facultad que establece el artículo 4 N° 8 del decreto N° 329 de 1979, del Ministerio de Hacienda, sobre Ley Orgánica del Servicio Nacional de

---

<sup>13</sup> Normas Administrativas. Resolución exenta N°8177. Servicio nacional de aduana de Chile, 2016. <https://www.aduana.cl/resolucion-exenta-8177-30-12-2016/aduana/2016-12-30/123840.html>

Aduanas, el Director del Servicio ha establecido la regulación para el cumplimiento de la legislación y reglamentación aduanera, dentro de las cuales se comprende la exigencia de un Aviso de Embarque de las Declaraciones Únicas de Salida que correspondan a productos mineros, contenida principalmente en el Capítulo IV del Compendio de Normas Aduaneras y su Apéndice N° 2.

#### 2.5.1. Consideraciones aduanera a los productos mineros:

Que, las exportaciones de productos mineros implican procesos complejos de medición en lo que se refiere a peso, humedad, leyes de fino y contenido, lo que exige de la Aduana procedimientos de control adecuados a la realidad de los mercados.

Que, los productos mineros procedentes de la minería metálica y no metálica son exportados en diversas formas y con distintos grados de tratamiento, en estado primario, semielaborados o terminados, como concentrados, barros o lodos, cátodos, barras, secciones de cátodos, granalla, chafas, escorias, chatarra, soluciones, fertilizantes, desperdicios u otros, utilizándose para su distribución física diversas formas de acondicionamiento, tales como, a granel, maxisacos, pallet, tambores, contenedores u otros.

Que, en el marco del Programa de Control Minero que se ha implementado en el Servicio Nacional de Aduanas a partir de la Reforma Tributaria, se requiere conocer con antelación los flujos operacionales de salida de productos mineros, a fin de evaluar su desarrollo y aplicar selectividad en la fiscalización en función de análisis de riesgos.

Que, para mejorar los procedimientos de control de las exportaciones de productos mineros, es necesario uniformar y actualizar las instrucciones administrativas referidas a la exigencia de Aviso de Embarque de las Declaraciones Únicas de Salida que cubran productos mineros.

### 2.5.2. Modifica compendio de Normas Aduaneras a la exportación de concentrados

Según la modificación del compendio de normas aduaneras, N°7247 exenta, Valparaíso Chile, 2014; explique que:<sup>14</sup>

La presentación de la Gerencia de Logística y Servicios Comerciales de Codelco, en la cual solicita autorización para que se incorpore en la normativa aduanera un nuevo sistema de control para las exportaciones de concentrado de cobre, que permita efectuar en un lugar distinto del puerto de embarque efectivo la toma de muestra, determinación de humedad y control de peso, el que podrá ser realizado en la planta productora o bien en un sitio intermedio entre la planta y el puerto de embarque. La introducción de un nuevo sistema logístico para el transporte, acopio y transferencia del producto a la nave oceánica que comprende la utilización de contenedores, especialmente diseñados para el manejo de cargas sólidas a granel, segura, hermética y sellada. Que el muestreo y la determinación de peso seco son equivalentes en planta como en el puerto, toda vez que son realizados por organismos de inspección, registrados en la Dirección Nacional de Aduanas, y tanto el transporte, como la estadía en el puerto y transferencia a la nave no afecta la integridad de la carga, considerando que el producto es transportado en contenedores sellados, cuyos sellos son controlados a la llegada al puerto de embarque.

Considerando:

Que, actualmente la normativa aduanera establecida en el numeral 2.1.3 del Capítulo IV del Compendio de Normas Aduaneras, dispone que en el caso de exportaciones de concentrados de cobre, la mercancía al momento del embarque deberá ser sometida al proceso de toma de muestras, y control de peso embarcado, sin considerar aquellos casos en que el concentrado de cobre a granel es transportado a través de contenedores, lo que dificulta el referido proceso al momento del embarque.

Que, este nuevo modelo propuesto por Codelco, comprende un sistema logístico distinto de transporte, acopio y transferencia de concentrados de cobre a granel, para ser embarcados en naves graneleras.

---

<sup>14</sup> Modifica compendio de normas aduaneras, N°7247 exenta, Valparaíso – Chile, 2014.  
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1073299&buscar=resolucion+7247%2F2015>

Que en primer lugar se debe controlar el peso del contenedor vacío, para luego efectuar el carguío, la toma de muestra, la determinación de humedad y, el control de peso del concentrado de cobre. Además, estas operaciones se realizarán, por parte de un organismo de inspección, que deberá cumplir con las exigencias establecidas en el Apéndice II del Compendio de Normas Aduaneras.

Que, posteriormente a esta operación el material será transportado hasta el puerto de embarque en un tipo de contenedor especial denominado “open top” de tipo Volteable que permite mediante un equipo de grúa y spreader rotatorio vaciar el producto al interior de la bodega de la nave, provocando el desprendimiento del producto que cae por gravedad.

Que, conforme a la normativa vigente, los concentrados de cobre deben ser controlados en su peso húmedo, muestreo y porcentaje de humedad por organismos de inspección debidamente autorizados, y sus procedimientos deben estar acreditados de acuerdo a la norma NCh-ISO 17020, que valida el Instituto Nacional de Normalización para este sistema, el organismo de inspección, deberá emitir un informe de peso del material amparado por el DUS e indicar el peso húmedo y el porcentaje de humedad del concentrado de cobre embarcado.

Que, este nuevo sistema de pesaje y muestreo en la planta-productora o bien en un sitio intermedio entre la planta y el puerto de embarque introduce un nuevo procedimiento logístico en contenedores volteables, lo que implica el establecimiento de un estándar más exigente en seguridad, preservación del concentrado de cobre y un positivo impacto. Asimismo, disminuye los riesgos de robos o mermas en el trayecto desde la planta-productora al puerto de embarque.

Que, consecuente con lo anterior, se ha determinado modificar el Compendio de Normas Aduaneras, en el sentido de incorporar una nueva opción para realizar las operaciones de muestreo, determinación de humedad y pesaje de los concentrados de cobre en la planta-productora o bien en un sitio intermedio entre la planta y el puerto de embarque efectivo, autorizado para este efecto.

## 2.6. Metodología Lean.

La excelencia operacional y el aumento de la productividad, es el objetivo del proyecto corporativo C+ que incorpora la metodología “Lean Management” y que lanzó oficialmente la Corporación del Cobre en junio 2016.

*La metodología C+ Lean, se define de la siguiente manera: primeramente en C+ significa Codelco más y que cada uno es más, generando el conjunto que cada uno hace o sume más a la gestión de Codelco,* posteriormente Lean es un término inglés con varias acepciones, pero el sentido que nos interesa es el de soporte y su enfoque va basa en la adopción de principios y herramientas de planificación y gestión que persiguen la mejora constante de la productividad en las organizaciones, mediante la aplicación de técnicas que permiten ajustar los procesos y el ritmo de trabajo a la demanda real de los clientes. Fue a partir de 1990 cuando empezó a popularizarse la denominación Lean Producción o Lean Manufacturing, a raíz de la publicación de "La Máquina que Cambió el Mundo". En el libro, sus autores (James P. Womack, Daniel Roos y Daniel T. Jones) describen el sistema de producción de Toyota y nombran de este modo al sistema de producción.

Este sistema se orienta a producir lo justo en el momento justo. Los principios de la metodología se basan en una constante reducción o eliminación de las pérdidas, y para ello debe producirse:

- Justo lo que el cliente necesita,
- Justo en el momento en el que lo necesita.

La aplicación de los principios produce aumentos significativos de la productividad, capacidad y fiabilidad de los procesos, así como ahorros por reducción de los niveles de inventarios, de la necesidad de espacio, de los plazos de entrega o de la necesidad de financiación (se disminuye el plazo entre el pedido y el cobro ya que se reduce sensiblemente el tiempo de fabricación o de prestación del servicio).

### 2.6.1. Metodología Lean para la mejora continua de los procesos.

La metodología Lean, permite ir por el camino de la mejora continua en los procesos, de forma que se consiga su objetivo final “hacer más con menos”. La metodología Lean permite diferenciar los procesos en aquellos que generan valor y aquellos que nos aportan lo que se conoce como “despilfarros”. El objetivo es la mejora rápida y constante del sistema productivo suprimiendo los despilfarros que generan un incremento en los costes, de este modo se consigue aumentar la eficacia. Aunque parece sencillo, a efectos operativos se trata de un conjunto de herramientas que se aplican en la organización y sus procesos, pero trae consigo mucho más.

### 2.6.2. Normas, principios y técnicas Lean.

El éxito de una cultura Lean, nace de la forma de pensar. El Lean Manufacturing, es más que una serie o conjunto de herramientas, es un conjunto de reglas y principios. La forma de pensar Lean debe ser transmitida a todos los niveles de la organización. Sólo transmitiendo nuevos principios o creencias se cambiarán los comportamientos. Se puede solucionar un problema con una herramienta Lean, pero si el viejo pensamiento continúa, se van a reproducir las viejas situaciones y problemas.

En la cultura Lean no hay una receta “mágica” de cómo lograr el éxito. Cada empresa tiene sus particularidades, posee un conjunto diferente de ingredientes y restricciones.

Cada empresa es única y, probablemente, tendrá algunos problemas específicos y limitaciones para implementar una cultura Lean. Sin embargo, en la propia organización estarán las respuestas.

### 2.6.3. FODA Diagnosticar los procesos.

El análisis FODA es una herramienta de análisis fundamental para ayudar en la fase de descubrimiento y evaluación de la planificación estratégica. En concreto, el análisis FODA ayudara a identificar y calificar los objetivos estratégicos, tomando decisiones a conciencia acerca de dónde la empresa se sitúa actualmente internamente, en lo que respecta a su desarrollo o procesos y externamente, en lo que respecta a su mercado y competencia. Dado que el análisis FODA depende de la decisión, es necesario el aporte

de múltiples fuentes y departamentos para producir un análisis completo y bien formado. FODA debe enfocarse en los factores claves para el éxito de la empresa. Destacando las fortalezas y las debilidades diferenciales internas al compartir de manera objetiva y realista con la competencia y con las oportunidades y amenazas claves de entorno.

Las letras F.O.D y A representan Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas:

Las estrategias FO se basan en el uso de las fortalezas internas de una empresa con objeto de aprovechar las oportunidades externas. Generalmente las organizaciones usan estrategias DO, FA, o DA para llegar a una situación en la cual puedan aplicar una estrategia FO.

Las estrategias DO tienen como objetivo la mejora de las debilidades internas valiéndose de las oportunidades externas. A veces una empresa aprovecha las oportunidades externas decisivas, pero presenta debilidades internas que le impiden explotar dichas oportunidades.

Las estrategias FA se basan en la utilización de las fortalezas de una empresa para evitar o reducir el impacto de las amenazas externas. Este objetivo consiste en aprovechar las fortalezas de la empresa reduciendo a un mínimo las amenazas.

Las estrategias DA tienen como objetivo denotar las debilidades internas y eludir las amenazas ambientales. Se intenta minimizar debilidades y amenazas, mediante estrategias de carácter defensivo, pues un gran número de amenazas externas y debilidades internas pueden llevar a la empresa a una posición muy inestable. Las estrategias representan planes de acción amplios por medio de los cuales las empresas tratan de cumplir su misión y alcanzar sus metas.

### III. APLICACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico de la Situación

##### 3.1.1. Proceso simple y limpio.

El contenedor llega vacío a la mina donde es cargado, pesado, cerrado, sellado y lavado. Además se dispusieron dos instancias de inspección tanto a la salida de la operación minera como al ingreso del puerto (si llega algún contenedor al terminal con restos de material es rechazado), al mismo tiempo que se verifican sus sellos. Luego los contenedores pasan a una pila (stock) y cuando recalca y amarra la nave son llevados en camión hasta la zona de embarque donde son elevados por las grúas del puerto, que los ubican en la bodega del barco para voltearlos y depositar el mineral. "Cuando el contenedor está dentro de la bodega de la nave, se activa un sistema que levanta su tapa, lo hace rotar en 360 grados, cayendo el material por su gravedad, lo vuelve a tapar y es sacado del barco. Una vez depositado en el piso, se le aplica aspirado a la boca del contenedor, por si ha quedado algo de material, lo que prácticamente no ocurre debido a su diseño especial". El concentrado que llega hasta Puerto Angamos presenta una humedad promedio de entre 6% y 9%. Para captar lo que se suspende, en la boca de la bodega del barco se instalan equipos de supresión de polvo que eliminan cualquier posibilidad que una partícula pueda escapar de bodega. A simple vista se observa un proceso particularmente limpio, sin contaminación de material en las instalaciones de tierra, muelle, sobre nave o en los contenedores.

En el logro de los objetivos planteados, se realizaron los análisis del proceso completo del traslado de los concentrados Codelco, como base para comenzar a desarrollar una estrategia que nos establezca el camino a seguir para la optimización de la propuesta. Para lo anterior, se utilizara la matriz FODA, herramienta moderna para diagnosticar y determinar logísticas adecuadas para hacer frente a situaciones complejas de una manera muy sencilla y rápida.

Fortaleza	Debilidad
<p>F1: Estructura e instalaciones actual</p> <p>F2: Know how en logística integrada.</p> <p>F3: Flota de camiones bajo contrato Codeco.</p> <p>F4: Tren con servicio regular Codeco – Puerto.</p> <p>F5: Soporte informático.</p> <p>F6: Adaptación a nuevas tendencias M<sup>o</sup>.</p> <p>F7: Contrato integral con Puerto Angamos.</p> <p>F8: Sis. innovador de transferencia cucons.</p> <p>F9: Resolución aduanera.</p>	<p>D1: Dependencia del medio de transporte actual.</p> <p>D2: Manifestaciones de paralizaciones.</p> <p>D3: Capacidad nominal de recepción del Puerto.</p> <p>D4: Congestión vehicular al ingreso del Puerto.</p> <p>D5: Ocupación de la vía férrea Mejillones.</p> <p>D6: Cantidad de camiones en circuito.</p> <p>D7: Distancia de trayecto.</p> <p>D8: Altos costos de y almacenamiento.</p> <p>D9: Crecimiento exponencial del Puerto.</p>
Oportunidad	Amenaza
<p>O1: Mayor participación M<sup>o</sup> de concentrados.</p> <p>O2: Consolidar a Codeco como la minera que más innova en el traslado de cucons.</p> <p>O3: Consolidar a Codeco como la minera que cumple las ordenanzas medioambientales en su logística.</p> <p>O4: Liderar el uso de modalidades en el transporte de carga para la exportación</p>	<p>A1: Restricciones y regularizaciones del gobierno en la comercialización de los concentrados.</p> <p>A2: Normativa medioambientales restrictivas.</p> <p>A3: Cambio en el consumo internacional.</p> <p>A4: Competencia externa de mineras.</p> <p>A5: Requisitos y normativa establecidas por Aduana.</p>

Estrategia FO	Estrategia DO
<p>FO1: Utilizar la relación contractual que se mantiene actualmente con transportistas y Puerto para aumentar los volúmenes de concentrado con la búsqueda constante de las mejoras para el traslado de la carga desde planta a Puerto.</p> <p>FO2: Usar la capacidad instalada planta y Puerto aplicando modalidades de traslados, haciendo eficiente los procesos y cuidando así el medio ambiente.</p>	<p>DO1: Aprovechar las modalidades de transporte ferroviario y Rodovial, para descongestión de Puerto y elevar la capacidad de arrastre de transporte.</p> <p>DO2: Asegurar la seguridad en el traslado, evitando accidentabilidad y daño medioambiental.</p>
Estrategia FA	Estrategia DA
<p>FA1: Afrontar la inestabilidad en la demanda con la adaptación a las nuevas tendencias del mercado, con búsqueda de nuevas alternativas del hacer, generando procesos eficientes y reduciendo los costos involucrados para ser más competitivos en el mercado.</p> <p>FA2: Afrontando las restricciones y regularizaciones del gobierno tanto a los procesos operativos como medioambientales con especialización y conocimiento continuo en el saber hacer en el Comex y logística integral.</p>	<p>DA1: Implantar modalidad en que se eviten la total dependencia de un modo de traslado, para evitar fuerza de poder y garantizar cumplimiento de las normativas medioambientales y satisfacer requerimientos internacionales.</p> <p>DA2: Implementar mejoras en tiempo nominal de recepción en Puerto, con el objetivo de reducir tiempos muertos y detenciones para atender demanda, utilizando la infraestructura instalada y rebajando costos.</p>

Análisis del resultado obtenido por FODA.

Que hacer y cómo hacerlo:

- Aprovechar las modalidades de transporte ferroviario y Rodovial, para descongestión de puerto y elevar la capacidad de arrastre cuons y reduciendo la dependencia de un solo medio transporte.
- Asegurar la seguridad en el traslado evitando accidentabilidad y daño medioambiental.

- Afrontar la inestabilidad en la demanda con la adaptación a las nuevas tendencias del mercado, con búsqueda de nuevas alternativas del hacer, generando procesos eficientes y reduciendo costos involucrados para ser más competitivo en el mercado.
- Afrontando las restricciones y regulaciones del gobierno tanto a los procesos operativos como medioambientales con especialización y conocimiento continuo en el saber hacer en el Comex y logística integral (benchmarking).
- Implantar modalidad en que se eviten la total dependencia de un modo de traslado, para evitar fuerza de poder y garantizar el cumplimiento de normativas medioambientales y satisfacer requerimientos internacionales.
- Implementar mejoras en tiempo nominal de recepción en puerto, con el objetivo de reducir tiempos muertos y detenciones para atender demanda, utilizando la infraestructura instalada y rebajando Costos.
- Utilizar la relación contractual que se mantiene actualmente con transportistas y Puerto para aumentar los volúmenes de concentrados con la búsqueda constante de las mejoras para el traslado de la carga desde planta a Puerto.
- Usar la capacidad Instalada Planta y Puerto aplicando modalidades de traslados, generando procesos eficientes y un cuidado por el medio ambiente.

### 3.2. Valor en la propuesta binomial.

Según Osterwalder (2010) propone como definición de propuesta de valor a “Un conjunto de productos y servicios que crean valor para un segmento de mercado específico” (Osterwalder & Pigneur 2010).

Toda empresa oferta servicios por la necesidad insatisfechas que existen en los clientes, de ellas nacen las propuestas de valor como ventaja competitiva. En el caso del sector de transporte de carga, la propuesta de valor es un servicio para cubrir la necesidad de transferencia de carga para exportación. Mediante la modalidad de utilización de (Camión / Tren) para satisfacer requerimiento, se determinó que la propuesta de valor está dirigida a las empresas Minera y Portuaria, convirtiéndose en el segmento de mercados para este negocio.

Descripción de la estructura del sistema Rodovial.

- Contrato vigente de Codelco y asociaciones gremiales de Transporte (Agretrans y Agreducam) por tonelaje transportado.
- Flota de camiones con rotainers disponible para circuito 300 contenedores en disposición asociaciones
- Total contenedores Codelco nacionalizados, dispuestos para generar flujo virtuoso 990 en puerto.
- Horas exigidas para el traslado de carga, desde traslado Planta origen a Puerto 4 horas.
- Organización del circuito logístico, ingresa contenedor full carga, se controla, se pesa, se descarga, acopia y se retira contenedor vacío en almacenamiento.
- Tiempo estimado interior puerto 60 minutos.
- Descarga en tres turno de trabajo puerto; 1er turno de 08:00 a 15:00, 2do turno 15:00 a 23:00 y un 3er turno puerto habilitado según necesidad operacional desde 23:00 hasta las 06:30 horas.

Descripción de propuesta del sistema combinado camión/tren en la mejora continua.

- Inicio Servicio en Puerto Angamos con el carguío de los Contenedores vacíos sobre carro.
- Transporte vía férrea de los contenedores vacíos desde Puerto Angamos hacia estación San Salvador, Calama.
- En Estación San Salvador se realizara la transferencia de los contenedores desde Tren a camión mediante Sidelifter, donde serán llevado a Carguio a las diferentes Plantas de origen Codelco y devueltos en condición full concentrados a estación San Salvador para transferencia desde camión a Tren.
- Ingreso Puerto Angamos, descarga de full contenedores, sobre carro.
- Control y almacenamiento en Puerto Angamos.
- Término Servicio en Puerto Angamos al embarque.

Propuesta de solución.

La gestión de procesos de negocio para generar valor.

Hoy más que nunca hay que conocer y definir los procesos de negocio para generar valor a nuestros clientes. Esta tarea no es fácil, definir un proceso de negocio conlleva tiempo y recursos en su análisis para posteriormente transformar la operación. El objetivo siempre estará enfocado en el obtener un resultado satisfactorio para el cliente. Transformar una operación significa innovar en productos o servicios, aumentar capacidad de respuesta en beneficio del cliente e inculcar a nuestros equipos la generación de valor en todo lo que hacemos. Para ello es necesario conocer y comprender los procesos de negocio, por esta razón analizaremos los procedimientos de trabajo para averiguar dónde se puede crear más valor y de esta forma generar beneficios para nuestros clientes y la corporación.

Para la propuesta logística bimodal para el transporte de concentrados de cobre Codelco, examinaremos cada uno de los procesos y controlar posibles desviaciones, no se trata de otra cosa que de implementar de forma efectiva un ciclo de mejora continua para cada uno de los procesos de negocio bajo una metodología C+ lean.

### 3.3. Análisis de los procesos para solución.

Cuando hablamos de innovación de procesos nos referimos a la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, método de producción o distribución. Éste implica cambios significativos en las técnicas, los materiales, el software y tiene por objeto la disminución de costos unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad, producir o distribuir nuevos productos.

Innovación de procesos, el concepto, según explica el estudioso mexicano, Antonio Hinojosa, galardonado con el Premio Nacional de Tecnología de México: “La innovación de procesos se da más por las necesidades del mercado que por el impulso de la tecnología”. Así mismo añade que: “La innovación de procesos se da principalmente por las mejoras que se hacen día a día en las actividades conocidas y la por acumulación de experiencia en la empresa”. No obstante, la innovación de procesos también puede

ser un esfuerzo consciente, dirigido y controlado, “enfocado a mejorar dramáticamente el desempeño de un proceso”.

La innovación de procesos incluye métodos, herramientas y técnicas que buscan avances trascendentes en el poder y la efectividad de las organizaciones. Para conseguir la mencionada innovación de procesos se requiere combinar el liderazgo, la experiencia, la visión, el trabajo en equipo, la tecnología punta y las mejores prácticas. Aunando todos estos elementos se conseguirán cambios radicales y resultados profundos con el mínimo riesgo.

#### 3.4. Análisis e interpretación de resultados.

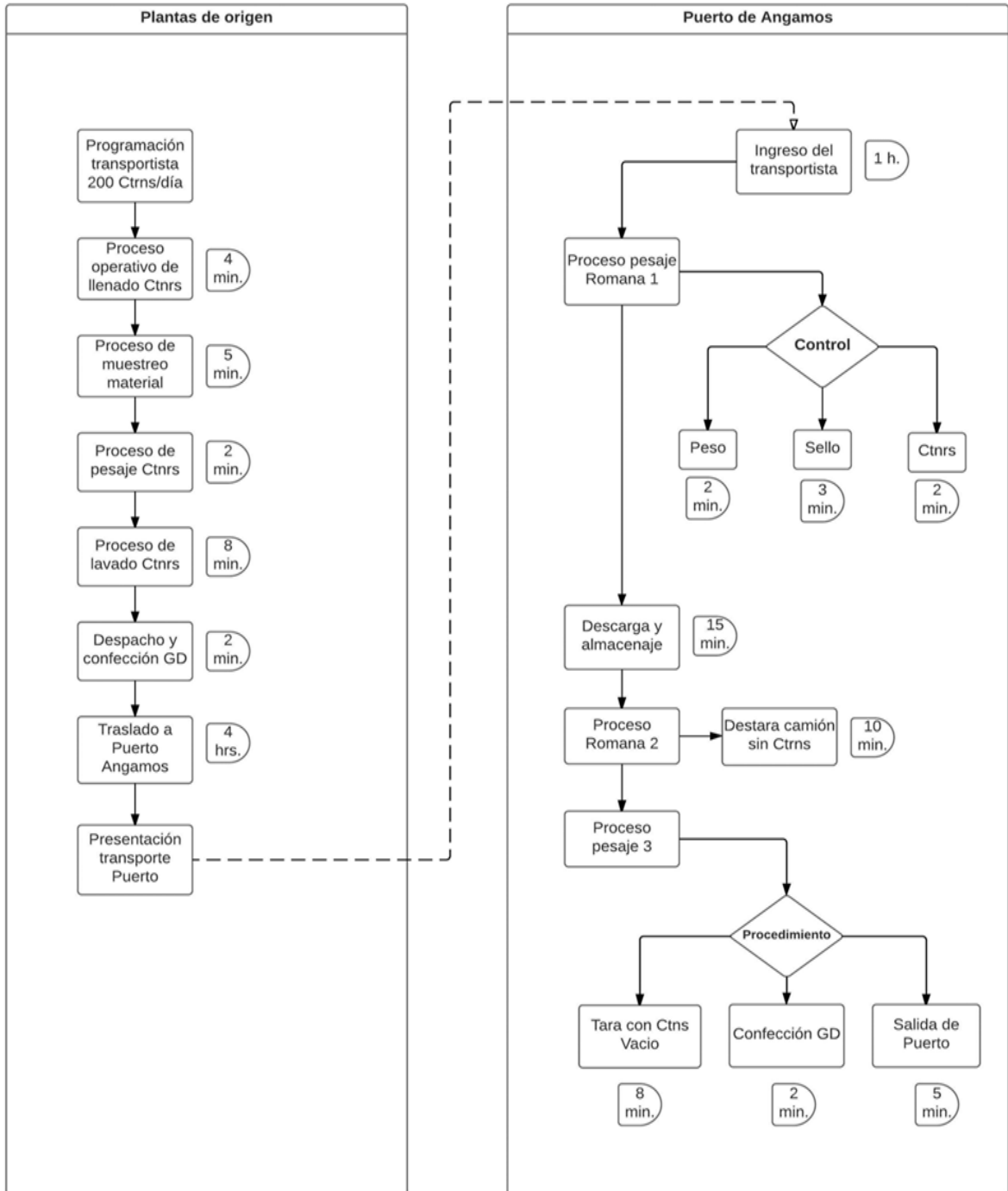
En este punto se presenta los resultados obtenidos a partir del análisis de los procesos involucrados en el traslado e ingreso de carga en puerto, para su exportación.

Variable	Dimensión	Indicador
Capacidad de recepción en Puerto.	Logística transferencia.	Transporte.
	Procesos en el Puerto.	Aumento de capacidad de recepción.
Objetivos		
Optimización del transporte utilizado por Codelco Norte en el proceso de transparencia a Puerto en aumento de la eficiencia al ingreso, reduciendo los costos y aumentando la salida de los productos.		

El análisis e interpretación de los resultados obtenidos se realizaron basándose en: *La escuela cuantitativa de Russell L. Ackoff, Herbert y Victor H. Vroom* quienes generan “La Teoría Del Análisis Cuantitativo”<sup>22</sup>.

22.- <http://www.buenastareas.com/materias/la-escuela-cuantitativa-russell-l-ackoff-herbert-simon-y-victor-h-vroom-la-escuela-cuantitativa-de-la-administraci%C3%B3n-considera-que-el-quehacer-de-la-organizaci%C3%B3n-puede-ser-facilitado-si-por-una-pa/0>

A continuación se presentará un diagrama de flujo del proceso de logística desde la salida de las plantas de orígenes hasta su llegada al Puerto de Angamos.



3.5. Descripción y análisis de la estructura del sistema Rodovial existente utilizado para el transporte de Concentrado de Cobre Codelco.

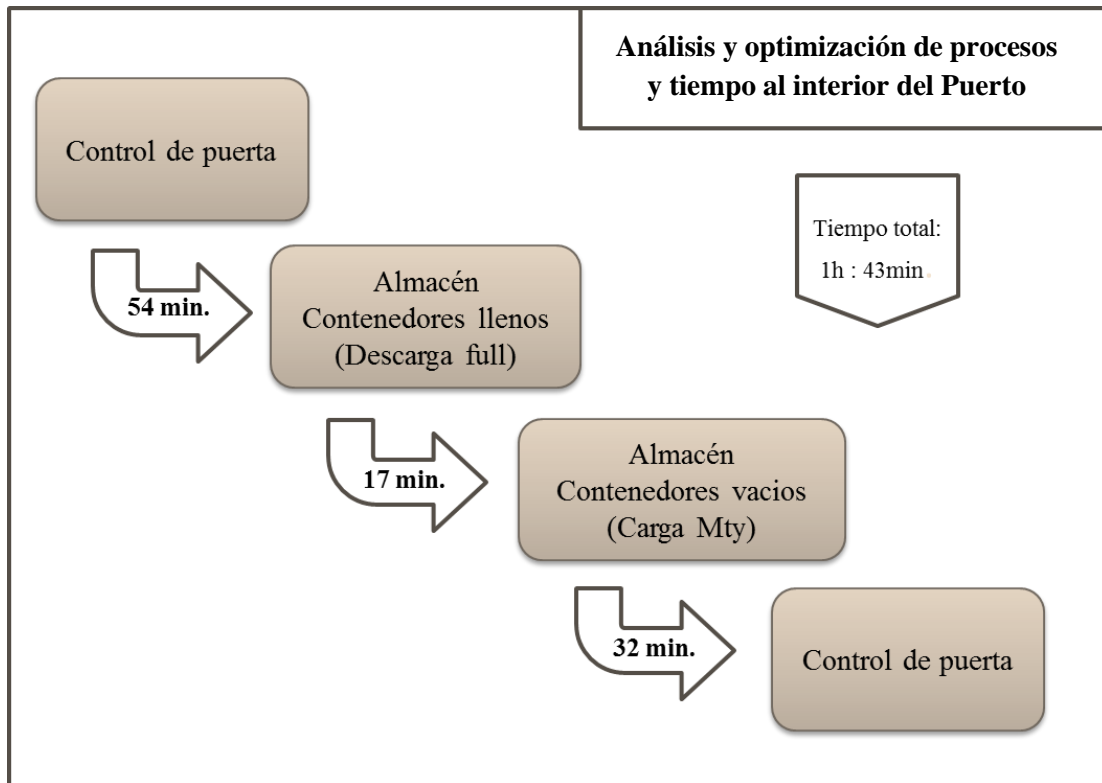
- Contrato entre Codelco y sociedades de transporte (Agretrans y Agreducam) en cumplimiento al servicio integral para la transferencia de concentrados de cobre, unidad acordada por tonelaje/usd.
- 300 Contenedores entregados en comodato condicionado a las asociaciones gremiales, para el uso en la actividad y al término del contrato o vínculo contractual el transportista restituya a Codelco la unidad.
- Horas propuesta al traslado de carga, desde traslado Planta origen a Puerto 4 horas.
- Tiempos medidos en circuito según proceso para 1 unidad.

Proceso	Unidad Min.	Unidad H.
Proceso en planta de origen	21	0,2
Transferencia carga porteo	240	4,0
Espera acceso Puerto.	60	1,0
Proceso interior Puerto.	103	1,7
<b>Circuito Global</b>	<b>424</b>	<b>6,9</b>

- Descarga en tres turno de trabajo puerto; 1er turno de 08:00 a 15:00 h., 2do turno 15:00 a 23:00 h. y un 3er turno puerto habilitado según necesidad operacional desde 23:00 h. hasta las 06:30 h.

Unidad	Rapidez	Capacidad	Costo	Tipo de carga
Camión	Alta	Baja	Bajo	Todas

3.6. Análisis y optimización de procesos y tiempo al interior del Puerto.



Control de puerto, habilitación de dos gate control en acceso puerto, una para carga general y contenedores internacionales en devolución, la otra para Rotainers de concentrados y camiones cobre metálico.

Almacén contenedores llenos, sector zona de pre-embarque puerto, donde se apilan los contenedores en bloque de 5 de alto por 10 de ancho y fondo. Los contenedores vacíos se apilan de 7 contenedores de alto por 10 de ancho y fondo.

Control de puerta, sector acceso puerto que cuenta con 2 gate control, destinado a la salida y control carga nacional, nacionalizada de importación, proyectos (sobredimensionada) y Rotainers vacíos de concentrados.

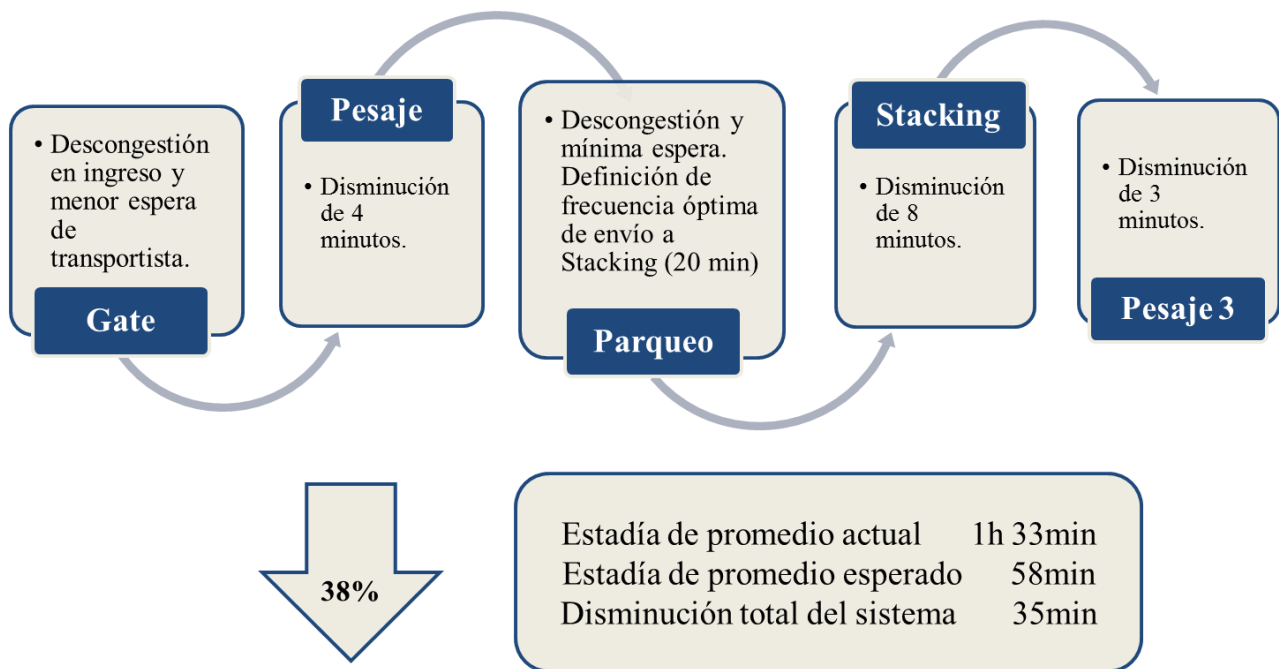
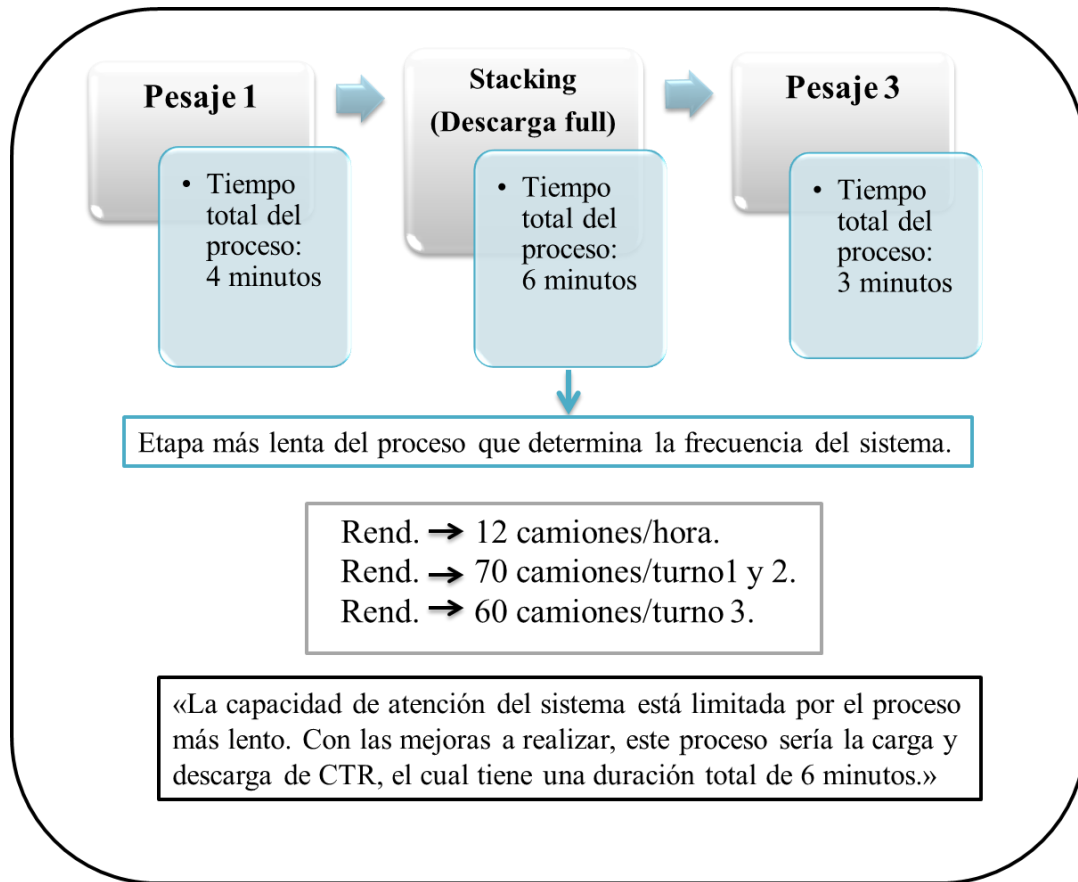
## 3.7. Análisis de los rendimientos al ingreso de Puerto. Estado actual y mejoras.

## Estado actual

- Tiempo de espera no medible.
- Información de conductor no ingresada en sistema detectada tardíamente.
- Información de carga no transmitida en sistema detectada tardíamente.
- No existe planificación de arribo de camiones por turno.
- Molestias de conductores al ser rechazados en ingreso de Puerto y deben retornar al último lugar de la cola.
- Revisión del manual de sellos y trazas de material en el contenedor, toma demasiado tiempo.
- Control vial despachado por lotes de 5 y 10 camiones desde zonas de parqueo a stacking, y la frecuencia de este despacho está dada en función de que el lote completo enviado salga hacia el gate out, lo que genera tiempos muertos de 10 a 20 minutos.
- No existe frecuencia determinada de tiempo en envío de lotes de camiones.
- Comunicación deficiente entre control stacking y control vial, (Ingreso).
- No se conocen los tiempos del proceso, lo cual impide planificar de manera óptima.
- En pesaje 2 se realiza pesaje de camión vacío para determinar pesaje de CTR full.
- Aumenta la congestión de romana de Cuncon2.
- Implica que el camión realice maniobra de giro peligrosa delante del muelle.
- Revisión de CTR y pesaje 3, se realizan separados.

## Mejoras

- Aplicación Tablet:
  1. Información de primera llegada de camión, conociendo en detalle la espera de ingreso al terminal.
  2. Validación previa de información ingresada a sistema, evitando rechazos tardíos al ingreso a Gate.
- Planificación:
  1. Despacho programado desde planta (comunicación Codelco – transportistas – Puerto).
  2. Unir procesos de pesaje y revisión general del contenedor, de forma de realizar las operaciones simultáneas.
  3. Revisión a través de cámaras móviles (Proyecto Wall-e).
- En función de la capacidad de atención determinada en el Puerto (más adelante descrita), se enviarán lotes o camiones individuales, en función de la alimentación que se genere desde Gate in, considerando la frecuencia ideal calculada.
  1. Se elimina tiempo muerto al hacer operación continua.
  2. Se congestiona área de parqueo.
    - Eliminar pesaje 2.
      1. Pesaje 3 – tara de CTR = Pesaje 2.
      2. Se disminuye trayecto del camión.
      3. Se elimina giro peligroso y se reduce congestión de romana 2.
      4. Se minimiza estadía de camión en stacking.
      5. Pesaje 3 y revisión e inspección simultáneamente.



### 3.8. Propuesta del sistema combinado camión / tren en la mejora continua.

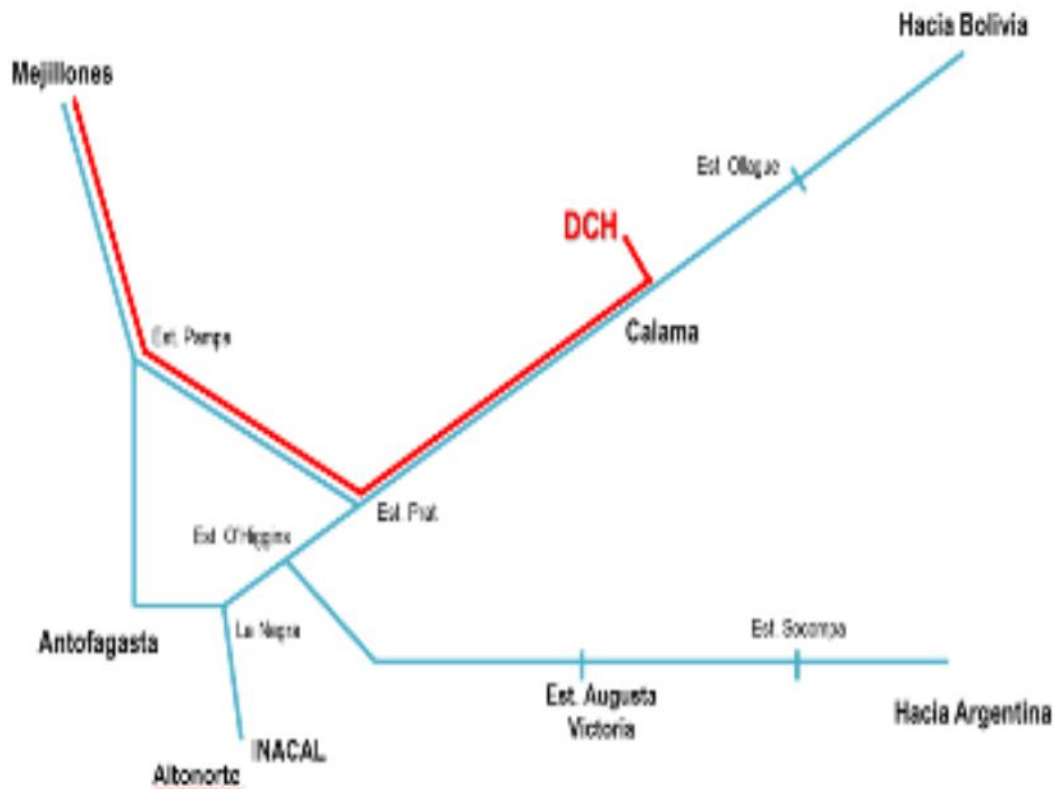
- Inicio Servicio en Puerto Angamos con el carguío de los Contenedores vacíos sobre carro, se destinaran 80 contenedores sobre 40 carros planos, habilitados para esta actividad. Disponiendo 1 locomotora de arrastre de trayecto en contenedores vacíos con destino Estación San Salvador Calama y desde San Salvador a puerto con 3 locomotoras de arrastre que no sobrepasan los 2.200ton efectiva de arrastre, resistencia a las pendientes (energía cinética), capacidad de adhesión locomotora de frenado.
- Carro plano de ferrocarril, modificado en la aplicación de 8 twistlock-amarre-contenedor.



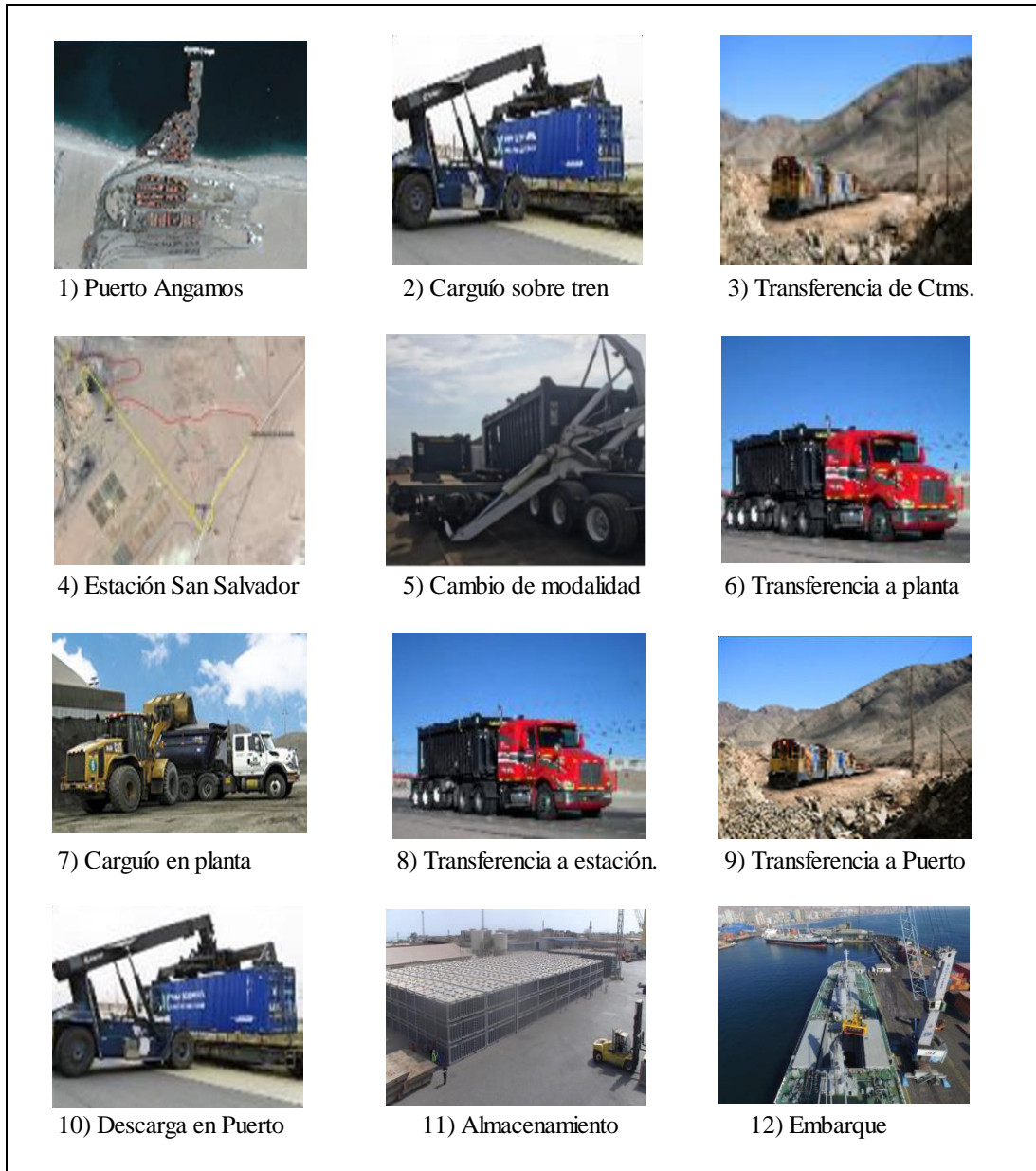
- Estación Férrea San Salvador Calama, combinación ramal Minera El Abra y Minera Chuquicamata su distancia es a 12 Kilómetros de Planta productora concentrados Chuquicamata o 15 minutos en camión.



- Esta estación San Salvador se convertirá el centro neurálgico de la transferencia de los contenedores desde Tren a camión mediante Sidelifter, la lógica logística será desarrollada en mantener un stock de 80 Ctrns full de concentrados cobre o Calcinas de cobre desde la plantas productoras y la recepción de 80 Ctrns vacíos desde puerto, en su combinación tren camión y vise versa.
- Ingreso Puerto Angamos, descarga de full contenedores, sobre carro.
- Control y almacenamiento en Puerto Angamos.
- Término Servicio en Puerto Angamos al embarque.



3.9. Esquema gráfico operativo del sistema propuesto.



Carro porta contenedor fabricado por FCAB para realizar propuesta de transporte.

Unidad	Rapidez	Capacidad	Costo	Tipo de carga
Tren	Baja	Alta	Medio	Todas

### 3.7. Análisis de las mejoras.

El análisis detallado de los procesos involucrados en el traslado de concentrado, en la aplicación de la metodología C+ Lean, se han evidenciado tiempos de ineficiencia y oportunidades de mejora continua. Enfocados en factores como lo son;

Optimización tiempo en Plantas divisionales, traslado del producto desde origen a Puerto, acceso a puerto y el proceso interno puerto.

#### 3.7.1. Para el acceso a puerto.

El análisis determino que los tiempos de traslado de las unidades por carretera son los correctos. La identificación de la oportunidad de mejora, está dispuesto en la programación en el despacho de las unidades desde planta a puerto. Es decir en establecer horario de presentación de la unidad, la cual será por hora por cantidad de unidades (12 unidades/hora) satisfaciendo la capacidad nominal de atención o recepción puerto. Con esta disposición horaria se propone, un ordenamiento en la llegada a puerto, evitando el traslado en bloque de los camiones desde planta a puerto, reduciendo la congestión vehicular. El mecanismo a utilizar, será la imputación del rango de hora en que el conductor deberá presentarse en acceso puerto para iniciar el proceso de ingreso, control, descarga de la unidad full y carga de la unidad vacía. Adicionalmente se acordó formalmente tener la prioridad en el acceso por el gate N°2, se especificó que es prioridad y no exclusividad, para no caer en indicaciones de discriminación por ser la Estatal Codelco y clasificada como gran empresa minera.

#### 3.7.2. Para los procesos internos puerto.

La capacidad nominal establecida de 8 Uds. / hora, impacta negativamente en el acceso de puerto. Establecido los tiempos de los procesos en terreno y confrontados con la gerencia de puerto, en aplicación de la C+ lean, se establecen las siguientes oportunidades de mejoras:

Gate control: Descongestión en ingreso, menos espera por parte del transportista.

Pesaje 1: Disminución de 4 minutos en el control, de carga, sellos y contenedores.

- Parqueo: Descongestión y mínima espera, estableciendo frecuencia óptima de 6 Uds. cada 30 minutos, para el envío a sector de Stacking.
- Stacking: Disminuye a 8 minutos, en la secuencia de la descarga y posicionamiento de las Uds. full en bloque de 5h x 10w.
- Pesaje 3: Disminución a 3 minutos en la relación camión y nuevo contenedor vacío y confección de guía despacho.

Estas medidas permitirán elevar la capacidad nominal establecida desde 8 Uds. /h. a 12 Uds. /h. generando la segregación al ingreso puerto en 70 Uds. en el primer turno/puerto, 70 Uds. al 2do/puerto y 60 Uds. /turno al 3er turno/puerto.

3.7.3. La implementación de los recursos.

Inversiones para Codelco, Puerto o FCAB, puesto que se utilizará la infraestructura existente en puerto, para FCAB se reutilizarán los recursos existentes en ésta y que mantiene standby, como lo son los carros planos, realizando una mínima implementación de twistlock-amarre-contenedor.

3.7.4. En el factor económico.

Se puede señalar que una propuesta binominal es más ventajosa que la utilización de un único sistema unimodal. La utilización del transporte ferroviario con una capacidad de arrastre de 14.400 Uds./anual, equivalente a 396,000 tmh/añual aportan una disminución en costo del orden de las USD 1.029.600.- respecto al comparativo de la modalidad Rodovial. Ello permitirá al transporte bimodal lograr mayor competitividad con respecto al transporte carretero.

Transporte	veces/mes	Q/Uds/mes	ton/mes	ton/añual	USD/ añual
Camion	30	6.000	165.000	1.980.000	USD 47.916.000
Tren	15	1.200	33.000	396.000	USD 8.553.600
% Aumento ton	20%				
Rebaja Costo			33.000	396.000	USD 1.029.600
Mayor Q/naves.	De 4 naves mes a 7 naves mes				

## **IV. CONCLUSIONES.**

### **4.1. Conclusión.**

Las presiones que soportan las organizaciones afectan sustancialmente sus rendimientos, requiriendo de un conjunto de innovadores cambios en sus procesos operacionales para lograr mantener su competitividad.

La presente propuesta binominal para el transporte de concentrados y calcinas Codelco, demuestra que a través de la metodología C+ lean, se lograría el ahorro de más de 1 MUSD anuales, elevar los tonelajes de transferencia desde origen a destino, incrementar la seguridad de la carga y lograr mayores cumplimientos a contratos.

El realizar constante formulaciones de preguntas que mantiene afianzado la filosofía Lean, se deberá instaurar en la cultura organizacional de Codelco (en las personas y equipos de trabajo), logrando fortalecer el concepto de la mejora continua, la eliminación del desperdicio en la producción, estandarización de procesos, ajustar los procesos y el ritmo de trabajo a la demanda real de los Clientes en consecución de la excelencia Operacional.

El entender que las reglas de la competitividad han cambiado, que lograr romper las fronteras en el ámbito geográfico, invita a un cambio de mentalidades y a una serie de imperativos que debemos atender, cambiar y erradicar, si queremos trascender la condición de una Empresa Estatal Chilena a una de clase mundial, con el simple y continua interrogante a los procesos tales como:

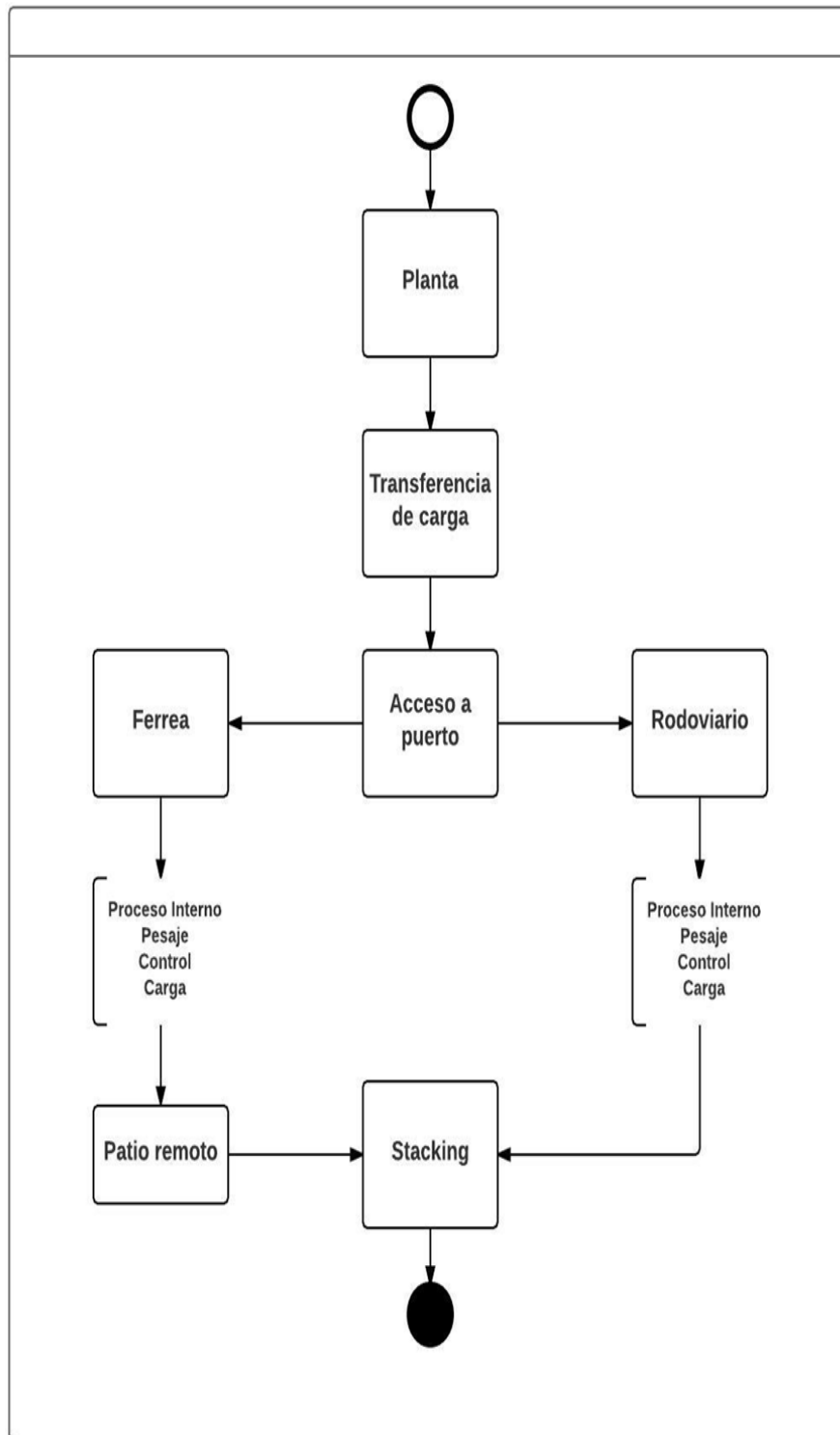
- ¿Se puede hacer cosas distintas en el mismo proceso?
- ¿Cuáles son mis procesos no optimizados (exceso de etapas o pasos)?
- ¿Cuáles son los movimientos innecesarios?
- ¿Existen retrasos o errores en el proceso?
- ¿Es eficaz y eficiente el transporte?

#### 4.1.1. De los Resultados Obtenidos en la Investigación

Los resultados obtenidos por la investigación nos asegurarían en forma exploraría, que el generar una propuesta binominal al transporte de concentrado de Cobre y exportación, entregarían las siguientes resultantes;

- ✓ Dos modelos de traslado de carga en Codelco para los concentrados.
- ✓ Equipo de trabajo, insertos en la metodología C+ Lean, en el hacer más con lo mismo.
- ✓ Optimización de procesos, identificando reprocesos, fallas en el sistema, tiempos muertos, oportunidades de mejoras e innovación (metodología C+ Lean).
- ✓ Conectar objetivos con estrategia, formar personas que lideren y contribuyan con máximo potencial y mejora continua.
- ✓ Utilización de activos fijos standby y estructuras establecidas para la actividad (carros porta cátodos, basculas, líneas férreas, etc.)
- ✓ Aumento en la capacidad de arrastre para los acopios en puerto y la mayor frecuencia en la cantidad de veces de generar lotes de exportación en puerto.
- ✓ Seguridad en el traslado de la carga por vía férrea (menor frecuencia de accidentes carreteros).
- ✓ Generar un ahorro de más de 1 MUSD anual a la corporación.
- ✓ Asegurar mayor protección al medio ambiente e impacto social en el traslado de la carga que no pasan por zonas urbanas zonas urbanas.
- ✓ Generar sustentabilidad de la actividad en el tiempo.
- ✓ Generar alternativa de participación de otros puertos para la salida de los concentrados Codelco.
- ✓ Generar viabilidad estratégica en la transferencia de los concentrados, ante la eventualidad de conflictos laborales o sociales.

Flujograma del transporte bimodal propuesto



#### 4.1.2. **De las limitación que se enfrentó en el análisis de propuesta.**

- Carencia de textos informativos o estudios de procesos para transferencia de concentrados en contenedores volteables en Chile.
- Fuerte barrera al cambio por las áreas involucradas en la logística de concentrados.
- Compleja constitución de mesa técnica multidisciplinaria, en análisis de todo el proceso logístico del transporte. (Puerto, transportistas y divisiones Codelco)
- Falta de contenido emocional de los participantes, para lograr motivar a la gente no sólo para que actúe, sino para que lo haga con entusiasmo en pos de un objetivo común “el ganar / ganar”.
- La búsqueda de aliados estratégicos (líderes naturales), influyentes de la estructura informal de la organización, que tienen credibilidad en muchos niveles.
- Exagera mirada a los cotos en la mesa técnica, es decir “el cuanto me significa” o los beneficios a obtener, “el cómo voy ahí”, que termina por frenar las buenas ideas y detener el proceso de cambio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cepal reconoce a Ochos puertos Chilenos entre los 50 en Latinoamérica. 2017.  
<http://biobiochile.cl/noticias/economia/negocios-y-empresas>
2. Diario Financiero/8 de marzo 2016, Codelco apuesta por concentrados  
<http://www.mch.cl/2016/03/08/codelco-apuesta-por-concentrados-de-cobre-e-invierte-us-100-millones-para-optimizar-logistica-de-ventas/>
3. Metodología de la investigación. Capítulo 3 – Universidad de las Américas Puebla.  
Definición Zorrilla y Torres, 1992  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lad/arenas\\_m\\_a/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/arenas_m_a/capitulo3.pdf)
4. Misión de Transporte en Chile. Dado por Subsecretaría de Transporte, Chile  
Definición de Transporte  
<https://www.chileatiende.gob.cl/servicios/ver/AN001>
5. Escuela de Organización Industrial (EOI) – Logística aplicada al comercio internacional. Por María José Cano  
[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:67166/componente67164.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67166/componente67164.pdf)
6. Tesis Gestión de logística en las operaciones del transporte internacional para el desarrollo del comercio en el Puerto del Callao. Por Carlos Andrade Mimbela.  
Definición por logística de Chopra 2008.  
[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4488/1/Andrade\\_mc.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4488/1/Andrade_mc.pdf)
7. Logística como Actividad Empresarial  
<https://es.slideshare.net/EquipoSCADA/logistica-como-actividad-empresarial>
8. Definición de logística por Julián Pérez Porto, 2009.  
<https://definicion.de/logistica/>
9. Definición de transporte por Julia Pérez Porto y Ana Gardey, 2010 y 2012.  
<https://definicion.de/transporte/>
10. Logística del transporte por Francesc Robusté Antón, 2005.  
<https://books.google.cl/books?isbn=8483017733>
11. Colegio de Ingenieros de Chile A.G.  
Carlos Soto Becar Presidente Comisión de Transporte, 2006.  
<http://www.ingenieros.cl/wp-content/uploads/2016/08/AQUI4.pdf>

12. Política Nacional de Transporte. Gobierno de Chile. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.  
<https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2013/05/borrador-pol%C3%ADtica-nacional-de-transportes.pdf>  
  
Optimización del transporte férreo/ transporte de contenedores  
[http://biblioteca.cnic.cl/media/users/3/181868/files/18813/E.4\\_-\\_Iniciativa\\_Transporte\\_ferroviano\\_VF.pdf](http://biblioteca.cnic.cl/media/users/3/181868/files/18813/E.4_-_Iniciativa_Transporte_ferroviano_VF.pdf)
13. Código de Comercio (COM) – Artículo 1041 Chile.  
[http://leyes-cl.com/codigo\\_de\\_comercio/1041.htm](http://leyes-cl.com/codigo_de_comercio/1041.htm)
14. Informe División de Recursos Naturales e Infraestructura Unidad de Transporte. Competencia y complementación de los modos carretero y ferroviario en el transporte de cargas – Capítulo V: Necesidades de integración modal del transporte de carga: El caso chileno.  
Myriam Echeverría, 2002.  
<https://books.google.cl/books?isbn=9213220391>
15. Transporte por ferrocarril: La guía de geografía, 2008.  
<https://geografia.laguia2000.com/economia/transporte-por-ferrocarril>
16. Instituto Ferrovial de Chile  
Francisco Godoy Reitze – Presidente, 2014  
<http://www.institutoferroviario.cl/2014/11/el-transporte-ferroviario-de-carga-en-chile-y-su-logistica/>
17. Puerto Multipropósito Angamos – Reseña Histórica.  
<https://www.puertoangamos.cl/nuestra-compa%C3%B1a/rese%C3%B1a-hist%C3%B3rica>
18. Transporte en el contenedor, Jaime Rodrigo de Larruca, Ricard Marí Sagarra, Joan Martín Mallofré, 2012)  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=275167>
19. Normas Administrativas. Resolución exenta N° 8177. Servicio nacional de aduana de Chile, 2016.  
<https://www.aduana.cl/resolucion-exenta-8177-30-12-2016/aduana/2016-12-30/123840.html>

20. Modifica compendio de normas aduaneras, N°7247 exenta, Valparaíso Chile, 2014.  
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1073299&buscar=resolucion+7247%2F205>
  
21. Metodología Lean Management.  
<https://www.codelco.com/proyecto-corporativo-c-comenzo-a...en.../174657.html>  
<http://www.escuelalean.es/divulgacion/que-es-lean-management>
  
22. Escuela Cuantitativa  
<http://www.buenastareas.com/materias/la-escuela-cuantitativa-russell-l-ackoff-herbert-simon-y-victor-h-vroom-la-escuela-cuantitativa-de-la-administraci%C3%B3n-considera-que-el-quehacer-de-la-organizaci%C3%B3n-puede-ser-facilitado-si-por-una-pa/0>