Proyecto de Entrenamiento Profesional

Especialización en Gestión Logística

“Aumento de la capacidad máxima de descarga de camiones en empresa agroexportadora”.

Autor: Rodrigo Ghilardi

Tutor: Ing. Gustavo Matus

2021

Índice:

INTRODUCCIÓN 6
CONTEXTO ACTUAL 7
Principales competidores agroexportadores 8
Capacidad teórica de los puertos del Gran Rosario 9
Participación actual del ferrocarril como medio de transporte 11
ANTECENDES 13
Diseño de Recepción Logística de Terminales Portuarias 13
MARCO TEORICO 15
Medios de transportes utilizados en el cordón Up-River 15
Conceptos Logísticos Aplicados 16
Operaciones claves de logística de recepción en una terminal portuaria 16
Calado **17**
Pesaje en Balanzas **17**
Plataformas de Descarga **18**
Teoría de las Restricciones (TOC) 19
¿Qué entendemos por “cuellos de botella”? 20
¿Qué tipo de limitaciones podemos encontrarnos? 20
5 pasos para identificar las limitaciones 20
Identificar el cuello de botella **20**
Decidir cómo explotar el cuello de botella **20**
Subordinar todo a la decisión anterior **20**
Elevar el cuello de botella **21**
Una vez eliminado el cuello de botella, empezar de nuevo **21**
Lean Logistics 21
Principios de la metodología Lean Logistics 22
Principales despilfarros contra los que lucha Lean logistics 22
OBJETIVOS 23
Objetivos Generales 23
Objetivos Específicos 23
METODOLOGIA 24
Descripción de la empresa del caso de estudio 24
Distribución y Lay-Out 25
Relevamiento y análisis de datos históricos, agosto 2020 a julio 2021 28
Análisis de capacidades nominales 33
Análisis de descargas de vagones 42

Benchmark de puertos graneleros 43
Análisis de empresas encuestadas 46
Conclusiones de estudios técnicos 48
Recalado de camiones con pellet de cascara para exportación 51
Indicadores de gestión 55
Conclusión 57
Bibliography 58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Principales Puertos del Cordón Up-River 7
Tabla 2 – Ranking de Exportadores 8
Tabla 3 – Capacidad teórica de Puertos del Gran Rosario 10
Tabla 4 – Toneladas transportadas por FFCC enero-diciembre 2020 11
Tabla 5 – Variación por toneladas transportadas por FFCC enero-diciembre 2020/2019 12
Tabla 6 – Variación en la participación por rubro de carga en FFCC 12
Tabla 7 – Cant. de camiones descargados por mes 28
Tabla 8 – Cant. de vagones descargados por mes 29
Tabla 9 – Tiempos promedios de descarga 29
Tabla 10 – Análisis de arribos por rangos horarios 30
Tabla 11 – Otros productos recepcionados 31
Tabla 12 – Datos relevados de Calada 33
Tabla 13 – Tiempos relevados de Calada 34
Tabla 14 – Datos relevados de Balanzas 35
Tabla 15 – Datos relevados de Descargas de Camiones 35
Tabla 16 – Capacidades estimadas en cada eslabón de Recepción 37
Tabla 17 – Escenario de programa N°1 38
Tabla 18 – Escenario de programa N°2 38
Tabla 19 – Escenario de programa N°3 38
Tabla 20 – Escenario de programa N°4 39
Tabla 21 – Calado de otros productos 40
Tabla 22 – Escenario combinado cereales y otros productos 41
Tabla 23 – Benchmark de Puertos Graneleros 44
Tabla 24 – Resumen de empresas encuestadas 46
Tabla 25 – Tiempos promedios de operaciones críticas en empresas encuestadas 46
Tabla 26 – Relación cupeo/instalaciones según empresas encuestadas 47
Tabla 27 – Relación de programa de cupeo/equipamiento según empresas encuestadas 48
Tabla 28 – Estimación de equipamiento según promedio de empresas encuestadas 48
Tabla 29 – Estimación de costos de inversión 49
Tabla 30 – Diagrama de procesos para calado de pellet 52
Tabla 31 – Diagrama de procesos para calado de pellet con propuesta de mejora 54

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Imagen de Calador Automático (SAUR Equipamentos S.A., 4 feb 2019) 17
Ilustración 2 – Imagen de bascula de camiones (maquinariasibarrola.com.ar) 18
Ilustración 3 – Imagen de plataforma volcadora para la descarga de camiones (ellitoral.com) 19
Ilustración 4 - Lay Out de Puerto (Imagen satelital Google Maps) 26
Ilustración 5 – Flujo Logístico de Recepción (Imagen satelital Google Maps) 27
Ilustración 6 – % de arribos por rangos horarios (Elaboración propia) 31
Ilustración 7 – Propuesta de nueva mano de Calada (Imagen satelital Google Maps) 50

INTRODUCCIÓN

Como proyecto de entrenamiento profesional se realizará un estudio de caso de una empresa multinacional agroexportadora, ubicada en el cordón Up-River de Argentina. Dicha empresa recibe cereales y oleaginosos mediante diferentes medios de transporte. Entre ellos, el camión como el más utilizado y además como principal actor en la problemática logística a estudiar.

La situación actual comienza a tener relevancia, cuando en época de cosecha gruesa surge la necesidad de trabajar a máxima capacidad descargando aproximadamente mil camiones al día más trenes. Considerando tres productos diferentes, en nuestro caso soja, maíz y trigo.

El principal problema detectado es el vaciado de la playa de camiones, utilizada como buffer entre el sector de Calada y el sector de Balanza. Dicha discontinuidad en el flujo operativo genera de forma consecuente una disminución en la cantidad de camiones descargados durante el día y un potencial aumento del tiempo de permanencia de los transportes dentro de la terminal portuaria.

El tema de estudio se abordará principalmente desde la Teoría de las Restricciones ya que a primera instancia podemos observar un cuello de botella entre dos operaciones lo cual nos permite generar esta hipótesis como hilo conductor en nuestro estudio. Además, se aplicarán herramientas para la gestión logística donde se estudiarán datos históricos como por ejemplo, cantidad de camiones descargados, tipos de productos descargados, tiempos de permanencia en planta, horarios de arribos, etc.

Como objetivo resultante de este proyecto de entrenamiento profesional, se estudiará la optimización de la capacidad máxima instalada para descargar tres productos distintos con demoras aceptables. Además, se fijarán indicadores claves que permitan medir la eficiencia y el cumplimiento de las operaciones planificadas.

CONTEXTO ACTUAL

Nuestra empresa de estudio está situada en el núcleo agroexportador del país conocida como la zona Up-River, donde actualmente año tras año se concentra el mayor arribo de camiones de cereales y oleaginosos que van llegando a los puertos del Gran Rosario, para que luego esa mercadería pueda ser procesada y/o exportada a diferentes lugares del mundo.

Como publicó (BCR R. , 2020) Argentina se organiza bajo dos zonas portuarias principales. La zona comprendida por al sur de la Provincia de Buenos Aires que abarca los puertos de Necochea-Quequén y Bahía Blanca; y la zona del Gran Rosario, que abarca las terminales portuarias localizadas sobre 70 Km de costa del Río Paraná desde Arroyo Seco y hasta Timbúes (también denominada Zona Up-River Paraná). En este polo exportador se encuentran localizadas 31 terminales portuarias que operan distintos tipos de cargas en donde 21 terminales despachan granos, aceites y subproductos a todo el mundo.

Debajo se listan los principales puertos que actualmente componen y operan en el cordón Up-River.

Tabla 1 – Principales Puertos del Cordón Up-River

Localización	Elevador terminal	¿El puerto cuenta con fábrica aceitera anexa?	Capacidad de almacenaje de granos	Capacidad de almacenaje de subproductos	Capacidad de Almacenaje Aceites
Timbúes	Terminal Renova	si	420.000	420.000	90.000
Timbúes	DreyfusTimbúes	si	265.000	100.000	45.000
Timbúes	COFCO Timbúes	si	630.000	150.000	120.000
Gral. San Martín	Terminal 6 Muelle Norte Terminal 6 Muelle Sur	si	1.160.000	410.000	143.000
Gral. San Martín	Arauco Argentina	no			8.500
Gral. San Martín	Cargill Muelle Quebracho	si	415.000	285.000	82.000
Gral. San Martín	COFCO PGSM	si	357.000	99.000	50.000
Gral. San Martín	ADM Muelle El Tránsito	no	150.000	Incluído	20.000
Gral. San Martín Gral. San Martín	Bunge Muelle Pampa Bunge Muelle Dempa	si	400.000	160.000	48.000
San Lorenzo	A.C.A. San Lorenzo	no	240.000		40.000
San Lorenzo	AKZO Nobel	no			22.000
San Lorenzo	Vicentín	si	172.500	Incluído	42.700
San Lorenzo	Molinos Agro Muelle San Benito	si	450.000	270.000	54.000
Rosario	Terminal Puerto Rosario	no	150.000	Incluído	48.000
Rosario	Elevadores de granos VI y VII	no	205.000		
Villa Gdor. Galvez	Cargill Villa Gdor Gálvez	si	200.000	140.000	35.000
Punta Alvear	Cargill Muelle Punta Alvear	si	240.000		
Arroyo Seco	ADM Arroyo Seco	no	249.000		
General Lagos	Dreyfus Complejo Portuario General Lagos	si	830.000	200.000	66.000
TOTAL			**6.533.500**	**2.234.000**	**914.200**
TOTAL CAPACIDAD DE ALMACENAJE GRANOS Y SUBPRODUCTOS. GRAN ROSARIO			**8.767.500**		
TOTAL CAPACIDAD DE ALMACENAJE ACEITES VEGETALES. GRAN ROSARIO					**914.200**
TOTAL CAPACIDAD DE ALMACENAJE. GRAN ROSARIO			**9.681.700**		

Fuente: (BCR, s.f.)

Principales competidores agroexportadores

Si analizamos las últimas campañas de cosecha gruesa, según el informe de (BCR, s.f.) durante la campaña 20/21 Argentina exporto un volumen de 89,78 millones de toneladas, 10 millones por debajo del récord alcanzado en el ciclo 2018/2019, en el ranking de los principales exportadores de granos y subproductos.

Según un documento elaborado por la Bolsa de Comercio de Rosario, algunas empresas que ya se encontraban en el mercado han sabido incrementar su participación, tal es el caso de Cargill que ha acrecentado su posición relativa llegando a ser el principal exportador de granos y subproductos en la última campaña, anotando 12,7 millones de toneladas en declaraciones juradas de ventas al exterior (DJVE). Superó sus 11,9 millones de toneladas de 2018/2019.

Tabla 2 – Ranking de Exportadores

Empresa	Rank. 10/11	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	Rank. 19/20
		En millones de toneladas										
Cargill	1°	10,13	8,53	6,86	6,48	7,84	9,74	11,85	9,62	11,9	12,7	1°
COFCO /1		-	-	-	-	4,75	11,09	11,77	10,20	14,5	11,7	2°
Nidera /1	7°	3,60	3,49	3,82	3,79	*5,19*	*6,30*	*5,70*	*1,18*	-	-	
Noble /1	6°	4,16	2,78	3,60	3,12	*4,12*	*3,55*	-	-	-	-	
Moreno Hnos.	12°	2,31	2,55	3,38	3,74	4,06	5,25	5,10	5,77	7,8	10,4	3°
ADM /2	4°	5,82	7,14	5,82	2,65	5,70	5,86	6,74	6,63	11,2	8,7	4°
Toepfer	11°	2,78	4,07	3,67	1,64	*2,74*	*3,18*	*1,04*	-	-	-	
Bunge	2°	8,51	6,57	6,50	5,78	7,46	8,07	8,63	6,83	9,6	8,7	5°
AGD	5°	5,40	4,52	5,38	5,75	6,88	6,47	6,87	6,68	9,0	7,4	6°
LDC	3°	6,58	5,97	5,72	4,39	5,65	8,26	7,42	5,91	6,8	6,9	7°
ACA	9°	3,35	4,15	4,36	3,99	3,49	3,76	4,57	3,24	5,5	6,1	8°
Molinos Agro /3	10°	3,29	2,37	2,65	2,47	3,30	3,33	3,74	3,59	5,0	5,7	9°
Amaggi	14°	0,33	0,95	1,22	0,96	1,41	1,08	1,22	1,15	1,5	1,1	10°
AFA	13°	1,12	0,96	1,84	1,82	2,15	1,91	1,61	0,50	0,4	0,5	11°
Vicentín	8°	3,37	2,37	3,27	4,30	5,99	5,89	6,71	6,77	8,5	0,2	12°
Resto		10,20	11,06	11,98	12,43	17,27	11,02	9,96	5,52	7,0	9,6	
Total general		**68,73**	**64,22**	**67,14**	**62,00**	**80,50**	**81,75**	**86,18**	**72,41**	**98,74**	**89,78**	

Fuente: (BCR, s.f.)

En el caso de nuestra empresa el volumen exportado se ha mantenido relativamente estable, pero han aparecido nuevos competidores que lograron posicionarse por encima en la tabla, generando que nuestra empresa baje algunos escalones en el ranking de exportadores de granos y subproductos de Argentina.

Capacidad teórica de los puertos del Gran Rosario

Actualmente los principales exportadores del cordón Up-River compiten por lograr la mayor originación de mercadería para sus puertos y además tener instalaciones eficientes que permitan poder recepcionar el volumen comercializado en el momento necesario, ya que, si no es posible recibir la mercadería en destino, posiblemente algún competidor lo haga.

Para poder recibir y exportar los grandes volúmenes que se manejan en la actualidad, las plantas y puertos deben contar con una logística competitiva para hacer frente a la situación.

Según un artículo publicado por (BCR, s.f.). en el año 2018 ingresaron al Gran Rosario 1.549.361 camiones portando granos para su descarga (ida solamente). Ese fue un año atípico por la sequía que generó mermas productivas, dado que en un año normal pueden ingresar hasta cerca de dos millones de camiones al área (ida solamente). De esos 1.549.361 el 76% se dirigió hacia el área norte del Gran Rosario, con el 24% restante dirigiéndose hacia los puertos del sur. Para el grano que llega por esta vía se estima, según relevamientos propios que hemos realizado, que la capacidad de descarga promedio de los distintos puertos del Gran Rosario sumados sería de 17.560 camiones diarios, lo que equivaldría a unas 491.300 toneladas diarias.

Como se puede observar es un volumen muy importante que requiere de grandes instalaciones logísticas eficientes y eficaces, logrando agilizar las descargas para que no se generen demoras y congestiones en las rutas o playas de esperas.

Según la fuente (BCR, s.f.) las plantas con mayor capacidad de descarga diaria de camiones, en orden de importancia, son: Renova en Timbúes, que puede descargar unos 2.100 camiones diarios en su planta (58.800 toneladas/día), Terminal 6 en San Martin, que puede descargar 1.800 camiones diarios (50.400 t/día), seguidos por COFCO en Puerto General San Martín (PGSM) y Muelle San Benito de Molinos Agro en San Lorenzo, que cuentan ambos con capacidad teórica para descargar 1.400 camiones diariamente (39.200 t/día).

En la tabla siguiente se puede observar las capacidades declaras por los puertos del Gran Rosario.

Tabla 3 – Capacidad teórica de Puertos del Gran Rosario

Localización	Terminal portuaria	Muelle barcacero	Playa interna de camiones	Playa externa de camiones	Total capacidad de playas de camiones	Ritmo de descarga de camiones (camiones / día)	Capacidad de descarga de barcazas (Tn / día)	Acceso FFCC
Timbúes	**Renova**	si	940	no	940	2.100	12.000	no
Timbúes	**Dreyfus - Complejo Portuario Timbúes**	si	200	400	600	720	12.000	no
Timbúes	**Cofco Timbúes**	si	600	no	600	750	12.000	no
San Martín	**Terminal 6 Muelle Norte**	si	700	800	1.500	1.800	15.000	si
San Martín	**Terminal 6 Muelle Sur**							
San Martín	**Cargill - Muelle**	si	400	200	600	1.000	12.000	no
San Martín	**Cofco PGSM**	si	750	300	1.050	1.440	7.200	si
San Martín	**ADM - Muelle El**	si	80	320	400	900	11.000	no
San Martín	**Bunge - Muelles Pampa**	no	1.100	no	1.100	900	no	si
San Martín	**Bunge - Muelles Dempa**							
San Lorenzo	**A.C.A. San Lorenzo**	si	500	no	500	1.000	12.000	si
San Lorenzo	**Vicentín**	si	1.180	no	1.180	1.000	10.800	si
San Lorenzo	**Molinos Agro - Muelle San Benito**	no	50	1.000	1.050	1.400	no	si
Rosario	**TPR Terminal 1 (ex**	si	150	100	250	S/ información	8.400	si
Rosario	**Servicios Portuarios - Unidad VI**	si	350	380	730	760	S/ información	si
Rosario	**Servicios Portuarios - Unidad VII**					390		
Villa Gdor. Galvez	**Cargill - Complejo Villa Gdor Gálvez**	si	90	no	90	700	12.000	si
Alvear	**Cargill - Muelle Punta Alvear**	no	1.100	no	1.100	800	no	si
Arroyo Seco	**ADM Arroyo Seco**	no	300	500	800	900	no	no
General Lagos	**Dreyfus - Complejo Portuario General Lagos**	si	1.200	no	1.200	1.000	5.000	si
	TOTALES	**13**	**9.690**	**4.000**	**13.690**	**17.560**	**129.400**	**11**

Fuente: (BCR, s.f.)

Considerando dichos volúmenes, la capacidad teórica de descarga de las terminales portuarias del Gran Rosario asciende aproximadamente a 600.000 tn/día, sumando todos los medios de transporte. Por ser el polo de industrialización y exportación de granos a nivel nacional más importante del país, el Gran Rosario cuenta con una capacidad extraordinaria para recibir granos y subproductos durante todo el año, desde muchos puntos del país y el exterior.

A modo de conclusión puede observarse que el medio de transporte más utilizado en el rubro de la agroexportación es el camión, con un 90% aproximado del flujo en el cordón Up-River. Esto nos da la pauta de que optimizar la capacidad de descarga de camiones nos permite ser más competitivo en el mercado y poder captar mayores volúmenes durante las épocas de cosecha gruesa marzo/junio y cosecha fina octubre/noviembre.

Además, hoy en día es muy importante garantizar una eficiente descarga, logando disminuir los tiempos de permanencia del transporte dentro de la planta. Esto genera por un lado mayor confort hacia los transportistas como también mayores beneficios a las empresas de trasporte que logran conseguir mayor cantidad de fletes disminuyendo los tiempos de permanencias en los puertos.

Participación actual del ferrocarril como medio de transporte

De acuerdo con la información que publica la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT), la carga total transportada por ferrocarril en Argentina en el año 2020 disminuyó con relación a igual período del año anterior en un 4,3%, en tanto que las toneladas-kilómetro registraron caída del 3,7%.

Según el informe de (Ybañez, 2021) la participación de cada una de las empresas concesionarias del servicio, FerroExpreso Pampeano S.A.; Nuevo Central Argentino S.A. y Ferrosur Roca S.A., en ese total fue de 18,3%; 33,3% y 18,5%, respectivamente. En tanto, la participación de las líneas San Martín, Urquiza y Belgrano, que forman parte de Trenes Argentinos Cargas y Logística, fue de 17,0%; 1,6% y 11,3%, respectivamente.

Si se suma la participación de las tres empresas concesionarias y la de las tres líneas que opera Trenes Argentinos Cargas y Logística, las primeras alcanzaron el 70% mientras que las segundas el 30% en el 2020. Esto representa un aumento de cinco puntos porcentuales para el *market share* de Trenes Argentinos Cargas y Logística con relación al año anterior; pasó del 25% en el 2019 al 30% en el 2020.

Tabla 4 – Toneladas transportadas por FFCC enero-diciembre 2020

			Participación %			
Año	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**
FerroExpreso Pampeano S.A.	3.771.625	4.358.000	18,3%	20,3%		
Nuevo Central Argentino S.A.	6.844.452	7.308.521	33,3%	34,0%	70%	75%
Ferrosur Roca S.A.	3.794.487	4.474.290	18,5%	20,8%		
Trenes Argentinos Cargas y Logística						
- Línea San Martín	3.490.779	3.267.908	17,0%	15,2%		
- Línea Urquiza	337.262	318.076	1,6%	1,5%	30%	25%
- Línea Belgrano	2.317.561	1.761.462	11,3%	8,2%		
Total	**20.556.166**	**21.488.257**	100,0%	100,0%		

Fuente: ((CNRT), 2021)

Tabla 5 – Variación por toneladas transportadas por FFCC enero-diciembre 2020/2019

FerroExpreso Pampeano S.A.	-13,5%
Nuevo Central Argentino S.A.	-6,3%
Ferrosur Roca S.A.	-15,2%
Trenes Argentinos Cargas y Logística. - Línea San Martín	6,8%
Trenes Argentinos Cargas y Logística. - Línea Urquiza	6,0%
Trenes Argentinos Cargas y Logística. - Línea Belgrano	31,6%
Total	**-4,3%**

Fuente: ((CNRT), 2021)

Tabla 6 – Variación en la participación por rubro de carga en FFCC

				Part.por rubro (%)		
		2020	2019	2020	2019	
1	Abonos y fertilizantes	23.332	41.894	0,1%	0,2%	-0,1%
2	Aceites	599.480	689.759	2,9%	3,2%	-0,3%
3	Combustibles	254.246	244.254	1,2%	1,1%	0,1%
4	Contenedores	59.166	73.258	0,3%	0,3%	-0,1%
5	Granos	10.793.133	10.461.154	52,5%	48,7%	3,8%
6	Maderas	215.053	159.113	1,0%	0,7%	0,3%
7	Manufacturas	1.045.961	784.526	5,1%	3,7%	1,4%
8	Material de vía	298.057	370.421	1,4%	1,7%	-0,3%
9	Minerales y materiales de construcción	3.794.757	4.940.503	18,5%	23,0%	-4,5%
10	Otros productos alimenticios	216.385	210.827	1,1%	1,0%	0,1%
11	Otros productos agrícolas	83.887	41.853	0,4%	0,2%	0,2%
12	Subproductos agrarios	2.639.038	2.984.173	12,8%	13,9%	-1,0%
13	Químicos y petroquímicos	415.898	337.553	2,0%	1,6%	0,5%
14	Cargas generales	117.772	148.968	0,6%	0,7%	-0,1%
	Totales	**20.556.165**	**21.488.257**	**100%**	**100%**	
	Familia de productos 1+2+5+6+10+11+12		**14.570.308**			
	Participación productos agroindustriales en 2020		**71%**			

Fuente: ((CNRT), 2021)

A modo de conclusión podemos observar que los volúmenes del 2020 con respecto al 2019 se mantiene relativamente similar, pero se observa un incremento en el volumen de los granos del 4,2%.

ANTECENDES

Diseño de Recepción Logística de Terminales Portuarias

Con el fin de conocer cómo se diseña una instalación de recepción portuaria estándar, se consultó al Ing. Alberto Del Vecchio, Especialista y Asesor en temas Portuarios, vinculado a la Universidad Nacional de Rosario.

Del Vecchio comentó: “Si bien hay mucha información en lo que refiere a Puertos Agroexportadores tanto de Argentina como del resto del mundo, no tiene presente que exista bibliografía referente a la recepción de dichos puertos graneleros tanto sea de capacidades nominales como de diseños de estos”.

Lo cual concuerda con la información consultada en internet, en libros y bibliografía del tema estudiado.

El Ingeniero Del Vecchio nos vinculó con el Ing. Carlos Barbieri, titular de la firma ABING SRL.

ABING es una importante empresa consultora en ingeniería de la ciudad de Rosario, tanto en la elaboración de estudios y proyectos como en la prestación de servicios de asistencia técnica a las obras.

Su creación fue Impulsada por la capacidad y experiencia profesional personal de sus socios. Desde sus inicios, ha trabajado para las principales plantas de acopio, terminales portuarias e industrias de la zona, así como también con organismos públicos y empresas constructoras.

ABING ha desarrollado su actividad, básicamente, en torno de la construcción de obras portuarias y de acopios variados. Actualmente, se ha diversificado ampliando sus ámbitos de actividad y abarcando áreas tan diversas como: obras para redes hidráulicas y saneamiento, infraestructura de plantas industriales, estructuras, edificación, energía y combustible.

ABING lleva casi 20 años interviniendo de forma muy activa en la creación de obras para el crecimiento de la zona y el país. Ha conseguido consolidar su posición y se encuentra en período de apertura a nuevos mercados a nivel internacional, habiendo hecho varias experiencias en este sentido para grandes comitentes en Latino américa desde hace ya casi una década.

Algunos de los proyectos en los que trabajo la empresa:

- ACA – Anteproyecto Terminal para Recepción, Acopio y Embarque de granos.
- ACA – Dirección de obra Terminal para Recepción, Acopio y Embarque de granos.
- DyOPSA S.A. – Muelle de Embarque para Buques de gran porte.
- Noble Argentina S.A. – Montaje y Operación de Pórtico grúa para descarga.

Una de las consultas realizadas al Ingeniero Barbieri fue sobre bibliografía de instalaciones y diseños de puertos graneleros, puntualmente del eslabón de recepción donde se encuentra la Calada, Balanza y Descarga como operaciones más relevantes del proceso.

El ingeniero explicó que: “Actualmente no poseen ese tipo de información y que desconoce que exista, además comentó que Argentina es uno de los lugares del mundo más avanzando en este tipo de logística portuaria”.

Otra consulta fue, de qué manera realizan el diseño de este tipo de instalaciones Portuarias.

Barbieri explico: “Normalmente el comitente es quien dice que tipo de instalación quiere, por ejemplo: cuantas manos de caladas, cuantas plataformas volcadoras, cuantas balanzas, dimensiones de los almacenajes, etc. Luego nosotros realizamos la ingeniería básica y de detalle en función de lo solicitado por el comprador”.

Como se puede ver en lo mencionado anteriormente no hay una “receta” para este tipo diseño logístico, más que la propia experiencia de los operadores portuarios que actualmente operan dichas terminales.

Con el fin de comparar nuestras instalaciones con otros competidores agroexportadores y poder obtener factores comunes que nos ayuden a encontrar dicha relación en los procesos, se realizó una serie de consultas a referentes de otras terminales portuarias. Dicha información será analizada más adelante en el estudio del caso.

MARCO TEORICO

Medios de transportes utilizados en el cordón Up-River

Actualmente los medios de transportes utilizados para entregar la mercadería a los puertos están compuestos por Camiones, Trenes y Barcazas.

Dichos medios de transportes son importantes para el traslado de la mercadería desde el campo o acopios a los puestos exportadores.

Según un estudio realizado por (BCR, s.f.) **El camión**, establecido como el principal transporte de cargas en Argentina, se estima entregue el 89% de la soja entrante a las terminales del Gran Rosario en la campaña 2019/20. Más de un millón de camiones descargará soja de la campaña actual en los próximos doce meses, posibilitando el arribo de 30.400.000 toneladas a la zona. La distribución temporal del ingreso de la mercadería transportada por camiones responde a la disponibilidad de la cosecha por parte de los agricultores.

También contamos con el **Ferrocarril**, donde oportunamente (BCR, s.f.) explicó que es el segundo medio de transporte en importancia tanto para la carga total de granos como para el transporte de la oleaginosa en particular. En la presenta campaña 2019/20, se espera que el 10% de los porotos que ingresen al Gran Rosario lo hagan en vagones ferroviarios. Con esto, las cargas por tren de soja con destino a industrias y puertos de la región totalizarán alrededor de 3.240.000 tn.

Por último, tenemos el transporte fluvial donde según el informe (BCR, s.f.) se estima que 400.000 tn de soja 2019/20 bajarán en **Barcazas** por el río Paraná, desde los puertos chaqueños de Barranqueras y Vilelas y las terminales entrerrianas de Diamante y La Paz. La participación de los fletes fluviales de cabotaje en el total de soja transportada en Argentina es de apenas un 1%.

Como podemos ver el transporte predominante es el camión, actualmente existen varios tipos de camiones de cargas, entre ellos los más habituales son del tipo chasis y acoplado, auto descargable conocidos como bateas y tipo tolva. Se debe considerar que la capacidad actual ronda en 30 tn de mercadería transportada por vehículo, también podemos observar una leve tendencia con los transportes auto-escalables y bitrenes que están comenzando a transitar nuestras rutas actualmente, con posibilidad de transportar hasta 55 tn de producto neto.

Conceptos Logísticos Aplicados

Según CLM “Council of Logistic Management”:

“Logística es la etapa de la SCM que se encarga del proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente de los bienes, servicios, y la información asociada, generado desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos de los clientes, al menor costo posible efectivo.”

Dentro del área Logística, nos encontramos con tres eslabones importantes:

- Logística de Abastecimiento
- Logística de Operaciones
- Logística de Distribución

Si asociamos estos conceptos a un Puertos Agroexportador podemos clasificar los diferentes eslabones de la siguiente manera:

Logística de Recepción: ingreso de los camiones, presentación de documentación, calada, pesaje y descarga de camiones.

Logística de Operaciones: manipuleo interno, secado de soja, conservación, almacenaje y control de stock.

Logística de Distribución: control de mercadería disponible para embarque, carga de camiones para ventas al mercado interno y externo, embarques de buques de sólidos y líquidos.

Se realizará una breve descripción de la **Logística de Recepción** de las empresas exportadoras de cereales, oleaginosas y subproductos. Con el fin de entender sus operaciones y conocer los conceptos utilizados en el área donde se realizará el caso de estudio.

Operaciones claves de logística de recepción en una terminal portuaria

Las operaciones más importantes y relevantes dentro del proceso de recepción en una terminal portuaria agroexportadora, están dadas por la Calada, Pesaje y Descarga de los camiones arribados en el Puerto.

Calado

Funcionamiento del Calador

Según la fuente consultado de (Jorgensen, s.f.) se introduce la sonda en la carga del camión con las ventanas de los sectores inferior, medio y superior cerradas. Una vez llegado al piso del camión se abren simultáneamente las celdillas de los tres sectores. Cada una de estas se llenan por gravedad sin ningún efecto de aspiración (en forma idéntica al calador manual). Se cierran las celdillas y las muestras obtenidas se vuelcan automáticamente en tres cámaras independientes "A" (sectores inferior, medio y superior). Las muestras fluyen de las cámaras a las bocas de la cámara "B" siendo retiradas por sistema neumático independiente y transportadas hasta los correspondientes gabinetes colectores de muestra.

Método de Muestreo

Considerando el procedimiento actual por Resolución SAGyP N° 1075/94 – Norma XXII y XXII se calará cada vehículo, utilizando un calador sonda de una longitud suficiente como para alcanzar el fondo, introduciéndolo en forma perpendicular al mismo. Chasis: se realizará un mínimo de TRES caladas distribuidas en dos de los cuatro ángulos del camión, a 0,40 mts. aproximadamente de la pared, y en el centro, extrayendo además 250 grs. del conjunto de boquillas, si las hubiere. Extracción de muestras en chasis Acoplado: se procederá en forma similar al chasis, pero realizando un mínimo de CINCO caladas, cuatro en cada ángulo del vehículo, y una equidistante en la zona central del mismo. Se extraerá además 250 grs. del conjunto de boquillas si las hubiera.

Ilustración 1 – Imagen de Calador Automático (SAUR Equipamentos S.A., 4 feb 2019)

Pesaje en Balanzas

Una vez calados los camiones quedan a la espera de descarga en la playa pos calado, dependiendo de cómo se esté realizando la descarga, el Balancero llama por parlantes a los transportistas para que avancen hacia la Balanza de Bruto y luego una vez realizado el peso de bruto los envía hacia la plataforma de descarga seleccionada.

Tener presente que el camión una vez descargado, debe pasar por la balanza de tara para obtener como resultado el peso de la mercadería entregada (neto).

Ilustración 2 – Imagen de bascula de camiones (maquinariasibarrola.com.ar)

Plataformas de Descarga

Cuando el camión llega a la descarga se procede a descargar la mercadería según los procedimientos para dicho transporte, por ejemplo: camión con chasis y acoplado es elevado en la plataforma volcadora hasta alcanzar los 35° donde es vaciado por completo. Los camiones tipo bateas son descargados de forma autónoma, al igual que los camiones tolvas.

Descripción del Equipamiento:

De acuerdo con el informe de (qringenieria, s.f.) estos dispositivos denominados Plataformas Volcadora, se utiliza básicamente para inclinar un contenedor de carga como ser un chasis, acoplado, batea, etc para provocar la descarga de todo su contenido por efecto de escurrimiento hacia la parte trasera de dicha plataforma. Con capacidad para 40 toneladas de peso bruto, su uso está destinado a la descarga de materiales a granel sin necesidad de paleo humano transportados en camiones y acoplados. La inclinación máxima de la plataforma es de 35/40º.

Para efectuar el izaje de la plataforma el dispositivo lleva montado un par de cilindros telescópicos que van alojados en sendos pórticos que están solidarios a la estructura base en su parte inferior y a la plataforma pivotante en la parte superior.

Básicamente, consta de una estructura metálica de aprox. 2,8 x 9 mts, realizada en perfiles laminados con piso en chapa antideslizante.

Posee un par de calzas que traban las ruedas traseras de la unidad a descargar, siendo su accionamiento de forma hidráulica o manual.

La plataforma pivota en un par de ejes bisagras que van montados sobre la tolva del paso camión.

Método de Operación:

En la descarga ingresan camiones de todo tipo, entre ellos camión con chasis y acoplado, tipo batea auto descargable, tipo tolva, etc. El más habitual actualmente es del de chasis y acoplado que necesita para su descarga la elevación mediante una plataforma volcable.

El proceso de descarga comienza una vez que el camión ingresa, donde necesita que se abran las compuestas tanto del chasis como del acoplado, luego posicionarse y quedar trabado mediante un sistema de calzas, las cuales impiden que una vez elevado no se caiga hacia atrás.

El camión se va descargando a medida que es elevado, una vez que llega a su punto máximo se debe bajar nuevamente.

Para finalizar se debe bajar la plataforma y luego las calzas, donde se subirá el trasportista y retirará de la descarga con el camión vacío.

Ilustración 3 – Imagen de plataforma volcadora para la descarga de camiones (ellitoral.com)

Teoría de las Restricciones (TOC)

En nuestro caso de estudio se planteará la hipótesis principal como un problema de Teoría de las Restricciones (TOC), también conocida como “cuello de botella” considerando uno de los factores claves en la problemática al vaciado de la playa intermedia entre Calada y Balanza de Bruto, generando tiempos muertos en la descarga de camiones. Lo que impacta directamente en un menor volumen de camiones descargados durante el día.

La Teoría de las Restricciones (TOC) o Teoría de las Limitaciones según (PASTRANA, 2020), un conjunto de metodologías que ayuda a identificar aquellos impedimentos que dificultan la consecución de los objetivos fijados. Se trata pues de un sistema de mejora continua a implementar en una organización con problemas de desarrollo o productividad.

La Teoría de las Limitaciones fue desarrollada por el doctor en Física, Eliyahu M. Goldratt, en su Libro ‘La Meta’.

¿Qué entendemos por “cuellos de botella”?

Según (PASTRANA, 2020) aquellos elementos del proceso que por alguna razón suponen un obstáculo que impide o retrasa la realización de una determinada acción. En este caso, dificulta que la empresa alcance su meta como puede ser producir un número determinado de productos antes de una fecha concreta. Estos recursos son los que marcan el ritmo de la producción.

¿Qué tipo de limitaciones podemos encontrarnos?

Como comentó (PASTRANA, 2020) podemos diferenciar entre restricciones internas y externas. En el primer grupo, pueden suceder situaciones como contar con pocos recursos. que una determinada maquinaria no funcione correctamente o que varíe la política de ventas o de contratación. Por su parte, entre las limitaciones externas, destacamos las necesidades que requiera el mercado y nuestra adaptación a éste.

5 pasos para identificar las limitaciones

Analizando el artículo de (Prince, Teoría de las restricciones TOC y la cadena logística) y (PASTRANA, 2020) podemos utilizar una metodología de 5 pasos que se describen debajo:

Identificar el cuello de botella

Para saber qué elemento es el que provoca ese conflicto podemos tener en cuenta parámetros como: la carga de trabajo y el tiempo que tiene para realizar la tarea o si es el elemento de la cadena con más inventario a procesar.

Decidir cómo explotar el cuello de botella

Un error muy común es intentar parar el cuello de botella, en su lugar, debemos saber explotarlo para evitar que la producción se detenga.

Subordinar todo a la decisión anterior

Una vez sepamos qué queremos hacer con el cuello de botella, debemos convertirlo en el centro de la producción, en el tambor (drum) para que el resto de las máquinas trabajen para garantizar que nunca se pare.

Para lograrlo se recurre al Buffer, un amortiguador, que, en lugar de crear una cantidad adicional de material para evitar el desfase del cuello de botella, hace llegar material a los puntos críticos con antelación. Así protege el proceso de las interrupciones habituales y asegura que el tambor no se queda sin material.

Tanto el Buffer como el tiempo de preparación y ejecución de aquellas piezas que son anteriores al cuello de botella determinan cómo será la cuerda (Rope).

Elevar el cuello de botella

Si necesitamos aumentar la producción de todo el sistema habrá que aumentar también la capacidad del cuello de botella. Para ello podremos mejorar toda la eficiencia del equipo, buscar maquinaria nueva, subcontratar.

Una vez eliminado el cuello de botella, empezar de nuevo

Si se ha aumentado la capacidad de producción, ya no será necesario mejorar esa máquina o punto del proceso. Eso sí, esta metodología está basada en la búsqueda de la mejora continua por lo que debemos reiniciar el proceso para analizar todo el sistema.

Según el artículo publicado (Prince, Teoría de las restricciones TOC y la cadena logística)

La teoría de las restricciones constituye una filosofía integradora en los procesos logísticos, por su efectividad y porque mantiene la lógica que debe conservar todo proceso de mejora en cualquier tipo de organización.

La gestión por restricciones necesariamente debe aplicarse con un enfoque logístico, que conduzca al emprendimiento de procesos de mejora continua para lograr una correcta utilización de los recursos.

Lean Logistics

Otras de las herramientas utilizadas en este tipo de estudio, se conoce como Lean Logistics se le atribuye a (Martichenko, 2005) como su creador.

Según el artículo publicado en (MECALUX, s.f.) La metodología *Lean logistics* es una filosofía de gestión y organización de operaciones de origen japonés. Aplicar Lean Logistics a la cadena de suministro consiste en identificar y eliminar las actividades que no añaden valor para poder incrementar el flujo de productos, minimizando así los costes.

El concepto Lean se puede resumir con la máxima: “hacer cada vez más con menos” y esto se puede completar apuntando: menos esfuerzo, menos equipamiento, menos espacio, menos costes y menos tiempo.

Inicialmente, este conjunto de métodos, desarrollado por Taiichi Ohno en la empresa Toyota, se aplicó en el campo de la producción industrial, de ahí que se llamase *Lean manufacturing*.

Principios de la metodología Lean Logistics

La *Lean logistics* tiene por objetivo reducir los costes logísticos poniendo énfasis en detectar y atajar aquellas tareas que no generan valor añadido al proceso. Como consecuencia, se logrará un acortamiento del tiempo de ciclo del pedido. Al final, se trata de una búsqueda constante de la eficiencia, que podemos dividir en varias fases o principios:

1. Identificar qué actividades añaden valor para el cliente
2. Detectar los despilfarros y, a la vez, encontrar oportunidades de mejora
3. Crear un nuevo flujo de procesos optimizado
4. Optar por estrategias *pull* para minimizar el inventario
5. Estandarizar los nuevos procesos y mantener el cambio en el tiempo

Principales despilfarros contra los que lucha Lean logistics

Podemos clasificar los principales despilfarros en cuatro grandes grupos. Veamos en detalle sus características y cómo se podrían tratar:

- Exceso de stock almacenado
- Tiempos de espera y cuellos de botella
- Desplazamientos y movimientos innecesarios
- Errores que generan devoluciones y repetición de procesos

El concepto de *Lean logistics* parte de la premisa de que el cliente, cuando compra un producto, no paga por las actividades que no agregan valor a la cadena de suministro. La metodología concentra sus esfuerzos en eliminar los despilfarros que lastran la rentabilidad de la logística en la empresa.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

Como objetivo general se quiere estudiar y optimizar la capacidad máxima instalada de descarga de camiones en la terminal portuaria agroexportadora. Logrando obtener una propuesta de mejora entre dos operaciones claves de la recepción, donde actualmente se observa un cuello de botella.

La problemática actual está dada en época de cosecha gruesa cuando el sector logístico es operado a máxima capacidad, descargando alrededor de 1000 camiones al día más trenes, con tres productos diferentes, soja, trigo y maíz.

Bajo el escenario descripto anteriormente se comienzan a dar situaciones de vaciado de playa intermedia (buffer) entre las operaciones de Calada y Pesaje de Bruto de Camiones.

Considerando la hipótesis de cuello de botella, aplicaremos los conceptos de teoría de las restricciones para llevar adelante el estudio del caso.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que se llevaran adelante en nuestro desarrollo metodológico son los siguiente:

- Comprender en lay-out y flujo logístico afectado a nuestro estudio.
- Obtener y analizar datos históricos.
- Medir y analizar los tiempos de cada operación clave del proceso.
- Analizar las capacidades nominales.
- Realizar un benchmark con otras terminales portuarias.
- Encontrar el cuello de botella.
- Analizar posibles desperdicios del proceso.
- Realizar una propuesta de mejora que permita optimizar la capacidad de recepción.
- Aplicar indicadores claves para medir y controlar las operaciones.
- Conclusiones.

METODOLOGIA

Descripción de la empresa del caso de estudio

Nuestra empresa de estudio es una agroexportadora ubicada en el cordón Up-River, dicha empresa recibe cereales y oleaginosos mediante diferentes medios de transporte. entre ellos, camiones, trenes y barcazas.

Esta empresa cuenta con dos plantas de molienda de soja, que producen harinas, aceites crudos desgomados y subproductos. Además, posee dos Plantas de biodiesel logrando posicionarse dentro de los mayores productores de biodiesel del mundo. Por último, cuenta con una planta que produce lecitina de soja, logrando generar mayor valor agregado al procesamiento de oleaginosas.

Cuenta con dos líneas de embarque, que permiten cargar barcos panamax en aproximadamente un día de operación a las orillas del Río Paraná.

Dicha compañía provee alimentos tanto al mercado interno, como externo. Siendo la exportación su mayor fuente de operación hacia diferentes países del mundo.

El área Logística de la planta es la responsable de coordinar la recepción, operaciones, y embarque. Tiene dentro de sus actividades principales la recepción de la mercadería en sus diferentes medios de transportes, garantizando el control y segregación de la mercadería, las operaciones de descargas de camiones y vagones, secado de soja para crushing, almacenaje y conservación. Además, es la responsable de gestionar los dos muelles de carga, uno de sólidos, para cereales, harina y lecitina. Y un muelle de líquidos para la carga de aceite, biodiesel y glicerina.

Logística, es una de las áreas más grande de la planta, ya sea en activos físicos como en personal abocado a la operación. Su dotación ronda en aproximadamente 150 personas efectivas, aumentando en épocas de cosecha a 180 personas entre personal propio y contratado. Cabe aclarar que el personal operativo está afectado al sindicado aceitero de Rosario.

Actualmente el área logística de la empresa cuenta con una capacidad de recepción instalada de 1000 camiones/día más vagones. Para dicha capacidad se consideran solamente dos productos diferentes, por ejemplo, soja y maíz. Es importante tener presente que a medida que agregamos más cantidad de productos distintos, estamos aumentando los tiempos de recepción entre los mismos. Ya que esto nos genera pérdidas de tiempos en la separación por tipo de producto y diferentes calidades.

La demora de descargas para dicha capacidad ronda entre 8 y 12 horas aproximadamente. Entendiéndose por demora, el tiempo que permanece un camión en planta desde que ingresa cargado hasta que se retira vacío del complejo portuario.

Cabe destacar, que en épocas de cosecha es muy importante lograr captar la mayor cantidad de mercadería disponible del mercado, y además de esto poder dar una respuesta ágil al sector comercial de la compañía frente a las diferentes oportunidades de negocio que vayan surgiendo. Es sumamente indispensable el vínculo entre el área comercial e industrial, ya que de su agilidad depende lograr mayores volúmenes de negocios y exportación.

Como se comentó anteriormente, al aumentar la cantidad de tipos de productos aumenta las posibilidades de descargar mayor variedad de mercaderías, por ejemplo, describiendo un escenario frecuente tendríamos: maíz húmedo, maíz conforme grado 1 y maíz conforme grado 2 y 3; soja húmeda y soja conforme; trigo alta proteína, trigo baja proteína y trigo fuera de estándar. Si sumamos tenemos 8 tipos diferentes de mercadería que irían a distintos almacenajes, esto impacta proporcionalmente en menor cantidad de camiones descargados en el día.

Debemos tener presente que la recepción de camiones no es un proceso continuo como por ejemplo lo es la molienda de soja, sino que es un proceso en “Bach”. En donde se debe agrupar una cierta cantidad de camiones con la misma calidad para luego ser descargados. Es importante contar con un determinado stock de camiones segregados para poder ir abasteciendo las plataformas de descarga y que no se genere tiempo ocioso entre las mismas.

Distribución y Lay-Out

En esta etapa se explicará el lay-out de la terminal portuaria, identificando los sitios y operaciones claves dentro del proceso logístico.

Además, se mostrará el sentido del flujo in-out desde el momento en que los camiones ingresan cargados a la terminal hasta que se retiran vacíos.

También se identificará la zona afectada por nuestra problemática actual, en donde estaremos profundizando para identificar y analizar las variables que generan dicha condición.

Lay-Out general de la terminal portuaria

Puntos de indentificación del proceso

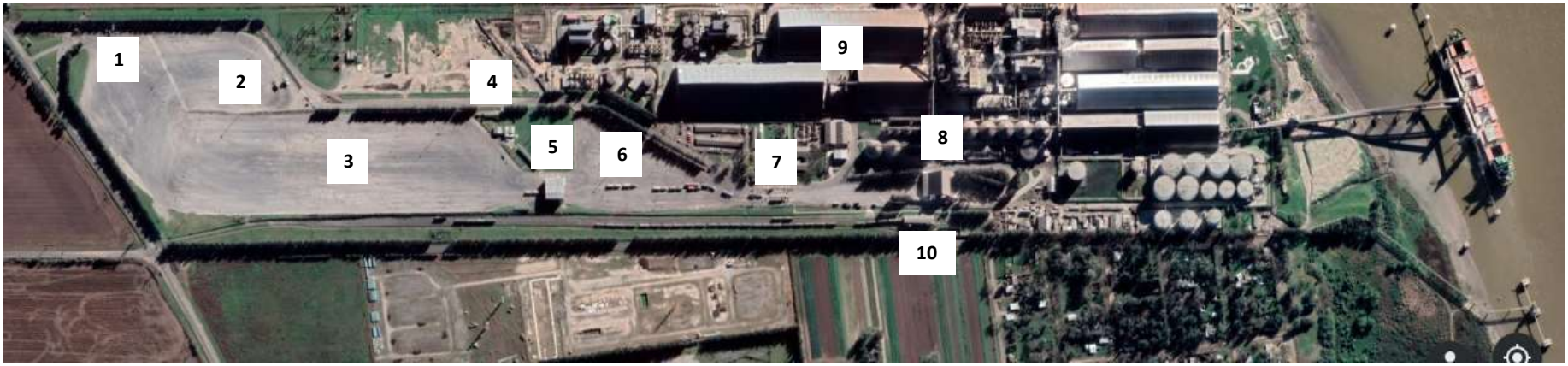


Ilustración 4 - Lay Out de Puerto (Imagen satelital Google Maps)

1- Ingreso
2- Oficina documentación Cupos
3- Playa de espera a Calada
4- Oficina documentación Control
5- Calada
6- Playa pos Calada
7- Balanzas bruto y tara
8- Descarga de camiones plataformas 1 a 4
9- Descarga de camiones plataformas 5 y 6
10- Descarga de vagones

Flujo logístico dentro de la instalación de Recepción

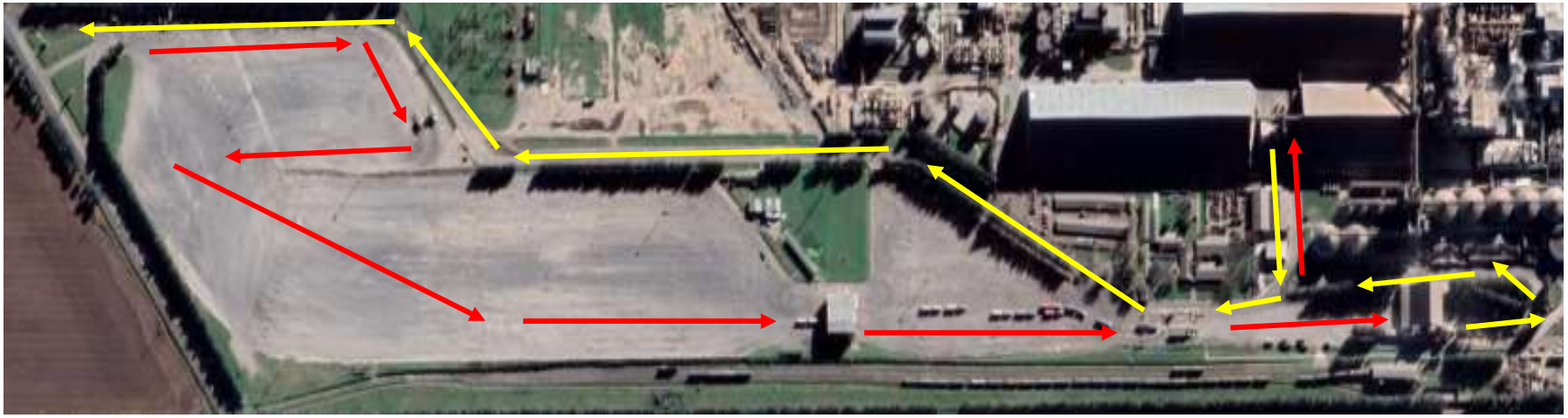


Ilustración 5 – Flujo Logístico de Recepción (Imagen satelital Google Maps)

Zona de estudio – Playa pos Calada (entre Calada y Balanzas)

Relevamiento y análisis de datos históricos, agosto 2020 a julio 2021

Se realizó un estudio con datos históricos del sistema de recepción, con el objetivo de comprender como se conforma la operación en cuanto a cantidades de camiones descargados por mes, identificar las cantidades por tipos de productos, conocer los tiempos de permanencia en planta y horarios de arribos. Esta información es muy útil al momento de analizar resultados, estudiar capacidades y proponer mejoras.

En la tabla debajo, se detalla la cantidad de camiones descargados por mes y por producto, de acuerdo con el rango de fecha estudiado que pertenece a un año calendario.

Al interpretar esta información, hay que tener presente que la campaña gruesa esa ubicada entre mitad de marzo y principio de junio. Estando en este rango la cosecha de soja y maíz.

Tabla 7 – Cant. de camiones descargados por mes

CANTIDAD DE CAMIONES DESCARGADOS POR MES - AGOSTO 2020 A JULIO 2021												
TIPO DE PRODUCTO	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**ene**	**feb**	**mar**	**abr**	**may**	**jun**	**jul**
MAIZ	2.474	3.258	2.563	1.827		3.640	2.278	3.353	4.065	5.435	2.604	5.862
SOJA	5.809	6.455	3.217	2.149	74	3.014	7.628	6.111	7.556	7.670	1.465	4.043
SOJA EPA									4.397	3.316	2.560	1.334
TRIGO	1.527	653	1.072	1.512	555	3.415	3.296	1.372	824	140	924	951
Grand Total	**9.810**	**10.366**	**6.852**	**5.488**	**629**	**10.069**	**13.202**	**10.836**	**16.842**	**16.561**	**7.553**	**12.190**

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo ver en la tabla anterior, en un periodo anual tuvimos picos de más de 16.000 camiones en los meses de abril y mayo, los cuales coinciden con la campaña de cosecha gruesa que son los meses críticos (mitad de marzo, abril, mayo y principio de junio) para nuestra operación. En esta época tenemos las instalaciones trabajando a máxima capacidad.

Considerando el mes de mayor descarga y una cantidad de 25 días efectivos al mes, podemos decir que hubo un promedio de 670 camiones al día. Es importante destacar que en este tipo de operación los días lunes, martes y domingo por la tarde el arribo es menor. Por ende, para compensar estos valores hubo días con picos de 900/950 camiones por día.

En la tabla siguiente se detalla la cantidad de vagones descargados por tipos de productos de forma mensual. Estas cantidades no van de la mano con la campaña como se pudo ver en la

tabla anterior, sino que está dada en función a como se planifique la logística de los acopios que tienen relación con la terminal portuaria, vaciados de silos bolsas, abastecimiento a crushing, etc.

Tabla 8 – Cant. de vagones descargados por mes

CANTIDAD DE VAGONES DESCARGA POR MES - AGOSTO 2020 A JULIO 2021												
TIPO DE PRODUCTO	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**ene**	**feb**	**mar**	**abr**	**may**	**jun**	**jul**
MAIZ	228	90		219		75	148	142	40	238	231	
SOJA	415	431	630	426	88	675	417	137	506	90	32	
SOJA EPA								402	30	264	273	
TRIGO		68				86		34			14	
Grand Total	**643**	**589**	**630**	**645**	**88**	**836**	**565**	**715**	**576**	**592**	**550**	

Fuente: Elaboración propia

Como pudo observarse en la tabla anterior, en los meses donde más movimientos se realizó, estuvo aproximadamente en un operativo de 30 vagones por día. Considerando que un OP está formado por 30 vagones y se considera 25 días efectivos para el cálculo.

La tabla siguiente nos muestra los tiempos promedios que demora un camión en ingresar al circuito y retirarse descargado. Es importante considerar que estamos analizando tiempo promedio, ya que podemos encontrarnos con días puntuales en plena campaña donde los tiempos pueden oscilar entre las 8 y 12 horas. Como también, algunos que están muy por debajo del promedio, ya que al no existir cola en el sistema el circuito de recepción, el flujo se va dando de forma continua sin esperas intermedias.

Tabla 9 – Tiempos promedios de descarga

TIEMPOS PROMEDIOS DE DESCARGA POR MES (HORAS) - AGOSTO 2020 A JULIO 2021												
CANTIDAD DE CAMIONES	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**ene**	**feb**	**mar**	**abr**	**may**	**jun**	**jul**
MAIZ	6,30	4,99	5,02	7,46		6,53	7,25	6,09	6,21	6,09	5,05	6,88
SOJA	5,00	5,51	6,07	8,04	3,55	5,57	8,30	5,73	5,96	5,66	4,39	6,23
SOJA EPA									7,74	6,12	4,59	8,23
TRIGO	5,12	6,91	5,83	5,26	5,42	6,78	8,10	6,18	5,79	5,67	4,13	7,15
Grand Total	**5,35**	**5,44**	**5,64**	**7,08**	**5,20**	**6,32**	**8,07**	**5,90**	**6,48**	**5,89**	**4,65**	**6,84**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se analiza cómo se distribuye el arribo de camiones dentro del día, para eso dividimos el día en 4 rangos, identificamos los arribos de todos los vehículos durante el año y los

separamos en sus ventanas horarias para conocer como es el comportamiento de llegada a la terminal portuaria.

Tabla 10 – Análisis de arribos por rangos horarios

ANALISIS DE ARRIBOS POR RANGOS HORARIOS		
Rango Horario	**Cantidad de camiones arribados**	**%**
00 a 05	19.131	16
06 a 11	27.188	22
12 a 17	31.782	26
18 a 23	45.305	37
Total	**123.406**	**100**

Fuente: Elaboración propia

Según los datos de obtenidos pueden visualizarse en el grafico debajo “estilo Pareto”, que el mayor porcentaje de arribo se produce entre las 18 y 00 hs y el menor porcentaje esta dado entre las 00 y las 06 hs.

Este dado es importante, ya que como puede observarse el arribo no es igual durante todo el día. Lo cual por momentos puede generar que se vacíen los buffers intermedios logrando una discontinuidad en la cadena de operaciones de recepción. Por otro lado, puede suceder que en determinados momentos se generé un mayor arribo al que el sistema esta equilibrado para descargar. Logrando generar mayor cantidad de camiones en planta. Es por esto por lo que las terminales portuarias poseen grandes playas intermedias. Dicho tema está siendo tratado por un grupo de terminales portuarias que están trabajando en conjuntos para implementar el sistema que se conoce con el nombre de “Circular”, logrando asignar turnos a los transportistas para que arriben al Puerto de forma controlada.

De igual manera, es importante considerar esta información en nuestro estudio, para comprender como afectan las variables a nuestras operaciones.

Debajo se visualiza el grafico que nos muestra los arribos en franjas horarias y porcentajes.

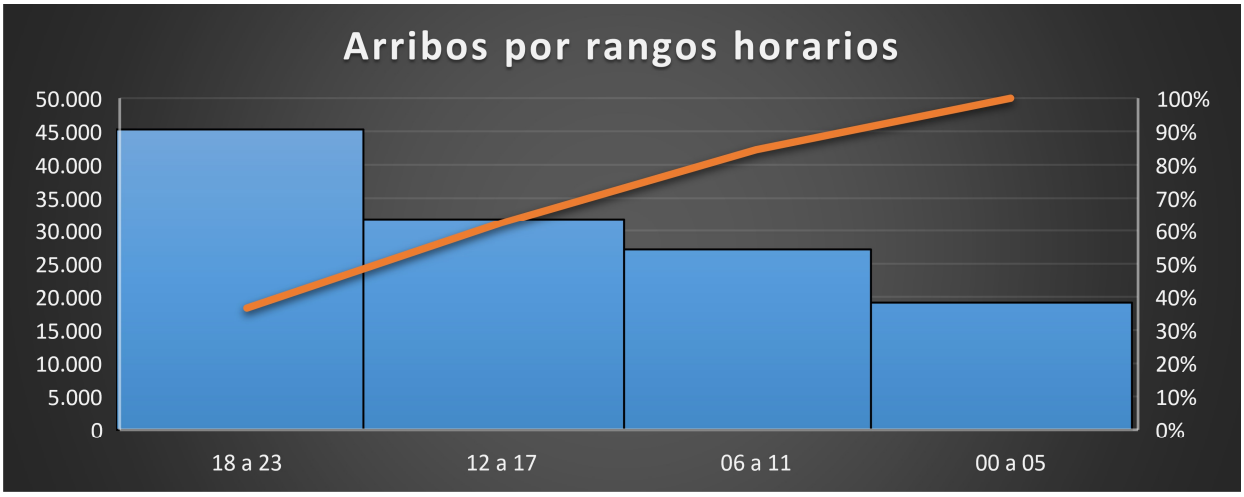


Ilustración 6 – % de arribos por rangos horarios (Elaboración propia)

Otro dato para visualizar en el sistema está dado por la variedad de camiones que ingresan a la terminar portuaria, ya que no todos están afectados a nuestras operaciones de descargas logísticas. Muchos también son de insumos para las plantas de Crushing y Biodiesel y otros para actividades varias dentro del complejo.

Debajo se detalla los diferentes tipos de productos que ingresan semanalmente a la planta.

Tabla 11 – Otros productos recepcionados

TIPOS DE PRODUCTOS QUE INGRESAN A PLANTA
ACEITE DE SOJA
ACIDO CITRICO 40%.-
ACIDO CLORIDRICO.-
ACIDO FOSFORICO
ANTIOXIDANTE.-
ARENA
ASFALTO
BORRA VEGETAL
ESCOMBROS DE OBRA
FUEL OIL.-
GAS OIL.-
GLICERINA
GOMA
HEXANO.-
HIPOCLORITO
HORMIGON
LECITINA DE SOJA
MAIZ

METANOL.-
METILATO DE SODIO.-
NITROGENO LIQUIDO.-
PELL.CASCARA DE SOJA
SAL
SODA CAUSTICA.-
SOJA
SOJA EPA
TIERRA
TRIGO

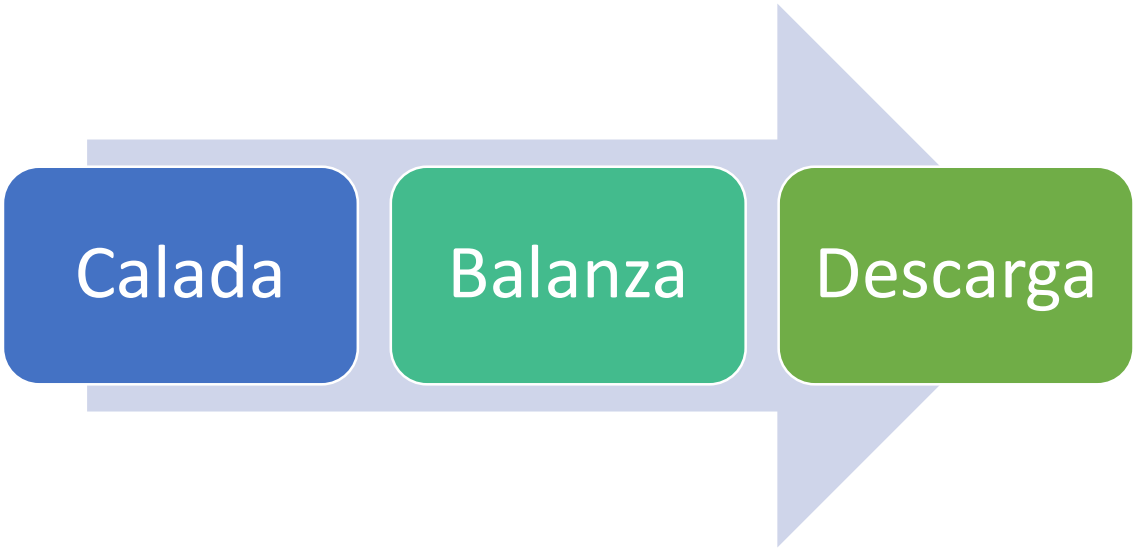
Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse, existen 28 tipos diferentes de mercaderías. Las cuales deben ser atendidas desde el aspecto administrativo hasta sus operaciones en sí. Todas estas variedades, de alguna forma u otra aportan mayor complejidad al sistema de recepción logístico.

Análisis de capacidades nominales

Con el fin de analizar las capacidades nominales y poder encontrar relaciones en el balance del proceso, se realizó un estudio de tiempos promedios operativos. Contemplando eficiencias operativas y demoras varias.

Operaciones claves de Recepción



Debajo se analizan los tiempos y eficiencias por cada operación del sistema.

CALADA

Tabla 12 – Datos relevados de Calada

DATOS NOMINALES CALADA	
Cantidad de manos de calada	4
Tiempo disponible por mano (Hs)	24
Tiempo disponible total (Hs)	96
Eficiencia Operativa	95%
Índice por demoras varias	95%
Tiempo operativo por mano (Hs)	**21,7**
Tiempo operativo total (hs)	**86,6**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se contempló 4 manos de calada, con un calador por mano. Donde se obtuvo un total de horas operativas las cuales se las afectaron por la eficiencia operativa, que involucra

paradas internas y paradas externas que puede ser paradas por mantenimientos programados y no programados, paradas operativas, etc.

También se lo afectó por un índice de demoras varias, el cual contempla el cambio de turno, limpiezas del sector, calibración de equipos de control de proteínas y humedades.

Con los datos obtenidos se construyó una tabla de capacidad nominal que nos muestras las posibles cantidades de camiones calados por tipo de productos.

Para construir esta tabla se midió los tiempos promedios de calados por tipo de productos y se los relaciono con el tiempo disponible total considerando las 4 manos de calada.

Es importante mencionar que además de calar cereales y oleaginosos, también es necesario controlar la mayoría de los productos que son ingresados o egresados de la empresa los cuales además de comercializarlos por peso, influye la calidad.

Tabla 13 – Tiempos relevados de Calada

Producto	Tiempo de calada por camión (min)	Camiones calados por hora	Total de camiones calados por día
Maíz	5	12	1040
Soja	5	12	1040
Trigo	6	10	866
PROMEDIO CEREALES Y OLEAGINOSOS	**5,33**	**11,33**	**982**
Subproducto Solido	8	8	650
Subproducto Liquido	12	5	433
Decomiso Solido	8	8	650
Decomiso Liquido	12	5	433
PROMEDIOS SUBPR Y DECOMISOS	**10**	**6,25**	**542**

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse en la tabla anterior aumenta considerablemente el tiempo de calado en los subproductos y decomisos, ya que para estas operaciones no se utiliza el calador automático, sino que en su mayoría se debe proceder de forma manual sobre el transporte. Para esta operación se debe utilizar los equipamientos de seguridad, como arnés, T4, etc. Sumado a que en los líquidos deben fraccionarse muestras en botellas de calidad.

También es importante considerar, que el calado de subproductos y decomisos implica mayores tiempos muertos entre que ingresan al sector y se retiran, la operatoria es diferente al calado de cereales, donde si bien es un proceso en bach la operatoria es prácticamente continua.

BALANZAS

El mismo estudio se realizó para las balanzas de camiones, entregando la siguiente información:

Tabla 14 – Datos relevados de Balanzas

DATOS NOMINALES BALANZAS	
Cantidad de balanzas de bruto	2
Cantidad de balanzas de tara	2
Tiempo disponible	24
Tiempo de pesaje camiones ingreso (min)	1,6
Tiempo de pesaje camiones egreso (min)	1,2
Eficiencia Operativa (OE = 95%)	95%
Índice por demoras varias (95%)	95%
Capacidad de pesaje de ingreso	**1625**
Capacidad de pesaje de egreso	**2166**

Fuente: Elaboración propia

Las balanzas están compuestas por 2 unidades que se las utiliza para ingreso (pesaje de bruto) y 2 unidades que se utilizan para salida (pesaje de tara), no siempre se utilizan las 4 manos. Normalmente ingresan por la balanza 1 y se retiran por la balanza 4, la 2 se comienza a utilizar cuando la cantidad de camiones es elevada y existen muchas variedades de productos. Ya que por dos balanzas es más ágil el ingreso de diferentes variedades de mercaderías hacia las plataformas volcadoras. Por otro lado, las balanzas de tara son más agiles por el sistema que las gestiona, se necesita habilitar la segunda mano por motivos eventuales y puntuales. Normalmente una de las balanzas de tara se utiliza para ingreso/egreso de los camiones que cargan subproductos, ya que de esa manera se logra mejorar el tráfico dentro del complejo.

DESCARGA DE CAMIONES

Debajo se muestra la tabla con datos de la descarga de camiones:

Tabla 15 – Datos relevados de Descargas de Camiones

DATOS NOMINALES DESCARGAS	
Cantidad de plataformas volcadoras	6
Tiempo disponible (hs)	24
Tiempo promedio de descarga por camión (min)	7
Capacidad nominal de descarga de camiones (cam/día)	1234
Eficiencia operativa	95%

Índice por demoras varias	95%
Capacidad operativa de descarga de camiones	**1114**

Fuente: Elaboración propia

Actualmente existen varios tipos de camiones, entre ellos están los de tipo tolva, chasis y acoplados, bateas, etc. El tiempo medido fue un promedio ya que en su mayoría la cantidad es predominada por el tipo chasis y acoplado. El tipo de producto es indistinto con el tiempo de la descarga, a diferencia del calado en donde el tipo de producto afecta el tiempo por camión calado.

También debemos de contemplan que existen otras variables que cambian día a día y también afectan la eficiencia de la descarga, están dadas por la cantidad de calidades de productos, generando necesidades de alternar circuitos de transportes hacia los silos y celdas, también demoras propiamente dichas de los camiones al pararlos y prenderlos cuando suben a las plataformas, etc.

Debemos considerar que semanalmente se genera el cupeo de camiones en función de la disponibilidad de espacios, llegadas de barcos y necesidades internas de la empresa.

Normalmente este cupeo está conformado en un 50% o 60% por soja, ya que la misma es utilizada para la molienda de Crushing y el resto por cereales, trigo y maíz.

RESUMEN DE CAPACIDADES

Identificación del cuello de botella

En la tabla debajo se detalla un resumen con las capacidades nominales de cada tarea critica en nuestro flujo de operaciones, considerando un promedio de tiempos entre los tres tipos de mercadería.

Más adelante analizaremos diferentes escenarios de programas de cupeo, pudiendo observar cómo aumenta o disminuye la capacidad de acuerdo a la cantidad de productos y proporciones diferentes entre los tres tipos de mercadería.

Tabla 16 – Capacidades estimadas en cada eslabón de Recepción

CAPACIDADES NOMINALES		
	Cereales y Oleaginosos	**Subproductos y Decomisos**
Calada (cam/día)	982	542
Balanza (cam/día)	1625	1625
Descarga (cam/día)	1114	N/A

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones:

- Las capacidades en calado para cereales y oleaginosos está dada por el "promedio", si descargáramos solamente uno o dos productos el valor sería superior. Principalmente porque el tener que ir alternando genera demoras, sumado a aquellos productos que su análisis implique mayor tiempo.
- El valor de subproductos y decomisos es a modo informativo, ya que la sumatoria de estas en la práctica nunca superan los 30 camiones.
- En las balanzas se observan valores muy superiores al cupeo promedio máximo.
- En la descarga se observa un valor levemente superior al cupeo promedio máximo.

ANALISIS DE DIFERENTES ESCENARIOS

Considerando que nuestro problema de estudio está dando entre el calado y las balanzas, lo cual es coherente con nuestro análisis de capacidades nominales ya que puede identificarse un "Cuello de Botella" entre ambos nodos operativos.

Realizaremos simulaciones de diferentes programas de cupeos, para ver los tiempos necesarios y como se estresa el sistema en calado de acuerdo a diferentes situaciones.

En las tablas debajo se analizó el tiempo necesario para calar los camiones con sus diferentes tipos de productos.

En todos los escenarios se utilizó el valor de 1000 camiones/día que es el valor de referencia de cupeo actual a máxima capacidad.

Importante: tener presente que nuestro limite es de 86,6 horas operativas disponibles para los 4 caladores contemplando eficiencias promedias.

Tabla 17 – Escenario de programa N°1

Escenario 1: 600 camiones de soja / 300 de maíz / 100 de trigo = 1000 cam/día totales			
Producto	**Cupeo de producto**	**Horas necesarias de calado**	**Cant de manos promedio afectadas**
Maíz	300	25,0	1,2
Soja	600	50,0	2,3
Trigo	100	10,0	0,5
TOTAL	**1000**	**85**	**3,9**

Fuente: Elaboración propia

Como pudo verse en la tabla anterior las horas necesarias estuvieron cerca del máximo, dentro de los limites aceptable.

Tabla 18 – Escenario de programa N°2

Escenario 2: 600 camiones de soja / 100 de maíz / 300 de trigo = 1000 cam/día totales			
Producto	**Cupeo de producto**	**Horas necesarias de calado**	**Cant de manos promedio afectadas**
Maíz	100	8,3	0,4
Soja	600	50,0	2,3
Trigo	300	30,0	1,4
TOTAL	**1000**	**88**	**4,1**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede ver como el trigo afecta directamente en el tiempo total, haciendo que exceda los límites.

Tabla 19 – Escenario de programa N°3

Escenario 3: 700 camiones de soja / 300 de maíz = 1000 cam/día totales			
Producto	**Cupeo de producto**	**Horas necesarias de calado**	**Cant de manos promedio afectadas**
Maíz	350	29,2	1,3
Soja	650	54,2	2,5
Trigo	0	0,0	0,0
TOTAL	**1000**	**83**	**3,8**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior puede observarse como al no contar con trigo disponemos de tiempo ocioso en el sistema.

Tabla 20 – Escenario de programa N°4

Escenario 4: 650 camiones de soja / 350 de trigo = 1000 cam/día totales			
Producto	**Cupeo de producto**	**Horas necesarias de calado**	**Cant de manos promedio afectadas**
Maíz	0	0,0	0,0
Soja	650	54,2	2,5
Trigo	350	35,0	1,6
TOTAL	**1000**	**89**	**4,1**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior puede verse como el no cupear maíz y pasar todos los cereales a trigo, puede hacer que los tiempos se excedan mucho más del que disponemos.

ANALISIS DE SUBPRODUCTOS Y DECOMISOS

Otro factor para considerar está dado por el calado de diferentes productos que no precisamente son tenidos en cuenta en el cupeo diaria pero que de alguna manera u otra consumen recursos de nuestros puntos críticos de estudio, como es el caso de calada y balanzas.

En la tabla debajo se calculará el tiempo necesario para calar los camiones que son cargados dentro de la terminal portuaria con subproductos y decomisos de sólidos y líquidos. Se tomó un cupeo promedio de 30 camiones/día con diferentes productos.

La intención es poder visualizar el tiempo que ocupa estas operaciones y que normalmente no se considera en “descarga de camiones”.

Tabla 21 – Calado de otros productos

CALADO DE SUBPRODUCTOS Y DECOMISOS			
Producto	**Cupeo de producto**	**Horas necesarias de calado**	**Cant de manos promedio afectadas**
Harina	2	0,3	0,01
Pellet interno	2	0,3	0,01
Pellet expo	8	1,1	0,05
Lecitina	1	0,2	0,01
Glicerina	2	0,4	0,02
Decomiso Solidos	6	1,2	0,06
Decomiso Líquidos	3	0,6	0,03
TOTAL	**24**	**4,0**	**0,18**

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo ver en la tabla anterior estas operaciones requieren de un mínimo de 4 horas operativas de calado.

Es importante considerar las siguientes pautas según relevamiento en campo:

- Es un cupeo promedio con todas las operaciones funcionando, hay días que puede ser la mitad al tener operaciones paradas y otro estar un 20% por arriba.
- En el caso de decomisos y pellet de cascará de exportación, puede exigirse un re-calado **(este tema se abordará más adelante).**
- Cada vez que se desee ingresar camiones de subproductos y decomisos en una mano de calado, debe cortarse las operaciones habituales de cereales y oleaginosos. Teniendo pérdidas importantes de tiempos intermedios.
- Las cargas de decomisos y subproductos normalmente se dan en días hábiles.
- La carga de decomiso se da en horario diurno.

Debajo se realizó una simulación igual a las anteriores, pero además contemplando el calado de subproductos y decomisos. Para este ejercicio se tomó un valor habitual de cupeo donde la cantidad de trigo es menor.

Tabla 22 – Escenario combinado cereales y otros productos

Escenario considerando cereales, oleaginosos, subproductos y decomisos.			
Producto	**Cupeo de producto**	**Horas necesarias de calado**	**Cant de manos promedio afectadas**
Maíz	300	25,0	1,2
Soja	600	50,0	2,3
Trigo	100	10,0	0,5
Harina	2	0,3	0,01
Pellet interno	2	0,3	0,01
Pellet expo	8	1,1	0,05
Lecitina	1	0,2	0,01
Glicerina	2	0,4	0,02
Decomiso Solidos	6	1,2	0,06
Decomiso Líquidos	3	0,6	0,03
TOTAL	**1024**	**89**	**4,1**

Fuente: Elaboración propia

Como pudo notarse al tener presente los subproductos y decomisos empeora más la disponibilidad de recursos para afrontar el calado de todos los camiones.

Conclusiones:

Claramente estamos antes una situación de cuello de botella en el nodo operativo de Calado, considerando que la terminal portuaria habitualmente cupea 1000 camiones al día con 3 productos diferentes.

Es importante mencionar que esta situación no se da diariamente, ya que no siempre se cumple el cupeo e inclusive los fines de semanas no se operan camiones de subproductos y decomisos.

De igual manera tenemos que hacer foco en optimizar el calado si queremos incrementar nuestra capacidad evitando tener problemas de capacidad limitada cuando operamos con 3 productos o más.

Además, pudimos ver que nuestra capacidad de descargas y balanzas es superior a 1000 cam/día que es el número de uso “habitual”, por ende, maximizando el Calado además de no tener los altos y bajos en el cuello de botella, podemos lograr aumentar la capacidad por encima de nuestro teórico.

Análisis de descargas de vagones

La terminal portuaria actualmente descarga 30 vagones por día como estrategia interna, esta cantidad está dada por la disponibilidad de circuitos de transportes que paralelamente son compartidos por las descargas de camiones. Estos circuitos están formados por cintas y elevadores que permiten transportar la mercadería hacia los silos y celdas de almacenajes.

Actualmente la instalación ferroviaria está conectada desde el ramal principal de NCA hasta las balanzas de pesaje, la vía mencionada es de tipo trocha ancha de 1,67 m.

Si bien el ingreso está dado por una sola vía y hacia las balanzas llega de la misma manera una solo una vía, internamente se abre en dos ocasiones mediante aparatos de vías llamados ADV para poder realizar maniobras y segregaciones internas. Teniendo en total 3 vías internas, donde normalmente en una vía se posicionan los vagones vacíos, en otra los llenos y queda una de backup.

Existen 2 balanzas que permiten pesar vagones en simultáneos y el circuito de transporte debajo es de 600 tn/h, lo que representaría en su máxima carga 10 vagones por hora.

La operación consiste básicamente en posicionar el vagón sobre la tolva, utilizando para el movimiento un equipo llamado lokotractor, que es una especie de locomotora de menor tamaño.

Una vez posicionado el vagón, se pesa el bruto, se abre el vagón logrando que se descargue la mercadería y por último se cierra el pesaje de tara. A diferencia de camiones, la operatoria se realiza sobre las balanzas.

El tiempo promedio esta dado por 6 vagones por hora, tiempo que involucra los movimientos internos. Hay que destacar que la instalación actual permite ingresar a la descarga con cortes de 6 vagones, ya que existe una limitante de espacios hacia el final de la vía.

Los tipos de productos y calidades están dados por productos conformes, por ejemplo, soja, trigo y maíz en calidad estándar. Ya que normalmente vienen desde acopios donde la mercadería ya fue homogeneizada. Por otro lado, contar con mercadería conforme nos garantiza mayor agilidad en la descarga junto a los camiones en caso de tener que compartir circuitos.

A modo de conclusión podemos comentar que el cupeo es de 30 vagones días, en ocasiones llegando a descargar 60 vagones por día. Es una breve descripción de las operaciones de ferrocarril de la terminal portuaria estudiada, pero no es dentro de la problemática del caso de estudio.

Benchmark de puertos graneleros

Debajo se presentará una encuesta realizada a diferentes empresas con operaciones similares, a modo de realizar una comparativa y poder sacar conclusiones de capacidades observando empresas del mismo rubro.

Los datos serán anónimos, de forma de no comprometer a las empresas colaboradoras.

Estos datos serán analizados más adelante.

Tabla 23 – Benchmark de Puertos Graneleros

1) ¿Nombre de la empresa? Anónimo.	**"X"**	**"XX"**	**"XXX"**	**"XXXX"**	**"XXXXX"**	**"XXXXXX"**
2) ¿Cuál es la capacidad de descarga de camiones instalada y con cuantos productos? Ejemplo: 500 camiones/día con 3 tipos de productos distintos (soja, trigo, maíz).	1000 camiones 2 productos	850 camiones 2 productos	600 camiones con 4 productos el puerto (soja, trigo, maíz, flint) 400 solo soja Aceitera 60 cebado a Maltería 1060 camiones totales	600 camiones Con 2 tipos de productos (soja – maíz o trigo – soja, etc)	Malta y Cebada C (1 PVR) Malta y la Cebada Cervecera tienen un circuito de descarga diferenciado para evitar mezclas. 200 Camiones 2 Productos (Malta –Cebada C.) 100 Camiones 1 Producto (Malta y/o Cebada) Cereales y Oleaginosos (2 PVR) 400 Camiones 1 Producto (Soja-) 320 2 Productos (Soja-Maíz) 280 3 Productos (Soja-Maíz-Trigo) 200 + 400 seria max, pero nunca se hace. Como mucho se cupea 400 cam/día.	1000 camiones 2 productos
3) ¿Cuál es el tiempo de permanencia de un camión dentro de planta, desde que llega hasta que se retira? Ejemplo: 6, 8, 12, 24 hs.	8 hs	20 hs	8 hs	entre 8 y 12 hs	4 hs	No hay datos
4) ¿Cuantas manos de Calada tienen instaladas?	4 manos	4 manos	6 manos – 2 p/soja, 2 p/puerto y 2 pivot	3 manos	2 manos	6 manos
5) ¿Cuantos caladores automáticos tienen o utilizan?	4 caladores	2 caladores	3 caladores – 1 soja p/aceitera y 2 puerto	3 caladores	2 caladores	3 caladores

6) ¿Cuál es el tiempo promedio que demora un camión en la operación de calada?	5 min	3 min	3 min	5 min	5 min	No hay datos
7) ¿Cuantas balanzas tienen en el circuito de descarga de camiones?	2 de bruto 2 de tara	2 de bruto 2 de tara	1 de bruto 1 de tara	1 bruto 1 tara	1 de bruto 1 de tara	2 de bruto 2 de tara
8) ¿Cuántas plataformas hidráulicas de descarga de camiones tienen?	6 plataformas	5 plataformas	4 plataformas de puerto 3 plataformas de aceitera 7 plataformas totales	3 plataformas	3 plataformas	5 plataformas 1 tolva para auto descargable
9) ¿Cuál el tiempo promedio de descarga de un camión?	7 min	5 min	6 min	Tiempo mínimo 3,2 minutos Tiempo máximo 7,3 minutos Promedio 5,25 min	7 min	No hay datos
10) ¿Cuál es la cantidad de camiones que normalmente se juntan dentro del puerto en un horario pico? Ejemplo: 200 camiones como máximo dentro de la instalación durante la noche.	350 camiones	380 camiones dentro 620 en playa externa	250 camiones	300 camiones como máximo entre las 18 y las 24 hs	150 camiones	No hay datos
11) ¿En un día normal de operación a máxima capacidad, donde suele observarse el cuello de botella si es que sucede?	Calada	Descarga	Calada	Además de destarar las descargas, se utiliza para peso de todas las cargas)	Descarga de camiones	No hay datos

Fuente: Elaboración propia

Análisis de empresas encuestadas

Se analizó los datos del bechmarck, para poder obtener valores promedios de capacidades y relacionarlo con sus instalaciones. Finalmente compararlo con nuestra situación actual.

Tabla 24 – Resumen de empresas encuestadas

Empresas encuestadas	Empresa estudiada	2	3	4	5	6
Capacidad de descarga (cam/día)	1000	850	1060	600	400	1000
Cantidad de productos cupeados por día	2	2	4	2	2	2
Tiempo promedio de permanencia (Hs)	8	20	8	10	4	SD
Cantidad de manos de calada	4	4	6	3	2	6
Cantidad de caladores automáticos	4	2	3	3	2	3
Tiempo promedio de calada (min)	5	3	4	5	5	SD
Cantidad de balanzas	4	4	2	2	2	4
Cantidad de plataformas hidráulicas	6	5	7	3	3	6
Tiempo promedio de descarga (min)	7	5	6	6	7	SD

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones

- Se toman los datos de la encuesta como valores reales, se desconoce si el encuestado utilizó valores medidos o simplemente utilizó valores aproximados.
- Todos los tiempos son promedios, no se dispone de medición por tipo de productos.
- No se dispone de información de subproductos y decomisos para contemplar en el análisis.

En la tabla debajo se calculó los promedios de tiempos en operaciones críticas de todas las terminales, al igual que el promedio de productos operados diariamente.

Tabla 25 – Tiempos promedios de operaciones críticas en empresas encuestadas

TIEMPOS Y CANTIDADES DE PRODUCTOS PROMEDIOS	
Promedio de tiempo de calada (min)	4,25
Promedio de tiempo de descarga (min)	6,00
Cantidad promedio de tipo de productos por día	2
Tiempo promedio de permanencia (hs)	10,5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se muestra cómo se relacionan las cantidades de camiones cupeados con los recursos físicos:

Tabla 26 – Relación cupeo/instalaciones según empresas encuestadas

RELACIONES ENTRE CUPEO E INSTALACIONES POR EMPRESAS						
Relación cupeo/manos de calado	250	213	177	200	200	167
Relación cupeo/caladores	250	425	353	200	200	333
Relación cupeo/plataformas hidráulicas	167	170	151	200	133	167
Relación cupeo/balanzas	250	213	530	300	200	250

Fuente: Elaboración propia

Para entender la tabla anterior debe considerarse que se analiza la relación entre el cupeo diario (en nuestro caso 1000 cam/día) sobre los activos fijos.

Mientras mayor es el cociente más exigido estarán los equipos y podríamos decir que si es real seriamos más eficientes.

Por otro lado, mientras menor es el cociente podríamos pensar que los equipos están menos exigidos o disponer de tiempo ocioso.

Conclusiones observadas:

- En el caso de las cantidades de manos de calado, podemos ver que estamos muy exigidos. Sin contar calado de subproductos/decomisos.
- En el caso de caladores hidráulicos, podríamos decir que estamos dentro del promedio o por arriba. Hay que destacar que muchas terminales utilizan un calador cada dos manos, haciendo que el mismo pivotee entre ambas.
- En relación con plataformas volcables estamos dentro del promedio.
- En relación con la cantidad de balanzas, estamos por arriba del promedio de forma positiva.

En la tabla debajo se analizó cual es el promedio de las relaciones de la tabla anterior, con el propósito de obtener factores comunes de diseños.

Este dato puede ser importante al momento de estudiar o considerar como están diseñadas las terminales portuarias de nuestra zona de incumbencia.

Además, este dato puede ser considerado al momento de diseñar una nueva terminal portuaria, teniendo en cuenta que hoy día no se dispone de este tipo de información como hemos ampliado en el marco teórico.

Tabla 27 – Relación de programa de cupeo/equipamiento según empresas encuestadas

PROMEDIO DE RELACIONES	
Relación cupeo/manos de calado	201
Relación cupeo/caladores hidráulicos	294
Relación cupeo/plataformas hidráulicas	165
Relación cupeo/balanzas	290

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, podríamos decir que, para un cupeo de 1000 camiones por día, estaríamos necesitando el equipamiento de la tabla siguiente:

Tabla 28 – Estimación de equipamiento según promedio de empresas encuestadas

Necesidad para 1000 camiones por día	
Manos de calada	5
Caladores hidráulicos	3
Plataformas hidráulicas	6
Balanzas	3

Fuente: Elaboración propia

Nota: no se consideran los camiones de decomisos y cargas de subproductos.

Conclusiones de estudios técnicos

Como hemos podido observar tanto en el análisis de capacidad nominales como en el estudio de benchmarck, hemos identificado que el calado es nuestro “cuello de botella” actual y el principal causante de los vaciados de playas intermedias cuando operamos a máxima capacidad durante la campaña.

Otro punto para considerar que no estaba dentro del radar de las operaciones, es el tiempo que implica el calado de camiones de subproductos y decomisos. De forma aproximada podemos

suponer que la mitad del tiempo diurno es afectado a estas operaciones, quedándonos solo con 3 manos de calado para cereales y oleaginosos en determinados momentos del día.

Por todo lo anteriormente mencionado, como propuesta de mejora se expone la necesidad de colocar una mano más de calado con un calador hidráulico. De esta forma eliminaríamos nuestro cuello de botella y maximizaríamos la capacidad de nuestro proceso crítico. Existe la posibilidad de agregar la mano de operación sin el calador automático, pero considerando la forma actual de trabajo de la terminal portuaria preferimos proponer la alternativa más completa.

Las inversiones estarían compuestas por el extendido de la nave de operación y la instalación de un calado hidráulico más el equipamiento de análisis.

En cuanto al personal, lo compensaríamos con 2 personas en HHEE durante las temporadas de cosecha gruesa y cosecha fina.

Debajo se detalla los costos aproximados de inversión para la propuesta mencionada:

Tabla 29 – Estimación de costos de inversión

COSTOS DE INVERSIÓN		
Complemento de nave (25,75 m x 8m = 206 m2)	1.000 UDS/m2	206.000
Adecuación de escaleras y accesos		50.000
Instalaciones varías (eléctricas, A/A)		20.000
Cabina de operación cerrada con extractor de polvo		25.000
Calador Hidráulico Cartesiano (montado)		80.000
Equipo de análisis Dickey John		5.000
Equipo de Proteína FOSS		40.000
Equipamientos varios		5.000
TOTAL		**431.000**

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse en la tabla anterior, se pretende hacer una instalación completa. Podría ahorrarse algunos ítems si se piensa en compartir equipamiento con manos de calados aledañas.

En la imagen izquierda se visualiza la nave de calado, donde en la parte superior se propone extender una mano más de calada.

Ilustración 7 – Propuesta de nueva mano de Calada (Imagen satelital Google Maps)

Recalado de camiones con pellet de cascara para exportación

Aplicación de criterio Lean Logistics

Se pudo observar durante el relevamiento en campo y además consultando con los operadores del sector, que es muy frecuente el re-calado de camiones de pellet de exportación, ya que en reiteradas ocasiones los camiones son cargados con una calidad que al llegar al Calado son rechazados. Presentando una “No conformidad en el tipo de peleteado”. El problema más habitual es que el peso específico no es el correcto, ya que el pellet se encuentra muy desmenuzado alcanzando a tener más cascarilla que pellet.

Esto puede generar una disconformidad en el comprador y además generar falso flete (tener presente que estos camiones son enviados hasta Uruguay), el peso del camión lleno será inferior a la carga deseada. La cantidad de desmenuzado es proporcionalmente inversa al peso específico.

En algunas ocasiones un camión ha llegado a ir a Calado hasta 3 veces, logrando ocupar innecesariamente un espacio que podría estar siendo ocupado por un camión que viene a descargar cereales y oleaginosos. Sin contar el Mano de obra gastada en la operación.

Análisis de proceso con re-calado

Debajo se analizó el proceso de carga con re-calado:

Tabla 30 – Diagrama de procesos para calado de pellet

	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE
SIMBOLOS UTILIZADOS					
Arribo de camión a planta					
Ingreso de documentación					
Traslado a balanzas					
Espera a ser llamado					
Pesaje de tara					
Traslado a sector Puerto					
Espera a ser cargado					
Carga con pala frontal					
Pase por balanzas					
Espera a ser calado					
Calado – NO OK					
Pase por balanzas					
Descarga en Puerto					
2da carga con pala frontal					
Pase por balanzas					
Espera a ser calado					
Calado OK					
Pase por balanzas de bruto					
Entrega de documentación					

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo observar el camión pasó 5 veces por balanzas, cargo 2 veces y pasó 2 veces por calado.

Cuando analizamos el proceso de carga con re-proceso nos econtramos que tenemos desperdicios de recursos y equipos. Tanto en calada, balanzas, puerto y horas de palas cargadoras.

Es importante comentar el proceso de carga, ya que la pala frontal toma el material que se encuentra en una celda de grandes dimensiones y que tiene cierta complejeidad identificar la mercaderia con mayor y menor cantidad de peleteado. Estas variedades de peleteado son propias del proceso de Crushing y no lo abordaremos en este analisis.

Si bien existen disferentes lugares en la celdas para segregar la mercaderia producida con mayor o menor desmeuzado, no es algo que se logre facilmente ya que depende de las habilidades del operador encargado de realizar las recorridas.

Propuesta de mejoras

Con el fin de optimizar la operación actual se propone realizar el control de calidad insitus, evitando que el camión realice reiteradas vueltas por el circuito.

De esta manera al ser cargado con calidad pasaria 2 veces sobre las balanzas y no pasaria por el calado.

Para agilizar el control de la carga de camiones, se propone realizar una plataformas junto al lugar de carga, en donde una persona de Calidad pueda observar que el camión este siendo cargado de forma correcta según las especificaciones.

Análisis de proceso con mejora

Debajo se analiza el diagrama de proceso con su respectiva mejora:

Tabla 31 – Diagrama de procesos para calado de pellet con propuesta de mejora

	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE
SIMBOLOS UTILIZADOS					
Arribo de camión a planta					
Ingreso de documentación					
Traslado a balanzas					
Espera a ser llamado					
Pesaje de tara					
Traslado a sector Puerto					
Espera a ser cargado					
Carga con pala frontal					
Control insitus					
Traslado a balanzas					
pesaje de bruto					
Traslado a Control					
Entrega de documentación					

Fuente: Elaboración propia

Como pudó verse, es mucho menor la cantidad de operaciones y control con esta mejora. De esta manera se disminuiría el trafico dentro del complejo y evitaría tener que gastar recursos innecesarios en operaciones que no aportan valor al producto entregado.

Indicadores de gestión

Existen infinidades de indicadores de gestión para las operaciones logísticas portuarias, muchos de los cuales se utilizan hoy día en la empresa estudiada.

Considerando nuestro estudio, observando las variables que más nos afectan se proponen lo siguientes indicadores de operación como los más críticos a utilizar y gestionar:

Ritmo de Calado *(en el rango horario que se quiera medir) = Total de Camiones Calados / Cantidad de Manos de Calada Afectadas / Cantidad de Horas*

Con este indicador se buscar medir cual es el ritmo de calada, por ejemplo, si calamos 250 camiones en 6 horas con 4 caladores, nuestro indicador nos daría: 250/4/6 = 10,4 camiones calados / hora / mano. Este debe medirse contra un target elegido por la empresa.

Eficiencia Operativa de Calado *= (Tiempo total – NIDT – SDT – NSDT) / (Tiempo total – NIDT -SDT)*

Donde:

SDT = *Paradas Programadas*

NSDT = *Paradas NO Programadas*

NIDT = *Paradas Externas*

Este es un indicador común muy utilizado para medir la eficiencia en la operación de acuerdo con paradas internas, externas, programadas y no programadas.

Siempre es importante considerarlo además del ritmo, ya que si tenemos muchas paradas por rotura el ritmo será menor.

El análisis de la base de datos que compone este indicador es clave para realizar paradas de mantenimientos y proyectos kaizen que permita mejorar los problemas más repetitivos o que de mayor manera nos impacten.

Ritmo de camiones pesados = *Total Pesados / Horas Afectadas*

Explicación similar a la del ritmo de Calada.

Ritmo de Descarga = *Cantidad de Camiones Descargados / Cantidad de Plataformas Afectadas*

Explicación similar a la del ritmo de Calada.

Eficiencia Operativa de Descarga *= (Tiempo total – NIDT – SDT – NSDT) / (Tiempo total – NIDT -SDT)*

Este indicador es importante en las operaciones de descarga, ya que no solo se miden las plataformas, sino también los circuitos afectados a los flujos de la mercadería hasta que es almacenada.

Eficiencia del sistema completo = *Total de camiones descargados por turno / la cantidad cupeada fraccionada al turno escogido.*

Tiempo promedio de demora = *promedio total de la diferencia horaria entre que un camión ingresa cargado y se retira vació.*

Estos indicadores son los que normalmente suelen utilizar para monitorear jefes y gerentes, ya que es el resultado final del sistema.

Por ejemplo, si el cupeo diario es de 1000 camiones, dentro de las 12 hs debe haberse descargado 500 y la demora promedio entre ingreso/egreso debe estar dentro de los limites escogido por la empresa.

Todos los demás indicadores, son reflejadas en un resultado final como el que otorga este tipo de indicador. De igual manera, no podemos dejar de lado a los otros, ya que cada uno en su nodo operativo debe gestionar sus recursos de la mejor manera posible. Además, ir midiendo los resultados para trabajar en aquellos valores que estén por debajo de lo esperado.

Conclusión

Como se observa a lo largo del desarrollo del trabajo, se encontró una propuesta de mejora para los interrogantes planteados en el comienzo del caso de estudio. El principal objetivo es abordar una problemática actual de una empresa agroexportadora, analizarla desde bases teóricas y aportar una solución al caso planteado. Cabe mencionar, que la misma esta alineada con propuestas por expertos dentro de la organización.

Es importante destacar la relevancia de los temas tratados en el posgrado, ya que fueron vitales para analizar y tratar los temas abordados desde una perspectiva técnica y metodológica. Desde un comienzo el marco teórico permitió entender el contexto social y económico en el cual se emplaza la empresa abordada y las particularidades de su rubro, hasta llegar a las herramientas específicamente técnicas y logísticas aplicadas a los temas identificados.

La principal problemática detectada al momento de iniciar el caso fue el vaciado de la playa de camiones en el sector de pos-calada, el cual se presenta en determinados momentos del año donde el arribo de camiones se mantiene elevado de forma continua. Esta playa es utilizada como buffer entre el sector de Calada y el sector de Balanza. Dicha discontinuidad en el flujo operativo genera de forma consecuente una disminución en la cantidad de camiones descargados durante el día y un potencial aumento del tiempo de permanencia de los transportes dentro de la terminal portuaria.

Utilizando como principal temática la Teoría de las Restricciones, se llegó a la conclusión que la operación de Calada es el cuello de botella actual en la cadena Logistica. La restricción se presenta cuando el sistema se estresa a su máxima capacidad, con múltiples mercaderías operando al mismo tiempo.

Para dicha problemática se propone de forma técnica-económica una ampliación del sector Calada con una quinta mano de operación, la inversión ronda los UDS 430k, logrando aumentar la capacidad del sistema en aproximadamente un 14%, donde a partir de dicho valor el próximo cuello de botella se comienza a dar en otro eslabón de la cadena.

Durante el desarrollo del trabajo se detectan oportunidades de mejoras en los tiempos del circuito de carga de camiones aplicando la herramienta Lean Logistics. Adicionalmente se estandarizan los indicadores de gestión para el control y seguimiento de las operaciones de recepción.

Bibliography

(CNRT), C. n. (2021).

BCR. (n.d.). *https://www.bcr.com.ar/es*.

BCR, R. (2020). Retrieved from https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2020-09/el_gran_rosario_es_el_nodo_portuario_agroexportador_mas_importante_del_mundo.pdf

Escuela de Recibidores de Granos, R. (n.d.). *Almacenamiento y practica de recibo.*

Goldratt, E. M. (n.d.). *La Meta.*

http://www.camarapuertos.com.ar/. (n.d.). Retrieved from http://www.camarapuertos.com.ar/

INTA. (n.d.). *Manual de buenas prácticas.* Editado por Bernadette Abadía y Ricardo Bartosik.

Jorgensen. (n.d.). *https://www.jorgensen.com.ar/funcionamiento.html*.

Martichenko, D. T. (2005). *Lean Six Sigma Logistics.*

MECALUX. (n.d.). *https://www.mecalux.es/blog/lean-logistics-que-es*.

N°, R. S.–N.–J. (n.d.). *Muestreo en granos.*

Nación, L. (n.d.). *https://www.lanacion.com.ar/*. Retrieved from https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/agricultura/granos-este-fue-el-ranking-de-exportadores-20192020-nid11062021/

PASTRANA, C. (2020). La Teoría de las Restricciones (TOC): cómo superar los cuellos de botella.

Prince, M. A. (n.d.). Teoría de las restricciones TOC y la cadena logística. pp. https://www.gestiopolis.com/teoria-restricciones-toc-cadena-logistica/.

qringenieria. (n.d.). *https://qringenieria.com/plataforma-volcadora/*.

Rodrigo, G. (2021). *Puertos.* Rosario: UNR.

Wikipedia. (n.d.). *https://es.wikipedia.org/*. Retrieved from https://es.wikipedia.org/wiki/Up-River

XXII, R. S.–N. (n.d.). *Muestreo en granos.*

Ybañez, A. S.-P. (2021). *https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/en-2020-la*.