



Universidad
Internacional
de Andalucía

TÍTULO

**PLAN DE NEGOCIO DE COMPRA DE NUEVO APILADOR A GRANEL
PARA OPTIMIZAR Y MEJORAR EL PROCEDIMIENTO DE CARGA DE
BARCOS**

AUTOR

Carlos Cervera Mateo

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2025
Tutor	Dr. Jesús Muñuzuri Sanz
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía; Universidad de Sevilla; Universidad de Cádiz
Curso	<i>Máster Universitario en Logística y Gestión de Operaciones (2023/24)</i>
©	Carlos Cervera Mateo
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2024



Universidad
Internacional
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



Plan de negocio de compra de nuevo apilador a granel para optimizar y mejorar el procedimiento de carga de barcos

Cervera Mateo, Carlos

Máster Universitario en Logística y Gestión de Operaciones

Universidad Internacional de Andalucía, Universidad de Cádiz y

Universidad de Sevilla

Tutor: Muñuzuri Sanz, Jesús

Keywords

Impala terminals;
edge;
stacker;
ship loading;
blending;
movement;
business case

Abstract

This project aims to achieve a cost reduction in both ship loading and blending operations with a stacker through the purchase of new machinery. First of all, a brief description of the company is elaborated in order to understand what it is dedicated to at the operational level, focusing the explanation on the ship loading procedure, and to a certain extent, on blending. Subsequently, a review of bibliographic sources is made in order to locate methodology of a similar context to the case treated, which can be used to apply it to the project. This leads to the results and discussions. In these sections it is explained how the expected values of acquiring a new machinery have been calculated, followed by a dialectic on the implications of these results. Finally, it concludes with a reasoning that frames the objectives that have been set and what has been done about them.

1. Introducción

Tras un período de prácticas determinado en la empresa Impala Terminals, en concreto de tres meses y medio, se ha dado importancia a la ejecución de este proyecto que incide en la mejora del procedimiento de carga de barcos. La redacción de dicho trabajo ha sido posible debido a los conocimientos adquiridos en cada una de las fases del aprendizaje y a la buena rotación por cada una de las operativas con el objetivo de conocerlas con más detenimiento.

En primer lugar, se hace énfasis en dar a conocer el comercio en el que opera la empresa, su funcionamiento interno y se comenta brevemente como es de importante la seguridad laboral para Impala. Seguidamente, se continua con la redacción de un repaso bibliográfico con la intención de sacar similitudes con el proyecto propuesto que ayuden a su elaboración,

finalizando con el análisis tanto numérico como contextual de la propuesta de mejora que se quiere llevar a cabo en el seno de Impala Terminals Huelva.

1.1. Objetivo del proyecto

El objetivo principal que ha motivado la realización de este proyecto es llevar a cabo un estudio de compra sobre la posibilidad de adquirir nueva maquinaria que produzca un vuelco positivo en el procedimiento de carga de barcos a partir de conocer en plenitud como opera la empresa en este momento. A pesar de ser este el objetivo prioritario del proyecto se pretende que la adquisición del nuevo equipo cumpla con otros propósitos que también están relacionados con la productividad de la empresa como es su intervención en la operativa de blending (mezcla de los concentrados). El estudio contendrá información desde los inicios de Impala hasta el momento en el que se ejecuta el Business Case donde se refleja el beneficio esperado partiendo de las condiciones impuestas por la empresa.

En un futuro, se busca la adquisición de un segundo apilador en función del rendimiento que proporcione uno solo.

2. Antecedentes

Antes de abordar la mejora que se ha propuesto, es importante tener un conocimiento genérico de la empresa, ya que esto nos permitirá tener una comprensión sólida de tal mejora propuesta y su relevancia en este contexto específico.

2.1. Presentación sobre Impala Terminals Huelva

Esta empresa se define como una sociedad conjunta entre Trafigura e IFM Investors, en el que la primera es propietaria en su gran mayoría de Impala Terminals y tiene una participación importante en las operativas de la terminal. Cabe decir que Trafigura se posiciona como un ejemplo a seguir a nivel global en lo que respecta al comercio de materias primas.

En cuanto a Impala Terminals Huelva, destaca por ser una empresa pionera en el manejo y almacenamiento de productos a granel a nivel mundial. La terminal dispone de dos naves con capacidad para almacenar 200.000 toneladas entre ambos recintos (sur y norte). Anualmente, se ha llegado a registrar que la empresa es capaz de manejar más de un millón de toneladas de concentrados minerales, siendo los materiales con los que trabaja habitualmente el Cobre, Zinc y Plomo. Hay que destacar también la ubicación de la terminal, debido a que su posición estratégica permite tanto la importación desde África y LATAM como la exportación a China y norte de Europa.

A continuación, para tener una visión gráfica de la terminal se ha incorporado una imagen que ha sido realizada a través de un dron (vehículo aéreo no tripulado), donde a la izquierda de la imagen se posiciona la nave norte, mientras que, en el lado opuesto se puede ver la nave sur. Tal vez, desde esta perspectiva no se puede distinguir bien, pero la nave sur dobla en longitud y superficie a la norte, con lo cual tiene más capacidad de almacenamiento y mayor espacio para las mezclas.



Figura 1. Foto aérea de toda la terminal
(Base de datos de Impala Terminals)

2.2. Funcionamiento interno

La primera función de este centro logístico es la recepción de concentrado mineral (Cobre, Zinc y Plomo) dentro de las instalaciones, ya sea por vía terrestre o por vía marítima mediante buques.

Entre los métodos de recepción que se han nombrado en el párrafo anterior, se puede decir que gran parte de la actividad de Impala nace de la entrada de camiones que llegan de mina. Por otro lado, y de forma menos habitual, se encuentra la recepción de camiones portacontenedores que provienen bien del Puerto Bahía de Algeciras o bien del Puerto de Huelva. Por último y no menos importante, se recibe concentrado mineral a través de buques haciendo uso de una tolva ecológica para almacenarlo directamente dentro de las naves.

Tras recibir y almacenar el material de una forma u otra, el siguiente paso es la mezcla de los minerales, que es considerado como el proceso insignia de la empresa. Desde el primer

instante que se almacena el concentrado mineral, se tiene planificado los sub-blend (pequeñas rumas) que se deben ir haciendo para obtener el blend final, el cual debe tener la composición de materiales adecuada acorde a las especificaciones establecidas por el cliente.

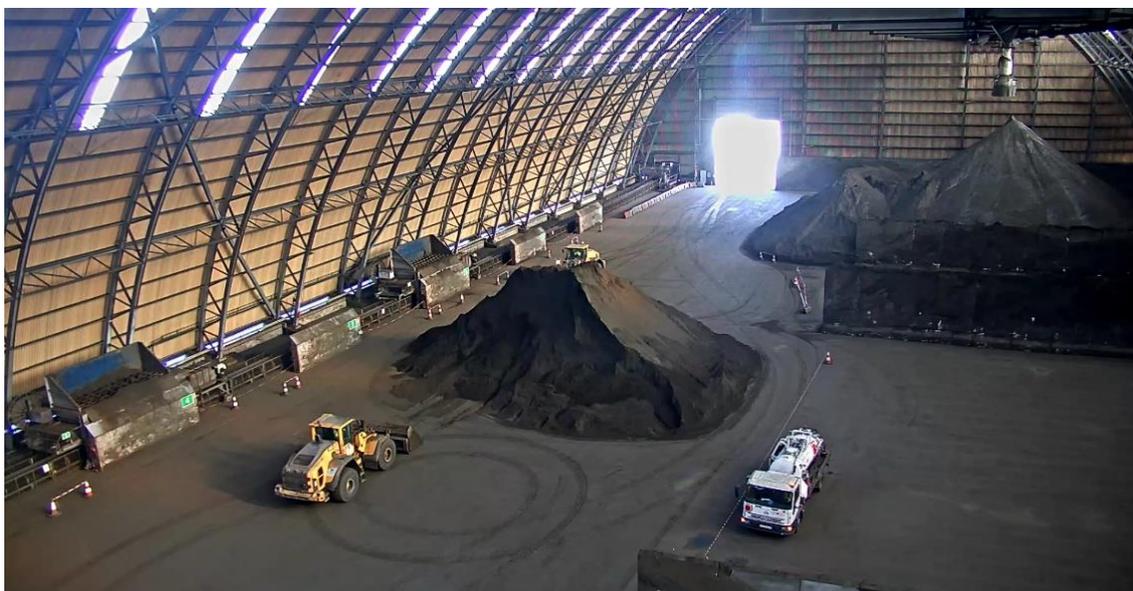


Figura 2. Almacenamiento y manipulación de los concentrados minerales en nave sur
(Base de datos de Impala Terminals)

Una vez se tiene el blend final, el siguiente paso es la puesta a disposición para la carga en barco. Hasta finales de septiembre de 2022, el proceso de carga se realizaba mediante cargador, sin embargo, la rotura de este ha obligado a trasladar los blends finales al cantil para su carga en buque. En el momento que el cargador vuelva a estar funcional, se retomará el uso del circuito de cintas transportadoras, las cuales están en contacto con dos tolvas móviles que dependiendo de la ubicación del blend dentro de las naves se colocan en la posición más ventajosa para la operativa de alimentación. Llegada esta situación, el material que no entra por completo en las cochas (habitáculo dentro de las naves donde se almacena el concentrado) se debe ir trasladando justo en frente de ellas, a lo que se conoce con el nombre de aporte. Dicha operación supone un coste elevado para la empresa y, es por ello, que la incorporación de un nuevo apilador proporcionaría tanto un ahorro considerable como la agilización de esta operativa tras el aumento del caudal efectivo otorgado por la nueva máquina. Cabe destacar que las tolvas estaban siendo alimentadas en la operativa de recirculación por dos cargadores frontales (maquinaria pesada para el transporte del material), pudiendo cada uno de ellos alimentar una tolva en un intervalo de unas 750 toneladas por hora aproximadamente. No

obstante, para la carga de barco son los portuarios quienes deben alimentar las tolvas y, por lo tanto, no llegan a alcanzar dicha cifra de toneladas/hora como si lo hacen los propios operarios.



Figura 3. Alimentación de tolvas para la carga en barco
(Base de datos de Impala Terminals)

Ante esto, el nuevo apilador es capaz de rondar las 500 toneladas/hora a un ritmo normal por parte del cargador frontal que la alimenta. Teóricamente, tiene capacidad para rondar las 1.100 toneladas/hora, pero para que se dé este caso debe haber dos palistas que estén constantemente alimentado la máquina y de manera sutil. Como esta situación conlleva depender de otro palista es indicativo de tener que aportar más dinero a la operativa y de cuadrar con más exactitud los movimientos dentro de las naves, con lo cual se hace innecesario aumentar el flujo máximo del equipo hasta cierta cifra.

En cuanto a las características que presenta el nuevo apilador son las siguientes:

- El equipo es capaz de desplazarse mediante tres formas de movilidad:
 - I. Movimiento de traslación 
 - II. Movimiento paralelo 
 - III. Movimiento radial 
- Dispone de dos cilindros hidráulicos para elevar la banda transportadora, con capacidad de elevación de 5° a 20° de inclinación. Concretamente, tiene capacidad para formar pilas de hasta 9,2 m de altura.

- Funciona mediante corriente eléctrica de baja tensión que puede ser alimentada bien desde la nave o bien a través del generador que lleva incorporado.
- La potencia del motor es de 45 kW.
- Lleva incorporados interruptores de parada de emergencia a ambos lados del transportador y dispone de balizas luminosas y sonoras para avisar de los arranques de este.

Dada las siguientes prestaciones, se entiende que la máquina podría tener distintos papeles funcionales dentro de la empresa. Hasta el momento, la carga de barco con un apilador no entraba en los planes de Impala, sin embargo, partiendo de que la banda transportadora de la que dispone la máquina puede llegar a inclinarse lo suficiente como para dar caída del material dentro del circuito de cintas transportadoras y partiendo además de su velocidad de alimentación, no se ha dudado de su participación en dicha operativa. Ahora bien, como se ha denotado en párrafos anteriores que la banda transportadora puede llegar a alcanzar hasta los 20° de inclinación, seguramente también se utilice para las mezclas, en vez de utilizar otro tipo de máquina que trabaja a un ritmo más pausado. A continuación, se muestra el diseño de lo que sería el nuevo apilador:



Figura 4. Apilador radial Tarma Bulk
(Página oficial de Tarma Bulk Solids Solution)

Tras conocer cómo se las ingenia la empresa a nivel operacional, es importante señalar que su funcionamiento se rige por la limpieza de las instalaciones, eso incluye las naves y los exteriores. Dicho de otra manera, Trafigura exige a Impala que los concentrados de mineral no se contaminen por falta de limpieza.

Por otro lado, hay que mencionar que la seguridad de los trabajadores tiene mucho peso en esta empresa, ya que cabe destacar que cada día laboral, los supervisores deben realizar charlas de seguridad a los trabajadores de cada contrata con el fin de informarles de los incidentes producidos para intentar que no vuelvan a suceder, además de comunicarles las indicaciones adecuadas para actuar de manera segura.

Entre las herramientas de seguridad por las que apuesta Impala para mantener la terminal con más de 1900 días sin accidentes con baja y más de 2 millones de horas de trabajo seguro son Docucae (condiciones inseguras, actos inseguros y reconocimientos), Optis (correcto balizamiento, check-list, etc) y el calendario Thu Safe (charlas específicas de la semana).

2.3. Metodología

Para llevar a cabo este proyecto se ha tomado un tiempo concreto de tres meses en las instalaciones de la terminal, tal y como se ha comentado en el inicio del trabajo. Durante esta formación, se ha incidido en la observación de las operativas en las que interviene la Edge (máquina apiladora) con el fin de recabar información sobre su papel actual en las instalaciones de la empresa, teniendo en cuenta su capacidad de trabajo y las horas que puede estar en funcionamiento sin paradas por avería, entre otros aspectos.

De esta manera, se ha podido observar que la Edge se está utilizando únicamente en la operativa definida como blending, es decir, en mezclas. Incluso ha estado disminuyendo su uso en este tipo de operativa puesto que el cliente prefiere que otra maquinaria haga dicho trabajo debido a la mayor eficiencia que proporciona esta con respecto a la Edge.

Como realmente se quiere introducir la Edge en otras más operativas, siendo una de ellas la carga de barcos, se ha diseñado un esquema económico, partiendo de la base de datos proporcionada por Impala operaciones, en el que viene plasmado los factores positivos y negativos (ahorro de aporte, costes mantenimiento, adquisición maquinaria, etc) que fijan la rentabilidad que tiene la compra de la nueva máquina.

Con todo ello, se consigue culminar la investigación que necesita la empresa como contrapartida del deterioro funcional de la Edge actual.

3. Revisión de la literatura

La revisión de la literatura parte de la búsqueda de artículos que puedo aplicar a modo referencial en la redacción de este proyecto sobre la compra de una nueva máquina en la terminal de Impala.

3.1. Apilador como requerimiento de Impala

La industria minera sigue un orden clasificatorio y estructurado en lo que respecta al proceso productivo de extracción de mineral. Divide los materiales que superan la ley de corte en lo que se refiere al concentrado de mineral de los que no rebasan el límite establecido. Atendiendo a estos últimos materiales considerados como concentrado estéril, es posible entender todo el proceso que atraviesa dicho mineral hasta llegar al botadero de ripios donde es almacenado mediante apiladores.

En base a los documentos encontrados, reflejan los procesos del apartado anterior para minas donde se extrae cobre (Valeska, 2017), (Molina, 2002) y carbón (Armstrong y Menon, 2011), en los cuales cabe señalar el método de almacenamiento de los minerales después de haber transcurrido por cada uno de los tratamientos establecidos, puesto que se trata de una medida resolutive de alimentar grandes volúmenes de material en un sitio específico de manera eficiente y uniforme.

En concordancia con la empresa Impala, como se dedica en gran parte al proceso de almacenamiento de minerales (Cu, Zn y Pb), es lógico que se haya trasladado el método de apilamiento minero a las instalaciones de la terminal. Ahora bien, la idea de utilizar el apilador en la terminal como método de liberación de espacio va más allá en este proyecto, ya que se busca utilizar su potencial en el proceso de alimentación de tolvas dentro de las naves industriales.

Varias referencias que se han proporcionado a la búsqueda, entre ellos los artículos escritos por Estrada (2020), Torno (2008) o Jones (2012) analizan las ventajas que proporciona el apilamiento de los minerales para la optimización del espacio de una terminal, además de la capacidad en toneladas/hora de trasladar concentrado de mineral de un espacio a otro de la terminal. En estos casos, se ha centrado el estudio sobre terminales portuarias del Norte de España y Holanda. Por otro lado, el abanico de trabajo de los apiladores no sólo se centra en las minas y terminales portuarias, sino que también se utilizan en centrales eléctricas de carbón y en cualquier instalación donde la gestión eficiente de las reservas de materias primas sea fundamental.

Acerca del apilador y/o apiladores que necesita Impala para optimizar y mejorar el procedimiento de carga de barcos, se han detectado varias empresas que se dedican al diseño a medida de estas máquinas. Entre las que se encuentra la marca Edge (fundada en 2008), Tarma Bulk (2017) y SKE Industries (2013). En función de las especificaciones que pide Impala en cuanto a capacidad y estructura dimensional del apilador, se procedería al paso de contactar con algunas de ellas.

3.2. La implicación del Business Case

El Business Case es el instrumento adecuado para comprobar la viabilidad económica del proyecto de compra de un nuevo apilador a granel. Dicho de otra forma, esta herramienta funciona como indicador de valor para la compañía, de tal forma, que clarifica si el proyecto propuesto tiene un impacto lo suficientemente positivo como para llevarlo a cabo.

La forma en que se aplica un Business Case puede observarse en el documento tomado como referencia de Kaukab (2014). Se trata de un caso de estudio en la terminal multipropósito de Tanjung Priok, Indonesia, sobre la necesidad de realizar reformas en lo que respecta a la infraestructura de su patio con el objetivo de evitar los problemas de apilamiento de contenedores.

No	Stacking Yard & Equipment Investment (in million rupiahs)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	Capital Expenditure	195,587.00											
2	Earnings p.a.*												
	A. Yard Block 109 - 113												
	1. Stacking service												
	- 20 feet		4,182.90	4,182.90	4,182.90	4,182.90	4,182.90	4,392.05	4,392.05	4,392.05	4,392.05	4,392.05	4,611.85
	- 40 feet		3,090.36	3,090.36	3,090.36	3,090.36	3,090.36	3,244.88	3,244.88	3,244.88	3,244.88	3,244.88	3,407.12
	2. Lift on Lift off		50,159.33	50,159.33	50,159.33	50,159.33	50,159.33	52,667.30	52,667.30	52,667.30	52,667.30	52,667.30	55,300.66
	3. Shifting		11,772.82	11,772.82	11,772.82	11,772.82	11,772.82	12,361.46	12,361.46	12,361.46	12,361.46	12,361.46	12,979.53
	B. Yard Block Ex - Office												
	1. Stacking service												
	- 20 feet		364.49	364.49	364.49	364.49	364.49	382.72	382.72	382.72	382.72	382.72	401.85
	- 40 feet		269.29	269.29	269.29	269.29	269.29	282.75	282.75	282.75	282.75	282.75	296.89
	2. Lift on Lift off		4,370.81	4,370.81	4,370.81	4,370.81	4,370.81	4,589.35	4,589.35	4,589.35	4,589.35	4,589.35	4,818.82
	3. Shifting		1,025.87	1,025.87	1,025.87	1,025.87	1,025.87	1,077.16	1,077.16	1,077.16	1,077.16	1,077.16	1,131.02
3	Operating cost p.a.**												
	1. Yard structure		1,955.87	2,053.66	2,156.35	2,264.16	2,377.37	2,496.24	2,621.05	2,752.11	2,889.71	3,034.20	3,185.91
	2. 5 units of RMGC		14,854.72	15,597.46	16,377.33	17,198.20	18,056.01	18,958.81	19,906.75	20,902.08	21,947.19	23,044.55	24,196.78
	3. 1 unit of Reach Stacker		2,587.50	2,716.88	2,852.72	2,995.35	3,145.12	3,302.38	3,467.50	3,640.87	3,822.92	4,014.06	4,214.76
4	Net Cashflows	-195,587.00	55,837.77	54,867.87	53,849.47	52,780.15	51,657.36	50,484.23	49,260.36	48,000.36	46,710.80	45,400.85	44,080.10
5	Cumulative cashflows	-195,587.00	-139,749.23	-84,881.36	-31,031.89	21,746.26	73,405.63	127,645.86	180,648.22	232,350.82	282,688.66	331,593.52	382,943.61
6	Payback	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Discounted cash flows	-195,587.00	53,690.17	50,728.43	47,871.98	45,110.09	42,456.59	40,000.84	37,737.44	35,655.58	33,747.78	31,910.37	30,141.04
8	Discounted cumulative cash flows	-195,587.00	-141,896.83	-91,168.40	-43,296.42	1,820.27	44,278.86	87,145.70	127,423.14	165,201.72	200,566.43	233,006.79	263,962.83
9	NPV***	484,000.52	484,000.52										
10	IRR		27.02%										

* Stacking charge increase 5% of every 5 year
 ** increase 5% per year follow Indonesian inflation
 *** Discount rate 4%

	Investment	TC p.a	Opex p.a.	EBIT	ROI
Yard Expansion Project	195,587.00	81,069.00	32,070.82	39,218.83	20.05%

Figura 5. Análisis de inversión del proyecto
 (Artículo extraído de la base de datos MU World Maritime University)

En este caso de aplicación de la herramienta, llega a observarse que el proyecto no genera ganancias hasta el cuarto año de operación de los activos suponiendo que la vida útil de los activos sea de aproximadamente 20 años. En el caso del proyecto que planteamos, se busca que la rentabilidad de este sea como máximo al tercer año de operación del nuevo apilador, por eso se hace necesario analizar todos los factores que intervienen en la compra de dicho activo a través de dicha herramienta tan querida por los directores de las compañías.

Además de este caso de estudio sobre inversiones, existen múltiples referencias bibliográficas dedicadas a este mismo tema. Ejemplo de ello, son los libros sobre análisis de inversiones de Victoria (2008) y Veiga (2013).

4. Resultados

Para constatar que la compra del nuevo apilador converge en beneficios para la empresa, se ha calculado en primer lugar las siguientes tablas:

Ciente	Producto	WMT Aportado (Tn)	WMT Aportado Real (Tn)	Horas empleadas en aportación (h)	Coste Aportación (€)
Trafigura/Atalaya	CU/ZN/PB	843.534,50	723.441,19	4.083	111.237,25

Tabla 1. Coste de aportar en 2023
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

1. Blend de Cu se aporta	100%
2. Blend de Zn se aporta	70%
3. Blend de Pb se aporta	70%
4. Cu de Atalaya se aporta	80%

Tabla 2. Aporte según la calidad
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

La tabla 1 resume los datos que han sido necesarios para obtener el coste de aportar en 2023. Entre los cuales, se puede observar el término WMT que significa toneladas métricas húmedas que, dicho de otra manera, se refiere a la terminología que utiliza Impala para trabajar con los concentrados minerales, puesto que estos (Cobre, Zinc y Plomo) contienen cierto nivel de humedad. Por otro lado, cabe señalar que los datos reflejados en la tabla 1 son anuales, concretamente del año 2023.

Ahora bien, la tabla 2 ha sido creada para calcular el apartado definido como WMT aportado real de la tabla 1, que representa las toneladas totales reales que se han aportado en

todo 2023. En otras palabras, los porcentajes que aparecen en la segunda tabla indican lo que está establecido aportar para cada concentrado mineral puesto que depende de la posición que tienen estas calidades dentro de las naves. Dicho esto, y de vuelta a la tabla 1, hay que indicar que seguidamente del dato que refleja las toneladas totales aportadas en 2023 se tiene el número de horas que han sido necesarias para cubrir la operativa de aporte. A partir de dicha cifra y conociendo que el coste de un palista la hora es de 68,11 €/h, se obtiene un coste de aportación en 2023 de 111.237,25 €.

En cuanto al siguiente indicador que hace que la compra del nuevo apilador se observe rentable, es la comparación entre apiladores en la operativa de blending, el cual se muestra a continuación:

	Caudal Efectivo Blending (Tn/h)	Horas Totales Blending (h)	Coste Blending (€)
EDGE	250	1.407	95.813,74
NUEVO APILADOR	500	703,38	47.906,87

Tabla 3. Comparativa en la operativa de blending entre apiladores
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

Para formular la tabla, en principio se han tenido que estudiar cuáles son los caudales efectivos de ambas máquinas. Por un lado, el de la Edge ha sido proporcionado por los responsables de mantenimiento mientras que el del nuevo apilador se ha establecido en función de las especificaciones técnicas del material con el que se trabaja en las instalaciones de la terminal. Ahora bien, en la siguiente columna se han obtenido las horas totales de blending en 2023 con la Edge y a partir de los caudales efectivos, es decir, partiendo de la división: $250/500 = 0,5$ se han obtenido las horas totales de blending con el nuevo apilador. De la misma forma que en la tabla 1, el coste de blending se ha calculado de multiplicar las horas totales por el coste de un palista la hora. De ahí, a que con la Edge se tenga un coste anual en blending de 95.813 € mientras que del nuevo apilador es de 47.906 €.

Otras de las cuentas que se han llevado a cabo para completar este estudio, ha sido la del cálculo del coste de gasoil. Para ello y como punto de partida del cálculo, ha sido necesario obtener los siguientes datos:

1)	Toneladas 100% aporte (Tn)	723.441,19		
2)	Número de horas funcionamiento Edge en 2023 (h)	1.406,75		
3)	Tiempo de carga (h)	578,75		
4)	Coste/h gasoil	12,74	Incremento IPC	14,9

Tabla 4. Datos requeridos para el coste de gasoil
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

En función de la figura anterior, se aprovechan los resultados para deducir el coste que gastará en gasoil el nuevo apilador en un año. De manera más específica, se hace la multiplicación del punto (4) con la suma de los puntos (2) y (3), teniendo también en cuenta una tasa de descuento del 5 %. Ante esto, hay que aclarar que el punto (4) se define como el coste/hora de gasoil de la máquina, habiéndose considerado un incremento del IPC desde 2021 hasta hoy de un 17 %. A modo concluyente, cabe decir que el coste de gasoil por año es de 15.679,52 €.

Por otro lado, y no menos importante, ha sido necesario incorporar también el coste de mantenimiento en el estudio. La diferencia de este coste con el de gasoil, es que este ha sido proporcionado directamente por los responsables de mantenimiento suponiendo en este caso que se asemeja al de la Edge actual. De esta manera, se tiene un coste de mantenimiento de 8.474 € por año.

A modo resumen, los gastos que acarrear tener un nuevo apilador en las instalaciones de la terminal son:

Costes Gasoil (€)	15.679,52
Costes Mantenimiento (€)	8.474

Tabla 5. Costes de gasoil y mantenimiento
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

Por añadidura, cabe señalar que antes de tener en cuenta cada uno de los parámetros que se han mostrado en los párrafos anteriores, es importante saber que el coste de adquisición de la maquinaria es de 255.001 €, el cual es abonado por Impala de su tesorería. Asimismo, en el bloque de inversión se ha introducido inclusive un coste de humectación de 10.500 €. Ambos costes, han sido incluidos en el propio Business Case.

En torno a dichos datos, se ha formulado la estructura del Business Case en el intervalo específico de seis años, el cual se muestra representativamente a continuación:

Parámetro	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
	Inflación acumulada (3%)	1	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	
	CASH FLOW								
	1- INGRESOS EXPLOTACIÓN	0 €	106.631 €	109.830 €	113.125 €	116.519 €	120.015 €	123.615 €	
50%	1.1- Ahorro % en aporte con el nuevo Apilador	0 €	57.287 €	59.006 €	60.776 €	62.599 €	64.477 €	66.412 €	
100%	1.2. Ahorro de sustituir Edge por Stacker nueva	0 €	49.344 €	50.825 €	52.349 €	53.920 €	55.537 €	57.203 €	
	2- GASTOS EXPLOTACIÓN	0 €	- 24.878 €	- 25.624 €	- 26.393 €	- 27.185 €	- 28.001 €	- 28.841 €	
	2.1. Costes en combustible	0 €	- 16.150 €	- 16.634 €	- 17.133 €	- 17.647 €	- 18.177 €	- 18.722 €	
	2.2. Costes en mantenimiento	0 €	- 8.728 €	- 8.990 €	- 9.260 €	- 9.538 €	- 9.824 €	- 10.118 €	
	3- EBITDA	0 €	81.753 €	84.206 €	86.732 €	89.334 €	92.014 €	94.774 €	
	4- INVERSIONES INICIALES	- 265.501,00 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
	4.1. Coste de adquisición de maquinaria	- 255.001,00 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
	4.2. Coste de sistema de humidificación	- 10.500,00 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
	5- CASH FLOW DEL PROYECTO	- 265.501 €	81.753 €	84.206 €	86.732 €	89.334 €	92.014 €	94.774 €	
	6- CASH FLOW ACUMULADO	- 265.501 €	- 183.748 €	- 99.542 €	- 12.810 €	76.524 €	168.538 €	263.313 €	4
						0,14339231	0,9750503	2,7533589	→
	PAYBACK	3,1							
	VAN DEL PROYECTO	179.971,73 €							
	TIR DEL PROYECTO	23%							

Tabla 6. Business Case del proyecto
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

Como se puede observar, todos los indicadores de los que se han hablado y explicado en los párrafos anteriores están encuadrados dentro de la tabla 6. Estos conforman el Cash Flow del proyecto, el cual deja de ser negativo a partir del tercer año cumpliendo así con el periodo de amortización utilizado para la maquinaria. Cabe señalar que dicho periodo ha sido establecido hasta los tres años por la simple razón de que la propia empresa tiene un cierto margen asignado para abonar una máquina de estas características. Al final del Business Case, se ha plasmado los resultados más concluyentes del proyecto, los cuales se definen como:

- ➔ **PAYBACK:** 3,1 años [Periodo de recuperación de la inversión]
- ➔ **VAN DEL PROYECTO:** 179.971,73 € [Viabilidad económica del proyecto]
- ➔ **TIR DEL PROYECTO:** 23 % [Tasa de interés o rentabilidad que te ofrece la inversión]

5. Discusión

Tras haber incurrido en la descripción de los valores del proyecto en el apartado anterior, se requiere una interpretación de los mismos basándolo en una comparación con los primeros enunciados del trabajo que describen el funcionamiento de la empresa.

Por lo que figura el título del proyecto, el estudio de compra del nuevo apilador se ha querido efectuar como medida prioritaria en cuanto a mejora en el procedimiento de carga de barcos se refiere. En cambio, cabe resaltar que la utilidad del nuevo apilador va más allá de su modo alimentador de cintas, puesto que también concede propiedades que mejora la operativa de blending con respecto al comportamiento de la Edge actual en este tipo de tarea.

Como se ha podido comprobar en el apartado anterior, los resultados indican que la incorporación de una nueva máquina tendría un impacto positivo en términos de ahorro en las dos operativas en las que se quiere utilizar el nuevo equipo. El fundamento principal que justifica estos ahorros son las características de la nueva máquina que supera con creces la de la maquinaria antigua que lleva consigo hasta el momento un gran número de intervenciones en cuanto a temas de mantenimiento se refiere. De manera cuantificable, se ha podido observar que la empresa se podría ahorrar al año hasta 55.618 € en aporte y 47.907 € en la operativa de blending.

Cabe señalar que ambos puntos de ingresos se contrarrestan en cierta medida con los costes de mantenimiento y gasoil, conformando así el Cash Flow del proyecto, el cual deja de ser negativo a partir del tercer año y se traduce como el instante en el que Impala empieza a recuperar la inversión. Pese a que el intervalo de tiempo en el que la empresa recupera la inversión es muy corto, no consta que por posibles problemas de fabricación y costos de mantenimiento adicionales en el nuevo apilador pudieran agravarse en varios meses o incluso un año más la recuperación de la compra. Sin embargo, se enfatiza que Impala es consciente de estos riesgos y aunque ocurriera esta situación la nueva máquina seguiría siendo rentable para la terminal en comparación con la Edge actual. A modo ilustrativo, se han modificado tanto los costes de mantenimiento en 17.456 € por año como los de gasoil en 20.150 € por año, ambos en el Business Case para observar cómo varía el indicador definido como Payback que muestra los años en los que se recupera la inversión. De esta manera, el Business Case modificado es el siguiente:

Parámetro	Año	0	1	2	3	4	5	6	
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
	Inflación acumulada (3%)	1	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	
	CASH FLOW								
	1- INGRESOS EXPLOTACIÓN	0 €	106.631 €	109.830 €	113.125 €	116.519 €	120.015 €	123.615 €	
	50% 1.1- Ahorro % aporte con nueva Stacker	0 €	57.287 €	59.006 €	60.776 €	62.599 €	64.477 €	66.412 €	
	100% 1.2. Ahorro en costes cargador frontal por sustituir a	0 €	49.344 €	50.825 €	52.349 €	53.920 €	55.537 €	57.203 €	
	2- GASTOS EXPLOTACIÓN	0 €	- 37.606 €	- 39.357 €	- 40.538 €	- 41.754 €	- 43.007 €	- 44.297 €	
	2.1. Costes en combustible	0 €	- 20.150 €	- 21.377 €	- 22.018 €	- 22.679 €	- 23.359 €	- 24.060 €	
	2.2. Costes en mantenimiento	0 €	- 17.456 €	- 17.980 €	-18.520 €	-19.075 €	- 19.647 €	- 20.237 €	
	3- EBITDA (beneficios antes de intereses, impuesto)	0 €	69.025 €	70.473 €	72.587 €	74.765 €	77.008 €	79.318 €	
	4- INVERSIONES	-265.501,00 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
	4.1.- Coste de adquisición maquinaria	-255.001,00 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
	4.2. Coste sistema humectación	- 10.500,00 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
	5- CASH FLOW DEL PROYECTO	- 265.501 €	69.025 €	70.473 €	72.587 €	74.765 €	77.008 €	79.318 €	
	6- CASH FLOW ACUMULADO	- 265.501 €	- 196.476 €	-126.003 €	- 53.416 €	21.349 €	98.357 €	177.675 €	4
						0,71444932	0,99168299	2,23171568	→
	PAYBACK	3,7							
	VAN DEL PROYECTO	107.897,06 €							
	TIR	16%							

Tabla 7. Business Case modificado
(Elaboración propia partiendo de datos de Impala)

En la tabla 7, se puede observar como un pequeño contratiempo en los costes de combustible y mantenimiento no afecta en gran medida al cálculo que indica el año en el que se recupera la inversión. De manera similar que, en el Business Case original, este indicador queda plasmado al final de dicho documento junto con el Van y Tir del proyecto:

- ➔ **PAYBACK:** 3,7 años
- ➔ **VAN DEL PROYECTO:** 107.897,06 €
- ➔ **TIR DEL PROYECTO:** 16 %

Para cerrar la discusión, hay que señalar que esta inversión trae consigo tanto ventajas potenciales en las operativas como posibles desafíos que podrían surgir en función de su disponibilidad en nuevas operativas. Más concretamente y a través del análisis completo de los costos que se ha llevado a cabo, la decisión de comprar un nuevo apilador recalca en Impala y va a depender tanto del momento económico en el que se encuentre como del nivel de trabajo que tenga para poder aprovechar por completo de sus prestaciones.

6. Conclusión

Con este proyecto se pretendía plasmar los conocimientos teóricos obtenidos por el Máster en Logística realizado, junto con la experiencia práctica adquirida durante este período de estudio e investigación en la empresa.

Siguiendo un orden estructurado de los objetivos planteados, puede comentarse que el primero de ellos se ha logrado durante los dos meses previos que se ha estado en las instalaciones de la empresa, ya que este consistía en conocer con detalle las diferentes operativas que se llevan a cabo para entender en cuales debe introducirse un método de mejora.

A partir de este estudio, se decantó por la adquisición de un nuevo apilador tras el deterioro funcional de la Edge actual, siendo este el objetivo sucesivo al primero que se ha comentado en el párrafo anterior. Haciendo alusión al trabajo, se puede comprobar los cálculos y razonamientos que se han realizado para conseguir el objetivo definido como secundario, pero en este caso prioritario para Impala por la importancia que supone en términos económicos.

Con esta mejora se conseguiría reducir parte de los costes que conlleva aportar el material cerca de las tolvas, así como agilizar el procedimiento de carga de barcos al disponer de un caudal efectivo mayor y de una distancia menor para alimentar debido a que el nuevo equipo se encontraría prácticamente muy cerca del final de las cochas. También, se lograría una mejora en la operativa de blending, tal y como se ha redactado en el apartado de resultados, puesto que la potencia que genera su motor permite trabajar menos horas con el mismo porcentaje de toneladas con el que opera la Edge actual. Dicho de otra manera, de las 200 toneladas/hora que puede efectuar la Edge, el nuevo equipo es capaz de alcanzar hasta 1.100 toneladas/hora con dos palistas y entre 500 y 750 toneladas/hora con un solo cargador frontal.

Como conclusión e incidiendo en la parte del Business Case, cabe decir que costear una máquina con dichas propiedades sale económicamente rentable, ya que la inversión se recupera en tres años, concretamente, en tres años y un mes. Además, se trata de una máquina que puede ser utilizada para más de una operativa (carga de barcos y blending), por lo que su provecho está totalmente asegurado dentro de la empresa.

7. Referencias

Sander Méndez, A. V. (2017). Propuesta y aplicación de un caso práctico de IFRIC 20 a la empresa minera chilena de cobre. Memoria para optar al grado de Magíster en Gestión y Dirección de Empresas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Molina Navarro, O. A. (2002). Implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) basado en la norma ISO 14001 División Radomiro Tomic (DRT)-Codelco Chile. Universidad de Chile.

Organización Internacional del Trabajo. (2011, 13 de marzo). Minas y canteras. <https://www.iloencyclopaedia.org/es/part-xi-36283/mining-and-quarrying> (acceso 18 de abril de 2024)

Estrada, J.L. (2020) Terminales de carga seca a granel. Portus, 39. <https://portusonline.org/terminales-de-carga-seca-a-granel/> (acceso 18 de abril de 2024)

Torno Lougedo, S. (2008). Emisiones de material particulado en almacenamiento de minerales a la intemperie. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo.

Jones, T. (2012) European Coal Tardes 2012. DRY CARGO international, 152,7-16. Equipos de almacenamiento del comercio europeo de carbón. <https://www.drycargomag.com/ThreeDmags/Magazine-Editions/October-2012-Issue/offline/download.pdf> (acceso 19 de abril de 2024)

EDGE Innovación en el trabajo. (2017, 4 de enero). Manejo de material Edge. https://edgeinnovate.com/site/wp-content/uploads/2016/11/Edge-Material-Handling-REV01-EMAIL_ES.pdf (acceso 19 de abril de 2024)

TARMA bulk soluciones de sólidos. (2017). Equipos de apilado y carga. <https://tarmabulk.com/equipos-de-apilado-y-carga/> (acceso 19 de abril de 2024)

SKE Industries para manipulación de materiales a granel. (2013). Alimentador De Tolva De Orugas KTF. <https://www.skecon.com/es/productos/transportador-apilador/alimentador-de-tolva-de-orugas-KTF.html> (acceso 21 de abril de 2024)

Tang, X., Jin, J. G., & Shi, X. (2022). Stockyard storage space allocation in large iron ore terminals. Computers & Industrial Engineering, 164, 107911.

Muñoz. (2017, 18 de enero). IMF Blog de MBA. Business Case y la evaluación de proyectos. <https://blogs.imf-formacion.com/blog/mba/business-case-evaluar-proyectos/> (acceso 21 de abril de 2024)

Ventura Victoria, J. (2008). Análisis estratégico de la empresa. Ediciones Paraninfo, SA.

Kaukab, A. M. (2014). Stacking yard expansion planning in development country. World Maritime University. https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=2839&context=all_dissertations (acceso 23 de abril de 2024)

Veiga, J. F. P. C. (2013). El análisis de inversiones en la empresa. ESIC Editorial.