

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES - ITBA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN



Metalsa S.A.

Rediseño de Almacén

AUTORES:

Celentano, Facundo Leonel	Leg. N° 54168
Mandl, Daniela	Leg. N° 53197
Salinas, Gustavo Nicolás	Leg. N° 54050
Scarinci, Carla	Leg. N° 55235
Tojo, Patricio	Leg. N° 54250
Valenti Campoamor, Agustín	Leg. N° 54176

TUTOR: Mele, Fernando

**TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

BUENOS AIRES

2019

Resumen ejecutivo

El presente trabajo tiene como propósito rediseñar íntegramente el actual almacén de producto intermedio de la empresa Metalsa.

Inicialmente se hizo un estudio de mercado donde se analizaron las ventas de los principales clientes de la empresa. Al tratarse de un negocio B2B, el análisis de las ventas debió focalizarse en las ventas generadas por los clientes, lo que implica indirectamente un análisis de la producción de la propia empresa. Fueron objeto de análisis tanto las ventas en cantidad como el precio del producto terminado.

En una segunda instancia se desarrolló el estudio de ingeniería, donde se analizaron los principales tópicos para poder llevar a cabo el proyecto desde el punto de vista técnico. Entre estos puntos pueden mencionarse: el proceso de producción (a fin de poder eficientizar el stock de materiales), aspectos técnicos propios del equipamiento y la remodelación de la estructura actual del almacén.

Como tercer punto se hizo un estudio económico financiero, contemplando puntos como: inversiones, nuevos costos generales de fabricación e impuestos alcanzados por el proyecto, entre otros.

Por último, se realizó un análisis de riesgos, para entender cuáles eran los más propensos a afectar el proyecto y de qué manera era posible mitigar cada uno. Fue necesario analizar un análisis de sensibilidad sobre las principales variables relacionadas, para poder entender cuáles podrían generar un mayor o menor impacto. Usando el software Crystal Ball como herramienta principal, se simularon distintos escenarios que permitieron entender cuáles son los posibles resultados económico-financieros del proyecto. Se obtuvo finalmente que el valor actual neto más probable de obtenerse es 783.531 USD, que deriva de la realización del proyecto en el año 2019

Abstract

The purpose of this work is to redesign the current intermediate product warehouse of the Metalsa company.

First, a market study was made in order to define the main customers of the company. As Metalsa is a B2B business, the analysis was focused on the sales generated by customers, which indirectly implies an analysis of the company's own production. The amount of sales and the final price of the finished products were also one of the main issues of the analysis.

In a second instance, an engineering study was developed, where the main topics were analyzed in order to carry out the project from a technical point of view. Some of these topics are the production process (in order to improve the stock materials efficiency), technical aspects of the equipment, and the remodeling of the current structure of the warehouse.

As a third point, a financial economic study was carried out, contemplating points such as: investments, new general manufacturing costs and taxes achieved by the project, among others.

Finally, a risk analysis was carried out in order to understand which of them were most likely to affect the project and what measures should be realized to mitigate them. It was necessary to make a sensitivity analysis on the main related variables, to understand which could generate a greater or lesser impact.

Using Crystal Ball software as the main tool, different scenarios were simulated to understand the possible economic and financial results of the project.

It was finally concluded that the most likely net present value to be obtained is USD 783.531.- that derives from the realization of the project in the year 2019.

Índice

MERCADO	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Descripción de la empresa.....	2
1.2.1. Historia.....	2
1.2.2. Localización de la empresa.....	2
1.2.3. Misión.....	3
1.2.4. Visión.....	3
1.2.5. Creencias.....	3
1.2.6. Valores.....	4
1.2.7. Cultura Organizacional.....	4
1.2.8. Organigrama estructural de la empresa.....	4
1.2.9. La base y marco de referencia de Metalsa.....	6
1.2.10. Estándar de calidad.....	6
1.2.11. Presencia global.....	6
1.2.12. Principales clientes.....	6
1.3. Descripción de sus Productos.....	6
1.4. Procesos y subprocesos.....	10
1.5. Descripción del Proceso.....	11
1.6. Descripción del Proyecto.....	13
1.7. Contexto.....	15
1.8. Análisis estratégico.....	16
1.8.1. Análisis FODA.....	16
1.8.2. Cinco fuerzas de Porter.....	19
1.9. Segmentación.....	21
1.10. Posicionamiento.....	21
1.10.1. Las 4P's.....	21
1.11. Análisis de oferta y demanda.....	23
1.12. El mercado de Pick Ups.....	23
1.13. Posicionamiento de las pickups.....	25
1.14. Segmentación de las pickups.....	26
1.15. Características del pricing de las pick ups.....	27
1.16. Ciclo de vida.....	29
1.17. Proyecciones.....	29

1.17.1.	Mercado local de Pick Ups	29
1.17.2.	Producción para mercado local de chasis para pickups	31
1.17.3.	Exportaciones de pickups	32
1.17.4.	Exportaciones de pick ups producidas por Metalsa	36
1.17.5.	Producción total de Metalsa	38
1.17.6.	Proyección de Precio	39
1.18.	Anexo Mercado	42
2.	INGENIERÍA	47
2.1.	Análisis de Proceso	47
2.1.1.	Localización	47
2.1.2.	Descripción general del proceso	49
2.1.3.	Recepción de materia prima.....	50
2.1.4.	Estampado.....	52
2.1.5.	Lavado.....	54
2.1.6.	Soldadura	57
2.1.7.	Pintura	64
2.1.8.	Ritmo de trabajo.....	64
2.1.9.	Producción por unidad de tiempo	64
2.1.10.	Movimiento de material dentro de la planta	65
2.1.11.	Balance de línea y cuello de botella	66
2.2.	Análisis y rediseño del almacén de producto intermedio	69
2.2.1.	Necesidad de un almacén de producto intermedio.....	69
2.2.2.	Análisis del almacén actual y proyección de demanda.....	70
2.2.3.	Consideraciones Generales	75
2.2.4.	Primera segmentación: Jaulas medianas, chicas, guidí y pallets de cajas.....	76
2.2.5.	Análisis del dimensionamiento.....	77
2.2.6.	Transelevador	79
2.2.7.	Dimensionamiento	81
2.2.8.	Segundo almacén: racks grandes	85
2.2.9.	Ahorro de Autoelevadores y Mano de Obra	88
2.2.10.	Almacenamiento Especial	88
2.2.11.	Conclusión y comparación Lay Outs.....	90
2.2.12.	Adquisición de un WMS	91
2.3.	Selección de proveedores y estimación de costos	94
2.4.	Implementación del proyecto	96
2.4.1.	Construcción de un almacén provisorio.....	96

2.4.2.	Demolición del almacén actual.....	99
2.4.3.	Preparación del piso.....	99
2.4.3.1.	Cargas Estáticas	99
2.4.3.2.	Cargas dinámicas	100
2.4.3.3.	Composición del pavimento	101
2.4.3.4.	La capa de acabado.....	102
2.4.3.5.	Extendido del pavimento.....	102
2.4.4.	Instalación de un transelevador junto con estanterías	103
2.4.5.	Implementación del WMS.....	104
2.5.	Redistribución de la mano de obra	104
2.6.	Duración del proyecto y cronograma de implementación.....	105
2.7.	Marco legal y medio ambiente	106
2.7.1.	Ley general del ambiente.....	108
2.7.2.	Certificaciones de Proveedores	109
2.7.3.	Cálculo del nivel de complejidad ambiental	109
2.7.4.	Requerimientos de auditoría legal.....	114
2.7.5.	Registro de habilitaciones y programación de cumplimiento.....	114
3.	ECONÓMICO - FINANCIERO.....	120
3.1.	Introducción.....	120
3.2.	Sistema de costeo	120
3.3.	Tipo de cambio	121
3.4.	Inflación.....	122
3.5.	Inversiones	123
3.5.1.	Inversiones en Capital de trabajo.....	123
3.5.2.	Inversiones en activo fijo.....	123
3.5.3.	Maquinarias y/o equipos	123
3.5.4.	Estructura.....	124
3.5.5.	Instalaciones Industriales.....	124
3.5.6.	Cargos diferidos.....	125
3.5.7.	IVA sobre Inversiones	125
3.6.	Amortizaciones.....	126
3.7.	Calendario de las Inversiones.....	126
3.8.	Gastos Operativos.....	127
3.8.1.	Costo de alquiler de Apilador Reach.....	127
3.8.2.	Costo de Renovación del WMS.....	127
3.9.	Ganancias y Ahorros del Proyecto.....	127

3.9.1.	Ganancias por Servicio Extra de Almacenaje	127
3.9.2.	Ahorro en alquiler de Autoelevadores	127
3.9.3.	Ahorro Mano de Obra	128
3.10.	Financiamiento	129
3.11.	Impuestos	129
3.11.1.	Impuesto al valor agregado	129
3.11.2.	Impuesto a las ganancias	129
3.11.3.	Ingresos brutos.....	129
3.12.	Cuadro de Resultados	129
3.13.	Tasa de descuento	132
3.14.	Flujo de Fondos IVA	133
3.15.	Flujo de Fondos del Proyecto	135
3.16.	Balance	136
3.17.	Valor actual neto o VAN	137
3.18.	Tasa interna de retorno o TIR	137
3.19.	Período de Repago	137
4.	RIESGOS	138
4.1.	Introducción	138
4.2.	Variables de Referencia	138
4.3.	Variables de Decisión	139
4.4.	Inflación en pesos	140
4.4.1.	Distribución del parámetro C	141
4.4.2.	Influencia de la inflación sobre el ahorro de la Mano de Obra	142
4.5.	Tipo de cambio	143
4.6.	Variación de precios de las inversiones	146
4.7.	Variación de ahorros del proyecto	149
4.8.	Tablero de Riesgos	151
4.9.	Análisis de Sensibilidad	152
4.9.1.	Tornado Chart.....	152
4.9.2.	Spider Chart	153
4.10.	Simulación de Montecarlo	153
4.11.	Gestión de Riesgos	156
4.11.1.	Mitigación de riesgos.....	156
4.12.	Opciones reales	157
4.12.1.	Postergar el inicio del proyecto	157
4.12.2.	Escenario: Caída de la demanda de pickups	157

4.12.3.	Escenario: Aumento de la demanda de pickups	157
4.12.4.	Escenario: La demanda cumple lo esperado	158
4.12.5.	Diagrama de árbol de decisión	158
4.13.	Conclusiones	161
5.	Bibliografía	162

MERCADO

1.1.Introducción

Se conocen como “Pick ups” a las camionetas “con caja”, de uso común en el transporte de materiales.¹

El chasis de un vehículo es la estructura que da soporte al motor y al resto de las piezas que lo componen. Su principal función es soportar las cargas y esfuerzos del vehículo. Se fabrica en función del modelo teniendo en cuenta variables como sus dimensiones, la carga que deberá soportar y la motorización, entre otras.

Hasta 1923 los vehículos eran fabricados bajo el modelo de chasis independiente. En esta técnica, la carrocería no cumple ninguna función estructural.²

Dado los altos costos, las autopartistas fueron sustituyendo este modelo hacia el de los bastidores o monocascos. Actualmente solo se construyen con chasis los vehículos todoterreno, camionetas grandes para transporte de materiales y deportivos utilitarios. Los primeros chasis eran fabricados con madera y en el 1930 fueron sustituidos por acero.

No todos los vehículos poseen chasis, solo aquellos que requieran exigencias de peso significativas relativas a carga y transporte de materiales. Los que no utilizan chasis, poseen otro tipo de estructura denominado bastidor. Las empresas que producen distintos tipos de chasis en Argentina son: Metalsa Argentina S.A, Maxion Montich, Agrale y Toyota (produce una fracción de los chasis empleados en las distintas versiones de las pick ups Hilux).

En la Argentina actualmente existen cuatro terminales automotrices fabricantes de pick ups con chasis: Toyota desde 1997 produce la Hilux, Volkswagen produce la camioneta Amarok desde 2010, Ford produce su línea Ranger desde el 2004, y Nissan produce, en su planta de Córdoba, su línea Frontier desde el 2018.

Debido a la complejidad, el costo y tiempos de introducir una línea de producción junto a la necesidad de acuerdos comerciales con los fabricantes de autos son pocas las empresas que producen este tipo de autopartes. Metalsa es el principal proveedor de chasis para pickups en Argentina.

¹ (Wikipedia, Enciclopedia Libre, 2001)

² (Wikipedia, 2005)

1.2.Descripción de la empresa

1.2.1.Historia

Metalsa S.A fue fundada en noviembre de 1956 por Guillermo Zambrano en la ciudad de Apodaca, México. En los primeros años comenzaron fabricando estructuras para alumbrados públicos, contaban con 25 empleados y producían 30 arbotantes diarios.

Años más tarde, la búsqueda de nuevos productos y mercados los llevó a una estrategia insólita: la construcción por primera y única ocasión de un barco camaronero llamado: “El Codo Duro”.

Este gran desafío los llevó a traspasar fronteras y a contactar a la fábrica de mayor producción de chasis en EE. UU. y el mundo, A. O. Smith.

En ese entonces, Guillermo Zambrano les vendió la idea de comenzar a fabricar chasis en México.

En marzo de 1961 se firmó un contrato entre la familia Smith y la familia Zambrano.

Así en 1964 comenzaron las primeras pruebas de los primeros chasis producidos para pick ups de General Motors, obteniendo después pedidos para Ford y Chrysler.

A tan solo 8 años de producción comenzaron a exportar chasis para Chrysler en Estados Unidos.

Todo esto ha asentado las bases de su crecimiento para hoy ser un equipo multicultural con localidades alrededor de todo el mundo.³

1.2.2.Localización de la empresa

Metalsa se instaló en Argentina hace 10 años adquiriendo su planta en Marcos Sastre 2085, El Talar, Buenos Aires la cual pertenecía a Dana. Se decidió esta locación para la planta con el fin de tener la mayor cercanía posible a sus clientes, teniendo así una mayor capacidad de reacción a la demanda y menor influencia del costo logístico en el producto (tanto Ford como Volkswagen se encuentran a menos de 6 kilómetros de distancia).

³ (Company, 2017)

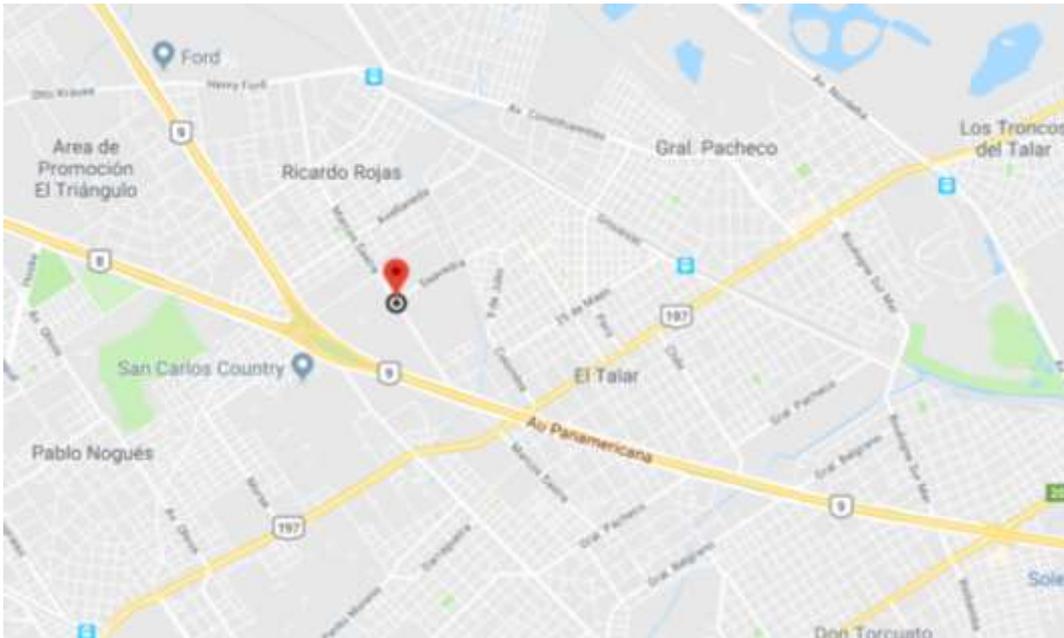


Imagen 1.2.2.1. Ubicación de la fábrica⁴

1.2.3.Misión

Soluciones sustentables para estructuras automotrices.

Proveer estructuras que ayuden a nuestros clientes a mover el mundo de manera eficiente, protegiendo el medio ambiente y asegurando a largo plazo valor económico y social para nuestros diversos grupos de interés.⁵

1.2.4.Visión

Juntos, construimos el futuro de estructuras de vehículos ligeros a través de soluciones innovadoras.

Nos esforzamos todos los días para construir el futuro de las estructuras de vehículos, co-creando con nuestros socios y brindando soluciones sostenibles para las próximas generaciones.

5

1.2.5.Creencias

- Todos los seres humanos debemos ser tratados con respeto y dignidad.
- La integridad es la base de las relaciones humanas duraderas.
- El ser humano siempre puede superarse.

⁴_(Maps, 2015)

- El trabajo es un medio para buscar la felicidad.⁵

1.2.6. Valores

- Desarrollo Humano Integral
- Ambiente de Confianza
- Espíritu de Logro
- Confiabilidad⁵

1.2.7. Cultura Organizacional

- La gente como generadora de ventajas competitivas: Estamos convencidos que la experiencia y habilidades son necesarias para el éxito de cualquier compañía. Lo que cuenta para nosotros no solo es lo que una persona “hace”, sino también lo que una persona “es”. Es la gente quien asegura que nuestras operaciones se ejecuten sin problemas; ellos interactúan a diario con nuestros clientes, entregan ideas innovadoras, productos y procesos.
- Ser un agente de cambio para un mundo mejor: Alentamos a nuestros empleados a hacer su parte manteniendo prácticas responsables en su área de trabajo y su vida personal hacia los tres ámbitos básicos de la sostenibilidad: medio ambiente, economía y sociedad.

1.2.8. Organigrama estructural de la empresa

A continuación, se presenta un resumen del organigrama de Metalsa S.A.

Del Gerente general responden de forma directa la gerencia de planta, relaciones públicas, MOS (oficina de sustentabilidad), HD Business Partner y finanzas. De forma indirecta dependen la gerencia de comercial, IT, compras y servicio compartido.

A su vez, la gerencia de planta se divide en ocho áreas importantes: calidad, logística, mantenimiento, ensamble, estampado, ingeniería, sustentabilidad y salud y seguridad.

La empresa cuenta con un total de 280 empleados, siendo 160 los que están en planta.

⁵ (Metalsa, 2016)

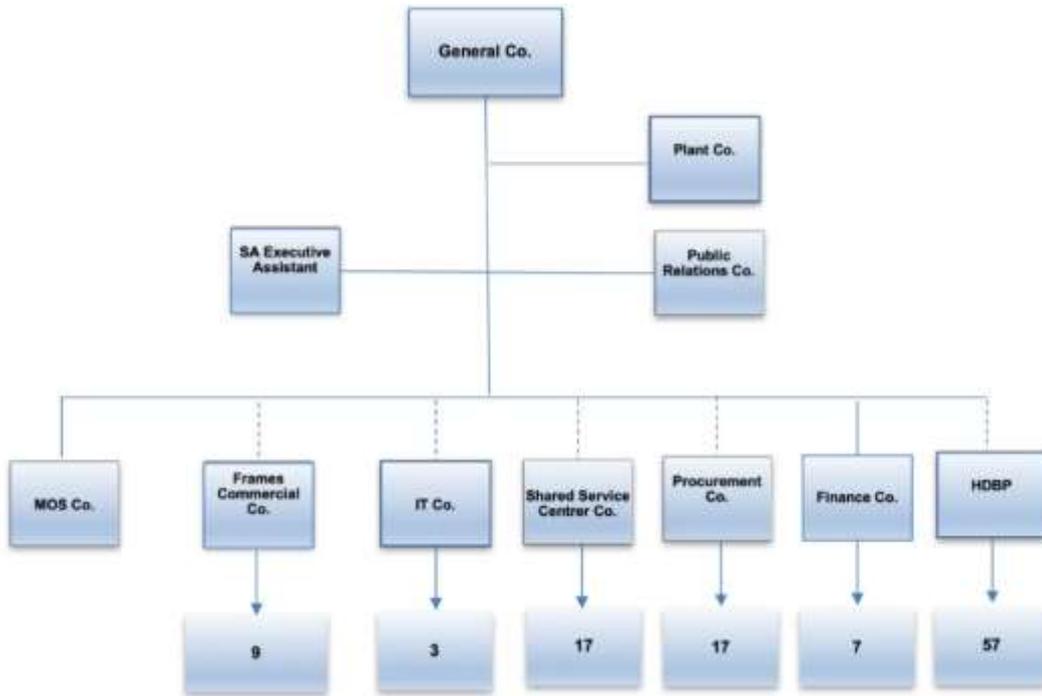


Imagen 1.2.8.1. Organigrama manifiesto general brindado por la empresa

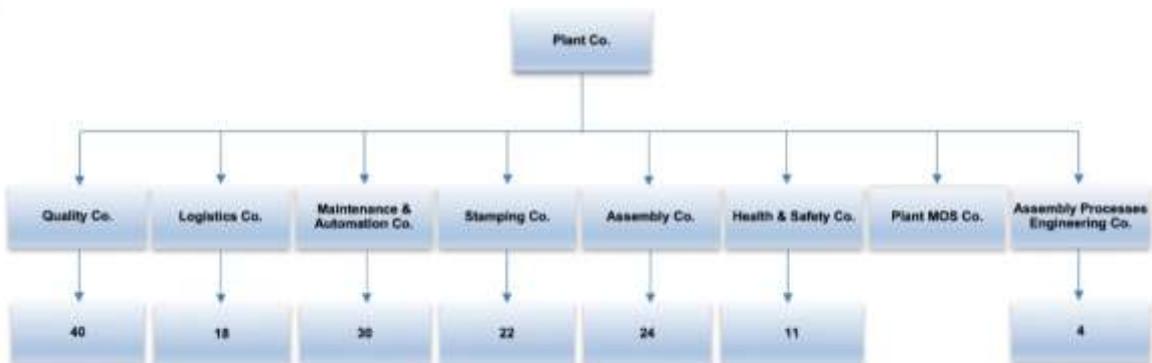


Imagen 1.2.8.2. Extensión organigrama brindado por la empresa

1.2.9.La base y marco de referencia de Metalsa

El Modelo Metalsa tiene como propósito dar una visión general del enfoque de la compañía y fomenta un ambiente de trabajo favorable para el crecimiento personal y profesional de nuestros colaboradores.

1.2.10.Estándar de calidad

Metalsa es una empresa que se esfuerza por dar apoyo a sus clientes ofreciendo altos estándares de calidad, siendo prueba de ello los premios, reconocimientos y certificaciones otorgados por Ford, Toyota, Paccar y Fiat Chrysler Automóviles.

1.2.11.Presencia global

Metalsa cuenta con una amplia cobertura global. Cuenta con varias plantas de producción y oficinas de ventas en México, Estados Unidos de América, Japón, China, Sudáfrica, India, Tailandia, Argentina, Brasil y Alemania.

1.2.12.Principales clientes

Metalsa a nivel mundial provee soluciones a las marcas más reconocidas de la empresa automotriz, siendo algunas de ellos: Honda, Iveco, DAF, Scania, Daimler, Land Rover, Tesla, Volvo, Fit, Lotus, Aston Martin, Ford, Toyota, Volkswagen, Nissan y Ferrari.

1.3.Descripción de sus Productos

El chasis de una camioneta es el armazón que sostiene la carrocería y el motor de la misma. Es una estructura interna que sostiene, aporta rigidez y da forma a un vehículo. Es análogo al esqueleto de un animal, integra entre sí y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo motor y la suspensión de las ruedas, incluyendo la carrocería.

Se producen para:

- Vehículos ligeros
 - Pick-Ups
- Vehículos de pasajeros

- Automóviles
- Vehículos comerciales
 - Camiones
 - Autobuses

En Metalsa Argentina S. A. el negocio es B2B con fabricantes de camionetas tipo pick up.

Una pick up es un tipo de camioneta empleada generalmente para el transporte de mercancías, y que tiene en su parte trasera una zona de carga descubierta. Por lo general, esta área está rodeada por una pared de alrededor de medio metro de alto y la parte posterior puede abatirse para poder cargar y descargar. La plataforma de carga puede ser cubierta en algunos modelos con una lona o con una estructura de fibra de vidrio.

Se producen los chasis para los siguientes tres modelos de Pick ups:

Volkswagen Amarok



Imagen 1.3.1. Volkswagen Amarok⁶

⁶ (Volkswagen, 2013)



Imagen 1.3.2. Chasis para Volkswagen Amarok exhibido en la fábrica. Elaboración propia
1- Ford Ranger.



Imagen 1.3.3. Ford Ranger⁷



Imagen 1.3.4. Chasis para Ford Ranger exhibido en la planta. Elaboración propia.

⁷ (Autocosmos, 2018)

2- Toyota Hilux



Imagen 1.3.5. Toyota Hilux⁸



Imagen 1.3.6. Chasis para Toyota Hilux exhibido en la planta. Elaboración propia.

En la planta actualmente se producen el 100% de los chasis empleados en los primeros dos modelos, mientras que para Toyota sólo se produce el 50% del total de los chasis utilizados en las camionetas Hilux dado que el cliente produce el volumen restante. Cada modelo presenta cinco variaciones que a pesar de ser mínimas concluyen en cinco productos finales distintos.

Es importante remarcar que Metalsa produce bienes de consumo intermedio, ya que estos se utilizan como insumos en la producción de las pickups a las cuales abastecen. El producto no se diferencia por sus características, ya que estas vienen predefinidas por el cliente sino por su calidad, tiempo de entrega y precio.

⁸ (Parabrisas, 2018)

1.4. Procesos y subprocesos

- Materiales
 - Aceros comerciales
 - Aceros alta resistencia (HSLA)
 - Aceros Alternos
 - Aceros Ultra Alta Resistencia (UHSS)
 - Aluminio, Materiales compuestos reforzados con fibra
 - Tratamiento térmico
- Formado
 - Estampado
 - Hidroformado
 - Roloformado
 - Dobladora
 - Formado en Caliente
- Ensamble
 - Soldadura GMA
 - Soldadura de resistencia
 - Soldadura de proyección
 - Soldadura de punto
 - Soldadura cordón
 - Soldadura láser
 - Soldadura Latón
 - Atornillado
 - Remachado
 - Autoremachado
 - Adhesivos
- Corte
 - Corte mecánico
 - Corte hidráulico
 - Corte con CO2

- Yag laser
- Corte con plasma
- Maquinados de alta velocidad
- Corte en calor
- Acabados
 - Pintura electroforética
 - Pintura en polvo
 - Pintura base cera
 - Cromado
 - Recubrimiento de piedra
- Herramientales
 - Diseño y desarrollo
 - Fabricación
 - Prototipos

1.5.Descripción del Proceso

El proceso se puede analizar linealmente, en 4 etapas claramente diferenciadas. En la práctica se observa que la producción está organizada en módulos especializados en las distintas operaciones. Se apunta a tener stock constante de producto terminado y de todos los productos intermedios para hacerle frente tanto a variaciones de demanda como contingencias internas (relacionadas a la producción) y externas (relacionadas a los proveedores).

Es debido a esto que, si bien conceptualmente el proceso es lineal, se lleva a cabo en módulos y finalizada la operación el producto se almacena.

El proceso se compone de las siguientes etapas:

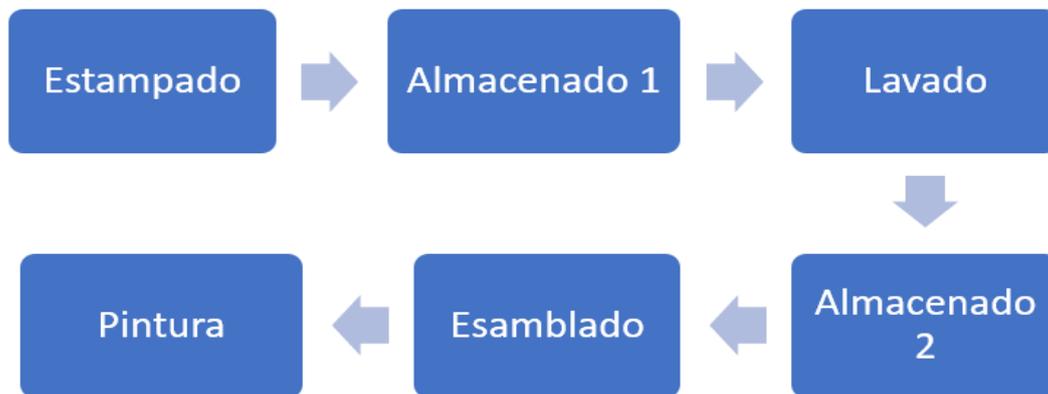


Imagen 1.5.1 Diagrama de bloques del proceso. Elaboración propia.

- **Estampado:** Es realizado por prensas hidráulicas sometiendo las bobinas de acero a grandes presiones con el fin de obtener el tipo de pieza deseada, con la cantidad de orificios y tamaño diseñados para su posterior ensamble.
- **Almacenado 1:** Las piezas estampadas son almacenadas durante un tiempo menor a 15 días debido a que están recubiertas por un aceite que las protege principalmente de la corrosión. Pasado ese tiempo el aceite pierde esas propiedades pudiéndoles provocar daños que afecten su utilidad.
- **Lavado:** Posterior al estampado y previo al ensamble, las piezas deben ser lavadas. Esto se realiza para eliminar cualquier resto de aceites, polvos o partículas que puedan afectar la calidad de la soldadura.
- **Almacenado 2:** Las piezas lavadas son almacenadas cerca de las líneas de producción, durante un período de tiempo no mayor a 2 días debido a que deben estar libres de suciedad antes de ser soldadas en el ensamble.
- **Ensamblado:** Consta en la soldadura de las piezas formando el chasis propiamente dicho. Las subestaciones de soldadura componen etapas tanto manuales como completamente automatizadas.
- **Pintura:** Obtenido el chasis, este debe ser tratado con el fin de garantizar la protección, durabilidad y calidad del material. En esta etapa se somete al chasis a un a un proceso de pintado y secado obteniéndose el producto final para ser entregado al cliente.

1.6.Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en el rediseño completo del almacén de producto intermedio entre las estaciones de estampado y lavado, con el fin de mejorar la eficiencia y generar un ahorro de superficie en esta área.

La superficie cubierta que va a hacer disponible el proyecto podrá ser utilizada para nuevas unidades productivas, o funcionar como almacén premium de producto terminado para los modelos que los clientes deseen almacenar bajo techo.

Actualmente el almacén es muy amplio y la capacidad de almacenamiento es baja. Esto es debido a los requerimientos de los autoelevadores, que involucran pasillos muy anchos provocado por el elevado radio de giro que necesitan. Las técnicas que utilizan implican sistemas con estanterías selectivas simples para algunos de los productos pequeños y de bajo peso. Para los productos más pesados utilizan pallets, jaulas auto estibables almacenadas en lugares poco eficientes.

La operación es 100% manual con un sistema de tarjetas (Kanban) y el único equipo de movimiento de materiales empleados son autoelevadores, los cuales son alquilados. El proyecto generará un ahorro disminuyendo la cantidad de autoelevadores empleados en la operación de la planta.

Para realizar la mejora contaremos con una inversión para rediseñar y optimizar el almacén mediante la incorporación de:

- Transelevador(es) trilateral automático. Debe poder soportar al menos 1 tonelada (con el largo de rieles y altura máxima requerida).
- Estanterías selectivas simples de profundidad doble.
- Pallets para la unitarización de SKU's.
- Implementación de un sistema de información WMS.



Imagen 1.6.1. Almacén actual de la planta. Elaboración propia.



Imagen 1.6.2. Almacén actual de la planta. Elaboración propia.

1.7.Contexto

Desde sus orígenes, las camionetas tipo pick up fueron pensadas para fines utilitarios. Sin embargo, los avances en materia de confort que se vienen dando en las últimas décadas contribuyen al crecimiento de su uso para fines personales. Este público presenta un amplio potencial de crecimiento y en la actualidad está ganando participación en el mercado de pick ups.

Al tener fines utilitarios y estar altamente relacionadas con la actividad económica, este tipo de productos muestra poca sensibilidad respecto a las variables microeconómicas.

Este fenómeno se puede observar en los siguientes gráficos, sobre las barras se muestra una disminución de la venta nacional de autos, mientras que la venta nacional de utilitarios se mantuvo relativamente constante. Esto se debe a que el segmento de pickups es demandado principalmente por industrias mineras y agrícolas, cuya actividad se ve afectada en mayor medida por la demanda internacional que la del mercado interno.

En el gráfico se puede observar que, a partir del 2015, la brecha entre las ventas de ambos segmentos se está reduciendo, esto se explica por un leve pero sostenido crecimiento de las ventas de las pickups en los últimos años, mientras que la de los autos se redujo drásticamente. Sobre las curvas de variación anual se observa el comportamiento de las ventas nacionales de pickups y de los autos respecto al año anterior

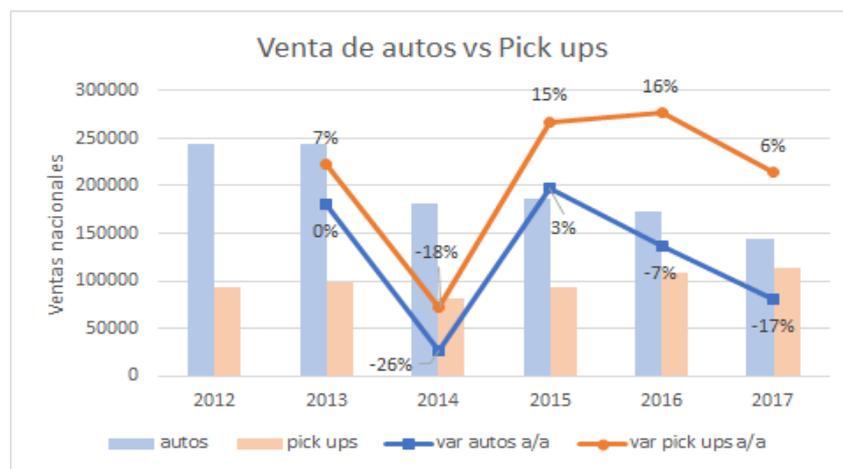


Gráfico 1.7.1. Venta de autos vs venta de pick ups. Elaboración propia en base a datos de ADEFA⁹

⁹ (ADEFA, 2018)

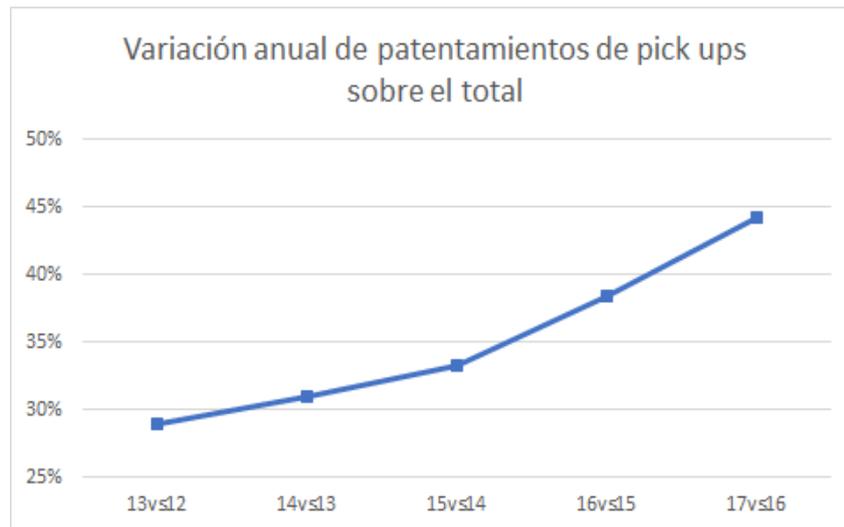


Gráfico 1.7.2. Variación anual de patentamientos de pick ups sobre el total de patentamientos.
Elaboración propia en base a datos de ADEFA⁹

1.8. Análisis Estratégico

1.8.1. Análisis FODA

A fin de lograr una mayor comprensión de la estrategia de la compañía, encontramos conveniente analizar tanto factores internos como externos para potenciar o disminuirlos a fin de impulsar su crecimiento.

La expansión de la producción de los clientes actuales, como consecuencia de la apertura de nuevos mercados a raíz de un precio internacional más competitivo y el desarrollo del mercado local se traduce en un aumento de demanda el cual Metalsa debe acompañar, haciendo crecer su producción, su negocio y reforzando la relación con sus clientes.

La caída del salario real en dólares que tuvo lugar en los últimos años hizo crecer la competitividad del país en la región, lo que puede hacer de Argentina un país atractivo en cuanto a costos para producir pick ups que actualmente no son producidas en el país. El ingreso de nuevos competidores al mercado de pick ups con chasis genera una nueva oportunidad de negocio para Metalsa.

El crecimiento de la industria petrolera y minera genera una mayor demanda de las pickups con chasis, lo que lleva a un crecimiento en la demanda independientemente del contexto económico actual del país.

En contracara, la recesión económica puede impactar de manera directa en varias industrias que hoy son las principales demandantes de estas pick ups, lo que puede ocasionar caídas en las ventas. En este caso el riesgo es menor, ya que para mantener estándares de seguridad y calidad

la flota tiene que ser renovada con cierta periodicidad para mantener niveles de servicio en la industria.

Existe la posibilidad, mediante nuevas tecnologías, que tenga lugar el desarrollo de un nuevo material y componente que permita con un menor peso y costo cumplir las funciones de un chasis, ingresando como producto sustituto y promoviendo un cambio de diseño en las pickups. En caso de suceder, Metalsa podría aprovechar esto como una oportunidad de negocio haciendo uso de su fuerte posicionamiento como fabricante de chasis.

Dado el tipo de negocio la relación cliente-proveedor es un factor sumamente importante para Metalsa. Una línea altamente personalizada para sus clientes, un planeamiento de la producción realizado en conjunto y una dinámica de trabajo ya establecida entre ambas partes fortalecen una relación de mutua dependencia y dificultan la llegada de terceros.

La instalación de una línea de producción para este tipo de productos involucra una alta inversión inicial y la capacidad de tolerar 2 o 3 años cubriendo gastos fijos y no generando ingresos para empezar a producir, lo que se traduce en una barrera inmensa de entrada para cualquier empresa, así ya sea autopartista que pretenda ingresar al mercado de chasis para estas pick ups.

Al tratarse de productos con un alto nivel de especificación es muy costoso y poco factible flexibilizar la línea para producir otro tipo de producto, la empresa es estrictamente dependiente de este segmento y sus tres clientes.

El negocio de Metalsa tiene dependencia mutua tanto de sus clientes como sus proveedores por características tanto del producto, como del mercado. Sus productos son definidos por íntegramente por sus clientes, y hoy no se presenta alternativa a sus proveedores más importante.

La introducción de nuevos productos está atada a una inversión muy alta, ya que es análogo al planeamiento de una nueva línea. Esto implica que, si una marca produce un modelo "A" hasta el 31 de diciembre de 2019 y un modelo B a partir del 1 de enero de 2020, la línea correspondiente al modelo "A" debe estar activa hasta el último día y al día siguiente activarse la del nuevo modelo. Los requerimientos de inversión con una anticipación de 2 años, el espacio para tener una línea activa y una en construcción puede afectar el normal funcionamiento y el flujo de fondos de la compañía. Estas adaptaciones son decisión del cliente y Metalsa está obligada a llevar a cabo estos proyectos para retener a sus clientes.

Análisis FODA	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"> ● Alianzas comerciales con sus clientes. ● Línea altamente personalizada para cada producto. ● Barrera de entrada alta en costo y poca variedad de oferta. ● Ubicación estratégica. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Líneas altamente personalizadas, poco flexibles. Desarrollo de nuevos productos involucran un costo muy alto. ● Fuerte dependencia de los clientes. ● Fuerte dependencia de los proveedores.
	Oportunidades	Amenazas
Análisis externo	<ul style="list-style-type: none"> ● Producción de nuevas pick ups en la Argentina. ● Posibilidad de implementación de nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> ● Autoabastecimiento por parte de sus clientes. ● Cambio de diseño de pickups.

Tabla 1.8.1.1. Matriz FODA. Elaboración propia

El mercado proveedor de Metalsa está constituido por Ternium y Usiminas, de las cuales se opta en un 97% por Ternium. Usiminas provee únicamente bobinas de aceros con propiedades que Ternium hoy no produce.

Es poco probable pensar en el ingreso de nuevos proveedores debido a que un nuevo entrante debería tener la capacidad de tolerar gastos fijos sin percibir ingresos al menos por 2 o 3 años. Sin embargo, la existencia de un precio CIF para este producto pone un techo a la variación de precio que puede llegar a pagar Metalsa. En caso de suceder, podría optarse por importar el producto.

La distribución es propia en el caso de Volkswagen y Ford y realizada por terceros en el caso de Toyota. Esto está pre acordado en los acuerdos comerciales celebrados entre las partes.

Metalsa tiene su planta en una ubicación altamente estratégica para tener un bajo costo logístico y un mínimo tiempo de entrega, lo que es una fortaleza frente a otros fabricantes de chasis en distintas regiones del país. El chasis es un producto de volumen grande, y el costo unitario de transporte por tierra es elevado.

El mercado competidor: en Argentina los productores de chasis destinados a pickup son Metalsa, Toyota y Maxion Montich. En lo que respecta a competencia de nichos hay gran variedad de autopartistas y proveedores de auto fabricantes que compiten entre sí, pero en la categoría ‘pickups con chasis’ Metalsa, Maxion Montich y Toyota son los únicos fabricantes en el país. Para proveer a Volkswagen y Ford, Metalsa no tendrá competencia siempre y cuando se mantenga un precio competitivo por debajo de un precio CIF de algún posible sustituto.

El mercado sustituto: no existen productos sustitutos. El único producto con potencial de sustituir el chasis serían los bastidores reforzados, en caso de que pudieran ser elaborados de algún material que ofrezca la misma dureza y resistencia que el acero laminado en caliente empleado para los chasis. Hoy en día no existe una solución de este tipo.

1.8.2.Cinco fuerzas de Porter

La empresa cuenta con proveedores de tres productos: Bobinas de acero, productos consignados por los clientes y, por último, piezas adquiridas por Metalsa.

Las bobinas de acero componen alrededor de un 50% del abastecimiento de la planta para su operación, provistas en un 97% por Ternium que actúa como monopolio en Argentina y el restante por Usiminas de Brasil, que produce un acero con diferentes características que Ternium no ofrece. Al haber poca variedad de proveedores, el poder de negociación de estos es importante en cuanto a plazos de entrega y formas de pago, aunque el volumen de ventas que representa Metalsa para la acería nacional implica una relación Win-Win descartando las posibilidades de condiciones abusivas.

Los productos elaborados por Metalsa incluyen algunas piezas que llevan los chasis, pintura e insumos para la producción. Todos son retirados por Metalsa en las instalaciones del proveedor. Ninguno de estos representa más del 5% del total de las compras, por lo que Metalsa tiene mayor poder de negociación sobre estos actores. Los plazos de entrega suelen ser cortos y en cuanto a los pagos, Metalsa traslada los que les imponen sus clientes a sus proveedores.

Los productos consignados son aquellos que el cliente compra y entrega a Metalsa para ser empleados en la producción, por lo que el rol de la compañía es el de recibirlos y utilizarlos, pero estos no representan un costo ni un problema logístico ya que esto es cubierto íntegramente por el cliente.

Al abarcar un segmento tan definido y con barreras de entrada tan grandes, hoy no hay competidores directos salvo Toyota que fabrica una parte de sus chasis y eventualmente tendría la capacidad de fabricar el 100%. Fabricar productos de este tipo implica disponer miles de millones de dólares y la capacidad financiera de poder esperar al menos 3 años entre la inversión y el comienzo de la producción, sumado a una alianza comercial difícil de conseguir y un “*know how*” poco difundido en las últimas tecnologías de soldadura. La única empresa en Argentina que podría producir este tipo de chasis es Maxion Montich (además de Toyota que fabrica una parte de los suyos).

El mayor potencial competidor de Metalsa son sus propios clientes. Ellos son quienes disponen del respaldo y capital de su casa matriz, quienes hacen los diseños, la matriz y controlan el proceso productivo de punta a punta y por sobre todo son quienes compiten entre sí con su producto terminado. Si bien la tendencia es a tercerizar la producción de autopartes, estas empresas son las únicas que Metalsa identifica como potenciales competidores para su negocio.

El chasis para una pick up no cuenta con productos sustitutos. El factor diferencial de las pick ups con chasis es su capacidad de carga, y esta se puede alcanzar justamente gracias al chasis. Las pick ups se clasifican comúnmente en tres segmentos: low, medium, high de los cuales uno solo encuentra como producto sustituto a las pick ups sin chasis que surgieron en los últimos años, como la Fiat Toro y la Renault Oroch.

Es importante destacar que estos productos son sustitutos ya que en este segmento el cliente final no busca una capacidad de carga tan importante y por eso no encuentra indispensable el chasis en la camioneta, pero que no existe otro producto o material que pueda ofrecer las mismas prestaciones que un chasis. La competencia por parte de los productos sustitutos es menor y no afecta en gran medida el mercado de las pickups con chasis.

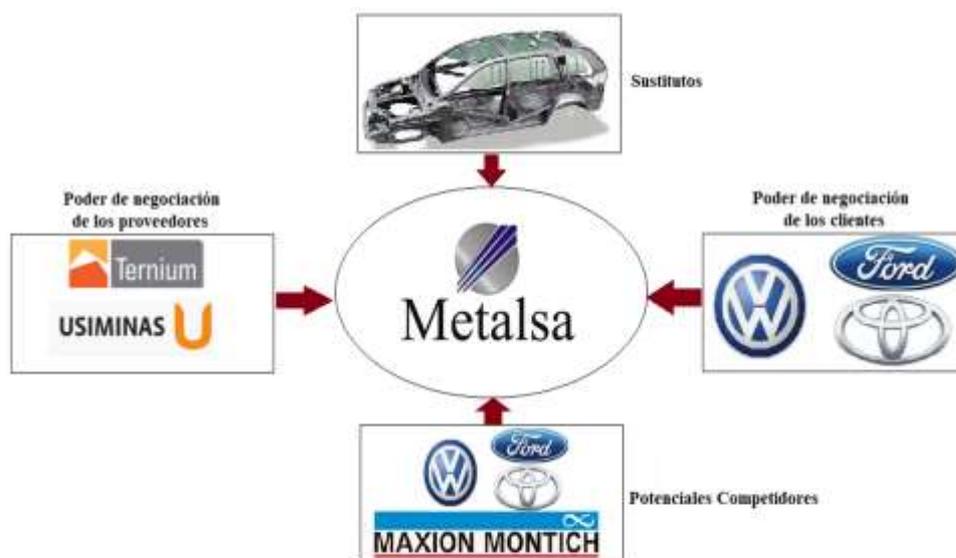


Imagen 1.8.2.1. Cruz de Porter. Elaboración propia.

Tal como mencionamos anteriormente, Metalsa se diferencia en el mercado por proveer un producto específico para sus distintos clientes. Esto genera que el mercado donde participa sea muy angosto, por lo cual no sería una estrategia de posicionamiento el precio del producto, sino garantizar la calidad y el servicio requerido por sus clientes.

1.9.Segmentación

La segmentación de Metalsa es demográfica, operativa (tecnología, servicio y condiciones del usuario), y de lealtad para con el cliente.

Metalsa busca satisfacer las necesidades de los fabricantes de camionetas tipo pick up con chasis cuyas fábricas están ubicadas en la provincia de Buenos Aires.

La segmentación de la empresa en primera instancia es demográfica, ya que por ejemplo en el caso de Nissan cuya planta está ubicada en Córdoba la distancia implica costos logísticos que bajan la posibilidad de competir con el otro productor de chasis del país. Análogamente, este productor ubicado en Córdoba no encuentra rentable producir para las terminales de Buenos Aires debido a las distancias.

Metalsa se diferencia por la precisión y la calidad de sus productos. Un chasis es un producto hecho a medida cuya finalidad es ser el sostén del producto final. Es de gran importancia el control de calidad de los cordones de soldadura y la precisión del estampado a lo largo de todo el proceso. El buen cumplimiento en plazos de entrega y el alto grado de calidad de sus productos es un factor diferencial y que contribuye a que no haya necesidad de buscar nuevos proveedores para este tipo de productos.

La relación con el cliente es un factor clave para el negocio de Metalsa. Cuentan con dos pedidos diarios de todos los clientes, comunicación y negociación de precios en el día a día. El proceso productivo está sometido a constantes revisiones, auditorías, sugerencias y seguimiento por parte del cliente, lo que hace de la relación entre ambas partes un activo de alto valor para la compañía.

1.10.Posicionamiento

1.10.1.Las 4P's

- **Precio:** Metalsa S.A. realiza la apertura estimada del precio según el siguiente desglose:

	Chasis tipo	% de costo	
Acero	220.400	20.21%	
Scrap	-9.898	-0.91%	
Others Materials	186.30	17.09%	
Paint	11.97	1.10%	
Assy	13.96	1.28%	
Components	108.87	9.99%	
Energy	12.50	1.15%	
Total Raw Materials	396.80	36.39%	
Labor	210.61	19.32%	
Burden	148.94	13.66%	
Destructive Tests	3.27	0.30%	
Depreciation	147.22	13.50%	
Total Manufacturing Cost	906.8	83.17%	
CIFO	18.04	1.65%	
1st Tier Mark-Ups		0.00%	
Scrap	0.71%	6.44	0.59%
SG&A	7.90%	71.64	6.57%
Taxes	2.19%	23.85	2.19%
Profit	7.00%	63.48	5.82%
Total Mark-Ups	165.41	15.17%	
Total	1,090.29	100.00%	

Imagen 1.10.1.1. Desglose del precio en USD. Elaboración propia en base a datos provistos por Metalsa.

Los principales componentes del precio son la materia prima (acero, scrap, pintura, energía y otros componentes), la mano de obra¹⁰ y burden (costos laborales más allá del salario), la depreciación de la maquinaria utilizada, gastos operativos y el margen de ganancia para la empresa.

Por la naturaleza del producto, el tipo de negocio y la dinámica de la relación cliente proveedor, el precio no es un factor determinante en el posicionamiento. Este se acuerda previo a iniciar un proyecto entre ambas partes y se define un cronograma de actualizaciones periódicas del mismo en base a variables predefinidas. Estas actualizaciones se hacen de manera retroactiva.

- **Producto:** Los chasis son productos fabricados 100% en base a especificaciones del cliente, y debe cumplir con todos los requisitos que el mismo solicita. Metalsa es el único fabricante de todos los modelos que produce, a excepción de uno.
- **Promoción:** Dado de qué se trata de un negocio B2B en el cual Metalsa provee un único componente de las pick ups, el consumidor final de las camionetas no tiene conocimiento de la existencia de la empresa.

Metalsa no cuenta con un área de marketing ni realiza promoción alguna de sus productos, lo más cercano a ello es el foco que se pone en la relación con sus clientes para continuar

¹⁰ Empleados afiliados a la Unión Obrera Metalúrgica. Acuerdos válidos para el Laudo 29, empleados de empresas autopartistas.

siendo la primera opción a la hora de realizar nuevos proyectos o la renovación de los modelos actuales.

- **Plaza:** Metalsa comercializa sus productos desde su planta a tres terminales automotrices de Buenos Aires. La entrega de estos en dos de los casos es por parte de transporte provisto por la empresa directo a la planta de sus clientes y en el otro es retirado directamente por el cliente en la fábrica de Metalsa.

1.11. Análisis de oferta y demanda

En el mercado de chasis, la curva de oferta y demanda está en constante equilibrio.

Metalsa satisface la totalidad de la demanda del mercado de chasis para pick ups y por naturaleza del negocio, el precio del producto es virtualmente fijo si se lo mira en dólares.

Los chasis tienen costos en pesos argentinos y su precio está sujeto a variaciones ocasionadas por el precio de la materia prima, los costos operativos y el costo de la mano de obra. Se está en constante negociación con los clientes, ajustando el precio y reduciendo así el impacto de las variaciones sobre los márgenes de la compañía.

En este caso en particular, las variaciones razonables de precio no afectan la cantidad demandada de producto, lo que describe una demanda inelástica frente a dicha variación (es importante tener en cuenta, que al tener definido el esquema de precios previo al iniciar el proyecto no existe la posibilidad que este se desplome o dispare repentinamente). Es importante remarcar también que Metalsa produce la cantidad que proyecta le será demandada, por lo que teóricamente la posibilidad de exceso o falta de oferta es nula.

Asimismo, al ser acordado el precio y el esquema de actualizaciones antes de iniciar un proyecto los compradores del producto contemplan esto y tienen previstos los futuros aumentos.

1.12. El mercado de Pick Ups

En 1917 Ford lanzó al mercado el Ford TT, modelo que nace a partir de la demanda de clientes que no podían transportar gran peso en el icónico Ford T. Este vehículo es considerado como el precursor de las pick ups, buscando proveer mayor espacio y potencia en las prestaciones de un vehículo automotor.



Imagen 1.12.1. Ford TT¹¹

El contexto cultural por aquel entonces era adverso y para la industria automotriz era pujante: contemporáneo a la Primera Guerra Mundial el sector era incipiente, prolífico y prometedor. El modelo Ford TT acompañó el progreso.



Imagen 1.12.2. Ford TT¹²

La primera pickup se basó en su precursor ya que conservaba el motor y la cabina, pero había sido concebida con un propósito diferente: la sociedad rural estadounidense precisaba medios de transporte de carga, vulnerando las esquirlas propias de la guerra. Fue necesaria la creación de un automóvil que pudiera cargar objetos grandes y pesados.

Detrás del habitáculo de un Model T se instaló un gran espacio de carga. La primera pick up de la historia era más robusta, más larga e incorporaba un chasis específico para este modelo. Su habitáculo albergaba dos ocupantes, la suspensión estaba reforzada para soportar una tonelada de peso y el espacio de carga era personalizable: su parte trasera podía ser cubierta a pedido.

Ford permitía una variedad de opciones de customización: sistemas de transmisión adicional para marchas intermedias que permitían mayor tracción en pendientes o caminos pronunciados, neumáticos con cámara de aire en vez de los tradicionales de caucho sólido y cualquier sugerencia que pudiera administrar mayor funcionalidad al espacio posterior. Por aquel

¹¹ Homenaje: 100 años de pick-ups, la historia del modelo que creó un segmento de culto. (INFOBAE, 2017)

¹² Homenaje: 100 años de pick-ups, la historia del modelo que creó un segmento de culto (INFOBAE, 2017)

entonces, el Ford TT solía emplearse para el transporte de correo, de combustible y de productos agrícolas.

En 1917 se vendieron únicamente 209 ejemplares. Once años después fue reemplazado por el Model AA: la primera pickup se despedía con 1,3 millones de unidades comercializadas. Su sucesor cargaba 1,5 toneladas y portaba un nuevo motor. Siguieron el Model BB y el Model 50, que portaba un motor V8 Ford Flathead.

Hasta 1941, antes que la Segunda Guerra Mundial debilitara industrias y sociedades ya se habían comercializado más de cuatro millones de pick ups.

El cambio cultural de la época, la transición hacia la modernidad, nuevos paradigmas laborales, economías de posguerra, el viaje del campo a la ciudad hizo que las grandes urbes entren en contacto con los vehículos de carga. Este fenómeno promovió nuevos modelos de pickups.

Ford con sus modelos F-Series, Toyota con sus modelos Hilux, y tantos otros auto fabricantes acompañaron este fenómeno con modelos que ofrecen una manera flexible para que los distintos negocios se puedan mover.



Imagen 1.12.3. Pick up modernas. Dodge RAM¹³

Más de 100 años después, el motivo de estos modelos persiste y es reforzado con evolución tecnológica y en confort. Según el mercado pueden variar según sus tamaños, configuración de cabina y área de carga, tracción y motor.

1.13.Posicionamiento de las pickups

En Argentina y la región las pickups con chasis se diferencian por su capacidad de carga mayor a una tonelada y la capacidad de transitar en vías no pavimentadas o en mal estado.

La robustez proporcionada por el chasis les da esta característica que no pueden alcanzar modelos similares como la Fiat Toro y la Renault Duster Oroch, por ejemplo.

¹³ (Google, 2018)

En países en vías de desarrollo los caminos no siempre están asfaltados o gozan de un mantenimiento adecuado, especialmente en rutas y áreas rurales, por lo que la posibilidad de trasladar grandes cargas por vías en condiciones precarias les da un agregado de valor importante a estos vehículos y los diferencian de su competencia.

Existen pickups que no llevan chasis, pero estas carecen de las principales características que destacan a estos vehículos por lo que no compiten de manera directa con las pickups con chasis.

Estas características posicionan a este tipo de productos como el vehículo utilitario por excelencia, siendo las industrias mineras y agrícolas los mayores demandantes.

Al ser vehículos con un fin originalmente utilitario, en Argentina gozan de una exención impositiva y pagan un 10.5% de IVA en vez del 21% inicial, teniendo como consecuencia un precio más competitivo en el mercado frente a otros vehículos.

1.14.Segmentación de las pickups

Si bien el motivo original de las pickups con chasis era casi exclusivo para fines utilitarios hoy en día la industria automotriz identifica la existencia de tres segmentos, los cuales valoran distintas prestaciones en este tipo de productos más allá de sus características diferenciales.

Las pickups con chasis están mutando de un concepto utilitario a un concepto multipropósito y las distintas terminales acompañan esta demanda adaptando su oferta a las nuevas necesidades.

El segmento de mayor tamaño es el conocido como “Low”. Está compuesto principalmente por las industrias mineras y agrícola. Son aquellos que le dan un uso *work oriented* a los vehículos. Este segmento es el de mayor tracción y de mayor historia en el mercado.

Este segmento valora las prestaciones y el costo del producto, por lo que los modelos más demandados son aquellos de cabina simple y niveles de equipamiento medio-bajos. La resistencia, calidad y precio del producto son las principales valoraciones de este sector.

En las industrias las flotas se renuevan periódicamente, lo que genera una demanda constante por parte de este segmento y una gran competitividad entre las principales terminales. Asimismo, no hay productos sustitutos por lo que la competencia se da entre los distintos oferentes de pick ups con chasis.

En U\$D valuado en enero 2018			
	Low	High	# de Modelos
<i>CON CHASIS</i>			
Toyota Hilux	28.804	51.630	17
Ford Ranger	27.337	53.261	16
Volkswagen Amarok	28.261	52.717	12
Nissan Frontier	30.707	48.370	6
Chevrolet S10	28.804	51.087	10
<i>SIN CHASIS</i>			
Fiat Toro	30.435	38.315	7

1.14.1. Tabla del segmento low y high. Elaboración propia

La tabla anterior muestra un breve resumen de precios los precios en dólares de camionetas de similares características. La tabla muestra solo los precios de los segmentos low y high ya que cada modelo tiene una amplia gama de versiones según “los commodities” que se deseen agregar.

El siguiente segmento es el conocido como “Medium”. Está compuesto por negocios medianos y pequeños, junto con quienes le dan un uso personal. Son aquellos que les dan un uso multipropósito a los vehículos.

Este segmento muestra preferencia por vehículos de doble cabina y un nivel de equipamiento medio. No alcanza las versiones de más alta gama, pero valora no sólo la capacidad de carga y performance sino también el confort que ofrecen las camionetas.

En este segmento la competencia se da mayormente también entre los distintos fabricantes de pick ups con chasis. Si bien en algunos casos se podría tomar una pickup sin chasis como producto sustituto, el volumen de estos productos es todavía bajo y no ha tenido un impacto ni proyecta tenerlo tal que ocasione una baja en la demanda de las pickups con chasis.

El tercer segmento identificado es el conocido como “High”. Está compuesto mayormente por personas y no empresas, que tienen preferencias por bienes de alto valor. Un comportamiento observado es que son quienes buscan tener la camioneta “más completa”, “más potente” y “más grande”.

El uso que se le da es catalogado como *leisure*. Este segmento muestra afinidad por los vehículos con mayor nivel de equipamiento y mayores prestaciones en cuanto a performance. Es el segmento de menor tamaño de los tres mencionados.

Este segmento tampoco presenta competidores de peso, aunque se podría considerar algunos SUV a futuro.

1.15. Características del pricing de las pick ups

Al momento de fijar el precio de un vehículo para el mercado doméstico los distintos fabricantes consideran los costos de fabricación, el costo operativo de la compañía, los precios de mercado y los distintos modelos disponibles.

En estos productos, el fabricante percibe un 75.4% del precio final, ya que el porcentaje restante refiere a impuestos y comisiones de los concesionarios que comercializan las camionetas. Del resultante, el costo del chasis no llega a representar más del 3% del valor de la pick up por lo que no es un actor determinante en el precio final del producto.

El posicionamiento por precio es fuerte, ya que si bien no hay competencia por partes de otros productos si la hay y es muy fuerte entre los distintos fabricantes de pick ups con chasis.

En los segmentos Low buscan posicionarse por precios bajos, ya que las industrias buscan hacer la inversión más eficiente en términos de prestaciones y costos.

En contraparte, los segmentos High buscan posicionarse como un producto que da estatus y una sensación de exclusividad a quienes adquieren estas camionetas, por lo que la estrategia adoptada por las distintas terminales es opuesta a la anterior: prima el concepto de “más cara, mejor”.

La competencia entre las distintas pickups con chasis es fuerte, pero si se toma a todos los oferentes de estos productos como uno, no hay productos sustitutos ni competidores que inciden sobre el precio o la demanda de estos productos. Las curvas teóricas de oferta y demanda siguen un comportamiento normal, de relación directamente inversa entre ambas curvas y no presentan desplazamientos por parte de otros productos.

En el mercado de exportación las pickups están atadas a los precios globales de las camionetas, las terminales compiten con otras empresas e incluso con otras terminales que fabrican el mismo modelo en otros lugares del mundo. Es por ello por lo que a la hora de fijar el precio de estos productos el enfoque está en ofrecer el precio más competitivo posible y alcanzar la rentabilidad a través de un alto volumen de ventas.

Si bien la lógica con la que se fija el precio de las pickups para el mercado local y el mercado de exportación es distinta, en ningún caso el precio de los chasis representa más del 3% del valor final que percibe el fabricante.

Los mercados a los que se exportan las pickups argentinas no necesariamente tienen características similares al argentino, dado que estos modelos están consolidados como referentes del segmento a nivel mundial y son demandados de distintas partes del mundo. Si bien hay una marcada tendencia para exportar a mercados de la región, lo que empuja la demanda es el precio de mercado internacional. Por ejemplo, si para una empresa petrolera de Arabia Saudita es más económico importar camionetas Hilux de Argentina que de Sudáfrica o Tailandia debido a que en ese momento el precio final del producto argentino resulta más conveniente que las otras dos opciones más allá de la inconveniencia en cuanto a las distancias lo más probable es que opten por importar desde Argentina.

1.16. Ciclo de vida

Comúnmente un modelo se mantiene por un período que comprende entre 6 y 8 años, durante los cuales se introducen nuevas versiones con pequeñas mejoras todos los años.

Cada 6 u 8 años las terminales relanzan sus principales modelos, con rediseños completos, una amplia variedad de mejoras y el ciclo de vida de estos comienza nuevamente.

Al ser el chasis un producto diseñado a medida para cada modelo en cada una de sus variantes, se considera el ciclo de vida del chasis análogo al de los distintos modelos de pick up.

1.17. Proyecciones

1.17.1. Mercado local de Pick Ups

En primer lugar, se procedió a ver la relación del patentamiento de todas las pick ups fabricadas localmente (Hilux, Amarok, Ranger y Frontier)⁹ frente a la variación del PBI de Argentina, con el fin de obtener un modelo con el cual sea posible predecir su comportamiento en función de la proyección del PBI provistas por la cátedra.

Con un nivel de confianza del 95% se obtuvo, utilizando el software Minitab, el siguiente comportamiento:

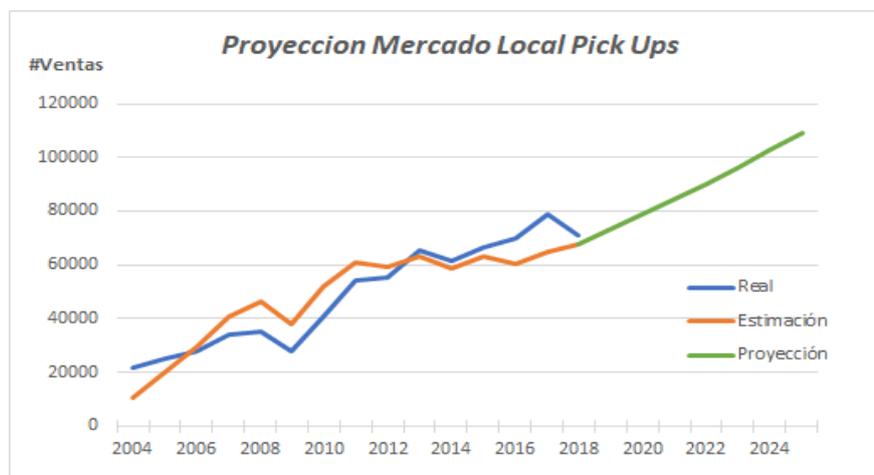


Gráfico 1.17.1.1. Proyección del mercado local de pick ups (Hilux, Frontier, Amarok, Ranger).
Elaboración propia en base a datos de PBI provistos por la cátedra y datos de ADEFA.⁹

$$\text{Mercado Local Pick Ups} = -97876 + 0,3509 * \text{PBI Arg (Fórmula 1.17.1.1.)}$$

El gráfico evidenciado anteriormente nos muestra la evolución histórica del patentamiento de pick ups, junto con la estimación realizada con nuestro modelo y su proyección para los próximos años.

El nivel de significación obtenido fue de 82.32%, es decir, que el modelo explica el 82,32% de la variación de los patentamientos.

Para asegurarnos de la veracidad y validez de nuestra estimación, se procedió a verificar si éste cumple con los 4 supuestos residuales:

- La varianza de los residuos es constante ($V_{res} = cte.$)
- La esperanza de los residuos es cero. ($E_{res} = 0$)
- La independencia entre los residuos.
- Los residuos siguen una distribución normal.

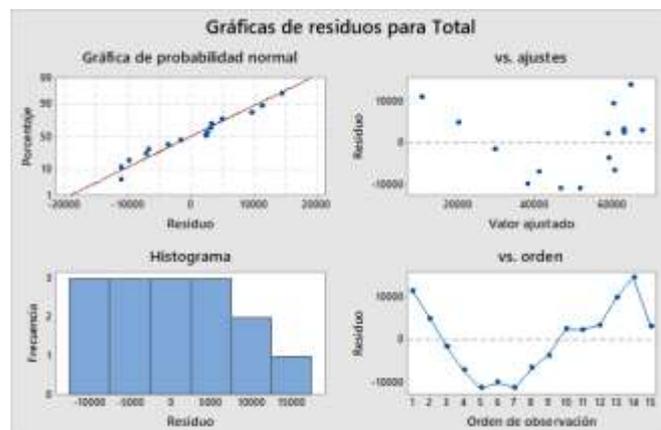


Gráfico 1.17.1.2. Gráfico “cuatro en uno”. Elaboración propia en base a datos de PBI’s provistos por la cátedra y de ADEFA⁹.

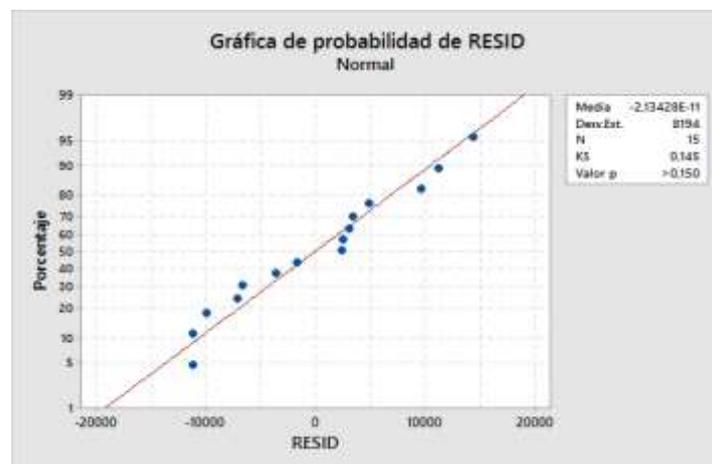


Gráfico 1.17.1.3. Prueba de normalidad. Elaboración propia en base a datos de PBI’s provistos por la cátedra y de ADEFA.⁹

1. En la gráfica de los Residuos vs. Ajustes se puede observar que la varianza presenta una distribución constante, cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad.
 2. Del gráfico del Histograma, al tener pocos datos no contamos con información necesaria para sacar conclusiones, con lo que no podemos afirmar que la esperanza de los residuos sea cero (lo ideal sería que tenga un comportamiento similar a la campana de Gauss).
 3. En el gráfico correspondiente a residuos vs. Orden de observación analizamos la independencia de los residuos, como los valores no siguen ningún patrón puedo confirmar que los residuos son independientes.
 4. Para estudiar el supuesto de normalidad realizamos la prueba de Kolmogorov Smirnov:
 H_0 = Los residuos siguen una distribución normal
 H_1 = Los residuos no siguen una distribución normal
 Este se realiza con un nivel de significación 15%, como el valor de p es mayor a 0,15 no se cuenta con la evidencia necesaria para rechazar la hipótesis nula.
- A partir del gráfico 1.17.1.3, se concluye que los residuos siguen una distribución normal por no tener la evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.
- Por ende, ya verificados los 4 supuestos, concluimos que el modelo es estadísticamente significativo.

1.17.2. Producción para mercado local de chasis para pickups

Para la proyección de la producción de chasis para el mercado local, se observó que el market share de Metalsa en los últimos 14 años se mantuvo relativamente estable. Es por esto por lo que se decidió utilizar, para dicha proyección, el promedio del market share de los datos históricos provistos por la empresa, dando como resultado un 73% de participación.

Dicho lo anterior, en la tabla a continuación se cuantifica hasta el año 2025 la producción de Metalsa para el mercado local. La misma se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Producción Local}_{\text{Año } i} = \text{Proyección Mercado Local}_{\text{Año } i} * \text{Promedio Market Share Local (Fórmula 1.17.2.1.)}$$

Año	Mercado Local	Producción Local	Market Share
2004	21.634	15.919	74%
2005	24.904	17.583	71%
2006	27.821	18.929	68%
2007	33.826	23.280	69%
2008	35.391	24.228	68%
2009	28.126	18.791	67%
2010	40.653	29.172	72%
2011	54.115	39.914	74%
2012	55.499	42.486	77%
2013	65.395	50.143	77%
2014	61.221	47.169	77%
2015	66.525	52.541	79%
2016	69.883	52.538	75%
2017	79.093	60.057	76%
2018	67.905	51.684	76%
2019	73.239	53.626	73%
2020	78.579	57.536	73%
2021	84.213	61.661	73%
2022	90.142	66.002	73%
2023	96.347	70.546	73%
2024	102.666	75.172	73%
2025	114.716	83.743	73%

Real
Proyección

Tabla 1.17.2.1. Proyección del mercado de Hilux para exportación. Elaboración propia en base a datos de ADEFA⁹ y datos de PBI's provistos por la cátedra.

1.17.3. Exportaciones de pickups

Cabe destacar que para dicha sección decidimos, dada la diferencia de volumen, proyectar el mercado de exportación de Toyota Hilux de manera independiente, y en conjunto el mercado de exportación de Ford Ranger y Volkswagen Amarok.

Se armó un modelo en relación con la suma de los PBI de Brasil, México, Chile y Perú ya que representan más del 85% del mercado de exportación, con el fin de obtener las proyecciones futuras de las exportaciones de pick-ups.

Con un nivel de significación del 95%, se obtuvo el siguiente modelo de exportación de Toyota Hilux:



Gráfico 1.17.3.1. Proyección del mercado de Hilux para exportación. Elaboración propia en base a datos de ADEFA⁹ y datos de PBI's provistos por la cátedra.

$$\text{Exportaciones Hilux} = -71069 + 0,031 * \sum \text{PBI's (Fórmula 1.17.3.1.)}$$

El valor de R² igual a 0.6069 significa que el modelo explica el 60,7% de las exportaciones de Toyota Hilux.

Para asegurarnos de la veracidad y validez de nuestra estimación, se procedió a verificar si éste cumple con los 4 supuestos residuales:

1. La varianza de los residuos es constante (V_{res}= cte.)
2. La esperanza de los residuos es cero. (E_{res} = 0)
3. La independencia entre los residuos.
4. Los residuos siguen una distribución normal.

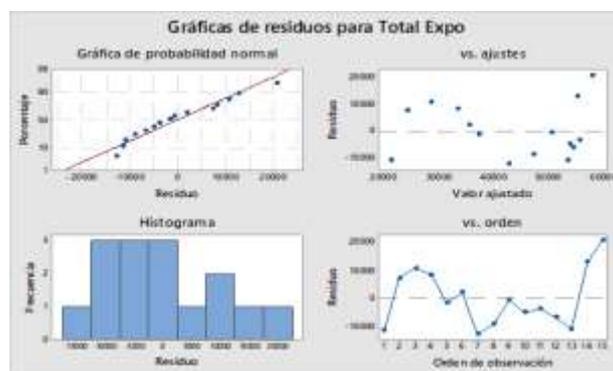


Gráfico 1.17.3.2. Gráfico “cuatro en uno”. Elaboración propia.

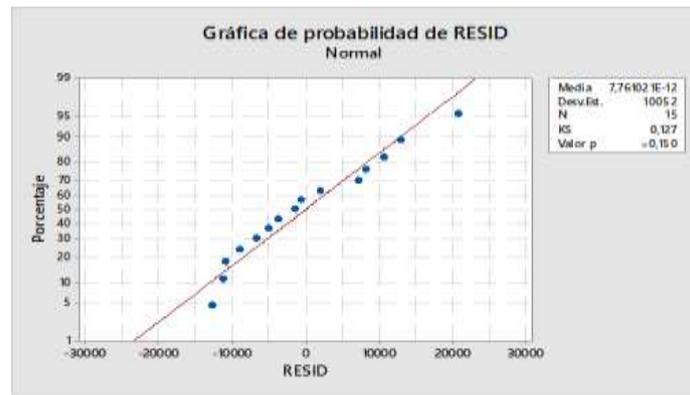


Gráfico 1.17.3.3. Prueba de normalidad. Elaboración propia.

1. En la gráfica de los Residuos vs. Ajustes se puede observar que la varianza presenta una distribución constante, cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad.
2. Del gráfico del Histograma, al tener pocos datos no contamos con información necesaria para sacar conclusiones, con lo que no podemos afirmar que la esperanza de los residuos sea cero (lo ideal sería que tenga un comportamiento similar a la campana de Gauss).
3. En el gráfico de residuos vs. Orden de observación analizamos la independencia de los residuos, como los valores no siguen ningún patrón puedo confirmar que los residuos son independientes.

4. Para estudiar el supuesto de normalidad realizamos la prueba de Kolmogorov Smirnov:

H_0 = Los residuos siguen una distribución normal

H_1 = Los residuos no siguen una distribución normal

Este se realiza con un nivel de significación 15%, como el valor de p es mayor a 0,15 no se cuenta con la evidencia necesaria para rechazar la hipótesis nula.

A partir del gráfico 1.17.3.3, se concluye que los residuos siguen una distribución normal por no tener la evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Por ende, ya verificados los 4 supuestos, concluimos que el modelo es estadísticamente significativo.

Procedemos a continuación realizar la estimación de **las exportaciones de Volkswagen Amarok y Ford Ranger** utilizando las mismas variables que en el modelo anterior (Suma de PBI de Brasil, México, Chile y Perú)

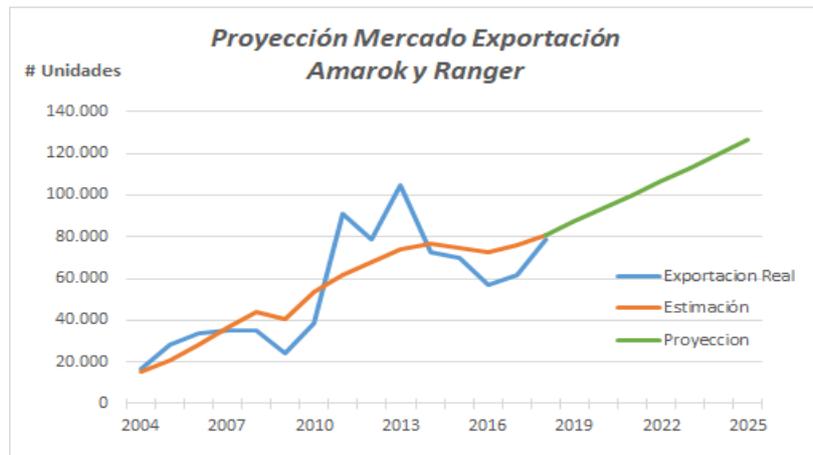


Gráfico 1.17.3.4. Proyección del mercado de Amarok y Ranger para exportación. Elaboración propia en base a datos de ADEFA⁹

$$\text{Exportaciones Amarok y Ranger} = -150624 + 0,0562 * \sum(PBI's) \text{ (Formula 1.17.3.2)}$$

El valor de R^2 igual a 0.6938 significa que el modelo explica el 69,4% de las exportaciones de Ford Ranger y Volkswagen Amarok.

Para asegurarnos de la veracidad y validez de nuestra estimación, se procedió a verificar si éste cumple con los 4 supuestos residuales:

1. La varianza de los residuos es constante ($V_{res} = cte.$)
2. La esperanza de los residuos es cero. ($E_{res} = 0$)
3. La independencia entre los residuos.
4. Los residuos siguen una distribución normal.

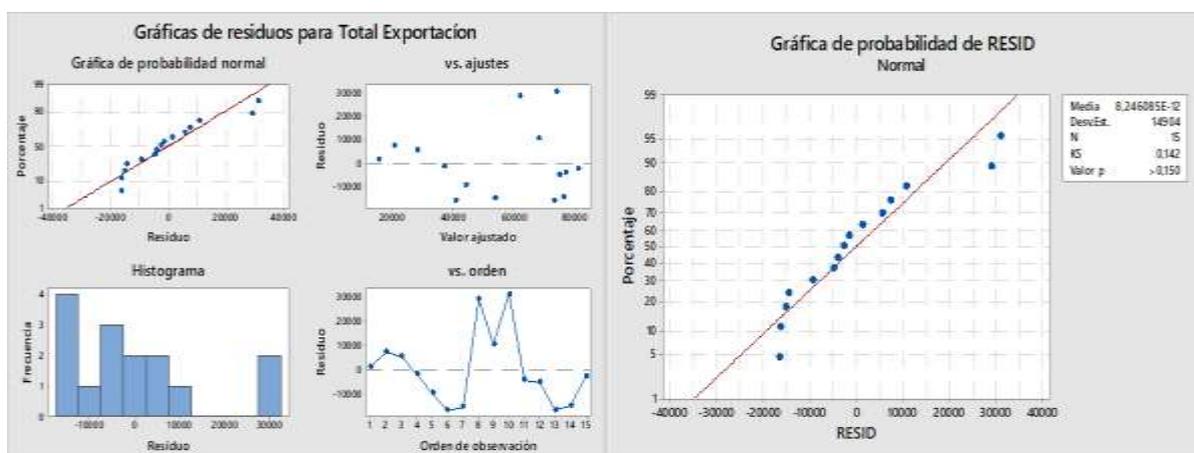


Gráfico 1.17.3.5. Diagrama “cuatro en uno” a la izquierda y a la derecha los resultados de la prueba de normalidad. Elaboración propia.

1. En la gráfica de los Residuos vs. Ajustes se puede observar que la varianza presenta una distribución constante, cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad.
2. Del gráfico del Histograma, al tener pocos datos no contamos con información necesaria para sacar conclusiones, con lo que no podemos afirmar que la esperanza de los residuos sea cero (lo ideal sería que tenga un comportamiento similar a la campana de Gauss).
3. En el gráfico de residuos vs. Orden de observación analizamos la independencia de los residuos, como los valores no siguen ningún patrón puedo confirmar que los residuos son independientes.
4. Para estudiar el supuesto de normalidad realizamos la prueba de Kolmogorov Smirnov:
 H_0 = Los residuos siguen una distribución normal
 H_1 = Los residuos no siguen una distribución normal
 Este se realiza con un nivel de significación 15%, como el valor de p es mayor a 0,15 no se cuenta con la evidencia necesaria para rechazar la hipótesis nula.
 A partir del gráfico 1.17.3.5, se concluye que los residuos siguen una distribución normal por no tener la evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.
 Por ende, ya verificados los 4 supuestos, concluimos que el modelo es estadísticamente significativo.

1.17.4. Exportaciones de pick ups producidas por Metalsa

Históricamente Metalsa produce el 50% del total de los chasis destinados para la exportación de Toyota y el 100% de Ford y Volkswagen. Es por esto por lo que para poder estimar la producción de Metalsa destinada a la exportación, se tomaron los valores de las proyecciones de Amarok

y Ranger, mencionadas anteriormente, sumado a la mitad de la proyección de la Hilux.

$$Proyección\ Metalsa = \frac{Proyección\ Hilux}{2} + Proyección\ Amarok\ y\ Ranger$$

(Fórmula 1.17.4.1.)

A partir de los valores históricos (2004 - 20018) se calculó el Market share promedio que tuvo Metalsa en esos años. Dicho valor dio como resultado un 77%

Para obtener el número correspondiente para las Hilux por un lado y para las Amarok y Rangers por otro, se multiplicó el total de la producción destinada para exportación por el promedio ponderado de la producción del año anterior.

	Total Expo			Produccion Metalsa			Market Share
	Hilux	Ama + Ran	Total	Hilux	Ama + Ran	Total	
2004	10.034	16.770	26.804	5.017	16.770	21.787	81%
2005	31.545	27.959	59.504	15.773	27.959	43.732	73%
2006	39.131	33.729	72.860	19.566	33.729	53.295	73%
2007	41.532	35.267	76.799	20.766	35.267	56.033	73%
2008	35.869	34.767	70.636	17.935	34.767	52.702	75%
2009	37.497	24.371	61.868	18.749	24.371	43.120	70%
2010	29.921	38.519	68.440	14.961	38.519	53.480	78%
2011	38.311	90.990	129.301	19.156	90.990	110.146	85%
2012	49.975	78.694	128.669	24.988	78.694	103.682	81%
2013	48.929	104.992	153.921	24.465	104.992	129.457	84%
2014	51.923	72.874	124.797	25.962	72.874	98.836	79%
2015	47.837	70.031	117.868	23.919	70.031	93.950	80%
2016	42.401	56.846	99.247	21.201	56.846	78.047	79%
2017	68.096	61.704	129.800	34.048	61.704	95.752	74%
2018	78.712	78.510	157.222	39.356	78.510	117.866	75%
2019	61.568	87.454	149.022	38.463	76.729	115.192	77%
2020	65.066	93.732	158.799	40.987	81.763	122.749	77%
2021	68.615	100.102	168.717	43.547	86.870	130.416	77%
2022	72.240	106.609	178.849	46.162	92.087	138.248	77%
2023	75.898	113.174	189.072	48.800	97.350	146.150	77%
2024	79.600	119.821	199.421	51.471	102.678	154.150	77%
2025	83.364	126.577	209.941	54.187	108.095	162.282	77%

Tabla 1.17.4.1. Tabla con datos de exportación provistos por ADEFA y elaboración propia para la producción destinada a la exportación de Metalsa.



Gráfico 1.17.4.1. Proyección de la producción de Metalsa para el mercado de exportación de pick ups. Elaboración propia en base a datos de ADEFA⁹

$$\begin{aligned} & \textit{Producción para exportación} \\ & = \frac{\textit{Exportación Hilux}}{2} + \textit{Exportación Amarok y Ranger} \textit{ (Fórmula 1.17.4.2)} \end{aligned}$$

1.17.5. Producción total de Metalsa

Ya analizado tanto el mercado local como el de exportación, procedemos a estimar la producción total esperada por Metalsa, siendo ésta:

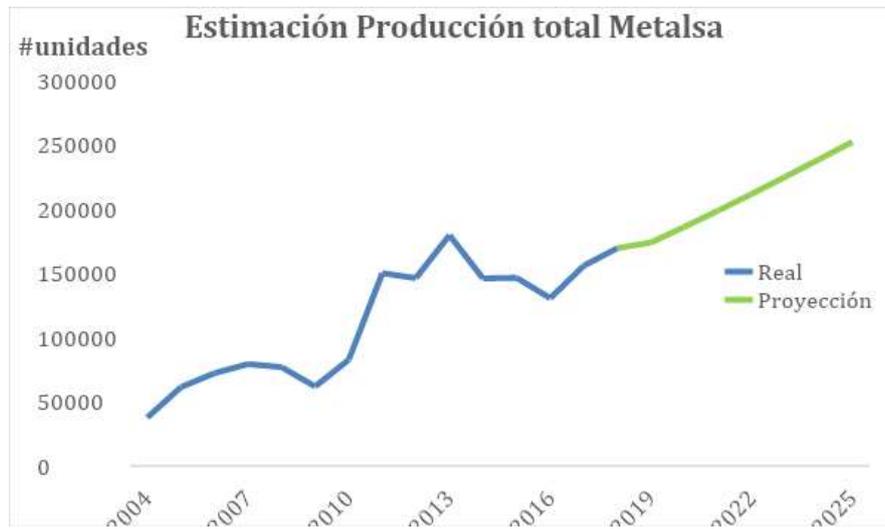


Gráfico 1.17.5.1. Producción total de Metalsa. Elaboración propia.

$$\textit{Producción total} = \textit{Producción Local} + \textit{Producción Para Exportación} \textit{ (Fórmula 1.17.5.1.)}$$

	Produccion Total Metalsa
2004	37.706
2005	61.315
2006	72.224
2007	79.313
2008	76.929
2009	61.911
2010	82.651
2011	150.059
2012	146.168
2013	179.599
2014	146.004
2015	146.491
2016	130.585
2017	155.809
2018	169.550
2019	168.818
2020	180.285
2021	192.077
2022	204.250
2023	216.696
2024	229.322
2025	252.224

Tabla 1.17.5.1. Valores reales y proyectados de producción. Elaboración propia.

1.17.6. Proyección de Precio

El precio final de un chasis se define por mutuo acuerdo entre Metalsa y su cliente a la hora de planificar un nuevo proyecto. El esquema mediante el cual se costea un producto sigue el desglose descrito en el apartado 4.5.1, siendo la materia prima y la mano de obra los dos factores de mayor incidencia sobre el precio.

El contrato entre ambas partes comprende la revisión periódica y actualización de precios en base a factores predefinidos siendo los de mayor incidencia el IPC, el tipo de cambio y los aumentos salariales definidos por la UOM para el laudo 29.

Esto se debe a que, si bien la cotización del producto se describe en dólares, hay costos a cubrir en pesos argentinos que además de variar por fenómenos inflacionarios y relacionados al tipo de cambio, también están sujetos a variaciones arbitrarias tales como acuerdos salariales o aumentos por parte de proveedores.

El valor nominal del chasis varía con frecuencia, pero estas variaciones suelen ser mínimas (tomando los precios históricos de un chasis tipo desde 2015 a 2017 la diferencia entre el mínimo y el máximo no pasaban del 3% de la media). Esto sucede ya que generalmente el costo

de la materia prima es estable y la reducción del costo de mano de obra por el tipo de cambio suele ser alcanzado con un breve atraso por los acuerdos salariales del sindicato.

El factor que presenta las mayores variaciones es el costo de la mano de obra, el cual representa alrededor del 20% del precio final del chasis. Este pierde valor por la depreciación del peso argentino frente al dólar, pero se ajusta mediante acuerdos salariales alcanzados por el sindicato. Los operarios de la planta se encuentran afiliados a la UOM dentro del laudo 29, que comprende a los empleados de empresas autopartistas.

Para estimar el precio a futuro, se tuvo en cuenta la proyección del tipo de cambio provistas por la cátedra y en base a esto se estimó el aumento salarial correspondiente para cada período. Los valores representados en el gráfico a continuación son los promedios anuales del precio proyectado:



Gráfico 1.17.6.1. Proyección de precio de un tipo de chasis. Elaboración propia en base a datos provistos por Metalsa.

Año	Precio Promedio
2017	\$ 1,090.29
2018	\$ 1,076.02
2019	\$ 1,078.30
2020	\$ 1,083.91
2021	\$ 1,076.49
2022	\$ 1,071.65
2023	\$ 1,075.52
2024	\$ 1,068.71
2025	\$ 1,081.88

Tabla 1.17.6.1. Proyección de precios. Elaboración propia en base a datos provistos por Metalsa.

La proyección resultante sigue la dinámica descrita anteriormente, teniendo como precio máximo USD \$1090 y mínimo USD \$1068. La media se encuentra en USD \$1078 USD y el bache entre máximos y mínimos representa un 2% de la misma. Se reconoce una tendencia levemente decreciente en la proyección.

Si bien es imprudente hablar de un número exacto, para el presente estudio consideramos apropiado considerar al precio de un chasis estable alrededor de los USD \$1078 USD. Considerando que gran parte de los costos del chasis están dados en dólares, no se esperan grandes variaciones ni escenarios que puedan alterarlo de manera significativa en los próximos 5 años.

1.18. Anexo Mercado

Tabla de datos correspondiente al gráfico 1.17.1

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Autos	243877	244243	181834	186973	173418	144639
Pick ups	92631	99145	81437	93248	108241	114369
Var autos a/a		0%	-26%	3%	-7%	-17%
Var pickups a/a		7%	-18%	15%	16%	6%

Tabla de datos correspondiente al gráfico 1.17.2

	2013	2014	2015	2016	2017
% de pick ups sobre el total	29%	31%	33%	38%	44%

Tabla de datos correspondiente al gráfico 1.17.1.1

Año	Real	PBI Arg	Estimación	Proyección
2004	21634	308.558,13	10397	-
2005	24904	335.870,65	19981	-
2006	27821	362.898,67	29465	-
2007	33826	395.587,32	40936	-
2008	35391	411.637,22	46567	-
2009	28126	387.274,36	38019	-
2010	40653	426.487,43	51778	-
2011	54115	452.093,53	60764	-
2012	55499	447.453,15	59135	-
2013	65395	458.215,85	62912	-
2014	61221	446.702,65	58872	-
2015	66525	458.902,81	63153	-
2016	69883	450.539,12	60218	-
2017	79093	463.399,39	64731	-
2018	70972	472.444,95	67905	67905
2019	-	487.643,50	-	73238
2020	-	502.862,85	-	78579

2021	-	518.919,26	-	84213
2022	-	535.815,28	-	90142
2023	-	553.497,18	-	96346
2024	-	571.505,76	-	102665
2025	-	589.778,68	-	109077

Tabla de datos correspondiente al gráfico 1.17.3.1

Año	Exportación Real	Suma PBI	Estimación	Proyección
2004	10.034,00	2.951.837	21.353	-
2005	31.545,00	3.045.208	24.276	-
2006	39.131,00	3.179.160	28.471	-
2007	41.532,00	3.333.872	33.315	-
2008	35.869,00	3.464.048	37.390	-
2009	37.497,00	3.403.43	35.493	-
2010	29.921,00	3.633.186	42.686	-
2011	38.311,00	3.782.625	47.365	-
2012	49.975,00	3.888.396	50.677	-
2013	48.929,00	3.993.713	53.974	-
2014	51.923,00	4.046.878	55.639	-
2015	47.837,00	4.011.865	54.543	-
2016	42.401,00	3.977.252	53.459	-
2017	68.096,00	4.034.042	55.237	-
2018	78.712,00	4.122.374	58.003	58.003
2019	-	4.236.258	-	61.568
2020	-	4.347.979	-	65.066

2021	-	4.461.321	-	68.615
2022	-	4.577.103	-	72.240
2023	-	4.693.922	-	75.898
2024	-	4.812.180	-	79.600
2025	-	4.932.394	-	83.364

2. INGENIERÍA

2.1. Análisis de Proceso

2.1.1. Localización

En el negocio autopartista la localización de la planta es de gran importancia, dado que su influencia económica en concepto de menores costos logísticos y mejores tiempos de entrega se convierten en un diferencial a la hora de seleccionar un proveedor.

El concepto Just in Time está cada vez más presente en la industria, en la que los fabricantes tienden a contar con el menor stock de materia prima posible y requerir con poca anticipación lo justo y necesario para las próximas horas de producción.

Este fenómeno le agrega complejidad a la planificación de la producción de sus proveedores, ya que los pedidos que estos reciben no siguen un patrón o distribución establecida, sino que la cantidad y la variedad de productos solicitados es distinta para cada pedido.

En cuanto a la logística esto implica una mayor cantidad de entregas diarias para cada proveedor. En el caso de un producto de grandes dimensiones, tales como los chasis que fabrica Metalsa en los cuales el costo de transporte unitario es elevado la logística toma un rol fundamental y termina por convertirse en una ventaja competitiva de alta importancia.

Toyota Argentina, principal demandante de Metalsa, produce sus pickups Hilux en su planta de Zárate (Buenos Aires) desde 1997. La planta se encuentra ubicada sobre la ruta 12, a 81 kilómetros de la Ciudad de Buenos Aires.

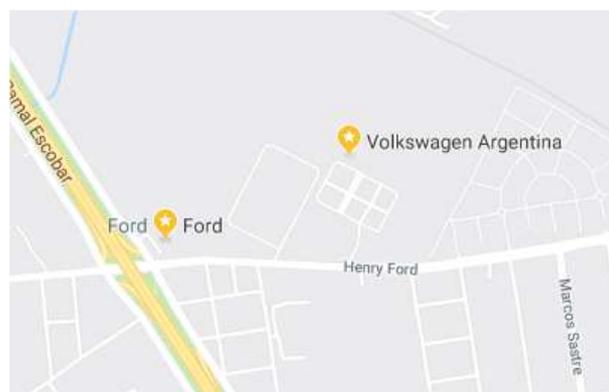


Imagen 2.1.1.1. Ubicación relativa de las plantas productivas de Volkswagen y Ford¹⁴

Ford y Volkswagen tienen sus plantas productivas a escasos metros de distancia entre sí. Ambas se localizan sobre la Avenida Henry Ford en el partido de Tigre.

¹⁴ <https://www.google.com/maps>

Metalsa al momento de seleccionar la planta a adquirir para proveer de chasis a estas tres compañías tuvo en cuenta este factor. Con el fin de reducir sus costos de entrega y tener una ventaja con relación al único potencial competidor actualmente ubicado en la provincia de Córdoba se eligió posicionarse en Buenos Aires. Esto sumado a la accesibilidad que le da la unión de las rutas 8 y 9 en sentido norte y la autopista Panamericana fueron los factores que llevaron a tomar la decisión de establecerse donde actualmente está ubicada.

En lo que a distancias respecta Metalsa y Ford-Volkswagen están a 3.1 kilómetros, lo que se traduce en 10 minutos de viaje entre cliente y proveedor. En el caso de Toyota se tratan de 53.2 kilómetros, que siguiendo la traza de la ruta 9 implica unos 40 minutos de viaje.

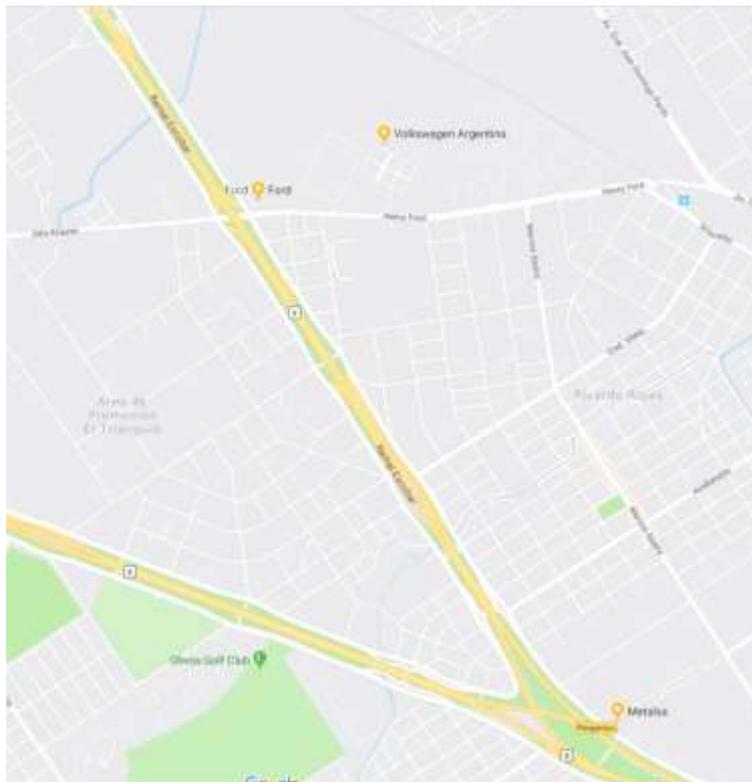


Imagen 2.1.1.2. Mapa de la intersección de las rutas 8 y 9 remarcando la ubicación de las plantas de Metalsa, Volkswagen y Ford¹⁵

¹⁵ (Maps, 2015)



Imagen 2.1.1.3. Ubicación de Metalsa, Volkswagen, Ford y Toyota.¹⁶

2.1.2. Descripción general del proceso

A nivel general, la fabricación de un chasis se puede describir en cuatro etapas bien definidas:

- Estampado
- Lavado
- Soldado y ensamble
- Pintura

Cada cliente cuenta con una línea de soldado y ensamble dedicada, las operaciones restantes se realizan en áreas comunes. El proceso de fabricación sigue el mismo formato para todos los modelos.

Al ser productos finales distintos, las diferenciaciones se dan en las etapas de estampado y soldado. En la primera etapa las matrices son distintas para cada modelo de cada cliente obteniéndose así piezas iniciales distintas, por lo que la soldadura y el ensamble al que serán sometidas son diferentes entre todas las líneas. Por el contrario, el lavado para las piezas

¹⁶ (Maps, 2015)

ensambladas y el proceso de pintado para los chasis son compartidas para todas, utilizándose una única máquina para cada proceso.

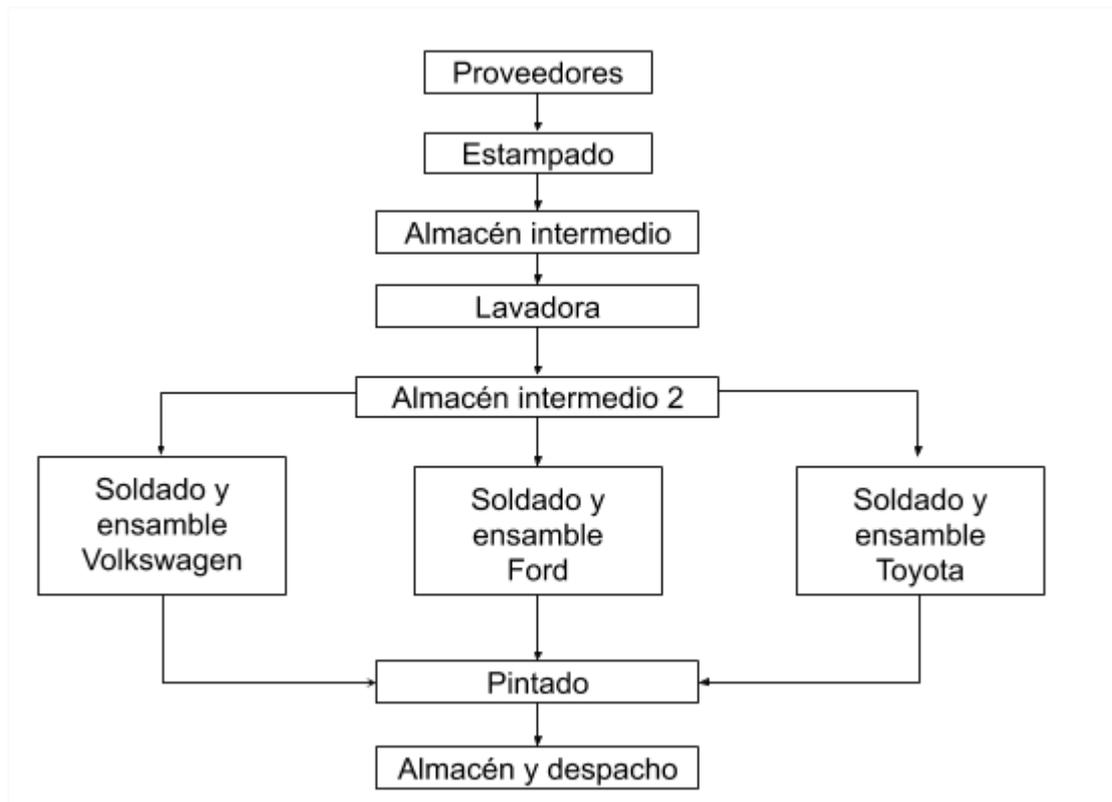


Imagen 2.1.2.1. Descripción general del proceso. Elaboración propia.

2.1.3.Recepción de materia prima

La recepción de materia prima da comienzo a la fabricación de los chasis. Metalsa recibe bobinas de acero, pintura, tuercas, tornillos, y otros insumos de una gran variedad de proveedores. Además de lo comprado por Metalsa se reciben también piezas consignadas por los clientes para ser utilizadas en sus respectivos productos.

A excepción de las bobinas de acero, Metalsa recoge con transporte propio los pedidos de todos sus proveedores.

Dado que las distintas piezas abastecen diferentes etapas del proceso estas son derivadas a distintos almacenes de mercadería interna según su utilización.

En la recepción de mercadería se realiza el primer control de calidad del proceso. Lo recepcionado se verifica con una balanza y se registran los pesos de los distintos racks recibidos. Se cuenta con valores esperados para cada rack y producto y en el caso de detectar una anomalía se rechaza la partida. Asimismo, se realiza inspección visual y un control más exhaustivo de algunas piezas clave.

Actualmente se cuenta con una política de 5 días de stock, a excepción de algunos insumos que tienen un mínimo volumen por compra o insumos importados que conviene pedir en mayores cantidades.

En el caso de las unidades consignadas, los clientes suelen comprar en grandes cantidades, pero Metalsa cede una cantidad limitada de posiciones dentro de su almacén para estos productos por lo que el almacenamiento de ese excedente corre por cuenta del cliente y se va entregando a Metalsa una vez que se van consumiendo las unidades ya recepcionadas.

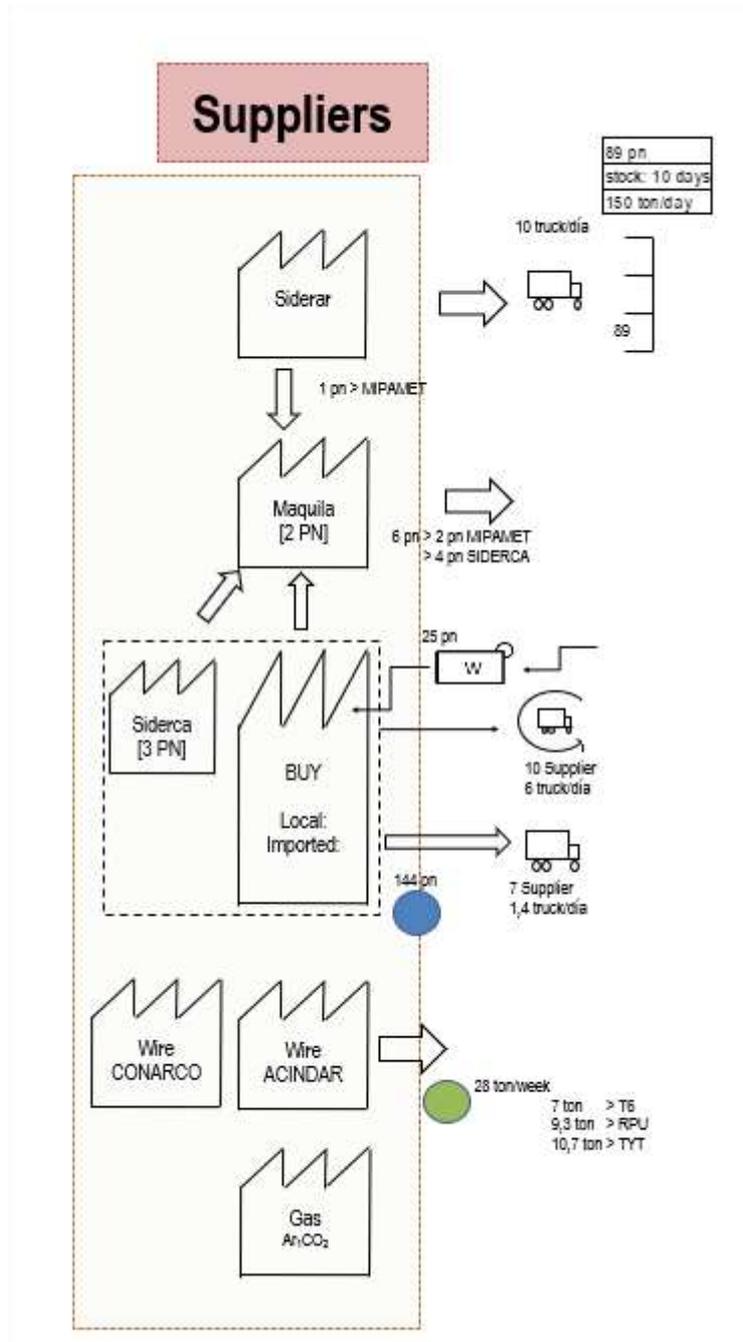


Imagen 2.1.3.1. Diagrama de recepción. Elaboración propia.

2.1.4. Estampado

Las bobinas de acero cuentan con un almacén exclusivo con una entrada propia de mercadería. Estas ocupan un gran volumen y son el principal componente de la materia prima de un chasis.



Imagen 2.1.4.1. Bobinas de acero recepcionadas. Fotografía provista por Metalsa.

La primera operación que se realiza con estas bobinas es el estampado. La hoja de la bobina se somete a una carga de compresión entre dos moldes en una percusión. Los moldes son matrices de acero, una de ellas deslizante a través de una guía y la otra fija (denominada yunque).

El material pasa por distintas etapas de estampado, en las cuales se va moldeando y perforando el acero para darle forma a las piezas que pasarán a formar parte de los cross member y side rail de los distintos modelos de chasis.

Si bien podemos encontrar pocas diferencias entre dos versiones de un mismo modelo de pickup, el chasis es completamente diferente. Las especificaciones en cuanto a dimensiones, perforaciones, refuerzos y recubrimiento tienen un alto nivel de determinación. Las matrices para producir los componentes de cada chasis son distintas para cada modelo, una diferencia de diseño de pocos milímetros entre dos modelos requiere dos matrices diferentes.

En la operación de estampado se producen 139 piezas distintas, que se distribuyen en 26 piezas destinadas a los modelos de Ford, 69 a los de Volkswagen y 44 a los de Toyota.

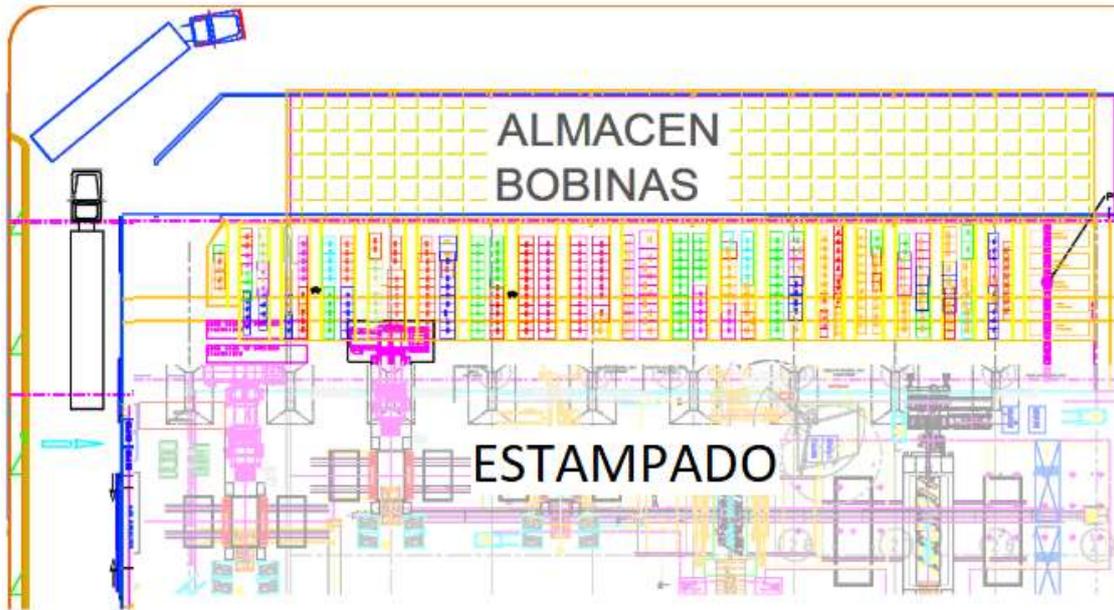


Imagen 2.1.4.2. Ubicación del almacén de bobinas y área de estampado. Lay out provisto por Metalsa.

Una vez finalizada la operación de estampado, el producto intermedio se almacena junto con las piezas compradas y consignadas recepcionadas previamente.

Dada la importancia de la precisión en esta operación se realizan controles de calidad exhaustivos diarios y semanales para asegurar un buen nivel de servicio. Se tiene un plan de control para cada pieza especificando las características a evaluar, tolerancia, técnica de evaluación, frecuencia, método de control, responsable y plan de reacción en caso de una anomalía.

- Cuba de desengrase o lavado: utiliza tres fluidos distintos en las siguientes cantidades: 1000kg de desengrasante, 60 litros de inhibidor de corrosión, y 26m³ de agua de red. Opera entre los 60 y 80°C.
- Cuba de enjuague: utiliza únicamente 300 litros de inhibidor de la corrosión y 26m³ de agua de red operando a la misma temperatura.

Al comienzo del turno, se realiza la puesta en marcha del sistema de lavado de acuerdo con el manual de operación de esta, estando habilitada para el correcto lavado de piezas una vez que los indicadores de temperatura indiquen los valores mínimos requeridos. Una vez logrado el operador realiza el mantenimiento autónomo correspondiente.



Imagen 2.1.5.1. Contenedores previos al lavado. Elaboración propia.

El operador del autoelevador coloca los racks en la percha de acuerdo con las siguientes tablas, quitando previamente las tarjetas respectivas en el orden de ingreso.

Tipo de rack	Cantidad
Racks de 1x1,2	4 racks
Racks de 2x1,2	2 racks
Rack larg. rear	1 rack
Rack de inner ch	1 rack
Front + rack 1x1,2	1 + 1 racks

Racks de 2x1,2 + 1x1,2	1 + 2 racks
Rack larg. rear + 1x1,2	1+ racks

Tabla 2.1.5.1. Tipos de Racks y agrupaciones para lavado. Elaboración Propia.

Con los racks ya colocados, debe chequearse que no excedan los límites dimensionales de la percha. Posteriormente se presiona el botón que da inicio al proceso automático de lavado, iniciando con el desengrase que dura 3 minutos y 43 segundos, mientras que el enjuague tarda 3 minutos y 16 segundos.

Para la descarga, el operador del autoelevador debe dirigirse a la zona de descarga de las piezas lavadas y enjuagadas. Se vacía la percha mientras el operador de la cuba vuelve a colocar las tarjetas respectivamente en cada rack habiendo hecho previamente un control visual de que el lavado se realizó con éxito. En ellas, un sello indica que las piezas ya fueron lavadas. El autoelevador transporta los racks hasta las zonas predefinidas para las piezas lavadas de cada línea de ensamble, y se vuelve a habilitar la cuba para el próximo lavado.

En el caso de no haber piezas esperando a ser lavadas, el operario de la cuba debe realizar sucesivos lavados con las perchas vacías para evitar que no queden piezas del proceso de lavado dentro de la cuba.

Una vez por semana el personal del proveedor de aceites realiza una auditoría de las condiciones de la cuba. Luego de cada revisión el proveedor comunica a Metalsa si es necesario tomar acciones sobre la cuba.

En caso de requerir el operador de la cuba es quien se encarga de abastecer a esta de dichos químicos.

Para la cuba de desengrase se emplea desengrasante en bolsas de 25kg, inhibidores de corrosión en bidones de 20 litros y agua de red. Para la cuba de enjuague se emplea un inhibidor de corrosión y agua de red.



Imagen 2.1.5.2. Preparación de la cuba de enjuague. Elaboración propia.

Todos los días se retira una muestra de esta operación para efectuar un control de calidad sobre las mismas.

Luego de ser lavadas, las piezas se almacenan en un área dedicada del almacén de producto intermedio.

Previo al lavado, la exposición al ambiente de las piezas no debe ser mayor a 20 días y luego de los mismos 3 días para evitar la corrosión de ésta (disminución de la resistencia mecánica de las piezas). Este problema se resolverá posteriormente en la operación de pintura.

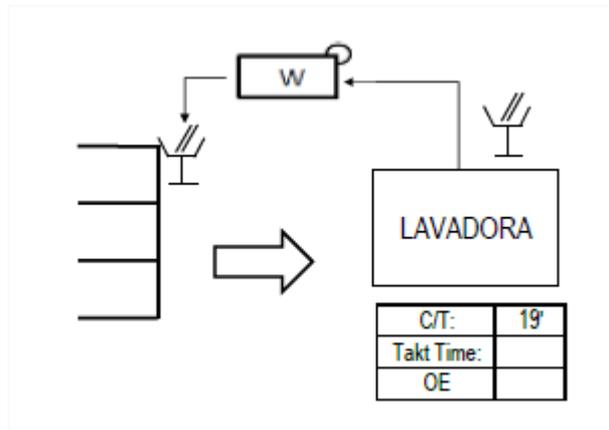


Imagen 2.1.5.3. Diagrama del proceso de lavado. Provisto por Metalsa

2.1.6. Soldadura

Para un mejor entendimiento de esta operación, es importante diferenciar entre los dos principales componentes de un chasis.

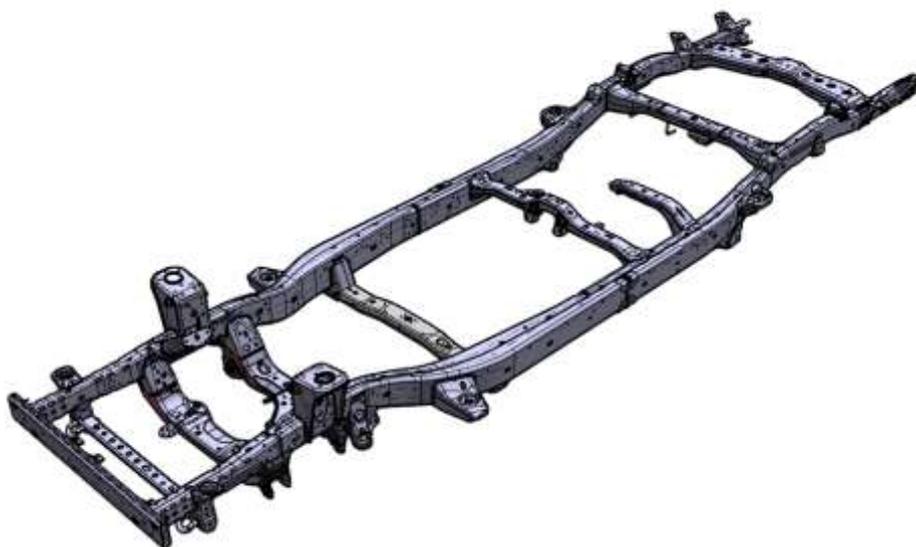


Imagen 2.1.6.1. Esquema de un chasis terminado. Provisto por Metalsa.

El ensamblaje del chasis se realiza presentando los largueros laterales, también denominados Side Rails con las vigas transversales, denominadas Cross Member. Estos se producen y ensamblan por separado.

Las piezas lavadas se retiran según necesidad del almacén de producto intermedio y son llevadas a las distintas estaciones de soldadura. Es en esta etapa que la distribución espacial dentro de la planta se divide según cliente. Cada línea productiva fue planificada, dimensionada y construida para concretar proyectos puntuales con cada cliente.

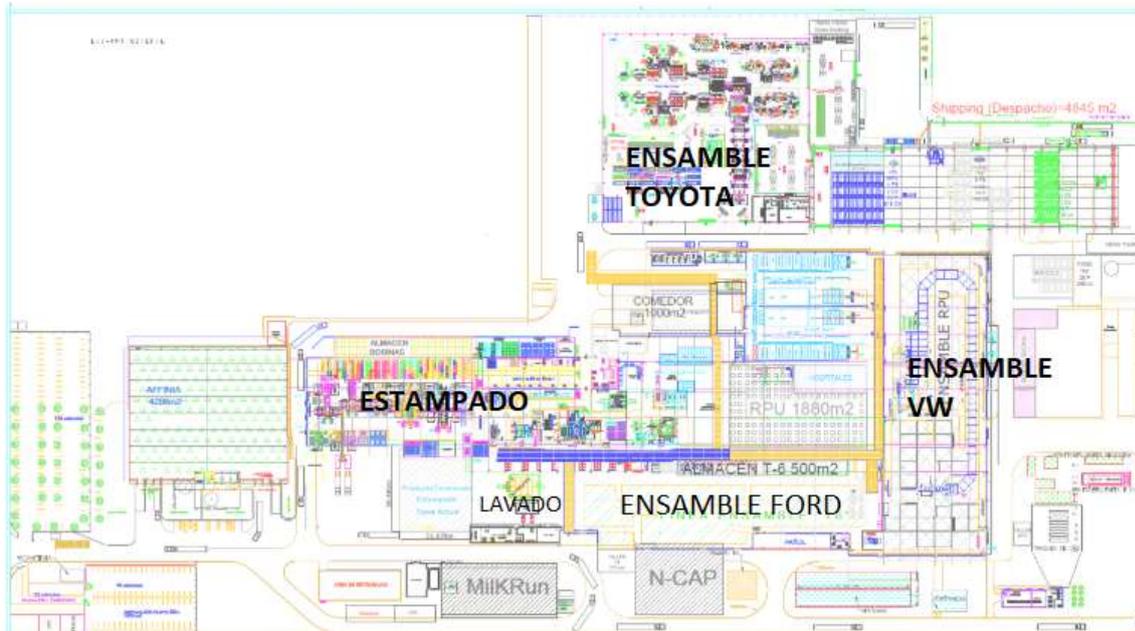


Imagen 2.1.6.2. Lay out de la planta. Provisto por Metalsa.

En el área de ensamblaje es donde tienen lugar las distintas operaciones unitarias de soldadura. Algunas son llevadas a cabo por robots, pero en su mayoría la operación es manual.

En un grupo de estaciones se sueldan los Cross Member, y en otro los Side Rails.



Imagen 2.1.6.3. Cross Member de un chasis. Provisto por Metalsa.

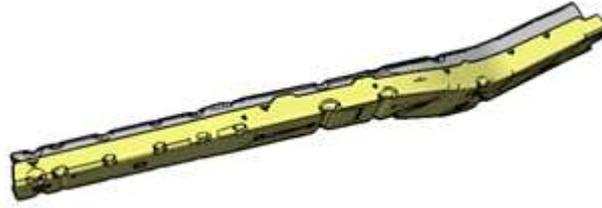


Imagen 2.1.6.4. Side Rail de un chasis. Provisto por Metalsa.

Una vez finalizados los Cross Member y los Side Rail se lleva el producto intermedio a la línea principal, denominada “línea de casamiento”. Es ahí donde por primera vez se presentan todos los componentes del chasis y se fijan los primeros puntos de soldadura definiendo la estructura de este. Es esta operación la que presenta el cuello de botella del proceso.

El producto avanza por la línea de casamiento, a lo largo de la cual se van realizando distintas soldaduras incorporando refuerzos y brackets (unificados en “fin de la línea”) para así llegar al final de esta con el chasis estructuralmente terminado, restando únicamente recubrir el mismo con una capa protectora para evitar la corrosión y el deterioro de este.

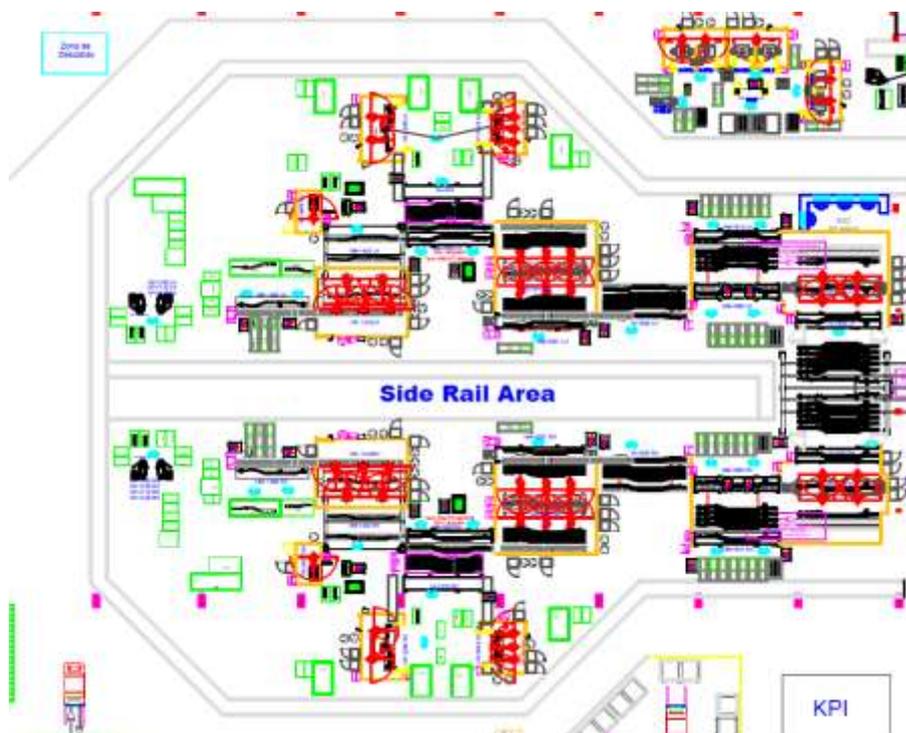


Imagen 2.1.6.5. Lay out de la soldadura de Side Rails de Toyota. Provisto por Metalsa.

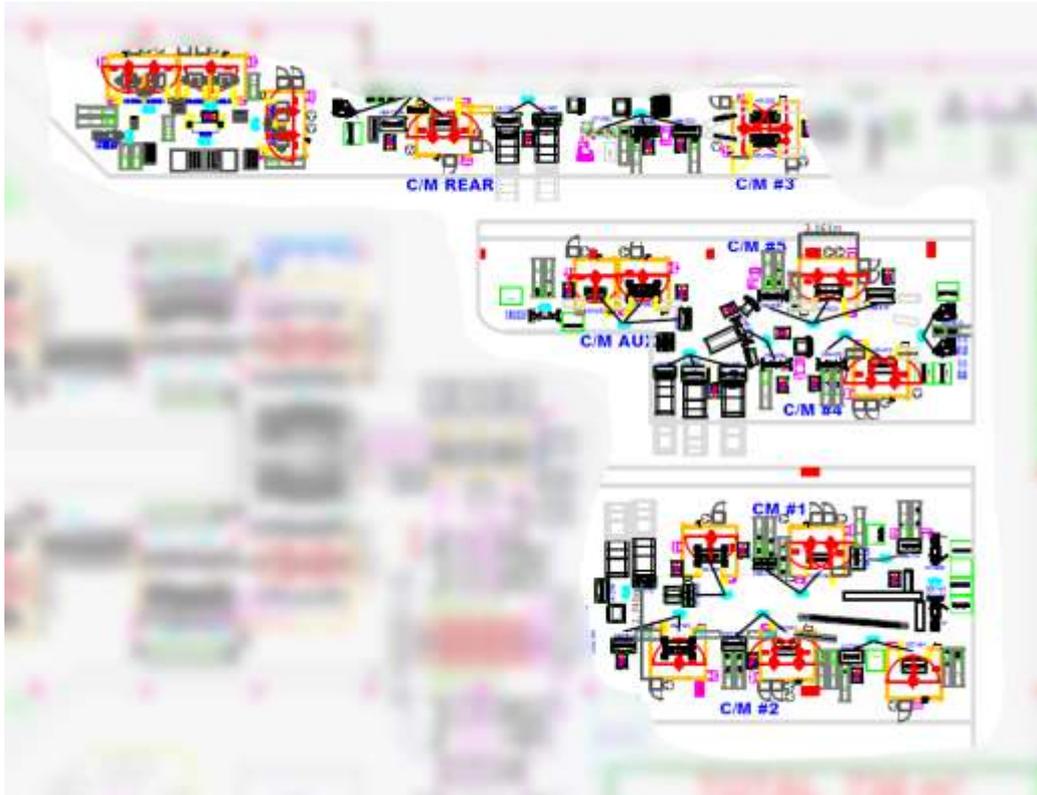


Imagen 2.1.6.6. Layout de la soldadura de Cross Member para Toyota. Provisto por Metalsa.

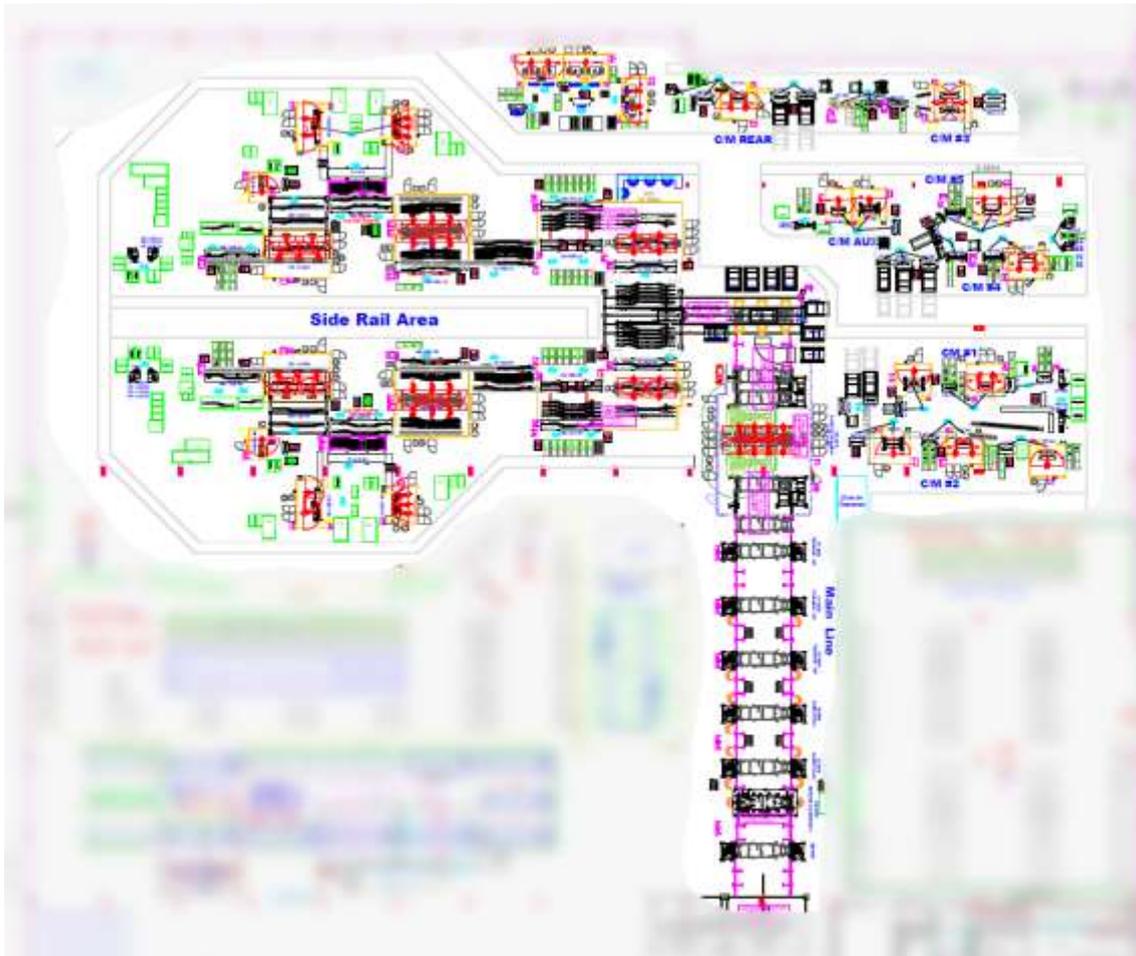


Imagen 2.1.6.8. Lay out Completo de la línea de soldadura y ensamble de Toyota. Provisto por Metalsa.

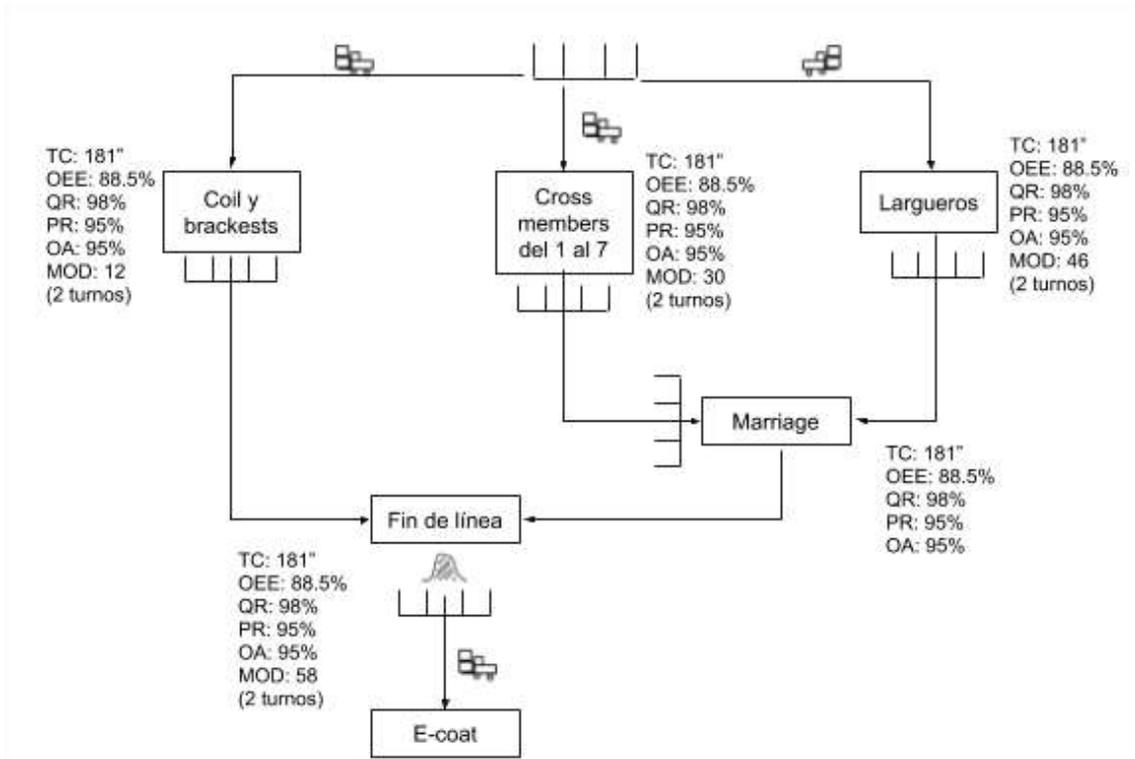


Imagen 2.1.6.9. Descripción del proceso de soldado para la línea de Volkswagen. Provisto por Metalsa.

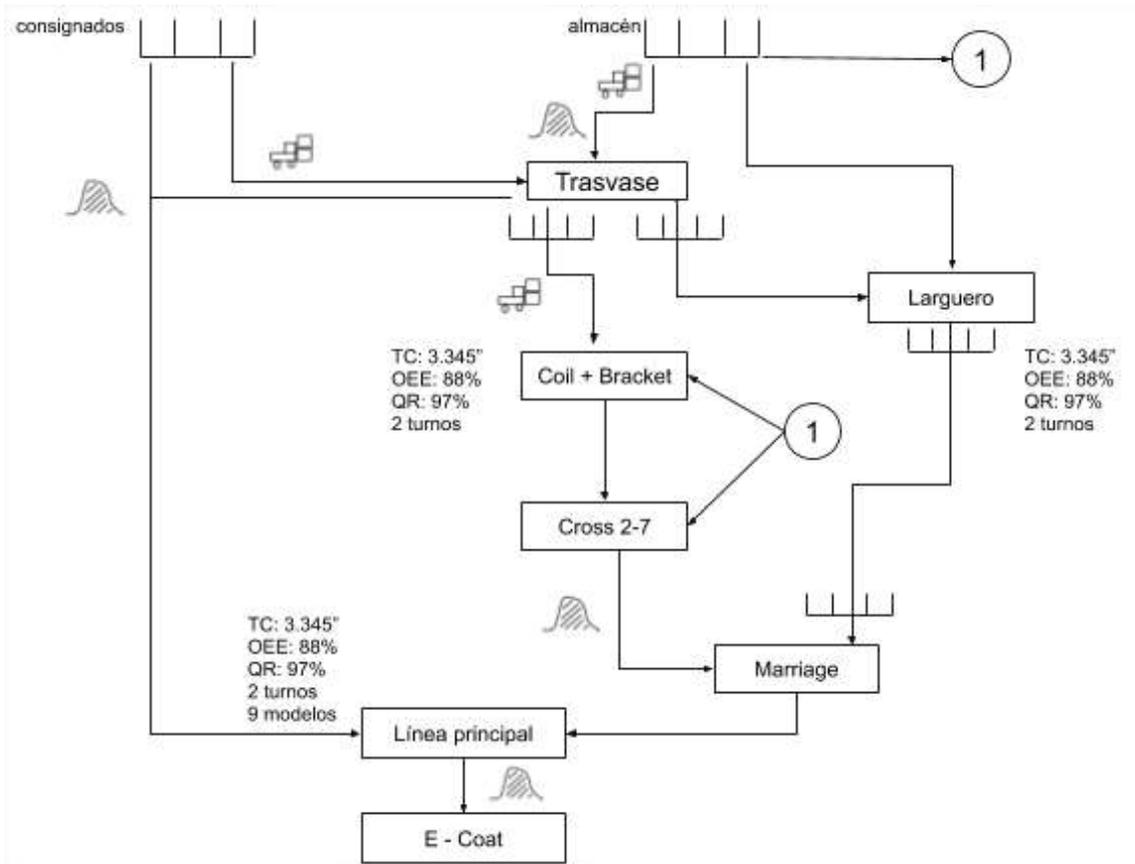


Imagen 2.1.6.10. Descripción del proceso de soldado para la línea de Ford. Provisto por Metalsa.

2.1.7. Pintura

Finalmente, los chasis ya ensamblados pasan a una etapa de pintura en la cual se les aplica un e-coat protector frente a la corrosión y la intemperie. Se cuenta con dos líneas de pintura funcionando en paralelo y cada chasis lleva un total de 3 horas de proceso para adherir las partículas de e-coat necesarias.

Los chasis terminados se almacenan y son despachados en camiones en los próximos días.

2.1.8. Ritmo de trabajo

La fábrica opera 225 días al año de 5:30 a 23:30 con una hora de parada diaria, totalizando 16 horas hábiles por día. Durante la noche se realiza la limpieza de la maquinaria y cambios de aceites junto con el mantenimiento preventivo.

Adicionalmente todos los años se realiza una parada de 14 días corridos, en la que la mayoría del personal operativo se toma vacaciones.

Trabajando a razón de 225 días al año, 16 horas por día Metalsa totaliza 3600 horas productivas anuales.

2.1.9. Producción por unidad de tiempo

Las distintas líneas están dimensionadas en cuanto a maquinaria para producir anualmente 100.000 unidades de Toyota, 67.000 unidades de Volkswagen y 78.000 unidades de Ford. Cabe recordar que estos volúmenes son los que proyecta el cliente para cada producto al inicio del proyecto, pero no siempre se cumplen y el ritmo de trabajo se ajusta para acompañar la demanda minimizando los tiempos improductivos.

En condiciones de máxima demanda la planta tiene capacidad de producir simultáneamente en las tres líneas estos volúmenes, siendo en 3600 horas anuales:

- Un chasis cada 2.16 minutos, para Toyota
- Un chasis cada 2.77 minutos, para Ford
- Un chasis cada 3.22 minutos, para Volkswagen
- A nivel global de la planta, un chasis cada 0.88 minutos

Sin embargo, la demanda anual actual se asemeja a 73.000 unidades para Toyota, 50.000 para Ford y 50.000 para Volkswagen, siendo el tiempo de producción total:

- Un chasis cada 3.08 minutos, para Toyota

- Un chasis cada 4.32 minutos, para Ford
- Un chasis cada 4.32 minutos, para Volkswagen
- A nivel global de la planta, un chasis cada 1.27 minutos

Si se mide el tiempo desde que ingresa la bobina de acero hasta que sale el chasis terminado los tiempos son:

- 294.82 horas, o 18.4 días hábiles para la línea de Toyota
- 391.68 horas, o 24.5 días hábiles para la línea de Volkswagen
- 496.48 horas, o 31 días hábiles para la línea de Ford

2.1.10. Movimiento de material dentro de la planta

Visto a nivel general, el flujo de materiales de la planta sigue el recorrido recepción, estampado, lavado, soldado, pintado y despacho. Dentro de cada sector se cuenta con varias estaciones distintas en las que se van moviendo y procesando los materiales y el producto intermedio.

En ninguna instancia el movimiento se realiza de manera automática o a través de algún tipo de guía. Los racks se almacenan luego de cada operación y es un operario con un autoelevador quien se encarga de abastecer las distintas estaciones y retirar el producto terminado de las mismas.

El sistema de reabastecimiento sigue una configuración kanban de transferencia. Se emplean tarjetas con un formato estandarizado para comunicar las necesidades de abastecimiento y retiro de producto terminado de cada estación.

Cada tarjeta Kanban se utiliza para comunicar la necesidad de transferir un rack lleno de producto intermedio desde una estación predecesora (upstream) hasta la siguiente estación(downstream). Todas las estaciones están provistas de un buffer de kanbans entrantes y otro buffer de Kanbans salientes, así como un punto de almacenamiento de material entrante y un punto de almacenamiento de material saliente.

Por medio de las tarjetas los operarios de cada estación comunican a los operarios de logística el nivel de abastecimiento de esta en términos de “horas de producción”. Los operarios realizan rondas de recorridas por la planta y van reabasteciendo a criterio las distintas estaciones.



Imagen 2.1.10.1. Ejemplo de tarjeta Kanban empleada en Metalsa. Fotografía de elaboración propia.



Imagen 2.1.10.2. Tablero de tarjetas Kanban utilizado en Metalsa. Fotografía de elaboración propia.

2.1.11. Balance de línea y cuello de botella

Al tratarse de líneas dedicadas con estaciones abocadas a la producción de un único modelo, se las diseña proyectando la demanda diaria en función del objetivo de producción anual y las horas productivas disponibles.

La maquinaria con tiempos fijos, es decir el sector de estampado y lavado, tienen capacidad suficiente para cumplir con los tiempos de máxima demanda de cada proyecto.

Esta capacidad es una exigencia por parte del cliente en la planificación, por lo que por una cuestión de seguridad junto con formar parte de etapas tempranas de la cadena productiva se sobredimensionan estas operaciones para evitar la generación de un cuello de botella.

En caso de verse saturadas estas operaciones, la solución a este problema sería incorporar más maquinaria. Esta situación no debería darse nunca, dado que desde el diseño se dimensionan para suplir la demanda máxima esperada, hasta ahora nunca alcanzada.

Es importante evitar el cuello de botella en etapas tempranas del proceso, ya que esto reduce la productividad de todas las actividades posteriores y agrega costo al producto final.

Al depender mayormente de la velocidad de operación de las prensas y la cuba de lavado, teniendo el tiempo definido al inicio del proyecto se debe incorporar la maquinaria capaz de dar ese nivel de servicio para cada línea.

En el soldado algunas operaciones son automatizadas por medio de robots, pero representan una pequeña fracción. Al ser mayormente manual, es en este sector donde aparece la primera posibilidad de un cuello de botella.

El tiempo que demanda cada operación está dado por los metros de soldadura que se llevan a cabo allí. Se tiene cronometrado el tiempo que lleva soldar una unidad de longitud por cada operario y a partir de esto se determina el takt time de cada estación. Por ejemplo, si en una estación un operario suelda 1 metro en un tiempo determinado, es posible reducir este tiempo incluyendo otro operario más y repartiendo la soldadura en 0.5 metros para cada uno, lo cual demandaría la mitad del tiempo inicial.

Todas las estaciones de soldado están diseñadas para una dotación de personal máxima, la cual permite trabajar a una velocidad máxima (por cada estación), la cual es un 5% menor a la del tiempo por unidad de producción. A modo de ejemplo, la línea de Volkswagen está diseñada para poder entregar un chasis terminado cada 3.22 minutos, por lo que las estaciones de soldado operando a máxima capacidad tienen un tiempo de operación ligeramente menor a 3.06 minutos.

En la etapa de diseño, en caso de no poder brindar este nivel de servicio con una estación, se incluyen dos estaciones trabajando en paralelo la misma operación.

La decisión de tener como takt time un 95% del tiempo de salida de producto terminado responde a evitar tener un cuello de botella en esta operación.

Cuando se llega a la línea de casamiento, es donde se da el cuello de botella. En la línea principal se presentan los componentes y se le da su forma final al producto.

A lo largo de la línea se realizan una serie de soldaduras manuales, uniendo Cross Member, Side Rails y otros refuerzos. Las distintas estaciones de la línea están diseñadas para una cantidad máxima de operarios, en caso de operar con la máxima dotación el tiempo de proceso es el mismo que el ritmo máximo de salida de producto terminado.

Tratándose del último proceso previo a la pintura, en la cual se trabajan varios chasis en una sola bajada, es el que menores limitaciones e improductividades genera siendo el cuello de botella del proceso.

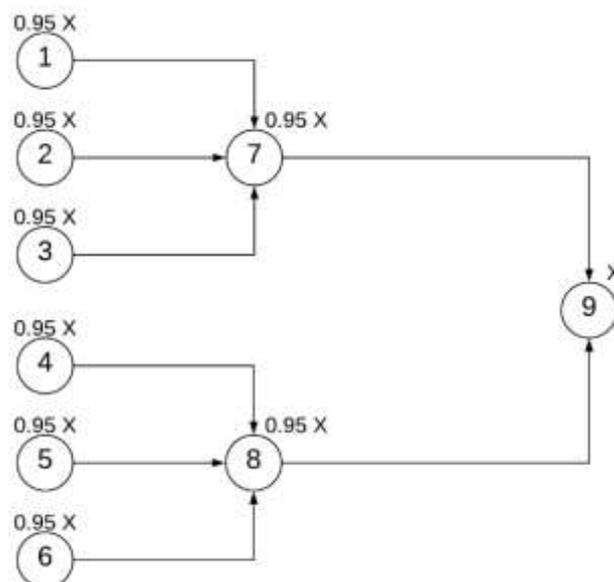
Al ser la cantidad demandada menor a la que está dimensionada como máxima para la línea, lo que se hace para tener un takt time el cual minimice tiempos improductivos es reducir la dotación en cada estación de esta.

En tiempos de baja demanda un mismo operario realiza varias soldaduras y recorre mayores distancias que en épocas de alta demanda donde las tareas de cada operario son menos y la dotación por estación es mayor.

De acuerdo con la demanda por parte de los clientes, se calcula el tiempo de salida entre productos unitarios y con ello se define la dotación en la línea de casamiento. Con el mismo razonamiento, se realiza la asignación de personal para las estaciones de soldadura de Side Rail y Cross Member utilizando un tiempo 5% menor al de la línea principal.

Es importante dejar en claro, que desde la planificación de un proyecto se diseña y dimensiona el proceso para que el cuello de botella se pueda dar únicamente en las estaciones de soldadura o en la línea principal, y Metalsa toma la decisión de generar el cuello de botella en la línea principal para minimizar tiempos improductivos. El balance de la dotación asignada en la línea se da en función de esta decisión.

En cuanto a lo que son las operaciones de estampado y de lavado, el balance se hace ajustando la cantidad de turnos trabajados por día, ya que al no poder actuar sobre la velocidad de las operaciones ante menor demanda se trabajan menos horas.



*Imagen 2.1.11.1. Diagrama de precedencias conceptual con los tiempos de cada actividad.
Elaboración propia*

Nro.	Operación	Tiempo
1	Soldado Pre CM	0.95X
2	Soldado Pre CM	0.95X
3	Soldado Pre CM	0.95X
4	Soldado Pre SR	0.95X
5	Soldado Pre SR	0.95X
6	Soldado Pre SR	0.95X
7	Soldado CM	0.95X
8	Soldado SR	0.95x
9	Línea de casamiento	X

Tabla 2.1.11.1. Tabla conceptual de operaciones y tiempos. Elaboración Propia.

$$\text{Definiendo } X: \frac{60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} * 16 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 225 \frac{\text{días}}{\text{año}}}{\text{demanda anual estimada}} \quad (\text{Fórmula 2.1.11.1})$$

2.2. Análisis y rediseño del almacén de producto intermedio

2.2.1. Necesidad de un almacén de producto intermedio

Entendiendo en mayor detalle el proceso de fabricación de un chasis facilita la comprensión del por qué hay un almacén intermedio entre las etapas de soldadura y lavado.

En primera instancia, al recibir productos comprados y consignados que no serán procesados por el sector de estampado es conveniente almacenarlos en una ubicación distinta a la de las bobinas de acero, minimizando la distancia recorrida por las mismas una vez recepcionadas.

Al ser algunas de estas piezas pendientes de lavado, una ubicación cercana a la lavadora resulta la más conveniente para almacenar estas piezas. Tratándose de piezas recepcionadas, es necesario considerar un área para pesar la mercadería (control de recepción) y otra para realizar controles de calidad.

El tiempo de proceso por unidad de la estación de lavado, es mayor al de estampado por lo que si bien no es el cuello de botella del proceso se produce una acumulación de producto intermedio entre las mismas, lo que lleva a necesitar un lugar físico donde almacenarlo. La

estación de lavado tiene un mayor tiempo de operación que la de estampado, por lo que el volumen de producto intermedio almacenado se mantiene mayormente constante cuando la planta opera en estado estacionario.

Siendo necesario realizar controles de calidad de las operaciones de estampado y almacenar el producto intermedio, se encuentra conveniente unificar estos controles y el almacenado con la recepción y almacenamiento de producto consignado y comprado simulando un pulmón. Esta ubicación y el almacenamiento conjunto también cumple un rol estratégico dado que es la solución que implica una menor distancia recorrida por el producto dentro de la planta, considerando la imposibilidad de mover la lavadora. Aquí se almacena el material que ingresa a la lavadora, no el que sale.

2.2.2. Análisis del almacén actual y proyección de demanda

Es importante poseer un correcto entendimiento del almacén. Para comprender las necesidades del proceso y el funcionamiento actual del mismo fue necesario analizar en detalle todos los productos que pasan por él, sus dimensiones y medio de almacenamiento junto con sus características principales.

El almacén se abastece de tres fuentes distintas: el sector de estampado, proveedores externos y consignaciones por parte de los clientes de Metalsa.

Estos productos poseen una amplia variedad de tamaños y dimensiones, por lo que es necesario contar con diversos medios de almacenamiento para los mismos.

A continuación, se listan las dimensiones y peso de cada medio.

Tipo de Medio	Largo	Ancho	Alto	Volumen Total
CAJA CHICA	0,3	0,4	0,12	0,0144
CAJA MEDIANA	0,4	0,3	0,22	0,0264
RACK BLANK	1,2	1	1	1,2
RACK CHICO	0,5	0,5	0,5	0,125
RACK GRANDE	2	1	0,8	1,6
RACK GUIDI	1	1	1	1
RACK MEDIANO	1,2	1	0,8	0,96
RECTANGULAR	1	0,6	0,5	0,3

Tipo de Medio	Volumen de medio [m3]	Peso del medio [Kg]
CAJA CHICA	0,0144	1,005
CAJA MEDIANA	0,0264	1,272
RACK CHICO	0,125	35
RECTANGULAR	0,3	57
RACK MEDIANO	0,96	143
RACK GUIDI	1	130
RACK INNER	1,2	130
RACK LARGUERO	1,6	130
RACK GRANDE	1,6	160

Tablas 2.2.2.1. Tipos de medios de almacenamiento. Elaboración Propia.



Imagen 2.2.2.1. Racks medianos, inner y cajas chicas. Elaboración propia.



Imagen 2.2.2.2. Racks medianos, cajas medianas y rack rectangular. Elaboración propia.



Imagen 2.2.2.3. Rack grande, guidí y chico. Elaboración propia.

Para el análisis de demanda y rotación de racks se partió de dos documentos:

- Bill of Materials de cada modelo de chasis, para conocer la demanda diaria de cada SKU

- Registros de compras y medios de almacenamiento, que especifican la modulación y el medio de almacenaje de cada SKU

RECEPCIÓN LOGÍSTICA - LISTADO DE PARTES Y MODULACIONES									
Codigo Metalsa	Descripcion	Cliente	ORIGEN	Tipo de Medio	Modulación	volumen de medio [m3]	Peso neto pieza	Peso del medio	Peso Total x Código
9004346	Crossmem 3 upper	FORD	ESTAMPADO	RACK MEDIANO	500	0,96	1,829	143	1057,5
9004347	Crossmem 3 lower	FORD	ESTAMPADO	RACK MEDIANO	500	0,96	0,88	143	483,0
9004553	Crossmem 7	FORD	ESTAMPADO	RACK MEDIANO	55	0,96	4,112	143	369,2

Imagen 2.2.2.4. Ejemplo de Listado de partes y modulaciones logísticas. Elaboración Propia.

ITEM No.	DESCRIPTION	Type	Wheel Dia	METALSA A DRAWING No.	Model Rev	QUANTITY	MFG PART No.	Customer PART No.	Case REV	Case Rev	MAT. SPEC.	MIM (mm)	NET WEIGHT (kg)				
1	Front Tank Bracket Mid-Flat Sub-Assembly	BRK	432 x 434	9004346	001	1	32001	N/A			N/A	N/A	0,96				
2	Front Tank Strap Frame	STR	432 x 434	9004347	001	1	32002	N/A			N/A	N/A	0,88				
3	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32003	N/A			N/A	N/A	0,88				
4	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32004	N/A			N/A	N/A	0,96				
5	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32005	N/A			N/A	N/A	0,88				
6	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32006	N/A			N/A	N/A	0,96				
7	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32007	N/A			N/A	N/A	0,88				
8	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32008	N/A			N/A	N/A	0,96				
9	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32009	N/A			N/A	N/A	0,88				
10	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32010	N/A			N/A	N/A	0,96				
11	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32011	N/A			N/A	N/A	0,88				
12	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32012	N/A			N/A	N/A	0,96				
13	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32013	N/A			N/A	N/A	0,88				
14	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32014	N/A			N/A	N/A	0,96				
15	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32015	N/A			N/A	N/A	0,88				
16	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32016	N/A			N/A	N/A	0,96				
17	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32017	N/A			N/A	N/A	0,88				
18	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32018	N/A			N/A	N/A	0,96				
19	Front Tank Strap 15 Chain 18	STR	432 x 434	9004348	001	1	32019	N/A			N/A	N/A	0,88				
20	Front Tank Strap 7 Chain 18	STR	432 x 434	9004553	001	1	32020	N/A			N/A	N/A	0,96				

Imagen 2.2.2.5. Ejemplo de BOM con "Metalsa Drawing No", campo pivot utilizado. Elaboración propia.

Con el cruce de estos datos tomando como pivot el ID de cada pieza fue posible cuantificar el flujo diario de los distintos tipos de racks al almacén, y proyectando con la demanda máxima estimada para 2025 se estima el siguiente flujo para el almacén, equivalente a 3 días de producción de chasis (3060 unidades):

2018			
Tipo de Medio	Cantidad de SKU'S	Máxima Cantidad Presente	Peso Máximo del Medio
CAJA CHICA	13	318	10,2
CAJA MEDIANA	134	3828	101,3
RACK CHICO	5	12	182,6
RACK GRANDE	14	105	2026,8
RACK GUIDI	1	27	1035,8
RACK INNER	2	16	262,1
RACK MEDIANO	185	612	1421,5
RECTANGULAR	5	16	243,0
Total	359	4934	

Tabla 2.2.2.2. Distribución de medios de almacenamiento – 2018. Elaboración Propia.

2025

Tipo de Medio	Cantidad de SKU'S	Máxima Cantidad Presente	Peso Máximo del Medio
CAJA CHICA	13	721	10,2
CAJA MEDIANA	134	8754	101,3
RACK CHICO	5	23	182,6
RACK MEDIANO	185	1087	2026,8
RACK GRANDE	14	237	1035,8
RACK GUIDI	1	62	262,1
RACK INNER	2	36	1421,5
RECTANGULAR	5	33	243,0
Total	359	10953	

Tabla 2.2.2.3. Distribución de medios de almacenamiento – 2025. Elaboración Propia.

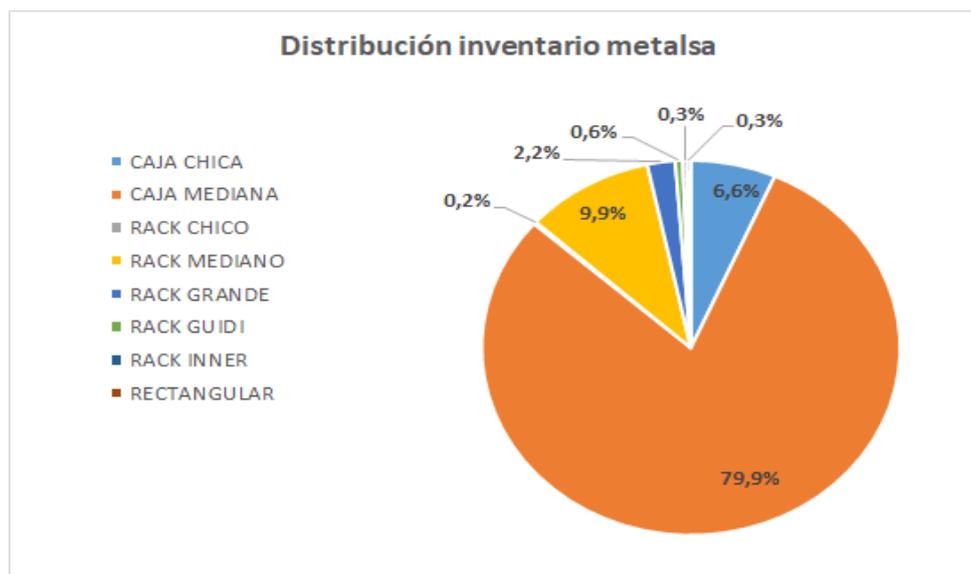


Gráfico 2.2.2.1. Distribución de inventario segmentada por medio de almacenamiento. Elaboración propia.

En el caso del último gráfico, la distribución es la misma para ambos años ya que se proyectó el tamaño manteniendo la participación porcentual de cada modelo dentro de cada terminal automotriz.

El cálculo empleado consideró el stock de seguridad, un 20% adicional para absorber los picos de almacén en caso de una parada de producción u otra contingencia, es decir, un sobredimensionamiento por vacío operativo¹⁷ del 20%.

¹⁷ Vacío Operativo: posiciones adicionales, por sobre la necesidad de almacenamiento, que brindan flexibilidad a la operación para absorber picos puntuales, desbalanceo entre los flujos de ingreso y salida. De no considerarlo, la capacidad de almacenamiento se puede ver superada, lo que ocasionará demoras operativas y/o no cumplimiento las reglas de almacenamiento definidas (rotación, apilabilidad, sectorización, otros).

Actualmente el almacén tiene una superficie de 1002m², en gran parte despejado debido a las necesidades de radio de giro y pasillos de tránsito para los autoelevadores que operan todos los flujos de movimiento de materiales dentro y fuera del mismo.

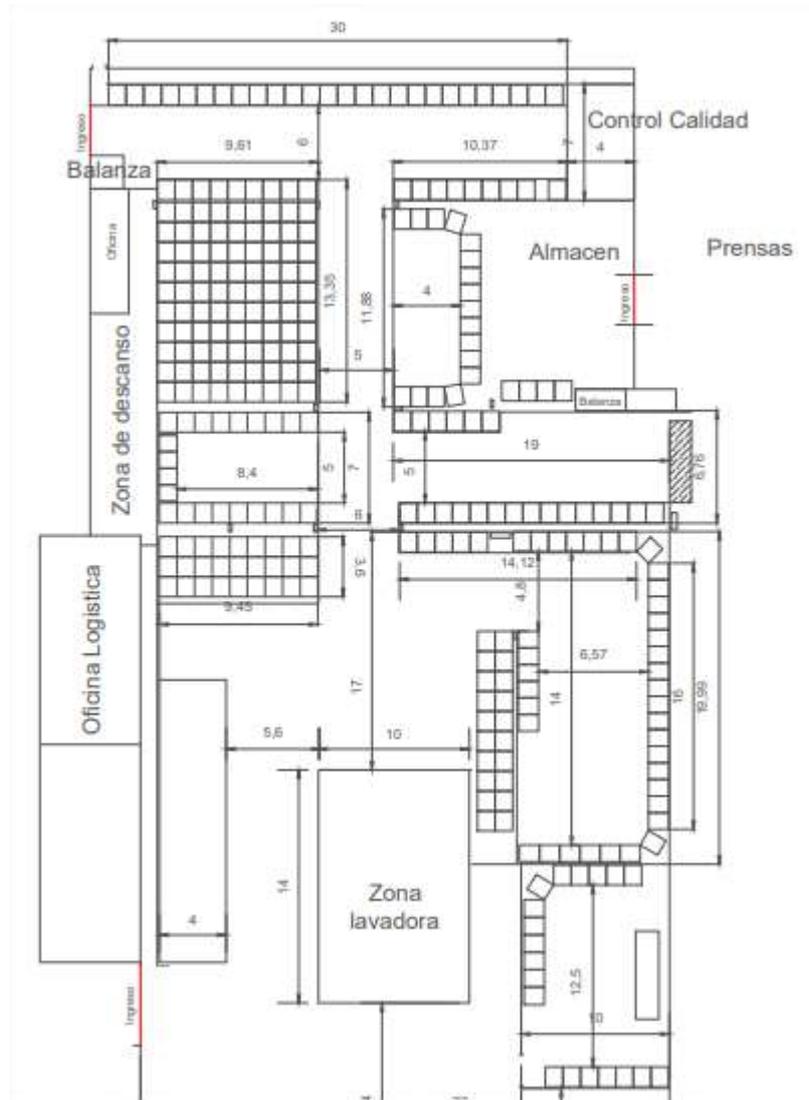


Imagen 2.2.2.6. Lay out actual del almacén. Provisto por Metalsa.

El almacén está ubicado próximo a la lavadora, a la zona de estampado y a una entrada de camiones. En ambas entradas posee una balanza para controlar la mercadería que se recepciona y cuenta con un área dedicada a control de calidad.

2.2.3. Consideraciones Generales

El objetivo del rediseño del almacén comprende reducir los costos de almacenamiento.

Esto se logrará por un lado mediante la reubicación de mano de obra que podría tener un mejor aprovechamiento y una mayor productividad en otras tareas, y por el otro en la reducción superficial del almacén.

La superficie cubierta en una planta de estas características influye en gran medida en el coste impositivo. Por estos motivos, el diseño del almacén buscará lograr un mayor nivel de automatización y reducir la superficie ocupada en m². Además, reduciendo la superficie ocupada, podemos usar ese espacio para nuevas actividades que generen valor e ingresos a la empresa.

El almacén de producto intermedio manipula medios de almacenamiento de una amplia variedad de tamaños. Esto no solo complica el movimiento de material dentro de la planta, sino que también condiciona su almacenamiento. En conjunto con la rotación de cada uno es conveniente y necesario pensar en distintos sistemas de almacenamiento según la conveniencia. Estrategias que pueden resultar óptimas para algunos SKUs, no lo son para el resto. Debido a esto, se procedió a segmentar el almacén en dos áreas, agrupando por un lado las jaulas medianas, chicas, guidi y pallets de cajas, y en un segundo grupo otros racks grandes.

Si bien el almacén actualmente se encuentra sobredimensionado, dicha condición no alcanza para cubrir la cantidad de posiciones que se requerirá en 2025. Dado que el método de almacenamiento actual es en auto estiba, resulta extremadamente complejo poder hacer un análisis certero sobre si efectivamente el almacén podrá soportar la cantidad de referencias proyectadas para 2025.

A pesar de esto, se modelizó la autoestiba como hileras de jaulas con seis unidades apiladas (limitación de altura de los autoelevadores), separadas por pasillos de 3,6 metros (espacio requerido de operación de autoelevadores).

Suponiendo que se ocupase un espacio de treinta y cuatro metros de largo y treinta y dos de ancho, equivalente a la superficie total del almacén, se estima que podrían almacenarse aproximadamente mil doscientos cincuenta medios, menos del total proyectado.

Si bien la capacidad estimada es menor de la necesaria, el almacén actual no está lejos de satisfacer las necesidades proyectadas para el crecimiento que tendrá lugar en los próximos cinco años. Esto deja en evidencia el tamaño del sobredimensionamiento del mismo actualmente.

Dado que la autoestiba es el método con mayor densidad de almacenamiento, demostrar que la capacidad de almacenamiento es insuficiente, implica que cualquier otro método también lo será.

Dentro de las alternativas analizadas, se decidió elevar la altura del almacén a fin de ahorrar metros cuadrados de superficie. Esto no solo permite ganar posiciones de almacenamiento en

altura, sino que también permitiría generar un ahorro impositivo proveniente del menor uso del espacio físico, o incluso destinar el área para otros proyectos. Dicho incremento de altura implica necesariamente tanto la adquisición de nuevas máquinas de movimiento de materiales como alternativas de medios de almacenamiento.

2.2.4. Primera segmentación: Jaulas medianas, chicas, guidi y pallets de cajas

Parte de la información más importante a la hora del diseño y dimensionamiento, fue analizar el flujo de material que llega de parte de proveedores externos a la empresa. Dicho material llega a Metalsa en cajas chicas y medianas, conteniendo piezas que se utilizan a lo largo de la línea de ensamble sin necesidad de lavado previo.

En el análisis del bill of materials brindado por la empresa se evidencia que cada proveedor entrega material para un único tipo de cliente.

Posteriormente, clasificando los SKU's en función de su estación de trabajo destino y rotación, se decidió almacenar las cajas de cada proveedor con igual rotación en **pallets**, a fin de unitarizar dichas cajas para hacer más eficiente su almacenamiento y aprovechar mejor el espacio disponible en la planta, convirtiendo el Pallet en **un nuevo SKU**.

A su vez, agrupar las cajas chicas y medianas en pallets implica poder almacenarlas en conjunto con las piezas que provienen del estampado, dado que las medidas de los pallets ARLOG con las cajas apiladas se asemejan a la de las jaulas medianas, donde se almacenan el 80% de las piezas estampadas.



Imagen 2.2.4.1. Esquema de un pallet ARLOG. Cátedra de Logística ITBA.

Tomando las medidas de las cajas medianas y chicas se calculó que, al tener la misma dimensión de largo y ancho, pueden guardarse 27 unidades por pallet para que tanto los pallets como las jaulas tengan alturas similares, dando un total de 361 pallets. Si a esto se le suman la cantidad de racks jaula, el número total de unidades a almacenar en 2025 alcanza las 1471 unidades.

Es importante aclarar que dicha unitarización tiene relación directa con la rotación de cada nuevo SKU, es decir el pallet que contiene las cajas. Al no ser dicha rotación un número entero, se decidió que el grado de utilización de dichos pallets va a ser menor al 100%.

A continuación, se presenta un ejemplo:

Si la rotación de un nuevo SKU es de 4.25 pallets por día, debido a que se decidió tener 2 días de inventario junto con un día de stock de seguridad, la cantidad total de pallets que se van a utilizar es de 12.75, totalizando 15 pallets a almacenar.

En cada pallet se va a almacenar la cantidad de cajas que se utilizan en el día, por lo que cada pallet va a estar siendo utilizado en un 98,08%. Esto permite tener un mayor control del material que se utiliza para producción, dado que sí hay un excedente o faltante de piezas al final del día, esto implica que hubo un error en alguna etapa del proceso.

Ciente	proveedor	rango rotacion	Cantidad SKUS	almacenamiento en Tipo	almacenamiento en pallets	Rotacion en pallets
TOYOTA	Raei	72-73	4	984	37	10,69
TOYOTA	Maro	72-73	4	984	37	10,69
TOYOTA	Raei	108-109	2	736	28	8,02
TOYOTA	Raei	36-37	4	492	19	5,35
TOYOTA	CCR	72-73	2	492	19	5,35
TOYOTA	Metalborn	33-34	4	456	17	4,93
TOYOTA	Raei	54-55	2	370	14	4,01
TOYOTA	Maro	49-50	2	328	13	3,56
FORD	Schenker	10-11	9	323	12	3,49
TOYOTA	Dietrich	36-37	3	369	14	3,34

Imagen 2.2.4.2. Ejemplo de categorización de referencias en función de proveedores, clientes destino y rotación

2.2.5. Análisis del dimensionamiento

Para las 1471 unidades (suma de pallets y jaulas) será necesario definir la cantidad de filas y posiciones por fila necesarias en función a la cantidad de espacio disponible dentro de la planta.

A fin de poder almacenar un número mayor de pallets y dependiendo del peso y de la cantidad de pallets por referencia, se pueden instalar estanterías de doble profundidad, que permiten almacenar un pallet delante del otro a cada lado del pasillo. Con ello se evita aumentar el tiempo de maniobra por dobles movimientos. Como se pueden acceder directamente sobre los primeros pallets, es recomendable para productos con varios pallets por referencia¹⁸.

La ventaja más importante de este sistema es reducir los pasillos de trabajo hasta en un 60%, optimizando el área disponible y aumentando la capacidad de almacenamiento.

¹⁸ (Corp, 2017)

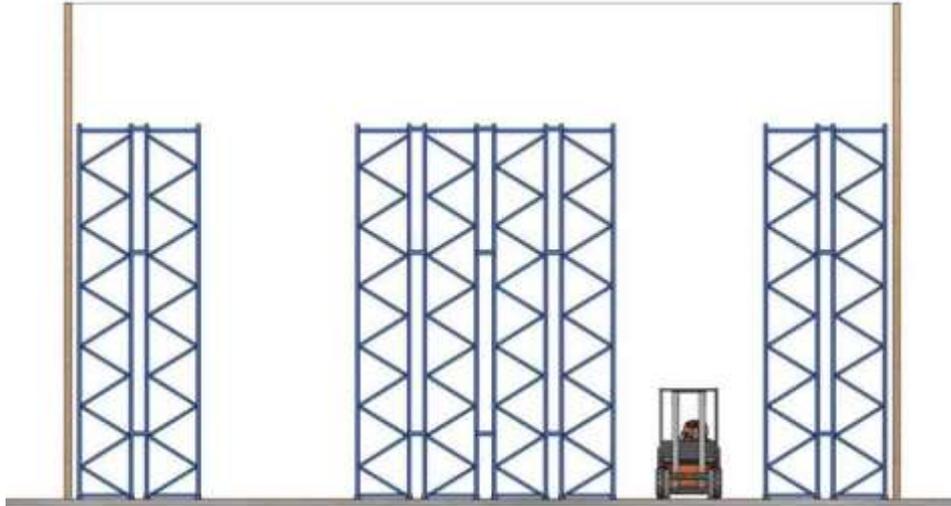


Imagen 2.2.5.1. Ejemplo de estanterías selectivas dobles. Cátedra de logística ITBA.



Características

- Cantidad media de referencias
- Mediana cantidad de pallets por c/u.
- Rotación de productos media.

Imagen 2.2.5.2. Ejemplo de estanterías selectivas dobles. Cátedra de logística ITBA.

2.2.6. Transelevador

Son máquinas creadas para el almacenamiento automático de pallets. Se desplazan a lo largo de los pasillos y realizan las funciones de entrada, ubicación y salida de mercaderías. Los transelevadores van guiados por un software de gestión que coordina todos los movimientos.

La variedad de transelevadores se adapta fácilmente a las necesidades de cada depósito en cuanto a capacidad de carga, dimensiones, altura de construcción y tiempos de ciclo, por lo que se cubre un vasto abanico de aplicaciones¹⁹.

Diseñados para el almacenamiento automático de materiales, los transelevadores se mueven longitudinalmente en el interior de los carriles entre los estantes del almacén donde entran, colocan la carga y extraen los materiales.

Los transelevadores de simple y doble profundidad brindan una elevada velocidad de operación combinada con alta selectividad en el producto.

Existen dos alternativas para implementar en el almacén a rediseñar: la primera es instalar un transelevador por pasillo y la segunda es utilizar un único transelevador agregando un puente de transbordo, el cual permite que el transelevador pase de un pasillo a otro.

Se evaluaron tres tipos de proveedores: Crosetto, Mecalux y Sotic. Para tomar la decisión se tuvo en cuenta los parámetros especificados a en la matriz, considerando estos los más relevantes.

Instalación: refiere al nivel de dificultad de realizar la instalación del equipo en la fábrica de Metalsa.

Integración informática: refiere a la facilidad de integración del transelevador con los servicios informáticos con los que trabaja actualmente Metalsa.

Adaptación a Metalsa: este es el parámetro con mayor ponderación de la matriz ya que hace referencia a las medidas y especificaciones del transelevador. Siendo el peso máximo admitido una característica excluyente para la elección: tanto Mecalux como Sotic, admite un peso máximo de 1 tonelada mientras que Crosetto admite 3 toneladas, cumpliendo con el requerimiento de peso máximo para el almacén propuesto.

Posibilidad de compra de nuevos productos: refiere a la posibilidad de adquirir nuevos productos de la misma empresa. Mecalux posee una amplia gama de productos (siendo de gran relevancia el WMS, que de adquiere con esta empresa) pero ni Crosetto o Sotic, proveen servicios de software (si bien es un factor de suma relevancia, no es excluyente ya que el WMS provisto por Mecalux, es adaptable a cualquier modelo de transelevador)

¹⁹ (Mecalux, 2019)

	Ponderación	Crosetto	Mecalux	Sotic
Instalación	10%	10	10	10
Integración informática	10%	10	10	10
Adaptación a Metalsa	20%	9	0	0
Servicio postventa y garantías	13%	8	8	8
Certificaciones	12%	9	9	7
Cercanía a planta	10%	9	9	9
Relación calidad - precio	15%	10	7	7
Posibilidad de compra de nuevos productos	10%	1	9	1
	100%	8,42	6,97	5,93

Imagen 2.2.6.1. Tablero de decisión de Proveedor del Transelevador. Elaboración propia.

Las características del transelevador elegido son:

Crosetto		
	Capacidad	Unidad
Carga máx. admitida	3000	Kg
Altura máx. admitida	25	m
Velocidad tras. máx. (en eje x)	2,5	m/s
Velocidad tras. máx. (en eje y)	1	m/s
Rango de temperaturas posibles	-30 a 40	°C
Tipo de pallet	ARLOG de 1.200 mm y 1.000 de ancho	

Imagen 2.2.6.2. Ejemplo de estanterías selectivas dobles. Cátedra de logística ITBA.



Imagen 2.2.6.3. Representación de un transelevador²⁰

El transelevador de Crosetto requiere de un operario para su funcionamiento. Al ser automático, solo necesitará de una persona para ser supervisado.

²⁰ (RBC, 2016)

Transelevadores

- ✓ Capacidad de carga desde 0,3 a 10 ton.
- ✓ Ancho de Pasillo: 1,4 / 1,6 mts
- ✓ Altura de elevación hasta 40 metros.

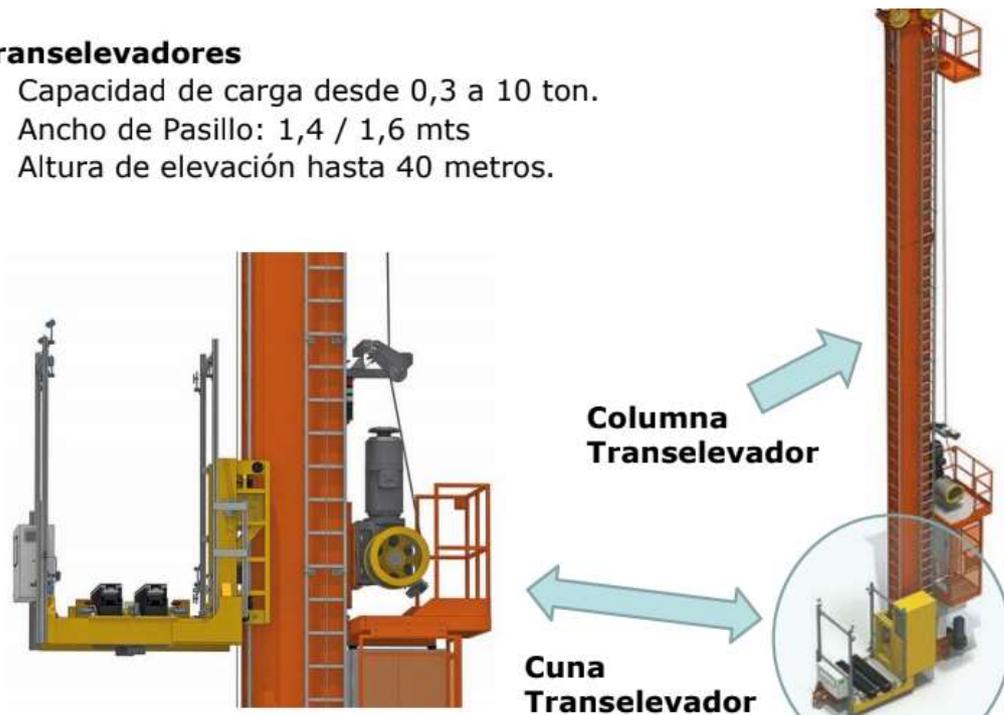


Imagen 2.2.6.4. Representación de un transelevador. Cátedra de logística ITBA.

2.2.7. Dimensionamiento

Partiendo de la idea de minimizar la distancia recorrida por los materiales en la planta y liberar espacio de la manera más uniforme posible, se determinó ubicar la entrada del material al almacén lo más próximo posible próximo al área de estampado, despejando la zona que hoy ocupa la entrada de material de proveedores y consignados. La entrada de materiales externos y el control de calidad se concentra en un solo sector contiguo al almacén, minimizando también el traslado de las cajas ya paletizadas.

El máximo área que es posible desocupar queda delimitada por la posición de la lavadora. Dicha máquina es prácticamente imposible de recolocar, tanto por su peso y tamaño como por el sistema de tratamiento de efluentes que ya está diseñado bajo el suelo. Debido a esto, se comenzará analizando si es posible disminuir el tamaño del almacén, liberando los metros posteriores a la lavadora. A su vez, se analizará si en la misma zona del almacén es posible incluir también el almacén de jaulas grandes, respetando las normas legales de circulación de vehículos.

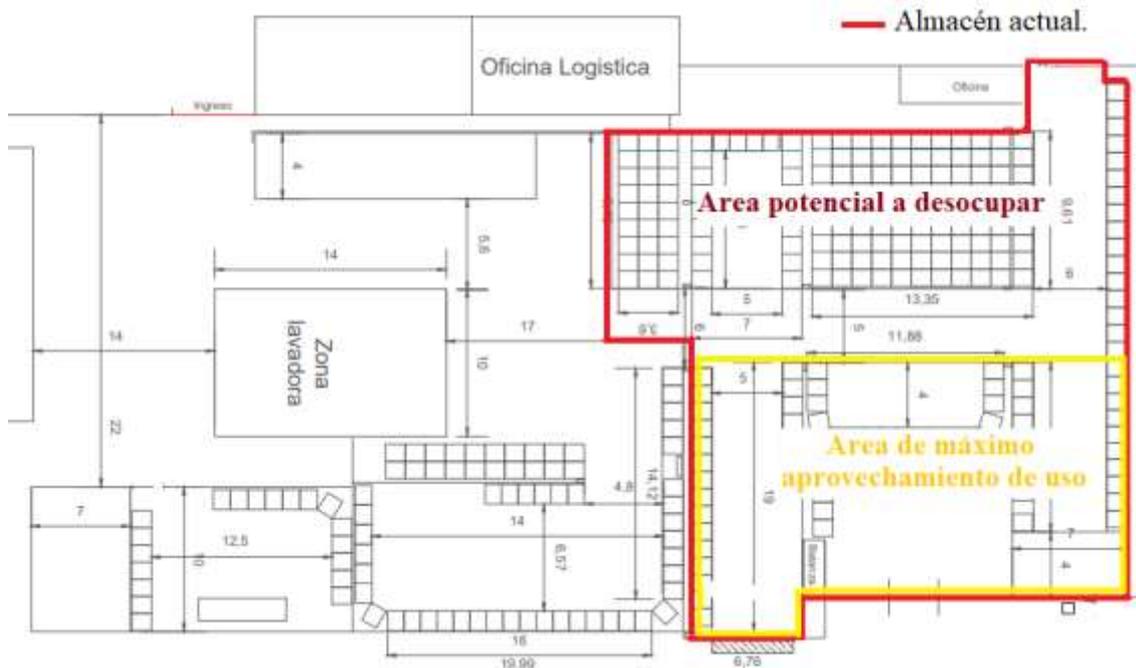


Imagen 2.2.7.1. Lay out del almacén actual, contemplando el máximo espacio posible a desocupar.
Elaboración propia.

El área que pretende utilizarse como máximo tiene un ancho de aproximadamente 23 metros y un largo de 19 metros.

Para calcular las dimensiones necesarias para sostener tanto las jaulas como las cajas paletizadas en las estanterías selectivas dobles se tuvieron en cuenta las siguientes especificaciones:

- El ancho del bastidor²¹ es de 0,1 metros.
- La holgura "X" entre pallets es de 0,15 metros.
- La holgura "Y" es de 0,15 metros.
- El largo del larguero²² es de 3,9 metros.
- El alto del larguero es de 0,17 metros.
- En cada bastidor se almacenan tres pallets.
- La altura de carga del pallet es de 0,66 metros.

²¹ Formados por dos puntales con las diagonales, pies y accesorios correspondientes. Van ranurados cada 50 mm para que los largueros encajen. La profundidad del bastidor viene definida por las dimensiones del pallet.

²² Son los elementos horizontales y resistentes de los racks sobre los que se depositan las cargas. Se unen a los puntales mediante conectores o grapas que encajan en sus ranuras. Las uñas de estos conectores, están unidas al cuerpo principal por ambos extremos, aumentando la capacidad de carga y evitando las deformaciones que se producen cuando el cuerpo principal no es solidario con la grapa o conector.

- La altura del pallet es de 0,15 metros.

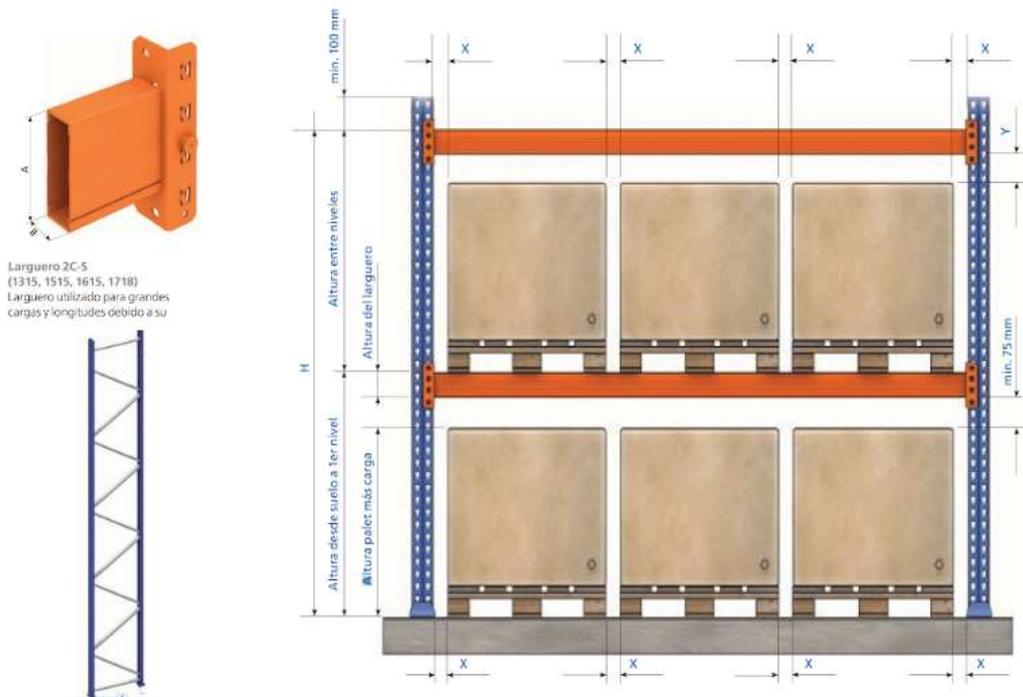


Imagen 2.2.7.2. Componentes básicos de una estantería²³

Para el cálculo del ancho, largo y alto del almacén se dedujeron las siguientes fórmulas:

$$\text{Ancho del almacén} = \text{Filas} * (2 * \text{Ancho Bastidor} + \text{Unión Bastidor}) + 2 * \text{Filas} * \text{Ancho pasillo}$$

(Fórmula 2.2.7.1)

$$\text{Largo del Almacén} = \text{Largo del Bastidor} * \text{Pallets} \quad (\text{Fórmula 2.2.7.2})$$

$$\text{Alto Almacén} = \text{Altura Pallet} * \text{Altura de carga del pallet} + \text{Holgura} + \text{Altura del Larguero} * \text{Cantidad de pallets} \quad (\text{Fórmula 2.2.7.3})$$

²³ (Corp, 2017)

A través de sucesivas iteraciones para obtener el largo, ancho y alto del almacén, se obtuvo un resultado que permite no sólo ubicar el almacén de jaulas medianas y cajas paletizadas en área deseada, sino también incluir en la misma zona el almacén de jaulas grandes. Las medidas obtenidas para el almacén principal fueron un ancho de 11,8 metros, un largo de 15,6 metros y una altura de 19.21 metros.

En dicha zona, la distribución de las estanterías resultó la siguiente: 4 filas de doble profundidad, 12 columnas y 17 estantes.

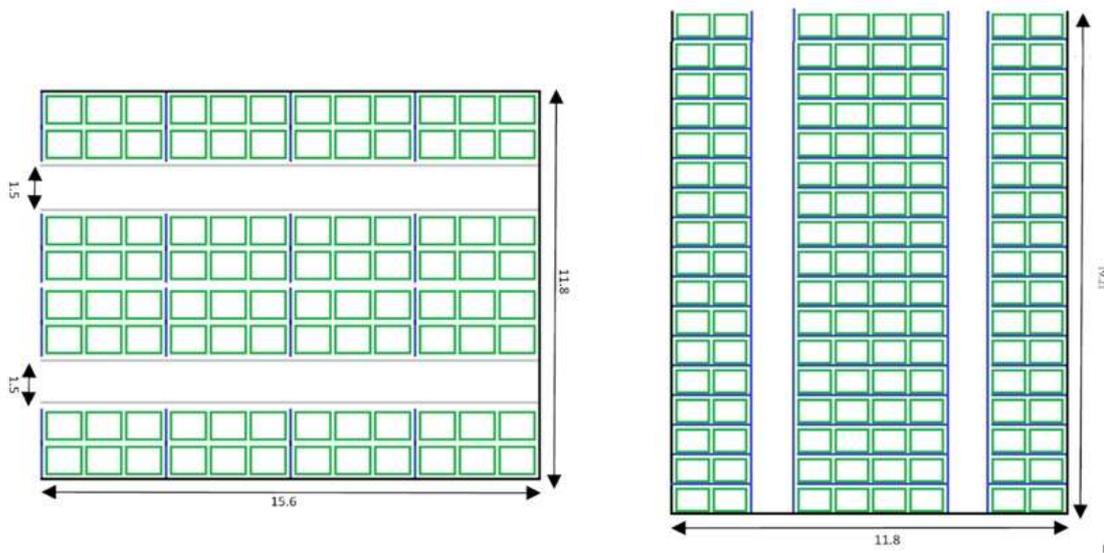


Imagen 2.2.7.3. Vista frontal y superior del almacén propuesto. Cotas en metros Elaboración propia.

De esta manera el almacén tendrá capacidad para almacenar 1616 pallets. En el caso de utilización máxima proyectada para este almacén, su grado de ocupación será de un 91.10%, teniendo en cuenta las pérdidas por el efecto Honeycomb²⁴.

Para poder elegir el número de transelevadores a utilizar, se analizará la rotación de materiales del 2025 en conjunto con las especificaciones de la máquina mencionadas anteriormente.

Teniendo en cuenta la rotación de los pallets en conjunto con la rotación de las jaulas chicas y medianas almacenadas, la rotación total requerida en el almacén en altura, teniendo en cuenta que cada referencia requerirá regresar a su posición original, es aproximadamente 780 medios/día, lo que en función de las 14 horas laborales de Metalsa concluirán en 56 medios/hora, equivalente a 1,08 min/medio.

La velocidad media del transelevador a adquirir es de 2,5 m/s. Asumiendo que el medio de transporte requeriría retirar un medio ubicado en la zona más alejada (88 metros recorridos,

²⁴ Honeycomb: es la pérdida de posiciones de almacenamiento producto de mantener la selectividad / accesibilidad de los productos en forma independiente.

teniendo en cuenta el recorrido de retorno) adicionando 10 segundos de tiempo estimado en retirar/guardar el medio en su posición, tardaría 45 segundos en que la referencia esté lista para su traslado hacia su estación de trabajo, teniendo 20 segundos de tiempo menor al requerido. Por ende, podemos concluir que el transelevador supera el tiempo estándar a satisfacer respecto a la rotación.

2.2.8. Segundo almacén: racks grandes

De forma análoga al análisis del transelevador de doble profundidad (mediante el cual se logró almacenar el 96,6% del total de las unidades), se procedió a analizar los Racks Grandes. Para el año 2025 se va a contar con un total de 237 referencias, es decir racks totales a almacenar.

Para el movimiento de dichos racks, se va a utilizar un Apilador Reach. Esta decisión se basó en que el mismo necesita un ancho de pasillo menor que un autoelevador, debido a que el radio de giro correspondiente es menor. Además, los Apiladores Reach tienen una altura máxima de 11 metros mientras que, para los autoelevadores convencionales es de 6 metros.

Cabe aclarar que el rango de giro del apilador reach amerita a disponer de un espacio de 2,8 metros de pasillo para su funcionamiento. A continuación, se muestra una imagen de un tipo de Apilador Reach que puede utilizarse para el movimiento de los racks en cuestión.



Imagen 2.2.8.1. Representación de un Apilador Reach. Cátedra de logística ITBA.

Como resultado de utilizar este tipo de medio para el movimiento de los pallets, la altura máxima de la estantería queda restringida a 11 metros como máximo y el ancho del pasillo a 2.8 metros.

A continuación, se procederá a calcular el alto, largo, ancho y niveles de las estanterías selectivas de doble profundidad. Para eso se debe tener en cuenta las dimensiones de los Racks Grandes: un metro de ancho y alto, y dos metros de largo.

De acuerdo con el análisis del bill of materials, la rotación de estos tipos de medios almacenados es baja en este caso, por lo que a fin de ganar densidad y disminuir el espacio utilizado se decidió utilizar también en este caso estanterías selectivas dobles.

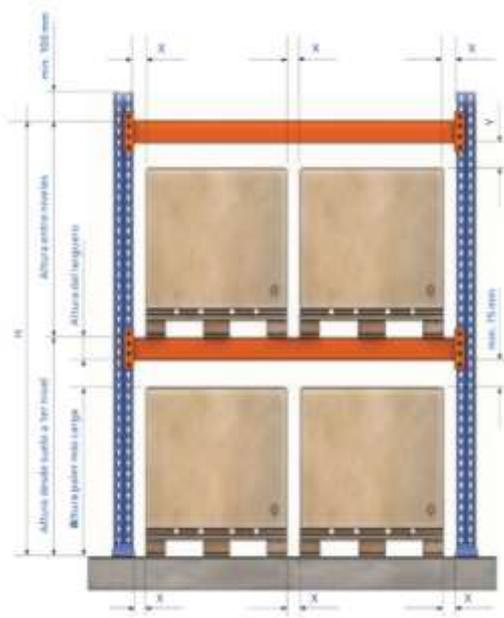


Imagen 2.2.8.2. Componentes básicos de una estantería²⁵

Sin embargo, a diferencia del caso anterior sólo pueden almacenarse dos unidades entre los bastidores ya que el largo del rack es de 2 metros. La imagen se presenta a modo de esquema (los pallets tienen un ancho de 1 metro) pero se respetaron las mismas holguras entre pallets, entre los bastidores, pallets y por último la holgura del pallet al larguero.

Al usar estanterías selectivas dobles, el layout que optimiza de la manera más eficiente el tamaño que ocupa la misma se representa en el siguiente layout:

²⁵ (Corp, 2017)

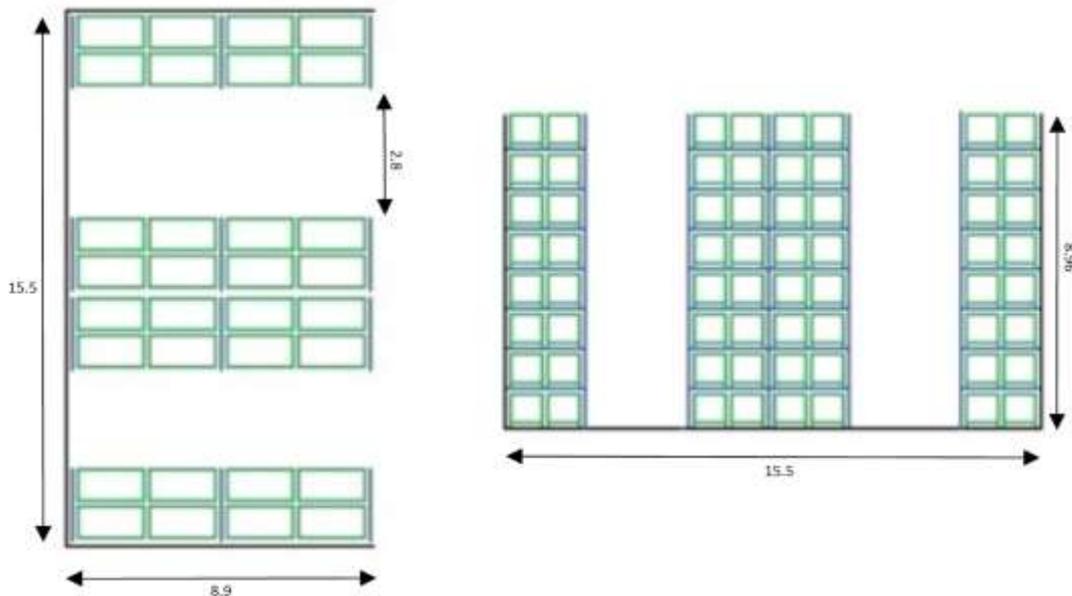


Imagen 2.2.8.3. Vista frontal y superior del almacén propuesto. Cotas en metros Elaboración propia.

La imagen de la derecha es la vista frontal de las estanterías mientras que la imagen de la izquierda es la vista superior. Los valores de las cotas están en metros. Se puede observar que por cada nivel se pueden almacenar 32 racks, por lo que para almacenar 237 racks se contará con 8 niveles en total.

Aclarado lo anterior las fórmulas utilizadas para los cálculos fueron las siguientes:

$$\text{Ancho Almacen} = 7 * \text{Ancho Bastidor} + 2 * \text{Holgura} + 8 * \text{Ancho Rack} + 2 * \text{Ancho Pasillo}$$

(Fórmula 2.2.8.1)

$$\text{Largo Almacen} = 3 * \text{Largo Bastidor} + 7 * \text{Holgura} + 4 * \text{Largo Rack} \quad (\text{Fórmula 2.2.8.2})$$

$$\text{Alto Almacen} = (\text{Alto Larguero} + \text{Alto Rack} + \text{Holgura}) * \text{Niveles} \quad (\text{Fórmula 2.2.8.3})$$

Datos:

Ancho Bastidor = 0.1 metros

Holgura = 0.1 metros

Ancho Rack = 1 metro

Ancho Pasillo = 2.8 metros

Largo Bastidor = 0.1 metros

Largo Rack = 2 metros

Altura Larguero = 0.17 metros

Altura Rack = 1 metro

Niveles = 8

Como resultado de dichos cálculos, el ancho del almacén será de 15.5 metros, el largo de 8.9 metros y la altura de 10,16 metros. Es importante aclarar que este último resultado dió dentro de los rangos en los que el Apilador Reach puede trabajar en altura, que como se mencionó anteriormente fue una de las principales restricciones.

2.2.9. Ahorro de Autoelevadores y Mano de Obra

Adicionalmente al ahorro de espacio generado, el proyecto prescindiría de los autoelevadores utilizados para almacenar y ordenar las jaulas mencionadas anteriormente. Metalsa disponía de 4 autoelevadores dedicados a dicho labor, y aunque esa cantidad solía aumentar en situaciones de mayor movimiento, se tomó como ahorro la cantidad que permanecía de manera constante.

Como consecuencia del ahorro mencionado anteriormente, se prescindiría de los trabajadores destinados a operar dichos vehículos, dando un total de **8 operarios a prescindir** (asumiendo dos turnos de operarios por autoelevador). Cabe destacar que **no** se consideró la desvinculación de dichos trabajadores, sino en su reubicación en la empresa en provecho de la necesidad de una mayor cantidad de operarios por el incremento de producción.

2.2.10. Almacenamiento Especial

Tanto Ford como Volkswagen tienen en su agenda asimilar la filosofía Lean propia de Toyota, siendo ésta un parámetro que destaca la calidad del gigante japonés frente al resto de las marcas. En Metalsa, por ejemplo, Toyota se distingue por almacenar sus chasis bajo techo, permitiendo que éstos mantengan sus propiedades visuales, brindando una sensación de mejor calidad de producto.

En camino a poner en práctica dicha conducta, se procederá a utilizar el espacio liberado en el almacén para guardar los chasis pertenecientes a las líneas de pick ups premium de Ford y Volkswagen, con la finalidad de adicionar un factor distintivo frente al resto de sus líneas de producto sin la necesidad de una gran inversión.

Para calcular la cantidad posible de almacenamiento, se tuvieron en cuenta las siguientes medidas:

- Espacio disponible a almacenar: 600 m² (20m x 30m)
- Área ocupada por racks de guarda de chasis: 5 m largo x 2 m ancho
- Espacio necesario de pasillo: 6 m
- Espacio entre racks: 0,5 m
- Cantidad de filas: 3
- Cantidad de racks por fila: 5
- Altura por rack de chasis: 2,1 m
- Peso por racks: 900 kg

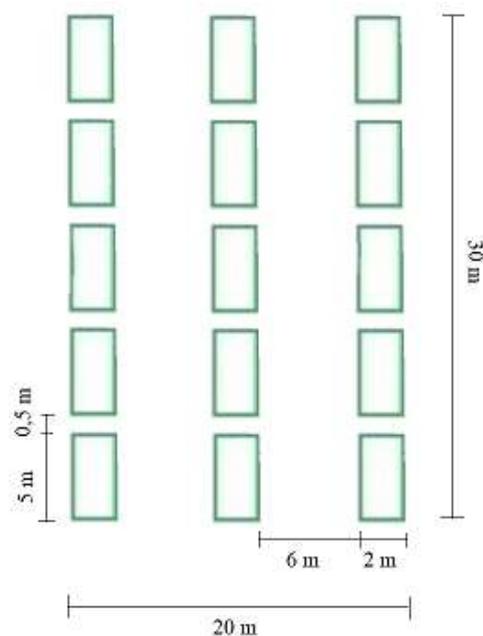


Imagen 2.2.10.1. Representación almacenamiento chasis, vista superior. Elaboración Propia

Días habiles	22
Días de stock	3
Cantidad de chasis por Rack	6
Cantidad de racks en espacio liberado	15
Cantidad de racks en altura	2
Cantidad de rotaciones mensuales	7
Meses por año	12
Chasis almacenados por año	15120

Tabla 2.2.10.1. Cálculo de chasis posibles a almacenar. Elaboración propia.

2.2.11. Conclusión y comparación Lay Outs

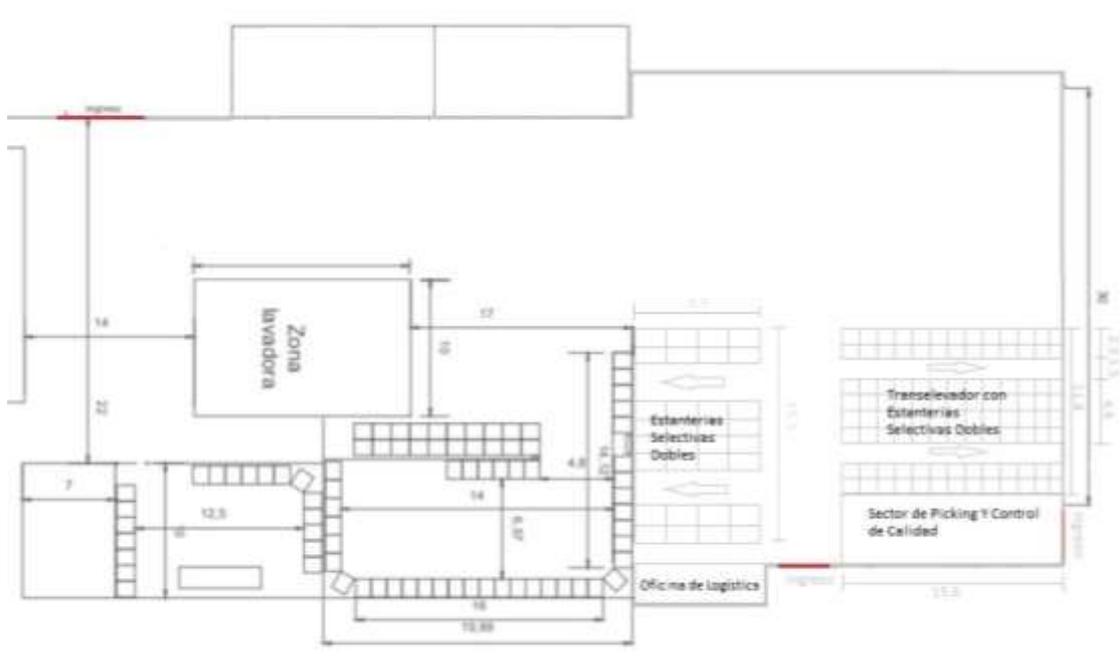


Imagen 2.2.11.1. Lay out propuesto del almacén intermedio. Cota en metros Elaboración propia.

Finalmente, podemos contemplar el Lay Out final del almacén, en conjunto con el espacio liberado. Cabe destacar que el área de almacenamiento final corresponde a 440 m², lo que corresponde a una optimización del **56%** de la superficie de almacenamiento (1002 m²). Mediante el estudio realizado, se logró reducir el 100% del área potencial a ser reducida, cumpliendo en su totalidad con uno de los principales objetivos del proyecto.

El proyecto propuesto implica un mejor aprovechamiento del espacio mediante un almacenamiento ordenado de manera inteligente y criterioso en función de la necesidad de la planta. El picking y prearmado de los pallets una vez recepcionados, junto con la segmentación de los distintos medios de almacenamiento resultando en un almacén híbrido en el que conviven

dos sistemas hace posible la incorporación de tecnologías que posibilitan esta reducción superficial del almacén.

Asimismo, como consecuencia del proyecto el almacén pasa a requerir una menor dotación de personal por turno operativo, dando la posibilidad de capacitar y reasignar mano de obra a otros sectores productivos en tareas que involucren un mayor agregado de valor a la compañía.

Será el objetivo del próximo capítulo analizar si el análisis de ingeniería realizado es económica y financieramente viable.

2.2.12. Adquisición de un WMS

Un Warehouse Management System, comúnmente llamado por sus siglas WMS, es una herramienta que se utiliza para controlar, coordinar y optimizar los movimientos, y procesos propios de un depósito.

En la actualidad Metalsa no cuenta con un WMS implementado en su planta de El Talar. Un sistema de este tipo significa un agregado de valor en la gestión del almacén propuesto, permitiendo hacer un seguimiento detallado de la rotación y tiempo de almacenamiento de cada SKU.

El WMS puede funcionar de manera complementaria con el ERP de QAD Manufacturing que actualmente utiliza la compañía, para facilitar y automatizar de manera más eficiente la planificación logística y la realización de pedidos.

En vistas de futuras automatizaciones de transportes, un WMS también permitiría programar las rutas internas del almacén, gestionar estados de stock, calcular la rotación del inventario y controlar los movimientos que se deben realizar y el flujo de movimiento de este.

Es importante tener en cuenta que el análisis de los flujos y la determinación del tipo de ubicación que se propone aplicar en el depósito será determinante en el ajuste y parametrización específica del sistema WMS.

Las principales funciones básicas que realiza un WMS son:

- Gestión de entradas
- Gestión de la ubicación de las unidades de carga
- Gestión de control de stock
- Gestión del control de las salidas



Imagen 2.2.12.1. Representación de una implementación de WMS. Cátedra de logística ITBA.

Las tres operaciones más importantes gestionables a través de un WMS son:

- 1. Recepción:** En el almacén los productos se reciben del proveedor sin paletizar y estos son consolidados en distintos tipos de cajas y racks. Se registran sus características y atributos logísticos para, posteriormente, ser ubicados dentro del almacén.
- 2. Captura de datos logísticos:** el sistema registra y reconoce el lote al que pertenece la carga, su rotación, su peso, su volumen y el número de serie, entre otros parámetros.

La captura de estos datos en el momento de realizar el proceso de recepción proporciona al stock una trazabilidad. Los atributos logísticos, como la identificación del lote o el número de serie, permiten conocer a posteriori qué mercadería se ha servido exactamente a cada estación en concreto.²⁶

- 3. Seguimiento por etiquetado de contenedores:** La tercera función en las entradas se complementa con la anterior. Un WMS debe poder generar etiquetas de código de barras para todos los artículos que entren en el almacén. Gracias a ello, todos los procesos y operativas que se lleven a cabo dentro del depósito se validarán con exactitud, mediante la lectura de estos códigos, lo que reduce los posibles errores y confusiones que se puedan generar en la manipulación del producto intermedio. La documentación de las recepciones permite, además, obtener informes en los que quedan reflejadas las diferencias entre la mercancía prevista y la que realmente se ha recibido²⁷.

Dentro de las funciones de ubicación, el WMS se encarga de elegir la localización idónea en el almacén, y para ello tiene en cuenta la rotación de artículos, los tipos de racks empleados y el destino de ellos. Para la gestión correcta de stock, el sistema WMS permite visualizar la

²⁶ (Mecalux, 2019)

²⁷ (Mecalux, 2019)

disposición de los elementos en el almacén, la gestión de ubicaciones para saber con precisión dónde va cada rack y contempla el recuento y estado de inventarios.

El sistema de control de las salidas gestiona la preparación de la carga que tiene que ser enviada a las estaciones de trabajo, en qué momento y de qué forma. A la vez se procede a la documentación de las expediciones y se comunica al ERP mediante una interfaz entre los dos sistemas.

Todas las zonas de almacenamiento deben ser conocidas y controladas por el sistema de gestión, de manera de lograr el mejor uso de este. Para todas las zonas de almacenamiento, se debe poder consultar la situación en la cual se encuentran las distintas ubicaciones, es decir, si se encuentra ocupada o no.

Si está ocupada, el sistema deberá poder informar el contenido de esta, tanto a los datos de referencia de lo que se está almacenando, como la cantidad de ella.

Al generar una etiqueta con todos los datos de referencia que consideramos importante al momento del ingreso de los productos comprados, consignados y provenientes del estampado. El WMS podrá consultar la situación de las ubicaciones con diferentes datos de ingreso, como por ubicación, tipo de artículo, por procedencia. etc.

También se podrá bloquear ubicaciones en las zonas de almacenamiento para la entrada de stock, en caso de que por alguna razón no se quiera o pueda acceder a esta.

Tendremos dos procedencias de los productos almacenados, los provenientes del estampado y los de consignados. Al llegar los vehículos con los productos procedentes de proveedores y clientes a la zona de maniobra se descargan en la recepción para comprobar su estado y corroborar que lo recibido coincida con lo solicitado. Es entonces luego de la recepción y el control, que se realiza el picking de los productos según indica el sistema WMS y se paletizan para su almacenamiento en el almacén intermedio.

El WMS se utiliza como soporte para los operarios en el picking de productos, teniendo en cuenta el origen y destino de SKU, junto con su rotación para distribuirlos adecuadamente en pallets y racks.

Para realizar un correcto control de los artículos, se debe colocar en las tarjetas de cada unidad de almacenamiento su etiqueta correspondiente con un código de barras. Este código permitirá vincular la unidad de almacenamiento con sus correspondientes artículos que posee, su procedencia, la fecha de entrada al almacén, modulación (cantidad almacenada en esa unidad), y otros parámetros claves para el seguimiento de la unidad de almacenamiento. La ubicación de los espacios de almacenamiento se va a determinar con coordenadas x; y; z.

Este software se debe complementar con unos dispositivos de etiquetado y lectura RFID. Mediante radiofrecuencia el operario debe escanear los códigos de lo que se debe almacenar, y el sistema se encargará de proponer de forma automática una o varias ubicaciones en el almacén donde colocará de forma más eficiente, con el menor tiempo posible y en la menor cantidad de movimientos, teniendo en cuenta el uso que se le dará y su rotación, la unidad que se desee almacenar.

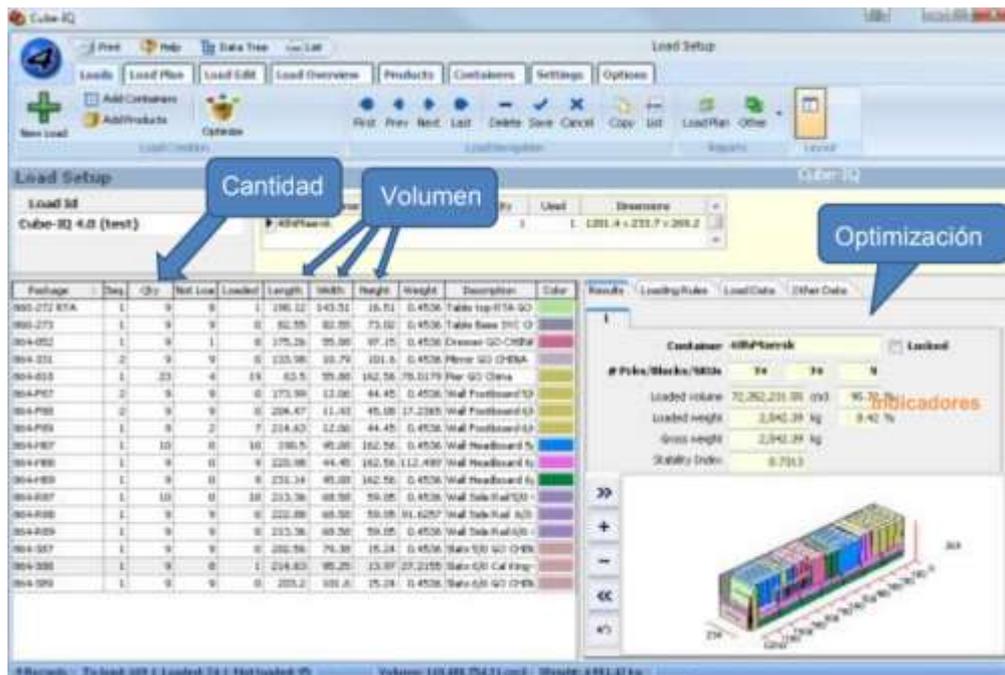


Imagen 2.2.12.2. Ejemplo de un WMS. Cátedra de logística ITBA.

2.3. Selección de proveedores y estimación de costos

Una vez definido en qué consiste el proyecto, se sobreentiende que requerimos de servicios, insumos y maquinaria provista por terceras partes a Metalsa.

Al tratarse de una inversión no menor, para los principales proveedores y servicios se llevó a cabo un benchmarking de las posibles opciones. Mediante una matriz de decisión se ponderaron los principales requisitos considerados como relevantes para elegir con quién avanzar para la realización del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, el proveedor elegido para la compra del transelevador es Crosetto. Presupuestamos un monto cercano a los 500.000 USD para esta tecnología.

En el caso del WMS, lógicamente, se tuvieron en cuenta distintos requisitos ya que se apunta a resolver un problema distinto al del transelevador.

En este caso ponderamos la posibilidad de integración con los sistemas de ERP y seguimiento que actualmente emplea Metalsa en primera instancia, para que esta solución no implique un aprovechamiento menor de recursos ya disponibles.

La capacitación a la empresa y un buen servicio de postventa es considerada también un factor de alta importancia, ya que para operar con mayor eficiencia es necesaria la correcta instrucción de los operarios que trabajarán en el día a día con la herramienta. En caso de una falla inesperada, un operario capacitado debería ser capaz de reportarla de manera ágil y una buena respuesta por parte del proveedor del servicio puede contribuir a reducir los daños ocasionados por esta.

Dado el alto nivel de exigencia en términos de calidad que lleva Metalsa (su lema incluso es “Quality as a way of life”), la tenencia de un certificado que garantice altos niveles de confianza sin dudas es un factor que no se debe dejar fuera de esta instancia de análisis.

En este caso se han tomado en cuenta cinco proveedores: SGL, Mecalux, Valkimia y Neuralsoft. Seleccionamos a Mecalux, quienes además al ofrecer una gran gama de productos logísticos y orientados a la automatización pueden ofrecer facilidades para la forma de pago y mejores costos. Ellos también serán los proveedores de las estanterías selectivas simples.

	Ponderación	SGL	Mecalux	Valkimia	Neuralsoft
Capacitación	17%	10	10	10	9
Integración informática	17%	10	10	10	10
Facilidades de Pago	11%	7	7	6	6
Servicio postventa y garantías	15%	7	8	9	8
Certificaciones	15%	6	9	9	6
Cercanía a planta	5%	9	9	9	9
Relación calidad - precio	10%	5	8	7	5
Posibilidad de compra de nuevos product	10%	1	9	1	1
	100%	7,17	8,87	8,01	7,04

Tabla 2.3.1. Matriz de decisión para la selección del WMS. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los presupuestos de los cuatro proveedores se estimó un rango de inversión inicial entre 70.000 USD y 100.000 USD (incluyendo la instalación, aplicación, equipos de radiofrecuencia y antenas) con un mantenimiento anual cercano a \$400.000.

Finalmente, el proveedor de los apiladores reach será la empresa Secco debido a la cercanía de ambas fábricas y considerando que no hay diferencias significativas entre los precios de los apiladores de las diferentes empresas que lo proveen.

En cuanto a los gastos restantes, se realizó un primer estimativo para cuantificar la potencial inversión que requerirá el proyecto.

Comenzando por las lectoras de radiofrecuencia e impresoras de etiquetas, estimamos que necesitaremos 50 lectoras y 10 impresoras. El costo de cada una es de 180 USD y 230 USD respectivamente. Esto implicaría 20.300 USD.

Tomamos en promedio \$85.000 dólares para el software WMS. Los apiladores tienen un costo de \$30.000 dólares cada uno, requiriendo uno para el proyecto.

Las estanterías selectivas tendrán un costo aproximado de \$200.000 dólares, considerando que el metro cúbico ronda en los \$40 dólares y tendremos casi 5.000 metros cúbicos ocupados por estanterías selectivas.

Finalmente, para el costo de la ampliación del almacén, consideramos un costo promedio de \$500 dólares el metro cuadrado, y al considerar la ampliación en solo una parte de este, se ampliarán casi 600 metros cuadrados

Teniendo en cuenta estos aspectos, estimamos una inversión mínima de 1.135.000 USD.

2.4. Implementación del proyecto

2.4.1. Construcción de un almacén provisorio.

En principio, procederemos a determinar cómo sería el espacio del almacenamiento temporal durante la implementación del proyecto. Actualmente la empresa cuenta con una superficie al aire libre por fuera de la planta a metros del almacén, por lo que se decidió que esta zona será la adecuada para implementar dicho almacén provisorio. De esta manera se logrará implementar el almacén propuesto en paralelo a la producción, es decir no se va a parar la producción de la planta. En la siguiente imagen se puede ver el espacio mencionado.



Imagen 2.4.1.1. Vista aérea de la planta actual²⁸

²⁸ (Maps, 2015)



Imagen 2.4.1.2. Vista aérea de la planta actual²⁹



Imagen 2.4.1.3. Vista aérea de la planta actual³⁰

La superficie total de este terreno que actualmente no tiene ningún uso productivo, es de aproximadamente 1805,13 metros cuadrados (41.66 metros de un lado y 43.33 metros del otro). El espacio disponible es más grande que la superficie que va a ocupar el almacén

²⁹ (Maps, 2015)

³⁰ (Maps, 2015)

propuesto, por lo que los racks y cajas que están actualmente almacenados en dicho sector pueden ser almacenados sin inconvenientes.

La propuesta del almacén provisorio trata de una carpa diseñada especialmente para almacenes industriales de uso temporal. Esta presenta una gran ventaja que es la de un sistema de instalación sencillo y rápido, por lo que pueden ser ubicadas y expandidas en casi cualquier ubicación, en muy poco tiempo y son fácilmente adaptables al terreno.

Sus capas reforzadas garantizan la integridad de lo resguardado frente al clima y otro tipo de inconvenientes tales como incendios, lluvia y otros factores climáticos y/o humanos que puedan afectar el material almacenado.



Imagen 2.4.1.4. Modelo de ejemplo almacén provisorio. Vista frontal.³¹



Imagen 2.4.1.5. Modelo de ejemplo almacén provisorio. Vista interior.³²

³¹ (Images, 2018)

³² (System, 2019)

Algunos proveedores de estas carpas industriales son: SYSTEMS TENT EUROPE S.L.U., Carpa Industrial, Mecalux Logisticmarket, Carpas Miguelito, P.E.M. (Proyectos Especiales de Montajes).

2.4.2. Demolición del almacén actual

A posteriori, disponiendo del espacio liberado para el comienzo de la implementación, se procederá a desarmar la estructura actual, es decir, deshacernos tanto del techo como de las paredes para proceder a la construcción del nuevo almacén

2.4.3. Preparación del piso

El pavimento de un depósito es un elemento clave de este porque es la base de todo. Todas las actividades que tengan lugar en el depósito van a ocurrir encima de este pavimento y es por ello por lo que es muy importante prestar una especial atención a todo lo relacionado con él, desde los tipos de cargas que soportará hasta el sustrato o la capa de acabado. Hay que tener en cuenta que no todas las cargas que debe soportar esta base son iguales. De hecho, es esencial que el pavimento sea capaz de soportar cargas muy elevadas de dos tipos: estáticas y dinámicas.

2.4.3.1. Cargas Estáticas

Estas cargas se generan bajo los pilares de las estanterías. Son de tipo puntual, de gran intensidad, concentradas en una muy pequeña superficie y están distribuidas equitativamente sobre todo el emparrillado del suelo del depósito. Resultan muy desconcertantes para la mayoría de los constructores y les causan un elevado grado de alarma, ya que alcanzan valores de 7 u 8 toneladas e incluso bastante más, concentradas sobre una reducida superficie –la de la sección del perfil del pilar– de entre tan sólo 80 o 100 cm².

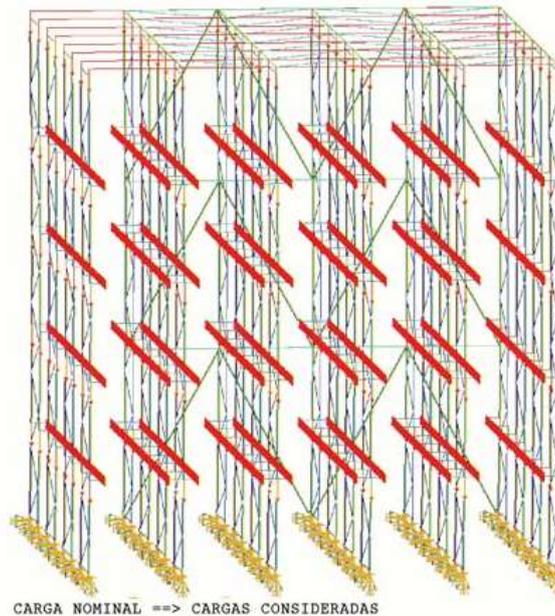


Imagen 2.4.3.1.1. Ejemplo de análisis de cargas estáticas en un sistema de estanterías³³

2.4.3.2. Cargas dinámicas

Las cargas dinámicas las producen los aparatos de manutención circulando sobre pasillos muy angostos y son también muy fuertes y varían en función del tipo de máquina que se utilice. En nuestro caso, al aplicar un transelevador, el peso puede alcanzar las 18 t y estar concentrado sobre una superficie mínima, la que representa la huella de la rueda de carga. Sin embargo, este efecto queda fácilmente minimizado ya que se reparte sobre todo el carril guía por el que se desplaza la máquina.

Ya analizadas las fuerzas actuantes, procedemos a destacar la adecuación del pavimento al nuevo tipo de almacén, es decir, soportar y transferir las cargas desde la superficie del suelo hacia abajo hasta que alcancen el nivel del subsuelo. Esto es aplicable tanto para las cargas dinámicas como para las estáticas. Por lo tanto, el suelo adecuado es el que posee la dureza y la estabilidad necesarias para cumplir con estos cometidos, sin contar la nivelación adecuada.

³³ (Mecalux, 2019)

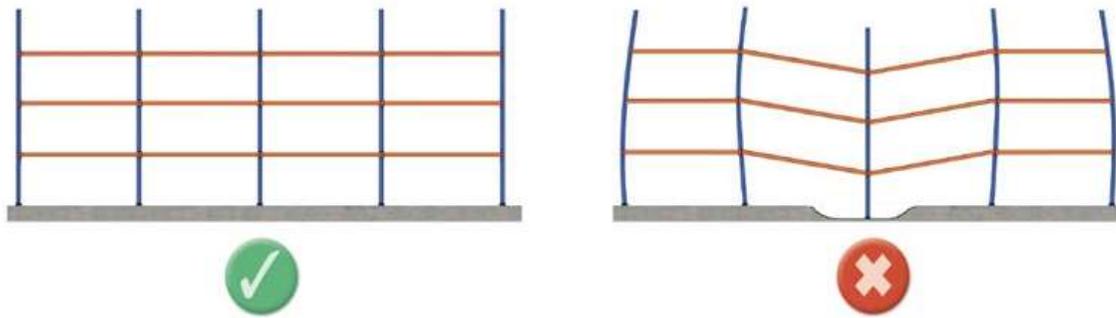


Imagen 2.4.3.2.1. Ejemplo de consecuencias de un piso desnivelado³⁴

Antes de iniciar la instalación de un buen suelo para un depósito, es indispensable examinar el sustrato o capa firme sobre la que se ha de apoyar firmemente el pavimento. El sustrato es muy variable y puede presentar enormes diferencias entre dos lugares, aunque estén muy próximos e incluso dentro de un mismo espacio por lo que las variaciones entre unos y otros puntos del mismo local pueden ser sustanciales.

Los parámetros más destacados que se deben observar en el sustrato son su resistencia a la compresión, su tendencia al deslizamiento y su posibilidad de absorción de agua. Para conocer los valores de estos factores en un lugar determinado y descubrir cómo varían a diferentes profundidades, es necesario realizar unos análisis en el lugar.

Es imprescindible asegurarse de que el sustrato del depósito proporcionará un comportamiento totalmente adecuado a la carga que se va a colocar sobre el pavimento que descansará sobre él. En función de los resultados obtenidos con los exámenes necesarios, se elige el lugar y la zona precisa en donde se debe levantar la instalación.

Las características de esta parte tan importante del suelo influyen decisivamente en la cimentación. Para la realización de esta se pueden usar desde simples almohadillas de soporte o bandas de mayor o menor anchura hasta, en los casos más extremos, un emparrillado completo. En algunas ocasiones, las características del sustrato fuerzan a variar la posición de los pilares de las estanterías, a fin de que estos coincidan con los puntos que ofrecen las necesarias garantías.

2.4.3.3. Composición del pavimento

Sobre el sustrato se levanta el pavimento en sí. Este suele estar formado por una subbase de material aglomerado firmemente compactado para soportar la carga. Esta capa está compuesta por cualquier tipo de material, ya sea natural o de relleno. Sobre la subbase, se acomoda una losa de hormigón destinada a soportar la presión.

³⁴ (Mecalux, 2019)



Imagen 2.4.3.3.1. Ejemplo de colocación de su base.³⁵

2.4.3.4. La capa de acabado

Sobre la sub base y la losa se instala una tercera capa, la de acabado. Es monolítica y es la que forma la superficie de trabajo propiamente dicha. Habitualmente, la capa de acabado está compuesta por una mezcla de cemento granulado de unos 50 mm de espesor. La suavidad, dureza y las cualidades para el trabajo de dicho material son las más adecuadas para que el pavimento soporte las condiciones que se producen en el uso de máquinas en el depósito.

2.4.3.5. Extendido del pavimento

Una vez explicados los conceptos básicos y los elementos que conforman un pavimento, es momento de pasar a examinar cómo se debe llevar a cabo su construcción. Tras preparar la cimentación y realizar la nivelación de la sub base, se ha de decidir el tipo de bastidor que se empleará y el método de extensión del suelo, que diferirán en función de que se tenga la intención de realizar un pavimento de bajo o alto índice de tolerancia.

³⁵ (Mecalux, 2019)



Imagen 2.4.3.5.1. Ejemplo de extendido del pavimento³⁶

2.4.4. Instalación de un transelevador junto con estanterías

Al tener seguridad de un suelo certificado para el soporte de cargas, procedemos a la instalación de los rieles, dimensionando los pasillos a utilizar por el transelevador, en conjunto con la instalación de las estanterías (tanto la correspondiente al almacén que utiliza el transelevador como las estanterías que serán maniobradas por el apilador reach). Cabe destacar que para la colocación del transelevador se requerirá el uso de una grúa que colocará el mismo, por lo que se deberá realizar la operación previamente a la colocación del techo del nuevo almacén. Al ya disponer de una superficie calificada para soportar las cargas, no será un inconveniente considerable el armado de estructura.



Imagen 2.4.4.1. Ejemplo de instalación de un transelevador junto a estanterías³⁷

³⁶ (Mecalux, 2019)

³⁷ (Fernandez, 2018)

Ya disponiendo del nuevo lay out del almacén, se procederá a realizar el refuerzo de las columnas encargadas de soportar paredes y el techo. Cabe destacar que se deberá realizar un a prueba de resistencia al viento ya que la misma abarcaría un nivel de altura que lo amerita.

2.4.5. Implementación del WMS

Finalmente, finalizaría la obra completa del nuevo edificio, lo que implicaría proceder a la instalación de software junto a la capacitación de los operarios.

Respecto a la implementación del WMS se requerirá la adaptación de dicha tecnología, por lo que decidimos dividir el proceso en los siguientes pasos:

- **Planeamiento estratégico:** se deberá entender la dinámica del equipo a implementar y entender el impacto de cambio que se deberá llevar día a día. Se deberá entender, comprometer y motivar a los operarios para la utilización del sistema, junto con un análisis de feedback de ellos al respecto para poder optimizar la adaptación de este, y poder así establecer el plan de acción óptimo para su integración, capacitación y oposición a la resistencia al cambio.
- **Revisión de los procesos:** se deberá analizar el software a implementar en profundidad, para así saber su nivel de alcance y complejidad. Luego analizar qué tipos de procesos dejarán de existir o tendrán otro tipo de disciplina y finalmente realizar SOPs (*Standard Operating Procedures*) de cada proceso que interviene en mi sistema.
- **Recopilación de información:** consistiría en unificar, estandarizar, modificar y adaptar la antigua base de datos a la nueva base del sistema.
- **Entrenamiento y testeo:** consiste formalmente en testear el WMS con datos reales, corroborar y optimizar los SOPs y asignar responsables de capacitación del sistema por sector
- **Implementación y Evaluación:** Lista de cosas que no pueden fallar; creación de indicadores que ayuden a medir el rendimiento del sistema por módulos de uso y finalmente un control periódico de que el sistema sea utilizado (para evitar la inercia).

2.5. Redistribución de la mano de obra

Como se mencionó anteriormente, la implementación de este nuevo sistema de automatización traerá muchas ventajas y una de estas es la reducción de la mano de obra que se utiliza en el almacén.

En la actualidad hay 20 operarios que trabajan en el almacén. Dos de ellos son los encargados de recepcionar los pedidos cuando ingresan a la planta y otros dos se encuentran en el control de calidad.

Hoy los SKUs se almacenan dentro del espacio que se les fue asignado, donde se encuentre un espacio vacío. Los operarios restantes se encargan de mover materiales desde el estampado hasta la lavadora.

Ya que la planta está en régimen y los operarios del área almacén conocen bien las rotaciones de la mercadería y los requerimientos de las estaciones de trabajo, colocan la mercadería que ingresa al almacén en los espacios vacíos que tienen asignados según cada SKU y realizan las expediciones siguiendo el sistema FIFO.

Esto último no es eficiente, independientemente de que los operarios conocen bien el almacén y su tarea, se pierde tiempo al tener que leer la tarjeta y buscar mercadería que no se conoce con exactitud las disposiciones de cada SKU según su tiempo de entrada y salida del almacén.

Mediante el nuevo sistema que se propone para el 2025, dos operarios realizarán la recepción de la mercadería y serán los mismos que se encargarán de cargar los ingresos al nuevo sistema WMS. Al cargar los ingresos, el software devolverá información necesaria que los tres operarios encargados de realizar el picking utilizarán para armar los pallets y etiquetarlos. Un operario estará a cargo de manejar el apilador y dos continuarán en el control de calidad. Otros dos operarios permanecerán en este sector para asegurar el correcto manipuleo y control del almacén y del transelevador.

Los diez operarios restantes que antes que eran utilizados para la movilización de los materiales entre el área de estampado y lavado ahora estarán disponibles para ser utilizados en otros sectores de la planta donde podrán ser de mayor utilidad, como ser capacitados para trabajar en el área de soldado.

2.6. Duración del proyecto y cronograma de implementación

El cronograma del proyecto denota cuatro etapas diferenciadas: la preparación del espacio, la implementación de tecnologías, la extensión en altura y la inducción del personal.

En primera instancia, se despeja la zona a reformar para nivelar y alisar los suelos. Esto, como se mencionó anteriormente es necesario para una buena performance del transelevador a instalar.

Una vez listo el terreno, se procede a la remoción del techo y apertura de pared lateral, al mismo tiempo que se presentan e instalan los rieles y el transelevador. Es en este momento también donde tiene lugar el refuerzo estructural sobre las columnas del edificio. Una vez finalizada esta operación podemos cerrar el espacio construyendo la extensión de las paredes y colocando el nuevo techo.

En simultáneo, luego de instalar el transelevador se programa un período para configurarlo y calibrarlo de acuerdo con las necesidades de la planta. Inmediatamente después se da inicio a la configuración e implementación del WMS.

Finalmente, una etapa de inducción teórica y práctica al personal para adecuarse al nuevo sistema de almacenamiento.

# Tarea	TÍTULO DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA DE ENTREGA	DURACIÓN
1	Despeje de la zona a reformar	02/01/2020	16/01/2020	2s
2	Nivelado y alisado de suelos	17/01/2020	13/03/2020	8s
3	Remoción del techo actual	15/03/2020	29/03/2020	2s
4	Refuerzo de columnas	15/03/2020	27/04/2020	6s
5	Extensión de columnas	28/04/2020	26/05/2020	4s
6	Colocación del techo y extensión de paredes	27/05/2020	22/07/2020	8s
7	Colocación de rieles y transelevador	28/04/2020	09/06/2020	6s
8	Calibración del transelevador	27/05/2020	24/06/2020	4s
9	Configuración e implementación WMS	25/06/2020	23/07/2020	4s
10	Introducción teórica a personal	27/05/2020	10/06/2020	2s
11	Introducción práctica a personal	11/06/2020	25/06/2020	2s

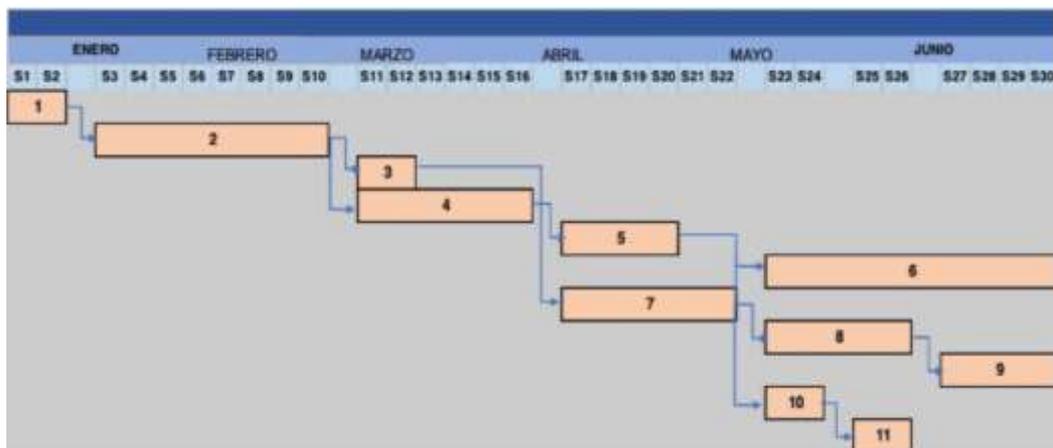


Imagen 2.6.1. Diagrama de Gantt del proyecto. Elaboración propia.

Resultando así la duración estimada del proyecto proyectada en 6 meses de implementación.

2.7. Marco legal y medio ambiente

Metalsa es una sociedad anónima, esto implica que su capital se representa en acciones y los socios limitan su responsabilidad a la integración de las acciones suscriptas. Se constituye a través de un contrato social denominado estatuto. Posee accionistas, capital social. Es administrada por el directorio y una asamblea de accionistas donde se reúnen por lo menos una vez al año para tomar decisiones sobre el destino de la empresa³⁸.

Dado que el chasis es un producto que se utiliza para muchos utilitarios desde hace varias décadas, no necesita de patentamiento, pero debido a que cada chasis difiere según el modelo de utilitario al cual será destinado, este debe ser registrado como diseño industrial ante el

³⁸ (Perego, 2016)

Instituto Nacional de la Propiedad Intelectual, realizada por la correspondiente empresa automotriz.

Metalsa es una empresa comprometida con el cumplimiento de los aspectos legales y de medio ambiente. Es por ello por lo que cuenta con las certificaciones ISO 9001:2008, que establece las normas del Sistema de Gestión de Calidad, OHSAS 18001:2007, se basa en un ciclo de mejora continua llamado ciclo “PHVA” (Planificar-Hacer-Verificar y Actuar) para el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y ISO 14001:2004, establece los requisitos legales para la mejora en la gestión del riesgo ambiental.

Además, la Ley N.º 12.257³⁹ del Código de aguas, Art. 67, indica que cualquier establecimiento del tipo industrial tendrá un gravamen adicional que se establecerá según la reglamentación correspondiente.

Como complemento de la ISO 14001:2004, cumplen con los procedimientos propuestos por el Sistema de Gestión Ambiental y cada persona dentro de la planta debe conocer los Aspectos e Impactos Ambientales de su puesto de trabajo y cómo contribuye al éxito del SGA.

Un SGA, facilita a que la empresa controle todas sus actividades, servicios y productos que puedan causar algún impacto sobre el medio ambiente, ayudando a minimizar todos los impactos ambientales que generan su operación.

Así como la empresa lleva un estricto control de las habilitaciones y permisos que posee, también se les exige a sus proveedores que posean y presenten las certificaciones correspondientes (se adjunta en el Anexo III un listado de ellas), como el trato de residuos especiales y patogénicos, efluentes líquidos y gaseosos, recursos hidráulicos, pruebas a presión y ruidos molestos.

Todas las industrias instaladas en la Provincia de Buenos Aires deben cumplir con la Ley N.º 15.107⁴⁰ “Normas sobre la Instalación de Industrias en la Provincia de Buenos Aires”, que implica que dichas industrias en ese ámbito territorial deben realizar sus actividades en un marco de desarrollo sustentable. Para ello, deben obtener un Certificado de Aptitud Ambiental (C.A.A.) que deben contar con “Nivel de Complejidad Ambiental” (NCA). El NCA consiste en clasificar las industrias en una de las tres categorías establecida por la ley, y en función de la categoría obtenida se determina la viabilidad del proyecto industrial y las medidas que se debe tener con respecto a esta. Una vez categorizado, y no tratándose de un establecimiento de primera categoría, se debe presentar ante la Autoridad de Aplicación o el Municipio, una “Evaluación de Impacto Ambiental” (EIA) del mismo y el resultado de la aprobación es la obtención del Certificado de Aptitud Ambiental

El Nivel de Complejidad Ambiental (N.C.A.) queda definido por:

La clasificación de la actividad por rubro (Ru), que incluye la índole de las materias primas, de los materiales que manipulen, elaboren o almacenen, y el proceso que desarrollen.

³⁹ (ciudad, 2019)

⁴⁰ (Ambiental, 2017)

La calidad de los efluentes y residuos que genere (ER).

Los riesgos potenciales de la actividad, a saber: incendio, explosión química, acústico y por aparatos a presión que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante (Ri).

La dimensión del emprendimiento, considerando la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie (Di).

La localización de la empresa, teniendo en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee (Lo).

$$N.C.A = Ru + ER + Ri + Di + Lo \text{ (formula 2.7.1)}$$

De acuerdo con los valores del N.C.A. Las industrias se clasifican en:

- Primera Categoría: hasta 11
- Segunda Categoría: entre 11 y 25
- Tercera Categoría: mayor a 25

El cálculo del valor de NCA para Metalsa y los parámetros para la determinación del número que se le asigna a cada aspecto se desarrollarán en este capítulo. Si el NCA supera el 14%, la empresa se ve obligada a cumplir con las exigencias de la Ley N.º 25.675⁴¹, y específicamente como dicta el Art. 22 donde aclara que “Toda persona física o jurídica, pública o privada, que realice actividades riesgosas para el ambiente, los ecosistemas y sus elementos constitutivos, deberá contratar un seguro de cobertura con entidad suficiente para garantizar el financiamiento de la recomposición del daño que en su tipo pudiere producir; asimismo, según el caso y las posibilidades, podrá integrar un fondo de restauración ambiental que posibilite la instrumentación de acciones de reparación”.

2.7.1. Ley general del ambiente

Tal como indica el Art. 22 de la Ley General del Ambiente, el seguro se toma para cubrir algún tipo de daño ambiental de incidencia colectiva imputable con los fines de proceder a la recomposición del medio afectado por la contaminación ambiental. En caso de que no se puedan llevar a cabo las tareas de recomposición, la indemnización sustitutiva que determine la justicia ordinaria interviniente, deberá depositarse en el Fondo de Compensación Ambiental dentro de los diez días a partir de la notificación fehaciente al Asegurador de la resolución firme de la autoridad pertinente que la fija, todo ello hasta la concurrencia de la suma máxima asegurada indicada en las Condiciones Particulares.

⁴¹ (Infoleg, 2015)

2.7.2. Certificaciones de Proveedores

Como se mencionó anteriormente, todos los proveedores deben cumplir con las certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007, adicionalmente deben tener y presentar el Certificado de Aptitud Ambiental. Las empresas de transporte y tratamiento de residuos especiales se ven obligados a cumplir con la Ley N.º 11.720⁴². De conformidad con el Art. 27 los operadores de residuos especiales deben estar inscriptos en el Registro Provincial de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Especiales, dependiente de la Dirección de Residuos Especiales y Patogénicos. El Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) se encarga de emitir los Certificado de Habilitación Especial en calidad de Operador de Residuos Especiales a las empresas que cumplan con la Ley N.º 11.720 y su Decreto Reglamentario 806/97, cuyos alcances son “Tratamiento y disposición final de residuos especiales e industriales no especiales, excepto los patogénicos, PCB, explosivos y policlorados”.

2.7.3. Cálculo del nivel de complejidad ambiental

Como se mencionó anteriormente, se debe calcular el Nivel de Complejidad Ambiental inicial y para el caso particular de Metalsa su valor es de 24.

Nivel de Complejidad Ambiental Inicial (NCA_i):			
$NCA_i = Ru + ER + Ri + Di + Lo$			
5 + 6 + 3 + 8 + 2,00 = 24,00			
Ru: Rubro	Di: Dimensionamiento	Ri: Riesgo	Lo: Localización
5	8		2,00
Grupo:	Personal	<input checked="" type="checkbox"/> Presión	Zona
2	Más de 500 personas	<input type="checkbox"/> Acústico	Industrial exclusiva y Rural
	Potencia instalada	<input checked="" type="checkbox"/> Explosión	Infraestructura y servicios
	Mayor a 500 HP	<input checked="" type="checkbox"/> Incendio	<input type="checkbox"/> Agua <input checked="" type="checkbox"/> Luz
	Relación Sup Cubierta/Total	<input type="checkbox"/> Químico	<input type="checkbox"/> Cloaca <input checked="" type="checkbox"/> Gas
	De 0,21 a 0,50		
ER: Efluentes y Residuos			
Componentes naturales del aire (incluido vapor de agua); gases de combustión de gas natural.			
Agua de procesos con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos peligrosos o que no pudie			
e-Que puedan contener sustancias peligrosas con generacion de masa mayor a 500 kg por mes.			

Imagen 2.7.3.1. Ejemplo de planilla de cálculo de NCA. Provisto por Metalsa.

⁴² (ciudad, 2019)

Para calcular el NCA se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Maneja sustancias particularmente riesgosas en determinada cantidad? (AjSP)
- ¿Cuenta con sistema de gestión ambiental establecido? (AjSGA)

NIVEL DE COMPLEJIDAD AMBIENTAL									
NCA	=	$\frac{NCA_i}{24,00}$	+	AjSP	-	AjSGA	=	NCA	Categoría
		24,00		0		4		20	Segunda

Imagen 2.7.3.2. Ejemplo de cálculo del NCA. Provisto por Metalsa.

El Monto Mínimo Asegurable de Entidad Suficiente se define como la suma que asegura la recomposición del daño ambiental de incidencia colectiva producido por un siniestro contaminante. Según a lo previsto en el Art. 22 de la Ley N.º 25.675, la Resolución 1398/08 se establecen MMES⁴³ que aseguren la recomposición del daño ambiental de incidencia colectiva producido por un siniestro contaminante.

$$MMES = \text{Monto básico} * V * D \text{ (fórmula 2.7.3.1)}$$

Donde:

$$\text{Monto básico} = (NCA_i)^2 * \text{Correlación(AR\$)} * \text{Ajuste} \text{ (fórmula 2.7.3.2)}$$

Donde el factor de correlación y el valor de ajuste son sometidos a revisión anual y son basados sobre la experiencia de siniestralidad, los avances tecnológicos en materia de recomposición de medios restaurables y los costos de las acciones correctivas según el estado del arte.

CÁLCULO MONTO MINIMO DE ENTIDAD SUFICIENTE (MMES)						
MMES	=	Monto Básico	x	V	x	D
		\$ 1.132.992,00	x	1,4	x	3,47
						= \$ 5.508.979,21
Monto Básico:						
		$(NCA_i)^2$	x	Correlación	x	Ajuste
		576	x	\$ 1.967,00	x	1
						= \$ 1.132.992,00
Agente Contaminante (ACUMAR):						
NO <input type="button" value="v"/>						

Imagen 2.7.3.3. Ejemplo de cálculo del MMES. Provisto por Metalsa.

- Factores de vulnerabilidad:

$$V = 1 + (\text{tipo de sustrato} * \text{prof. Freática}) \\ + \text{Distancia de los materiales peligrosos} \\ \text{al agua superficial} + \text{Entorno} \text{ (fórmula 2.7.3.3)}$$

⁴³ (Infoleg, 2015)

Factores de Vulnerabilidad:

$$V = 1 + \left[\begin{array}{cc} \text{Tipo} & \text{Prof.} \\ \text{Sustrato} & \text{Freática} \end{array} \right] \times + \begin{array}{c} \text{Distancia de los Materiales} \\ \text{Peligrosos a Agua} \\ \text{Superficial} \end{array} + \text{Entorno}$$

$$1 + \left[\begin{array}{cc} 0,4 & 1 \end{array} \right] + 0 + 0 = 1,4$$

Tipo Sustrato: A: Arcillas, suelos residuales/limos/loess/arcillas lutitas

Profundidad Freática: a) Mayor a los 10 mbns Entorno: Ninguna de las anteriores

Distancia de los materiales peligrosos a agua superficial: Mayor a 100 metros

Imagen 2.7.3.4. Ejemplo de cálculo de factores de vulnerabilidad. Provisto por Metalsa

- Factores de exigencia de materiales peligrosos y eliminación programada

$$D = (1 + MP + EP) \text{ (fórmula 2.7.3.4)}$$

Factores de Existencia de Materiales Peligrosos y Eliminación Programada:		$D = \frac{1 + MP + EP}{1 + 2,47 + 0,00} = 3,47$		D
		Materiales Peligrosos ==>> 2,47		
Volumen sobre la superficie:	50,00 m ³	➡	MP sup = 1,09	
Volumen bajo la superficie:	5,00 m ³	➡	MP ent = 1,38	
Volumen en contacto con el agua:	m ³	➡	MP aq = 0,00	
		Sustancias de Eliminación Programada ==>> 0,00		
Volumen sobre la superficie:		➡	EP sup = 0,00	
Volumen bajo la superficie:		➡	EP ent = 0,00	
Volumen en contacto con el agua:		➡	EP aq = 0,00	

Imagen 2.7.3.5. Ejemplo de cálculo de factores de exigencia de materiales peligrosos y eliminación programada. Provisto por Metalsa.

Efluentes y Residuos: Se clasifican como de tipo 0, 1 o 2

- Tipo 0

- Gaseosos: componentes naturales del aire (incluido vapor de agua); gases de combustión de gas natural.
- Líquidos: agua sin aditivos; lavado de planta de establecimientos del Rubro 1, a temperatura ambiente.
- Sólidos y Semisólidos: asimilables a domiciliarios

- Tipo 1

- Gaseosos: gases de combustión de hidrocarburos líquidos.
- Líquidos: agua de proceso con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos especiales o que no pudiesen generar residuos especiales.

Provenientes de plantas de tratamiento en condiciones óptimas de funcionamiento.

- Sólidos y Semisólidos: resultantes del tratamiento de efluentes líquidos del tipo 0 y/o 1. Otros que no contengan residuos especiales o de establecimientos que no pudiesen generar residuos especiales.

➤ Tipo 2

- Gaseosos: Todos los no comprendidos en los tipos 0 y 1.
- Líquidos: con residuos especiales, o que pudiesen generar residuos especiales. Que posean o deban poseer más de un tratamiento.
- Sólidos y/o Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos especiales.

De acuerdo con el tipo de efluentes y residuos generados, el parámetro E R adoptará los siguientes valores:

- Tipo 0: se le asigna el valor 0
- Tipo 1: se le asigna el valor 3
- Tipo 2: se le asigna el valor 6

En aquellos casos en que los efluentes y residuos generados en el establecimiento correspondan a una combinación de más de un Tipo, se le asignará el Tipo de mayor valor numérico.

De acuerdo con la clasificación internacional de actividades y teniendo en cuenta las características de las materias primas que se empleen, los procesos que se utilicen y los productos elaborados, se dividen en tres grupos

- Grupo 1: se le asigna el valor 1
- Grupo 2: se le asigna el valor 5
- Grupo 3: se le asigna el valor 10

Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando 1 punto por cada uno.

- Riesgo por aparatos sometidos a presión
- Riesgo acústico
- Riesgo por sustancias químicas
- Riesgo de explosión
- Riesgo de incendio

Dimensionamiento:

- Cantidad de personal
 - Hasta 15: adopta el valor 0
 - Entre 16 y 50: adopta el valor 1
 - Entre 51 y 150: adopta el valor 2
 - Entre 151 y 500: adopta el valor 3
 - Más de 500: adopta el valor 4

- Potencia instalada (en HP)
 - Hasta 25: adopta el valor 0
 - De 26 a 100: adopta el valor 1
 - De 101 a 500: adopta el valor 2
 - Mayor de 500: adopta el valor 3

- Relación entre Superficie cubierta y Superficie total
 - Hasta 0,2: adopta el valor 0
 - De 0,21 hasta 0,5: adopta el valor 1
 - De 0,51 a 0,81: adopta el valor 2
 - De 0,81 a 1,0: adopta el valor 3

Localización:

- Zona
 - Parque industrial: adopta el valor 0
 - Industrial Exclusiva y Rural: adopta el valor 1
 - El resto de las zonas: adopta el valor 2

- Infraestructura de servicios de:
 - Agua
 - Cloaca

- Luz
- Gas

Por la carencia de cada uno de ellos se asigna 0,5.

2.7.4. Requerimientos de auditoría legal

Frente a una eventual auditoría legal, los requerimientos y documentos a cumplir y presentar por Metalsa son:

1. Certificado de aptitud y auditoría ambientales
2. Habilitación municipal
3. Plano de cañerías subterráneas
4. Permiso de registro generador residuos especiales
5. Permiso de emisiones atmosféricas
6. Pruebas de aparatos sometidos a presión
7. Resultado de estanquidad tanque subterráneo de gasoil
8. Resultado de muestreo efluentes
9. Resultados muestras agua potable
10. Certificado de inscripción SEDRONAR
11. Constancia presentación reinscripción RENPRE SEDRONAR
12. Registro de pozos subterráneos
13. Formulario Categorización 2012 presentación
14. Certificados de inscripción residuos patológicos
15. Póliza de seguro ambiental
16. Tanque de GLP prueba hidráulica.

2.7.5. Registro de habilitaciones y programación de cumplimiento

Se listan las habilitaciones y requerimientos, junto con su frecuencia de revisión y tipo, que debe cumplir Metalsa:

	<i>Frecuencia</i>	<i>Tipo</i>
Ruido vecindario	Bianual	Ley N°19.587/SPA Resolución 159/96 y 94/02
Hermeticidad TK gas oil	Bianual	Resolución 404/94

Aparatos sometidos a Presión	Anual	Ley N°11.459, Decreto 1741
Póliza de Caución	Anual	Ley N°25.675, Artículo 22
Tanque gasoil auditoría de superficie	Anual	Resolución 404/94
Efluentes gaseosos	Anual	Decreto 3395/96
Agua de napas freáticas	Semestral	Ley N°12.257
Vuelco de efluentes	Trimestral	Resolución 336
Revisión de la matriz de documentación	Trimestral	Sistema de Gestión Ambiental
No conformidades	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Auditoria Internas	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Auditoras de Campo	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Matriz legal	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Programa de Capacitación	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Programa de Simulacros	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Auditoría proveedores tratadores	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental
Auditorías externas	Mensual	Sistema de Gestión Ambiental

Tabla 2.7.5.1. Tabla de requerimientos. Elaboración propia.

Se listan también las leyes que avalan la actividad y las entidades a las cuales se presentan los certificados:

HABILITACIÓN DE FUNCIONAMIENTO			
PERMISO / HABILITACIÓN	LEGISLACIÓN	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN
Habilitación Municipal	Dto. 954/95	Municipalidad de Tigre - dirección General de habilitaciones de Comercios e Industrias	Habilitación industrial para explotar el rubro fabricación de Autopartes nro. 0031938
Formulario base de categorización	Ley N°11.459	OPDS	Recategorización Industrial
Certificado de Aptitud Ambiental	Ley N°11.460	OPDS	Auditoría Ambiental, Certificado de Aptitud Ambiental
Residuos Especiales y Patogénicos			
Certificado de Habilitación Especial	Ley N°11.720 decreto 806/97	OPDS	Certificado de Habilitación Especial METALSA SA - Solicitud Registro de Generadores de Residuos - prov. Bs. As.
Inscripción como generador de residuos patogénicos	Ley N°24.051; Ley N° 11347/ DEC. N° 450/94;	OPDS	Certificado de Generador de residuos
Efluentes Líquidos			

DDJJ Anual de efluentes líquidos	Art 10, Decreto 674/89 y Decreto 776/92	Ministerio de Ambiente y desarrollo Sustentable. Secretaría de control y monitoreo Ambiental	DD JJ Control de la Contaminación
Permiso de vuelco de Efluente líquidos	ADA 517/12	Autoridad del Agua	Permiso de Vuelco Expediente 2436 - 2064/2013
Prefactibilidad de vuelco del efluente líquido	ADA 333/17	Autoridad del Agua	Permiso de prefactibilidad de vuelco EXP 2436-57-B19-18
Efluentes Gaseosos			
Permiso de descarga de efluentes gaseosos a la atmósfera	Ley N°5.965 Dec.3395/96	OPDS Expediente 2145-0004237/2010-000	Renovación del Permiso de Descarga de Efluentes a la Atmósfera-Disposición 0532/2013 / Certificado Número 5700
Industria			
Registro de Industria de la Nación	Ley N°19.971	Ministerio de Economía	DD JJ Registro Industria RIN
Recursos Hidráulicos Subterráneos			
Permiso de explotación del recurso hídrico subterráneo	Resolución ADA 660/12 Resolución ADA 465/13	ADA Autoridad del Agua Expediente 2436 - 2062 / 2013 01	Factibilidad de explotación de recurso hídrico subterráneo

Renovación de Certificado de explotación del recurso hídrico subterráneo	Ley N°10.474 Ley N°5.965 Decreto 2009/60 Decreto 3970/90 Resolución AGOSBA 287/90 Resolución AGOSBA 389/98	ADA Autoridad del Agua Expediente 2436 - 3283 / 2004 01 02	Certificado de explotación de recurso hídrico subterráneo
Tanque Subterráneo de Combustible			
DDJJ Secretaría de Combustibles	Resolución 1102/0, /0419/03 y 404/94	Secretaría de energía	Inscripción en el Registro de Bocas de Expendio de Combustibles Líquidos Expediente. SO1.0068505/2011 nro. Instalación 8525 // Auditoría de Superficie
DDJJ Secretaría de Combustibles	Resolución 1102/0, /0419/03 y 404/95	Secretaría de energía	Inscripción en el Registro de Bocas de Expendio de Combustibles Líquidos Expediente. SO1.0068505/2011 nro. Instalación 8526 // Hermeticidad
Registro Nacional de Precursores Químicos			
DDJJ en RENPRE / SEDRONAR	Res 552/2003 RES 469/03	SEDRONAR	Inscripción como operador general 14826/10
Seguro Ambiental			
Seguro Ambiental	Normas Ley N°25675 Decreto 1638/12	SADS	Seguro de Caución por Daño ambiental
Aparatos Sometidos a Presión			

Habilitación de aparatos sometidos a presión sin fuego Inspección periódica Anual	Ley N°11.459 Res 231/96 y modificatoria 1126/07	OPDS	Inspección periódica anual de todos los aparatos sometido a presión sin fuego. Inspección visual y ultrasónica. Verificación de extensión de vida útil
Ruidos Molestos en la Vecindad			
ESTUDIO DE RUIDOS EN EL PERÍMETRO DE LA PLANTA	Normas IRAM 4062	OPDS	Estudio de ruidos Molestos

Tabla 2.7.5.2. Tabla de habilitaciones, leyes y entidades. Elaboración propia.

3. ECONÓMICO - FINANCIERO

3.1. Introducción

Dado que el alcance del proyecto propuesto no contempla la producción de un bien o servicio, a fines de realizar un análisis más completo de los estados financieros básicos de la empresa, se presentan los mismos con y sin el proyecto propuesto, para evaluar el impacto del proyecto por diferencia.

Metalsa históricamente prorrotea sus gastos según los tres centros de producción más importantes de la línea: Estampado, ensamble y pintura, utilizando drivers para cada uno de ellos.

Para el centro de estampado, se utiliza como driver número de golpes que realiza una máquina estampadora para producir una unidad de chasis, es decir, número de golpes por chasis.

Para el centro de ensamblado, se utiliza los mm de alambre consumido para soldar una unidad de chasis, es decir, mm de alambre por chasis.

Por último, para el tercer centro de producción, se toma los metros cuadrados de superficie a pintar (y hacer tratamiento químico), por modelo de chasis.

3.2. Sistema de costeo

El sistema de costeo que utiliza Metalsa tanto para el seguimiento del ejercicio regular como para la evaluación de proyectos es el de costeo directo, y su apertura en el cuadro de resultados de la empresa se encuentra dado por los siguientes factores:

Costo de venta: Está compuesto por materia prima, gastos generales de fabricación variables, los cuales consisten en piezas, productos consignados que la empresa compra a terceros e insumos para la producción tales como soldadura, pintura y químicos, e ingresos brutos que corresponden al 3,9% del precio de venta sin IVA.

La materia prima principal son las bobinas de acero que provienen de dos proveedores distintos: la empresa Usiminas de Brasil y la planta de Tenaris en Argentina.

Para el caso de las bobinas de acero provenientes de Brasil, se activan los gastos de desaduanado y de transporte.

Tanto la materia prima como los gastos variables de fabricación son dependientes del nivel de producción de la empresa.

[USD]	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Precio chasis	1040	USD					
Acero	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3
Componentes y otros	150,2	150,2	150,2	150,2	150,2	150,2	150,2
Soldadura	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
Gas	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Pintura y Químicos	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Material/Chasis	396	396	396	396	396	396	396

Tabla 3.2.1. Gastos de materia prima y gastos variables de fabricación por unidad de chasis. Elaboración propia en función de los datos provistos por Metalsa.

Mano de Obra: Si bien corresponde al costo de ventas, se decidió discriminarla para resaltar su comportamiento incremental. La mano de obra necesaria para la producción se encuentra prorrateada en función de los centros de costos principales, siendo estos estampado, pintura y soldado. En función de la fuerza laboral, se estimó que cada 1040 unidades incrementadas en la producción, será necesario un operario adicional.

Gastos fijos: Se encuentran compuestos por amortizaciones y depreciaciones (líneas de producción), empleados (ajenos al área de producción), mantenimiento de maquinaria, outsourcing (de interés para el proyecto ya que el alquiler de los autoelevadores es uno de los factores principales en la generación de ahorros) y otros costos. Si bien son gastos independientes de la producción, estimamos que tendrán un crecimiento interanual del 10% (a excepción de las amortizaciones) a causa del incremento esperado de actividad de la empresa.

Gastos administrativos: Compuesto por el servicio de seguridad de la empresa, junto a los gastos administrativos y contables presentados en el período de ejercicio.

Amortizaciones: Metalsa amortiza sus inversiones mediante el método lineal. Actualmente las amortizaciones propias de la empresa corresponden en mayor parte a las últimas líneas de producción instaladas.

Adicionalmente, la empresa paga un **3,9%** de las ventas en ingresos brutos y **35%** de impuesto a las ganancias.

3.3. Tipo de cambio

Los gastos y ganancias de la empresa cotizados en dólares (con y sin proyecto) son afectados por el tipo de cambio y sus proyecciones en el tiempo se determinan a:

- Valores nominales (sin considerar inflación en dólares) teniendo como referencia la “fecha del proyecto”
- Valores contados sin incluir el IVA (que se registran por separado)

Para esto, se tomaron las proyecciones de “Focusnomics” provistas por la cátedra. Debido a la inestabilidad económica del país y la antigüedad de dichos datos, se decidió corregir los valores en función del incremento porcentual anual de dicha proyección, fijando el valor del dólar del año 2019 en 62 pesos.

Realizada dicha corrección se obtuvieron los valores del tipo de cambio hasta el año 2025 utilizado en el análisis de este capítulo, pudiéndose ver en la siguiente tabla.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Tipo cambio Focusnomics	37,66	47,71	55,21	59,66	63,57	67,48	69,35	74,59
Tipo Cambio Corregido	37,66	62,00	71,76	77,53	82,61	87,69	90,12	96,94

Tabla 3.3.1. Proyección de “Focusnomics” del tipo de cambio entre el peso argentino y el dólar estadounidense provisto por la Cátedra.

Se representa en el gráfico a continuación:



Gráfico 3.3.1. Tipo de cambio Histórico y Proyectado. Elaboración Propia.

3.4. Inflación

Al igual que en el punto anterior, la proyección de la inflación utilizada fue la de “Focusnomics”, la cual fue provista por la cátedra. En la tabla a continuación pueden observarse dichos valores hasta el año 2025.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inflacion Focusnomics	34,28	42,10	23,56	17,53	12,46	7,38	5,00	5,00

Tabla 3.4.1. Proyección de “Focusnomics” de la inflación provisto por la Cátedra. Dichos valores se encuentran expresados en porcentajes.

Se representa en el gráfico a continuación:

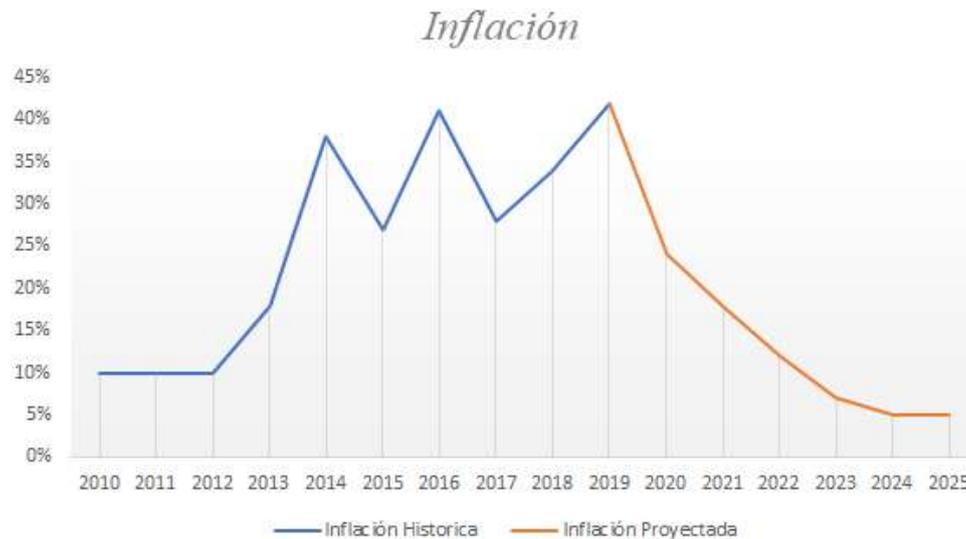


Gráfico 3.4.1. Inflación Histórica y Proyectada. Elaboración Propia.

3.5. Inversiones

3.5.1. Inversiones en Capital de trabajo

El proyecto no contempla inversiones en lo que respecta a capital de trabajo.

3.5.2. Inversiones en activo fijo

Habiendo descrito la estructura de costos de la compañía, se procede a detallar las inversiones a realizar para llevar a cabo el proyecto, siendo los siguientes.

3.5.3. Maquinarias y/o equipos

La inversión respecto a maquinaria corresponde al transelevador, el cual tendrá el objetivo de transportar y almacenar los medios en el almacén de mayor tamaño.

Transelevador	Costo (USD)	% sobre el costo total
<i>Material</i>	216.503,66	43%
<i>Ensamblaje</i>	105.911,78	21%
<i>Montaje</i>	21.824,25	4%
<i>Ingeniería</i>	70.573,62	14%
<i>Periferia</i>	6.592,19	1%
<i>Accionamientos</i>	21.477,39	4%
<i>Instalación</i>	32.117,11	6%
<i>Preparacion de suelo</i>	25.000,00	5%
TOTAL	500.000,00	100%

Tabla 3.5.3.1. Desglose de inversión de transelevador. Elaboración propia.

3.5.4. Estructura

Los gastos de estructura corresponden a las estanterías a construir. Estos mismos fueron calculados en función del costo individual de cada posición.

Estanterías	
Costo (USD/Espacio)	100,00
Cantidad Total de Estanterías a Construir	1835
Costo Total Estanterías	183.500,00

Tabla 3.5.4.1. Costo de inversión en estanterías. Elaboración propia.

3.5.5. Instalaciones Industriales

Las instalaciones industriales corresponden a las relacionadas con el WMS, el cual se encargará de controlar, coordinar y optimizar tanto los movimientos como espacio y disponibilidad de productos dentro del almacén. Adicionalmente, el software tendrá una renovación anual de soporte a un costo equivalente al mantenimiento.

WMS	Costo (USD)	% del costo total
Terminales RF	9.660,00	6%
Etiquetadoras	3.220,00	2%
PC	38.640,00	23%
Impresoras	12.880,00	8%
Mantenimiento	42.000,00	25%
Consultoría	9.600,00	6%
Análisis	6.000,00	4%
Desarrollo	21.600,00	13%
Testeo	9.600,00	6%
Implantación	16.800,00	10%
Total	170.000,00	100%

Tabla 3.5.5.1. Desglose inversión WMS. Elaboración propia.

3.5.6. Cargos diferidos

El alquiler de la carpa provisoria, siendo necesaria para poder seguir operando normalmente durante la instalación del transelevador, es un cargo diferido. Como se mencionó en el capítulo anterior, la superficie que deberá ser cubierta es de 600 m² (20 m * 30 m). Utilizando los datos que se muestran en la siguiente tabla, se calculó el total de la inversión requerida.

Alquiler de carpa provisoria	
\$/ (metro cuadrado*mes)	1500
Valor en USD	24,19
Meses de uso	6
Total (USD)	87.097

Tabla 3.5.6.1. Cálculo de Costo de Almacén Provisorio. Elaboración propia.

Es importante aclarar que, si bien la carpa fue cotizada en AR\$, a fin de homogeneizar el valor total de las inversiones, fue convertido el valor a USD utilizando el tipo de cambio del año 2019, siendo éste 62.00 ARS/USD. Además, se utilizó un sistema de amortización lineal con una vida útil de 6 años, obteniendo como resultado USD - 14.516,13.- por año.

3.5.7. IVA sobre Inversiones

Considerando una alícuota del 21%, las inversiones en su totalidad generan un crédito fiscal de AR\$ 12.038.117 en el año "0" del proyecto. Cabe destacar que el crédito fiscal que genera la inversión sería absorbido por la actividad de la empresa. Por ende el flujo de fondos correspondiente será nulo.

3.6. Amortizaciones

El sistema utilizado para las amortizaciones fue el lineal, al igual que Metalsa, de las inversiones en activo fijo mencionadas en el punto anterior.

Los bienes de uso presentan un valor residual del 10% y una vida útil de 6 años al igual que el alquiler de la carpa provisoria.

En la siguiente tabla se pueden ver dichos valores desagregados.

[AR\$]	2019	Vida Util	Valor residual
Inversiones en Activo Fijo:			
Bienes de uso	52.016.282,65	6	10%
Transelevador	30.472.338,99		
WMS	10.360.595,26		
Estanterías	11.183.348,41		
Cargos Diferidos	5.308.085	6	0%
Carpa	5.308.084,86		
Total Inversiones	57.324.367,51		

Tabla 3.6.1. Valor de las Amortizaciones. Elaboración propia.

3.7. Calendario de las Inversiones

A continuación, se presentan las inversiones que se van a realizar durante la vida útil del proyecto. En el mismo se muestran las inversiones en bienes de uso y cargos diferidos, mencionados en los incisos anteriores. Si bien las inversiones que se realizan, y la licencia del WMS están cotizada en dólares, en el siguiente cuadro se presentan sus valores en pesos argentinos.

Calendario de Inversiones en Pesos							
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversiones	-57.324.368						
Transelevador	-30.472.339						
Estanterías	-10.360.595						
Inversión WMS	-11.183.348						
Alquiler Carpa Provisoria	-5.308.085						
Otros gastos		-4.339.456	-4.739.238	-5.062.596	-5.239.550	-5.477.035	-5.720.532
Alquiler Apilador Reach		-1.250.352	-1.365.543	-1.458.714	-1.509.701	-1.578.129	-1.648.289
Soporte WMS		-3.089.104	-3.373.695	-3.603.882	-3.729.849	-3.898.906	-4.072.243

Tabla 3.7.1. Calendario de Inversiones. Elaboración propia

3.8.Gastos Operativos

3.8.1.Costo de alquiler de Apilador Reach

El costo de alquiler del apilador reach, utilizado en el almacén de menor tamaño, se encuentra tasado en dólares al igual que los autoelevadores. Dicho costo se puede contemplar en la siguiente tabla.

Apilador reach	
Costo de alquiler [USD]	17.000

Tabla 3.8.1. Costo de alquiler apilador reach. Elaboración propia

3.8.2.Costo de Renovación del WMS.

Para poder continuar con la utilización del software durante todo el ejercicio que involucra el proyecto, se requiere abonar un costo de renovación equivalente al costo de mantenimiento plasmado en la tabla 5.2.3. siendo este de **USD 42.000.-**

3.9.Ganancias y Ahorros del Proyecto

3.9.1.Ganancias por Servicio Extra de Almacenaje

Como se comentó en el capítulo anterior, el espacio liberado en el almacén será utilizado como almacenamiento bajo techo de la línea de camionetas premium a los clientes Ford y Volkswagen. El precio extra a cobrar por el almacenaje será el 1% del valor del chasis, siendo entonces de 10,4 USD/chasis, recordando que se van a almacenar 15.120 chasis.

La ganancia total a disponer anualmente se contempla en el siguiente cuadro.

USD	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ganancia por Servicio de Almacenamiento	157.248	157.248	157.248	157.248	157.248	157.248	157.248

Tabla 3.9.1. ganancia anual de por almacenamiento. Elaboración propia.

3.9.2.Ahorro en alquiler de Autoelevadores

Dado que el alquiler de los autoelevadores actualmente se encuentra tasado en dólares, se representará en la siguiente tabla el ahorro anual generado como consecuencia de prescindir de los mismos.

Ahorro Autoelevadores	
<i>Costo alquiler Autoelevador (USD)</i>	14000
<i>Cantidad prescindible autoelevadores</i>	4
<i>Ahorro total</i>	56000

Tabla 3.9.2.1. Ahorro anual en autoelevadores. Elaboración propia.

El nuevo almacén techado no requerirá una mayor cantidad de autoelevadores que la actual. Esto se debe a que no se están agregando a la planta nuevas operaciones, sino que se está cambiando el lugar de almacenamiento del producto terminado.

3.9.3. Ahorro Mano de Obra

El ahorro en mano de obra se basa en los empleados que la empresa prescindirá en el área de almacenamiento a causa del ahorro en autoelevadores (2 turnos de trabajo por cada autoelevador). No se consideró el despido de dichos operarios, sino su reubicación en provecho del incremento en la demanda de mano de obra debido al incremento de la producción proyectado.

Dicho ahorro se realiza en función del costo salarial que afronta la empresa, (teniendo en cuenta cargas sociales) a lo largo de un año, compuesto de 13 sueldos contando el aguinaldo. El salario mensual de cada operario varía año a año en función de los acuerdos gremiales de la UOM, acuerdos que la empresa está obligada a acatar. El ahorro para el primer año se detalla en la tabla a continuación.

Ahorro MOD		
<i>Costo sueldo empleado mensual</i>	40.000	AR\$
<i>Cantidad de Sueldos por Año (un aguinaldo)</i>	13	Sueldos
<i>Costo sueldo percibido por Empleador</i>	66.667	AR\$
<i>Tipo de cambio año 0</i>	61	\$/usd
<i>Costo Sueldo Empleado anual</i>	14.221	USD
<i>Empleados a prescindir</i>	8	#
Ahorro MOD Anual	113.764	USD

Tabla 3.9.3.1. Ahorro total en mano de obra valuada en el año "0". Elaboración propia-

3.10.Financiamiento

El costo total de la inversión es mucho menor que la utilidad neta anual de la empresa, por lo que tomar dicha utilidad para financiar el proyecto no resulta ilógico. Esta alternativa permite no buscar financiamiento, no tiene intereses a pagar y tampoco afecta significativamente la caja de la empresa para el día a día.

3.11.Impuestos

El proyecto está alcanzado por tres impuestos principales que son el impuesto al valor agregado, el impuesto a las ganancias e ingresos brutos.

3.11.1.Impuesto al valor agregado

El IVA será del 21% tanto para las inversiones como para las compras y ventas que realice la empresa. Respecto a las variaciones generadas por el proyecto, el impuesto tendrá impacto tanto en las inversiones de activo fijo como sobre los ingresos generados con el almacenamiento de los chasis bajo techo.

3.11.2.Impuesto a las ganancias

Este impuesto es del 35% sobre los ingresos percibidos por la empresa. Se aplica sobre las ganancias habiendo descontado previamente los costos, intereses e impuestos y amortizaciones. Dado que la empresa tiene una utilidad neta positiva previo a la realización del proyecto y que genera una variación positiva en la utilidad, dicha variación será alcanzada por el impuesto en cuestión.

3.11.3.Ingresos brutos

Se trata de un impuesto provincial, en este caso la provincia de Buenos Aires. La alícuota es del 3,9% y grava los ingresos descontados de IVA.

Respecto al proyecto, afectará los ingresos y dentro del cuadro de resultados se toma como parte del costo de ventas.

3.12.Cuadro de Resultados

A fin de comprender cómo se desembolsan los costos y ganancias propias de la empresa explicados anteriormente, se procede a mostrar el cuadro de resultado proyectado, previo a la inversión del proyecto. Se destaca que las ventas de chasis y el costo de materia prima, al ser

tasadas en dólares, son influenciados por el tipo de cambio, mientras que el resto de los gastos (a excepción de la mano de obra) son influenciados por la inflación del peso argentino.

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Tipo de Cambio [\$/USD]	60,945	73,550	80,326	85,807	88,806	92,831	96,958
Unidades	168.818	180.285	192.077	204.250	216.696	229.322	252.224
[ARS]							
Ventas	10.700.100.992	13.790.380.054	16.045.941.411	18.227.060.116	20.013.645.706	22.139.740.783	25.433.385.704
Costo de Venta	(4.074.249.784)	(6.248.276.175)	(7.392.557.763)	(8.499.286.528)	(9.518.412.701)	(10.605.696.212)	(12.216.600.704)
Mano de Obra	(2.676.840.225)	(2.889.222.511)	(3.087.933.834)	(3.373.207.391)	(3.685.998.694)	(4.019.268.986)	(4.413.539.798)
Costos variables de Fabricacion	(304.841.252)	(552.854.949)	(662.898.557)	(769.344.461)	(874.594.868)	(979.714.725)	(1.130.778.022)
IIBB	(417.303.939)	(537.824.822)	(625.791.715)	(710.855.345)	(780.532.183)	(863.449.891)	(991.902.042)
Contribucion marginal	3.226.865.792	3.562.201.597	4.276.759.542	4.874.366.391	5.154.107.261	5.671.610.969	6.680.565.138
Costos fijos de fabricacion	(632.555.220)	(1.181.646.982)	(1.462.852.498)	(1.756.225.504)	(2.069.999.442)	(2.410.242.824)	(2.782.213.918)
Amortizaciones y depreciaciones	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)
Utilidad Bruta	2.230.086.490	2.016.330.533	2.449.682.962	2.753.916.805	2.719.883.737	2.897.144.063	3.534.127.138
Gastos administrativos	(449.283.474)	(537.314.697)	(604.712.328)	(659.987.757)	(707.185.167)	(748.567.604)	(785.539.564)
EBITDA	2.145.027.098	1.843.239.917	2.209.194.716	2.458.153.129	2.376.922.652	2.512.800.541	3.112.811.656
Operative income - EBIT	1.780.803.016	1.479.015.835	1.844.970.634	2.093.929.048	2.012.698.570	2.148.576.459	2.748.587.574
IGA	(623.281.056)	(517.655.542)	(645.739.722)	(732.875.167)	(704.444.500)	(752.001.761)	(962.005.651)
Utilidad Neta	1.157.521.961	961.360.293	1.199.230.912	1.361.053.881	1.308.254.071	1.396.574.699	1.786.581.923

Tabla 3.12.1. Cuadro de resultados de Metalsa sin contemplar la inversión. Elaboración propia.

Habiendo descrito la composición de las inversiones, costos, ahorros y ganancias generados por el proyecto, se procedió a realizar la proyección del cuadro de resultados esperado y su posterior influencia en la proyección del ejercicio de Metalsa.

Cabe destacar que el ahorro de alquiler del autoelevador, el costo de alquiler del apilador reach y la ganancia por el almacenamiento bajo techo variarán interanualmente en función del tipo de cambio, mientras que el ahorro de mano, como se mencionó anteriormente, solo variará en función de los acuerdos salariales pactados por la Unión Obrera Metalúrgica.

En adición, como la empresa demandaría una mayor fuerza de trabajo en función del incremento de la producción proyectado, la cantidad de mano de obra que se necesitaría en el almacén (sin proyecto) aumentaría. Por ende, el ahorro será influenciado por dicho incremento.

Δ Unidades							
[AR\$]							
Δ Ventas	0	0	0	0	0	0	0
Δ Costo de Venta	0	0	0	0	0	0	0
Δ Mano de obra		9.752.555	10.792.404	11.117.329	11.276.721	11.525.930	11.745.895
Δ Costo variable de fabricación	0	0	0	0	0	0	0
Ganancia Almacenamiento		11.461.176	12.898.800	14.077.851	15.084.594	15.967.301	16.755.930
IIBB		(446.986)	(503.053)	(549.036)	(588.299)	(622.725)	(653.481)
Δ Contribución Marginal	0	20.766.746	23.188.151	24.646.144	25.773.016	26.870.506	27.848.343
Amortización carpa		(900.000)	(900.000)	(900.000)	(900.000)	(900.000)	(900.000)
Mantenimiento WMS		(3.061.212)	(3.445.192)	(3.760.110)	(4.029.005)	(4.264.770)	(4.475.409)
Δ Costo fijos de fabricación		4.081.615	4.593.590	5.013.480	5.372.006	5.686.361	5.967.212
Alquiler apilador reach		(1.239.062)	(1.394.483)	(1.521.949)	(1.630.788)	(1.726.217)	(1.811.475)
Amortización transelevador		(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)
Amortización WMS		(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)
Amortización Estructura almacén		(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)
Amortizaciones y Depreciaciones							
Δ Utilidad Bruta	0	10.978.707	13.372.685	14.808.184	15.915.849	16.996.499	17.959.291
Δ Gastos Administrativos	0	0	0	0	0	0	0
Δ EBITDA	0	19.648.088	22.042.066	23.477.565	24.585.230	25.665.879	26.628.671
Δ Operative Income - EBIT	0	10.978.707	13.372.685	14.808.184	15.915.849	16.996.499	17.959.291
Intereses							
Utilidad Operativa Antes de IGA	0	10.978.707	13.372.685	14.808.184	15.915.849	16.996.499	17.959.291
Δ ahorro IG	0	(3.842.548)	(4.680.440)	(5.182.864)	(5.570.547)	(5.948.775)	(6.285.752)
Δ Utilidad Neta	0	7.136.160	8.692.245	9.625.320	10.345.302	11.047.724	11.673.539

Tabla 3.12.2. Cuadro de resultados generado por la inversión. Elaboración propia.

Como se puede contemplar, el proyecto generará una utilidad neta positiva durante el período transcurrido en el proyecto.

A continuación, se observará cómo influiría el proyecto en el ejercicio proyectado de Metalsa.

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Unidades	168.818	180.285	192.077	204.250	216.696	229.322	252.224
[ARS]							
Ventas	10.700.100.992	13.665.860.917	16.385.996.909	19.017.202.312	21.618.856.544	24.217.283.766	27.951.373.531
Costo de Venta	(4.074.249.784)	(6.222.980.151)	(7.461.639.932)	(8.659.803.670)	(9.844.510.784)	(11.027.748.424)	(12.728.129.149)
Mano de obra	(2.676.840.225)	(2.915.401.629)	(3.163.149.657)	(3.391.923.727)	(3.632.113.972)	(3.885.975.691)	(4.275.849.845)
Costo variable de fabricación	(304.841.252)	(552.854.949)	(662.898.557)	(769.344.461)	(874.594.868)	(979.714.725)	(1.130.778.022)
Ganancia Almacenamiento	0	11.461.176	12.898.800	14.077.851	15.084.594	15.967.301	16.755.930
IIBB	(417.303.939)	(533.415.562)	(639.556.933)	(742.219.926)	(843.723.704)	(945.096.792)	(1.090.757.049)
Contribución Marginal	3.226.865.792	3.452.669.803	4.471.650.630	5.467.988.378	6.438.997.810	7.394.715.435	8.742.615.396
Amortización Carpa	0	(900.000)	(900.000)	(900.000)	(900.000)	(900.000)	(900.000)
Mantenimiento WMS	0	(3.061.212)	(3.445.192)	(3.760.110)	(4.029.005)	(4.264.770)	(4.475.409)
Costo fijos de fabricación	(632.555.220)	(1.177.565.367)	(1.458.258.909)	(1.751.212.025)	(2.064.627.436)	(2.404.556.463)	(2.776.246.707)
Alquiler apilador reach	0	(1.239.062)	(1.394.483)	(1.521.949)	(1.630.788)	(1.726.217)	(1.811.475)
Amortización transelevador	0	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)	(5.078.723)
Amortización WMS	0	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)	(1.726.766)
Amortización Estructura almacén	0	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)	(1.863.891)
Amortizaciones y depreciaciones	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)	(364.224.082)
Utilidad Bruta	2.230.086.490	1.897.010.701	2.634.758.585	3.337.700.832	3.994.917.120	4.610.374.523	5.586.288.344
Gastos Administrativos	(449.283.474)	(537.314.697)	(604.712.328)	(659.987.757)	(707.185.167)	(748.567.604)	(785.539.564)
EBITDA	2.145.027.098	1.732.589.466	2.402.939.719	3.050.606.537	3.660.625.415	4.234.700.381	5.173.642.242
Operative Income - EBIT	1.780.803.016	1.359.696.003	2.030.046.256	2.677.713.075	3.287.731.952	3.861.806.919	4.800.748.780
Intereses							0
Utilidad Antes de IGA	1.780.803.016	1.359.696.003	2.030.046.256	2.677.713.075	3.287.731.952	3.861.806.919	4.800.748.780
IGA	(623.281.056)	(475.893.601)	(710.516.190)	(937.199.576)	(1.150.706.183)	(1.351.632.422)	(1.680.262.073)
Utilidad Neta	1.157.521.961	883.802.402	1.319.530.067	1.740.513.499	2.137.025.769	2.510.174.497	3.120.486.707

Tabla 3.12.3. Cuadro de resultados de la empresa con la inversión incluida. Elaboración propia.

Se puede observar la vasta diferencia entre utilidad generada por las ventas y la generada por el almacén, lo que justifica el hecho de financiar el proyecto con capital propio, expresado en la sección de financiamiento anteriormente.

3.13. Tasa de descuento

Según la información provista por Metalsa, el cociente entre la deuda que dispone la empresa históricamente y el equity [D/E] puede aproximarse a 0,7 y puede tomarse como constante para los próximos años.

Dentro de las empresas del propio grupo, se realizan préstamos a una tasa anual en dólares del 6%, por lo que se tomará dicho valor como costo de la deuda (Kd).

Para el cálculo del costo del capital propio se tomaron los siguientes valores:

- Tasa libre de riesgo: como promedio de los últimos dos meses del rendimiento del bono a diez años del tesoro americano, obteniéndose una tasa de 1,63%.
- Riesgo sistemático desapalancado (β_u): se consideró un valor de 0.9 correspondiente a la industria referido al mercado americano.
- Rentabilidad media del mercado: se tomó un valor de 9.73%

- Riesgo país: sí bien podría tomarse un riesgo país actual que ronda los 2000 puntos según el EMBI elaborado por JP Morgan, se decidió tomar un valor de 900, que resulte más representativo del promedio argentino de los últimos años y no un valor que es consecuencia de la situación de incertidumbre actual.

Con los datos anteriores se obtuvo una WACC de 8.72%

3.14. Flujo de Fondos IVA

A continuación, se muestra el cálculo discriminado del IVA de las compras y las ventas seguido por el Flujo IVA en pesos para los casos Sin Proyecto, Variaciones de Proyecto y Con Proyecto.

Producto	IVA	IVA Servicios	SIN PROYECTO [AR\$]				
Chasis	21%	27%					
Debito	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	2.247.021.208	2.895.979.811	3.369.647.696	3.827.682.624	4.202.865.598	4.649.345.564	5.341.010.998
Credito	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
MP	-855.592.455	-1.312.137.997	-1.552.437.130	-1.784.850.171	-1.998.866.667	-2.227.196.205	-2.565.486.148
Costos variables de Fabricación	-82.307.138	-149.270.836	-178.982.610	-207.723.005	-236.140.614	-264.522.976	-305.310.066
Costos fijos de fabricación	-132.836.596	-248.145.866	-307.199.025	-368.807.356	-434.699.883	-506.150.993	-584.264.923
Gastos administrativos	-94.349.529	-112.836.086	-126.989.589	-138.597.429	-148.508.885	-157.199.197	-164.963.308
Bienes de Cambio	-12.261.455	-15.802.666	-18.387.358	-20.886.745	-22.934.028	-25.370.362	-29.144.614
Inversiones							
Total	-1.177.347.173	-1.838.193.452	-2.183.995.712	-2.520.864.705	-2.841.150.077	-3.180.439.732	-3.649.169.059
Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Salda Inicial	0	0	0	0	0	0	0
Débito	2.247.021.208	2.895.979.811	3.369.647.696	3.827.682.624	4.202.865.598	4.649.345.564	5.341.010.998
Credito	-1.177.347.173	-1.838.193.452	-2.183.995.712	-2.520.864.705	-2.841.150.077	-3.180.439.732	-3.649.169.059
Pagos a la AFIP	1.069.674.035	1.057.786.360	1.185.651.984	1.306.817.919	1.361.715.521	1.468.905.832	1.691.841.939
Incremento Credito Fiscal	0	0	0	0	0	0	0
Salda Final	0	0	0	0	0	0	0
Flujo IVA	0						

Tabla 3.14.1. Flujo de Fondos IVA de la empresa previo al proyecto. Elaboración propia

Debito	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	0	0	0	0	0	0	0
Ganancia Alquiler	0	2.406.847	2.708.748	2.956.349	3.167.765	3.353.133	3.518.745
Total	0	2.406.847	2.708.748	2.956.349	3.167.765	3.353.133	3.518.745

Credito	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
MP	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables de Fabricacion	0	0	0	0	0	0	0
Costos fijos de fabricacion	0	857.139	964.654	1.052.831	1.128.121	1.194.136	1.253.114
Gastos administrativos	0	0	0	0	0	0	0
Bienes de Cambio	0	0	0	0	0	0	0
Inversiones	-12.057.419						
Alquiler Apilador		-260.203	-292.841	-319.609	-342.465	-362.505	-380.410
Mantenimiento WMS	0	-642.854	-723.490	-789.623	-846.091	-895.602	-939.836
Total	-12.057.419	-45.918	-51.678	-56.402	-60.435	-63.972	-67.131

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Saldo Inicial	0	12.057.419	9.696.491	7.039.420	4.139.473	1.032.144	0
Debito	0	2.406.847	2.708.748	2.956.349	3.167.765	3.353.133	3.518.745
Credito	-12.057.419	-45.918	-51.678	-56.402	-60.435	-63.972	-67.131
Pagos a la AFIP	0	0	0	0	0	-2.257.018	-3.451.614
Incremento Crédito Fiscal	12.057.419	-2.360.929	-2.657.070	-2.899.947	-3.107.330	0	0
Saldo Final	12.057.419	9.696.491	7.039.420	4.139.473	1.032.144	0	0

Flujo IVA	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo IVA	-12.057.419	2.360.929	2.657.070	2.899.947	3.107.330	1.032.144	0

Tabla 3.14.2. Flujo IVA generado por las variaciones del proyecto. Elaboración propia.

Producto	IVA	IVA Servicios	Con Proyecto [AR\$]				
Chasis	21%	27%					

Debito	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	2.247.021.208	2.895.979.811	3.369.647.696	3.827.682.624	4.202.865.598	4.649.345.564	5.341.010.998
Ganancia Alquiler	0	2.428.777	2.652.534	2.833.516	2.932.557	3.065.476	3.201.761
Total	2.247.021.208	2.898.408.589	3.372.300.230	3.830.516.140	4.205.798.155	4.652.411.040	5.344.212.758

Credito	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
MP	-855.592.455	-1.312.137.997	-1.552.437.130	-1.784.850.171	-1.998.866.667	-2.227.196.205	-2.565.486.148
Costos variables de Fabricacion	-82.307.138	-149.270.836	-178.982.610	-207.723.005	-236.140.614	-264.522.976	-305.310.066
Costos fijos de fabricacion	-132.836.596	-246.848.442	-305.782.073	-367.293.726	-433.133.346	-504.513.452	-582.554.581
Gastos administrativos	-94.349.529	-112.836.086	-126.989.589	-138.597.429	-148.508.885	-157.199.197	-164.963.308
Bienes de Cambio	-12.261.455	-15.802.666	-18.387.358	-20.886.745	-22.934.028	-25.370.362	-29.144.614
Inversiones	-12.038.117						
Alquiler Apilador		-262.574	-286.764	-306.330	-317.037	-331.407	-346.141
Licencia WMS	0	-648.712	-708.476	-756.815	-783.268	-818.770	-855.171
Total	-1.189.385.291	-1.837.807.314	-2.183.574.000	-2.520.414.220	-2.840.683.846	-3.179.952.369	-3.648.660.028

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Saldo Inicial	0	0	0	0	0	0	0
Debito	2.247.021.208	2.898.408.589	3.372.300.230	3.830.516.140	4.205.798.155	4.652.411.040	5.344.212.758
Credito	-1.189.385.291	-1.837.807.314	-2.183.574.000	-2.520.414.220	-2.840.683.846	-3.179.952.369	-3.648.660.028
Pagos a la AFIP	1.057.635.918	1.060.601.275	1.188.726.230	1.310.101.921	1.365.114.309	1.472.458.672	1.695.552.730
Incremento Crédito Fiscal	0	0	0	0	0	0	0
Saldo Final	0	0	0	0	0	0	0

Flujo IVA	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo IVA	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.14.3. Flujo IVA de la empresa con proyecto. Elaboración propia.

Cabe destacar que el crédito fiscal generado por la inversión inicial del proyecto es absorbido por las ventas devengadas por la empresa. Por ende, el flujo de fondos IVA generado no será tenido en cuenta en el flujo de fondos del proyecto.

3.15. Flujo de Fondos del Proyecto

Las inversiones corresponden al total invertido en activo fijo de trabajo y la línea de otros gastos corresponde a el alquiler del apilador reach y al costo de soporte del WMS.

Se consideró que el proyecto continuará durante un tiempo indefinido posterior a 2025. Para representar dicho valor se procedió a calcular la perpetuidad considerando que tendrá la misma ganancia que el flujo del año 2025 y requerirá un costo de mantenimiento anual equivalente al valor de las amortizaciones. La tasa utilizada para el cálculo de la perpetuidad fue la WACC (utilizando el flujo en dólares). La perpetuidad se llevó al año 2026, y para expresarla en pesos el tipo de cambio fue considerado en función del incremento sucedido de 2024 a 2025.

		Valor a perpetuidad 2026
CF 2025 (descontando amortizaciones como inversión) [USD]	100.379	1.252.097

Tabla 3.15.1. Cálculo de la perpetuidad. Elaboración propia

Habiendo aclarado el cálculo de perpetuidad, se procede a plasmar el flujo de fondos del proyecto.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ahorros	0	13.834.171	14.699.772	15.409.685	16.015.850	16.547.333	17.022.171
D Costo de Venta	0	0	0	0	0	0	0
D Mano de obra	0	9.752.555	10.106.182	10.396.205	10.643.844	10.860.972	11.054.960
D Costo variable de fabricación	0	0	0	0	0	0	0
D Costo fijos de fabricación	0	4.081.615	4.593.590	5.013.480	5.372.006	5.686.361	5.967.212
Ganancias		11.461.176	12.898.800	14.077.851	15.084.594	15.967.301	16.755.930
Ganancia Almacenamiento	0	11.461.176	12.898.800	14.077.851	15.084.594	15.967.301	16.755.930
Impuestos	0	(4.289.533)	(4.943.315)	(5.479.507)	(5.937.339)	(6.338.764)	(6.697.406)
Impuesto a la ganancias		(3.842.548)	(4.440.262)	(4.930.471)	(5.349.040)	(5.716.040)	(6.043.925)
IIBB	0	(446.986)	(503.053)	(549.036)	(588.299)	(622.725)	(653.481)
Inversiones	(57.416.283)	0	0	0	0	0	0
Otros gastos	0	(4.300.273)	(4.839.675)	(5.282.059)	(5.659.792)	(5.990.987)	(6.286.884)
Alquiler apilador reach	0	(1.239.062)	(1.394.483)	(1.521.949)	(1.630.788)	(1.726.217)	(1.811.475)
Mantenimiento WMS	0	0	0	0	0	0	0
		(3.061.212)	(3.445.192)	(3.760.110)	(4.029.005)	(4.264.770)	(4.475.409)
Total en \$ ARG	(57.416.283)	16.705.540	17.815.581	18.725.969	19.503.312	20.184.882	20.793.812

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
FF [USD]	-942.105	229.201	217.188	209.167	203.311	198.783	195.142	1.252.097

Tabla 3.15.2. Flujo de Fondo del Proyecto. Elaboración propia.

Dado que la inversión del proyecto es pequeña frente a la utilidad neta de la empresa, Metalsa lo financiaría con un giro de caja, teniendo un impacto marginal en sus ganancias.

3.16. Balance

A continuación, se presentan los balances de la empresa con variaciones de proyecto y con el proyecto. Es importante aclarar que Metalsa cuenta con las siguientes políticas:

- Distribución de dividendos a accionistas del 5% de la utilidad
- Cobranzas a clientes de 60 días
- Pago a proveedores de 60 días.
- Stock de Bienes de Cambio de 3 días

Los resultados no asignados (RNA) corresponden a las utilidades netas acumuladas de los ejercicios anteriores, calculada en los cuadros de resultados, mientras que el capital a todos los activos fijos involucrados en el balance de la empresa con el proyecto.

A continuación, se puede ver el balance de variaciones del proyecto.

Balance Variaciones de Proyecto [AR\$]	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Disponibilidad	(69.362.485)	(46.116.446)	(21.203.476)	5.096.888	31.745.881	56.498.206	81.906.630
Créditos por ventas (a 60 días)		(192.005)	(208.566)	(219.959)	(228.718)	(239.095)	(242.995)
Bienes de Cambio (stock a 3 días)							
Créditos IVA	12.038.117	9.223.202	6.148.956	2.864.955			
Total Activo Corriente	(57.324.368)	(37.085.249)	(15.263.086)	7.741.884	31.517.164	56.259.112	81.663.635
Cargos diferidos	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085
Bienes de Uso (VO)	52.016.283	52.016.283	52.016.283	52.016.283	52.016.283	52.016.283	52.016.283
Amortizaciones Acumuladas		(8.669.380)	(17.338.761)	(26.008.141)	(34.677.522)	(43.346.902)	(52.016.283)
Total Activo No Corriente	57.324.368	48.654.987	39.985.607	31.316.226	22.646.846	13.977.465	5.308.085
Activo Total		11.569.738	24.722.520	39.058.110	54.164.009	70.236.577	86.971.720
Deudas Comerciales (A 60 días)							
Deudas fiscales							
Deudas Bancarias							
Total Pasivo Corriente							
Deudas Bancarias LP							
Total Pasivo No Corriente							
Pasivo Total							
Capital							
RNA		11.569.738	24.722.520	39.058.110	54.164.009	70.236.577	86.971.720
Patrimonio Neto		11.569.738	24.722.520	39.058.110	54.164.009	70.236.577	86.971.720
Pasivo + Patrimonio Neto		11.569.738	24.722.520	39.058.110	54.164.009	70.236.577	86.971.720

Tabla 3.16.1. Balance de las variaciones del proyecto. Elaboración propia.

Finalmente, se realizó el balance de la empresa con el proyecto, pudiéndose ver a continuación. Cabe destacar que, si bien se dispone de un déficit en las disponibilidades en 2019, éste se genera por no disponer de los datos de los créditos por venta de 2018, cuyo valor corresponde a una cifra significativamente mayor.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Disponibilidad	(23.554.829)	1.112.496.249	2.443.214.890	3.947.593.026	5.473.409.770	7.025.538.733	8.814.754.956
Créditos por ventas (a 60 días)	2.157.853.700	2.781.059.977	3.235.931.518	3.675.790.457	4.036.085.217	4.464.847.725	5.129.066.117
Bienes de Cambio (stock a 3 días)	93.887.079	128.996.149	148.358.576	168.329.127	187.480.989	207.819.404	236.812.247
Créditos IVA	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo Corriente	2.228.185.950	4.022.552.376	5.827.504.984	7.791.712.610	9.696.975.976	11.698.205.861	14.180.633.320
Cargos Diferidos	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085	5.308.085
Bienes de Uso (VO)	112.016.283	112.016.283	112.016.283	112.016.283	112.016.283	112.016.283	112.016.283
Amortizaciones Acumuladas	(364.224.082)	(738.002.225)	(1.111.780.368)	(1.485.558.511)	(1.859.336.654)	(2.233.114.797)	(2.606.892.940)
Total Activo No Corriente	(246.899.714)	(620.677.857)	(994.456.000)	(1.368.234.143)	(1.742.012.286)	(2.115.790.429)	(2.489.568.572)
Activo Total	1.981.286.236	3.401.874.518	4.833.048.984	6.423.478.467	7.954.963.689	9.582.415.432	11.691.064.748
Deudas Comerciales (A 60 días)	821.640.373	1.260.069.029	1.490.832.482	1.714.022.783	1.919.546.561	2.138.815.403	2.463.681.142
Deudas fiscales							
Deudas Bancarias							
Total Pasivo Corriente	821.640.373	1.260.069.029	1.490.832.482	1.714.022.783	1.919.546.561	2.138.815.403	2.463.681.142
Deudas a Largo Plazo							
Total Pasivo No Corriente							
Pasivo Total	821.640.373	1.260.069.029	1.490.832.482	1.714.022.783	1.919.546.561	2.138.815.403	2.463.681.142
Dividendos Distribuidos	(57.876.098)	(48.646.502)	(60.619.185)	(68.769.474)	(66.167.998)	(70.632.363)	(90.165.853)
Capital	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000	60.000.000
RNA	1.157.521.961	2.130.451.991	3.342.835.686	4.718.225.157	6.041.585.127	7.454.232.393	9.257.549.459
Patrimonio Neto	1.159.645.863	2.141.805.490	3.342.216.501	4.709.455.683	6.035.417.128	7.443.600.029	9.227.383.606
Pasivo + Patrimonio Neto	1.981.286.236	3.401.874.518	4.833.048.984	6.423.478.467	7.954.963.689	9.582.415.432	11.691.064.748

Tabla 3.16.2. Balance final de la empresa. Elaboración propia.

3.17. Valor actual neto o VAN

Usando la WACC como tasa de descuento, se obtuvo un VAN (valor actual neto) de USD **707.481.-** Esto quiere decir que el proyecto sería económicamente viable además de generar una optimización operativa en la empresa.

3.18. Tasa interna de retorno o TIR

La TIR dio un valor de **23.96%**, como era de esperarse al ser el VAN positivo, es menor que la WACC, por lo que se puede afirmar que el proyecto es económica y financieramente viable.

3.19. Período de Repago

El proyecto sería finalmente repagado al **5to año** de su implementación, asumiendo la disminución del valor del dinero en dólares a lo largo de su tiempo de duración.

4. RIESGOS

4.1.Introducción

En la evaluación del presente proyecto de inversión, el riesgo y la incertidumbre son factores que se presentan con frecuencia. La diferencia entre ambos radica en que el riesgo considera supuestos de una proyección basados en probabilidad de ocurrencia estimables y la incertidumbre enfrenta eventos futuros para los cuales es imposible asignar una probabilidad.

El presente capítulo aplica una metodología técnica al proyecto de inversión para el análisis de riesgos con la finalidad de determinar la manera más adecuada de mitigarlos, reducirlos o incluirlos en la cotización final del proyecto.

Se requiere comprender la variabilidad de las principales variables asociadas al proyecto para realizar un estudio estocástico, el cual mediante una simulación siguiendo el método de Montecarlo permitirá analizar todos los escenarios posibles con sus correspondientes probabilidades de ocurrencia.

En primer lugar, se identificaron las principales variables que podrían generar cambios significativos en el VAN del proyecto. Se estudiaron de manera individual todas ellas con la finalidad de entender qué distribución sigue cada una para modelizar los distintos escenarios.

Con un diagrama de Tornado se analizarán todas las variables presentadas para entender el impacto que podría generar cada una de ellas sobre el proyecto.

Partiendo de las variables definidas con sus distribuciones se realizó una simulación para obtener en qué valores se espera resulten el VAN del proyecto y del período de repago.

Estos resultados permiten evaluar distintos métodos para mitigar el riesgo asociado a estos factores e intentar mejorar el proyecto mediante opciones reales.

4.2.VARIABLES DE REFERENCIA

Las variables de referencia son aquellas que permiten medir el resultado de los distintos escenarios modelados.

En el presente análisis se eligió optar por aquellas variables que representan indicadores de la rentabilidad del proyecto.

- VAN (Valor Actual Neto)
- Período de Repago Descontado.

Se comenzó analizando el VAN dado que es la variable que permite entender la viabilidad del proyecto. Cuando su valor es menor a cero, el proyecto deja de ser rentable, por lo que una elevada probabilidad de ocurrencia es motivo para descartar la realización del proyecto.

Es por esto que es de suma importancia asegurar con un alto nivel de certeza que el valor del VAN será mayor a cero. Además de garantizar la rentabilidad del proyecto, se podrá cuantificar la probabilidad de que el mismo no lo sea.

El período de repago indica cuanto tiempo se tardará en recupera la inversión. Cuanto menor sea esta variable, mayor será el atractivo del proyecto.

Modificar las variables de decisión permitió analizar los diferentes resultados del proyecto, contemplando así todos los escenarios posibles para la toma de decisiones.

4.3. Variables de Decisión

Tal como se describió en los capítulos anteriores, el impacto del proyecto no se centra en generar mayores ingresos, sino en un incremento de utilidades debido a una reducción de costos de fabricación.

Por esta razón, las variables a analizar tendrán mayor relación con aquellos potenciales ahorros que el proyecto propone generar.

Las mismas se listan a continuación:

- Inflación anual en pesos
- Variación de precios de las inversiones
 - Costo del transelevador
 - Costo de construcción de estanterías
 - Costo del WMS
 - Costo del alquiler de la carpa provisoria
- Variación de ahorros
 - Alquiler de los autoelevadores
- Otros gastos
 - Variación del alquiler del apilador reach
 - Variación del precio del mantenimiento del WMS

Para cada una estas variables, se definió qué tipo de distribución de probabilidad es la que mejor se ajusta. Con aquellas variables como la inflación o el tipo de cambio que cuentan con valores históricos y los cuales variarán en los próximos años, fue necesario encontrar una ecuación que vincule el escenario actual con el posible escenario futuro.

A continuación, se detalla el caso puntual de cada variable.

4.4. Inflación en pesos

Para la estimación de la inflación hasta el año 2025, se tomó como base la proyección de inflación provista por la cátedra, y se la ajustó tomando en cuenta el contexto político-económico actual al momento de realizadas dichas proyecciones, obteniendo lo que se denominó como “Inflación Corregida”.

El ajuste consistió en corregir el dato de la inflación del 2019 tomando el valor real esperado medido en octubre cuantificado en un 42%, y se estimó el valor para los años siguientes asumiendo una inflación ralentizada a cada período multiplicando el valor esperado del año anterior por la variación porcentual año a año de los datos provistos por la cátedra.

Obteniendo la estimación que se muestra a continuación:

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inflacion Corregida	42%	24%	18%	12%	7%	5%	5%
Inflacion Acumulada	42%	76%	106%	132%	149%	162%	175%

Tabla 4.4.1. Inflación en pesos. Elaboración propia con datos provistos por la Cátedra.

Se buscó encontrar una ecuación que permita su estimación, y a partir de graficar los valores se puede ver como la serie tiende a estabilizarse, por lo que se propuso utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Inflación} = a X^c \text{ (Fórmula 4.4.1.)}$$

Donde “ X ” representa el periodo, “ a ” el valor inicial y “ c ” la tasa de variación.

Para estimar el valor de “ c ” correspondiente a cada escenario, se graficó la inflación corregida y la inflación resultante de la ecuación propuesta, y a través de sucesivas iteraciones, se obtuvo el valor de “ c ” que lograba una superposición aproximada de dichas gráficas. Dicho valor se tomó como el valor esperado.

Para estimar los valores favorables y desfavorables de “ c ”, se decidió tomar el supuesto de que para la situación desfavorable el parámetro “ c ” tome un valor del doble del esperado, es decir “ $2c$ ”, y para el escenario favorable la mitad de este, es decir “ $c/2$ ”, dando como resultado los que se muestran a continuación:

Y=A*X^C		C	
A	42%	Esperado	-1,1
X	Período	Escenario 1	-2,2
C	-1,1	Escenario 2	-0,55

Período	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inflación Estimada	1	2	3	4	5	6	7
Esperada	42,00%	19,59%	12,54%	9,14%	7,15%	5,85%	4,94%
Escenario 1	42%	9%	4%	2%	1%	1%	1%
Escenario 2	42%	29%	23%	20%	17%	16%	14%

Tabla 4.4.2. Ecuación proyectada de la inflación en pesos. Elaboración propia.

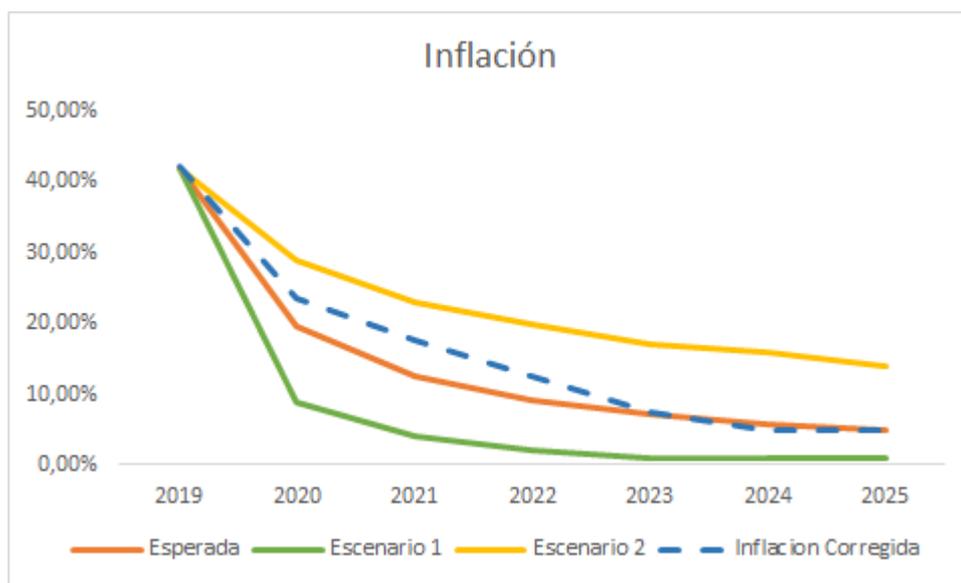


Gráfico 4.4.1. Inflación corregida, Escenario 1, Escenario 2 y Esperada. Elaboración propia.

4.4.1. Distribución del parámetro C

El Parámetro “c” fue calculado como se explicó anteriormente, y luego se analizó qué distribución de probabilidad se le asignaría, para finalmente concluir lo siguiente:

$$C = \text{Triangular}(-2.2, -1.1, -0.55) \text{ (Fórmula 4.4.1.1.)}$$

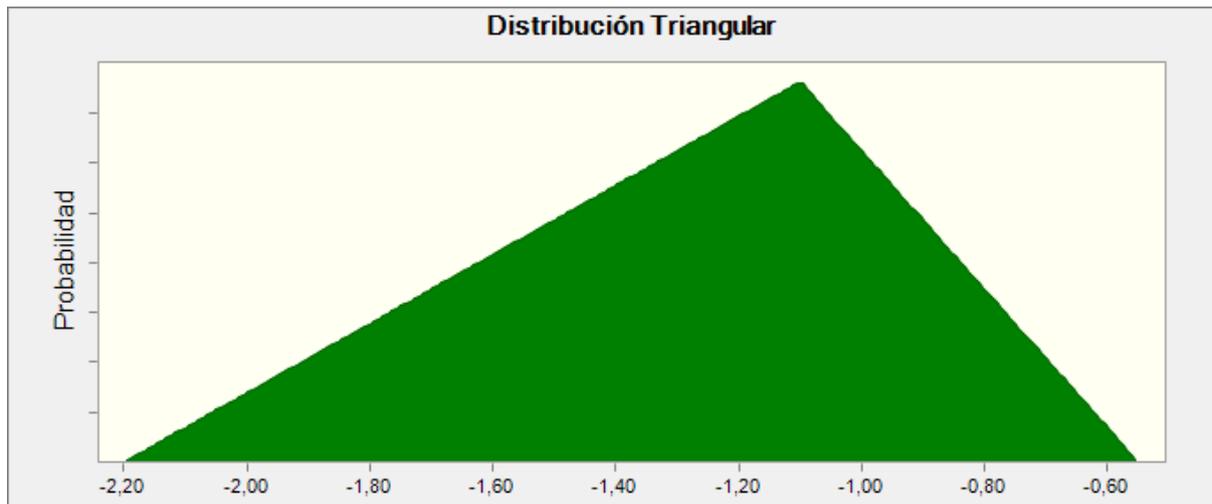


Gráfico 4.4.1.1. Distribución de probabilidad C. Elaboración propia

4.4.2. Influencia de la inflación sobre el ahorro de la Mano de Obra

La mano de obra representa un componente de suma importancia en la estructura de costos de la compañía y la misma irá creciendo junto con el volumen producido por Metalsa.

Todos los operarios de la planta están suscritos a un convenio colectivo de trabajo con la Unión Obrera Metalúrgica (UOM), el cual establece bandas salariales, sueldos mínimos y, todos los años en las negociaciones paritarias, acuerda con las empresas los aumentos salariales.

Estos aumentos, si bien en la realidad no acompañan con exactitud las variaciones de la inflación, disponen de la misma tendencia y se espera que en condiciones normales tengan el mismo comportamiento a futuro, es decir que converjan al mismo valor con el transcurso de los años. Por ende, se prosiguió a analizar la relación entre dichas variables.

Existe la posibilidad que, dentro de un contexto político cambiante, existan otros costos laborales imprevistos al momento, tales como bonos excepcionales o cambios en los pisos salariales. Dichos sucesos se verán contemplados dentro de la relación entre las variables analizadas.

A modo de referencia, en los últimos 5 años se acordaron 3 aumentos salariales por año, los cuales tuvieron como valor máximo 20%, mínimo 5% y promediaron un 8% en cada aumento.

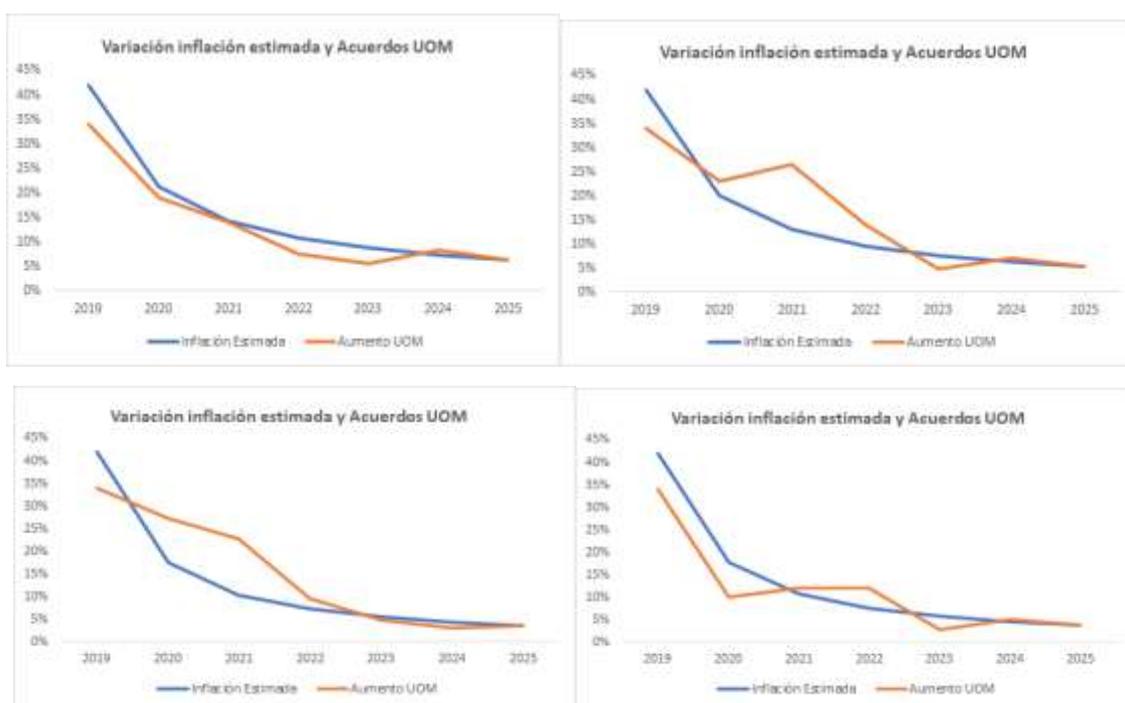
Para estimar los acuerdos salariales, inicialmente se buscó relacionar los históricos (2006-2019) con la inflación (también histórica). Posteriormente se analizó la diferencia entre su variación en los últimos 15 años y, utilizando el Input Analyzer, se modeló dicha diferencia con una distribución triangular, cuya magnitud disminuiría (primero un 20% anual, luego un 10% y finalmente un 5%) bajo la premisa de que los acuerdos salariales tenderán a comportarse como la variación inflacionaria:

Desfasaje Inflación-UOM		2020	2021	2022	2023	2024	2025
Distribución Triangular	Mínimo	-0,14	-0,12	-0,09	-0,07	-0,07	-0,06
	Esperado	-0,10	-0,08	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04
	Máximo	0,32	0,25	0,20	0,16	0,15	0,14

Tabla 4.4.2.1. Cálculo desfase aumento salarial- inflación para cada año del proyecto. Elaboración propia.

Finalmente, se modeló el acuerdo de la UOM de la siguiente forma:

$$\text{Acuerdo UOM} = \text{Inflación} \cdot \text{Desfasaje Inflación} - \text{UOM} \quad (\text{Fórmula 4.4.2.1})$$



Gráficas 4.4.2.1. Ejemplos de relación entre tendencia inflacionaria y acuerdos UOM estimados por Crystal ball. Elaboración Propia.

Nota: A fin de evitar obtener un descenso salarial, lejos de ser un escenario irreal, se formuló la siguiente premisa: Si $(\text{Inflación} + \text{“Desfasaje Inflación-UOM”}) < 0$, entonces Acuerdo UOM = Inflación.

4.5. Tipo de cambio

Esta variable impacta en más de una arista del proyecto. Por un lado, su variación afecta nominalmente tanto la inversión medida en pesos, como al costo de alquileres (autoelevadores y Apilador Reach) y el mantenimiento del WMS, haciéndola crecer o disminuir según se aprecie o devalúe la moneda.

Pero principalmente afecta el ahorro de mano de obra que se obtiene por realizar el proyecto. Como se explicó anteriormente está afectado directamente por la inflación, tipo de cambio y por los acuerdos de la UOM.

Para estimar el tipo de cambio, se analizó la diferencia entre su variación en los últimos 15 años y la inflación en pesos de Argentina.

	<i>Tipo cambio</i> <i>Focusnomics</i>	<i>Inflación</i> <i>Focusnomics (%)</i>	<i>Tipo Cambio</i> <i>Corregido</i>	<i>Delta TC</i>	<i>Inflación</i>	<i>Diferencia</i>
2009	3,80	6,27	3,80	-	6,27%	-
2010	3,97	10,46	3,97	4,45%	10,46%	6,01%
2011	4,30	9,78	4,30	8,39%	9,78%	1,39%
2012	4,92	10,04	4,92	14,23%	10,04%	-4,19%
2013	6,52	18,37	6,52	32,63%	18,37%	-14,26%
2014	8,46	37,95	8,46	29,83%	37,95%	8,12%
2015	12,94	26,74	12,94	52,85%	26,74%	-26,10%
2016	15,86	41,16	15,86	22,60%	41,16%	18,56%
2017	18,60	27,68	18,60	17,30%	27,68%	10,37%
2018	37,66	34,28	37,66	102,45%	34,28%	-68,17%
2019	47,71	42,10	62,00	64,61%	42,10%	-22,51%

Tabla 4.5.1. Tipo de cambio corregido. Elaboración propia.

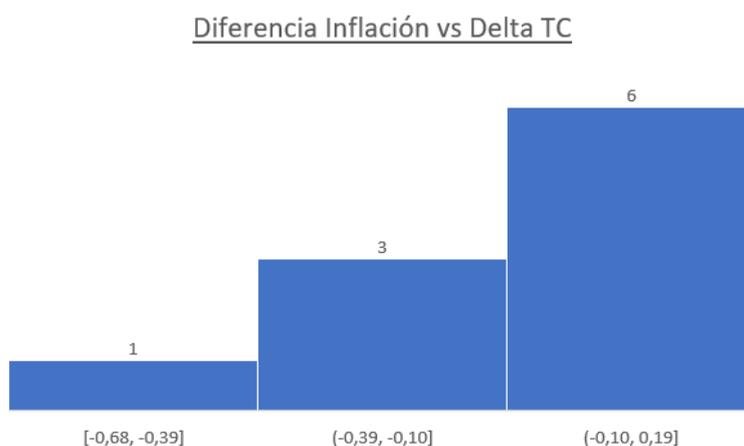


Gráfico 4.5.1. Histograma de la diferencia entre TC e inflación. Elaboración propia.

Utilizando Crystal Ball, se modeló dicha diferencia como una distribución triangular, como puede verse a continuación:

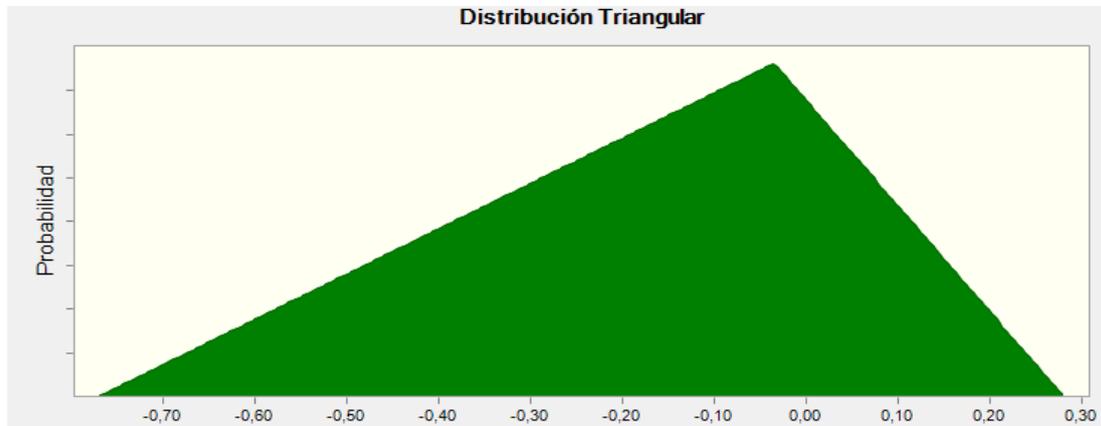


Gráfico 4.5.2. Distribución triangular sobre diferencia histórica entre inflación y variación del Tipo de Cambio. Elaboración propia.

Distribución Triangular	Mínimo	-0,77
	Esperado	-0,035
	Máximo	0,28

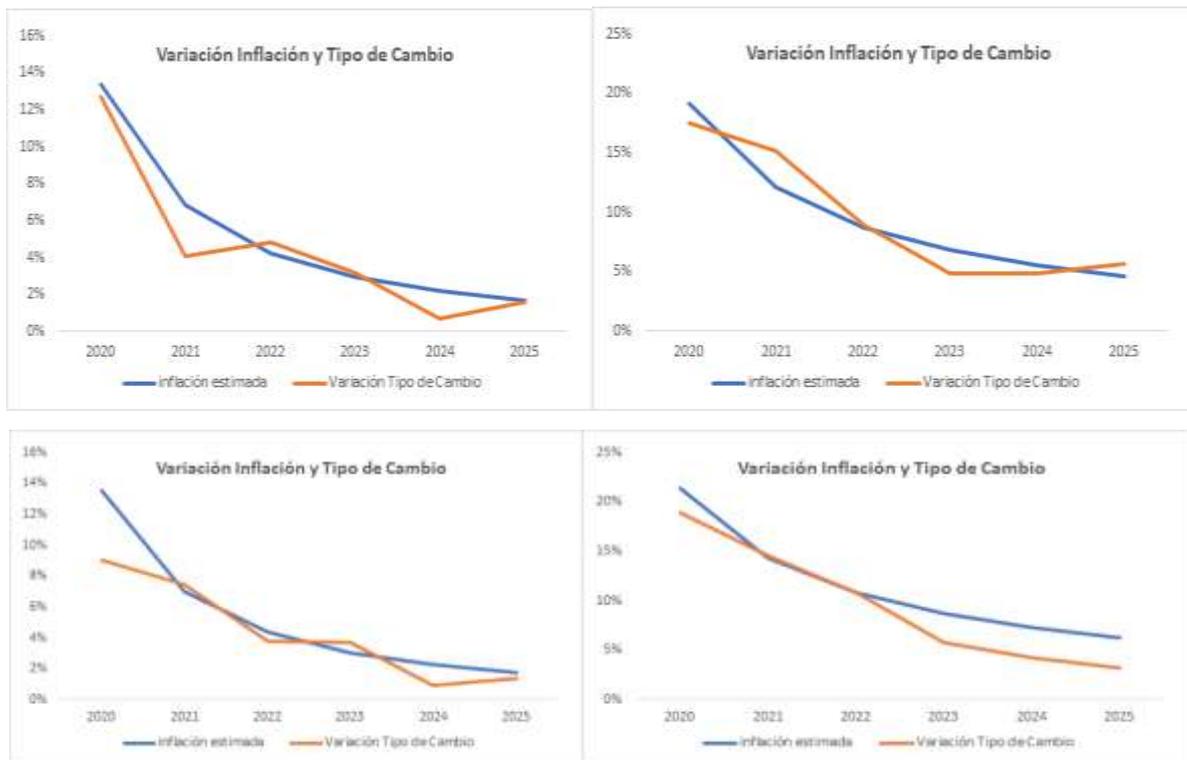
Tabla 4.5.2. Valores mínimo, esperado y máximo de la distribución triangular. Elaboración propia.

Posteriormente, con ayuda del mismo programa, se estimó el valor de un factor aleatorio distinto para cada año para asegurar una correcta aleatoriedad, utilizando para cada año la distribución mencionada anteriormente. Este factor es influenciado por la inflación de cada año correspondiente, debido a que existe una relación entre ellos, con el fin de asegurar que la variación siga la misma tendencia que la inflación.

$$\text{Tipo de Cambio}_n = \text{Tipo de Cambio}_{n-1} * [1 + \text{inf} * (1 + \text{Triangular}(-0,77; -0,035; 0,28))] \\ (\text{Fórmula 4.5.1.})$$

Utilizando el tipo de cambio de 2019 como el inicial, se realizaron varias simulaciones para la corroboración de la ecuación propuesta.

A continuación, en los siguientes gráficos, pueden observarse los resultados:



Gráficas 4.5.3. Simulaciones de la relación entre Inflación y Tipo de Cambio con distintas corridas del Crystal Ball. Elaboración propia.

4.6. Variación de precios de las inversiones

No se espera que estos costos sufran grandes variaciones, pero debido a que se trata de un proyecto de inversión, es indispensable considerar la posibilidad de que alguna de las principales inversiones tenga variaciones.

Para ello consideramos como principales inversiones el costo del transelevador, la construcción de las estanterías, la adquisición del WMS y el alquiler de la carpa provisoria.

A modo de referencia, la construcción es el componente mencionado que se espera tenga mayores variaciones de costos. Al no contar con datos históricos asignaremos una distribución triangular para estos casos, tomando un piso y un techo de un 10% para el transelevador, el WMS y el alquiler de la carpa, mientras que para la construcción los límites estarán alejados un 20% del valor esperado inicialmente.

Resultando de esta manera, las siguientes distribuciones:

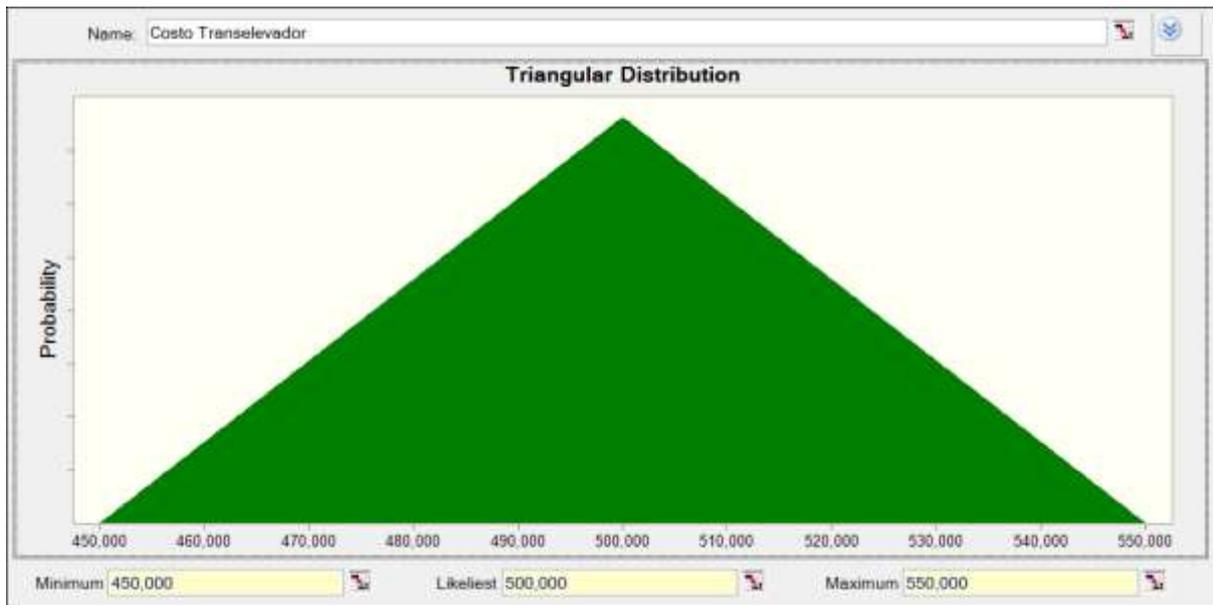


Gráfico 4.6.1. Distribución Costo Transelevador en USD. Elaboración propia.

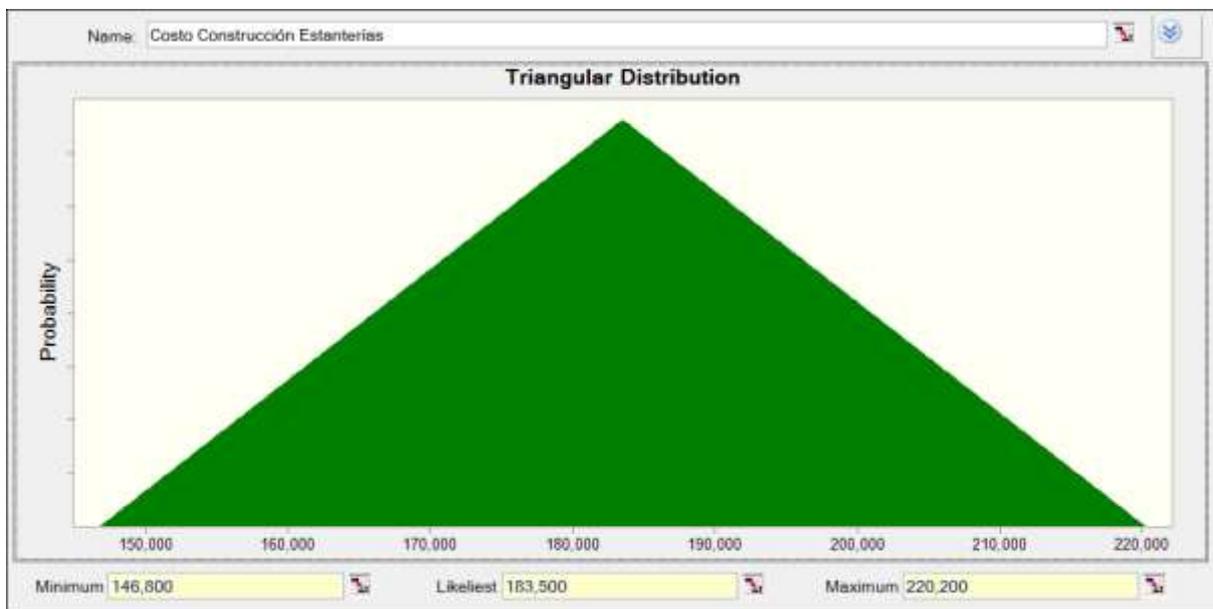


Gráfico 4.6.2. Distribución Costo Construcción Estantería en USD. Elaboración propia.

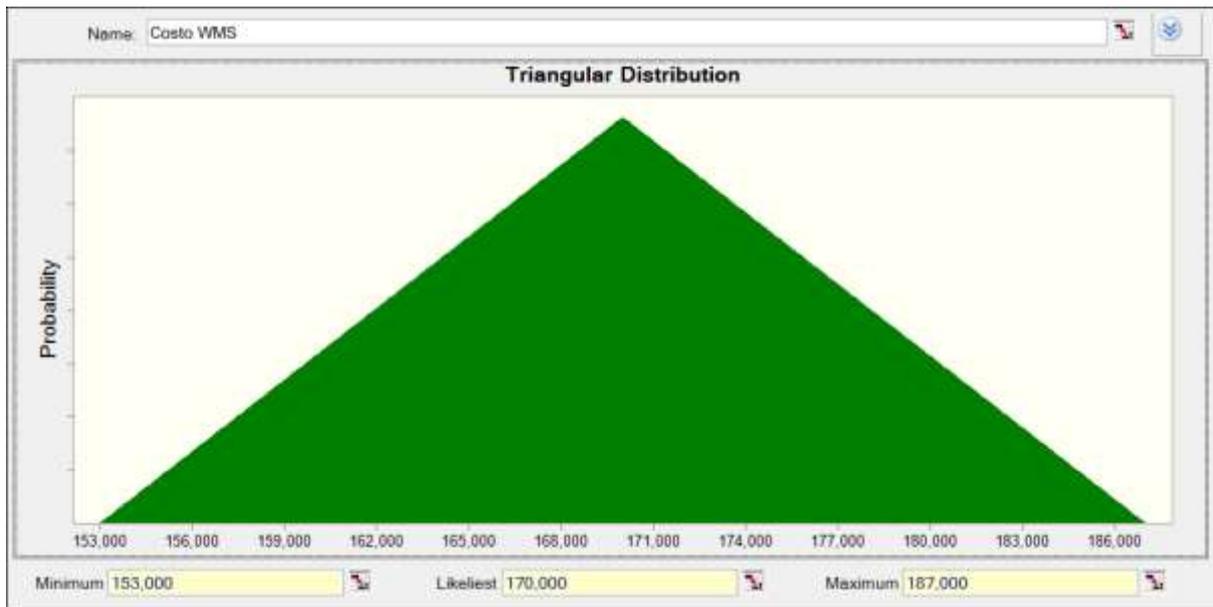


Gráfico 4.6.3. Distribución Costo WMS en USD. Elaboración propia.

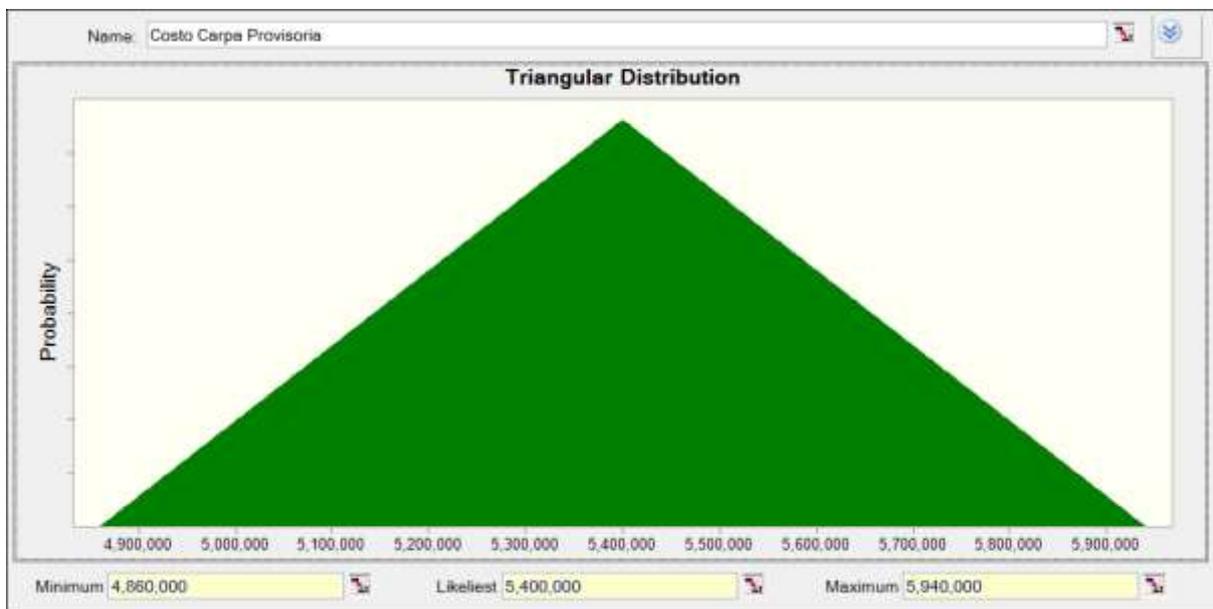


Gráfico 4.6.4. Distribución Costo Carpa Provisoria en AR\$. Elaboración propia .

	<i>Distribución</i>
Costo Transelevador (USD)	Triangular (450.000; 500.000;550.000)
Costo Construcción Estanterías (USD)	Triangular (146.800;183.500;220.200)
Costo WMS (USD)	Triangular (153.000;170.000;187.000)
Costo Carpa Provisoria (AR\$)	Triangular (5.940.000; 5.400.000; 4.860.000)

Tabla 4.6.1. Distribución de costos de las inversiones en pesos argentinos. Elaboración propia.

4.7. Variación de ahorros del proyecto

Otro escenario propuesto consiste en la variación del precio de mercado de los autoelevadores, por ejemplo, por cierre de importaciones o aumento en el precio de mercado internacional, aumentando considerablemente el costo del alquiler de estos. Teniendo en cuenta que el proyecto implica un uso intensivo de estas máquinas es de suma importancia evaluar la variabilidad de este factor.

Para el análisis de este escenario se considerará un aumento de hasta el 12% sobre el ahorro de autoelevadores de USD 14.000 que implica el proyecto inicialmente. Para analizar este caso se modelará una distribución triangular (12.320, 14.000, 15.680).

Aplicaremos el mismo supuesto al apilador reach y al costo de mantenimiento del WMS.

El alquiler del apilador cuesta 17.000 USD anuales según lo estimado. Para analizar este caso se modelará una distribución triangular (14.960, 17.000, 19.040).

El mantenimiento anual del WMS cuesta 42.000 USD anuales según lo estimado. Para analizar este caso se modelará una distribución triangular (35.700, 42.000, 48.300).

	<i>Distribución</i>
Alquiler de Autoelevadores (USD)	Triangular (12.320;14.000;15.680)
Alquiler de Apilador Reach (USD)	Triangular (14.960;17.000;19.040)
Mantenimiento Anual del WMS (USD)	Triangular (35.700;42.000;48.300)

Tabla 4.7.1. Distribución de los costos de los ahorros en pesos argentinos. Elaboración propia.

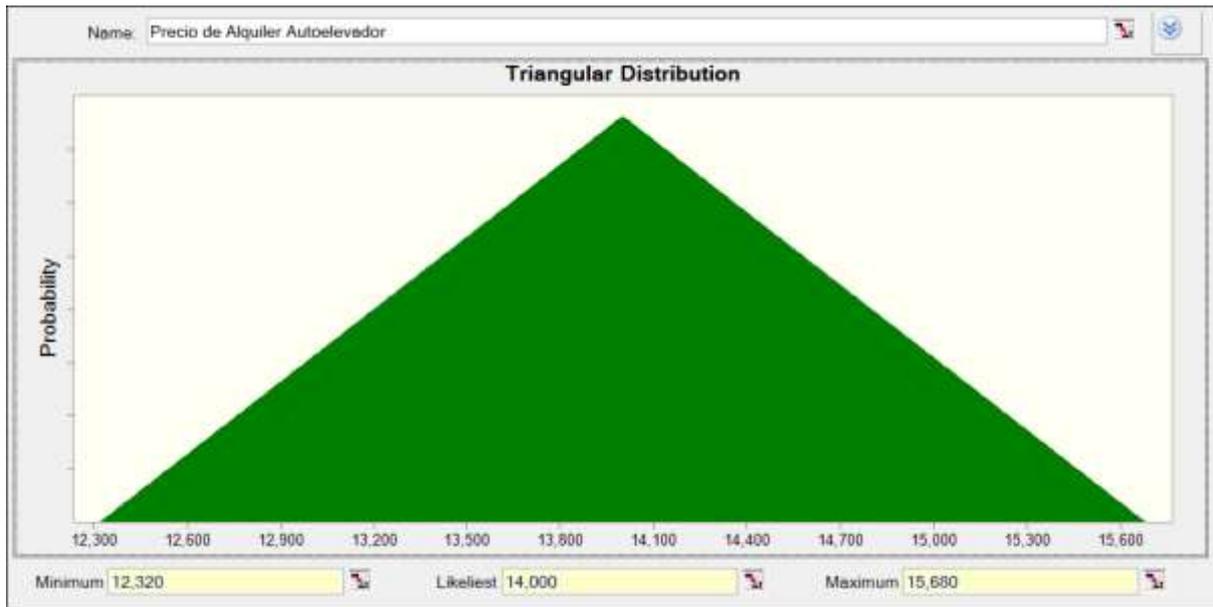


Gráfico 4.7.1. Distribución Ahorro Alquiler Autoelevadores en USD. Elaboración propia.

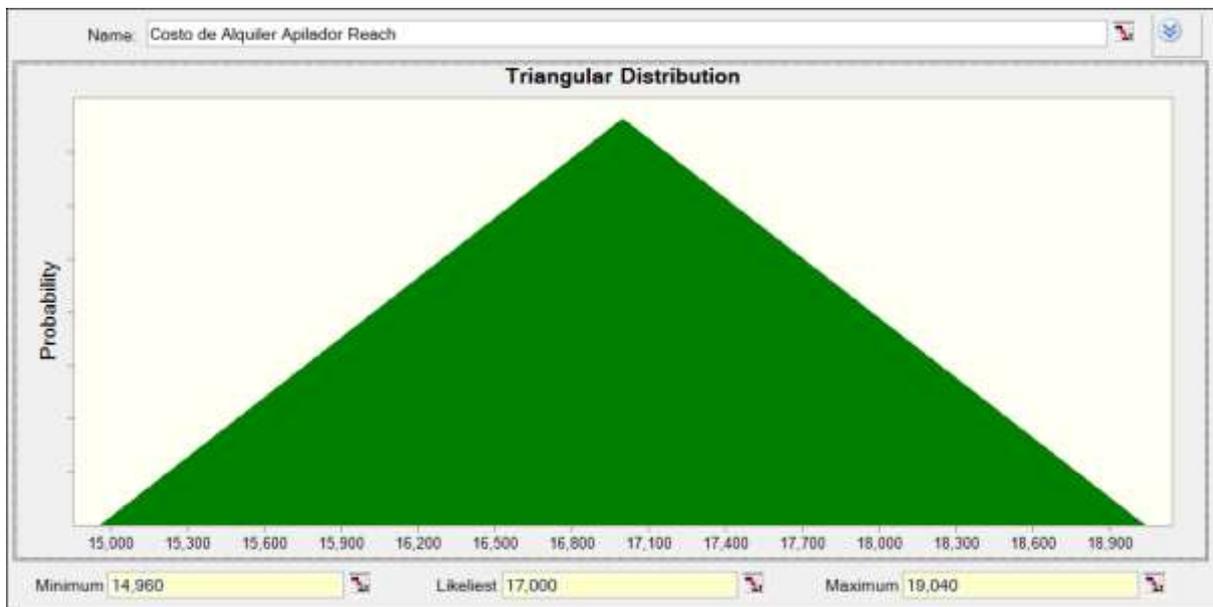


Gráfico 4.7.2. Distribución Costo Alquiler Apilador Reach en USD. Elaboración propia.

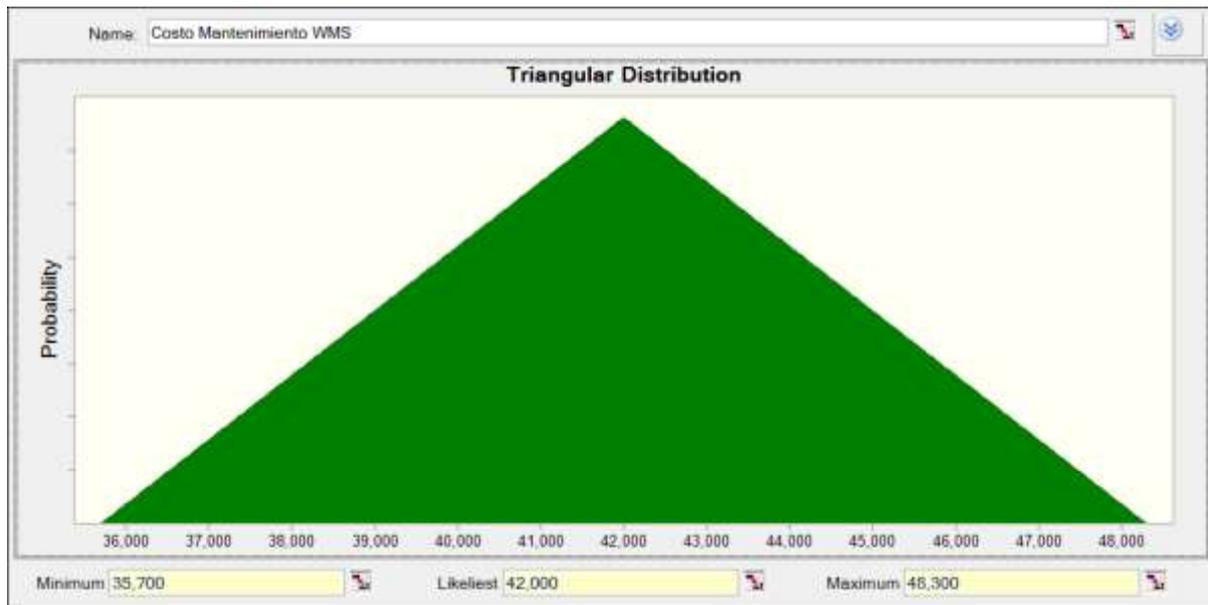


Gráfico 4.7.3. Distribución Costo Mantenimiento WMS en USD. Elaboración propia.

4.8. Tablero de Riesgos

Para realizar adecuadamente la simulación de riesgos se construyeron los siguientes tableros en Excel, primero representando las variables de referencia a analizar y luego las variables de decisión a variar:

Outputs	
VAN	213.923
TIR	15%
Periodo de repago	7

Tabla 4.8.1. Cuadro de outputs a modo de ejemplo. Elaboración propia.

		Inputs				
		Tipo de distribución	CASO1	Esperado	CASO2	
S U C E S O S	Económicos	Inflacion anual en ARS (Parametro C)	Triangular	-2,20	-1,10	-0,55
	Variacion de precio de las inversiones	Costo del transelevador [USD]	Triangular	550.000	500.000	450.000
		Costos de construccion [USD]	Triangular	220.200	183.500	146.800
		Costo del WMS [USD]	Triangular	187.000	170.000	153.000
		Costo de carpa provisoria [ARS]	Triangular	5.940.000	5.400.000	4.860.000
Ahorros	Variación alquiler autoelev [USD]	Triangular	15.680	14.000	12.320	
Otros Gastos	Variación del alquiler del apilador reach [USD]	Triangular	19.040	17.000	14.960	
	Variación del precio del mantenimiento del WMS [USD]	Triangular	48.300	42.000	35.700	

Tabla 4.8.2. Tablero de riesgos en Excel. Elaboración propia

4.9. Análisis de Sensibilidad

4.9.1. Tornado Chart

Para estimar la sensibilidad estimada sobre nuestras variables de referencia, se presenta el siguiente gráfico:

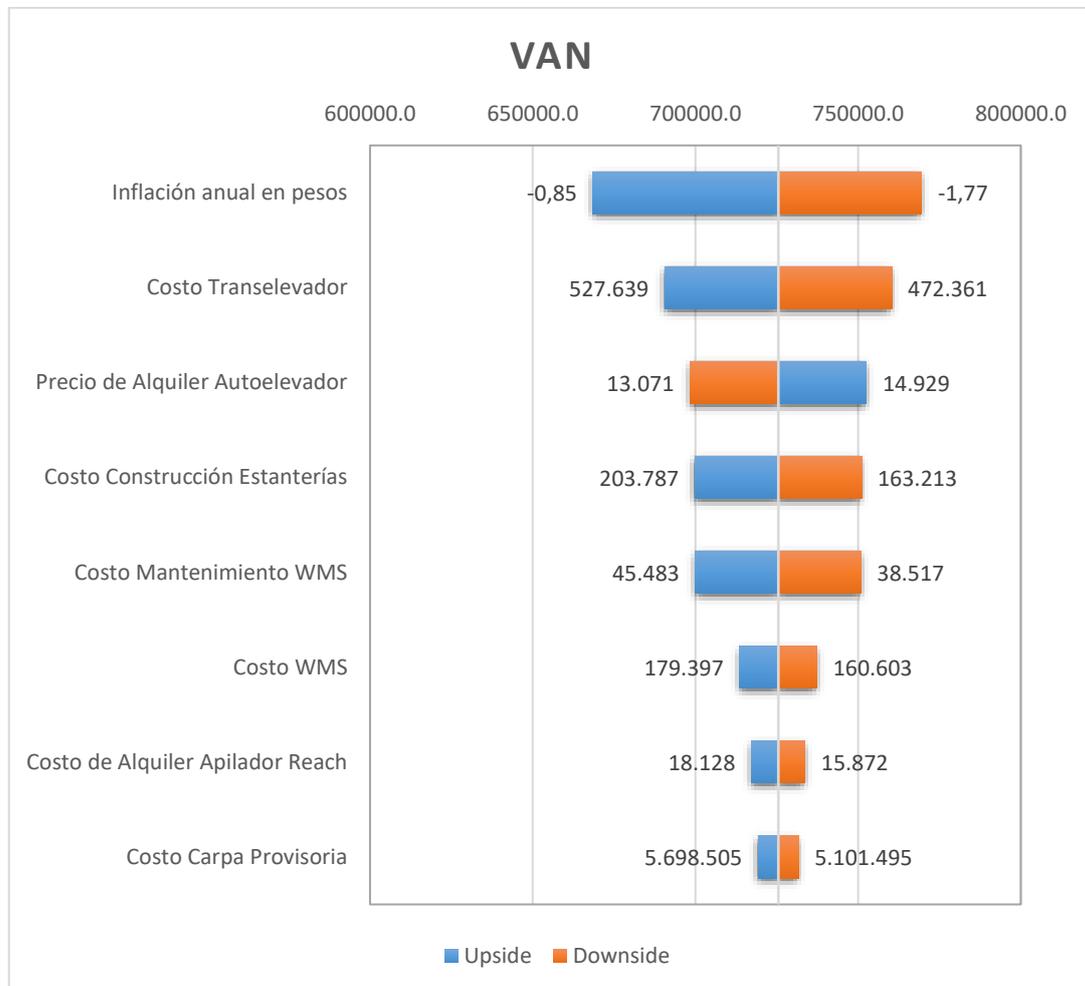


Gráfico 4.9.1.1. Tornado Chart de las variables de referencia. Elaboración propia.

Como era de esperarse, la mayor variabilidad en el proyecto es generada por la inflación en pesos, a posteriori el costo de compra del transelevador, el cual representa nuestra mayor inversión y en tercer lugar el costo de las estanterías.

4.9.2.Spider Chart

Luego se realizó el Spider Chart para determinar la significatividad de las variables.

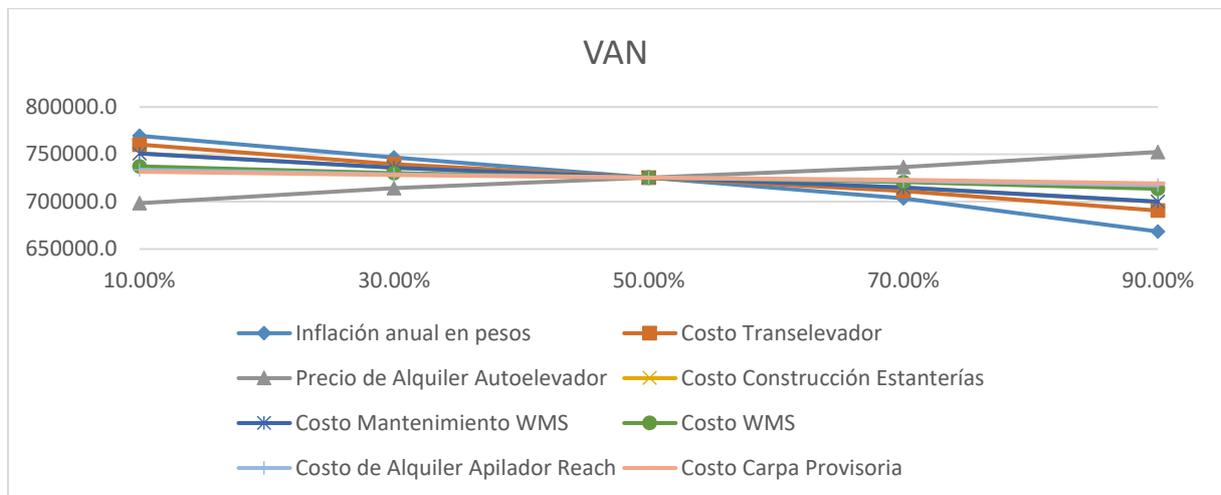


Gráfico 4.9.2.1. Spider chart. Elaboración propia.

Se puede observar que la inflación monetaria genera un efecto negativo en el proyecto con mayor probabilidad de ocurrencia mientras que la variación en el costo de alquiler de autoelevadores tiene mayor probabilidad de generar una influencia positiva en éste. Si bien se puede evidenciar que la probabilidad de que el Valor Actual Neto resulte negativo es nula, se tomarán las medidas necesarias para que éste sea lo mayor posible.

4.10.Simulación de Montecarlo

Utilizando las variables de riesgo mencionadas anteriormente, se realizó una simulación de Montecarlo de 10.000 corridas sobre el VAN y el período de repago del proyecto, donde se obtuvieron los siguientes gráficos:

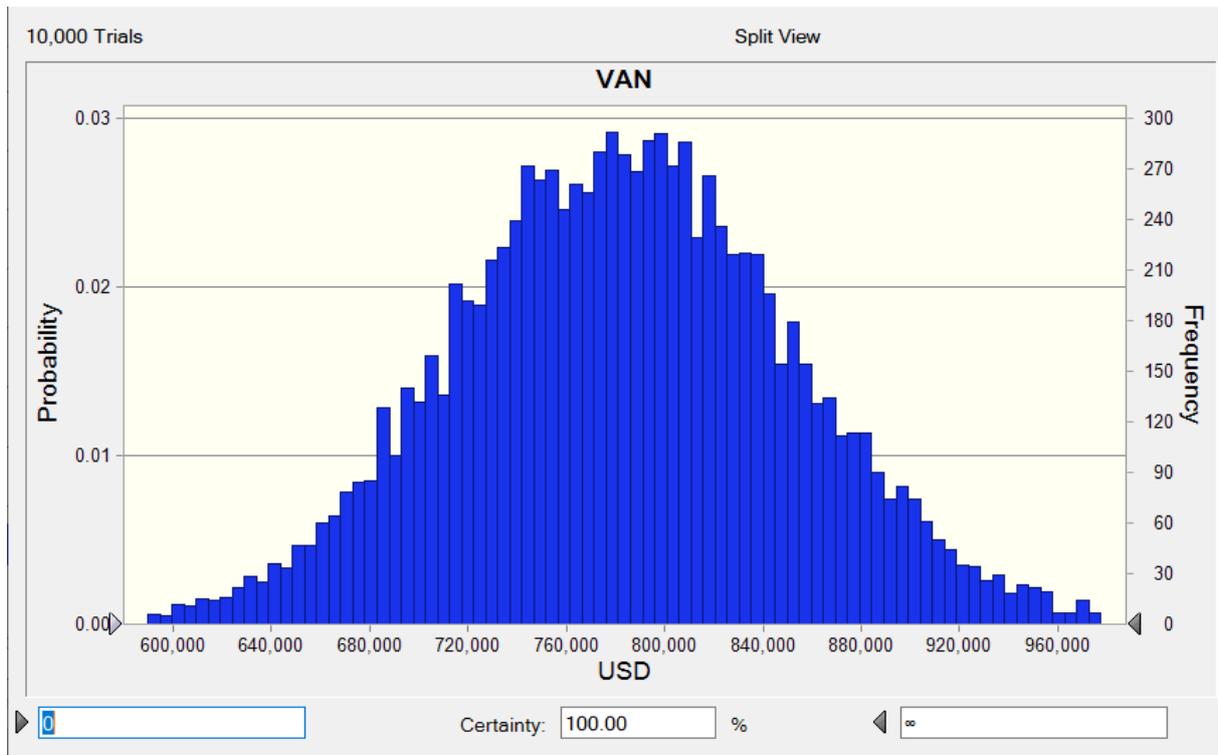


Gráfico 4.10.1. Simulación de Montecarlo para la variable VAN. Elaboración propia.

Datos Estadísticos	Valor
Media	783,531
Desv.Std	69,248
Prob VAN < 0	0

Tabla 4.10.1. Datos estadísticos Montecarlo. Elaboración propia.

En sinergia con la información brindada por el Spider Chart se puede concluir que, teniendo en cuenta la perpetuidad estimada, no se presentan escenarios donde el VAN sea negativo, dato que favorece la decisión de implementarlo bajo las condiciones pautadas.

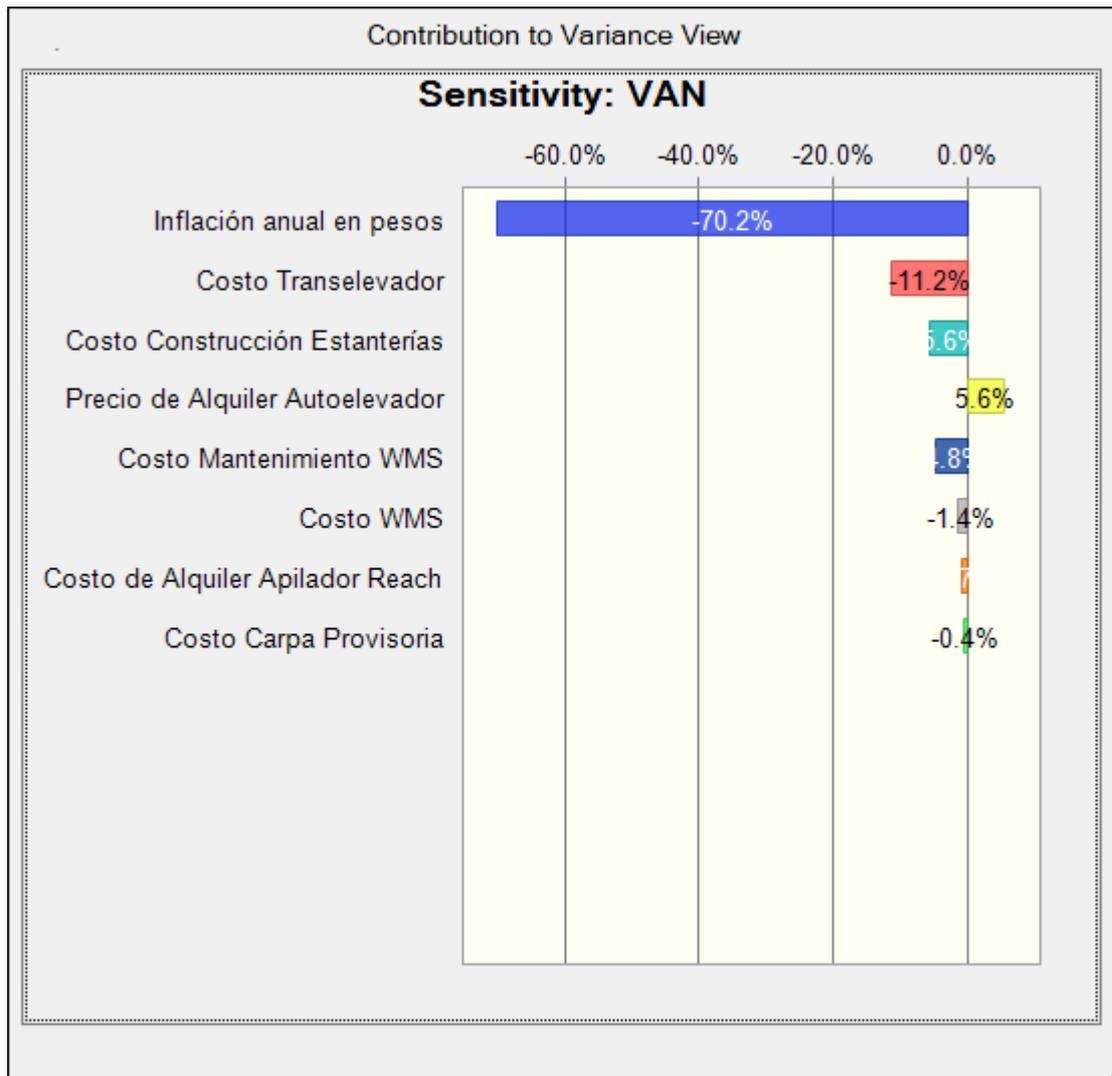


Gráfico 4.10.2. Gráfico de Sensibilidad del VAN. Elaboración propia.

Tal como fue expuesto por el gráfico de tornado, la variable que tiene mayor incidencia sobre el valor actual neto es la inflación en pesos. Esto se debe a que, como fue indicado en los incisos anteriores, tanto los aumentos salariales como la variación del tipo de cambio tienen una fuerte correlación con dicha variable, lo que incrementa su influencia en el proyecto.

La segunda variable que tiene mayor influencia en el VAN es el costo de alquiler del transelevador, que si bien es poco probable la variación en su costo, representa uno de los ahorros principales del proyecto, y por ende su impacto.

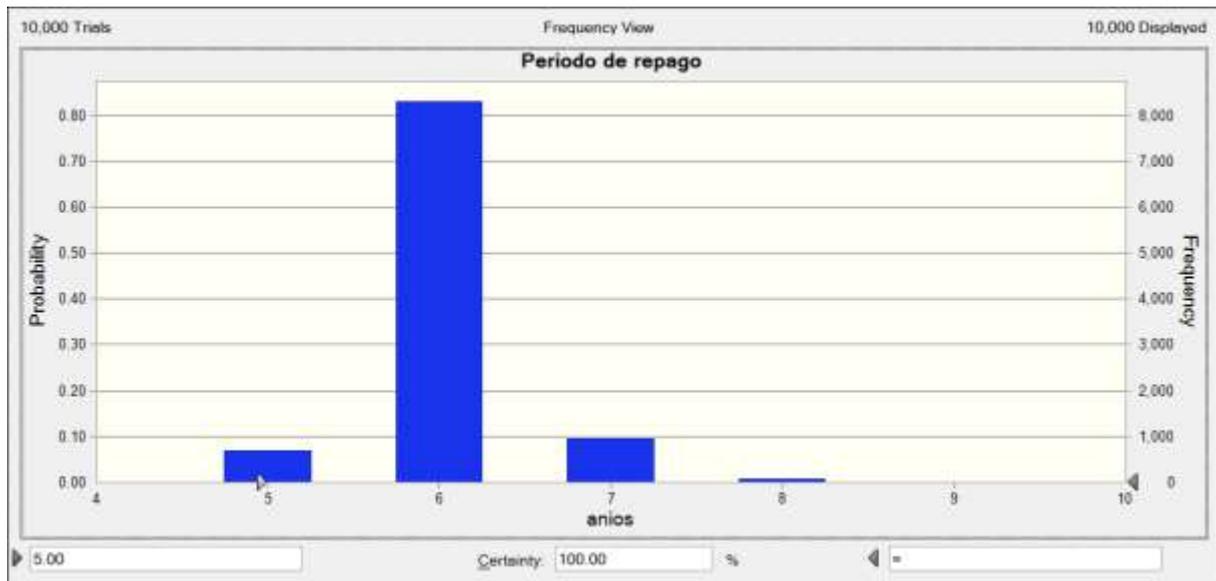


Gráfico 4.10.3. Simulación de Montecarlo sobre el Período de Repago. Elaboración propia.

Con respecto al período de repago, asumimos que posterior a la amortización total de las inversiones, el proyecto mantendría como ingreso fijo al flujo de fondos del último año descontando un costo de mantenimiento equivalente a la amortización total de un año. Por ende, como se muestra en el gráfico anterior existe una mayor probabilidad de que el repago del proyecto sea entre el sexto y el séptimo año transcurrido éste.

4.11. Gestión de Riesgos

4.11.1. Mitigación de riesgos

Según las variables analizadas anteriormente, el riesgo más significativo que pueda enfrentar el proyecto es una mano de obra barata en dólares causada por un mayor aumento en el tipo de cambio que del nivel general de precios, lo que disminuiría el ahorro y bajaría la rentabilidad del proyecto. Por otro lado, al disponer de una mano de obra más barata, Metalsa se ve beneficiada ya que el costo de producción disminuiría, lo que compensa la disminución de ahorros en el proyecto. Es por esto que no se procederá a tomar medidas con el fin de gestionar este riesgo.

Para el resto de las variables como: costo del transelevador, costo del WMS, costo de construcción de las estanterías, la carpa provisoria y los apiladores reach, si bien no son las variables que más afectan al proyecto, son todas variables que se pueden mitigar realizando un contrato “llave en mano”.

Para llevar a cabo esto, entre Metalsa y un contratista se realiza un contrato pactando un precio fijo por la cual el contratista realizará el proyecto. En este precio se contemplan los costos incurridos para la realización del proyecto más un extra que el contratista se lleva por realizarlo.

De esta forma, el contratista debe llevar a cabo la realización del proyecto llave en mano y subsanar todos los defectos que puedan producirse de acuerdo con el contrato. Dado que las variaciones en el precio de las inversiones en el transelevador, WMS y el alquiler de la carpa corresponden al 10% y el de la construcción de las estanterías un 20%, el costo extra a pagar por este servicio debería ser menor al 5% para mitigar el riesgo.

4.12. Opciones reales

4.12.1. Postergar el inicio del proyecto

El escenario base requiere llevar a cabo una gran inversión inicial en moneda extranjera, la cual depende en gran medida de un volumen de ventas pronosticado para que el proyecto sea favorable para la compañía.

Se analizó la posibilidad de postergar el proyecto ante escenarios en los cuales la demanda real sea sensiblemente diferente a la esperada.

La renovación del almacén intermedio tiene sus cimientos en el hecho de que actualmente se encuentra sobredimensionado ocupando espacio posible de liberar, y que a futuro se espera un aumento en las ventas tal como se demostró en el primer capítulo. Siguiendo esta idea, no es descabellado imaginar que una caída inesperada de las ventas le quitará sentido a realizar el proyecto, entendiendo que el almacén quedaría subocupado.

Para este riesgo, se plantean dos causas posibles de caída: una caída general en las ventas producto del contexto macroeconómico, y por otro lado la decisión de Toyota de aumentar el porcentaje de chasis que fabrican por su cuenta.

4.12.2. Escenario: Caída de la demanda de pickups

Dicha disminución posiblemente generada por un contexto económico adverso trae atada una disminución del nivel de stock de todas las líneas, tanto de materias primas como de producto intermedio como pueden ser partes destinadas a formar del producto final. Consideraremos el escenario en que las ventas de Metalsa disminuyan en un 30%. Para el presente análisis estimamos una probabilidad de ocurrencia del 40% para este escenario.

4.12.3. Escenario: Aumento de la demanda de pickups

Un aumento del 15% de demanda de pickups se traduce a un aumento de producción de chasis, y en consecuencia un aumento de stock de producto intermedio.

La probabilidad de ocurrencia de este escenario es de 10%.

4.12.4. Escenario: La demanda cumple lo esperado

Este escenario plantea que las ventas coinciden con los valores proyectados en el presente estudio. Para ello estimamos una probabilidad de ocurrencia del 50% para este escenario.

4.12.5. Diagrama de árbol de decisión

A continuación, se puede observar el diagrama de árbol.

Nota: todos los valores que se presentan a continuación están traídos a 2019

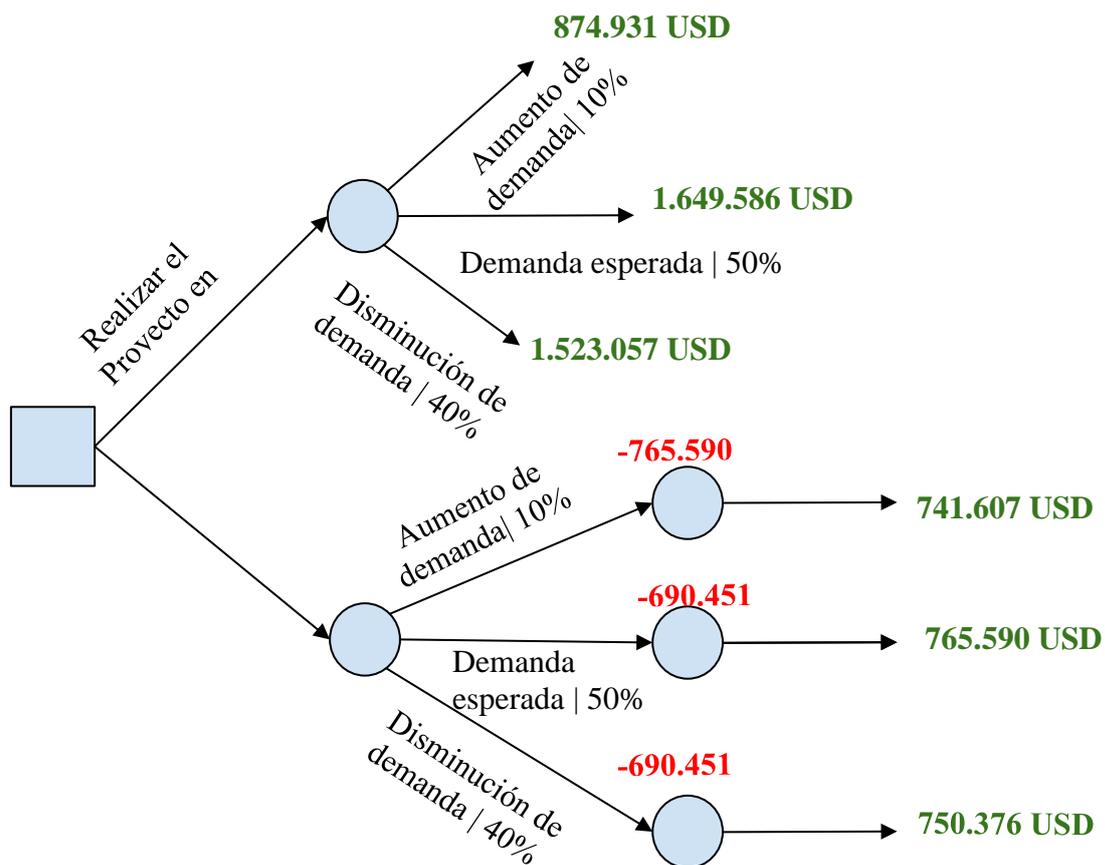


Diagrama 4.12.5.1 Árbol de decisión de Opciones reales. Elaboración propia.⁴⁴

Se parte de la decisión de realizar o postergar el proyecto al año 2024. El costo de realizar el proyecto consta del total de la inversión requerida, calculada en los capítulos anteriores, totalizando un valor de **USD 942.105** para ambos escenarios dado que todos los elementos que la componen están valuados en dólares.

⁴⁴ Todos los valores están expresados en valor presente.

Analizando la parte superior del diagrama, siendo la de realizar el proyecto en el 2019, surgen 3 posibles escenarios con sus respectivas probabilidades de ocurrencia. Estos son los siguientes:

- La demanda es la esperada, es decir la proyectada, con una probabilidad de ocurrencia del 50%. En este caso el flujo de fondos llevados al año cero es el del proyecto calculado en el capítulo anterior, recordando que su valor es de **USD 1.649.586.-** Es importante aclarar que dicho valor no tiene contemplado la inversión inicial.
- La demanda anual es 15% mayor a la esperada, teniendo una probabilidad de ocurrencia del 10%. En la imagen a continuación se muestran dichos valores.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<i>Demanda Esperada</i>	168818	180285	192077	204250	216696	229322	252224
<i>Demanda 15% Mayor</i>	194141	207328	220889	234888	249200	263720	290058

Tabla 4.12.5.1. Escenario: aumento de la demanda en un 15%. Elaboración propia.

Al estar el almacén dimensionado para poder cubrir la demanda esperada del 2025, puede observarse rápidamente que para el año 2024 la producción de Metalsa va a superar la capacidad de almacenamiento de este.

Debido a esto se deberá prescindir, en los últimos dos años, de la ganancia por el servicio de almacenamiento bajo techo en el espacio liberado, para poder guardar los materiales requeridos para la producción adicional.

El flujo de fondos, en este escenario sin tener en cuenta la inversión inicial, es de **USD 874.931.-**

- Demanda 30% menor a la esperada: ante una caída de la demanda de chasis, también disminuiría la cantidad de operarios necesaria por un aumento de producción, por ende, el aumento de mano de obra a prescindir se verá ralentizado por la disminución en la producción, dando como resultado un flujo de fondos de **USD 1.523.057.-**

Analizando la parte inferior del diagrama, que parte de la premisa de postergar el proyecto al año 2024, surgen 2 opciones que dependen de cómo evolucionaron las ventas hasta dicha fecha. Estas involucran la decisión de realizar el proyecto o no. Debido a esto se plantean las mismas situaciones frente a los cambios en la demanda.

- Demanda 15% mayor a la espera con una probabilidad de ocurrencia del 10%: En caso de que suceda dicho aumento de demanda, el proyecto deberá realizarse. Esto implica la necesidad de una inversión mayor a la estimada en los capítulos anteriores, dado que el almacén requerirá mayor capacidad, se estima que será de un 15% mayor, siendo de **USD 765.590.-** Además posibilitará poder contar con las ganancias del almacén premium.

Mencionado esto, se calculó el flujo de fondos de dicho escenario, dando como resultado un valor de **USD 741.607**

➤ Demanda esperada con una probabilidad de ocurrencia de 50%:
En caso de que se cumpla la demanda esperada, el flujo de fondos del escenario será de **USD 778.398.-**

➤ Demanda 30% menor a la esperada:

Como en el 2024 la falta de incremento de mano de obra es imperceptible a la hora de lanzar el proyecto en dicha fecha, es lógico que el VAN evaluado en el año 0 disponga del mismo monto, siendo de **USD 750.376.-**

A concluir, el VAN respecto de realizar el proyecto en 2019 se calculó de la siguiente manera:

$$VAN(wacc) = 874.931 * 0,1 + 1.649.586 * 0,5 + 1.523.057 * 0,4 - 942.105 = 579.403,9 \text{ USD (Fórmula 4.12.5.1.)}$$

Con respecto al VAN de la opción real de posponer el proyecto a 2024, obtuvimos el siguiente valor:

$$VAN(wacc) = (741.067 + (-765.590 + 690.451)) * 0,1 + 778.398 * 0,5 + 750.376 * 0,4 - 690.451 = \text{USD } 65.491,2 \text{ (Fórmula 4.12.5.2)}$$

Como puede observarse, el valor de la opción real sería de **USD 65.491.-**. Por ende, en primera instancia sería más conveniente realizar el proyecto como fue provisto.

4.13. Conclusiones

El proyecto requiere una inversión inicial de una importante suma de dinero, lo que amerita el estudio de riesgos detallado en este compendio.

Se definieron las principales variables de decisión, se analizó la distribución de probabilidad de cada una de ellas y mediante un análisis de sensibilidad se identificó a las de mayor influencia sobre el VAN del proyecto.

Tiene sentido que los factores más influyentes en la evaluación del proyecto haya sido la inflación (factor influyente tanto en el comportamiento del tipo de cambio como en los acuerdos salariales de la UOM) y la inversión en el transelevador, el mayor desembolso del proyecto.

Utilizando las variables de decisión mencionadas al principio del capítulo, se decidió finalmente analizar en profundidad el impacto de las variables de referencia definidas anteriormente

Tomando esta variable de referencia se realizó una simulación de Montecarlo con cien mil corridas la cual resultó con una media de USD 783.531.- sin tener probabilidad de ser negativo. Esto es causado principalmente debido al elevado valor de la perpetuidad.

Bajo estas condiciones se espera una TIR del 22 % que resulta mayor al WACC medio (8,72%). Por todo esto se considera que en este escenario es conveniente llevar a cabo el proyecto.

Respecto al tiempo de repago, se estima que el proyecto se repagaría alrededor de los 7 años de su iniciación.

Se analizaron acciones para mitigar las principales causas de riesgo y se planteó la opción real de posponer el proyecto a 2024, junto con distintos escenarios con sus probabilidades de ocurrencia correspondientes para contemplarlas.

El riesgo más significativo a mitigar es que la mano de obra, como se explicó en el inciso 7, es barata en dólares causada por una tasa de inflación baja, sobre el cual no podemos realizar acciones para mitigarlo, mientras que para la variable “costo del Transelevador” podemos optar por un contrato "llave en mano".

5. Bibliografía

- ADEFA. (2018, Enero 1). *ADEFA*. From <http://www.adefa.org.ar>
- Ambiental, A. (2017, Enero 1). *Argentinambiental*. From <http://argentinambiental.com/legislacion/buenos-aires/ley-15107-normas-la-instalacion-industrias-la-provincia-buenos-aires/>
- Autocosmos. (2018, enero 1). *Autocosmos*. From <https://www.autocosmos.com.ar/catalogo/vigente/ford/ranger/black-edition-32l-4x4-tdi-cd-aut/162751>
- ciudad, G. d. (2019, enero 1). *GBA*. From <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-12257.html>
- Company, M. (2017, Noviembre 2). *Youtube*. From <https://www.youtube.com/watch?v=8VqaiXJkR4M>
- Corp, O. (2017, Enero 1). *Orme Corp*. From http://ormecorp.com/wp-content/uploads/2018/12/paletizacion_convencional.pdf
- Fernandez, A. (2018, Febrero 2). *Fernandez Antonio Web Page*. From <http://www.fernandezantonio.com.ar>
- Google. (2018, Noviembre 1). *Google*. From https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEU_esAR849&biw=1440&bih=740&tbm=isch&sa=1&ei=nbfZXL3TL7nZ5OUPeVwAw&q=douge+ram&oq=douge+ram&gs_l=img.3..0j0i10i24.50349.52814..53435...0.0...73.762.13.....2....1..gws-wiz-img.....0..0i67j0i10i30j0i30j0i8i30.LisqH2js
- Images, G. (2018, Noviembre 1). *Buscador de imágenes de Google*. From https://www.google.com/search?q=carpas+industriales&rlz=1C1CHBD_esAR834AR834&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQ9oPWqpTjAhUTAtQKHZsuCIIQ_AUIECgB&biw=1707&bih=838&dpr=1.13#imgrc=g8sW2aLxjwe55M:
- INFOBAE. (2017). *INFOBAE*. From <https://www.infobae.com/autos/2017/08/05/homenaje-100-anos-de-pick-ups-la-historia-del-modelo-que-creo-un-segmento-de-culto/>
- Infoleg. (2015, Febrero 12). *Servicios Infoleg*. From <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Maps, G. (2015, Octubre 3). *Google*. From <https://www.google.com.ar/maps>
- Mecalux. (2019, enero 1). *Mecalux S.A*. From <https://www.mecalux.com.ar>
- Metalsa. (2016, Marzo 3). *Metalsa S.A*. From <https://www.metalsa.com/>
- Parabrisas, P. (2018, enero 1). *Perfil Parabrisas*. From <https://parabrisas.perfihttps://parabrisas.perfil.com/noticias/noticias/2017-10-03-nueva-toyota-hilux-limited-la-variante-mas-audaz.phtml.com/noticias/noticias/2017-10-03-nueva-toyota-hilux-limited-la-variante-mas-audaz.phtml>
- Perego, P. (2016). *Nociones de Derecho*. In P. Perego, *Nociones de Derecho* (p. 450). Buenos Aires, Argentina: Nueva Librería.

RBC. (2016, Enero 1). *RBC S.A.* From <http://rbc.com.ar/transelevadores-simple-doble>

System, E. T. (2019, Enero 2). *Europe Tent System*. From <https://systemstenteurope.com/servicios/industrial-provisional/>

Volkswagen. (2013, octubre 1). *Volkswagen*. From www.volkswagen.cl/amarok

Wikipedia, E. I. (2005, Enero 1). *Wikipedia, Enciclopedia Libre*. From <https://es.wikipedia.org/wiki/Chasis>

Wikipedia, Enciclopedia Libre. (2001, enero 2). From <https://es.wikipedia.org/wiki/Pickup>