

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

Título del trabajo:

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA INCORPORACIÓN DEL
SERVICIO DE PINTURA ELECTROESTÁTICA EN LA EMPRESA PERFOMALLAS**

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero en Proyectos de Ingeniería y al grado de
Licenciado en Ingeniería de Proyectos

Por:

María Jesús Padilla Meriño

Profesor Guía:

Prof. Álvaro Céspedes Escobar

Comisión:

Prof. Santiago Geywitz Bernal

Prof. Mario Gonzalez Carvallo

RESUMEN EJECUTIVO

KEYWORDS: PINTURA ELECTROESTÁTICA

El proyecto de memoria de título "Estudio de prefactibilidad técnica y económica para la incorporación del servicio de pintura electroestática en la empresa Perfomallas" busca abordar un problema crítico en la empresa, con el objetivo de mejorar los plazos de entrega a los clientes, la calidad de los productos, reducir costos y aumentar la rentabilidad. A través de una evaluación exhaustiva de los aspectos técnicos, logísticos y económicos, se espera identificar la viabilidad de internalizar este servicio y potenciar la productividad de la empresa.

Capítulo I - Diagnóstico y metodología de evaluación: En este capítulo se analiza el contexto actual en el que se llevará a cabo el proyecto. Se realiza un análisis detallado de la situación actual, identificando los principales problemas y desafíos que motivan la necesidad de este proyecto. Además, se presenta la metodología que se emplea para evaluar las características y objetivos de prefactibilidad.

Capítulo II – Análisis de prefactibilidad técnica: En este capítulo se estudia la prefactibilidad técnica del proyecto, la cual, es fundamental para evaluar la viabilidad y la factibilidad técnica de la idea propuesta. En este estudio, se lleva a cabo un análisis detallado de los recursos necesarios, la tecnología requerida, las capacidades técnicas disponibles para la ejecución del proyecto.

Capítulo III – Evaluación económica: En este capítulo se realiza una evaluación económica del proyecto a través de un flujo de caja sin financiamiento y financiamiento del 50% y 75% en un periodo de 5 años de los cuales se obtienen indicadores económicos que permiten analizar la rentabilidad del proyecto y su sensibilidad a variaciones de ingresos y egresos.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	3
1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	4
1.1. LA ORGANIZACIÓN	4
1.1.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	5
1.1.2. PROCESOS PRODUCTIVOS	5
1.1.3. VOLÚMENES DE VENTA	7
1.1.4. CANALES DE VENTA	8
1.1.5. TIPOS DE SERVICIOS OFRECIDOS	8
1.1.6. TIPOS DE PRODUCTOS OFRECIDOS	9
1.1.7. MAQUINARIA UTILIZADA	9
1.1.8. INDICADORES DE PRODUCCIÓN	10
1.2. APROXIMACIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO	12
1.2.1. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO	14
1.3. METODOLOGÍA	17
1.3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL:	18
1.3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA:	18
1.3.3. EVALUACIÓN TÉCNICA:	18
1.4. OBJETIVOS	18
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPITULO II: ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA	20
2. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA	21
2.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS	21
2.2. DIAGRAMA DE FLUJO	23
2.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS	24
2.4. LAYOUT	27
2.4.1. DIAGRAMA LAYOUT	28
2.5. DETERMINACIÓN DE INSUMOS Y PRODUCTOS	29
2.5.1. INSUMOS DE PRODUCCIÓN	30
2.5.2. PRODUCTOS	30
2.6. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO	31
2.7. CONSUMO DE ENERGÍA	31
2.7.1. CONSUMO DE ELECTRICIDAD	31
2.7.2. CONSUMO DE GAS	32

2.8.	PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL.....	32
2.8.1.	ÁREA PRODUCCIÓN	32
2.8.2.	DEFINICIÓN DE JORNADAS	33
2.8.3.	JORNADAS	33
2.8.4.	COSTOS EN PERSONAL.....	33
2.8.5.	SUELDOS	33
2.9.	PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES	34
2.9.1.	PERFILES	34
2.10.	INVERSIONES EN EQUIPO Y MOBILIARIO	36
2.11.	INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO	37
2.11.1.	COSTOS FIJOS	37
2.11.2.	COSTOS VARIABLES	38
2.11.3.	INGRESOS.....	39
2.11.4.	CAPITAL DE TRABAJO	41
CAPITULO III: EVALUACIÓN ECONÓMICA		42
3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	43
3.1.	CONSIDERACIONES A UTILIZAR	43
3.1.1.	HORIZONTE DEL PROYECTO.....	43
3.1.2.	TASA DE DESCUENTO	43
3.1.3.	MONEDA A UTILIZAR	44
3.1.4.	IMPUESTOS.....	44
3.1.5.	DEPRECIACIONES.....	45
3.2.	FLUJOS DE CAJA	45
3.2.1.	FLUJO DE CAJA SIN FINANCIAMIENTO.....	45
3.2.2.	FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO DEL 50%	47
3.2.3.	FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO DEL 75%	48
3.2.4.	INDICADORES ECONOMICOS Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO	49
3.3.	SENSIBILIZACIONES	50
3.3.1.	SENSIBILIZACION PROYECTO PURO: VAN AL DISMINUIR INGRESOS	50
3.3.2.	SENSIBILIZACION PROYECTO PURO: VAN AL AUMENTAR EGRESOS	51
3.3.3.	SENSIBILIZACION PROYECTO FINANCIAMIENTO 75%: VAN AL DISMINUIR INGRESOS....	52
3.3.4.	SENSIBILIZACION PROYECTO PURO: VAN AL AUMENTAR EGRESOS	53
3.4.	PUNTO DE EQUILIBRIO	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		56
REFERENCIAS		57

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Estructura Organizacional Perfomallas.....	5
Figura 1-2.	Diagrama Proceso Actual de Servicio de Pintura.....	13
Figura 1-3.	Diagrama CPC – Causa, Problema, Efecto.....	14
Figura 2-1.	Diagrama de flujo proceso de servicio de pintura electroestática.....	23
Figura 2-2.	Mitsuma Sprayright Plus - Equipo electroestático para pintura en polvo.....	24
Figura 2-3.	COLO-5219 Gas Powder Coating Curing Oven - Horno de curado para pintura en polvo: este es el equipo para realizar el proceso de curado de la pintura.....	26
Figura 2-4.	Prestur - Ventiladores centrífugos media presión: este es el equipo para realizar la ventilación en la cabina de pintura electroestática y horno de curado.....	27
Figura 2-5.	Layout planta Perfomallas destacando área para distribución de espacios para proceso de pintura electroestática.....	28
Figura 2-6.	Layout flujo de proceso pintura electroestática en la planta de Perfomallas.....	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Volúmenes de Venta de Perfomallas Años 2021 y 2022.....	7
Tabla 1-2.	Máquinas Utilizadas en Perfomallas.....	9
Tabla 1-3.	Carta Gantt sin proyecto.....	15
Tabla 1-4.	Carta Gantt con proyecto.....	15
Tabla 2-1.	Insumos de producción mensuales.....	30
Tabla 2-2.	Personal requerido para el desarrollo del proceso de pintura electroestática.....	32
Tabla 2-3.	Costos sueldos.....	34
Tabla 2-4.	Perfil – Encargado de limpieza.....	35
Tabla 2-5.	Perfil – Operador de máquina de pintura.....	35
Tabla 2-6.	Perfil – Operador de horno de curado.....	36
Tabla 2-7.	Inversión en equipos.....	36
Tabla 2-8.	Inversión en mobiliario.....	37
Tabla 2-9.	Costos fijos mensuales.....	38

Tabla 2-10.	Volumen de producción por periodos en meses.....	38
Tabla 2-11.	Costos variables por periodo.....	39
Tabla 2-12.	Ingresos por periodos en meses.....	39
Tabla 2-13.	Ingresos por días de atraso y transporte por periodos en meses.....	40
Tabla 2-14.	Ingresos totales por periodos en meses.....	40
Tabla 2-15.	Costos capital de trabajo en \$.....	41
Tabla 2-16.	Costos capital de trabajo en UF.....	41
Tabla 3-1.	Depreciación de equipos y mobiliario.....	45
Tabla 3-2.	Flujo de caja sin financiamiento.....	46
Tabla 3-3.	Flujo de caja con financiamiento de 50% de crédito.....	47
Tabla 3-4.	Flujo de caja con financiamiento de 75% de crédito.....	48
Tabla 3-5.	Resumen indicadores económicos.....	49
Tabla 3-6.	Sensibilización proyecto puro: VAN al disminuir ingresos.....	50
Tabla 3-7.	Sensibilización proyecto puro: VAN al aumentar egresos.....	51
Tabla 3-8.	Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al disminuir ingresos.....	52
Tabla 3-9.	Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al aumentar egresos.....	53
Tabla 3-10.	Punto de equilibrio.....	54

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1.	KPI Cumplimiento de plazos de entrega a los clientes.....	11
Gráfico 1-2.	KPI Cumplimiento de plazos de entrega de servicio de pintura electroestática.....	12
Gráfico 3-1.	Sensibilización proyecto puro: VAN al disminuir ingresos.....	51
Gráfico 3-2.	Sensibilización proyecto puro: VAN al aumentar egresos.....	52
Gráfico 3-3.	Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al disminuir ingresos.....	53
Gráfico 3-4.	Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al aumentar egresos.....	54

INTRODUCCIÓN

En el dinámico mundo empresarial actual, la mejora continua y la adaptación a los cambios son fundamentales para garantizar la competitividad y el crecimiento sostenible de las organizaciones. En este contexto, la empresa Perfomallas S.A. ubicada en la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana, se enfrenta al desafío de evaluar los procesos productivos que llevan a cabo con la empresa con el propósito de identificar problemáticas y posibles mejoras y así potenciar su crecimiento y rentabilidad.

En el ámbito de la producción, es necesario definir conceptos fundamentales para comprender la importancia de esta mejora. La producción se refiere al proceso de transformación de insumos en productos finales, donde la eficiencia y la eficacia son pilares fundamentales. La eficiencia se relaciona con la utilización óptima de los recursos disponibles, mientras que la eficacia se refiere a la capacidad de lograr los resultados esperados. Para medir la calidad de los productos y procesos, se consideran indicadores como las tasas de falla, los costos de producción, los ingresos generados y la utilidad obtenida.

En este contexto, el problema que se desea investigar en este proyecto de memoria de título es el no cumplimiento de los plazos de entrega indicados y estimados a los clientes debido a que los proveedores de pintura electrostática que hay en el mercado dentro de la Región Metropolitana, que no cumplen con los estándares de calidad requeridos por Perfomallas. Esta problemática adquiere una gran relevancia, ya que ha generado inconvenientes en términos de tiempo y costo debido que los productos se deben refabricar ocasionando insatisfacción de los clientes, perdidas en tiempo, recursos y clientes. Por tanto, se hace imperativo abordar este problema a fin de mejorar los tiempos de entrega, la calidad de los productos, reducir los costos de producción y aumentar la rentabilidad de la empresa.

La relevancia de este proyecto radica en su capacidad para impactar positivamente en diferentes aspectos de la empresa. En primer lugar, se espera mejorar la calidad de los productos,

lo que se traducirá en un incremento de la satisfacción de los clientes y una mayor retención de estos. Además, al internalizar el servicio de pintura electrostática, se espera reducir los costos asociados a la externalización y minimizar los riesgos de incumplimiento de plazos por deficiencias de los estándares de calidad impuestos por la empresa. Esta mejora en la eficiencia y la eficacia de los procesos productivos se reflejará en un aumento de la utilidad y la rentabilidad de Perfomallas.

El proyecto de memoria de título "Estudio de prefactibilidad técnica y económica para la incorporación del servicio de pintura electrostática en la empresa Perfomallas" busca abordar un problema crítico en la empresa, con el objetivo de mejorar los plazos de entrega a los clientes, la calidad de los productos, reducir costos y aumentar la rentabilidad. A través de una evaluación exhaustiva de los aspectos técnicos, logísticos, económicos y de calidad, se espera identificar la viabilidad de internalizar este servicio y potenciar la productividad de la empresa.

CAPITULO I: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En este capítulo se analizará el contexto actual en el que se llevará a cabo el proyecto. En esta fase, que corresponde a la etapa de diagnóstico, se realizará un análisis detallado de la situación actual, identificando los principales problemas, oportunidades y desafíos que motivan la necesidad de este proyecto. Además, se presentará la metodología que se empleará para evaluar las características y objetivos de prefactibilidad. Asimismo, se detallarán las condiciones iniciales indispensables para garantizar una ejecución exitosa del proyecto.

1.1. LA ORGANIZACIÓN

Perfomallas, una empresa con más de dos décadas de experiencia en el rubro metalmecánico se especializa en ofrecer soluciones integrales personalizadas para proyectos en metal, destacando por su enfoque en innovación y productividad. Fundada en 1998 como distribuidor de planchas y mallas metálicas, la compañía creció significativamente, trasladándose a San Miguel en 2005 y posteriormente a Pudahuel en 2017, donde construyó una nueva planta con tecnología de punta y amplias instalaciones (Perfomallas, 2023).

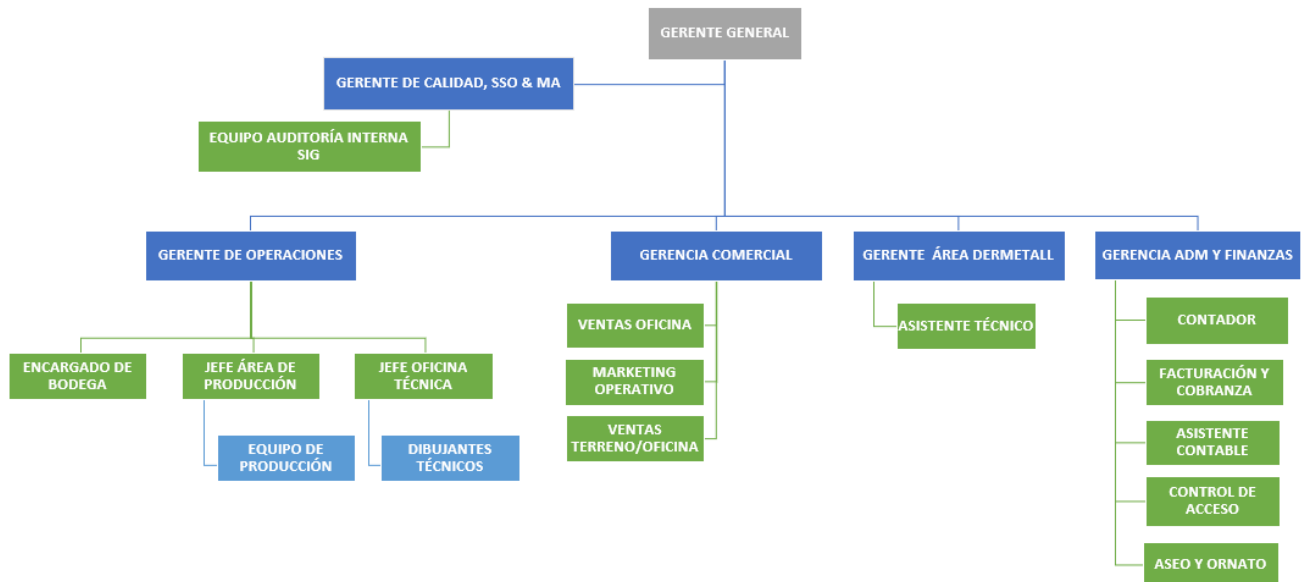
Con el respaldo de Dorstener Drahtwerke (DDD) de Alemania y Rejillas Calibradas (RECA) de España, ambas con vasta trayectoria internacional, Perfomallas se abastece directamente de alambres, mallas metálicas, planchas perforadas y metal desplegado. Pertenece al Grupo GPM y fabrica una amplia gama de productos en diferentes tipos de acero, ofreciendo servicios como corte láser, punzonado, plegado, cilindrado, soldadura y pintura electroestática, siendo un actor relevante en la industria nacional, incluyendo minería, construcción, alimentaria y seguridad.

Además, la empresa introduce la marca Dermetall, enfocada en desarrollar revestimientos de acero para la arquitectura, consolidándose como una entidad integral y tecnológicamente avanzada en el sector.

1.1.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de Perfomallas es combinada y está compuesta principalmente por una estructura jerárquica que considera el desarrollo de diversas dependencias que son supervisadas por cargos superiores, en los cuales recae la toma de decisiones. Además, en la organización está la estructura organizativa por división que considera un departamento encargado de la marca de productos de arquitectura Dermetall. Perfomallas cuenta con 29 trabajadores en total que componen la organización de la forma en que se muestra en el Figura 1-1.

Figura 1-1. Estructura Organizacional Perfomallas



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Perfomallas.

1.1.2. PROCESOS PRODUCTIVOS

La empresa Perfomallas se dedica a la fabricación de productos metálicos utilizando diversos procesos productivos, tales como:

- **Corte láser:** Perfomallas cuenta con 3 máquinas CNC de corte láser, una de ellas lo hace mediante la más alta tecnología según los requerimientos de la empresa que es mediante fibra óptica.
- **Punzonado:** Perfomallas cuenta con 2 máquinas para punzonado CNC. El punzonado es un proceso que se realiza mediante una máquina punzonadora.
- **Plegado:** En el proceso de plegado, se utiliza una prensa plegadora para doblar las láminas metálicas en ángulos específicos.
- **Soldadura:** La soldadura es un proceso en el que se unen diferentes piezas metálicas mediante la aplicación de calor y la fusión de los materiales. En el caso de Perfomallas, se realiza el proceso de soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) y MIG (Metal Inert Gas), además de un nuevo proceso que está en una implementación inicial que es la soldadura mediante máquinas láser automatizadas.
- **Metal desplegado:** Perfomallas cuenta con 2 máquinas para metal desplegado. Este es un proceso en el que se crea una lámina de metal con aberturas o perforaciones regulares. Esto se logra al estirar y estampar una lámina metálica, creando una malla con patrones específicos.
- **Pintura electrostática:** La pintura electrostática, también conocida como pintura en polvo, es un proceso de recubrimiento en el que se aplica un polvo de pintura sobre las piezas metálicas. El polvo se adhiere a la superficie mediante carga electrostática y luego se calienta para que se funda y se adhiera permanentemente. Este proceso proporciona una capa de protección y un acabado estético de mejor calidad y durabilidad en piezas metálicas, por lo cual es el más recomendado considerando los estándares de Perfomallas, los requerimientos de los clientes y el tipo de material. Este proceso no es realizado por Perfomallas, ya que se ofrece el servicio, pero este lo proporcionan actualmente 3 proveedores externos: Cuatro Cortes, Halin e Ingeniería y Montajes. Por tanto, es un proceso que solo implica gestión y logística de los proyectos considerando revisión y traslado de piezas al proveedor externo.

1.1.3. VOLÚMENES DE VENTA

Los volúmenes de venta de Perfomallas considerados para análisis de esta memoria son los años 2021, 2022. Según estos indicadores que se pueden observar en la Tabla 1-1, Perfomallas durante el año 2022 han experimentado un incremento de sus ventas del 16,9% en comparación con el año 2021. Este crecimiento demuestra el éxito de las estrategias implementadas y refuerza la posición de la empresa en el mercado.

Tabla 1-1. Volúmenes de Venta de Perfomallas Años 2021 y 2022.

Mes	Año 2021 [\$/mes]	Año 2022 [\$/mes]
Enero	162.294.279	300.941.088
Febrero	173.850.030	217.879.500
Marzo	169.765.428	207.794.468
Abril	250.260.276	355.429.226
Mayo	187.080.098	205.437.425
Junio	228.475.771	276.378.770
Julio	246.529.430	314.702.654
Agosto	215.541.617	280.909.769
Septiembre	234.966.628	292.098.089
Octubre	227.357.130	148.479.061
Noviembre	232.404.467	204.423.155
Diciembre	255.979.411	215.699.078
TOTAL, ANUAL [\$/año]	2.584.504.566	3.020.172.282

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Perfomallas.

El continuo crecimiento de los volúmenes de venta indica una demanda creciente de los productos de Perfomallas y resalta su capacidad para satisfacer las necesidades de sus clientes. Es fundamental que la empresa continúe centrada en la mejora constante de sus productos, la atención al cliente y la innovación para mantener esta tendencia ascendente en el futuro.

1.1.4. CANALES DE VENTA

Los diferentes medios a través de los cuales Perfomallas ofrece, distribuye y vende sus productos mediante venta telefónica, online y presencial mediante agentes de venta. Estas se realizan en un proceso que consiste en una solicitud del cliente en la cual se especifican todos los requerimientos, lo cual posteriormente en un plazo de 24 horas debe ser entregada la solicitud de cotización, para luego concretar la venta. Este proceso considera los siguientes involucrados:

- **Agentes de Venta en Planta:** cuentan con 2 vendedores están de forma permanente en la empresa que atienden solicitudes de clientes de forma presencial, online y telefónica.
- **Agentes de Venta Técnicos en Terreno:** cuentan con 2 vendedores en terreno, los cuales están de forma intermitente recorriendo diversos lugares del país para ofrecer productos y servicios de forma presencial a otras empresas.
- **Agente de Venta Dermetall:** cuentan con 1 vendedor específicamente especializado en proyectos de arquitectura, el cual realiza las evaluaciones técnicas y desarrollo de planos necesarios según cada requerimiento para luego delegar la solicitud a los encargados de cotizaciones.

1.1.5. TIPOS DE SERVICIOS OFRECIDOS

- **Corte láser:** Proporcionan cortes precisos en piezas metálicas utilizando tecnología láser de vanguardia, asegurando alta calidad y acabados profesionales.
- **Punzonado:** Realizan perforaciones y cortes en láminas metálicas, adaptándose a las necesidades específicas y diseños de los clientes.
- **Plegado:** Cuentan con maquinaria especializada para el doblado de piezas metálicas, logrando formas complejas y acabados impecables.
- **Soldadura TIG y MIG:** Realizan soldaduras seguras y duraderas utilizando tanto la técnica TIG (Tungsten Inert Gas) como la técnica MIG (Metal Inert Gas).

- **Pintura electroestática:** Aplican recubrimientos de pintura de alta calidad mediante el proceso de electrostática, garantizando protección y acabados resistentes y duraderos.

Los servicios ofrecidos por Perfomallas son todos realizados su en la planta de producción, a excepción de los servicios de pintura electroestática, los cuales son ofrecidos a los clientes, pero Perfomallas los realiza mediante proveedores externos.

1.1.6. TIPOS DE PRODUCTOS OFRECIDOS

Perfomallas ofrece productos de línea que principalmente son importados desde la empresa matriz en Alemania Dorstener Drahtwerke (DDD) y de Reca en España. Algunos de estos productos de línea son: mallas tejidas, mallas electrosoldadas, mallas reps, mallas para harneros, filtros de partículas, metal desplegado, planchas perforadas, tamices de ensayo y tamizadoras. El metal desplegado y algunos tipos de plancha perforadas son realizados mediante los procesos realizados en Perfomallas, todos los demás productos son importados y comercializados.

1.1.7. MAQUINARIA UTILIZADA

Perfomallas cuenta con máquinas de control numérico computarizado (CNC) para sus procesos de corte láser, punzonado, plegado y soldadura. Dadas estas características de las máquinas es que requiere de personal técnico capacitado en la programación y operación de éstas tanto en oficina técnica como en taller. Las maquinas con que cuenta Perfomallas en la Tabla 1-2:

Tabla 1-2. Máquinas Utilizadas en Perfomallas

Proceso	Cantidad
Punzonado CNC	2
Corte Láser CNC	3
Plegado CNC	2
Aplanado	1
Soldado CNC, TIG, MIG	5

Cilindrado	3
Metal Desplegado	2
Generador de Nitrógeno	1
Compresor	3
Transporte en Planta	1
TOTAL	23

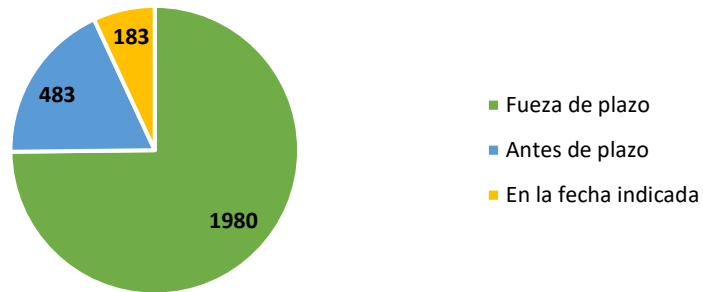
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Perfomallas.

1.1.8. INDICADORES DE PRODUCCIÓN

Actualmente hay dos indicadores de producción relevantes para este proyecto que consideran los cumplimientos de plazos de entrega a los clientes, uno de ellos es el “cumplimiento de plazos de entrega a los clientes” el cual considera los plazos de entrega de todas las ordenes de producción que incluyen todos los productos y servicios realizados por Perfomallas durante el año 2022 y el indicador de “cumplimiento de los plazos de entrega a los clientes de ordenes de producción que incluyen servicio se pintura electroestática” en los últimos siete años (2017 a 2023).

Para el indicador de cumplimiento de los plazos de entrega indicados a los clientes de las órdenes de producción de todos los servicios proporcionados por Perfomallas durante el año 2022, se ha utilizado el indicador clave de rendimiento (KPI) denominado "Cumplimiento de plazos de entrega a los clientes". Este KPI mide la eficacia en la entrega y toma la totalidad de órdenes de producción durante el periodo anteriormente mencionado que es de 2.646 órdenes categorizadas por: entrega en la fecha indicada, antes y fuera de plazo, donde los plazos de entrega a los clientes son indicados en días hábiles y se considera entregado en la fecha indicada si se cumple estrictamente con los días indicados, antes si se entrega al menos un día antes y fuera de plazo es desde un día posterior a la fecha indicada. Los indicadores distribuidos por unidad de ordenes de producción categorizadas se pueden observar en el Gráfico 1-1:

KPI Cumplimiento de plazos de entrega a los clientes

**Gráfico 1-1.** KPI Cumplimiento de plazos de entrega a los clientes.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Perfomallas.

Con este indicador de cumplimiento de los plazos de entrega a los clientes se puede inferir que un 75% (1980) de las ordenes de producción se entregaron después de la fecha indicada al cliente, un 18% (483) antes de la fecha y un 7% (183) en la fecha comprometida.

Además, está el indicador de cumplimiento de plazos de ordenes de compras realizadas por Perfomallas a proveedores externos de pintura electroestática durante los últimos 7 años (2017 a septiembre 2023). Para este indicador se consideran un total de 343 órdenes de compra a proveedores por el servicio de pintura electroestática, en el periodo anteriormente señalado, de los cuales 316 órdenes equivalentes al 92% fueron entregadas fuera del plazo indicado por fallas en el servicio del proveedor externo y solo 27 equivalentes al 8% fueron entregadas dentro del plazo indicado. Cabe mencionar que fuera de plazo significa que la entrega fue realizada al menos 1 día hábil posterior al señalado. En el Gráfico 1-2 es posible observar el comportamiento del KPI Cumplimiento de plazos de entrega de servicio de pintura electroestática.

KPI Cumplimiento de plazos de entrega de servicio de pintura electroestática



Gráfico 1-2. KPI Cumplimiento de plazos de entrega de servicio de pintura electroestática.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Perfomallas.

Estos resultados revelan una tendencia preocupante en el cumplimiento de los plazos de entrega, destacando la necesidad de una revisión exhaustiva de los procesos de producción y logística para identificar áreas de mejora. El análisis de este indicador tiene como objetivo proporcionar una visión clara y detallada de la situación actual, sirviendo como base para la implementación de estrategias y medidas correctivas que optimicen el cumplimiento de plazos y fortalezcan la satisfacción del cliente.

1.2. APROXIMACIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO

Perfomallas es una empresa de manufactura de productos en diferentes tipos de acero y que para la elaboración de estos ofrece el servicio de: corte laser, punzonado, plegado, soldadura, pintura electroestática, entre otros (Perfomallas, 2023).

La empresa realiza todos los servicios ofrecidos a excepción del servicio de pintura, el cual, lo realizan proveedores externos. Se identifican 6 proveedores de servicio de pintura que han realizado servicios a Perfomallas durante los últimos 7 años localizados dentro de la Región

Metropolitana, con los cuales, se evidenció una problemática que representa al 92% de las solicitudes realizadas a estos proveedores.

Esta problemática consiste en que los proveedores entregan las piezas con diversos tipos de fallas en el servicio realizado, por lo cual, se deben devolver las piezas para rehacer el proceso de pintura ocasionando el incumplimiento de plazos de entrega estimados e indicados por Perfomallas a sus clientes haciendo la entrega en 5 o 7 días posterior a lo indicado a los clientes. Estas fallas de los proveedores no implican costos en el reproceso de pintura proporcionado por el cliente, pero si implica costos asociados a logística de transporte de ida y vuelta a la planta proveedor. En la Figura 1-2 es posible observar un diagrama del proceso de pintura que se desarrolla actualmente:



Figura 1-2. Diagrama Proceso Actual de Servicio de Pintura

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

“Perfomallas no cumple con los plazos indicados a sus clientes que solicitan servicio de pintura debido a fallas en el producto terminado por parte del proveedor del servicio”

Considerado los antecedentes anteriormente mencionados y dada la solicitud explícita de Rodolfo Saldías (Gerente General y Comercial de Perfomallas, 2023), se estudia la incorporación del servicio de pintura electrostática a los procesos desarrollados por Perfomallas.

1.2.1. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Las principales causas del problema son la logística asociada a la dependencia de proveedores externos, escasez de proveedores de servicio de pintura electroestática en el mercado e incumplimiento de los estándares de calidad de los proveedores. El problema se resume como el incumplimiento de los plazos de entrega a los clientes. Y el mayor impacto que ha generado el incumplimiento de plazos de entrega y los reprocesos del servicio de pintura electroestática son: pérdida de clientes y desprestigio de la empresa, reducción de la rentabilidad y márgenes de utilidad, además de limitaciones en el crecimiento y expansión del mercado.

Para poder identificar y visualizar las posibles causas del problema se desarrolla un diagrama de causa, problema y efecto como indica la Figura 1-3.

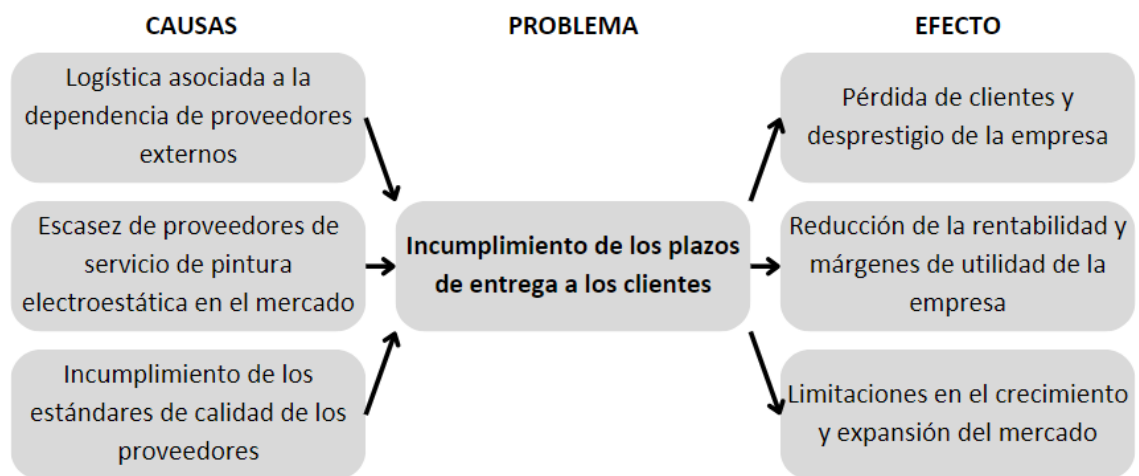


Figura 1-3. Diagrama CPC – Causa, Problema, Efecto

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

La logística asociada a la dependencia de proveedores externos se traduce en una de las causas debido que los costos y tiempos de traslado de los productos fabricados en acero que requieren de pintura implica diferentes procesos que implican retraso en tiempo y reducción de utilidades. indicados en la Tabla 3. Esta causa implica costos asociados a transporte y a días

perdidos de procesos que podrían implicar cumplir con los clientes y recibir más solicitudes de compra.

En la Tabla 1-3 y Tabla 1-4 y se pueden observar Cartas Gantt con el proceso logístico en término de días hábiles que implica que el proceso dependa de proveedores externos versus el caso de poder realizar el proceso dentro de la misma planta de Perfomallas, cabe señalar que esta carta ejemplificadora del proceso considera el pintado de 160[mts²] que para los proveedores y para este proyecto es la producción máxima posible en un día.

Tabla 1-3. Carta Gantt sin proyecto.

Tarea	Días hábiles											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión de productos desarrollados por Perfomallas	x											
Embalaje de productos		x										
Transporte hacia proveedor de pintura			x									
Recepción de productos por parte de proveedor de pintura				x								
Revisión de productos por parte de proveedor de pintura					x							
Desarrollo de servicio de pintura: pintado y horneado						x						
Embalaje de productos							x					
Transporte hacia Perfomallas								x				
Recepción de productos por parte de Perfomallas									x			
Revisión de servicio de pintura por parte de Perfomallas										x		
Embalaje de productos terminados											x	
Entrega a cliente												x
TOTAL	12 días hábiles											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-4. Carta Gantt con proyecto.

Tarea	Días hábiles				
	1	2	3	4	5
Revisión de productos desarrollados por Perfomallas	x				
Desarrollo de servicio de pintura: pintado y horneado		x			
Revisión de servicio de pintura por parte de Perfomallas			x		
Embalaje de productos terminados				x	
Entrega a cliente					x
TOTAL	5 días hábiles				

Fuente: Elaboración propia.

Las Cartas Gantt permiten observar que, si Perfomallas incorpora el servicio de pintura electroestática, puede reducir 7 días hábiles de proceso únicamente en términos de días de proceso de logística. Esto sin considerar que los proveedores fallen en el producto terminado, lo cual, como se mencionó anteriormente ocurre en un 92% de los casos, por tanto, los plazos de días a favor son aún mayores. Cabe señalar, que tampoco se considera como solución la extensión de plazos de entrega a los clientes ya que resta competitividad en el mercado a la empresa.

Por otro lado, la escasez de proveedores externos de servicio de pintura electroestática e incumplimiento de los estándares de calidad requeridos por Perfomallas, son causas del problema debido que Perfomallas considera que se agotaron las posibilidades de proveedores de pintura dentro de la región, por lo cual, ya no se considera viable la posibilidad de hacer cambio de proveedor. A la fecha se ha solicitado el servicio a 6 proveedores, de los cuales, ninguno ha cumplido con los estándares de calidad de la empresa, lo cual también es considerado una causa del problema y se ha evidenciado dado que los incumplimientos de plazos son debido a fallas en el acabado del producto pintado terminado. Por tanto, se puede decir que en un 92% de las ordenes de servicio de pintura, se presenta un incumplimiento de los estándares de calidad.

La pérdida de clientes y no adjudicación de nuevos proyectos debido al incumplimiento en los plazos de entrega ha sido una perdida a la fecha no cuantificada, pero la que el encargado de proyectos (Fabian Macaya, Jefe Proyectos Dermetall) ha identificado como el mayor efecto percibido. Esto se ha evidenciado ya que clientes que anteriormente tuvieron problemas en los plazos, no han vuelto a solicitar servicios ni cotizaciones de proyectos.

La reducción de rentabilidad se puede evidenciar desde diversos puntos, pero en este proyecto se consideran dos factores. Uno son las pérdidas de ingresos por cada día hábil de trabajo, el cual se determina como \$100.000 por cada día, por tanto, por cada día de atraso se va sumando a este monto. El segundo factor es el gasto asociado a la logística de transporte que se deben incurrir en el 92% de los casos en que se solicita el servicio a proveedores externos, el cual

está evaluado en \$80.000 por cada viaje de ida y vuelta de un camión con trayecto entre la plantas de Perfomallas y la del proveedor de pintura.

Las perdidas por reprocesos no son una perdida considerable a la fecha ni se consideran para efecto de este proyecto, dado que se han podido cuantificar dado que en solo una oportunidad Perfomallas debió hacer pago de un reproceso de pintura al proveedor Procolor Chile en enero del año 2023 por un monto de \$1.906.348 (Erasmó Hernández, Jefe oficina técnica Perfomallas), lo cual se tradujo en un término inmediato y absoluto de relaciones con el proveedor. En todos los demás casos de reprocesos Perfomallas ha podido asegurar a los proveedores su no responsabilidad en las fallas de las piezas, por lo cual, los costos de estos han sido cubiertos por los proveedores.

Las perdidas por pagos de multas por incumplimiento de plazos es posible aseverar según Erasmó Hernández, Jefe de Oficina Técnica de Perfomallas que, dado que Perfomallas no ha firmado contratos de plazos por proyectos, por lo cual, la empresa no ha debido pagar las multas en proyectos de arquitectura por incumplimiento de plazos. Esta decisión de no firmar dichos contratos se ha tomado por causa del alto porcentaje de 92% de los casos de solicitud de servicio de pintura con retraso en las entregas y esto ha permitido no tener perdidas por pagos de multa, pero sí de clientes y proyectos debido a que no poder firmar estos contratos resta competitividad a la empresa y limita su crecimiento y expansión en el mercado, lo cual, se traduce en otra consecuencia del problema.

1.3. METODOLOGÍA

La metodología por implementar para el cumplimiento de los objetivos se basa en tres procesos:

1.3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

Medición y análisis del incumplimiento de plazos de entrega indicados a los clientes de Perfomallas, además de las causas de estos contrastados con la implementación del proyecto de mejora.

1.3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA:

Estudio financiero del proyecto realizando un análisis detallado de los costos e ingresos esperados del proyecto, incluyendo los costos de inversión, los costos operativos, los ingresos esperados y el flujo de caja proyectado.

Estudio económico del proyecto considerando una evaluación de los indicadores económicos del proyecto, tales como: la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y el periodo de recuperación de la inversión, para determinar su rentabilidad y viabilidad financiera. Además, un análisis de sensibilidad para evaluar cómo cambia la rentabilidad del proyecto ante diferentes escenarios y supuestos.

1.3.3. EVALUACIÓN TÉCNICA:

Estudio técnico del proyecto en el cual se evalúa la viabilidad técnica del proyecto, analizando aspectos como la tecnología necesaria, la capacidad productiva, la localización geográfica, entre otros. Además, la evaluación de la infraestructura disponible y necesaria para el proyecto, incluyendo la infraestructura física, tecnológica y de recursos humanos.

1.4. OBJETIVOS

A continuación, los objetivos del estudio de prefactibilidad:

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la prefactibilidad técnica y económica de la incorporación del servicio de pintura electroestática con el propósito de reducir los tiempos de entrega en la empresa Perfomallas ubicada en la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar la situación actual del proceso de pintura electroestática proporcionado por proveedores externos a Perfomallas considerando costos y tiempos con el propósito de analizar posibles mejoras.
2. Comparar opciones de recursos y maquinarias requeridas para el desarrollo del servicio de pintura electroestática por parte de Perfomallas para seleccionar la más adecuada para el desarrollo del proyecto.
3. Analizar los costos, inversión y recuperación relacionados al desarrollo del proyecto y posibles beneficios de la implementación de este para una toma de decisiones respecto de la factibilidad del desarrollo del proyecto.

CAPITULO II: ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

2. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

En este capítulo se estudia la prefactibilidad técnica del proyecto, la cual, es fundamental para evaluar la viabilidad y la factibilidad técnica de la idea propuesta. En este estudio, se lleva a cabo un análisis detallado de los recursos necesarios, la tecnología requerida, las capacidades técnicas disponibles para la ejecución del proyecto.

2.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS

Para lograr los estándares propuestos por Perfomallas y requeridos por los clientes en el proceso de pintura electrostática, es necesario desarrollar una serie de procesos descritos a continuación:

- **Recepción:** esta etapa consta de la recepción de la solicitud del cliente por parte del área de ventas de la empresa.
- **Recepción:** un vendedor recibe la solicitud para luego enviar a oficina técnica para el posterior proceso de evaluación de factibilidad.
- **Evaluación técnica:** el área técnica evalúa la factibilidad del proceso de pintura considerando color, textura y acabado solicitado, además del material del que está compuesta la solicitud del cliente.
- **Valorización:** se valorizan los costos asociados al desarrollo de la solicitud de cliente para poder realizar un presupuesto considerando márgenes de utilidad y plazos de entrega.
- **Cotización:** se desarrolla un documento que el vendedor envía al cliente para su evaluación de presupuesto.
- **Respuesta:** respuesta del cliente hacia el vendedor respecto de una aprobación o rechazo del presupuesto de la cotización.
- **Venta:** en caso de aprobación del presupuesto se procede a concretar la venta realizando los procesos de pago de los servicios.

- **Preparación:** etapa posterior a la aprobación de la cotización con el presupuesto enviada al cliente y previa al proceso de pintura electrostática, esta consta de los siguientes procesos:
 - **Abastecimiento:** el área técnica se preocupa de revisar el stock de pintura solicitada por el cliente. En caso de no estar disponible, se procede a la compra de esta.
 - **Programación de la producción:** se organiza la producción en función de los procesos que se requieren para el desarrollo de los servicios.
- **Producción:** etapa en que se realiza el pintado de las piezas o equipos solicitado por clientes.
 - **Limpieza:** se pulen y limpian las piezas de modo de no dejar rebabas ni ningún tipo de residuo o imperfecciones en el material ya que se requiere del metal absolutamente limpio para el siguiente proceso.
 - **Pintado:** este proceso consiste en pintar las piezas con una máquina de pintura en polvo, que mezcla aire con las partículas cargándolas eléctricamente a través de una pistola que va espolvoreando la pintura, la cual, es atraída fuertemente hacia superficie que se encuentra conectada a tierra.
 - **Horneado:** se traslada a un horno de curado que funde las partículas a una temperatura entre los 150-180°C y las adhiere de forma permanente a la superficie dando un acabado perfectamente liso.
- **Revisión:** en esta etapa se realiza la revisión del acabado de las piezas pintadas para ser entregadas al cliente.
 - **Revisión:** se revisa el estado de las piezas y si se cumple con los estándares propuestos y solicitados por los clientes.

- **Embalaje:** se embalan las piezas una por una con un pallet especial diseñado según el tipo de piezas a embalar, además de film y cortones necesarios para que no se topen algunas piezas con otras.
- **Despacho:** se entregan las piezas a los clientes mediante retiro en la planta o se despachan a los clientes mediante transporte de camiones de la empresa o de empresas de logística según requerimiento del cliente.

2.2. DIAGRAMA DE FLUJO

Mediante el siguiente diagrama de flujo Figura 2-1 es posible apreciar los procesos que se llevan a cabo para el correcto desarrollo del servicio de pintura electroestática.

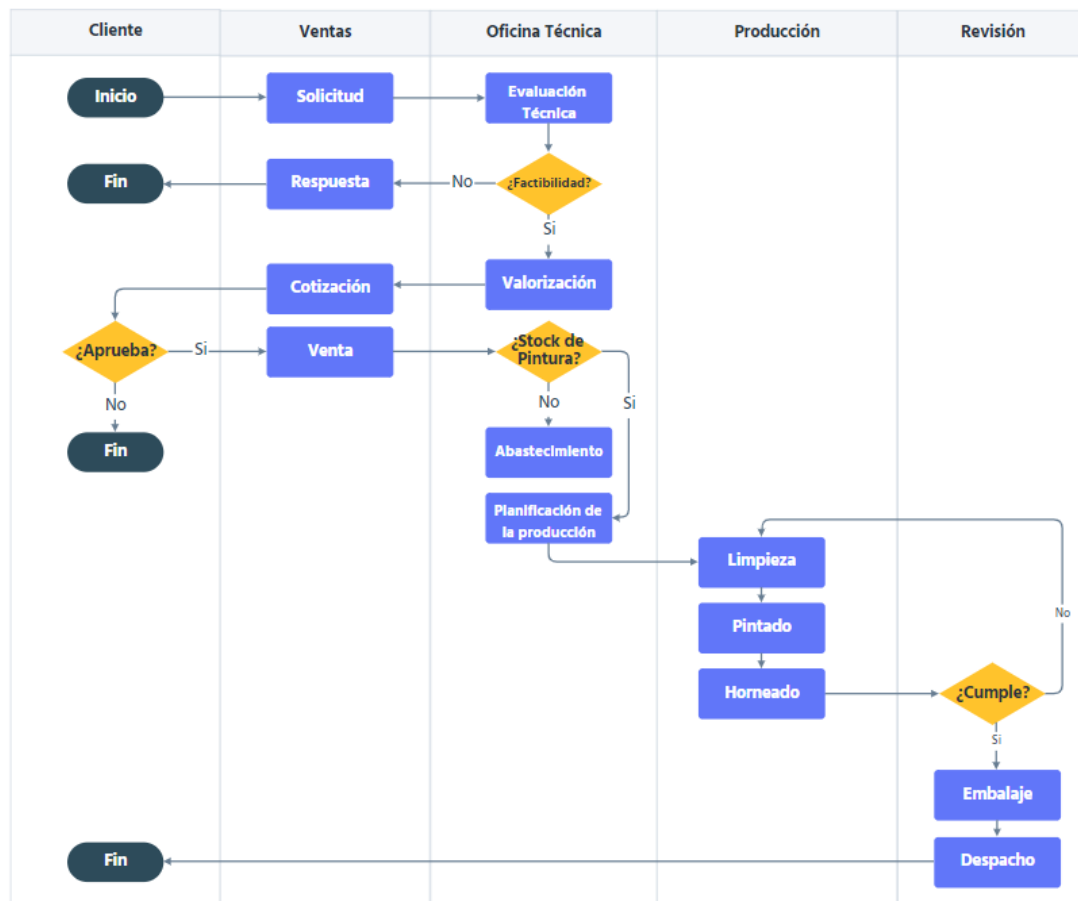


Figura 2-1. Diagrama de flujo proceso de servicio de pintura electroestática

Fuente: Elaboración propia.

2.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS

En la selección de equipos se consideran las máquinas necesarias para llevar a cabo el proceso de pintura electroestática, estos son:

- **Mitsuma Sprayright Plus - Equipo electroestático para pintura en polvo (Figura 2-2):**

Este es el equipo para la aplicación de pintura en polvo. En este la pintura se carga eléctricamente con alto voltaje y baja intensidad dentro de la pistola pulverizadora y junto a pigmentos y resinas se comienza a aplicar sobre la pieza con conexión a tierra. El equipo tiene las siguientes características:

- Cuenta con un tarro de acero inoxidable con 25 kilos de capacidad de producto.
- Pistola electrostática de hasta 100 [KV], que permite controlar el flujo de producto.
- Panel de control con regulación de voltaje y amperaje, control de cantidad de polvo, dosificación de aire y botón de limpieza.
- Cuenta con 100 programas preestablecidos y 4 modos de aplicación: pintado, repintado, esquinas y suave.



Figura 2-2. Mitsuma Sprayright Plus - Equipo electroestático para pintura en polvo.

Fuente: (APV, 2023)

- **COLO-5219 Gas Powder Coating Curing Oven - Horno de curado para pintura en polvo: este es el equipo para realizar el proceso de curado de la pintura (Figura 2-3):**

El horno de pintura es el principal equipo para efectuar una pintura aerográfica de calidad, la aplicación de estos se deriva principalmente en: el secado de recubrimientos alquidáticos, vinílicos, acrílicos y en el curado de recubrimientos en polvo tipo poliéster, epóxicos, híbridos entre otros. También son utilizados para secar la pieza después de algún proceso de pretratamiento húmedo.

Los hornos están formados por una cámara de trabajo y una cámara de combustión. En la cámara de combustión se produce el calor (generalmente por medio del uso de gas), este será distribuido a la cámara de trabajo por medio de difusores. Los difusores son ajustables lo que permite tener la misma temperatura en toda el área de trabajo. La homogeneidad de la temperatura se encargará de realizar el proceso de secado y curado. El horno tiene las siguientes características:

- Dimensiones internas: 1900x900x5000mm
- Dimensiones totales: 2100x2480x5200mm
- Fuente de alimentación: Gas/Diesel
- Voltaje/Frecuencia: 380V/220V (50-60Hz)
- Tiempo de calentamiento: 15-30 min (180°C)
- Estabilidad de temperatura: $< \pm 3-6^{\circ}\text{C}$
- Temperatura máxima: 250°C
- Fuerza de motor: 5,5kW



Figura 2-3. COLO-5219 Gas Powder Coating Curing Oven - Horno de curado para pintura en polvo: este es el equipo para realizar el proceso de curado de la pintura.

Fuente: Colo Group, 2023.

- **Prestur - Ventilador centrífugo media presión (Figura 2-4):**

En el proceso de pintura electrostática los ventiladores se encargan de realizar el aporte mecánico del aire que será filtrado, para empujar las partículas de pintura hacia abajo. De este modo, las partículas de pintura no adheridas se recogen en un colector y el aire, nuevamente filtrado, sale de forma natural hacia el exterior mediante un conducto. Para la aspiración de partículas, en las cabinas de pintura también se pueden usar los ventiladores de media presión para recuperar las partículas de pintura que no se han adherido al producto, para regresarlas a la tolva y poderse usar en el siguiente pintado.

En el caso de cabinas de pintura electrostática, donde el producto pasa por un horno de secado tras ser pintado, es necesaria la desestratificación del aire que permite homogenizar la temperatura del horno.

Considerando las características y requerimientos del proyecto, las características del ventilador son:

- Ventilador centrífugo de media presión con acoplamiento directo.
- Turbina autolimpiante y rodete reforzado de álabes hacia atrás (a reacción) de alto rendimiento fabricado en acero laminado al carbono equilibrado dinámicamente para minimizar el ruido y las vibraciones.
- Motor IEC asíncrono normalizado de jaula de ardilla con protección IP-55 y aislamiento eléctrico clase F. Voltajes estándar 230/400V 50Hz para motores trifásicos hasta 4kW y 400/690V 50Hz para potencias superiores.



Figura 2-4. Prestur - Ventiladores centrífugos media presión: este es el equipo para realizar la ventilación en la cabina de pintura electroestática y horno de curado.

Fuente: Casals, 2023.

2.4. LAYOUT

El layout es un esquema de representación de la planta que integra y señala la distribución, forma de los elementos representados en el plano tomando en cuenta los equipos.

2.4.1. DIAGRAMA LAYOUT

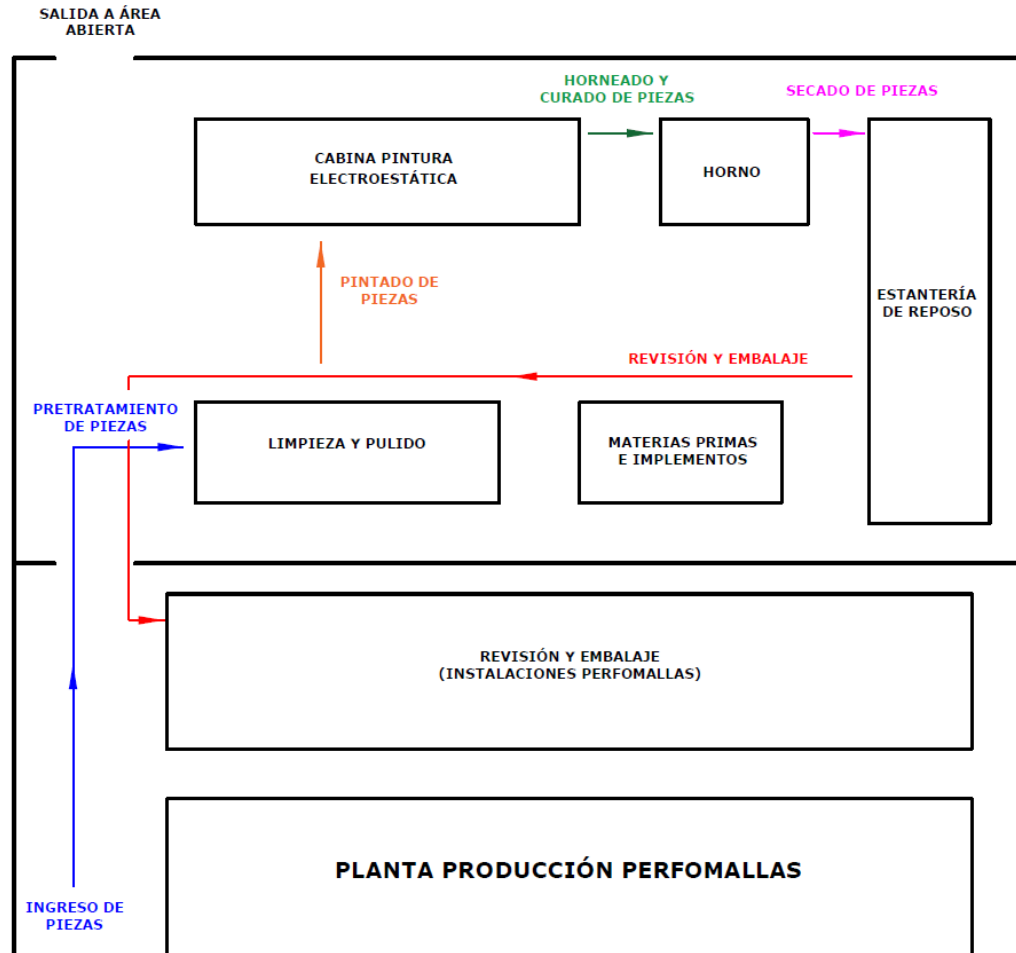


Figura 2-6. Layout flujo de proceso pintura electroestática en la planta de Perfomallas.

Fuente: Elaboración propia.

2.5. DETERMINACIÓN DE INSUMOS Y PRODUCTOS

Para el desarrollo del proceso de pintura electroestática y productos se requieren diversos insumos principalmente en el área de producción, ya que es el área que en este proyecto se desarrolla considerando que no se dispone de maquinaria ni insumos para el desarrollo del proceso. Los insumos administrativos, energía y aseo no se consideran dado que todos ya están incorporados en el funcionamiento actual de la empresa y este proyecto no considera la integración de personal o procesos fuera del área de producción.

2.5.1. INSUMOS DE PRODUCCIÓN

Los insumos de producción implican todos los insumos requeridos para la fabricación y producción requeridos y sus costos mensuales considerados para el desarrollo del proceso de pintura electrostática en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1. Insumos de producción mensuales

Insumos mensuales	Costo (\$)	Costo (UF)
Químicos para limpieza de metales	150.000	4,14
Lijas y pulidoras de metales	50.000	1,38
Paños para secado de piezas	20.000	0,55
Enganches de sujeción a horno	200.000	5,52
Elementos de protección personal	150.000	4,14
TOTAL	570.000	15,74

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

El cálculo estimado en cantidades y costos son los considerados para una producción de 160[mts²] diarios durante 20 días hábiles de trabajo al mes, es decir 3200[mts²] al mes. Este es el escenario requerido para los periodos que estiman la máxima producción.

2.5.2. PRODUCTOS

Los productos desarrollados no son productos en específico ya que puede ser una serie de productos solicitados por los clientes fabricados en metales de diversas calidades por parte de Perfomallas o proporcionados por el cliente que requiera únicamente el servicio de pintura de estos. El proyecto, los insumos, recursos y selección de la maquinaria considera los colores y dimensiones de los productos que con mayor frecuencia solicitan el servicio de pintura que son paneles decorativos, ménsulas, pilones y cabinas de seguridad entre otros.

2.6. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO

Dentro del proyecto se considera el abastecimiento de colores básicos y terminaciones de pintura suficientes (blanco, rojo, verde, negro, negro mate, gris microtexturado, entre otros) como para abastecer a demanda actual estimada que es de 160[mts²] diarios que permitiría el cumplimiento de los plazos adecuados a los proyectos solicitados y que permitan a la empresa ser competitivos respecto de los otros proveedores de pintura.

En el caso de que exista una sobredemanda, la empresa contará con stock disponible de pintura, de recursos humanos y de uso de espacios para poder abastecer a los clientes considerando jornadas extras de trabajo, ya que es una práctica común en la producción y desarrollo de otros servicios proporcionados por Perfomallas con la finalidad de que siempre los clientes puedan cubrir su necesidad.

En el caso de los proveedores nacionales e internacionales, se realizará un exhaustivo análisis del tiempo promedio que se demoran en entregar los productos solicitados, por lo que, se considera tener un control de los requerimientos y abastecimiento.

2.7. CONSUMO DE ENERGÍA

En el consumo se considera toda la energía que se utiliza para llevar a cabo el proyecto. En el caso del proyecto, la que se requiere en el uso de las instalaciones y el proceso productivo de pintura electroestática.

2.7.1. CONSUMO DE ELECTRICIDAD

La empresa Perfomallas cuenta con un contrato de suministro de energía eléctrica con la empresa Enel del tipo AT4.3 que consta de un cargo fijo mensual para toda la planta, este no varía según el uso de energía, por lo cual, no se considera el consumo de energía en los gastos fijos ni

variables del proyecto ya que este está contemplado en los cargos fijos de la empresa actualmente.

2.7.2. CONSUMO DE GAS

Estableciendo un contrato comercial del tipo AC-14 con la empresa de abastecimiento de gas Metrogras, se establece un cargo fijo un costo de 1.195 [\$/mts³]. El consumo de gas requerido el horno de curado de pintura electroestática considera el uso de horno a 180°C durante 5 horas diarias obteniendo un gasto diario de 120[mts³] obteniendo un total mensual en 20 días de trabajo de 2.400[mts³]. Por tanto, un costo variable mensual de \$2.868.000, es decir, 79,21 UF considerando el valor al 09 de octubre de 2023.

2.8. PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL

Los programas de trabajo, turnos y gastos en personal consideran principalmente la contratación de 4 trabajadores únicamente para el área de producción con turnos de 45 horas.

2.8.1. ÁREA PRODUCCIÓN

En el área de producción se considera la contratación de 4 trabajadores que desempeñan cargos según se observa en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Personal requerido para el desarrollo del proceso de pintura electroestática.

Cargo	Cantidad	Turnos / Contrato
Encargado de limpieza	1	Art 28
Operador de máquina de pintura	1	Art 28
Operador de horno de curado	2	Art 28
TOTAL	4	

Fuente: Elaboración propia.

2.8.2. DEFINICIÓN DE JORNADAS

Las jornadas al ser una empresa de capital, la normativa vigente En Chile lo que establece la regulación, a través del artículo 28 del Código del Trabajo, es que los límites de las jornadas son 45 horas semanales y no exceder las 10 horas de trabajo diarias.

2.8.3. JORNADAS

La jornada laboral para los trabajadores contratados bajo artículo 28 considera jornadas de trabajo de 40 horas semanales con entrada a las 8.30hrs, colación de 1 hora y salida a las 17:30hrs

2.8.4. COSTOS EN PERSONAL

Dentro de los costos en personal, se consideran los sueldos de los trabajadores y una bonificación para el almuerzo mensual, además de los descuentos legales como: AFP, Fonasa, seguro de cesantía, invalidez y sobrevivencia, accidente.

2.8.5. SUELDOS

En el caso de los tres cargos mencionados en la Tabla 6, son los mismos sueldos asignados de \$700.217 líquidos más una bonificación de almuerzo de \$80.000. Considerando los descuentos legales se obtiene un costo empresa total mensual de \$912.000 por cada trabajador. Por tanto, por los cuatro trabajadores suman un total mensual de costo empresa de \$3.651.340, es decir, 100,84 UF considerando el valor al 09 de octubre de 2023. En la Tabla 2-3, un detalle de sueldos:

Tabla 2-3. Costos sueldos

Descripción	%	(\$)	(UF)
Sueldo base		785.000	21,68
Gratificación (almuerzo)		80.000	2,21
Sueldo imponible		865.000	23,89
AFP	11,45%	99.043	2,74
Fonasa	7%	60.550	1,67
Seguro cesantía trabajador	0,60%	5.190	0,14
Total, descuentos legales		164.783	4,55
Seguro de cesantía empresa	2,40%	20.760	0,57
SIS (seguro de invalidez y sobrevivencia)	2,20%	19.030	0,53
Seguro accidente	0,93%	8.045	0,22
Total, aporte patronal		47.835	1,32
Sueldo líquido		700.217	19,34
Costo mensual empresa por trabajador		912.835	25,21
Costo mensual empresa 4 trabajadores		3.651.340	100,84
Costo anual empresa por trabajador		10.954.020	302,52
Costo anual empresa 4 trabajadores		43.816.080	1.210,09

Fuente: Elaboración propia.

2.9. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES

El personal de operaciones, el detalle de los cargos, perfiles y sueldos a continuación.

2.9.1. PERFILES

En las Tablas 2-4, 2-5 y 2-6, se detallan los perfiles y descripciones de cargos de los cuatro trabajadores a contratar:

Tabla 2-4. Perfil – Encargado de limpieza

Cargo	Encargado de limpieza de piezas (1 persona)
Departamento	Área producción
Sueldo líquido (\$)	700.217
Costo empresa mensual (\$)	912.835
Rol y responsabilidades	

Limpiar y pulir las piezas exhaustivamente asegurando que no haya imperfecciones o irregularidades por suciedad o contaminación de las piezas y equipos que posteriormente se pintaran.

Requisitos y formación

- Educación media cumplida

Aptitudes deseables

- Experiencia en plantas de manufactura de metales o de pintura.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-5. Perfil – Operador de máquina de pintura

Cargo	Operador de máquina de pintura (1 persona)
Departamento	Área producción
Sueldo líquido (\$)	700.217
Costo empresa mensual (\$)	912.835
Rol y responsabilidades	

Operar máquina de pintura electrostática, pintar las piezas ingresadas en producción según los requerimientos, revisar el estado óptimo de operación del equipo y suministro de energía.

Requisitos y formación

- Educación media cumplida

Aptitudes deseables

- Experiencia en plantas de manufactura de metales o de pintura.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-6. Perfil – Operador de horno de curado

Cargo	Operador de horno de curado (2 personas)
Departamento	Área producción
Sueldo líquido (\$)	700.217
Costo empresa mensual (\$)	912.835
Rol y responsabilidades	
Operar horno de curado de pintura electrostática, hornear las piezas según los requerimientos de cada material ajustando temperaturas y tiempos necesarios. Revisión de suministro de energía y gas de la máquina.	
Requisitos y formación	
- Educación media cumplida	
Aptitudes deseables	
- Experiencia en plantas de manufactura de metales o de pintura.	

Fuente: Elaboración propia.

2.10. INVERSIONES EN EQUIPO Y MOBILIARIO

Las inversiones se dividen en equipos (Tabla 2-7) y mobiliario (Tabla 2-8), donde se puede cuantificar cantidad y costo.

Tabla 2-7. Inversión en equipos

Componente	Uso	Cantidad	Costo (\$)	Costo (UF)
Mitsuma Sprayright Plus	Equipo electrostático para pintura en polvo	1	6.000.000	165,70
COLO-5219 Gas Powder Coating Curing Oven	Horno para curado de pintura electrostática	1	22.000.000	607,58
Prestur	Ventilador centrífugo media presión	2	5.000.000	138,09
TOTAL		4	33.000.000	911,38

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

Tabla 2-8. Inversión en mobiliario

Componente	Uso	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Costo total (UF)
Mesa de trabajo	Limpieza de piezas	2	600.000	1.200.000	33,14
Mueble	Almacenamiento de insumos	2	400.000	800.000	22,09
Cabina	Cabina pintura electroestática	1	8.000.000	8.000.000	220,94
TOTAL		5		10.000.000	276,17

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

2.11. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO

En la evaluación de los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto se analizan los costos fijos, costos variables y costo capital de trabajo que inciden en el proyecto, con esto es posible calcular a través del método de máximo déficit acumulado, el total de la inversión que existirá en el capital de trabajo. Para este proyecto se calcula a través del método de máximo déficit acumulado.

2.11.1. COSTOS FIJOS

Los costos fijos consideran lo que no depende del volumen de producción o que como anteriormente se mencionó en el punto 2.7.1, que consideran el costo total mensual para una producción de 160[mts²] diarios durante 20 días hábiles de trabajo al mes, es decir 3200[mts²] al mes. En estos costos fijos se consideran los sueldos, insumos y arriendo de espacio en que se desempeñaran desplegaran los equipos y desarrollarán los procesos, el cual está evaluado en un costo de 0,15UF mensuales por metro cuadrado, por tanto, considerando un área de 1250[mts²] equivale a 187,5UF mensuales.

Tabla 2-9. Costos fijos mensuales

Descripción	Costo total (\$)	Costo total (UF)
Sueldos	3.651.340	100,84
Insumos	570.000	15,74
Arriendo	6.789.188	187,50
TOTAL	11.010.528	304,08

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

2.11.2. COSTOS VARIABLES

Los costos variables consideran lo que, si depende del volumen de producción, estos son el consumo de gas y reposición de pintura en polvo. Para esto se estimó que el volumen de producción será paulatino en el tiempo, donde se considera una producción inicial incrementando el volumen de producción por periodos en meses, tal como muestra la Tabla 2-10, hasta llegar a la producción máxima estimada de 160 [mts²] diarios, es decir, 3200 [mts²] al mes.

Tabla 2-10. Volumen de producción por periodos en meses

Periodo (meses)	Metros ²
2 al 6	800
7 al 12	1200
13 al 18	1600
19 al 24	2000
25 al 30	2600
31 al 48	3200

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2-11 se pueden observar los costos variables que dependen del volumen de producción mencionados en la Tabla 2-10:

Tabla 2-11. Costos variables por periodo

Período (meses)	Consumo de Gas (\$)	Reposición de pintura en polvo (\$)	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
2 al 6	717.000	720.000	1.437.000	39,69
7 al 12	1.075.500	1.080.000	2.155.500	59,53
13 al 18	1.434.000	1.440.000	2.874.000	79,37
19 al 24	1.792.500	1.800.000	3.592.500	99,22
25 al 30	2.330.250	2.400.000	4.730.250	130,64
31 al 48	2.868.000	2.880.000	5.748.000	158,75

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

2.11.3. INGRESOS

En los ingresos asociados al proyecto se consideran comparando la situación actual sin proyecto y con proyecto, por tanto, estos corresponden a los ingresos por de ventas por metros de pintura, días perdidos por retrasos en las entregas por parte de los proveedores de pintura y costos asociados a logística de transporte en los casos de reprocesos.

Los ingresos por servicio de pintura consideran un precio de venta de \$6.000 por cada 1[mts²], este valor se definió en función de los precios que venden los proveedores a Perfomallas en la actualidad. Estos ingresos también están sujeto al volumen de producción proyectados obteniendo los siguientes ingresos por periodos de meses (Tabla 2-12).

Tabla 2-12. Ingresos por periodos en meses

Periodo (meses)	Metros ²	Ingreso (\$)	Ingreso (UF)
2 al 6	800	4.800.000	132,56
7 al 12	1200	7.200.000	198,85
13 al 18	1600	9.600.000	265,13
19 al 24	2000	12.000.000	331,41
25 al 30	2600	15.600.000	430,83
31 al 48	3200	19.200.000	530,25

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

Dentro de los ingresos, también se consideran costos por días de retraso en la entrega de las órdenes de producción, a este costo de \$100.000 por día de retraso, como se pudo observar en las Cartas Gantt de las Tablas 1-3 y 1-4, estos son de 7 días por cada orden de producción de servicio de pintura. En términos de costos asociados a logística de transporte son \$80.000 por cada orden de producción. Para efectos de estudio de este proyecto se considera que cada orden de producción corresponde a 200[mts²], por tanto, en función de la producción estimada por periodos en meses, los ingresos por días y transportes son: (Tabla 2-13)

Tabla 2-13. Ingresos por días de atraso y transporte por periodos en meses

Periodo (meses)	Ordenes de producción atrasadas	Ingreso transporte (\$)	Ingreso transporte (UF)	Ingreso por días de atraso (\$)	Ingreso por días de atraso (UF)
2 al 6	4	320.000	8,84	2.800.000	77,33
7 al 12	6	480.000	13,26	4.200.000	115,99
13 al 18	8	640.000	17,68	5.600.000	154,66
19 al 24	10	800.000	22,09	7.000.000	193,32
25 al 30	13	1.040.000	28,72	9.100.000	251,32
31 al 48	16	1.280.000	35,35	11.200.000	309,32

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

Por tanto, los ingresos totales mensuales por periodos considerando las tres variables de ingresos en la Tabla 2-14:

Tabla 2-14. Ingresos totales por periodos en meses

Periodo (meses)	Ingreso mensual total (\$)	Ingreso mensual total (UF)
2 al 6	7.920.000	218,73
7 al 12	11.880.000	328,10
13 al 18	15.840.000	437,46
19 al 24	19.800.000	546,83
25 al 30	25.740.000	710,87
31 al 48	31.680.000	874,92

Fuente: Elaboración propia.

2.11.4. CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo indica cual es el monto de la inversión necesario para dar inicio al proyecto. Para el cálculo este se utiliza la fórmula de máximo déficit acumulado dada su mayor exactitud respecto de otros. Para ese cálculo se consideran los 48 meses de periodo de evaluación del proyecto, pero por concepto de espacio y claridad en las Tabla 2-15 y 2-16 se puede observar los periodos entre los meses 10 y 14, ya que el máximo déficit acumulado ocurre en el periodo 12.

Tabla 2-15. Costos capital de trabajo en \$

	Mes 10 (\$)	Mes 11 (\$)	Mes 12 (\$)	Mes 13 (\$)	Mes 14 (\$)
Ingresos	11.880.000	11.880.000	11.880.000	15.840.000	15.840.000
Costos fijos	11.010.528	11.010.528	11.010.528	11.010.528	11.010.528
Costos variables	2.155.500	2.155.500	2.155.500	2.874.000	2.874.000
Saldos	-1.286.028	-1.286.028	-1.286.028	1.955.473	1.955.473
Saldos acumulados	-38.792.275	-40.078.303	-41.364.330	-39.408.858	-37.453.385

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-16. Costos capital de trabajo en UF

	Mes 10 (UF)	Mes 11 (UF)	Mes 12 (UF)	Mes 13 (UF)	Mes 14 (UF)
Ingresos	328,10	328,10	328,10	437,46	437,46
Costos fijos	304,08	304,08	304,08	304,08	304,08
Costos variables	59,53	59,53	59,53	79,37	79,37
Saldos	-35,52	-35,52	-35,52	54,01	54,01
Saldos acumulados	-1071,34	-1106,86	-1142,38	-1088,37	-1034,37

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

Considerando estos resultados, de obtiene que el déficit máximo acumulado ocurre en el mes 12 de ejecución del proyecto obteniendo un capital de trabajo de \$41.364.330, es decir, 1142,38 UF como monto mínimo necesario para iniciar el proyecto.

CAPITULO III: EVALUACIÓN ECONÓMICA

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se realiza una evaluación económica del proyecto a través de un flujo de caja sin financiamiento y financiamiento del 50% y 75% en un periodo de 5 años de los cuales se obtienen indicadores económicos que permiten analizar la rentabilidad del proyecto y su sensibilidad a variaciones de ingresos y egresos.

3.1. CONSIDERACIONES A UTILIZAR

Las consideraciones importantes antes de analizar la evaluación económica son:

3.1.1. HORIZONTE DEL PROYECTO

El horizonte de evaluación del proyecto ha sido fijado a cuatro años plazo, considerando los requerimientos de la empresa indicados por Rodolfo Saldías (Gerente General y Comercial de Perfomallas, 2023).

3.1.2. TASA DE DESCUENTO

La tasa de descuento representa el retorno mínimo exigido por el inversionista a la inversión del proyecto. Este cálculo se realiza mediante el modelo de valoración de activos de capital (CAPM: capital asset pricing model), el cual, es utilizado para evaluar la rentabilidad que un inversor debe exigir al realizar una inversión en un activo financiero, en función del riesgo que está asumiendo. La tasa de descuento R se determina según:

$$R = R_f + [R_m - R_f] \beta$$

Donde:

- **Tasa libre de riesgo R_f :** se obtiene mediante instrumentos de libre riesgo del Banco Central denominada BCU, a 2 años consultados el mes de octubre del 2023 corresponde a 3,80%.
- **Tasa de rentabilidad en el mercado R_m :** el retorno esperado del mercado se obtiene mediante el IPSA (índice de precio selectivo de acciones) que presenta un valor promedio en los últimos 10 años de 6.55%.
- **Coefficiente β :** es la relación que existe entre el riesgo del proyecto respecto al riesgo del mercado, el beta correspondiente de la industria de metalurgia corresponde a 0.96.

$$R = R_f + [R_m - R_f] \beta$$

$$R = 3,8 + [6,55 - 3,8]0.96 = 6,44$$

Obteniendo una tasa de descuento de 6,44.

3.1.3. MONEDA A UTILIZAR

La moneda a utilizar para representar los valores asociados al proyecto es la unidad de fomento (UF), la cual se toma como referencia de conversión de peso a UF el valor del día 09 de octubre de 2023 que es de \$36.209.

3.1.4. IMPUESTOS

El impuesto de primera categoría es el cual se determina sobre la base de utilidades líquidas obtenidas por la empresa, es decir, sobre los ingresos obtenidos menos los gastos y se declara anualmente en la declaración de abril cada año, sobre las rentas percibidas el año anterior de calendario, para este proyecto el impuesto corresponde al 27% (SII, 2023).

3.1.5. DEPRECIACIONES

La depreciación es un beneficio tributario que reconoce la disminución del valor de activos de las empresas por el uso. La ley reconoce una cuota anual por concepto de depreciación de los activos. Este proyecto implementará depreciación acelerada con el propósito de aumentar la cuota anual de depreciación de los activos inmovilizados. (Tabla 3-1)

Tabla 3-1. Depreciación de equipos y mobiliario

Equipo/mobiliario	Costo total [\$]	Depreciación acelerada [años]	Año 1 [\$]	Año 2 [\$]	Año 3 [\$]	Año 4 [\$]	Año 5 [\$]	Año 6 [\$]
Mitsuma Sprayright Plus	165,70	5	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	0
COLO-5219 Gas Powder Coating Curing Oven	607,58	5	121,52	121,52	121,52	121,52	121,52	0
Prestur	138,09	5	27,62	27,62	27,62	27,62	27,62	0
Cabina Electropintura	220,94	2	110,47	110,47	0	0	0	0
Mesa de trabajo	33,14	2	16,57	16,57	0	0	0	0
Mueble	22,09	2	11,05	11,05	0	0	0	0
TOTAL	1187,55		320,36	320,36	182,28	182,28	182,28	

Fuente: Elaboración propia, considerando la nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado (SII, 2023)

3.2. FLUJOS DE CAJA

En este ítem se presentan los flujos de caja del proyecto considerando uno al 100% financiado por el inversionista y otros con 50% y 75% de financiamiento con créditos solicitados a entidades bancarias.

3.2.1. FLUJO DE CAJA SIN FINANCIAMIENTO

En la Tabla 3-2 se puede observar el flujo de caja del proyecto sin financiamiento de bancos.

Tabla 3-2. Flujo de caja sin financiamiento

Impuesto a la renta		27%	27%	27%	27%	27%
Periodos (años)	0	1	2	3	4	5
+ Ingresos		3.062	5.906	9.515	10.499	10.499
- Costos fijos		-3.649	-3.649	-3.649	-3.649	-3.649
- Costos variables		-556	-1.072	-1.736	-1.905	-1.905
= Margen Operacional		-1.142	1.185	4.129	4.945	4.945
- Depreciación		-320	-320	-182	-182	-182
- Interés crédito						
- Pérdida del ejercicio anterior			-1.463	-598		
= Utilidad antes de impuestos		-1.463	-598	3.349	4.763	4.763
- Impuesto				-904	-1.286	-1.286
= Utilidad después de impuestos		-1.463	-598	2.445	3.477	3.477
+ Pérdida del ejercicio anterior			1.463	598		
- Amortización						
+ Depreciación		320	320	182	182	182
- Inversión		-1.188				
+/- Capital de trabajo		-1.142				1.142
= Flujo de caja antes financiamiento		-2.330	-1.142	1.185	3.225	4.802
+ Crédito						
= Flujo de caja neto		-2.330	-1.142	1.185	3.225	4.802
= Flujo de caja actualizado		-2.330	-1.073	1.046	2.674	3.514
= Flujo de caja acumulado		-2.330	-3.403	-2.357	3.168	6.683

VAN (UF)	6.683
IVAN	5,63
TASA DE DESCUENTO	6,44%
TIR (%)	25%
PRI (Año)	2,73

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

En el flujo de caja sin financiamiento o flujo puro se obtuvo un valor actual neto de 6.683 UF, es decir, un VAN positivo, por lo cual, se puede concluir que el proyecto es rentable. Además, se obtuvo una tasa de recuperación de la inversión TIR del 25%, es decir, superior a la tasa de descuento para este proyecto que es de 6,44%, por tanto, con este indicador también es posible aseverar que el proyecto es rentable. Finalmente, con el indicador de periodo de recuperación de la inversión PRI se obtiene que la recuperación de la inversión será durante el tercer periodo de desarrollo del proyecto.

3.2.2. FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO DEL 50%

En la Tabla 3-3 se puede observar el flujo de caja del proyecto considerando un 50% de financiamiento a través de créditos bancarios en UF para un periodo de 5 años y una tasa de interés de 3,78% anual de crédito.

Tabla 3-3. Flujo de caja con financiamiento de 50% de crédito

Impuesto a la renta		27%	27%	27%	27%	27%
Periodos	0	1	2	3	4	5
+ Ingresos		3.062	5.906	9.515	10.499	10.499
- Costos fijos		-3.649	-3.649	-3.649	-3.649	-3.649
- Costos variables		-556	-1.072	-1.736	-1.905	-1.905
= Margen Operacional		-1.142	1.185	4.129	4.945	4.945
- Depreciación		-320	-320	-182	-182	-182
- Interés crédito		-44	-36	-27	-19	-9
- Pérdida del ejercicio anterior			-1.507	-678		
= Utilidad antes de impuestos		-1.507	-678	3.242	4.744	4.753
- Impuesto				-875	-1.281	-1.283
= Utilidad después de impuestos		-1.507	-678	2.367	3.463	3.470
+ Pérdida del ejercicio anterior			1.507	678		
- Amortización		-216	-224	-233	-241	-251
+ Depreciación		320	320	182	182	182
- Inversión	-1.188					
+/- Capital de trabajo	-1.142					1.142
= Flujo de caja antes financiamiento	-2.330	-1.402	925	2.994	3.404	4.544
+ Crédito	1.165					
= Flujo de caja neto	-1.165	-1.402	925	2.994	3.404	4.544
= Flujo de caja actualizado	-1.165	-1.318	817	2.483	2.652	3.326
= Flujo de caja acumulado	-1.165	-2.483	-1.666	817	3.469	6.795

VAN (UF)	6.795
IVAN (UF)	5,72
TASA DE DESCUENTO	6,44%
TIR (%)	38%
PRI (Año)	2,56
TASA ANUAL CREDITO	0,04

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

En el flujo de caja con financiamiento del 50% se obtuvo un valor actual neto de 6.795 UF, es decir, un VAN positivo, por lo cual, se puede concluir que el proyecto es rentable. Además, se obtuvo una tasa de recuperación de la inversión TIR del 38%, es decir, superior a la tasa de

descuento para este proyecto que es de 6,44%, por tanto, con este indicador también es posible aseverar que el proyecto es rentable. Finalmente, con el indicador de periodo de recuperación de la inversión PRI se obtiene que la recuperación de la inversión será durante el tercer periodo de desarrollo del proyecto.

3.2.3. FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO DEL 75%

En la Tabla 3-4 se puede observar el flujo de caja del proyecto considerando un 75% de financiamiento a través de créditos bancarios en UF para un periodo de 5 años y una tasa de interés de 3,78% anual de crédito.

Tabla 3-4. Flujo de caja con financiamiento de 75% de crédito

Impuesto a la renta		27%	27%	27%	27%	27%
Periodos	0	1	2	3	4	5
+ Ingresos		3.062	5.906	9.515	10.499	10.499
- Costos fijos		-3.649	-3.649	-3.649	-3.649	-3.649
- Costos variables		-556	-1.072	-1.736	-1.905	-1.905
= Margen Operacional		-1.142	1.185	4.129	4.945	4.945
- Depreciación		-320	-320	-182	-182	-182
- Interés crédito		-66	-54	-41	-28	-14
- Pérdida del ejercicio anterior			-1.529	-718		
= Utilidad antes de impuestos		-1.529	-718	3.188	4.735	4.749
- Impuesto		0	0	-861	-1.278	-1.282
= Utilidad después de impuestos		-1.529	-718	2.327	3.457	3.467
+ Pérdida del ejercicio anterior			1.529	718		
- Amortización		-324	-336	-349	-362	-376
+ Depreciación		320	320	182	182	182
- Inversión		-1.188				
+/- Capital de trabajo		-1.142				1.142
= Flujo de caja antes financiamiento		-2.330	-1.532	795	3.277	4.415
+ Crédito		1.747				
= Flujo de caja neto		-582	-1.532	795	3.277	4.415
= Flujo de caja actualizado		-582	-1.440	702	2.387	3.232
= Flujo de caja acumulado		-582	-2.022	-1.320	1.067	6.851

VAN (UF)	6.851
IVAN (UF)	5,77
TASA DE DESCUENTO	6,44%
TIR (%)	49%
PRI (Año)	2,46
TASA ANUAL CREDITO	0,04

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

En el flujo de caja con financiamiento del 50% se obtuvo un valor actual neto de 6.851 UF, es decir, un VAN positivo, por lo cual, se puede concluir que el proyecto es rentable. Además, se obtuvo una tasa de recuperación de la inversión TIR del 49%, es decir, superior a la tasa de descuento para este proyecto que es de 6,44%, por tanto, con este indicador también es posible aseverar que el proyecto es rentable. Finalmente, con el indicador de periodo de recuperación de la inversión PRI se obtiene que la recuperación de la inversión será durante el tercer periodo de desarrollo del proyecto.

3.2.4. INDICADORES ECONOMICOS Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO

En la Tabla 3-5 un resumen de los indicadores económicos valor actual neto (VAN), tasa de descuento, tasa interna de retorno (TIR) y periodo de recuperación de la inversión (PRI):

Tabla 3-5. Resumen indicadores económicos

	PURO	50%	75%
VAN (UF)	6.683	6.795	6.851
IVAN	5,63	5,72	5,77
TASA DE DESCUENTO	6,44%	6,44%	6,44%
TIR (%)	25%	38%	49%
PRI (Año)	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

Con este resumen es posible concluir que para los casos de proyecto sin financiamiento o proyecto puro y con financiamiento a través de créditos bancarios del 50% y 75% del total de la inversión, desde el análisis del valor actual neto VAN es posible aseverar que es un proyecto rentable dado que en todos los casos es positivo con un monto mínimo de 6.683 UF para el caso de proyecto puro, es decir, sin financiamiento de entidades bancarias. Además, analizando la tasa interna de retorno TIR, también se concluye la positiva rentabilidad del proyecto ya que estos valores para los tres casos es un porcentaje muy positivo en comparación a la tasa de descuento. Finalmente, el indicador de periodo de recuperación de la inversión PRI permite concluir que, en

cualquiera de los casos, tanto sin financiamiento como con un 50% y 75% de financiamiento, durante el periodo 3 del proyecto se recupera la inversión.

3.3. SENSIBILIZACIONES

La sensibilidad del proyecto se refiere a cómo cambian los resultados financieros del proyecto en respuesta a cambios en ciertos parámetros clave, como ingresos, costos, tasas de interés u otras variables relevantes. Para el caso de este proyecto se realiza la sensibilización del valor actual neto (VAN), la que consiste en analizar la variación de los ingresos y egresos del proyecto con relación a este indicador considerando hasta qué punto este se hace cero.

3.3.1. SENSIBILIZACION PROYECTO PURO: VAN AL DISMINUIR INGRESOS

La sensibilidad del proyecto puro considerando variación del valor actual neto (VAN) al disminuir los ingresos (Tabla 3-6 y Gráfico 3-1):

Tabla 3-6. Sensibilización proyecto puro: VAN al disminuir ingresos

Ingresos (UF)	Disminución (%)	VAN (UF)
39.481	0	6.683
35.533	-10	4.340
31.585	-20	1.993
28.217	-28,41	0
27.637	-30	-381

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

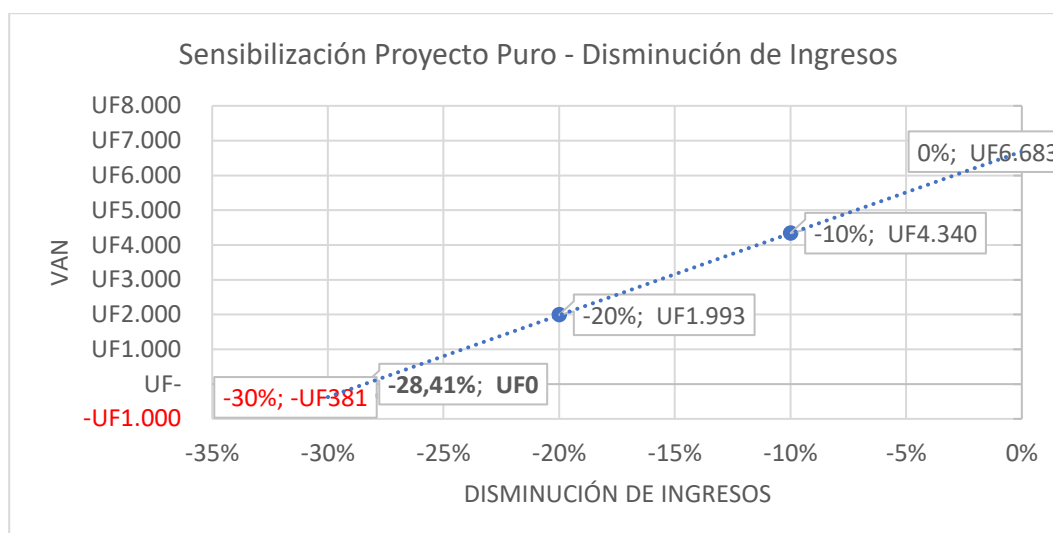


Gráfico 3-1. Sensibilización proyecto puro: VAN al disminuir ingresos

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de sensibilidad del comportamiento del valor actual neto (VAN) respecto de los ingresos, permite concluir que este indicador se hace cero, es decir, bajo cero el proyecto ya no es rentable, cuando los ingresos del proyecto disminuyen en un 28,41%, por tanto, los ingresos en el proyecto no pueden disminuir más que ese porcentaje ya que éste no sería rentable.

3.3.2. SENSIBILIZACION PROYECTO PURO: VAN AL AUMENTAR EGRESOS

La sensibilidad del proyecto puro considerando variación del valor actual neto (VAN) al disminuir los ingresos (Tabla 3-7 y Gráfico 3-2):

Tabla 3-7. Sensibilización proyecto puro: VAN al aumentar egresos

Egresos (UF)	Aumento (%)	VAN (UF)
25.418	0	6.683
30.502	20	3.582
35.585	40	449
36.310	42,85	0
38.127	50	-1.144

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

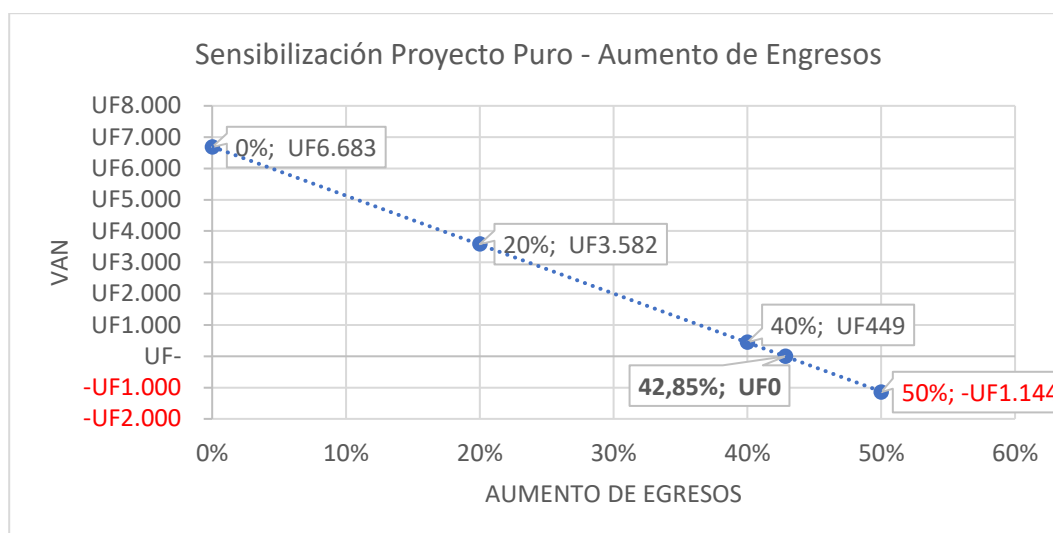


Gráfico 3-2. Sensibilización proyecto puro: VAN al aumentar egresos.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de sensibilidad del comportamiento del valor actual neto (VAN) respecto de los egresos, permite concluir que este indicador se hace cero, es decir, bajo cero el proyecto ya no es rentable, cuando los egresos del proyecto aumentan en un 42,85%, por tanto, los ingresos en el proyecto no pueden aumentar más que ese porcentaje ya que éste no sería rentable.

3.3.3. SENSIBILIZACION PROYECTO FINANCIAMIENTO 75%: VAN AL DISMINUIR INGRESOS

La sensibilidad del proyecto puro considerando variación del valor actual neto (VAN) al disminuir los ingresos (Tabla 3-8 y Gráfico 3-3):

Tabla 3-8. Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al disminuir ingresos

Ingresos (UF)	Disminución (%)	VAN (UF)
39.481	0	6.851
35.533	-10	4.509
31.585	-20	2.160
28.217	-29,10	0
27.637	-30	-217

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

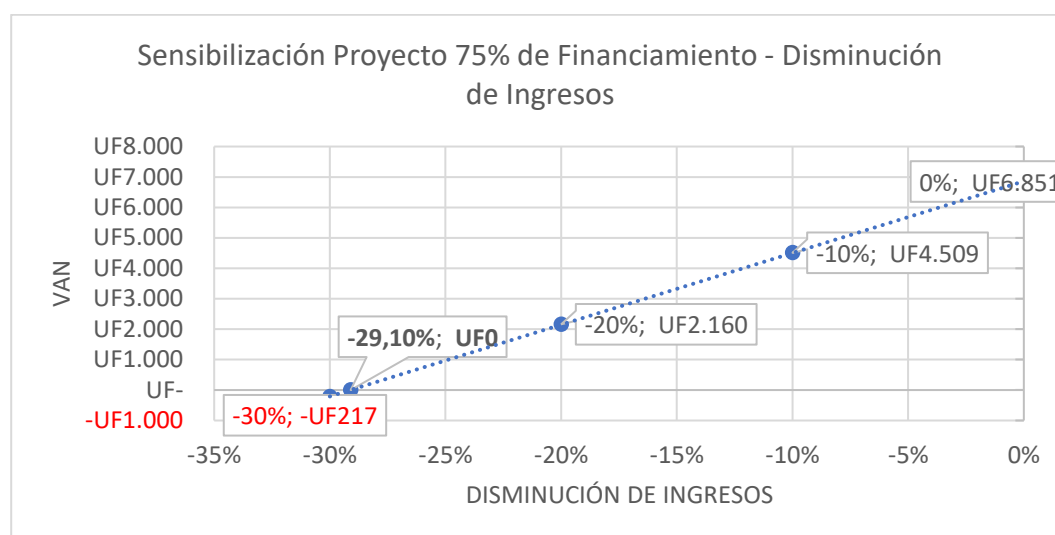


Gráfico 3-3. Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al disminuir ingresos.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de sensibilidad del comportamiento del valor actual neto (VAN) respecto de los ingresos, permite concluir que este indicador se hace cero, es decir, bajo cero el proyecto ya no es rentable, cuando los ingresos del proyecto disminuyen en un 29,10%, por tanto, los ingresos en el proyecto no pueden disminuir más que ese porcentaje ya que éste no sería rentable.

3.3.4. SENSIBILIZACION PROYECTO PURO: VAN AL AUMENTAR EGRESOS

La sensibilidad del proyecto puro considerando variación del valor actual neto (VAN) al disminuir los ingresos (Tabla 3-9 y Gráfico 3-4):

Tabla 3-9. Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al aumentar egresos

Egresos (UF)	Aumento (%)	VAN (UF)
25.418	0	6.851
30.502	20	3.750
35.585	40	614
36.564	43,85	0
38.127	50	-988

Fuente: Elaboración propia, considerando UF al 09 octubre 2023 (\$36.209)

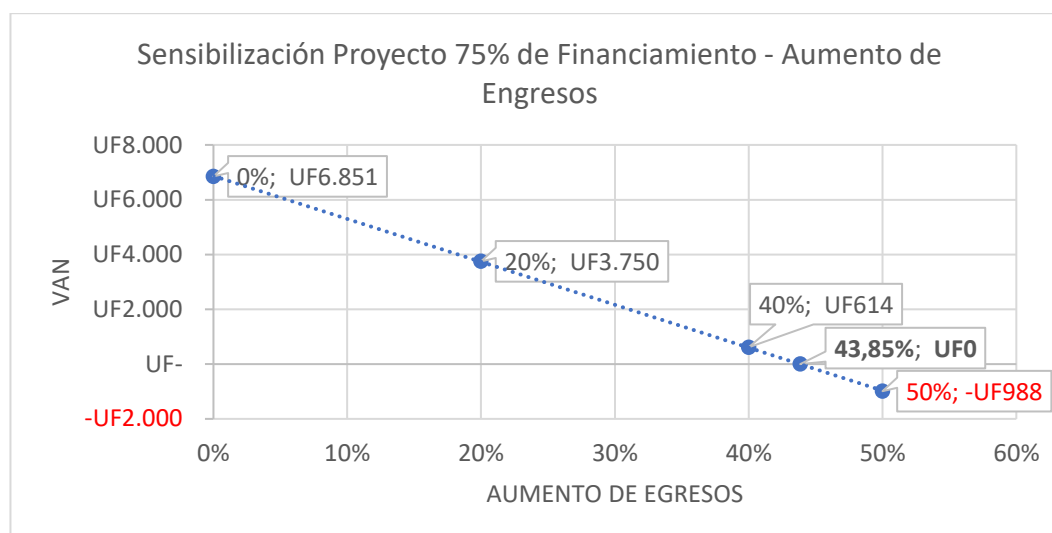


Gráfico 3-4. Sensibilización proyecto financiamiento 75%: VAN al aumentar egresos.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de sensibilidad del comportamiento del valor actual neto (VAN) respecto de los egresos, permite concluir que este indicador se hace cero, es decir, bajo cero el proyecto ya no es rentable, cuando los egresos del proyecto aumentan en un 43,85%, por tanto, los ingresos en el proyecto no pueden aumentar más que ese porcentaje ya que éste no sería rentable.

3.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio o punto de corte del proyecto es donde los ingresos totales son iguales a los costos totales. Para este estudio se consideran los ingresos, costos fijos y costos variables. En la Tabla 3-10:

Tabla 3-10. Punto de equilibrio

Periodo	1	2	3	4	5
Ingresos (UF)	3.062	5.906	9.515	10.499	10.499
Costos fijos (UF)	3.649	3.649	3.649	3.649	3.649
Costos variables (UF)	556	1.072	1.736	1.905	1.905
Costos totales (UF)	4.205	4.721	5.385	5.554	5.554
Punto de equilibrio (UF)	4.458	4.458	4.464	4.458	4.458
Punto de equilibrio %	146%	75%	47%	42%	42%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en el primer periodo se requieren de ingresos superiores a los costos para que el proyecto pudiera ser rentable en dicho periodo, pero los siguientes cuatro periodos presentan disminución en el porcentaje de punto de equilibrio, lo que significa que el proyecto comienza a ser rentable en el tiempo dado que los ingresos no deben ser significativamente superiores a los costos asociados al proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizado el estudio de prefactibilidad técnica y económica para la incorporación del servicio de pintura electrostática en Perfomallas, éste revela un problema: el incumplimiento de plazos de entrega debido a la falta de estándares de calidad en proveedores externos de pintura electrostática, generando pérdidas en tiempo, recursos y clientes.

Perfomallas enfrenta el desafío del incumplimiento de plazos por parte de proveedores externos de pintura electrostática. Ante esta problemática, la incorporación de este servicio a los desarrollados por la empresa se presenta como una estrategia para ampliar el mercado, mejorar la calidad de sus productos, aumentar la satisfacción del cliente y reducir costos, respaldada por indicadores económicos, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los indicadores económicos demuestran la rentabilidad del proyecto, validando su viabilidad. La recuperación de la inversión, según el Indicador de Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), enfatiza la eficiencia del proyecto. La consistencia de estos indicadores refuerza la recomendación de la incorporación del servicio como una decisión estratégica, sugiriendo un seguimiento continuo y ajustes según sea necesario para optimizar el rendimiento económico, reducir los tiempos de entrega y reclamos por incumplimiento, para los cuales se recomienda incorporar un sistema de seguimiento de entregas y la recopilación de comentarios de clientes, estableciendo métricas clave para evaluar el éxito continuo del proyecto.

La incorporación del servicio no solo responde a la falta de estándares de calidad en proveedores externos, sino que también atiende los problemas logísticos y de traslado que generan considerables costos y retrasos en las entregas. Al asumir el control directo de la operación de pintura electrostática, Perfomallas tiene la capacidad de optimizar la eficiencia logística, asegurando plazos de entrega más ajustados y elevando la calidad del servicio, lo que, a su vez, contribuye a la reducción de costos asociados logística de traslados y a días de trabajo perdidos por incumplimiento de plazos, reducción de reclamos de los clientes y con ello fortalece la posición competitiva de la empresa.

REFERENCIAS

- **Perfomallas (2023).** Recuperado el 21 abril 2023 de <https://www.perfomallas.com/>
- **Colo Group (2023).** *Horno de curado.* Recuperado el 18 agosto 2023 de <http://colorpowdercoater.es/8-16-colo-5219-powder-coating-oven/>
- **APV (2023).** *Maquina pintura en polvo.* Recuperado el 18 agosto 2023 de <https://www.apv.cl/n/producto/mitsuba-sprayright-plus/>
- **Metrogas (2023).** *Contratos empresas.* Recuperado 3 octubre 2023 de <https://www.metrogas.cl/documentos/BASES%20CON%3%89CTATE%20A%20METROGAS%20CON%20REGALO%20VI%20REGI%C3%93N%202023.pdf>
- **Enel (2023).** *Contratos empresas.* Recuperado 3 octubre 2023 de [https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/en/meet-enel/suppliers/suppliers-and-contractors/Anexx%20II%20Chile%20\(Spanish\).pdf](https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/en/meet-enel/suppliers/suppliers-and-contractors/Anexx%20II%20Chile%20(Spanish).pdf)
- **Banco Central (2023).** *Resumen de actividad mensual.* Recuperado el 5 octubre 2023 de https://www.bcentral.cl/detalle-noticias-y-publicaciones/-/asset_publisher/Exzd7I9NC3Y6/content/id/45357#:~:text=Resumen%20de%20actividad%20mensual%20septiembre,agosto%3A%2014%2C4%25
- **Investing (2023).** *Chile 10 años de datos históricos rendimiento de bonos.* Recuperado el 5 octubre 2023 de <https://es.investing.com/rates-bonds/chile-10-year-bond-yield-historical-data>
- **Datosmacro (2023).** *IPSA Chile.* Recuperado el 5 octubre 2023 de <https://datosmacro.expansion.com/bolsa/chile?dr=2023-10>
- **SII (2023).** *Preguntas frecuentes.* Recuperado el 25 noviembre de https://www.sii.cl/preguntas_frecuentes/renta/001_002_4708.htm
- **Morales, A. y Morales J. (2019).** *Proyectos de inversión.* Mc Graw Hill.
- **Sapag, N., Sapag, R. y Sapag, J. (2014).** *Preparación y evaluación de proyectos.* (6ª Ed). Mc Graw Hill.