UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSE MIGUEL CARRERA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA PLM TEAMCENTER EN LA EMPRESA MAESTRANZA DIESEL S.A.

Trabajo de Titulación para optar al Título de INGENIERO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA, CON LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PROYECTOS DE INGENIERÍA

Alumno:

Victor Morales Orobia

Profesor Guía:

Dr. Carlos Antillanca Espina

AÑO 2026

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): **X** Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA PLM TEAMCENTER EN LA EMPRESA MAESTRANZA DIESEL S.A.

Nombre del candidato(a): Victor Andrés Morales Orobia

Carrera / Grado: Ingeniería en proyecto de ingeniería / Licenciado en Proyectos de Ingeniería

Campus: San Joaquín **Departamento:**

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Antillanca Espina, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

x El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 19/01/2026 **Firma:**

CARLOS ANTILLANCA E.
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 19-01-2026 **Firma:**

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

Keywords: Product Lifecycle Management (PLM), Implementación de Teamcenter en Maestranza, Evaluación Financiera-Económica de sistemas PLM.

El Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A. presenta ineficiencias estructurales en la gestión documental y en el control del procedimiento FOR-COR-051, lo que genera tiempos excesivos de búsqueda, reprocesos recurrentes y un uso subóptimo de la capacidad técnica del equipo. A partir del diagnóstico técnico–operacional y del análisis del crecimiento documental histórico, se evaluó la implementación de un sistema PLM (Product Lifecycle Management) basado en la plataforma Teamcenter, con el fin de digitalizar flujos, mejorar la trazabilidad y reducir actividades manuales de bajo valor agregado.

La metodología considera la definición de la situación base sin proyecto y la situación con proyecto, permitiendo cuantificar los beneficios derivados de la digitalización y estandarización del flujo documental mediante la implementación de la plataforma Teamcenter. El estudio técnico evalúa los requerimientos de infraestructura, licenciamiento, consumo energético y recursos humanos necesarios para la operación del sistema, determinando que la solución es técnicamente compatible con la estructura actual del Departamento de Ingeniería y no requiere modificaciones físicas significativas.

Desde el punto de vista económico, se elaboran flujos de caja comparativos para distintos escenarios de financiamiento, incorporando la inversión inicial, el capital de trabajo, los costos operacionales y los ingresos incrementales asociados al ahorro por reducción de tiempos de gestión y disminución de reprocesos. La evaluación financiera se realiza mediante los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Período de Recuperación de la Inversión (PRI). Los resultados del escenario base muestran un VAN positivo cercano a 800 UF, una TIR aproximada del 29 %, superior a la tasa de descuento utilizada, y un PRI estimado en el cuarto período de evaluación, lo que confirma la rentabilidad del proyecto.

Adicionalmente, el análisis de sensibilidad demuestra que el proyecto mantiene su viabilidad económica ante escenarios desfavorables de variación en ingresos y costos. En conclusión, la implementación de la plataforma PLM resulta técnica y económicamente viable, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad documental y la reducción de costos asociados a la gestión manual de información técnica.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 2

1.1. DIAGNÓSTICO 3

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto 3

1.1.2. Objetivos del proyecto 15

1.1.3. Contexto de desarrollo del proyecto 16

1.1.4. Tamaño del proyecto 16

1.1.5. Impactos relacionados con el proyecto 17

1.2. METODOLOGÍA 17

1.2.1. Definición de situación base sin proyecto 18

1.2.2. Definición de situación con proyecto 18

1.2.3. Análisis de separabilidad 19

1.2.4. Método para medición de beneficios y costos 19

1.2.5. Indicadores de gestión 20

1.2.6. Criterios de evaluación económica 21

1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto 21

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA 23

2.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS 24

2.2. DIAGRAMA DE FLUJO 26

2.3. COMPARACIÓN TÉCNICA 28

2.4. SELECCIÓN DE EQUIPOS 29

2.5. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS 29

2.6. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE TEAMCENTER 30

2.7. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO 30

2.8. CONSUMOS DE ENERGÍA 31

2.9. PROGRAMAS DE TRABAJO Y GASTOS EN PERSONAL 31

2.10. PERSONAL, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS 32

2.11. INVERSIONES EN EQUIPOS Y LICENCIAS 33

2.12. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO 34

2.13. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA 35

2.14. COSTOS DE IMPREVISTOS 35

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA 36

3.1. EVALUACIÓN FINANCIERA 37

3.1.1. Consideraciones 37

3.1.2. Identificación de egresos 38

3.1.3. Identificación de ingresos 40

3.1.4. Identificación de costos 41

3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA 42

3.2.1. Flujo de caja sin proyecto y proyecto puro 42

3.2.2. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 25% de financiamiento 43

3.2.3. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 50% de financiamiento 44

3.2.4. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 75% de financiamiento 45

3.2.5. Análisis de sensibilidad del proyecto 46

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51

BIBLIOGRAFÍA 52

ANEXOS 53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Organigrama de Maestranza Diesel S.A. 4

Figura 1-2. Organigrama del Departamento de Ingeniería. 5

Figura 1-3. Gráfico de distribución del tiempo operativo. 6

Figura 1-4. Gráfico de distribución del volumen de la información. 7

Figura 1-5. Gráfico de distribución anual de la acumulación de archivos. 8

Figura 1-6. Gráfico de proyección del crecimiento documental. 8

Figura 1-7. Flujograma FOR-COR-051. 10

Figura 1-8. Diagrama de Ishikawa. 15

Figura 2-1. Flujograma FOR-COR-051 (Teamcenter. (parte1)). 26

Figura 2-2. Flujograma FOR-COR-051 (Teamcenter (parte2)). 27

Figura 2-3. Diagrama de instalación de Teamcenter. 30

Figura 3-1. Gráfico de sensibilización de VCt. 47

Figura 3-2: Gráfico de sensibilización de VCt+VGt. 48

Figura 3-3. Gráfico de sensibilización de VCt+VGt+VRt 49

Figura 3-4. Aumento de costos en las licencias Teamcenter. 50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Actividades del Departamento de Ingeniería. 5

Tabla 1-2. Resultado de auditoría. 7

Tabla 1-3. Tiempos estándar por tipo de plano. 11

Tabla 1-4. Distribución de recursos del procedimiento FOR-COR-051. 12

Tabla 1-5. Casos de reprocesos. 13

Tabla 1-6. Resultados de la encuesta. 14

Tabla 2-1. Etapas del procedimiento FOR-COR-051 (Teamcenter). 25

Tabla 2-2. Comparación entre flujo actual y flujo digitalizado. 28

Tabla 2-3. Requisitos recomendados para computadores. 29

Tabla 2-4. Consumo energético de equipos 31

Tabla 2-5. Jornada para la implementación de Teamcenter. 32

Tabla 2-6. Asignación de funciones por cargo. 32

Tabla 2-7. Sueldo de los integrantes de la implementación 33

Tabla 2-8. Licencias requeridas. 33

Tabla 2-9. Inversión en equipos. 34

Tabla 2-10. Capital de trabajo 34

Tabla 2-11. Costos asociados a instalación y puesta en marcha 35

Tabla 3-1. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto puro 42

Tabla 3-2. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 25% de financiamiento 43

Tabla 3-3. Préstamo de 25% de financiamiento 43

Tabla 3-4. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 50% de financiamiento 44

Tabla 3-5. Préstamo de 50% de financiamiento 44

Tabla 3-6. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 75% de financiamiento. 45

Tabla 3-7. Préstamo de 75% de financiamiento 45

Tabla 3-8. Comparación de escenarios financieros. 46

Tabla 3-9. Disminución del ingreso por ahorro VCt 47

Tabla 3-10. Disminución del ingreso por ahorro VC+VG 48

Tabla 3-11. Disminución del ingreso total (VCt+VGt+VRt) 49

Tabla 3-12. Aumento de costos en las licencias Teamcenter 50

INDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1-1. Tasa compuesta de crecimiento anual. 9

Fórmula 3-1. CAPM (Capital Asset Pricing Model) 38

Fórmula 3-2. Valor anual de hora ciclo FOR-COR-051 39

Fórmula 3-3. Valor hora anual para busqueda y gestion de documentos 39

Fórmula 3-4. Valor anual de reprocesos 40

Fórmula 3-5. Ahorro por mejora a valor hora ciclo FOR-COR-51 40

Fórmula 3-6. Ahorro por mejora a valor hora de búsqueda y gestión de documentos 40

Fórmula 3-7. Ahorro por reducción de reprocesos 41

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLA

CAE:	Carga Anual Equivalente
CAPM:	Modelo de valoración de activos financieros
FOR-COR-051:	Procedimiento de levantamiento de planos
IVA:	Impuesto al Valor Agregado
OT:	Orden de Trabajo
PLM:	Product Lifecycle Management
PRI:	Período de Recuperación de la Inversión
SAP:	Systems, Applications and Products in Data Processing
SII:	Servicio de Impuestos Internos
TIR:	Tasa Interna de Retorno
UF:	Unidad de Fomento
VAN:	Valor Actual Neto
VC:	Valor del ciclo del procedimiento FOR-COR-051
VG:	Valor tiempo en búsqueda y gestión de documentos
VR	Valor de reprocesos
VCt:	Ahorro por reducción del tiempo del ciclo FOR-COR-051
VGt	Ahorro en de tiempos de búsqueda y gestión documental
VRt	Ahorro por reducción de reprocesos

B. SIMBOLOGÍA

d:	Día
h:	Hora
Hrs.:	Horas
kW:	Kilowatt
UF/año:	Unidad de Fomento por año
%:	Porcentaje

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de la información técnica se ha convertido en un factor crítico de competitividad para las empresas. En este contexto, Maestranza Diesel S.A enfrenta desafíos para gestionar de forma más efectiva su documentación, específicamente la generada por el Departamento de Ingeniería. El incremento del volumen de información, la duplicidad de versiones y los tiempos prolongados en la búsqueda de archivos son un ejemplo de los problemas que se han detectado.

Con el objetivo de abordar estas problemáticas, se propone la implementación de Teamcenter PLM (Product Lifecycle Management), una plataforma especializada en la gestión integral del ciclo de vida de los productos. Este proyecto busca centralizar la información técnica, garantizar el control de versiones y fortalecer la colaboración entre las distintas áreas de la organización, reduciendo riesgos operativos y mejorando la eficiencia de la revisión y distribución de planos.

La presente propuesta se estructura en un diagnóstico de la situación actual, seguido de la metodología aplicada, el análisis técnico y económico de la evaluación de los impactos del proyecto. De esta manera, se establece un marco que permita justificar la necesidad de la implementación, dimensionar los recursos requeridos y proyectar los beneficios de adoptar una solución PLM alineada con estándares internacionales de gestión de calidad y seguridad de la información, como ISO 9001 e ISO 27001.

Adicionalmente, el estudio propone una metodología de evaluación replicable para proyectos de digitalización documental en departamentos de ingeniería de empresas metalmecánicas.

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Este capítulo presenta el diagnóstico de la situación actual del Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A., identificando deficiencias en la gestión documental del procedimiento FOR-COR-051, tales como falta de trazabilidad, control de versiones y elevados tiempos de gestión. A partir del análisis cuantitativo y cualitativo realizado, se definen los objetivos del proyecto y la metodología de evaluación. Asimismo, se establece la situación base sin proyecto y la situación con proyecto, junto con los criterios e indicadores utilizados para la evaluación técnica y económica del estudio.

1.1. DIAGNÓSTICO

En esta sección se presentan los antecedentes generales y específicos del proyecto orientado a resolver una problemática en el Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A. Se definen los objetivos del estudio y se consideran aspectos cualitativos y cuantitativos, así como el contexto de desarrollo, el tamaño del proyecto y los impactos esperados.

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto

En esta sección se presentan los antecedentes que fundamentan el desarrollo del presente estudio, identificando el origen y ubicación del problema dentro de la organización, los costos asociados a su situación actual y los principales antecedentes técnicos que deben ser considerados para la evaluación del proyecto. Estos elementos permiten contextualizar el análisis y establecer las bases necesarias para el desarrollo del estudio de prefactibilidad técnico-económica.

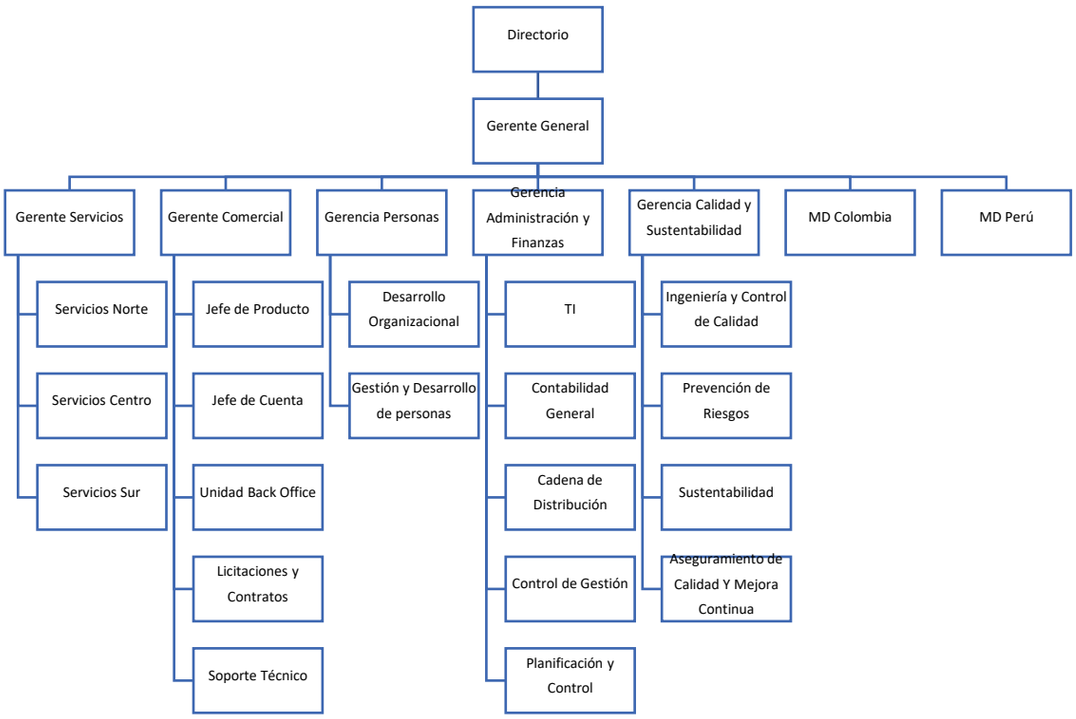
1.1.1.1. Maestranza Diesel S.A.

Maestranza Diesel S.A. es una empresa chilena con más de 80 años de trayectoria en la industria metalmecánica, fundada el 1 de mayo de 1942 por Arnoldo Jakob Eggimann en Santiago de Chile. Hoy Maestranza Diesel S.A está dirigida por Werner Jacob Wrann, nieto de Don Arnoldo.

A lo largo de su historia, Maestranza Diesel S.A. ha consolidado su presencia en sectores estratégicos como la minería, la energía y la industria pesada, ofreciendo soluciones en la fabricación, reparación y mantenimiento de equipos.

La misión de Maestranza Diesel S.A. es *"servir con excelencia y contribuir a un mundo mejor"* (Maestranza Diesel S.A., 2025), reflejando su compromiso con la calidad, la innovación y la sustentabilidad.

La estructura organizacional que está diseñada para responder a los desafíos del mercado como lo muestra la Figura 1-1.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del departamento de Mejora Continua, (2025).

Figura 1-1. Organigrama de Maestranza Diesel S.A.

El presente estudio se llevará a cabo en el Departamento de Ingeniería, dependiente de la Gerencia de Calidad y Sustentabilidad, área estratégica para la generación, control y distribución de información técnica que sustenta los procesos de la empresa.

1.1.1.2. Departamento de Ingeniería

El Departamento de Ingeniería cumple un rol clave dentro de MD, está encargado de proporcionar información técnica para el desarrollo de procesos productivos

Esta información se crea bajo procedimientos formalmente establecidos, indicando las actividades que se deben realizar para el desarrollo de documentos entregables que se solicitan en otros departamentos.

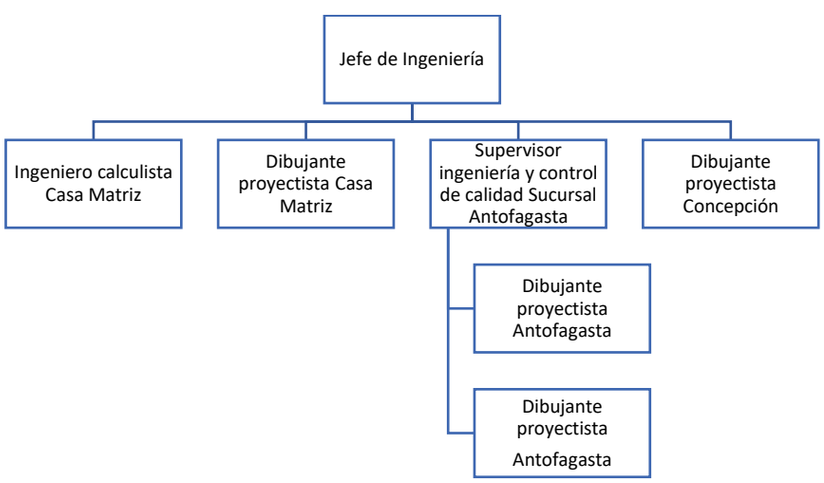
El departamento desarrolla tres procedimientos, el FOR-COR-051 que determina las etapas para el levantamiento de planos, el FOR-COR-082 que determina el desarrollo de las memorias de cálculo y el INS-COR-078 para el desarrollo de controles geométricos. Cada uno de ellos cuenta con un formato de entregable que se distribuye de forma física o por correo electrónico al solicitante. En la Tabla 1-1 se presentan la clasificación de actividades del Departamento de Ingeniería.

Tabla 1-1. Actividades del Departamento de Ingeniería.

Procedimiento	Actividad	Tipo de entregable
FOR-COR-051	• Crear planos estándar. • Diseño de estructuras metálicas. • Planos de procesos. • Ingeniería inversa.	Plano normalizado (PDF, Formato papel + anexos).
FOR-COR-082	• Desarrollo de memorias de cálculo.	Informe técnico (PDF).
INS-COR-078	• Desarrollo controles geométricos.	Informe técnico (PDF).

Fuente: Elaboración propia, en base los datos del Departamento de Ingeniería, (2025).

Para cumplir con estas actividades el departamento tiene una estructura organizacional liderada por un Jefe de Ingeniería, quien coordina a un equipo de ingenieros, supervisores y dibujantes proyectistas distribuidos en distintas sucursales a nivel nacional como lo indica la Figura 1-2.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del departamento de Mejora Continua, (2025).

Figura 1-2. Organigrama del Departamento de Ingeniería.

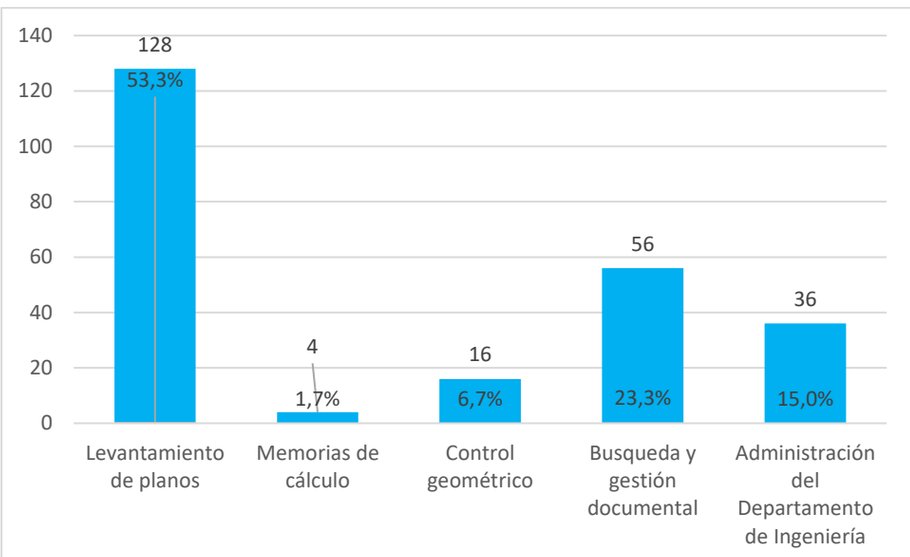
1.1.1.3. Carga operativa del Departamento de Ingeniería

Para cuantificar la carga operativa del Departamento de Ingeniería se realiza una encuesta donde se consulta a cada uno de los miembros del equipo sobre cómo se distribuyen el tiempo entre las cinco actividades identificadas, el tiempo para los levantamientos de planos, el tiempo para realizar memorias de cálculo, tiempo ocupado para realizar controles geométricos, el tiempo que se usa para búsqueda y gestión documental y el tiempo que se usa para administrar el Departamento de Ingeniería.

En la Figura 1-3 muestra el gráfico de distribución de esta carga operativa, donde se observa una alta concentración de tiempo en la actividad de levantamiento de planos, demandando 128 horas por semana, esto equivale al 53,3 % del total.

En segundo lugar, se encuentra el tiempo destinado a búsqueda y gestión documental, que alcanza el 23,3% completando 56 horas semanales.

Las demás actividades presentan una participación considerablemente menor respecto del total.



Fuente: Elaboración propia, en base a encuesta al personal del Departamento de Ingeniería, (2025).

Figura 1-3. Gráfico de distribución del tiempo operativo.

1.1.1.4. Volumen de la información almacenada

Como parte del diagnóstico, se efectuó una auditoría interna destinada a cuantificar la cantidad de planos generados y almacenados por el Departamento de Ingeniería. Los resultados de este estudio indican que el volumen total de información acumulada es 26.764 planos repartidos entre todos los miembros del Departamento de Ingeniería.

Además, se identifican dos tipos de archivos, los levantados en AutoCAD que son 41% de total y los levantados con Solid Edge que representan el 59% restante.

Esta auditoria permite ver la distribución anual del total de información creada, con estos datos, nos permite proyectar el incremento del volumen de información hasta el horizonte del proyecto.

En la Tabla 1-2 se muestra el detalle de distribución de la información.

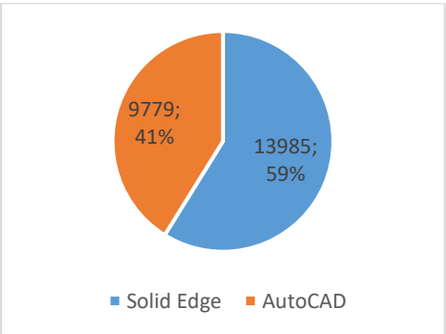
Tabla 1-2. Resultado de auditoría.

Solid Edge	<2014	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Jefe de Ingeniería	0	0	0	0	0	0	0	0	320	124	430	271	1145
Ingeniero calculista	0	0	0	0	0	0	0	0	544	1038	1057	765	3404
Dibujante Proyectista 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	260
Dibujante Proyectista 2	0	0	0	0	0	0	0	225	317	245	994	1061	2842
Dibujante Proyectista 3	0	96	173	156	207	314	239	356	1020	1230	1505	1038	6334
Total	0	96	173	156	207	314	239	581	2201	2637	3986	3395	13985

AutoCAD	<2014	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Jefe de Ingeniería	3609	157	146	184	118	103	88	114	41	31	18	15	4624
Ingeniero calculista	0	0	0	0	0	0	0	0	10	18	22	4	54
Dibujante Proyectista 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dibujante Proyectista 2	0	61	58	139	87	98	76	5	18	22	8	12	584
Dibujante Proyectista 3	3537	187	86	69	142	124	109	151	46	35	26	5	4517
Total	7146	405	290	392	347	325	273	270	115	106	74	36	9779

Fuente: Elaboración propia según resultados de la auditoria aplicada al Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A. (2025).

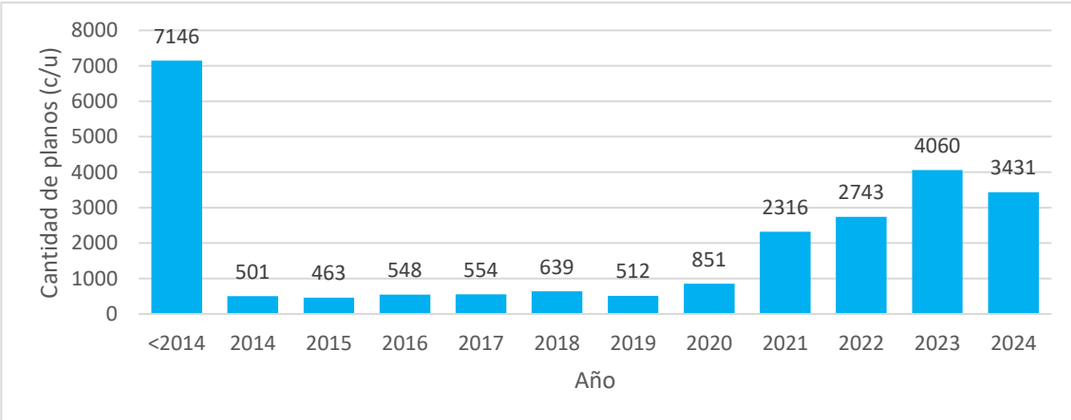
En la Figura 1-4 se muestra el gráfico de la distribución del volumen de la información.



Fuente: Elaboración propia según resultados de la auditoría aplicada al Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A. (2025).

Figura 1-4. Gráfico de distribución del volumen de la información.

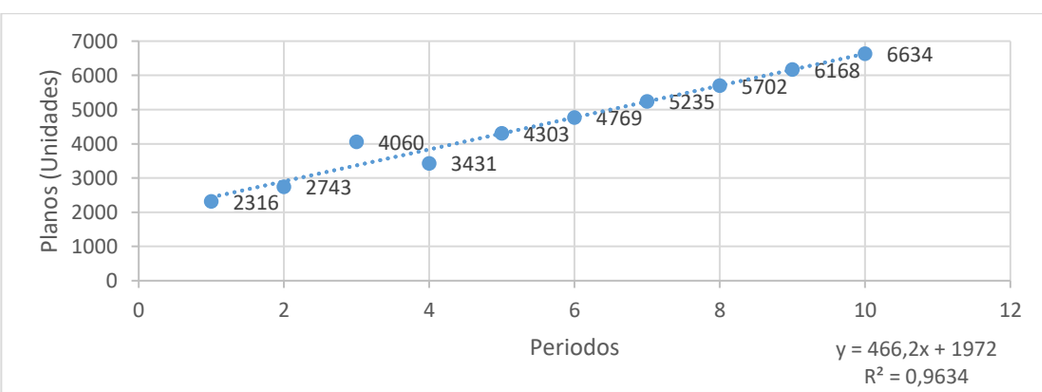
En la Figura 1-5 se muestra el gráfico de la distribución anual de la acumulación de archivos de todos los computadores auditados.



Fuente: Elaboración propia según resultados de la auditoría aplicada al Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A. (2025).

Figura 1-5. Gráfico de distribución anual de la acumulación de archivos.

Para analizar el comportamiento histórico, se aplicó un modelo de regresión lineal utilizando los datos del período 2014–2024. Esta técnica permite identificar la tendencia general en la generación de planos y estimar su evolución futura. Como se muestra en la Figura 1-6, la proyección para el año 2030 estima una producción anual cercana a 6.634 documentos, lo que elevaría el banco documental histórico a aproximadamente 56.575 planos.



Fuente: Elaboración propia según resultados de la auditoría aplicada al Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A. (2025).

Figura 1-6. Gráfico de proyección del crecimiento documental.

La distribución anual muestra un incremento significativo del volumen documental a partir de 2021, tendencia que se mantiene en el período reciente, y cuya proyección presenta un nivel de ajuste estadístico (R^2 = 0,9634), indicando continuidad del crecimiento en el horizonte de evaluación.

Considerando los datos entre el año 2021 y 2030, se calculará una tasa compuesta de crecimiento anual (CAGR). Este dato permitirá proyectar valores dentro de los flujos económicos del proyecto

Fórmula 1-1. Tasa compuesta de crecimiento anual.

$$CAGR = (\frac{V_f}{V_i})^{1/p} - 1$$

Donde:

- V_f= valor del período final,
- V_i= valor del período inicial,
- p= número de períodos evaluados.

Reemplazando $$CAGR = (\frac{6634}{2316})^{1/9} - 1 = 12{,}4\%$$

La tasa que aplicará será de un 12.4%.

1.1.1.5. Selección del proceso de interés

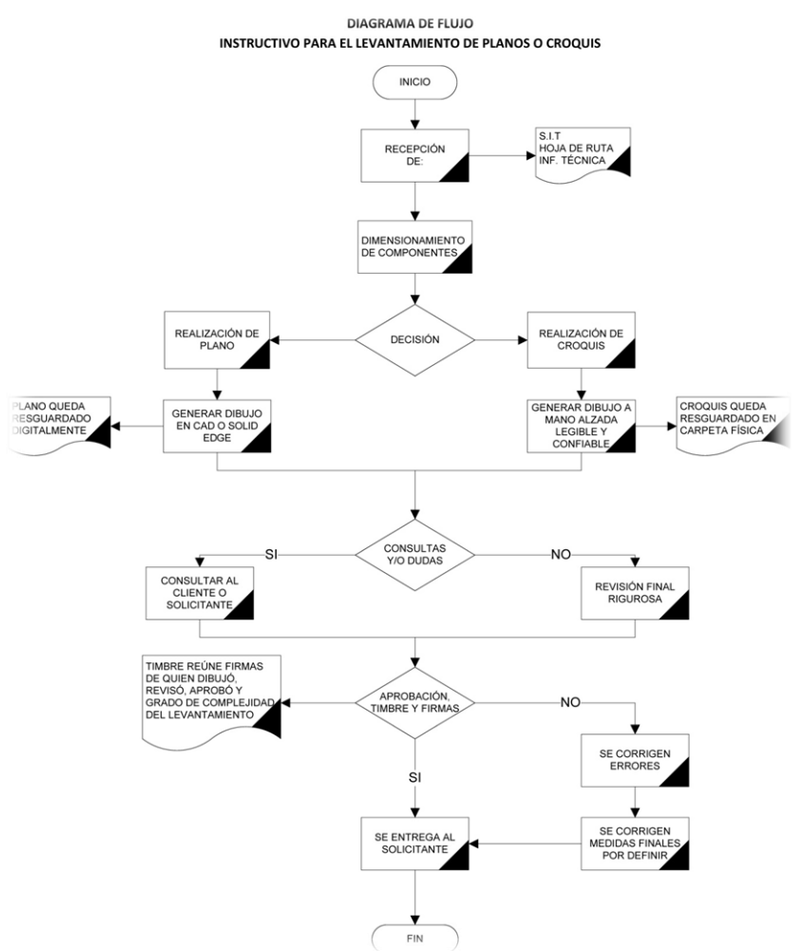
El procedimiento FOR-COR-051 se selecciona como el proceso de estudio debido a su relevancia operativa y su impacto directo en la eficiencia del Departamento de Ingeniería, concentrando el 53,3 % del tiempo operativo total del área.

Este procedimiento se compone de nueve etapas secuenciales, donde se levanta la información, se digitaliza, se valida y libera a los usuarios. Las etapas son las siguientes:

1) **Solicitud del levantamiento**: recepción del requerimiento técnico a través de una solicitud interna de trabajo (SIT) o por solicitud mediante un correo electrónico.
2) **Preparación de la pieza**: limpieza, desarme y verificación del estado físico del componente para permitir levantamiento metrológico (mediciones).
3) **Levantamiento del croquis**: registro manual de las dimensiones y características geométricas mediante instrumentos de medición.

4) **Elaboración del plano digital**: traspaso del croquis al software CAD (AutoCAD o Solid Edge) aplicando simbología y normalización técnica.
5) **Revisión técnica y correcciones**: se imprime el plano y se verifican las cotas, ajustes y observaciones del croquis hasta cumplir con el estándar técnico.
6) **Asignación de código y almacenamiento**: Se nombran los archivos con una numeración que asegure su almacenamiento.
7) **Revisión fina**l: control escalonado de calidad realizado por el dibujante técnico y Jefe del Departamento de Ingeniería.
8) **Aprobación y timbrado**: autorización oficial del documento mediante timbre y firmas, según el nivel de complejidad del plano.
9) **Entrega**: emisión del plano aprobado al solicitante o área correspondiente por correo, esto puede incluir copias físicas timbradas.

En la Figura 1-7 se muestra el flujograma del procedimiento Levantamiento de planos o croquis (FOR-COR-051) utilizado por el Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A.



Fuente: Procedimiento de Levantamiento de planos FOR-COR-51, Departamento de Ingeniería, 2025.

Figura 1-7. Flujograma FOR-COR-051.

La mejora de este proceso presenta un alto potencial para reducir tiempos improductivos, mejorar la confiabilidad documental, disminuir costos asociados a errores operativos y fortalecer la trazabilidad de la información técnica entregada a los otros departamentos de Maestranza Diesel S.A.

1.1.1.6. Tiempo estándar del ciclo FOR COR-051

Con el fin de medir el desempeño operativo del procedimiento FOR-COR-051, se comparan los tiempos estándar asociados a los principales tipos de planos elaborados por el Departamento de Ingeniería. Según los registros, los tiempos corresponden a 8 horas para planos estándar, 24 horas para diseños de estructuras y 5 horas para planos de procesos, obteniéndose un promedio ponderado de 12,3 horas por plano, tal como se presenta en la Tabla 1-3 (Departamento de Ingeniería, 2020).

Este valor establece una referencia para medir la carga operativa del área y evaluar comparativamente mejoras futuras. Asimismo, el desglose posterior del tiempo total por etapa del procedimiento evidencia la distribución interna del esfuerzo, lo que facilita identificar actividades críticas susceptibles de optimización mediante digitalización y automatización.

Tabla 1-3. Tiempos estándar por tipo de plano.

Tipo de plano	Tiempo estándar (horas)
Planos estándar.	8
Diseño de estructuras.	24
Planos de procesos.	5
Promedio ponderado del ciclo	12,3

Fuente: Elaboración propia según los datos del Departamento de Ingeniería, 2025.

Tabla 1-4. Distribución de recursos del procedimiento FOR-COR-051.

N°	Etapa del proceso	Participación (%)	Tiempo (horas)
1	Solicitud del levantamiento.	2 %	0,25
2	Preparación de la pieza.	2 %	0.25
3	Levantamiento del croquis.	25 %	3,08
4	Elaboración del plano digital.	25 %	3,08
5	Correcciones y revisión técnica.	35 %	4.32
6	Asignación de código y resguardo digital.	5 %	0,62
7	Impresión del plano y revisión final.	2 %	0,25
8	Aprobación y timbrado.	2 %	0,25
9	Entrega al solicitante.	2 %	0,25
	Total	100 %	12,33

Fuente: Elaboración propia según los datos del Departamento de Ingeniería, 2025.

En la Tabla 1-4 se indica que las etapas que concentran la mayor proporción del tiempo total son el levantamiento del croquis (25 %), la elaboración del plano digital (25 %) y las correcciones y revisión técnica (35 %), acumulando en conjunto cerca del 85 % del tiempo requerido.

Esto confirma que dichas actividades representan el mayor potencial de mejora para una intervención mediante herramientas tecnológicas.

1.1.1.7. Reprocesos asociados al Departamento de Ingeniería

Durante el semestre 2024–2025 se han identificado 17 reprocesos asociados al Departamento de Ingeniería, el 100 % se relaciona con el procedimiento de levantamiento de planos (FOR-COR-051). Estos reprocesos han generado costos por $7.900.003, según los registros del Departamento de Mejora Continua.

Según estos datos se detectan 3 falencias, fallas en el contenido de la documentación técnica entregada, desviaciones en el proceso de levantamiento de planos y falta de gestión en la distribución de la información. La Tabla 1-5 presenta el detalle de los principales casos detectados, agrupados por categoría de error, junto con las Órdenes de Trabajo (OT) asociadas y los costos totales generados por cada tipo de desviación.

Tabla 1-5. Casos de reprocesos.

Categoría	Variable	OT asociadas
Fallas en la documentación técnica entregada	Planos con errores de diseño o fabricación	37519, 36751, 37449, 37347, 36871, 35777, 36315
	Planos no claros o ambiguos	37258, 36947
	Uso de plano no correspondiente	36315, 36947
Desviaciones en el proceso de levantamiento de planos	Error de tipeo o codificación	36932
	Levantamiento incorrecto de medidas	37519, 37332
	Problemas de elementos no definidos	37106
Falta de gestión en la distribución de la información.	Repuestos no conformes según plano	37099
	Información técnica incorrecta desde otra área.	37258

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Departamento de Mejora Continua de Maestranza Diesel S.A. (2025).

Considerando que los registros corresponden a un período semestral, se proyecta un costo anual asociado a reprocesos equivalente al doble del valor observado, es decir, $15.800.006. Este valor se utilizará en el análisis económico como referencia.

1.1.1.8. Resultados de la encuesta de diagnóstico del sistema de gestión documental

Para obtener evidencia cualitativa se aplicó una encuesta al equipo del Departamento de Ingeniería. Los resultados revelaron dificultades para acceder a documentos actualizados, ausencia de trazabilidad en las revisiones y deficiencias en el control de versiones. Asimismo, se identificó una aplicación inconsistente del procedimiento formal FOR-COR-051, lo que confirma la existencia de brechas operativas en la gestión y distribución de la información técnica.

La Tabla 1-6 presenta los resultados observados y su interpretación operativa, permitiendo identificar claramente las brechas del procedimiento FOR-COR-051.

Tabla 1-6. Resultados de la encuesta.

Dimensión evaluada	Resultado observado	Interpretación
Acceso a información técnica	100% indica haber tenido dificultades para ubicar planos actualizados	El sistema actual no permite búsquedas eficientes ni garantiza disponibilidad de versiones.
Control de versiones	73% considera que no existe un control de versiones efectivo	Existe riesgo de uso de información obsoleta en procesos operativos.
Aplicación del procedimiento FOR-COR-051	Solo 27% señala que se aplica formalmente y de manera consistente	El proceso de revisión y validación depende del criterio del usuario, no de un sistema.
Medio de almacenamiento	Uso de carpetas compartidas y discos locales	No existe un repositorio único ni mecanismos de trazabilidad documental.
Necesidad de mejora	91% considera necesario implementar un sistema de gestión documental integrado	Alta aceptación interna para una solución como Teamcenter.

Fuente: Elaboración propia, según encuesta interna al Departamento de Ingeniería (2025).

1.1.1.9. Problema detectado

El diagnóstico actual del procedimiento FOR-COR-051 indica falencias estructurales que afectan la trazabilidad, control, disponibilidad de información. Esta condición provoca reprocesos operativos como se indicó anteriormente.

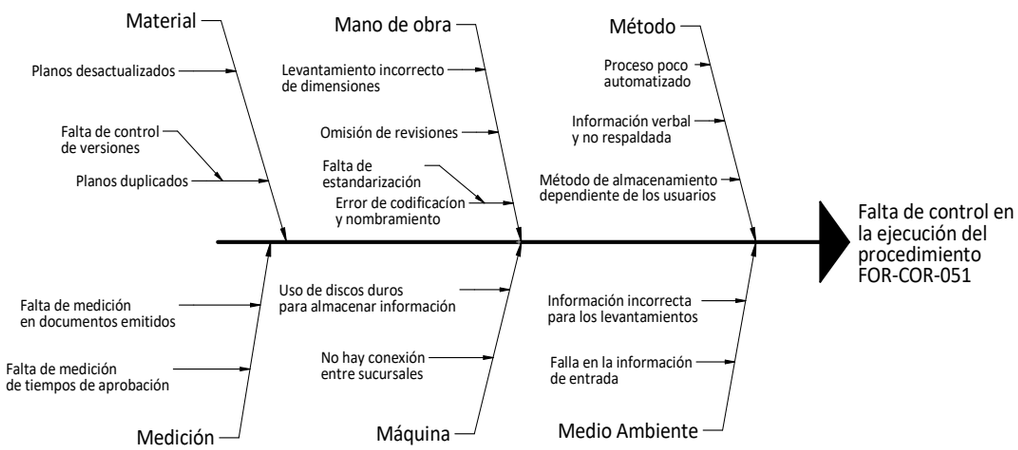
Además, como consecuencias de estas falencias, la gestión de la información demanda tiempos de dedicación excesivos debido falta de estándares de identificación y resguardo

La encuesta interna confirma estas observaciones, indicando que el 100 % del equipo reporta dificultades para acceder a versiones actualizadas, el 73 % indica falta de control de versiones y solo el 27 % considera que el procedimiento FOR-COR-051 se aplica de manera consistente. (Morales, 2025)

En síntesis, se define el problema como “Falta de control en la ejecución del procedimiento FOR-COR-051”.

1.1.1.10. Análisis de causa raíz

Ya identificado el problema central, que afectan la correcta aplicación del procedimiento FOR-COR-051, se realiza un análisis causa efecto con el objetivo de identificar las causas que originan este problema. El método de Ishikawa es una herramienta que permite estructurar y clasificar las posibles causas en seis dimensiones: Método, Mano de Obra, Material, Máquina, Medición y Medio Ambiente.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

Figura 1-8. Diagrama de Ishikawa.

El análisis confirma que la problemática del sistema documental no se origina en un único punto del proceso, sino en un conjunto de factores estructurales que afectan la validación, almacenamiento y distribución de los documentos. Esto refuerza la necesidad de avanzar hacia un sistema que permita estandarizar procesos, reducir la intervención manual y asegurar trazabilidad completa en el ciclo de vida documental.

1.1.2. Objetivos del proyecto

En este punto se detallan el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

1.1.2.1. Objetivo general

Implementar Teamcenter en la empresa Maestranza Diesel S.A.

1.1.2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de la gestión documental del Departamento de Ingeniería.
- Evaluar la prefactibilidad técnica de implementar Teamcenter en el Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A.
- Evaluar económicamente la prefactibilidad de la implementación de Teamcenter en el Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A.
- Diseñar una propuesta de flujo de trabajo digital para el procedimiento FOR-COR-051 utilizando Teamcenter.
- Evaluar la reducción de costos con el nuevo proceso FOR-COR-051.

1.1.3. Contexto de desarrollo del proyecto

Las ineficiencias detectadas en la ejecución del procedimiento FOR-COR-051. junto con un crecimiento sostenido en la generación y acumulación de planos, incrementará los tiempos de gestión, elevando los riesgos asociados al control y manejo de la información.

Ante este escenario, el proyecto se orienta a optimizar las etapas del procedimiento FOR-COR-051 mediante su digitalización y administración en Teamcenter, estableciendo un estándar único para todo el departamento a nivel nacional, otorgando trazabilidad en todas las fases del proceso. Como consecuencia de esta modernización se reducirán los tiempos en el desarrollo del ciclo del procedimiento en estudio y los costos derivados de reprocesos y disminuir los tiempos destinados a la búsqueda y gestión documental.

Esta nueva condición fortalecerá la capacidad del Departamento de Ingeniería para responder de manera eficiente, consistente y sostenible a las demandas operativas actuales y futuras.

1.1.4. Tamaño del proyecto

El proyecto considera la implementación inicial de Teamcenter en el Departamento de Ingeniería, abarcando a cinco usuarios directos y tres usuarios del Departamento de Control de Calidad.

El costo inicial de este proyecto es de 1937 (UF) aproximadamente y 237 (UF) anualmente por mantención de licencias.

1.1.5. Impactos relacionados con el proyecto

La implementación de Teamcenter generará impactos como:

- Reducción significativa de los tiempos destinados a búsqueda, validación y gestión documental al centralizar la información técnica en un repositorio único con motores de búsqueda avanzados.
- Eliminación de duplicidades y disminución de errores asociados al uso de versiones obsoletas, mediante control automático de estados, revisiones y liberación de documentos.
- Mejoramiento de la trazabilidad y del control de versiones a lo largo del ciclo de vida de los planos, asegurando que las áreas usuarias operen siempre con la información vigente.
- Optimización de la coordinación entre sedes y áreas operativas, gracias al acceso simultáneo, seguro y controlado a la documentación técnica.
- Disminución de los costos asociados a reprocesos, al reducir la probabilidad de errores derivados de documentación incorrecta, incompleta o sin revisión formal.

Estos impactos contribuyen directamente a mejorar la eficiencia operativa del Departamento de Ingeniería y a fortalecer la confiabilidad del proceso FOR-COR-051, alineándose con los objetivos estratégicos del proyecto.

Los antecedentes levantados en esta etapa permiten caracterizar cuantitativamente la situación actual del procedimiento FOR-COR-051, estableciendo una línea base de referencia para la comparación con la situación con proyecto. Esta información es utilizada posteriormente en el estudio técnico y en la evaluación económica, asegurando coherencia y trazabilidad en el desarrollo del proyecto.

1.2. METODOLOGÍA

A continuación, se define la situación sin proyecto y con proyecto, se analiza la separabilidad, se establece el método de medición de costos y beneficios y se presentan los indicadores y criterios de evaluación económica. Finalmente, se expone la estructura de evaluación.

Cabe señalar que, previo al desarrollo del presente estudio, el procedimiento FOR-COR-051 no contaba con indicadores de gestión formalmente definidos ni con métricas sistematizadas que permitieran evaluar su desempeño operativo. En este contexto, los indicadores utilizados en este estudio fueron construidos a partir de la información

levantada durante el diagnóstico y del análisis del proceso actual, constituyéndose como una línea base metodológica para la evaluación técnica y económica del proyecto.

1.2.1. Definición de situación base sin proyecto

El Departamento de Ingeniería opera actualmente bajo un sistema documental manual y descentralizado, sustentado en discos duros locales y en el uso de correos electrónicos como principal medio de distribución de la información técnica. Este modelo presenta deficiencias que afectan la trazabilidad de los documentos, control de versiones y resguardo formal de documentos, impactando directamente la ejecución del procedimiento FOR-COR-051.

Como consecuencia de estas brechas estructurales, ha generado un costo semestral de $7.900.003 en reprocesos (Departamento de Mejora Continua, 2025) y un costo anual proyectado de $15.800.006.

Adicionalmente, esta situación genera dificultades para acceder a información actualizada, localizar documentos vigentes y asegurar la consistencia entre las distintas versiones distribuidas, incrementando los tiempos de gestión y los riesgos operativos vinculados al manejo de la información técnica.

1.2.2. Definición de situación con proyecto

El procedimiento FOR-COR-051 integrado en una solución digital como Teamcenter permite crear, gestionar y distribuir información técnica como los planos levantados por el Departamento de Ingeniería

Toda la gestión se realizará en de un repositorio único, incorporando control automático de versiones, establecer flujos de aprobación estructurados y asegurar trazabilidad completa del ciclo de vida de los documentos. Con Teamcenter la creación, gestión, distribución y búsqueda de la información se optimizarán mediante:

- Formularios digitales estandarizados para la solicitud de levantamientos.
- Asignación automática y sistematizada de códigos.
- Flujos digitales de revisión y aprobación con responsables definidos.
- Resguardo centralizado con atributos y metadatos trazables.
- Control documentado de cambios, revisiones y estados del documento.
- Distribución automática y controlada de versiones vigentes.

La incorporación de estas funciones reduce de manera significativa las actividades improductivas asociadas a búsquedas extensas, verificaciones manuales, validación de

versiones y corrección de errores recurrentes. Se estima que el tiempo total del procedimiento puede disminuir en torno a un 24% en sus actividades productivas y en aproximadamente un 30% en las tareas de búsqueda y gestión documental.

Adicionalmente, la trazabilidad y el control automatizado del ciclo de vida de la documentación permiten reducir de forma sustancial los errores derivados por el uso de información incorrecta o desactualizada, proyectándose una disminución cercana al 90% de los reprocesos actualmente registrados.

1.2.3. Análisis de separabilidad

El proyecto no presenta separabilidad económica ni operativa, dado que corresponde a una mejora tecnológica interna aplicada al procedimiento FOR-COR-051 del Departamento de Ingeniería. La implementación de la plataforma Teamcenter no genera productos ni ingresos independientes, sino que optimiza la gestión documental, reduce tiempos operativos y disminuye costos asociados a reprocesos.

Si bien la solución tecnológica presenta características de escalabilidad que permitirían su futura extensión a otras áreas de la organización, tales como Planificación o Producción, dicha posibilidad no es considerada en la presente evaluación, la cual se limita exclusivamente al impacto del proyecto en el Departamento de Ingeniería. En consecuencia, el análisis económico se realiza de manera integrada, comparando la situación sin proyecto con la situación con proyecto.

1.2.4. Método para medición de beneficios y costos

Los beneficios del proyecto consideran los ingresos generados por el tiempo ahorrado por el uso de la plataforma y se valorizara según el costo de las horas de trabajo del equipo de ingeniería. También se considerará un ingreso por el ahorro en reducción de reprocesos causado por el uso de esta plataforma.

Los costos considerados para este proyecto se identifican como la inversión inicial, costos de puesta en marcha, los costos operacionales, el capital de trabajo y los imprevistos.

La evaluación económica se desarrolla sobre un horizonte de cinco años, mediante la construcción de un flujo de caja que proyecta los ingresos y los egresos asociados al proyecto y los costos operacionales. permitiendo determinar la rentabilidad y viabilidad de la implementación.

Los beneficios identificados se incorporan al flujo de caja como ingresos incrementales, derivados del ahorro en horas hombre y de la disminución de reprocesos, mientras que los costos corresponden a los egresos asociados a la implementación y operación del sistema. De esta forma, la medición de beneficios y costos mantiene consistencia con los supuestos definidos en el diagnóstico y el estudio técnico.

1.2.5. Indicadores de gestión

Dado que el presente estudio corresponde a la evaluación de un proyecto de mejora en la gestión documental del Departamento de Ingeniería, los resultados se expresan mediante indicadores de desempeño operativo definidos en este trabajo, ya que el procedimiento FOR-COR-051 no contaba previamente con métricas de gestión formalizadas. Estos indicadores se construyen a partir de la información levantada en el diagnóstico y permiten evaluar el impacto de la implementación de la plataforma Teamcenter sobre el proceso analizado.

Los indicadores considerados son:

- El tiempo promedio de gestión del procedimiento FOR-COR-051.
  Unidad: horas por procedimiento (h/procedimiento).
  Periodo de evaluación: promedio anual.
- El porcentaje de reducción de reprocesos.
  Unidad: porcentaje (%)
  Periodo de evaluación: promedio anual.
- El nivel de trazabilidad documental.
  Unidad: porcentaje (%)
  Periodo de evaluación: promedio anual.
- El tiempo promedio de búsqueda y gestión de información técnica
  Unidad: horas por año (h/año).
  Periodo de evaluación: promedio anual.

Su aplicación operativa se desarrolla en el estudio técnico mediante la comparación entre la situación sin proyecto y con proyecto, y sus resultados se incorporan a la evaluación económica a través de la valorización de los ahorros en horas hombre y de la disminución de costos por reprocesos, asegurando coherencia entre la evaluación técnica y financiera del proyecto.

1.2.6. Criterios de evaluación económica

El horizonte de evaluación del proyecto se establece en cinco años, período en el cual se consideran las inversiones iniciales en software, hardware y capacitación, junto con los costos operativos y de soporte asociados al sistema Teamcenter

Los indicadores para medir la rentabilidad son los mencionados anteriormente, estos son: VAN, TIR, PRI, los cuales permiten evaluar la rentabilidad del proyecto. Los indicadores que se utilizaran para cuantificar la rentabilidad del proyecto tienen los siguientes criterios de decisión:

- VAN: Criterios de evaluación de este indicador.
- VAN < 0 indica que el proyecto no es viable, pero esto finalmente depende de él plan de negocios de cada compañía.
- VAN = 0 indica que el proyecto es neutro, se puede invertir o no, dependiendo del plan de negocios de la compañía.
- VAN > 0 indica que el proyecto es viable, al igual que los otros dos resultados, depende del plan de negocios de cada compañía, en este proyecto es él que se utilizara para medir su rentabilidad.
- TIR: Porcentaje que mide la viabilidad del proyecto, este se obtiene transformado la rentabilidad del proyecto en un porcentaje o también conocido como tasa de rentabilidad, si esta tasa es menor a la tasa de descuento exigida no se recomienda la inversión. Para este proyecto la exigida será un 13.3%.

1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto

La estructura del desarrollo del proyecto se divide en 3 etapas, las cuales están descritas en capítulos organizados en un orden práctico, el cual permite presentar de manera ordenada el desarrollo del proyecto. A continuación, se describen los 3 capítulos que mostraran el desarrollo de este proyecto:

- Diagnóstico y metodología de evaluación: Se define la idea del proyecto, sus objetivos generales y específicos, el contexto en el cual se desarrolló el proyecto y cuál será su tamaño indicando a quienes impactará su desarrollo, además, se establece cuáles serán los escenarios con y sin proyecto y los posibles beneficios que generará de acuerdo con los indicadores de rentabilidad que se utilizaran para su evaluación como lo es VAN, TIR y PRI.

- Análisis de prefactibilidad técnica: Se definen los procesos, diagrama de flujo, se detalla el diagrama de la implementación, se estima el recurso necesario de

personal, turnos, perfiles de cargo y sueldos. Con toda la información anterior se podrá determinar la inversión en equipos, capital de trabajo, costos de instalación y los costos imprevistos que podrían generar el desarrollo del proyecto.

- Evaluación económica y financiera: Con la información de los capítulos anteriores se crean los flujos de cajas sin proyecto, con financiamiento (proyecto puro), y con financiamiento al 25%, 50% y 75%, además se realiza un análisis de sensibilidad para poder determinar las variables que afectarían los indicadores financieros de rentabilidad del proyecto.

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

2. ESTUDIO TÉCNICO

Este capítulo desarrolla los aspectos técnicos necesarios para evaluar la viabilidad operativa del proyecto. Se definen los procesos involucrados, los requerimientos de infraestructura, equipamiento, insumos y personal. Además, se identifican los elementos críticos del diseño técnico y se estiman los costos asociados a la implementación de Teamcenter.

2.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS

La implementación de Teamcenter permitirá que la aplicación del procedimiento FOR-COR-051 se ejecute en un entorno digital, donde reducirá los tiempos del ciclo de ejecución y generará trazabilidad en cada una de sus etapas, identificando a responsables, fecha de creación y versiones anteriores de los documentos, además que garantizará que los documentos liberados estarán disponibles en tiempo real para ser utilizados por las áreas que demanden esta información, eliminando errores por uso de información desactualizada.

Este procedimiento se desarrollará a través de un ciclo compuesto por once etapas, en el cual se integran actividades ejecutadas directamente en la plataforma Teamcenter junto con aquellas que se mantendrán de forma manual. No obstante, estas últimas incorporarán mecanismos de respaldo y trazabilidad, asegurando el control y seguimiento de cada una de las etapas del proceso. A continuación, se describen las etapas que conforman dicho ciclo:

1) Carga inicial de la información.
2) Ingreso de solicitud.
3) Preparación de la pieza
4) Elaboración del croquis.
5) Levantamiento del modelo CAD.
6) Correcciones y revisión técnica.
7) Asignación de metadatos.
8) Revisión final.
9) Aprobación y liberación.
10) Entrega y distribución.
11) Respaldo.

La Tabla 2-1, detalla las etapas del procedimiento FOR-COR-051 integradas al entorno Teamcenter, describiendo la gestión digital, los responsables de cada fase y los resultados esperados dentro del flujo de trabajo.

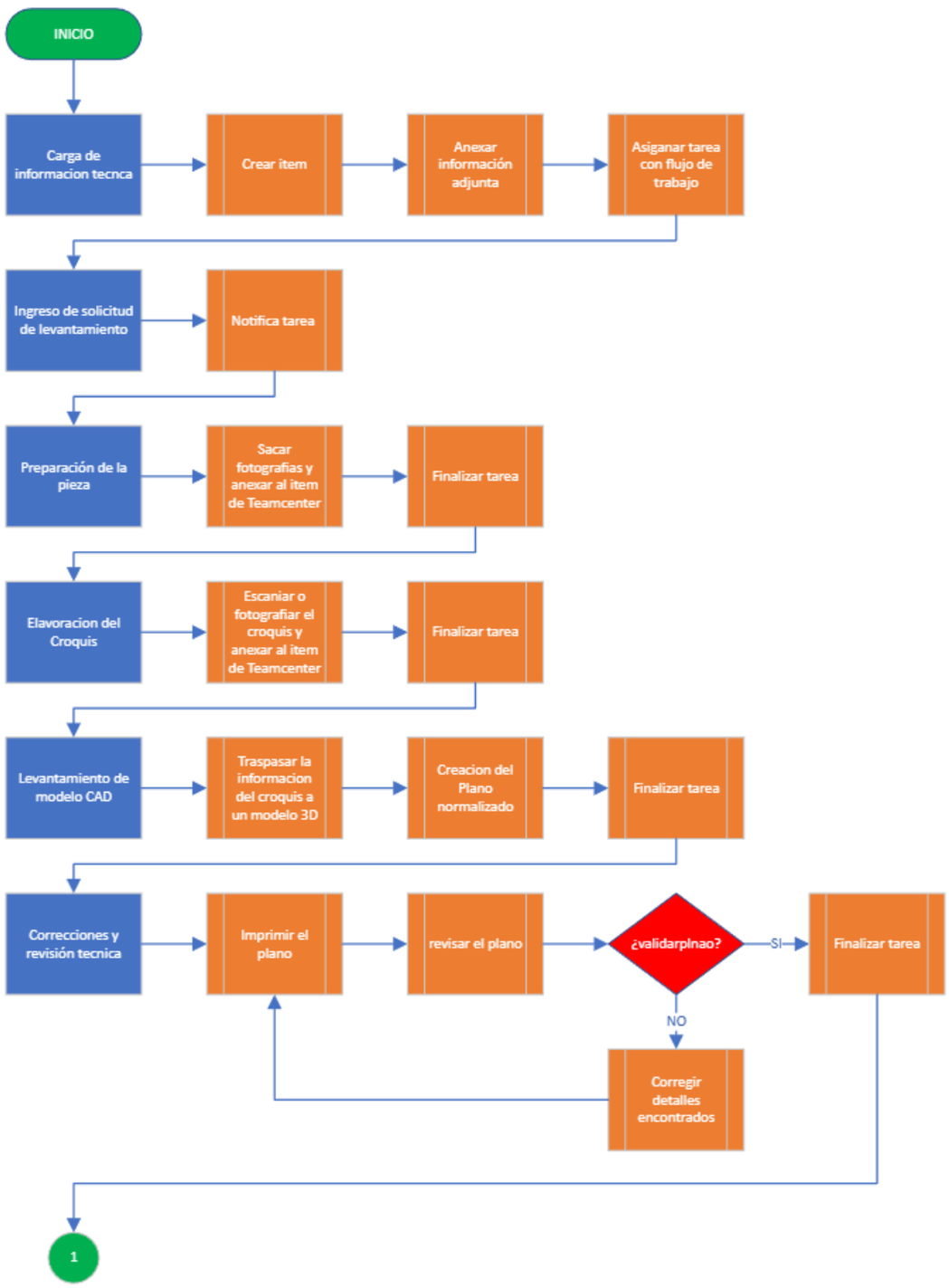
Tabla 2-1. Etapas del procedimiento FOR-COR-051 (Teamcenter).

N°	Etapa	Gestión dentro de Teamcenter PLM	Responsable	Resultado
1	Carga inicial de información.	Creación de ítem ID. Se adjuntan fotos o referencias iniciales.	Jefe de Ingeniería	Ítem con información anexada.
2	Ingreso de solicitud.	Inicio de flujo de trabajo “Solicitud de Plano”.	Jefe de Ingeniería.	Estado: en flujo de trabajo.
3	Preparación de la pieza.	Se adjuntan fotografías y observaciones de la pieza al ítem Teamcenter.	Dibujante Proyectista.	Evidencia digital
4	Elaboración del croquis.	Se escanea o fotografía el croquis y se anexa al ítem creado.	Dibujante Proyectista.	Evidencia de levantamiento.
5	Levantamiento del modelo CAD.	Diseño del modelo y creación del plano normalizado en Solid Edge integrado con Teamcenter.	Dibujante Proyectista.	Archivo Solid Edge.
6	Correcciones y revisión técnica.	Se imprime el plano y se hacen correcciones si las hay.	Jefe de Ingeniería.	Revisión registrada.
7	Asignación de Metadatos	Llenar los campos de identificación del ítem (material, numero de parte, etc.)	Dibujante Proyectista.	ítem con metadatos.
8	Revisión final.	El ítem debe ser revisado y validado en Teamcenter.	Jefe de Ingeniería.	Ítem en estado: 30
9	Aprobación y liberación.	Se revisa si toda la información solicitada está cargada en el ítem dentro de Teamcenter	Solicitante.	Ítem en estado: 60
10	Entrega y distribución.	Teamcenter asigna permisos de visualización y descarga del documento	Teamcenter.	Documento disponible.
11	Respaldo.	Teamcenter genera trazabilidad del proceso y versiones.	Teamcenter.	Registro completo de trazabilidad.

Fuente: Elaboración propia según propuesta de digitalización del procedimiento FOR-COR-051, Departamento de Ingeniería, Maestranza Diesel S.A. (2025).

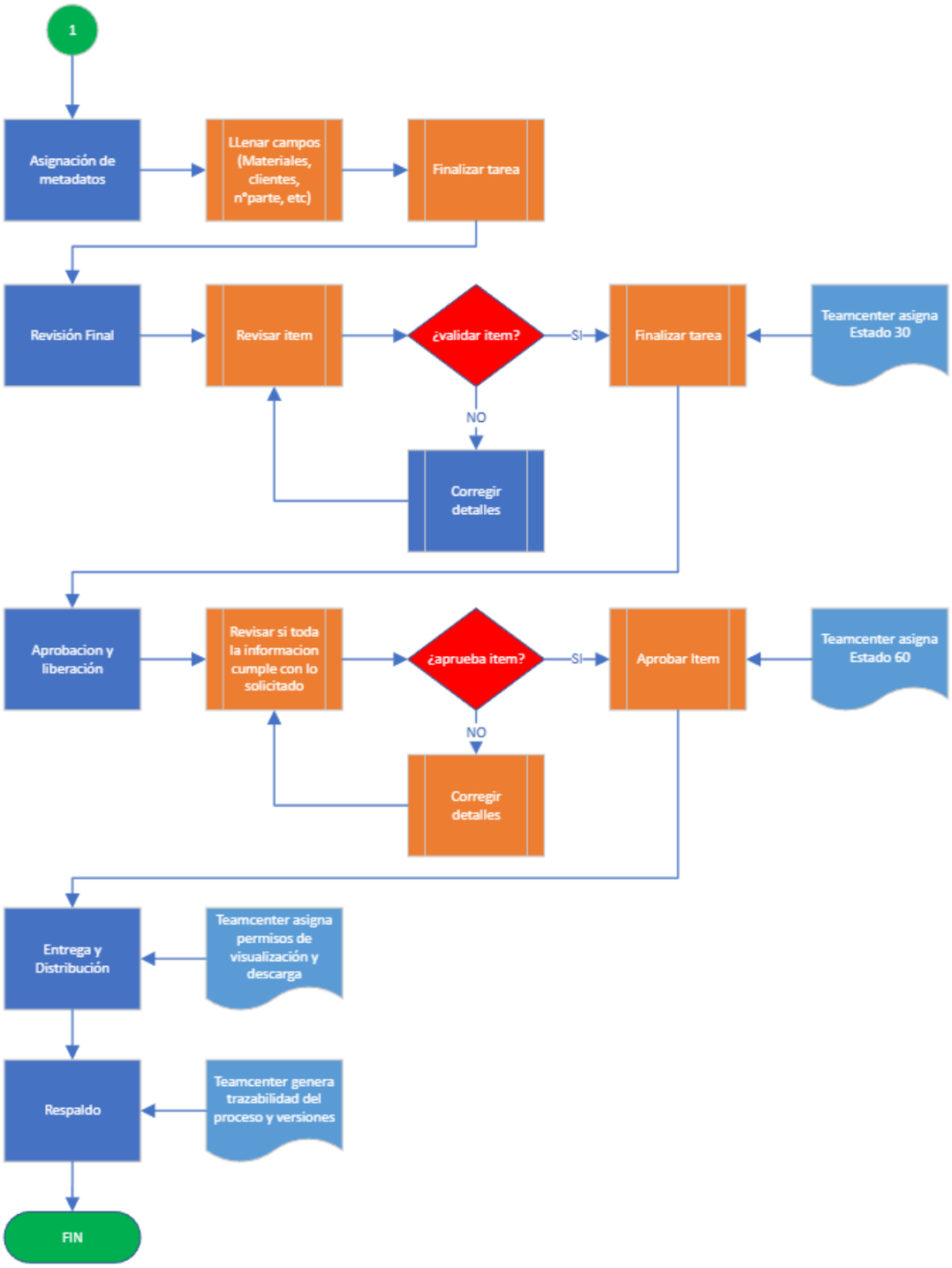
2.2. DIAGRAMA DE FLUJO

La Figura 2-1, y la Figura 2-2 presentan el flujograma funcional del procedimiento FOR-COR-051 gestionado con Teamcenter PLM, en el que se muestran los estados del documento y la interacción entre los distintos usuarios del sistema.



Fuente: Elaboración propia (2025), en base al instructivo FOR-COR-051

Figura 2-1. Flujograma FOR-COR-051 (Teamcenter. (parte1)).



Fuente: Elaboración propia (2025), en base al instructivo FOR-COR-051

Figura 2-2. Flujograma FOR-COR-051 (Teamcenter (parte2)).

El flujo digital propuesto transforma un proceso manual y lineal en una secuencia automatizada y colaborativa, donde cada actividad es monitoreada en tiempo real dentro de Teamcenter.

2.3. COMPARACIÓN TÉCNICA

La comparación entre el flujo actual y el flujo digital gestionado en Teamcenter, se espera una reducción cercana a un 24% en los ciclos del procedimiento FOR-COR-051, como resultado, el proceso completo pasa de 12,34 horas a 9,40 horas, lo que se traduce en una mejora operacional importante y un respaldo técnico claro a los beneficios esperados con la implementación de Teamcenter. La reducción estimada del 24 % se considera conservadora, dado que no incorpora mejoras adicionales asociadas a la madurez del sistema ni a la curva de aprendizaje de los usuarios.

En la Tabla 2-2 se muestra el detalle técnico de la comparación entre un flujo análogo y el otro digitalizado.

Tabla 2-2. Comparación entre flujo actual y flujo digitalizado.

Etapa del proceso	Tiempo actual (h)	Reducción con Teamcenter	Tiempo final con Teamcenter (h)	Justificación de la reducción
Solicitud del levantamiento	0,25	50%	0,12	Formulario digital
Preparación de la pieza	0,25	0%	0,25	Actividad física sin impacto digital
Levantamiento del croquis	3,08	0%	3,08	Actividad física sin impacto digital
Elaboración del plano digital	3.08	0%	3.08	No cambia con la integración de Teamcenter.
Correcciones y revisión técnica	4,32	50%	2,16	Correcciones detalladas en el flujo de trabajo
Asignación de código y resguardo digital	0,62	50%	0,31	Codificación automatizada
Impresión y revisión final	0,25	50%	0,125	Revisión digital en el flujo de trabajo
Aprobación y timbrado	0,25	50%	0,125	Aprobación digital en el flujo de trabajo
Entrega al solicitante	0,25	50%	0,125	Documento disponible digitalmente al instante.

Fuente: Elaboración propia, en base a documentación técnica de Siemens Digital Industries Software (2025).

2.4. SELECCIÓN DE EQUIPOS

A partir de los requerimientos definidos por el desarrollador (Siemens Digital Industries Software, 2025), y de las condiciones actuales del Departamento de Ingeniería, se realizó una estimación de los equipos y licencias necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de Teamcenter y su integración con Solid Edge. La Tabla 2-3 presenta el detalle de los recursos tecnológicos requeridos.

Tabla 2-3. Requisitos recomendados para computadores.

Tipo de equipo / usuario	CPU / Procesador	Memoria RAM (GB)	Almacenamiento recomendado	Red / conectividad
Usuario CAD (cliente pesado: NX, Solid Edge, Active Workspace)	Intel Core i9-10900K (5.3 GHz, 8 núcleos) o equivalente	32 GB	SSD local 500 GB mín.	1 Gbps Ethernet
Usuario no CAD (ofimática / consumo de Teamcenter AWC)	Intel Core i9-10900K (5.3 GHz) o equivalente	16 GB	SSD 250–500 GB	1 Gbps Ethernet
Servidor “Single Server Stack” (todo en uno)	Intel Xeon Gold 6250 (4.5 GHz, DDR4-2933)	106 GB totales (48 DB + 32 BL + 16 AWC + 10 otros)	SSD/NVMe, 2 discos (C: 100 GB SO / D: 250 GB software)	≥ 1 Gbps Ethernet

Fuente: Elaboración propia (2025), en base a documentación técnica de Siemens Digital Industries Software.

2.5. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

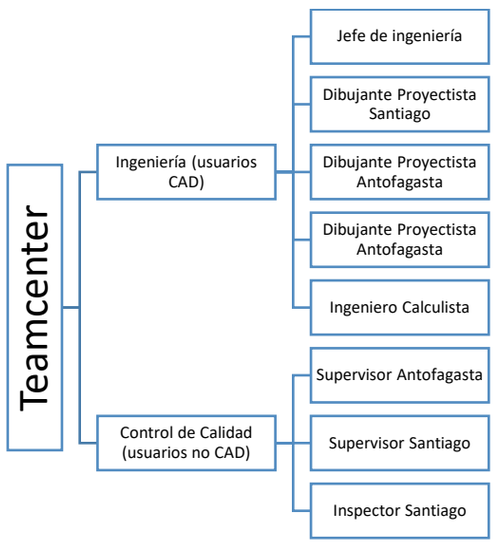
Una vez finalizada la fase de implementación y validación de Teamcenter, se contempla la contratación de un recurso humano adicional, cuya función principal será digitalizar y cargar la información técnica histórica al sistema. Esta acción será ejecutada una vez que la plataforma se encuentre operativa y con sus flujos de trabajo completamente definidos, de modo que la integración de los datos existentes se realice conforme a los estándares y estructuras establecidos.

El plazo destinado para este proceso es de 12 meses y tendrá un costo de $12.000.000 (303 UF).

2.6. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE TEAMCENTER

Dado que la solución se basa en una infraestructura digital centralizada, el Lay-out considera la arquitectura tecnológica que conecta usuarios, a un servidor definido donde estará alojada la plataforma Teamcenter. Para este estudio considera integrar al departamento de Control de Calidad como usuarios consumidores.

En la Figura 2-3 muestra la estructura propuesta para este estudio.



Fuente: Elaboración propia (2025), según requisitos de Maestranza Diesel S.A.

Figura 2-3. Diagrama de instalación de Teamcenter.

2.7. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO

Teamcenter presenta una arquitectura modular y escalable que permite su adaptación a los requerimientos del Departamento de Ingeniería y a otros departamentos que declaren potencial de implementación. La versatilidad de poder gestionar diversos tipos de archivos como archivos de texto, imágenes, planillas de cálculo tipo Excel y otros archivos tipo CAD.

La integración nativa con Solid Edge garantiza la compatibilidad operativa, el acceso multiusuario y la configuración flexible de flujos de trabajo según las necesidades de la empresa. Crecer con la empresa sin perder estabilidad, esto quiere decir que la adaptación a otros departamentos es viable con configuraciones adicionales.

2.8. CONSUMOS DE ENERGÍA

La Tabla 2-4 detalla el consumo energético que tienen los nuevos equipos para este proyecto. El consumo energético anual estimado para la infraestructura computacional asociada al proyecto asciende a $810.000/año, este valor considera el funcionamiento de pantallas, estaciones de trabajo (CPU) y un servidor dedicado operando bajo un régimen de 8 horas diarias durante 250 días al año.

Tabla 2-4. Consumo energético de equipos

Equipo	Cantidad	Potencia kW	kW/día (8 horas)	kW/año (250 días)
Pantalla	10	0,025	2	500
CPU	5	0,25	10	2500
Servidor	1	1,2	9,6	2400

Fuente: Elaboración propia, según el consumo promedio de los equipos requeridos para el proyecto (2025).

2.9. PROGRAMAS DE TRABAJO Y GASTOS EN PERSONAL

Para la implementación de Teamcenter se planificó un programa de trabajo dentro del horario laboral, destinando dos horas diarias de la jornada, desde las 14:00 hasta las 16:00 horas.

El proyecto se organiza en tres etapas principales de ejecución: configuración del sistema, capacitación de usuarios y validación funcional en marcha blanca.

El equipo designado para este proyecto considera a cuatro integrantes, tres del equipo de Ingeniería y uno del equipo de TI, proyectando un total de 640 horas para el desarrollo de la implementación.

La Tabla 2-5 detalla la duración de cada etapa y los objetivos asociados a su ejecución. Bajo estas condiciones, la implementación de Teamcenter se estima en una duración total de 80 días.

Tabla 2-5. Jornada para la implementación de Teamcenter.

Etapa del Proyecto	Horas de trabajo	Horas totales (4 personas)	Objetivo
Configuración de Teamcenter	60	60* 4 = 240	Crear un documento planteando las necesidades actuales del departamento y su resultado esperado
Capacitación del personal	40	40* 4 =160	El proveedor proporciona capacitación a los usuarios del equipo designado
Marcha blanca y validación del sistema	60	60* 4 = 240	Pruebas de funcionalidad, validación de procesos y ajuste de permisos y roles dentro del sistema, y capacitación al resto de los usuarios finales

Fuente: Elaboración propia (2025), según planificación del Departamento de Ingeniería.

2.10. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS

Para la implementación de Teamcenter, se asignaron funciones específicas a los integrantes del Departamento de Ingeniería y funciones de apoyo técnico al participante del equipo de TI, donde uno de los Proyectistas estará encargado de la arquitectura y diseño de la configuración de la plataforma, además de tareas como definición de elementos y flujos de trabajo. El segundo Proyectista estará a cargo de configuración de metadatos, estos valores serán relevantes para la identificación de los elementos creados y su posterior búsqueda. El Jefe de Ingeniería liderará el proyecto, coordinando actividades, validando la estructura del sistema y asegurando la coherencia técnica con los procesos existentes. El integrante del área de TI se encargará de la configuración y creación de usuarios, asignación de permisos y soporte técnico durante toda la implementación. El detalle de las funciones se muestra en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6. Asignación de funciones por cargo.

Cargo	Funciones
Dibujante Proyectista 1	Diseño de implementación, apoyo en pruebas funcionales
Dibujante Proyectista 2	Revisión de estructuras CAD, y configuración de metadatos
Jefe de Ingeniería	Líder y coordinador general del proyecto, validación técnica del sistema
Integrante de TI	Creación de usuarios, asignación de permisos, soporte técnico

Fuente: Elaboración propia (2025), según planificación del Departamento de Ingeniería.

Para estimar los costos asociados a la implementación del sistema, se consideraron los sueldos brutos mensuales aproximados de los participantes, en la Tabla 2-7 se presentan los valores utilizados como referencia para la valorización de horas de trabajo.

Tabla 2-7. Sueldo de los integrantes de la implementación

Integrante del equipo	Sueldo base $	Valor hora ordinaria $	(UF)
Dibujante Proyectista 1	1.600.000	6.667	0,168
Dibujante Proyectista 2	1.600.000	6.667	0,168
Jefe de Ingeniería	2.600.000	10.833	0,273
Integrante de TI	1.600.000	6.667	0,168

Fuente. Elaboración propia (2025), según antecedentes del Departamento de Ingeniería.

2.11. INVERSIONES EN EQUIPOS Y LICENCIAS

Tabla 2-8. Licencias requeridas. presenta el detalle de las licencias de Teamcenter que se requieren para la implementación. En la Tabla 2-9 se detallan los tipos de equipos que se requieren para esta implementación

La inversión considera un servidor para alojar la infraestructura PLM, licencias Teamcenter para usuarios de tipo CAD y no CAD, así como licencias de integración con Solid Edge. Asimismo, se incluyen estaciones de trabajo para los usuarios que operan software de diseño, equipos de escritorio para usuarios consumidores y monitores.

Tabla 2-8. Licencias requeridas.

Recurso	Descripción	Cantidad	Costo unidad $	Costo total $	UF
Licencias Teamcenter Tipo CAD	Licencias de Teamcenter tipo autor	5	1.235.999	6.179.995	156
Licencias de conexión CAD	Licencias de Teamcenter para integrar Solid Edge.	5	433.264	2.166.320	55
Licencias Teamcenter Tipo No CAD	Licencias de Teamcenter tipo consumidor	3	347.999	1.043.997	26
			Total	9.390.309	237

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones con proveedor.

Tabla 2-9. Inversión en equipos.

Recurso	Descripción	Cantidad	Costo unidad $	Costo total $	UF
Servidor dedicado PLM	Servidor HPE ProLiant DL380 Gen11 5418Y 2.0 GHz 24C 1P 64GB-R 8 SFF NS204i-u 2x1000W	1	8.383.190	8.383.190	211
Estaciones de trabajo CAD	Workstation Dell PRECISION 3680 (intel i7-14700, 32GB Ram, 1TB SSD, Radeon 8GB	5	2.172.999	10.864.995	274
Estaciones de trabajo no CAD	Desktop i7-10700K/ GTX1660S 6GB/ 16GB/ 1TB+256GB/ W10H/	3	729.990	2.189.970	55
Monitores	Monitor Gamer Samsung Curvo, 27", QHD	10	450.000	4.500.000	114
			Total	25.938.155	551

Fuente: Elaboración propia en base a la documentación técnica de Siemens Digital Industries Software.

2.12. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO

Para determinar el capital de trabajo asociado a la implementación de Teamcenter, se construyó un flujo operacional de 12 períodos que incorpora tanto los costos de puesta en marcha como los beneficios iniciales del proyecto.

El análisis del flujo acumulado evidencia que la mayor necesidad de financiamiento ocurre en el período 4, alcanzando un saldo mínimo de 270 UF, valor que corresponde al capital de trabajo requerido para sostener el proyecto durante su etapa inicial de adopción.

En la Tabla 2-10 se indica el flujo de caja en un período de 12 meses cual se destaca el monto del capital de trabajo requerido

Tabla 2-10. Capital de trabajo.

Valores en UF												
Periodo (meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ahorro por levantamiento	0	0	0	0	38	38	38	38	38	38	38	38
Ahorro por reprocesos	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30
Ahorro búsqueda y gestión	0	0	0	0	21	21	21	21	21	21	21	21
Capacitación equipo de implementación	-44	-44	-44	-44	0	0	0	0	0	0	0	0
Capacitación equipo de usuarios	0	0	0	0	-35	-35	-35	0	0	0	0	0
Costo licencias	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20
Energía	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Mantenimiento	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Flujo de caja	-68	-68	-68	-68	30	30	30	65	65	65	65	65
Flujo de caja acumulado	-68	-135	-203	**-270**	-241	-211	-181	-117	-52	13	78	143

Fuente: Elaboración propia (2025),

2.13. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

La instalación de Teamcenter será ejecutada íntegramente por el proveedor del software, conforme a las condiciones establecidas en el contrato de servicios.

Tabla 2-11 detalla los costos asociados a la puesta en marcha, los cuales incluyen 640 horas destinadas por el equipo interno al desarrollo del proyecto, bonos por término para los cuatro participantes principales y la contratación temporal de un digitador documental por doce meses, responsable de soportar la migración y estandarización de información técnica. En conjunto, estos elementos representan un costo total de $22.906.667 (578 UF), asociado exclusivamente a actividades de instalación y arranque del sistema.

Tabla 2-11. Costos asociados a instalación y puesta en marcha.

Ítem	Cantidad / Detalle	Costo Unitario $	Subtotal $	UF
Horas disponibles para el proyecto (640 h)	Según valor hora de ingeniería	10.792	6.906.667	174
Bonos por término de proyecto	4 participantes	1.000.000	4.000.000	101
Contratación de digitador documental	12 meses de trabajo	1.000.000	12.000.000	303
Total puesta en marcha			22.906.667	578

Fuente: Elaboración propia (2025), en base a sueldos del Departamento de Ingeniería y planificación del proyecto.

2.14. COSTOS DE IMPREVISTOS

Para mitigar posibles desviaciones durante el proceso de implementación, se ha considerado un margen de contingencia correspondiente al 20 % del total estimado para el proyecto. Este monto, equivalente a $11.893.077 (300 UF) está destinado a cubrir situaciones no previstas, tales como ajustes técnicos, requerimientos adicionales de soporte, o extensiones en las jornadas de trabajo. Esta reserva permite asegurar la continuidad del proyecto sin comprometer recursos no planificados ni alterar el cronograma de ejecución.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

3. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

La evaluación financiera del proyecto se desarrolla a partir de los antecedentes técnicos y operativos definidos en los capítulos anteriores. Los flujos de caja construidos consideran exclusivamente los beneficios y costos identificados en el diagnóstico y en el estudio técnico, asegurando coherencia entre las mejoras operacionales proyectadas y los resultados económicos obtenidos.

3.1. EVALUACIÓN FINANCIERA

En este punto se indican las variables para la evaluación económica del proyecto.

3.1.1. Consideraciones

En este punto se indican las consideraciones necesarias para el planteamiento de la evaluación financiera del proyecto.

3.1.1.1. Horizonte del proyecto

El proyecto se analizará, considerando un horizonte de 5 años, ya que en este tiempo se estipula suficiente para evaluar una inversión de este tipo.

3.1.1.2. Tasa de descuento

La tasa de descuento determina la rentabilidad mínima aceptable que debe generar un proyecto para ser considerado viable. Para su cálculo, en este estudio se utiliza el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model).

Los parámetros utilizados son:

- Tasa libre de riesgo (Rf): corresponde al rendimiento de los bonos del Banco Central de Chile a 10 años, cuyo valor reciente es 6,10 %.
- Tasa de rendimiento esperado del mercado (Rm): se estima a partir del retorno histórico de los índices IPSA o IGPA. Considerando una prima de riesgo de mercado de 6,00 %, se obtiene un rendimiento esperado del mercado de 12,10 %.
- Coeficiente Beta (β): representa el riesgo sistemático del sector industrial. Para empresas metalmecánicas se indica un β aproximado de 1,20.

La tasa de descuento se obtiene mediante la siguiente ecuación:

Fórmula 3-1. CAPM (Capital Asset Pricing Model)

$$R = Rf + \beta(Rm - Rf)$$

Reemplazando: $R = 6{,}10\% + 1{,}20 \times (12{,}10\% - 6{,}10\%)$

$$R = 6{,}10\% + 1{,}20 \times 6{,}00\% = 13{,}30\ \%$$

Por lo tanto, la tasa de descuento para la evaluación es 13,30 % anual, y se utilizará para actualizar los costos y beneficios económicos del proyecto.

3.1.1.3. Moneda a utilizar

La moneda a utilizar para efecto de los cálculos de este proyecto es la unidad de fomento (UF), esto con el fin de poder representar las variaciones del peso, de acuerdo con la inflación presente en el momento. El valor de UF considerado es al día 14-11-2025 con un valor de $39.643,59.-

3.1.1.4. Impuestos

El impuesto de primera categoría es el cual se determina sobre la base de utilidades liquidas obtenidas por la empresa, De acuerdo con la normativa tributaria vigente, la tasa considerada para este análisis corresponde a 27 %, valor que será aplicado en los flujos de caja a fin de estimar la utilidad después de impuestos.

3.1.2. Identificación de egresos

En este punto se identificarán las variables declaradas como egresos en el escenario de flujo de caja sin proyecto. Estas variables indican la línea base en cual compara la situación actual y la situación con proyecto en distintitos escenarios financieros.

3.1.2.1. Valor hora del ciclo FOR-COR-051(VC)

Corresponde al costo anual asociado a las horas hombre utilizadas en la ejecución completa del procedimiento FOR-COR-051 en su estado actual, se determina con la sigla *"VC"* y se calcula según la siguiente formula:

Fórmula 3-2. Valor anual de hora ciclo FOR-COR-051

$$VC = Total\ horas\ anuales\ Ciclo\ FOR - COR - 051 * \left(\frac{\sum sueldos\ equipo\ de\ ingeniería}{\sum horas\ equipo\ de\ ingenería}\right)$$

Reemplazando:

$$VC = (128\ horas\ semanales * 52\ semanas) * \left(\frac{\$141.600.000}{12.480\ horas}\right)$$

$$VC = (6.656\ horas/año) * (\$11.346/hora)$$

$$VC = \$75.520.000\ (1.905\ UF).$$

3.1.2.2. Valor anual de horas para búsqueda y gestión de documentos (VG)

Corresponde al costo anual asociado a las horas hombre utilizadas en la búsqueda y gestión de documentos en su estado actual, se determina con la sigla *"VG"* y se calcula según la siguiente formula:

Fórmula 3-3. Valor hora anual para busqueda y gestión de documentos (VG)

$$VG = Total\ horas\ anuales\ para\ busqueda\ y\ gestión\ de\ documentos * \left(\frac{\sum sueldos\ equipo\ de\ ingeniería}{\sum horas\ equipo\ de\ ingenería}\right)$$

Reemplazando:

$$VG = (56\ horas\ semanales * 52\ semanas) * \left(\frac{\$141.600.000}{12.480\ horas}\right)$$

$$VG = (2.912\ horas/año) * (\$11.346/hora)$$

$$VG = \$33.039.552\ (833\ UF).$$

3.1.2.3. Valor anual de reprocesos (VR)

Corresponde al valor anual proyectado en un año en su estado actual, se determina con la sigla *"VR"* y se calcula según la siguiente formula:

Fórmula 3-4. Valor anual de reprocesos (VR)

$$VR = valor\ registrado\ por\ semestre * 2$$

Reemplazando:

$$VR = \$7.900.003 * 2$$

$$VR = \$15.800.006\ (399\ UF)$$

3.1.3. Identificación de ingresos

En este punto se declaran los ingresos que tendrá el proyecto para su análisis financiero en los flujos de caja con proyecto.

3.1.3.1. Ahorro por mejora a valor hora ciclo FOR-COR-051 (VCt)

Corresponde al valor anual obtenido por la digitalización del procedimiento, se determina con la sigla *"*VCt*"* y se calcula según la siguiente formula:

Fórmula 3-5. Ahorro por mejora a valor hora ciclo FOR-COR-51 (VCt)

$$VCt = (Vc * factor\ de\ mejora)$$

Reemplazando:

$$VCt = \$75.520.000 * 0.24$$

$$VCt = \$18.124.800\ (457\ UF)$$

3.1.3.2. Ahorro por mejora a valor hora de búsqueda y gestión de documentos (VGt)

Corresponde al valor anual obtenido por la consecuencia de la mejora en almacenamiento se estima una reducción del 30% a los valores actuales de búsqueda y gestión de documentos, se determina con la sigla *"*VGt*"* y se calcula según la siguiente formula:

Fórmula 3-6. Ahorro por mejora a valor hora de búsqueda y gestión de documentos

$$VGt = VG * factor\ de\ mejora$$

Reemplazando:

$$VGt = \$33.039.552 \ * 0.30$$

$$VGt = \$9.911.865 \ (250 \ UF)$$

3.1.3.3. Ahorro por reducción de reprocesos,

Corresponde al valor anual obtenido por la consecuencia de la mejora en el procedimiento FOR-COR-51 al tener mejor trazabilidad en las versiones y mejora cualitativa del sistema. Se estima una reducción del 90% a los valores actuales, se determina con la sigla *"*VRt*"* y se calcula según la siguiente formula:

Fórmula 3-7. Ahorro por reducción de reprocesos

$$VRt = VR * factor\ de\ mejora$$

Reemplazando:

$$VRt = \$15.800.006 \ * 0.90$$

$$VRt = \$14.220.005 \ (358 \ UF)$$

3.1.4. Identificación de costos

Los costos identificados son:

- Inversión inicial: Adquisición de licencias Teamcenter, equipos computacionales, servidor dedicado y monitores.
- Costos de instalación y puesta en marcha: Incluyen horas hombre del equipo interno, capacitación, soporte inicial y la contratación temporal de un digitador documental.
- Costos operacionales: Licencias anuales, mantenimiento del servidor y consumo energético.
- Capital de trabajo: Determinado mediante el método del máximo déficit acumulado.
- Imprevistos: Se considera un margen de contingencia del 20 %.

3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la evaluación económica se comparan los flujos de caja correspondientes a la situación sin proyecto con los escenarios financiados por capitales propios de la empresa y financiados por entidades crediticias.

3.2.1. Flujo de caja sin proyecto y proyecto puro

A continuación, se presenta el flujo de caja de la situación actual con un flujo de caja con financiamiento puro.

Tabla 3-1. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto puro.

Proyecto A: Flujo de caja sin proyecto (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,3%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Egresos						
Valor hora ciclo FOR-COR-051 (VC)		-1905	-1905	-1905	-1905	-1905
Valor hora de tiempos de ByG (VG)		-833	-937	-1053	-1183	-1330
Valor anual de reprocesos (VR)		-399	-448	-504	-566	-636
Total		-3137	-3290	-3461	-3654	-3871
Valor presente costos		-2769	-2563	-2380	-2218	-2074
VAN costos		**-12003**				

Proyecto B: Flujo de caja proyecto puro (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,30%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Ahorro VC (VCt)		457	457	457	457	457
Ahorro VG (VGt)		250	281	316	355	399
Ahorro VR(VRt)		359	403	453	509	573
Costos operacionales						
Licencias anuales		-237	-237	-237	-237	-237
Mantenimiento servidor		-30	-30	-30	-30	-30
Consumo energetico		-20	-20	-20	-20	-20
Margen Operacional		**778**	**854**	**939**	**1.034**	**1.141**
Depreciación del activo fijo		-131	-131	-131	-131	-131
Utilidad antes de impuestos		**647**	**723**	**808**	**903**	**1.010**
Impuesto 27%		-175	-195	-218	-244	-273
Utilidad después de impuestos		**473**	**528**	**590**	**659**	**738**
Depreciación		131	131	131	131	131
Inversion inicial	-654					
Gastos de instalacion y puesta en marcha	-578					
Capital de trabajo	-270					270
Imprevistos 20%	-300					
Flujo de caja	-1.803	604	659	721	790	1.138
Flujo de caja actualizado	-1.803	533	513	495	480	610
Flujo de caja actualizado acumulado	-1.803	-1.270	-757	-261	218	828
VAN actual neto	**828**					
TIR	29%					
PRI	4					

	Proyecto A	VS	Proyecto B
	-12003		**828**
Valor anual de reprocesos (VR)	**-11175**	Ahorro	**7%**

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.2.2. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 25% de financiamiento

A continuación, se presenta la comparación entre el flujo de caja de la situación actual con un flujo de caja con financiamiento al 25%.

Tabla 3-2. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 25% de financiamiento.

Proyecto A: Flujo de caja sin proyecto (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,3%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Valor hora ciclo FOR-COR-051 (VC)		-1905	-1905	-1905	-1905	-1905
Valor hora de tiempos de ByG (VG)		-833	-937	-1053	-1183	-1330
Valor anual de reprocesos (VR)		-399	-448	-504	-566	-636
Total		-3137	-3290	-3461	-3654	-3871
Valor presente costos		-2769	-2563	-2380	-2218	-2074
VAN costos		**-12003**				

Proyecto C: Flujo de caja con 25% de financiamiento (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,30%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Ahorro VC (VCt)		457	457	457	457	457
Ahorro VG (VGt)		250	281	316	355	399
Ahorro VR(VRt)		359	403	453	509	573
Egresos						
Licencias anuales		-237	-237	-237	-237	-237
Mantenimiento servidor		-30	-30	-30	-30	-30
Consumo energetico		-20	-20	-20	-20	-20
Margen Operacional		**778**	**854**	**939**	**1034**	**1141**
Depreciación del activo fijo		-131	-131	-131	-131	-131
Utilidad antes de impuestos		**647**	**723**	**808**	**903**	**1010**
Impuesto 27%		-175	-195	-218	-244	-273
Utilidad después de impuestos		**473**	**528**	**590**	**659**	**738**
Depreciación		131	131	131	131	131
Inversion inicial	-654					
Gastos de puesta en marcha	-578					
Capital de trabajo	-270					270
Imprevistos 20%	-300					
Prestamo	451					
Amortización deuda		-67	-77	-88	-102	-117
Intereses deuda		-68	-58	-46	-33	-18
Flujo de caja	-1.352	469	524	586	656	1004
Flujo de caja actualizado	-1.352	414	408	403	398	538
Flujo de caja actualizado acumulado	-1.352	-938	-530	-127	271	809
VAN actual neto	**809**					
TIR	33%					
PRI	3					

	Proyecto A	VS	Proyecto C
	-12.003		**809**
Costo de la gestión	**-11.193**	Ahorro	**7%**

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 3-3. Préstamo de 25% de financiamiento.

Tabla de financiamiento (valores en UF)				
Periodo	Cuota	Interes	Amortización	Saldo
0				451
1	134	68	67	384
2	134	58	77	307
3	134	46	88	219
4	134	33	102	117
5	134	18	117	0

Financiamiento	25%
Interes	15%
Monto	451
Periodo	5

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.2.3. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 50% de financiamiento

A continuación, se presenta la comparación entre el flujo de caja de la situación actual con un flujo de caja con financiamiento al 50%.

Tabla 3-4. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 50% de financiamiento.

Proyecto A: Flujo de caja sin proyecto (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,3%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Valor hora ciclo FOR-COR-051 (VC)		-1905	-1905	-1905	-1905	-1905
Valor hora de tiempos de ByG (VG)		-833	-937	-1053	-1183	-1330
Valor anual de reprocesos (VR)		-399	-448	-504	-566	-636
Total		-3137	-3290	-3461	-3654	-3871
Valor presente costos		-2769	-2563	-2380	-2218	-2074
VAN costos		**-12003**				

Proyecto D: Flujo de caja con 50% de financiamiento (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,30%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Ahorro VC (VCt)		457	457	457	457	457
Ahorro VG (VGt)		250	281	316	355	399
Ahorro VR(VRt)		359	403	453	509	573
Egresos						
Licencias anuales		-237	-237	-237	-237	-237
Mantenimiento servidor		-30	-30	-30	-30	-30
Consumo energetico		-20	-20	-20	-20	-20
Margen Operacional		**778**	**854**	**939**	**1034**	**1141**
Depreciación del activo fijo		-131	-131	-131	-131	-131
Utilidad antes de impuestos		**647**	**723**	**808**	**903**	**1010**
Impuesto 27%		-175	-195	-218	-244	-273
Utilidad después de impuestos		**473**	**528**	**590**	**659**	**738**
Depreciación		131	131	131	131	131
Inversion inicial	-654					
Gastos de puesta en marcha	-578					
Capital de trabajo	-270					270
Imprevistos 20%	-300					
Prestamo	901					
Amortización deuda		-134	-154	-177	-203	-234
Intereses deuda		-135	-115	-92	-66	-35
Flujo de caja	-901	335	390	452	521	870
Flujo de caja actualizado	-901	295	304	311	316	466
Flujo de caja actualizado acumulado	-901	-606	-302	8	325	790
VAN actual neto	**790**					
TIR	40%					
PRI	3					

	Proyecto A	VS	Proyecto D
	-12.003		**790**
Costo de la gestión	**-11.212**	Ahorro	**7%**

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 3-5. Préstamo de 50% de financiamiento

Tabla de financiamiento (valores en UF)				
Periodo	Cuota	Interes	Amortización	Saldo
0				901
1	269	135	134	768
2	269	115	154	614
3	269	92	177	437
4	269	66	203	234
5	269	35	234	0

Financiamiento	50%
Interes	15%
Monto	901
Periodo	5

Fuente: Elaboración propia (2025)

3.2.4. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 75% de financiamiento

A continuación, se presenta la comparación entre el flujo de caja de la situación actual con un flujo de caja con financiamiento al 75%.

Tabla 3-6. Flujo de caja sin proyecto vs proyecto con 75% de financiamiento.

Proyecto A: Flujo de caja sin proyecto (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,3%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Valor hora ciclo FOR-COR-051 (VC)		-1905	-1905	-1905	-1905	-1905
Valor hora de tiempos de ByG (VG)		-833	-937	-1053	-1183	-1330
Valor anual de reprocesos (VR)		-399	-448	-504	-566	-636
Total		-3137	-3290	-3461	-3654	-3871
Valor presente costos		-2769	-2563	-2380	-2218	-2074
VAN costos		**-12003**				

Proyecto E: Flujo de caja con 75% de financiamiento (valores en UF)						
Tasa de descuento	13,30%					
Periodo	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Ahorro VC (VCt)		457	457	457	457	457
Ahorro VG (VGt)		250	281	316	355	399
Ahorro VR(VRt)		359	403	453	509	573
Egresos						
Licencias anuales		-237	-237	-237	-237	-237
Mantenimiento servidor		-30	-30	-30	-30	-30
Consumo energetico		-20	-20	-20	-20	-20
Margen Operacional		**778**	**854**	**939**	**1034**	**1141**
Depreciación del activo fijo		-131	-131	-131	-131	-131
Utilidad antes de impuestos		**647**	**723**	**808**	**903**	**1010**
Impuesto 27%		-175	-195	-218	-244	-273
Utilidad después de impuestos		**473**	**528**	**590**	**659**	**738**
Depreciación		131	131	131	131	131
Inversion inicial	-654					
Gastos de puesta en marcha	-578					
Capital de trabajo	-270					270
Imprevistos 20%	-300					
Prestamo	1.352					
Amortización deuda		-201	-231	-265	-305	-351
Intereses deuda		-203	-173	-138	-98	-53
Flujo de caja	-451	200	255	317	387	735
Flujo de caja actualizado	-451	177	199	218	235	394
Flujo de caja actualizado acumulado	-451	-274	-75	143	378	772
VAN actual neto	**772**					
TIR	57%					
PRI	3					

	Proyecto A	VS	Proyecto E
	-12.003		**772**
Costo de la gestión	**-11.231**	Ahorro	**6%**

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 3-7. Préstamo de 75% de financiamiento

Tabla de financiamiento (valores en UF)				
Periodo	Cuota	Interes	Amortización	Saldo
0				1352
1	403	203	201	1151
2	403	173	231	921
3	403	138	265	656
4	403	98	305	351
5	403	53	351	0

Financiamiento	75%
Interes	15%
Monto	1352
Periodo	5

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 3-8. Comparación de escenarios financieros.

Escenario	Tipo de proyecto	VAN (UF)	TIR (%)	PRI (años)	Costo VAN (UF)	Ahorro (UF)	Ahorro (%)
Proyecto A	Sin proyecto	–12.003			–12.003		
Proyecto B	Proyecto puro	828	29%	4	–11.175	7%	7%
Proyecto C	25% financiamiento	809	33%	3	–11.193	810	7%
Proyecto D	50% financiamiento	790	40%	3	–11.212	791	7%
Proyecto E	75% financiamiento	772	57%	3	–11.231	772	6%

Fuente: Elaboración propia (2025).

La comparación de los indicadores económicos evidencia que todos los escenarios con implementación del proyecto resultan económicamente viables frente a la situación sin proyecto, presentando valores actuales netos positivos, tasas internas de retorno superiores a la tasa de descuento y períodos de recuperación dentro del horizonte de evaluación. El proyecto puro maximiza el valor económico generado, mientras que los escenarios con financiamiento incrementan la rentabilidad medida mediante la TIR debido al efecto de apalancamiento financiero. En términos operacionales, todos los escenarios permiten reducir el costo de la gestión documental entre un 6 % y un 7 %, validando la conveniencia económica de la implementación propuesta.

3.2.5. Análisis de sensibilidad del proyecto

El análisis de sensibilidad tiene por objetivo evaluar el comportamiento del Valor Actual Neto (VAN) frente a variaciones en las principales variables críticas del proyecto. Considerando que se trata de una mejora operacional basada en ahorros y costos de operación, se analizan escenarios de modificación en los ingresos por ahorro operacional representados por los ahorros VCt, VGt y VRt y en un componente relevante de los costos operacionales, correspondiente al costo de licencias. En todos los escenarios evaluados se mantienen constantes la tasa de descuento, la estructura tributaria, la inversión inicial, la depreciación y el resto de los supuestos definidos en el flujo de caja puro.

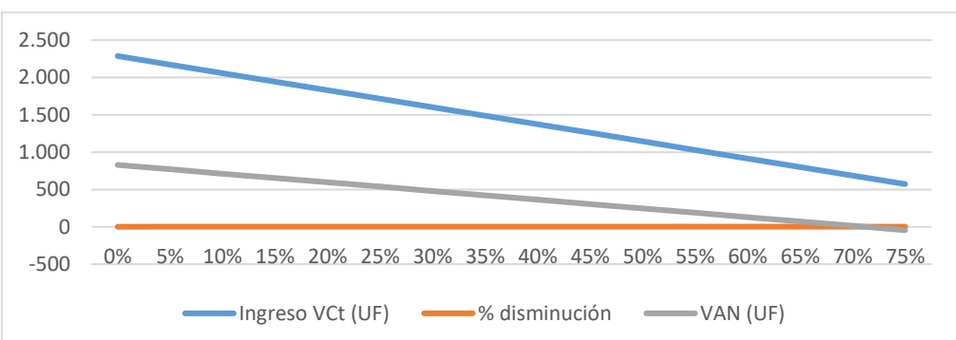
3.2.5.1. Escenario 1, disminución del ingreso por ahorro VCt

Este escenario sensibiliza exclusivamente el ahorro VCt, por ser la variable más relevante asociada a la reducción del ciclo del procedimiento FOR-COR-051. La Tabla 3-9 muestra que el VAN decrece de forma progresiva a medida que disminuye este ingreso, manteniéndose positivo hasta una reducción cercana al 70%, y anulándose al aproximarse a una disminución del 75%. Este resultado permite identificar el punto de corte económico del proyecto para esta variable.

Tabla 3-9. Disminución del ingreso por ahorro VCt.

Ingreso VCt (UF)	% disminución	VAN (UF)
2.286	0%	828
2.172	5%	770
2.058	10%	711
1.943	15%	653
1.829	20%	595
1.715	25%	537
1.600	30%	478
1.486	35%	420
1.372	40%	362
1.257	45%	303
1.143	50%	245
1.029	55%	187
914	60%	129
800	65%	70
686	70%	12
572	75%	-46

Fuente: Elaboración propia (2025).



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 3-1. Gráfico de sensibilización de VCt.

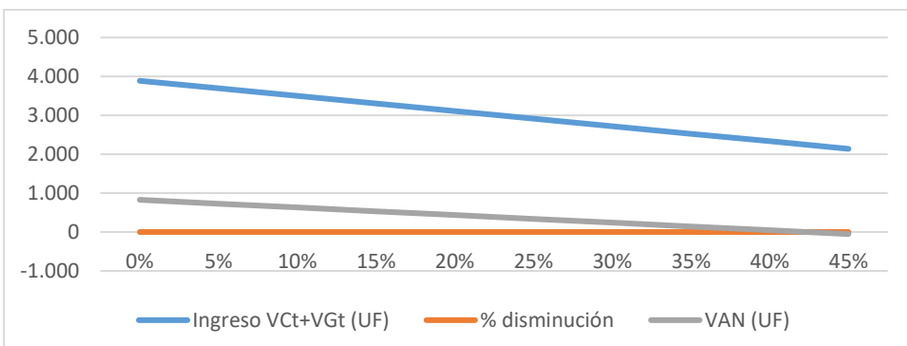
3.2.5.2. Escenario 2, disminución conjunta de ingresos VCt + VGt

En este escenario se reduce simultáneamente el ingreso asociado a los ahorros VCt y VGt, manteniendo constante el ahorro VR, con disminuciones progresivas del 5%. La Tabla 3-10 evidencia que el VAN disminuye de forma sostenida, manteniéndose positivo hasta una reducción cercana al 40%, y anulándose al aproximarse al 45%. Esto indica que el proyecto es más sensible cuando se afectan simultáneamente las dos principales fuentes de ahorro operacional.

Tabla 3-10. Disminución del ingreso por ahorro VCt+VGt.

Ingreso VCt+VGt (UF)	% disminución	VAN (UF)
3.887	0%	828
3.693	5%	730
3.498	10%	632
3.304	15%	534
3.109	20%	436
2.915	25%	338
2.721	30%	240
2.526	35%	143
2.332	40%	45
2.138	45%	-53

Fuente: Elaboración propia (2025).



Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 3-2: Gráfico de sensibilización de VCt+VGt.

3.2.5.3. Escenario 3, disminución del ingreso por ahorro VCt+VGt+VRt

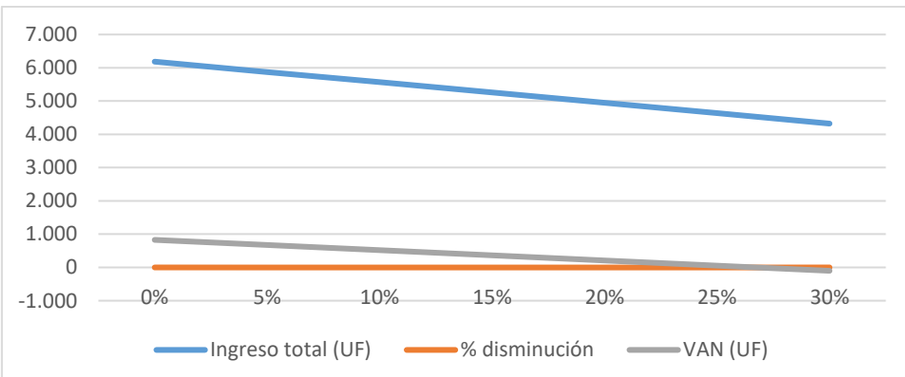
En este escenario se reduce el ingreso total por ahorro operacional mediante disminuciones progresivas del 5%, con el fin de analizar el comportamiento global del VAN. La Tabla 3-11 muestra que el VAN se mantiene positivo hasta una disminución del 25% de los ingresos totales, y se vuelve negativo a partir del 30%, identificándose así el

punto de corte económico del proyecto bajo este escenario agregado muestra que el VAN se mantiene positivo hasta el 25% de disminución.

Tabla 3-11. Disminución del ingreso total (VCt+VGt+VRt)

Ingreso total (UF)	% disminución	VAN (UF)
6.184	0%	828
5.875	5%	673
5.566	10%	518
5.256	15%	364
4.947	20%	209
4.638	25%	54
4.323	30%	-101

Fuente: Elaboración propia (2025)



Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 3-3. Gráfico de sensibilización de VCt+VGt+VRt

3.2.5.4. Escenario 4, aumento de costo por licencias Teamcenter.

Finalmente, se evalúa un escenario de riesgo operacional en el cual el costo de licencias de Teamcenter aumenta a una tasa fija por periodo. La Tabla 3-12 presenta el impacto de distintos crecimientos anuales del costo de licencias, expresados como costo acumulado durante el horizonte de evaluación, sobre el VAN del proyecto. Los resultados indican que el VAN se mantiene positivo hasta tasas cercanas al 45% anual, anulándose al aproximarse a un crecimiento del 50%, lo que permite identificar el punto de corte económico asociado a esta variable de costo.45% anual.

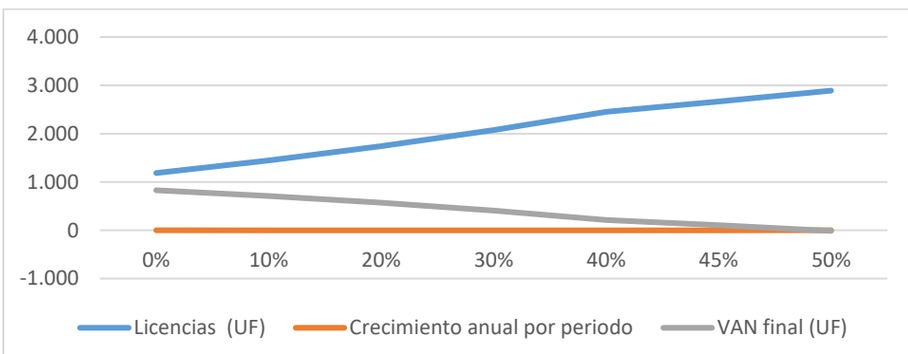
Para efectos de este análisis, el costo de licencias se presenta como el valor acumulado durante el horizonte de evaluación del proyecto. El cálculo considera un valor base del costo de licencias en el primer periodo y un crecimiento anual fijo aplicado en

cada periodo, permitiendo evaluar el impacto del aumento progresivo de este costo operacional sobre el Valor Actual Neto (VAN).

Tabla 3-12. Aumento de costos en las licencias Teamcenter

Licencias (UF)	Crecimiento anual por periodo	VAN final (UF)
1.184	0%	828
1.446	10%	712
1.741	20%	573
2.074	30%	408
2.451	40%	214
2.664	45%	104
2.889	50%	-14

Fuente: Elaboración propia (2025)



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 3-4. Aumento de costos en las licencias Teamcenter.

En conjunto, los escenarios analizados permiten evaluar la robustez económica del proyecto frente a variaciones desfavorables en las variables críticas. Los resultados obtenidos evidencian que el proyecto mantiene viabilidad económica dentro de rangos acotados de variación, y que su rentabilidad depende principalmente de la materialización de los ahorros operacionales y del control de los costos recurrentes de operación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio de prefactibilidad permitió evaluar técnica y económicamente la implementación de la plataforma Teamcenter como solución para optimizar la gestión documental del procedimiento FOR-COR-051 en el Departamento de Ingeniería. A partir del diagnóstico realizado, se identificaron ineficiencias relevantes asociadas a tiempos elevados de gestión, dificultades en la búsqueda de información y reprocesos derivados de errores en la documentación técnica, los cuales generan impactos directos en los costos operacionales del área.

Desde el punto de vista técnico, la digitalización y estandarización del flujo documental mediante Teamcenter permite mejorar la trazabilidad del ciclo de vida de los documentos, fortalecer el control de versiones y reducir los tiempos asociados a la gestión del procedimiento FOR-COR-051. Estas mejoras operativas constituyen la base para la valorización de los beneficios económicos del proyecto, los cuales se expresan principalmente como ahorros en horas hombre y disminución de reprocesos.

La evaluación económica del proyecto, a través del flujo de caja puro, arrojó un Valor Actual Neto (VAN) positivo de 828 UF, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 29 % y un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 4 años, lo que permite concluir que el proyecto es económicamente viable bajo los supuestos definidos. Estos indicadores confirman que los beneficios operacionales proyectados superan los costos de inversión y operación durante el horizonte de evaluación considerado.

El análisis de sensibilidad evidenció que el proyecto presenta una adecuada robustez económica frente a variaciones desfavorables en sus variables críticas. En particular, el VAN se anula ante una disminución cercana al 70 % del ahorro VCt, al 42 % de la disminución conjunta de los ahorros VCt + VGt, y al 27 % de reducción del ingreso total por ahorro operacional (VCt + VGt + VRt). Asimismo, en el escenario de aumento del costo de licencias, el proyecto mantiene VAN positivo hasta un crecimiento anual cercano al 45 %, identificándose este valor como el punto de corte económico asociado a dicha variable.

En función de los resultados obtenidos, se recomienda avanzar hacia la implementación del proyecto considerando una planificación gradual, iniciando su aplicación en el Departamento de Ingeniería como unidad piloto. Asimismo, se sugiere establecer indicadores de gestión que permitan monitorear de forma continua los tiempos del procedimiento FOR-COR-051, la ocurrencia de reprocesos y la eficiencia en la gestión documental, con el fin de verificar la materialización de los ahorros proyectados.

BIBLIOGRAFÍA

Departamento de Mejora Continua. (2025). *reprocesos semestre 2024-2025.* Santiago: Archivo.

Departamento de Ingeniería. (2020). *Departamento de Ingeniería.* Santiago: Maestranza Diesel S.A.

Maestranza Diesel S.A. (17 de julio de 2025). Obtenido de www.md.cl: https://www.md.cl/nosotros/#:~:text=Nuestro%20desaf%C3%ADo%20es%20promover%20el,organizacional%20para%20lograr%20nuestros%20objetivos.

Morales, V. (2025). *Encuesta Interna al equipo de Ingeniería.* Santiago: Maestranza Diesel S.A.

Siemens. (12 de 10 de 2025). *https://resources.sw.siemens.com*. Obtenido de https://resources.sw.siemens.com/es-ES/case-study-anger-machining/

Siemens Digital Industries Software. (21 de Septiembre de 2025). Obtenido de https://community.sw.siemens.com/: https://community.sw.siemens.com/s/question/0D5Vb000006eiIEKAY/teamcenter-143-hardware-requirements?utm_source

ANEXOS

Formulario de encuestas

Diagnóstico del Sistema de Gestión Documental de planos del Departamento de Ingeniería

El objetivo de esta encuesta es identificar los tiempos, dificultades y percepciones asociadas al sistema actual de gestión documental de planos del Departamento de Ingeniería de Maestranza Diesel S.A.
La información recopilada será utilizada únicamente con fines academicos y de diagnóstico técnico dentro del estudio de prefactibilidad del sistema PLM Teamcenter.
Tiempo estimado de respuesta: 5 a 7 minutos.

1. Correo electrónico *

1-Identificación del participante

2. Indique su primer nombre y su primer apellido

3. Cargo — Dropdown

Marca solo un óvalo.

- Dibujante Proyectista
- Ingeniero Calculista
- Jefe de Ingeniería
- Supervisor

Reporte de reprocesos de Mejora Continua

	A	B	C	D	E	G	I	J	K	L	M	N	O
1	OT	Hoja de ru	Fecha de	Sucursal	Línea de producto	Área de c	Motivo del reproceso	Causa Raiz	Material	HP utiliz	Valor tot	Costo est	CostoTot
2	37519	21	25-03-2025	Santiago	Martillos Rompe roc	ingeniería	2 bujes de bronce fuera de medida por error en plano de fabricación. Mal levantamiento al medir inicia	Rentabilidad.Plazo de entrega		16,75	$393.751	$300.000	$693.751
3	37005	11	28-08-2024	Antofagasta	Reductores Paralelos	ingeniería	Al momento de comenzar los montajes, se descubre que fabricación fue realizada en mm y es en	Se debe reprocesar repuesto y fabricar camisa para suplir desviación		6,69	$72.377	$250.000	$322.377
20	36751	9	19-11-2024	Antofagasta	Reductores Paralelos	ingeniería	eje de salida presenta diferencia de medida en la pista de corona por error de plano	Se debe realizar recuperación mediante metalizado		17,15	$425.278	$450.000	$875.278
16	37449	15	31-03-2025	Antofagasta	Bombas de Proceso	ingeniería	En proceso de revisión de ajuste del acoplamiento, se detecta que este estaba con una sobre medida al eje de la bomba. al verificar el plano y la medida del eje. existia una diferencia en el plano sobre 1 mm de la pista del eje.	Error en el plano de fabricacion.		11,42	$271.328	$0	$271.328
18	37258	4	27-11-2024	Santiago	Recuperación de Part	ingeniería	Información entregada por control de calidad para confeccionar hilo no correspondia.	-Rentabilidad				$50.000	$50.000
20	37332	14	22-04-2025	Antofagasta	Reductores Paralelos	ingeniería	Mal levantamiento de plano: medidas de pista de rodamiento y acoplamiento bajo medida con respecto al original. Se detecta en proceso de armado.	Se debe realizar recuperacion de eje por metalizado.				$0	$0
22	37347	12	22-04-2025	Antofagasta	Reductores Paralelos	ingeniería	Medidas erroneas en plano de fabricacion.	Se debe volver a fabricar chaveta		1,85	$32.205	$0	$32.205
25	36871	9	18-06-2024	Antofagasta	Reductores Paralelos	ingeniería	Plano mal diseñados	Se fabrican piezas con plano mal diseñados por calidad		7,22	$135.750	$26	$135.776
26	37258	5	28-11-2024	Santiago	Recuperación de Part	ingeniería	Plano no esta claro en los diametros interiores a mecanizar del laberinto, ya que la diferencia entre estos diametros es solo de 1 mm.	-Plazo de entrega-Rentabilidad--Calidad		6	$155.748	$500.000	$655.748
27	37258	6	28-11-2024	Santiago	Recuperación de Part	ingeniería	Plano no esta claro en los diametros interiores a mecanizar del laberinto, ya que la diferencia entre estos diametros es solo de 1 mm.	-Plazo de entrega-Rentabilidad-Calidad		13,97	$350.913	$500.000	$850.913
28	37106	9	03-02-2025	Santiago	Reductores Paralelos	ingeniería	Problemas con perforaciones en protección	Corregir según indicaciones de ingeniería		4	$78.408	$0	$78.408
29	37099	12	02-01-2025	Antofagasta	Reductores Paralelos	ingeniería	Repuestos fabricados por SANTANA arriban con desviaciones, segun plano.	Se deben realizar trabajos adicionales en torno.		6,86	$174.251	$0	$174.251
30	36932	41	31-07-2024	Antofagasta	Martillos Rompe roc	ingeniería	Se entrega mala medida en fabricación de bujes en el plano entergado por control de calidad	Error de tipeo				$1.500.000	$1.500.000
31	35777	16	19-11-2024	Antofagasta	Aire Comprimido	ingeniería	Se fabrica camisa, pero al momento de montaje esta se encuentra con medida errónea debido a plano mal diseñado	Se debe modificar plano para fabricar camisa con medida correcta		7,26	$130.891	$600.000	$730.891
32	36947	19	26-03-2025	Antofagasta	Bombas de Proceso	ingeniería	Se fabrica pernos guias, con otro numero de plano diferente al indicado en el detalle de reparacion.	Ambos planos corresponden a lo solicitado pero existen diferencias en el diametro y largo. Actualmente existen 3 planos de este perno. Se deben actualizar y dejar solo un plano oficial. Se deben volver a fabricar pernos guias.		0,81	$14.100	$0	$14.100
33	36315	9	26-01-2024	Antofagasta	Reductores Planetari	ingeniería	Se fabrica una base con plano que no corresponde y se debe corregir para su uso.	La base original del equipo fue aportada a un equipo de la sucursal de SCL					
37													
38	Filtros aplicados: MotivoHojaRuta es ReprocesoAño es 2025, 2024 o 2023ni5_descripcionlarga es Control de Calidadhru_numero es mayor o igual que 3												

Cotización de licencias

PRECISIONLABS

Solution Partner PLM — SIEMENS

1. Solid Edge: Suscripción anual

Cod.	Descripción	Lic.	Valor software unitario	Valor software total
SE290	**Solid Edge Classic** Flotante Suscripción anual Hybrid SaaS	**1**	**$ 2.520,00**	**$ 2.520,00**
SE375	**Solid Edge Embedded Client** Flotante Suscripción anual Hybrid SaaS	**2**	**$ 365,40**	**$ 730,80**
TC10101	**Teamcenter Author** Named Suscripción anual Hybrid SaaS	**1**	**$ 1.297,80**	**$ 1.297,80**
TC1DOTC	**Teamcenter Deployment** Named Suscripción anual Hybrid SaaS	**1**	**$ 0,00**	**$ 0,00**
			Sub total s/IVA:	**$ 4.548,60**
			Descuento especial:	**$ 454,86**
			Total s/IVA:	**$ 4.093,74**

2. Condiciones de Pago

Software y Servicios: El valor total de US$ (Dólares Estadounidenses,) será pago conforme aparece a seguir. *La facturación será realizada después de la aceptación formal de esta propuesta, o envío del respectivo Pedido de Compra por parte del Cliente y con el cambio de dólar al día de facturación más 6 pesos.*

- Forma de pago: a 30 días desde la fecha de facturación.