

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

**PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
TALLER DE RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL Y MARINO EN LAS  
DEPENDENCIAS DE LA UTFSM, SEDE VIÑA DEL MAR.**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
Ingeniero/a en MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL.

Alumnos:

Marcelo Antonio Rivera Correa

Profesor Guía:

Mg. Ing. Carlos Baldi González



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

**Título del trabajo:** PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TALLER DE RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL Y MARINO EN LAS DEPENDENCIAS DE LA UTFSM, SEDE VIÑA DEL MAR.

**Nombre del candidato(a):** Marcelo Antonio Rivera Correa

**Carrera / Grado:** Ingeniería en Mantenimiento Industrial, con Licenciatura en Ingeniería

**Campus:** Viña del Mar ; **Departamento:** Mecánica USM JMC

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Baldi González, 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

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:

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:** 01-09-2025

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Estudiante o Candidato(a):**

**Fecha:** 01-09-2025

**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:** RECUBRIMIENTO ANTICORRSIVO, COLABORACION ACADEMICA-INDUSTRIA, FACTIBILIDAD, INNOVACION, DESARROLLO PROFESIONAL.

La industria de recubrimientos industriales y marinos ha cobrado una relevancia creciente a nivel global, impulsada por la necesidad de proteger estructuras y equipos en entornos adversos, así como por el desarrollo de tecnologías innovadoras que optimizan estos procesos. En la región de Valparaíso, Chile, este sector se presenta como una oportunidad clave para fomentar la colaboración entre la academia y la industria, contribuyendo al desarrollo económico y social de la zona. En este contexto, la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) se posiciona como líder potencial en esta iniciativa, gracias a su sólida tradición en formación técnica y su compromiso con la investigación aplicada.

El primer capítulo establece el contexto de este trabajo, subrayando la importancia de la pintura en el ámbito industrial y su relación con las normativas vigentes en esta área. Este capítulo destaca cómo los recubrimientos industriales se han convertido en un componente esencial para garantizar la durabilidad y funcionalidad de diversas estructuras y a su vez, destacando su importancia como área dentro del sector del mantenimiento.

El segundo capítulo describe la implementación de una metodología orientada a la enseñanza teórica y práctica en el taller de recubrimientos anticorrosivos. Este capítulo busca proporcionar bases técnicas que permitan a los participantes distinguir la calidad de las materias primas, herramientas e instrumentos utilizados en proyectos de recubrimientos anticorrosivos. También se evalúa de manera técnica el proyecto indicando la infraestructura, los tópicos y el equipo necesario.

El tercer capítulo se centra en la evaluación de la factibilidad económica del proyecto. Este análisis incluye la selección de los elementos necesarios para el desarrollo del taller práctico, considerando aspectos clave como los costos, la calidad, la optimización del espacio y un enfoque hacia la mejora continua.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>9</b>
<b>SIGLAS Y SIMBOLOGÍA</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
OBJETIVO GENERAL.	2
OBJETIVO ESPECÍFICO.	2
<b>CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.</b>	<b>3</b>
1.1. ANTECEDENTES.	11
1.1.1. Misión.	12
1.1.2. Visión.	12
1.1.3. Antecedentes con Sherwin-Williams.	12
1.2. ESTUDIO DE MERCADO.	14
1.2.1. Análisis del entorno.	14
1.2.2. Informe Mercado de Pinturas Chile 2025-2034	15
1.2.3. Informe regional de Grupo Mathiesen 2024	15
1.3. MARCO NORMATIVO.	16
1.4. DOCUMENTOS TECNICOS.	17
1.5. DOCUMENTOS PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO.	17
1.6. TOPICOS SEMESTRALES.	17
1.6.1. Protección de sustratos contra la corrosión.	17
1.6.2. Visita de campo previo al desarrollo del proyecto.	18
1.6.3. Planificación del proyecto.	18
1.6.4. Oferta y contratación.	18
1.6.5. Preparación superficial.	18
1.6.6. Métodos para aplicación de recubrimientos protectores.	18
1.6.7. Control de calidad en la ejecución de un proyecto.	19
1.6.8. Dossier de calidad.	19
1.6.9. Seguridad industrial.	19
1.7. IMPACTO sobre el perfil profesional.	20
1.7.1. Asignaturas de Materiales y Metalurgia.	20
1.7.1.1. Ciencia de los Materiales.	20
1.7.1.2. Metalurgia Física o Procesos Metalúrgicos de los Materiales.	20
1.7.2. Asignaturas de Mantenimiento.	20
1.7.2.1. Gestión del Mantenimiento.	20

1.7.2.2.	Mantenimiento de Equipos Industriales.	21
1.7.3.	Asignaturas de Procesos Industriales.	21
1.7.3.1.	Procesos de Fabricación	21
1.5.4.	Asignaturas de Control de Calidad.	21
1.7.4.1.	Control de Calidad	21
1.7.4.2.	Normas y Certificaciones Industriales	21
1.7.5.	Asignaturas de Sustentabilidad y Gestión Ambiental	22
1.7.5.1.	Gestión Ambiental Industrial	22
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGIA, EVALUACION TECNICA Y PROPUESTA DE ACTUALIZACION/COMPRA DE INFRAESTRUCTURA.</b>		<b>23</b>
2.	METODOLOGIAS.	25
2.1.	METODOLOGIAS.	26
2.2.	LEAN.	26
2.3.	PRINCIPIOS CLAVES.	27
2.3.1.	Definir el valor desde el punto de vista del cliente.	27
2.3.2.	Mapear el flujo de valor.	27
2.3.3.	Crear flujo continuo.	28
2.3.4.	Establecer un sistema PULL.	28
2.3.5.	Mejora continua.	29
2.4.	APLICACION DE METOLOGIA LEAN.	29
2.4.1.	LEAN.	29
2.4.2.	Mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping - VSM).	29
2.4.3.	Eliminar desperdicios (Muda).	30
2.4.4.	Implementación de un flujo continuo.	30
2.4.5.	Implementar el sistema de producción Pull.	31
2.4.6.	Mejora continua (Kaizen).	31
2.4.7.	Control visual y mantenimiento estándar.	31
2.4.8.	Tecnología y herramientas de apoyo.	31
2.4.9.	Métricas de desempeño (KPIs).	32
2.5.	area de preparacion superficial.	32
2.5.1.	Container de preparación superficial.	32
2.5.2.	Implementos para la preparación superficial.	34
2.5.2.1	Casco de granallado.	34
2.5.3	Traje protector.	35
2.5.2.4	Guantes y zapatos.	35
2.5.2.5	Escoria de cobre.	35
2.6.	AREA DE APLICACIÓN DE ANTICORROSIVO.	36
2.6.1.	Container de aplicación de anticorrosivos.	36

2.6.2.	Implementos para la aplicación de pintura.	36
2.6.1.1.	Pistola de pintura.	36
2.6.1.2.	Manguera de alimentación.	37
2.6.1.3.	Compresor.	38
2.6.1.4.	Respirador y filtros.	38
2.6.1.5.	Imprimante fosfocromatante y epoxico.	38
2.6.1.6.	Pintura epoxico.	38
2.6.1.7.	Esmalte anticorrosivo de poliuretano.	39
2.6.1.8.	Cortina PVC.	40
2.7.	COMPARACION TECNICA.	40
2.8.	PAUTA DE MANTENIMIENTO.	40
2.9.	PROGRAMACION DEL TALLER.	41
	<b>CAPÍTULO 3: EVALUACION ECONÓMICA.</b>	<b>60</b>
3.1.	RECURSOS.	62
3.2.	COSTOS DE INFRAESTRUCTURA.	62
3.3.	COSTOS DE EQUIPOS.	62
3.4.	COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS.	62
3.5.	COSTOS DE EPP.	63
3.6.	COSTOS DE DOCENTES.	63
3.7.	COSTOS OPERACIONALES.	63
3.8.	COSTOS TOTALES.	65
3.8.1.	Indicadores económicos.	65
3.8.1.1.	Valor actual neto.	65
3.8.1.2.	Tasa interna de retorno.	66
3.8.1.3.	Capital de trabajo.	66
3.8.1.4.	Valor libro.	67
3.8.1.5.	Valor desecho.	67
3.9.	COSTOS EN BASE A ESCENARIOS.	67
3.9.1.	Flujo de caja con inversión usm al 100%.	60
3.8.2.	Flujo de caja con inversión USM al 75% y donación de empresa con 25%.	60
3.8.3.	Flujo de caja con inversión USM al 40% y donación de empresa con 60%.	60
3.8.4.	Flujo de caja con inversión USM al 100% y 6 capacitaciones al año.	61
3.8.5.	Flujo de caja con inversión USM al 100% y 1 cursos al año.	61
3.8.4.	Flujo de caja con inversión USM al 40%, 60% por donación y 6 capacitaciones al año.	61
3.9.	ANALISIS.	62
3.9.1.	Primeros tres casos.	62
3.9.2.	Últimos tres casos.	62

<b>CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>64</b>
A.1. ANEXO 1: MARCO NORMATIVO.	71
A.1.1. SSPC.	71
A.1.2. SSPC-SP10.	71
A.1.3. SSPC-AB2.	72
A.1.4. SSPC-PA2.	72
A.1.5. ISO.	73
A.1.6. ISO 12944.	73
A.1.7. ISO 8503-5.	74
A.1.8. ASTM.	75
A.1.9. ASTM D4285.	75
A.1.10. ASTM D4541.	75
A.1.11. ASTM D7602.	76
A.1.12. ASTM D2240.	77
A.1.13. ASTM D3767.	78
A.1.14. ASTM D5162.	79
A.1.15. ASTM D429-B.	79
A.1.16. ASTM D3359.	80
A.1.17. DS N° 594.	80
A.2. ANEXO 2: DOCUMENTOS TECNICOS.	81
A.2.1. Plan de mantenimiento.	81
A.2.2. Manual de mantenimiento.	82
A.2.3. Memoria de cálculo.	82
A.2.4. Especificaciones técnicas.	82
A.2.5. Guías de buenas prácticas.	82
A.2.6. Informes de inspección.	83
A.3. ANEXO 3: DOCUMENTOS PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO.	84
A.3.1. Esquema de pintura.	84
A.3.1.1. Preparación de la superficie.	84
A.3.1.2. Selección de la pintura.	84
A.3.1.3. Espesor de la capa de pintura.	85
A.3.1.4. Método de aplicación.	85
A.3.1.5. Condiciones de aplicación.	85
A.3.1.6. Tiempo de secado y curado.	85
A.3.1.7. Durabilidad y protección.	86
A.3.1.8. Normativas y estándares de calidad.	86

A.3.1.9. Instrucciones de seguridad.	86
A.3.2. Plan de mantenimiento.	86
A.3.3. Informe de inspección y evaluación del estado de la pintura.	87
A.3.4. Historial de mantenimiento de pintura.	88
A.3.5. Manual de seguridad para la aplicación.	88
A.3.6. Certificados de calidad.	89
A.3.7. Fichas técnicas y de seguridad de los productos (MSDS).	90
A.3.8. Plan de control de calidad.	91
A.3.9. Procedimientos operativos estándar (SOP).	91
A.3.10. Informe de auditoría y cumplimiento.	92
A.4. ANEXO 4: FLUJOS DE CAJA.	71
A.5. ANEXO 5: COSTOS.	58
A.6. ANEXO 6: PAUTA DE MANTENIMIENTO.	59
A.7. ANEXO 7: EXPERIENCIA PROFESIONAL.	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Charla Técnica Sherwin-Williams Sede Viña del Mar.	11
Figura 1-2. Curso Sherwin-Williams Sede Viña del Mar.	13
Figura 1-2. Mercado de Pinturas.	15
Figura 2-1. Libro, LA MAQUINA CAMBIO EL MUNDO.	26
Figura 2-2. Entendiendo el, LEAN Manufacturing.	27
Figura 2-3. Que es el valor para el cliente.	28
Figura 2-4. Sistema PULL.	28
Figura 2-5. Sala de granallado modelo 1.	33
Figura 2-6. Sala de granallado modelo 2.	33
Figura 2-7. Sala de granallado, maqueta tridimensional.	33
Figura 2-8. Casco para granallado.	34
Figura 2-9. Traje para granallado.	35
Figura 2-10. Escoria de cobre.	35
Figura 2-11. Container 20 pies.	36
Figura 2-12. Pistola de pintura mediante aire comprimido.	37
Figura 2-13. Manguera.	37
Figura 2-14. Imprimante fosfocromatante.	38
Figura 2-15. Pintura epoxica.	39
Figura 2-16. Pintura epoxica.	39
Figura 2-17. Portada Pauta de Mantenimiento.	41
Figura A-1. Tabla Comparativa Grados SP para perfil de rugosidad.	72
Figura A-2. Ejemplo de Spot para Medición.	73
Figura A-3. Tabla Riesgo de Corrosión por Exposición Ambiental.	74
Figura A-4. Testex Press-O-Film Set - ISO 8503-5.	74
Figura A-5. ASTM D4541 Test Procedure.	76
Figura A-6. ASTM D2240 Durómetro Analogo.	77
Figura A-7. ASTM D3767 Digital Thickness Gauge.	79
Figura A-8. ASTM D3359 Standard Test Methods for Rating Adhesion by Tape Test.	80
Figura A-9. Informe de control de perfil de superficies y condiciones ambientales.	87
Figura A-10. Resumen de mediciones.	88
Figura A-11. Certificado de calidad.	89
Figura A-12. Ficha técnica.	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Tabla comparativa.	16
Tabla 2-1. Propuesta de calendario.	40
Tabla 2-2. Propuesta de calendario.	59
Tabla 3-1. Costos de taller 138 horas.	63
Tabla 3-2. Costos de capacitación 25 horas.	64
Tabla 3-3. Costos de diplomado 120 horas.	64
Tabla 3-4. Flujo de caja propuesta 1.	60
Tabla 3-5. Resumen flujo de caja propuesta 1.	60
Tabla 3-6. Resumen flujo de propuesta 2.	60
Tabla A-2 Flujo de caja de propuesta 1.	71
Tabla A-3. Flujo de caja de propuesta 2.	72
Tabla A-4. Flujo de caja de propuesta 3	73
Tabla A-5. Flujo de caja de propuesta 4	74
Tabla A-6. Flujo de caja de propuesta 5	75
Tabla A-7. Flujo de caja de propuesta 6	76

## SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

### **A. SIGLAS**

ISO: International Organization for Standardization

SSPC: Society for Protective Coatings.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

KPI: Key Performance Indicator

PVC: Policloruro de Vinilo

EPP: Equipo de protección personal.

HP: Caballos de fuerza.

VAC: Valor actual de costo.

SII: Servicio de puestos internos.

IVA: Impuesto al valor agregado.

### **B. SIMBOLOGÍA**

l/min: Litros en minutos

kg/cm<sup>2</sup>: Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado.

\$: Dólar

## INTRODUCCIÓN

En 2024, la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), sede Viña del Mar, identificó una oportunidad relevante para potenciar la formación profesional de sus estudiantes mediante la incorporación de la pintura industrial como parte fundamental del ámbito del mantenimiento y la protección de estructuras. La creciente importancia de los recubrimientos industriales, tanto en la industria regional como nacional, refuerza la necesidad de entregar conocimientos prácticos y actualizados a los futuros profesionales del área.

En este contexto, se plantea la propuesta de evaluar la viabilidad técnica y económica para la implementación de un taller de recubrimientos industriales en la sede Viña del Mar. Este espacio tendría como propósito principal proporcionar a los estudiantes un entorno donde puedan aplicar conocimientos teóricos a través de prácticas reales, permitiéndoles desarrollar competencias técnicas asociadas al tratamiento y protección de superficies metálicas, acorde a los estándares de la industria.

Además, el taller buscará satisfacer las demandas de formación práctica que exige el mercado laboral actual, favoreciendo la especialización, la innovación y la capacitación continua. Asimismo, permitirá fortalecer el rol del Departamento de Mecánica en la formación integral de sus estudiantes, y abrir posibilidades de colaboración con empresas y actores externos mediante programas de capacitación y desarrollo técnico.

En definitiva, esta propuesta se orienta a generar un impacto positivo tanto en la formación académica como en la proyección profesional de los estudiantes, consolidando un espacio de aprendizaje práctico que responda a las necesidades reales de la industria y al compromiso institucional con la excelencia en la enseñanza técnica.

## OBJETIVO GENERAL.

Determinar la viabilidad de instalar un taller de recubrimiento anticorrosivo industrial en el Departamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar, a través de un estudio técnico y económico que permita fundamentar su implementación como apoyo a la formación práctica de los estudiantes.

## OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Investigar antecedentes técnicos y comerciales para la identificación de oportunidades de colaboración o negocio con entidades externas a la Universidad Técnica Federico Santa María.
- Evaluar la factibilidad técnica de implementar un área de docencia en preparación superficial y aplicación de recubrimientos anticorrosivos, considerando infraestructura, insumos, alternativas técnicas y planificación académica.
- Analizar la viabilidad económica de la implementación del taller de recubrimiento anticorrosivo, detallando costos asociados y utilizando indicadores financieros para determinar la factibilidad del proyecto.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.

## 1. ANTECEDENTES GENERALES.

### 1.1. ANTECEDENTES.

Uno de los aspectos distintivos de las carreras del Departamento de Mecánica Sede Viña del Mar, es su fuerte vinculación con la industria local y regional. A través de prácticas profesionales, proyectos en colaboración con empresas y programas de pasantías, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos en entornos reales, lo que fortalece su empleabilidad al momento de egresar.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 5/07/24.

Figura 1-1. Charla Técnica Sherwin-Williams Sede Viña del Mar.

Además, la universidad promueve el conocimiento en áreas claves como la eficiencia energética, el desarrollo de materiales avanzados y la automatización industrial.

Esta línea de la docencia no solo beneficia a los estudiantes en su formación, sino que también contribuye al desarrollo tecnológico del país, alineándose con las necesidades del mercado y las tendencias globales.

Con la implementación de un taller de recubrimiento industrial, se busca complementar esta formación, ofreciendo a los estudiantes una nueva área de especialización que responda a las exigencias actuales del mercado.

### 1.1.1. Misión.

Proporcionar servicios de docencia en preparación superficial y recubrimientos industriales. El taller busca satisfacer las necesidades del sector productivo local, al mismo tiempo que promueve el aprendizaje práctico y el desarrollo profesional de los estudiantes y empresas que busquen adquirir conocimiento en el área, fortaleciendo el vínculo entre la universidad y la comunidad industrial.

### 1.1.2. Visión.

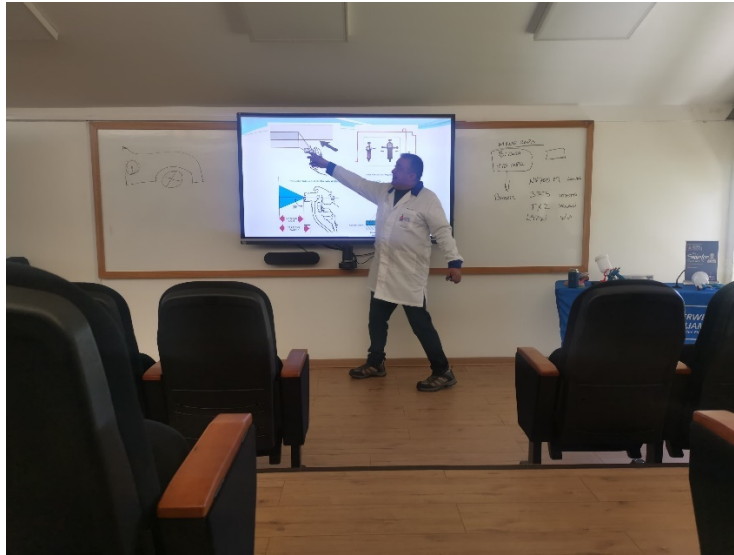
Elevar al Departamento de Mecánica Sede Viña del Mar a un referente en la formación y capacitación en recubrimientos industriales en la región, ser reconocidos por la excelencia de sus servicios y su contribución al desarrollo sostenible de la industria, con el objetivo de impulsar la innovación, fomentar la colaboración entre la academia y el sector productivo, y formar profesionales altamente capacitados que generen un impacto positivo en la comunidad y en el desarrollo económico local.

### 1.1.3. Antecedentes con Sherwin-Williams.

Sherwin-Williams llegó a Chile en 2010 tras la adquisición de la empresa chilena de pinturas "Ceresit". Desde entonces, ha ampliado su presencia en el país, ofreciendo una amplia gama de productos para diversas aplicaciones en el sector residencial, comercial e industrial. La empresa ha establecido varias tiendas y centros de distribución para garantizar el acceso a sus productos en distintas regiones.

A lo largo de su tiempo en Chile, Sherwin-Williams ha trabajado en el desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles, adaptándose a las necesidades del mercado local. También ha fomentado el entrenamiento y la capacitación de profesionales en el uso de sus productos, contribuyendo al crecimiento de la industria de pinturas y recubrimientos en el país.

La compañía se ha comprometido a promover prácticas responsables y sostenibles, alineándose con las tendencias globales y las necesidades del mercado chileno. Su enfoque en la calidad y la innovación ha consolidado su posición en el sector de pinturas en Chile.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada 26/08/24.

Figura 1-2. Curso Sherwin-Williams Sede Viña del Mar.

En el segundo semestre del año 2024, Sherwin-Williams se encuentra realizando un taller de pintura en las dependencias de la sede Viña del Mar, para el Departamento de Mecánica.

Con base en la información recopilada y la experiencia del autor de este trabajo de título, se plantea la creación de un taller permanente que pueda adaptarse a las demandas del mercado y proporcionar conocimientos básicos en una de las áreas del mantenimiento con mayor índice de desperdicio económico. Además, se propone que este taller evolucione para convertirse en una asignatura electiva dentro de las carreras del Departamento de Mecánica.

El recubrimiento anticorrosivo es esencial para proteger los materiales y estructuras contra la corrosión, actuando como una barrera física que los aísla de agentes corrosivos como agua, humedad, aire, ácidos y sales. Esta protección no solo previene el deterioro y la descomposición de los materiales, sino que también aumenta su vida útil, reduciendo la necesidad de reparaciones o reemplazos frecuentes.

Aunque la aplicación de un recubrimiento anticorrosivo implica un costo inicial, a largo plazo genera una reducción significativa en los gastos de mantenimiento, reparación y sustitución de materiales afectados por la corrosión. Además, contribuye a un mejor rendimiento y fiabilidad en entornos industriales y de construcción, donde la corrosión puede afectar el funcionamiento de equipos y estructuras, aumentando los riesgos operativos.

También cumple con las normativas de seguridad, que exigen la protección contra la corrosión en muchos sectores, especialmente en aquellos donde las estructuras están expuestas a condiciones climáticas extremas o productos químicos. Por otro lado, los recubrimientos anticorrosivos pueden mejorar la estética de las superficies, brindando un acabado duradero y visualmente atractivo.

Este tipo de recubrimiento es particularmente crucial en aplicaciones específicas, como en proyectos industriales, marinos, de infraestructura o en la automoción, donde las condiciones severas, como la exposición a la salinidad del mar o sustancias químicas agresivas, requieren soluciones eficaces para garantizar la durabilidad y seguridad de los materiales.

## 1.2. ESTUDIO DE MERCADO.

El siguiente estudio busca conocer el interés y la demanda de pintura industrial en la región de Valparaíso, enfocándose en la posibilidad de instalar un taller de aplicación de pintura industrial:

### 1.2.1. Análisis del entorno.

La región de Valparaíso concentra actividades industriales donde la pintura industrial cumple un rol clave en protección anticorrosiva y mantenimiento:

- Industria Naval y Portuaria (Valparaíso, San Antonio, ASMAR):
  - Necesitan mantenimiento de estructuras metálicas, embarcaciones y contenedores.
  - Alto consumo de recubrimientos marinos e industriales.
- Construcción y Obras Civiles:
  - Empresas constructoras requieren protección de estructuras metálicas, puentes, galpones, plantas industriales.
- Minería y Metalurgia (Cordillera, sectores interiores):
  - Equipos, maquinarias y estructuras expuestas a ambientes agresivos.
- Transporte e Infraestructura:
  - Empresas de transporte, ferroviarias, maquinaria pesada.

Existen marcas con la capacidad de ser “proveedores” de pintura como, Sherwin-Williams, Codelpa, Sipa. Considerando las normativas ambientales y estándares de calidad impuestos por el cliente.

La demanda de pintura industrial en la región de Valparaíso muestra un crecimiento sostenido, impulsado por la reactivación de sectores como la construcción, minería, industria naval y transporte.

Las empresas buscan servicios integrales de aplicación, priorizando la calidad, rapidez y certificación antes que la simple compra de pintura.

Factores como el envejecimiento de infraestructuras, las exigencias normativas y la necesidad de mantenimiento industrial favorecen este crecimiento.

Sin embargo, la competencia informal y los costos asociados a la instalación de un taller profesional son desafíos para considerar.

### 1.2.2. Informe Mercado de Pinturas Chile 2025-2034

- Valora el mercado de pinturas en \$634,5 millones en 2024.
- Proyecta un crecimiento anual compuesto (CAGR) del 5,6% hasta 2034, impulsado por la expansión de construcción, infraestructura pública y demanda industrial y automotriz.



Fuente: <https://www.grupomathiesen.com>

Figura 1-2. Mercado de Pinturas.

### 1.2.3. Informe regional de Grupo Mathiesen 2024

- Para América Latina, estima el mercado en \$8.320 millones de dólares en 2024, con alza a \$11.000 millones de dólares para 2029.
- El segmento industrial representa el 15% del total regional, en tanto que en Chile el consumo por persona está en el rango de 6–7 litros/año, alineado con la tendencia de pinturas industriales.

La siguiente tabla, resume como impacta la pintura en diversos sectores.

<b>Sector</b>	<b>Tipo de Cliente</b>	<b>Necesidad</b>
Construcción	Empresas constructoras, obras civiles	Protección de estructuras metálicas
Naval y portuario	Astilleros, talleres navales, operadores portuarios	Mantenimiento anticorrosivo
Minería y metalurgia	Empresas mineras medianas, servicios mineros	Protección de maquinaria, estructuras
Transporte e industria	Empresas de transporte, bodegas, plantas industriales	Pintura de equipos y estructuras
Municipios y gobierno	Obras públicas, infraestructura urbana	Mantenimiento y renovación urbana
PYMEs y talleres	Fabricantes de estructuras metálicas, maquinaria	Servicios tercerizados de pintura

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 1-1. Tabla comparativa.

### 1.3. MARCO NORMATIVO.

Este taller busca entregar las nociones básicas para realizar trabajos de aplicación e inspección en el área de recubrimientos industriales, normas y recomendaciones.

Entre las más destacadas se encuentran las de la ISO (Organización Internacional de Normalización), que establece requisitos para calidad y eficiencia, incluyendo la ISO 12944 para protección anticorrosiva de estructuras de acero y la ISO 8503-5 para determinar la rugosidad superficial. Las normas de la SSPC (Society for Protective Coatings) se centran en la protección de superficies y aplicación de recubrimientos, con ejemplos como la SSPC-SP10 para limpieza con chorro de abrasivo "cercano a blanco" y la SSPC-PA2 para la medición del espesor de película seca. Asimismo, las normas ASTM (American Society for Testing and Materials), ampliamente usadas en Estados Unidos, cubren desde la calidad del aire comprimido (ASTM D4285) y la adherencia de recubrimientos (ASTM D4541, ASTM D3359), hasta la dureza de materiales elastoméricos (ASTM D2240) y la detección de discontinuidades en recubrimientos (ASTM D5162). Finalmente, el Decreto Supremo N° 594 (DS N° 594) del Ministerio de Salud de Chile es fundamental, regulando las condiciones sanitarias y ambientales básicas en el trabajo, especialmente en relación con la exposición a sustancias químicas y la protección personal. Mayor detalle en los anexos.

#### 1.4. DOCUMENTOS TECNICOS.

Las normas de protección anticorrosiva mencionadas anteriormente influyen en el mantenimiento de los equipos de diversas maneras, impactando en el diseño de planes de mantenimiento, manuales de mantenimiento, memorias de cálculo y documentos técnicos. Se dará más detalle en los anexos.

Los documentos técnicos son esenciales para el mantenimiento de equipos y la gestión de la protección anticorrosiva, cumpliendo con las normas del sector. Entre los principales destacan el plan y manual de mantenimiento, la memoria de cálculo y las especificaciones técnicas, que definen procedimientos, selección de materiales y control de la corrosión.

El esquema de pintura es clave, pues detalla preparación de superficie, selección de productos, métodos de aplicación, control de espesores y condiciones de trabajo, siguiendo normas internacionales como ISO, ASTM, NACE y SSPC.

Otros documentos importantes incluyen historiales de mantenimiento, manuales de seguridad, certificados de calidad, fichas técnicas y procedimientos de control, los que en conjunto aseguran la calidad, prolongan la vida útil de los activos y optimizan la gestión operativa.

#### 1.5. DOCUMENTOS PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO.

Un documento para la gestión del mantenimiento es cualquier registro técnico o administrativo que se utiliza para planificar, controlar, ejecutar o verificar las actividades de mantenimiento en equipos, instalaciones o infraestructuras.

Su propósito es asegurar que el mantenimiento se realice de forma ordenada, segura y eficiente, siguiendo criterios técnicos, normativos y económicos. Véase en los anexos para más detalle.

#### 1.6. TOPICOS SEMESTRALES.

El taller será dividido en base al siguiente temario:

##### 1.6.1. Protección de sustratos contra la corrosión.

- Importancia de la protección contra la corrosión para prolongar la vida útil de estructuras y equipos.

Principales causas de corrosión en diferentes tipos de materiales (metales, concreto, etc.).

- Introducción a los recubrimientos anticorrosivos y su funcionamiento como barrera protectora.

#### 1.6.2. Visita de campo previo al desarrollo del proyecto.

- Identificación de las áreas afectadas por corrosión y evaluación del nivel de daño.
- Recolección de datos técnicos, ambientales y logísticos.
- Análisis de las condiciones ambientales (humedad, temperatura, exposición a químicos, etc.) que podrían influir en el proyecto.

#### 1.6.3. Planificación del proyecto.

- Selección de los materiales y recubrimientos más adecuados según las necesidades del proyecto.
- Estimación de recursos: equipos, herramientas y personal necesario.
- Desarrollo de un cronograma detallado con hitos clave y plazos de ejecución.

#### 1.6.4. Oferta y contratación.

- Preparación de términos de referencia y especificaciones técnicas.
- Evaluación de propuestas considerando costos, experiencia y capacidad técnica.
- Formalización del contrato, asegurando el cumplimiento de normativas y estándares de calidad.

#### 1.6.5. Preparación superficial.

- Métodos de preparación superficial: limpieza mecánica, chorro abrasivo (granallado), decapado químico, entre otros.
- Evaluación de la rugosidad y limpieza de la superficie según normas como ISO 8501.
- Impacto de la preparación superficial en la adhesión y durabilidad del recubrimiento.

#### 1.6.6. Métodos para aplicación de recubrimientos protectores.

- Métodos de aplicación como pintura con brocha, rodillo, pulverización y galvanizado en caliente.

- Ventajas y limitaciones de cada método según el tipo de proyecto y material.
- Parámetros críticos a controlar durante la aplicación (espesor del recubrimiento, tiempos de secado, condiciones ambientales).

#### 1.6.7. Control de calidad en la ejecución de un proyecto.

- Ensayos no destructivos (NDT) para evaluar la integridad y adherencia del recubrimiento.
- Uso de equipos como medidores de espesor, cámaras de inspección y termómetros infrarrojos.
- Registro de desviaciones y acciones correctivas durante la ejecución.

#### 1.6.8. Dossier de calidad.

- Creación de informes detallados sobre preparación, aplicación y control de calidad.
- Registro fotográfico y técnico de cada etapa del proyecto.
- Uso del dossier como respaldo para auditorías y certificaciones futuras.

#### 1.6.9. Seguridad industrial.

- Identificación de riesgos asociados a la preparación superficial y aplicación de recubrimientos (químicos, físicos y mecánicos).
- Uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP): máscaras, guantes, gafas, arneses, entre otros.
- Capacitación en procedimientos de emergencia, manejo de materiales peligrosos y primeros auxilios.

La implementación de un programa académico enfocado en recubrimientos anticorrosivos, como el descrito, tiene un gran potencial para generar ingresos en una universidad al responder a una necesidad real del mercado industrial, donde la protección contra la corrosión es crítica para reducir costos de mantenimiento y alargar la vida útil de equipos e infraestructuras. Este taller puede posicionarse como una oferta educativa diferenciada, tanto para estudiantes regulares como para profesionales en busca de especialización, atrayendo matrículas y generando convenios con empresas interesadas en capacitar a su personal. Además, el desarrollo de proyectos de investigación y consultoría en el área, en colaboración con la industria, puede ser una fuente adicional de financiamiento,

al ofrecer soluciones innovadoras y servicios especializados que fortalezcan la relación universidad-empresa.

### 1.7. IMPACTO SOBRE EL PERFIL PROFESIONAL.

El Departamento de Mecánica de la Sede Viña del Mar cuenta con seis carreras, de las cuales cinco son de grado Técnico Universitario y una es de grado Ingeniería con Licenciatura. Estas carreras comparten asignaturas transversales que establecen los pilares fundamentales para el entendimiento básico de áreas clave, como la Física (por ejemplo, “Fundamentos de la Mecánica de Fluidos y Termodinámica”), y Materiales (por ejemplo, “Tecnología de los Materiales”), entre otras.

A continuación, se detalla cómo estas asignaturas potencian la parte teórica del taller propuesto y cómo esto impacta positivamente en el perfil profesional de los estudiantes.

#### 1.7.1. Asignaturas de Materiales y Metalurgia.

Por ejemplo, “Tecnología de los Materiales”, “Introducción a la Minería y Metalurgia”.

##### 1.7.1.1. Ciencia de los Materiales.

- Complemento en el análisis del comportamiento de materiales frente a la corrosión.
- Pruebas de resistencia a agentes corrosivos en distintos tipos de recubrimientos.

##### 1.7.1.2. Metalurgia Física o Procesos Metalúrgicos de los Materiales.

- Aplicación de recubrimientos para evitar deterioro en componentes metálicos.

#### 1.7.2. Asignaturas de Mantenimiento.

Por ejemplo, “Gestión del Mantenimiento”, “Taller de Mantenimiento”.

##### 1.7.2.1. Gestión del Mantenimiento.

- Incorporación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo relacionadas con recubrimientos.
- Costos asociados al uso de recubrimientos y análisis de ciclo de vida de los equipos.

#### 1.7.2.2. Mantenimiento de Equipos Industriales.

- Práctica en procesos de reparación y protección de superficies industriales, como tuberías, válvulas y estructuras metálicas.

#### 1.7.3. Asignaturas de Procesos Industriales.

Por ejemplo, “Procesos Industriales”, “Taller de Mantenimiento”

##### 1.7.3.1. Procesos de Fabricación

- Técnicas de aplicación de recubrimientos en procesos de manufactura.
- Optimización de procesos para lograr acabados industriales de alta calidad.

#### 1.5.4. Asignaturas de Control de Calidad.

Por ejemplo, “Gestión de Activos”, “Ingeniería de Mantenimiento”.

##### 1.7.4.1. Control de Calidad

- Inspección y pruebas de recubrimientos aplicados, como medición de espesor, adherencia y resistencia a impactos.
- Uso de normas internacionales (NACE, SSPC) para validar procesos de recubrimiento.

##### 1.7.4.2. Normas y Certificaciones Industriales

- Estudio de regulaciones y estándares sobre recubrimientos anticorrosivos en diversas industrias.

### 1.7.5. Asignaturas de Sustentabilidad y Gestión Ambiental

Por ejemplo, “Mantenimiento de Equipos y Sistemas de Energía Renovables”, “Responsabilidad Social Empresarial Ética y Laboral”.

#### 1.7.5.1. Gestión Ambiental Industrial

- Impacto ambiental de los procesos de aplicación de recubrimientos.
- Uso de recubrimientos ecológicos y estrategias para reducir residuos peligrosos.

En conclusión, la implementación de un taller de recubrimientos anticorrosivos industriales tendrá un impacto directo en la calidad de la docencia dentro del Departamento de Mecánica. Este espacio permitirá enriquecer el contenido práctico de asignaturas clave, fortaleciendo el aprendizaje mediante experiencias reales en la aplicación y control de recubrimientos industriales. Los estudiantes podrán integrar conocimientos teóricos con habilidades prácticas, mejorando su comprensión de procesos críticos como la protección de materiales y el mantenimiento industrial. Así, el taller contribuirá a una formación más integral y especializada, alineada con las necesidades actuales del mercado, consolidando el perfil de egreso de los futuros profesionales.

CAPÍTULO 2: METODOLOGIA, EVALUACION TECNICA Y PROPUESTA  
DE ACTUALIZACION/COMPRA DE INFRAESTRUCTURA.



## 2. METODOLOGIAS.

Una de las metodologías más atractivas al momento de la formación profesional, es la metodología “LEAN”, al enfocarse en la optimización de procesos, la eliminación de desperdicios y la mejora continua, principios aplicables tanto en el ámbito empresarial como en el educativo. Al integrar esta metodología en la educación, se pueden identificar actividades que no aportan valor al aprendizaje y centrarse en lo esencial, diseñando programas formativos alineados con las necesidades del mercado laboral y los objetivos del estudiante. Esto permite estructurar el aprendizaje de manera progresiva, asegurando una conexión lógica entre teoría y práctica, mientras se fomenta en los estudiantes la capacidad de reflexionar sobre su desempeño y aplicar nuevas estrategias de mejora.

La aplicación de LEAN en la formación profesional aporta múltiples beneficios. Por un lado, mejora la eficiencia de los programas educativos, evitando el desperdicio de tiempo y recursos en áreas menos relevantes. Además, asegura que los estudiantes adquieran habilidades prácticas directamente aplicables al entorno laboral, lo que incrementa su empleabilidad. También promueve la adaptabilidad al cambio, característica esencial en el contexto actual, y potencia competencias transversales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la colaboración y la gestión del tiempo.

Para implementar esta metodología, se pueden emplear herramientas visuales como tableros Kanban para gestionar proyectos y fomentar el trabajo colaborativo, así como desarrollar actividades basadas en problemas reales del sector que sigan un enfoque de mejora continua. Es esencial realizar evaluaciones frecuentes y dinámicas de retroalimentación para ajustar el proceso de enseñanza en tiempo real, además de optimizar los recursos mediante el uso de tecnologías y metodologías activas que maximicen el impacto educativo.

No obstante, adoptar LEAN en la formación profesional requiere un cambio de mentalidad tanto en profesores como en estudiantes, quienes deben comprender y aplicar sus principios de manera efectiva. Esto puede implicar una capacitación inicial y un enfoque personalizado según las características del campo profesional. Asimismo, es fundamental establecer indicadores de desempeño claros y realizar un seguimiento constante para evaluar el impacto de esta metodología en el aprendizaje. En definitiva, LEAN no solo optimiza procesos, sino que también impulsa las habilidades y actitudes necesarias para que los profesionales sean competitivos en un mercado dinámico.

## 2.1. METODOLOGIAS.

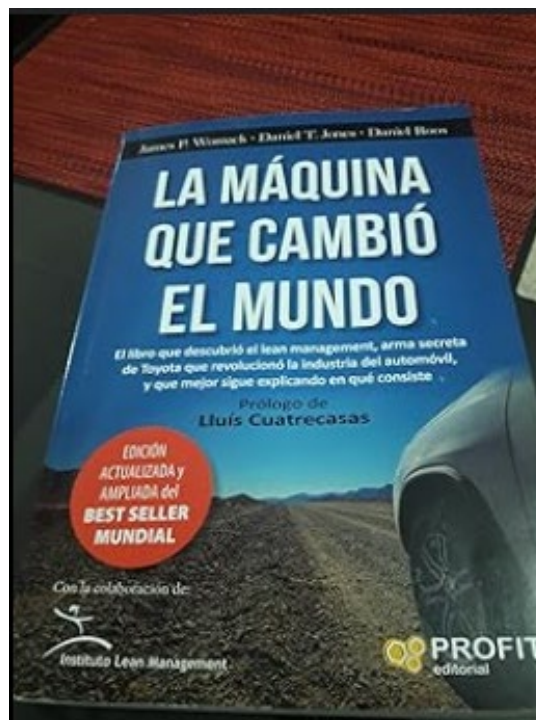
La metodología según su definición “serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación, para alcanzar un resultado teóricamente válido”

Dentro de este capítulo se verán diferentes tipos de metodologías como:

## 2.2. LEAN.

La metodología LEAN es un enfoque de gestión diseñado para maximizar el valor entregado a los clientes al mismo tiempo que se minimizan los desperdicios. Se originó en el Sistema de Producción de Toyota y ha sido adoptado en diferentes industrias por su eficacia en mejorar procesos, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente.

Acuñado como “LEAN” por James “P. Womack, Daniel T. Jones” y “Daniel Roos” del “Instituto de Tecnología de Massachusetts” (MIT), en 1990 se postula el libro “LA MAQUINA QUE CAMBIO EL MUNDO” que, se considera una obra fundamental en la comprensión del sistema de producción “LEAN MANUFACTURING” y el impacto que este tuvo en la industria automotriz y más allá.



Fuente: <http://surl.li/clwtkz>

Figura 2-1. Libro, LA MAQUINA CAMBIO EL MUNDO.

El texto mostrado en la figura 2-1 es una guía práctica para entender cómo la metodología LEAN se puede implementar en diferentes industrias. También sirvió para popularizar conceptos como Kaizen, Just-in-Time y Kanban fuera de Japón, ayudando a empresas de todo el mundo a mejorar su competitividad.

LEAN busca optimizar procesos enfocándose en lo que aporta valor para el cliente y eliminando todo aquello que no lo hace (desperdicio). Esto implica un enfoque sistemático y continuo para lograr eficiencia y calidad en los productos o servicios, como queda evidenciado en la figura 2-2, LEAN establece de manera directa cuales son sus principios claves y como estos tienen como figura central, la mejora continua.



Fuente: <http://surl.li/ltvrng>

Figura 2-2. Entendiendo el, LEAN Manufacturing.

### 2.3. PRINCIPIOS CLAVES.

#### 2.3.1. Definir el valor desde el punto de vista del cliente.

- Identificar lo que el cliente considera valioso y enfocar los esfuerzos en entregar eso.

#### 2.3.2. Mapear el flujo de valor.

- Analizar todas las actividades involucradas en la entrega de un producto o servicio, desde el inicio hasta el cliente final. LEAN al ser fundada en Japón y debido a su cultura, los símbolos son esenciales para entregar ideas de manera simple, como se evidencia en la figura 2-3 donde se ejemplifica el concepto de “inicio a fin” y como este debe funcionar de manera balanceada para que exista sinergia.



Fuente: <https://www.zendesk.com.mx/blog/valor-del-cliente/>

Figura 2-3. Que es el valor para el cliente.

- Identificar las etapas que generan valor y eliminar las que no lo hacen.

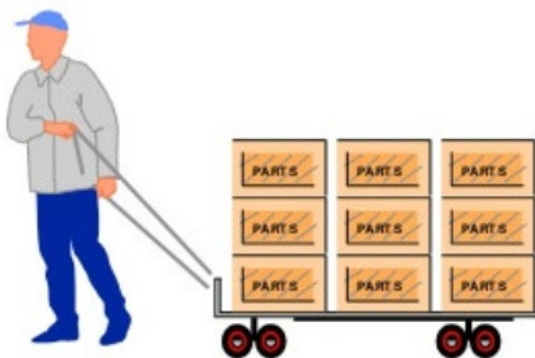
### 2.3.3. Crear flujo continuo.

- Diseñar procesos que fluyan de manera uniforme, evitando interrupciones, cuellos de botella o retrasos.

### 2.3.4. Establecer un sistema PULL.

- Producir solo lo que el cliente necesita, cuando lo necesita, evitando la sobreproducción, como se muestra en la figura 2-4 un ejemplo básico de como el área de fabricación solo se enfoca en satisfacer la demanda del cliente y no genera inventario.

**FABRICA ÚNICAMENTE  
LO QUE TE PIDAN**



Fuente: <http://surl.li/mbgrnr>

Figura 2-4. Sistema PULL.

### 2.3.5. Mejora continua.

- Promover una cultura de mejora constante, donde se evalúen regularmente los procesos para detectar oportunidades de optimización.

## 2.4. APLICACION DE METOLOGIA LEAN.

### 2.4.1. LEAN.

LEAN se basa en la eliminación de desperdicios (muda o grasas) y la mejora continua, los principios fundamentales de LEAN incluyen (de manera resumida):

- Valor: Identificar lo que agrega valor desde la perspectiva del cliente.
- Flujo de valor: Analizar el flujo de materiales y procesos para identificar y eliminar desperdicios.
- Flujo continuo: Asegurar que los materiales y procesos fluyan sin interrupciones.
- Producción Pull: Producir solo lo que es necesario, en el momento adecuado.
- Perfección: Buscar la mejora continua en todos los aspectos del proceso.

### 2.4.2. Mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping - VSM).

Realizar un mapeo del flujo de valor para entender cómo se mueve el material a través de cada etapa del proceso de recubrimiento anticorrosivo. Esto permitirá identificar los cuellos de botella y los puntos donde se generan desperdicios, como tiempos de espera, exceso de inventario, o ineficiencias en la preparación o aplicación del recubrimiento.

- Paso 1: Identificar cada una de las etapas del proceso (preparación de superficies, aplicación del recubrimiento, secado, inspección de calidad, etc.).
- Paso 2: Mide el tiempo y los recursos utilizados en cada etapa.
- Paso 3: Identifica los desperdicios (como tiempos de espera, exceso de inventario, retrabajos, etc.).
- Paso 4: Busca áreas para mejorar y eliminar desperdicios.

### 2.4.3. Eliminar desperdicios (Muda).

La metodología LEAN clasifica los desperdicios en 7 tipos: Sobreproducción, espera, transporte, exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos y sobre procesamiento. En el taller de recubrimiento anticorrosivo, algunos ejemplos de desperdicio incluyen:

- Sobreproducción: Recubrimiento excesivo que no es necesario para la protección.
- Esperas: Tiempos muertos entre las diferentes fases (ej. secado).
- Transporte innecesario: Desplazamientos innecesarios de las piezas.
- Defectos: Imperfecciones en el recubrimiento que obligan a hacer retoques o retrabajo.

Para abordar estos desperdicios, se pueden implementar estrategias como:

- Mejorar la planificación y programación de las actividades para evitar la sobreproducción.
- Establecer tiempos de secado más eficientes o utilizar métodos de secado más rápidos.
- Reducir los movimientos innecesarios de las piezas mediante una disposición eficiente del taller.
- Establecer un control de calidad riguroso para evitar defectos en el recubrimiento y el retrabajo.

### 2.4.4. Implementación de un flujo continuo.

Establece un flujo de trabajo continuo para que las piezas pasen por las diferentes etapas del proceso de manera eficiente. Algunas sugerencias para optimizar el flujo incluyen:

- Disposición adecuada de las estaciones de trabajo: Ubicar las estaciones de trabajo de manera que las piezas se desplacen de forma lógica de una etapa a otra sin interrupciones innecesarias.
- Reducción de tiempos de cambio: Si usas diferentes tipos de recubrimientos o colores, minimiza el tiempo de cambio entre los trabajos.
- Uso de tecnologías de automatización: Implementar equipos que optimicen el tiempo de aplicación de recubrimientos o que aceleren el proceso de secado sin comprometer la calidad.

#### 2.4.5. Implementar el sistema de producción Pull.

Un sistema Pull se basa en producir solo lo que se necesita, cuando se necesita. En el taller de recubrimiento anticorrosivo, esto se puede aplicar controlando la cantidad de piezas que entran en cada etapa del proceso según la demanda real. Esto puede implicar:

- Trabajar bajo demanda en lugar de producir en exceso.
- Implementar Kanban (tarjetas visuales) para gestionar el flujo de trabajo, asegurando que solo se inicie un nuevo proceso de recubrimiento cuando el siguiente paso en la cadena esté listo para recibir el material.

#### 2.4.6. Mejora continua (Kaizen).

Una vez que implementes los cambios iniciales, es crucial mantener un ciclo de mejora continua. Esto se puede hacer mediante:

- Reuniones regulares de equipo para revisar los procesos y proponer mejoras.
- Análisis de causas raíz para resolver problemas recurrentes de calidad o eficiencia.
- Capacitación constante del personal en técnicas de LEAN y en la importancia de su papel en el proceso.

#### 2.4.7. Control visual y mantenimiento estándar.

Para asegurar que los procesos se mantengan dentro de los estándares LEAN, se puede usar:

- Tableros visuales para monitorear el progreso y desempeño de cada etapa.
- Establecer estándares operativos claros para cada paso, de manera que todos los empleados trabajen de manera uniforme y eficiente.

#### 2.4.8. Tecnología y herramientas de apoyo.

Considera el uso de herramientas tecnológicas como software de gestión de producción para programar las actividades, llevar el control de inventarios y gestionar el flujo de trabajo. Además, la implementación de sensores para medir la calidad del recubrimiento y la automatización de ciertas etapas (como la aplicación o el secado) puede optimizar aún más el proceso.

#### 2.4.9. Métricas de desempeño (KPIs).

Define métricas clave para evaluar el éxito de la implementación de LEAN en tu taller, tales como:

- Tiempo de ciclo: El tiempo total que tarda una pieza en pasar por todo el proceso de recubrimiento.
- Tasa de defectos: La cantidad de piezas que no cumplen con los estándares de calidad y requieren retrabajo.
- Utilización de recursos: La eficiencia en el uso de materiales y equipos

En resumen, implementar LEAN en un taller de recubrimiento anticorrosivo puede resultar en una producción más eficiente, reducción de costos, mejor calidad y tiempos de entrega más cortos.

#### 2.5. AREA DE PREPARACION SUPERFICIAL.

La infraestructura para preparación superficial se refiere al conjunto de instalaciones, equipos y recursos diseñados específicamente para acondicionar superficies antes de la aplicación de recubrimientos protectores. Este proceso es crucial para garantizar la correcta adhesión y desempeño de los recubrimientos, ya que una superficie mal preparada puede comprometer la durabilidad y eficacia del tratamiento anticorrosivo.

##### 2.5.1. Container de preparación superficial.

Un área de granallado en pintura industrial es un espacio específicamente diseñado para realizar el proceso de preparación de superficies mediante el impacto controlado de partículas abrasivas (granalla o abrasivos similares). Este proceso es esencial en la industria de pintura y recubrimientos para garantizar una adecuada adherencia del revestimiento a la superficie y mejorar la calidad del acabado.

Como muestran en las figuras 2-5, 2-6, 2-7 se muestran módulos para realizar labores de preparación superficial, estos módulos vienen con todo el equipo necesario (sistema de extracción y compresor).



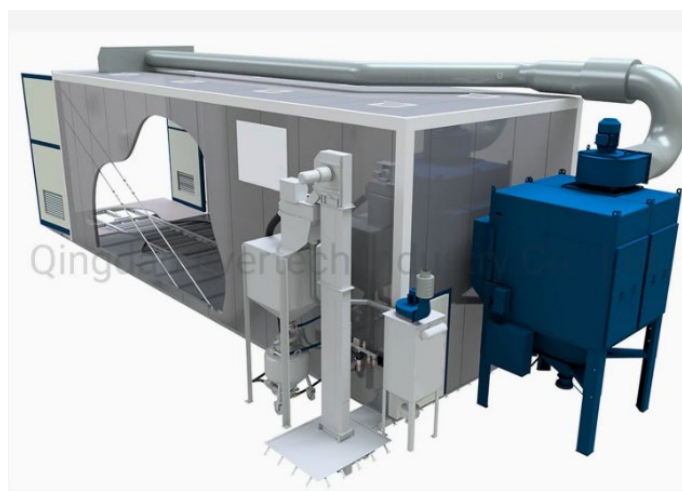
Fuente: <http://surl.li/yimepf>

Figura 2-5. Sala de granallado modelo 1.



Fuente: <http://surl.li/qhqzpz>

Figura 2-6. Sala de granallado modelo 2.



Fuente: <http://surl.li/olgtidi>

Figura 2-7. Sala de granallado, maqueta tridimensional.

En esta sala, también se puede realizar el ensayo ASTM D4285 para verificar la calidad del aire comprimido al momento de generar el granallado. Considerando que es con fines educativos, las dimensiones de las salas mostradas en las figuras 2-5, 2-6 y 2-7 son más que optimas, permitiendo el desplazamiento libre del aplicador. También nos permite su fácil instalación dentro de las dependencias de la universidad.

En este caso el acero de carácter estructural es ideal para la aplicación de esta parte práctica, considerando que, una vez pintado puede volver a granallarse para ahorrar costos.

### 2.5.2. Implementos para la preparación superficial.

Para la correcta preparación superficial, es necesario disponer de los implementos básicos para realizar esta tarea.

#### 2.5.2.1 Casco de granallado.

Casco específico que tiene como único fin proteger al aplicador durante su trabajo, también posee una línea de aire por donde el aplicador puede recibir aire sin volúmenes de polución, también poseen un visor el cual debe ser cambiado cada vez que el aplicador ya no puede ver (debido al impacto de la escoria de cobre sobre el visor), ver figura 2-8.



Fuente: <https://www.inl.cl/producto/casco-granallado-o-arenado/>

Figura 2-8. Casco para granallado.

### 2.5.3 Traje protector.

Como muestra la figura 2-9, consta de un traje que cubre todo su cuerpo (sin contar la cabeza, manos y pies) y tiene como única función amortiguar el impacto de la escoria de cobre sobre el cuerpo.



Fuente: <https://grupoequipa.com/producto/187/trajes-de-granallado>

Figura 2-9. Traje para granallado.

### 2.5.2.4 Guantes y zapatos.

Como muestra la figura 2-10, los guantes son de goma con el fin de absorber el impacto de la escoria de cobre, los zapatos de seguridad son equipo básico.

### 2.5.2.5 Escoria de cobre.

La escoria de cobre es de los elementos mas utilizados en el país debido a su valor accesible y que permite llegar a niveles muy cercanos al “SP1”, ver figura 2-10.



Fuente: <https://www.lacasadelandamiero.com/>

Figura 2-10. Escoria de cobre.

## 2.6. AREA DE APLICACIÓN DE ANTICORROSIVO.

La infraestructura para aplicación de anticorrosivos es un área destinada exclusivamente a la aplicación de recubrimientos protectores sobre superficies que requieren protección contra la corrosión. Esta área debe contar con condiciones controladas que permitan una correcta y eficiente aplicación de los productos anticorrosivos, garantizando su adherencia, durabilidad y desempeño en las condiciones de exposición previstas.

### 2.6.1. Container de aplicación de anticorrosivos.

Como muestra la figura 2-11, el container de 20 pies de largo es más que suficiente para realizar labores de aplicación, considerar que el container tendrá su sistema de extracción.



Fuente: <https://containerspatagonia.cl>

Figura 2-11. Container 20 pies.

### 2.6.2. Implementos para la aplicación de pintura.

Para la correcta preparación superficial, es necesario disponer de los implementos básicos para realizar esta tarea.

#### 2.6.1.1. Pistola de pintura.

Una pistola de pintura es una herramienta utilizada para aplicar pintura u otros recubrimientos en superficies de manera uniforme y eficiente. Funciona mediante un sistema de presión que atomiza la pintura, convirtiéndola en pequeñas gotas que se dispersan en forma de niebla sobre la superficie a tratar, ver imagen 2-12.



Fuente: <https://www.codinter.com/es/pistolas-para-pintar-guia-uso-partes-tipos/>

Figura 2-12. Pistola de pintura mediante aire comprimido.

#### 2.6.1.2. Manguera de alimentación.

La manguera de alimentación de aire de una pistola de pintura es el tubo que conecta el compresor de aire con la pistola. Su función principal es transportar el aire comprimido que se necesita para pulverizar la pintura. Este aire permite que la pintura se convierta en pequeñas gotas, facilitando su aplicación uniforme sobre la superficie.

Como muestra la imagen 2-13, fue diseñada para soportar la presión del aire y es flexible, lo que permite que el usuario se mueva con facilidad mientras trabaja. Además, es resistente para soportar el uso constante sin dañarse.



Fuente: <https://maquinasrossi.cl/product/manguera-airless-1-4-x-10-mts-pintura-alta-presion/>

Figura 2-13. Manguera.

### 2.6.1.3. Compresor.

Un compresor es un equipo que aumenta la presión del aire al reducir su volumen, y se utiliza comúnmente en herramientas como las pistolas de pintura. Existen diferentes tipos de compresores, como los de pistón, tornillo y rotativos, cada uno con un funcionamiento específico.

### 2.6.1.4. Respirador y filtros.

Tal como muestra la figura 2-14, este elemento básico para un aplicador le permite respirar sin sufrir en ingreso de partículas dañinas para el cuerpo, en especial el sistema respiratorio.

### 2.6.1.5. Imprimante fosfocromatante y epoxico.



Fuente: <https://col.sika.com/es/construccion/recubrimientos-industriales>

Figura 2-14. Imprimante fosfocromatante.

### 2.6.1.6. Pintura epoxico.

La pintura epóxica industrial es un tipo de recubrimiento altamente duradero y resistente, compuesto por resinas epóxicas que se utilizan principalmente en aplicaciones industriales. Estas pinturas se caracterizan por su excelente adherencia a una variedad de superficies, como metal, concreto, madera y plástico, lo que las convierte en una opción popular para proteger estructuras y equipos que están expuestos a condiciones extremas, como la humedad, productos químicos, abrasión y temperaturas elevadas. En la figura 2-15 se muestra una pintura epoxica.



Fuente: [lormix.cl/product/epoxico](http://lormix.cl/product/epoxico)

Figura 2-15. Pintura epoxica.

#### 2.6.1.7. Esmalte anticorrosivo de poliuretano.

El esmalte anticorrosivo de poliuretano para acero es un recubrimiento diseñado para proteger las superficies de acero contra la corrosión y otros factores ambientales. Este tipo de esmalte se utiliza comúnmente en aplicaciones industriales donde el acero está expuesto a condiciones agresivas, como humedad, agua, productos químicos, y factores de desgaste. El poliuretano es una resina sintética conocida por sus excelentes propiedades mecánicas, de adherencia y resistencia química, lo que lo convierte en un material ideal para recubrimientos protectores de alta durabilidad, en la figura 2-16 se percibe una marca conocida, la cual se dedica a fabricar este tipo de anticorrosivo.



Fuente: [lormix.cl/product/epoxico](http://lormix.cl/product/epoxico)

Figura 2-16. Pintura epoxica.

### 2.6.1.8. Cortina PVC.

Permiten un control más estricto del espacio, aislando al aplicador del resto de alumnos mientras se realizan tareas de aplicación.

## 2.7. COMPARACION TECNICA.

Marca	Línea Industrial Destacada	Tipos de Recubrimientos	Ventajas Técnicas	Limitaciones
<b>Sherwin-Williams</b>	Protective & Marine Coatings	Epóxicos, Poliuretanos, Zinc-rich, Intumescentes	Alta resistencia química y anticorrosiva, sistemas certificados NACE y SSPC, amplio soporte técnico	Costo elevado en algunas líneas
<b>Sipa</b>	Sipa Industrial	Epóxicos, Poliuretanos, Anticorrosivos generales	Buen balance precio-calidad, buena adherencia, disponible a nivel local	Menor variedad de sistemas avanzados
<b>Codelpa (Kolor)</b>	Kolor Industrial	Esmaltes sintéticos, Epóxicos, Primarios Anticorrosivos	Precios competitivos, rápida disponibilidad en ferreterías	Menor resistencia en aplicaciones exigentes, poco respaldo técnico
<b>International Paint (AkzoNobel)</b>	Intergard, Interthane, Intershield	Epóxicos marinos, Poliuretanos, Protección pesada	Muy alta performance, productos para ambientes marinos y alta corrosión, respaldo técnico mundial	Alto costo, distribución más enfocada en proyectos grandes
<b>Jotun Paints</b>	Jotun Protective Coatings	Epóxicos, Poliuretanos, Sistemas marinos y offshore	Excelente resistencia en ambientes marinos, cumple normas internacionales, alta durabilidad	Precio premium, menor disponibilidad directa




Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 2-1. Propuesta de calendario.

Como se indica en la tabla 2-1, mientras Sherwin-Williams, Jotun e International Paint ofrecen soluciones de alto desempeño para proyectos de gran envergadura o sectores que requieren certificación y durabilidad comprobada, marcas como Sipa y Codelpa se presentan como alternativas viables para proyectos estándar o de mantenimiento general, donde el costo y la disponibilidad son factores determinantes. La elección adecuada de la marca y del tipo de recubrimiento dependerá del tipo de cliente, la criticidad del proyecto y las condiciones ambientales a las que estará expuesta la superficie a proteger. Para una comparativa más detallada, es necesario revisar las fichas técnicas de los diversos productos y clasificarlos bajo un mismo contexto.

## 2.8. PAUTA DE MANTENIMIENTO.

Para el correcto uso de los equipos dentro del taller, se postula una pauta de mantenimiento, para más detalle ver anexos.

					
<p><b>PAUTA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE PREPARACION SUPERFICIAL Y PROTECCION ANTICORROSIVA</b></p>					
0		Uso	M. Rivera		
A	03-01-2025	Revisión interna	M. Rivera		
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Emitido para</i>	<i>Preparó</i>	<i>Revisó</i>	<i>Aprobó</i>
<b>P001</b>				N° P001-UTFSM-TT-000-IMI	

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-17. Portada Pauta de Mantenimiento.

El presente documento establece una breve guía sobre el mantenimiento de los equipos utilizados para el taller de Recubrimiento Anticorrosivo, en sus dos áreas (preparación superficial y aplicación de anticorrosivo). El fin de este documento es entregar una referencia práctica para establecer las bases del mantenimiento a los futuros encargados entregando una vida útil extensa de los activos mencionados. Cabe destacar que este documento no presenta una pauta detallada, sino que una guía básica que define puntos claves para considerar al momento de efectuar tareas de mantenimiento.

## 2.9. PROGRAMACION DEL TALLER.

El taller consta de 16 clases, de las cuales los últimos 3 días están dedicados exclusivamente a fortalecer la aplicación práctica, en preparación para la entrega del trabajo final.

Es importante destacar que el taller ha sido organizado de manera que la seguridad se evalúe tanto en la parte teórica como en la parte técnica, garantizando un enfoque integral en la formación de los participantes.

En la tabla se 2-2 se muestra fecha a fecha la unidad a ver y una breve descripción de lo que se pretende enseñar.

Días	Tipo	Actividad o unidad temática	Descripción
1	Teórica	Seguridad industrial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de riesgos asociados a la preparación superficial y aplicación de recubrimientos (químicos, físicos y mecánicos).</li> <li>• Uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP): máscaras, guantes, gafas, arneses, entre otros.</li> <li>• Capacitación en procedimientos de emergencia, manejo de materiales peligrosos y primeros auxilios.</li> </ul>
2	Teórica	Protección de sustratos contra la corrosión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importancia de la protección contra la corrosión para prolongar la vida útil de estructuras y equipos. Principales causas de corrosión en diferentes tipos de materiales (metales, concreto, etc.).</li> <li>• Introducción a los recubrimientos anticorrosivos y su funcionamiento como barrera protectora.</li> </ul>
3	Teórica	Visita de campo previo al desarrollo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las áreas afectadas por corrosión y evaluación del nivel de daño.</li> <li>• Recolección de datos técnicos, ambientales y logísticos.</li> <li>• Análisis de las condiciones ambientales (humedad, temperatura, exposición a químicos, etc.) que podrían influir en el proyecto.</li> </ul>
4	Teórica	Planificación del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de los materiales y recubrimientos más adecuados según las necesidades del proyecto.</li> <li>• Estimación de recursos: equipos, herramientas y personal necesario.</li> <li>• Desarrollo de un cronograma detallado con hitos clave y plazos de ejecución.</li> </ul>

5	Teórica	Oferta y contratación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de términos de referencia y especificaciones técnicas.</li> <li>• Evaluación de propuestas considerando costos, experiencia y capacidad técnica.</li> <li>• Formalización del contrato, asegurando el cumplimiento de normativas y estándares de calidad.</li> </ul>
6	Evaluación	Certamen I	Evaluación Teórica
7	Teórica	Control de calidad en la ejecución de un proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos no destructivos (NDT) para evaluar la integridad y adherencia del recubrimiento.</li> <li>• Uso de equipos como medidores de espesor, cámaras de inspección y termómetros infrarrojos.</li> <li>• Registro de desviaciones y acciones correctivas durante la ejecución.</li> </ul>
8	Teórica	Dossier de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de informes detallados sobre preparación, aplicación y control de calidad.</li> <li>• Registro fotográfico y técnico de cada etapa del proyecto.</li> <li>• Uso del dossier como respaldo para auditorías y certificaciones futuras.</li> </ul>
9	Evaluación	Certamen II	Evaluación Teórica
10	Práctica	Seguridad industrial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de riesgos asociados a la preparación superficial y aplicación de recubrimientos (químicos, físicos y mecánicos).</li> <li>• Uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP): máscaras, guantes, gafas, arneses, entre otros.</li> <li>• Capacitación en procedimientos de emergencia, manejo de materiales peligrosos y primeros auxilios.</li> </ul>

11	Práctica	Preparación superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de preparación superficial: limpieza mecánica, chorro abrasivo (granallado), decapado químico, entre otros.</li> <li>• Evaluación de la rugosidad y limpieza de la superficie según normas como ISO 8501.</li> <li>• Impacto de la preparación superficial en la adhesión y durabilidad del recubrimiento.</li> </ul>
12	Práctica	Métodos para aplicación de recubrimientos protectores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de aplicación como pintura con brocha, rodillo, pulverización y galvanizado en caliente.</li> <li>• Ventajas y limitaciones de cada método según el tipo de proyecto y material.</li> <li>• Parámetros críticos a controlar durante la aplicación (espesor del recubrimiento, tiempos de secado, condiciones ambientales).</li> </ul>
13	Práctica	Ensayo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de perfil de rugosidad e inspección visual.</li> </ul>
14	Práctica	Ensayo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de espesor en película seca e inspección visual.</li> </ul>
15	Evaluación	Proyecto Práctico Final	Evaluación de proyecto

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 2-2. Propuesta de calendario.

CAPÍTULO 3: EVALUACION ECONOMICA.



### 3. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

#### 3.1. RECURSOS.

Para una correcta evaluación económica, es importante desglosar cada recurso dependiendo su clasificación y transparentar los montos. Los valores entregados a continuación, serán expresados en dólares.

#### 3.2. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA.

Los costos de infraestructura están asociados a los contenedores con sus complementos para realizar las tareas asignadas, sumado los costos de transporte, montaje e instalación (considerando un radier y los materiales para ello).

- Área de preparación superficial con un costo de \$24616 (ver figura 3-1).
- Área de aplicación de anticorrosivos con un costo de \$6726.

Generando un total de \$31342, a esto se le debe sumar el costo de EPP, docentes y operacionales.

#### 3.3. COSTOS DE EQUIPOS.

Los costos de equipo hacen referencia los equipos necesarios para hacer funcionar las áreas del taller de pintura industrial.

- Compresor para contenedor de aplicación de pintura industrial es de \$600 dólares.
- Sistema de extracción para contenedor de aplicación de pintura industrial es de \$3000 dólares.
- Pistolas de pintura es de \$450 dólares.

Generando un total de \$4050 dólares

#### 3.4. COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS.

Los costos de materiales e insumos son básicamente la materia prima para poder trabajar (como ejemplo la pintura o escoria de cobre), los insumos hacen referencia a los implementos consumibles que me permiten trabajar sin inconvenientes algunos.

- Área de preparación superficial con un costo de \$417.
- Área de aplicación de anticorrosivos con un costo de \$885.

Generando un total de \$1302.

### 3.5. COSTOS DE EPP.

El equipo de protección personal (EPP) es fundamental y considerado un recurso crítico al momento de realizar el taller de pintura industrial.

- Área de preparación superficial con un costo de \$370.
  - Área de aplicación de anticorrosivos con un costo de \$652.
- Generando un total de \$1022.

### 3.6. COSTOS DE DOCENTES.

Los costos de docentes son en base a la cantidad de estudiantes inscrito en el taller, un numero ideal sería 15 alumnos, y los docentes serian dos (profesor y ayudante experimentado).

- Áreas en conjunto tienen un costo de \$1634.

### 3.7. COSTOS OPERACIONALES.

Los costos operacionales son en base a las actividades relacionadas, se diferencian en la cantidad de horas y alumnos asignados. Partiendo por el taller para el alumnado del Departamento de Mecánica Sede Viña del Mar, las capacitaciones de 25 horas y el diplomado de 120 horas, siendo estas últimas dos para externos UTFSM.

El taller para el alumnado tiene una duración semestral (15 semanas), donde se consideran dos grupos de 15 alumnos, duración de clases de 2,3 horas y un total de 69 horas por curso, considerando dos paralelos, se obtiene un total de 138 horas.

Con la información base, se evalúan costos en la tabla 3-1 considerando el gasto semestral (anual) para realizar el Taller de Anticorrosivos con una duración de 138 horas.

Materiales (insumos, EPP)	\$	4.711
Herramientas y equipos	\$	320
Honorarios de Profesores	\$	1.284
Energía y servicios	\$	870
Gastos administrativos	\$	315
<b>Costo anual de asignatura</b>	<b>\$</b>	<b>7.500</b>

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-1. Costos de taller 138 horas.

La capacitación de 25 horas para 8 alumnos tiene el siguiente costo, ver tabla 3-2.

Materiales (insumos, EPP)	\$ 3.122
Herramientas y equipos	\$ 320
Honorarios de Profesores	\$ 190
Energía y servicios	\$ 870
Gastos administrativos	\$ 315
<b>Costo anual de asignatura</b>	<b>\$ 4.817</b>

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-2. Costos de capacitación 25 horas.

Con este costo anual podemos determinar el costo por cada alumno (\$602,125) y a su vez cuanto podrá cobrar la universidad por la capacitación, teniendo en cuenta que en el mercado el promedio del costo de una capacitación es de \$ 750 y que, si se considera una rentabilidad del 50% sobre el costo por alumno, se debe cobrar \$903 a cada postulante.

El diplomado de 120 horas para 8 alumnos tiene el siguiente costo, ver tabla 3-3.

Materiales (insumos, EPP)	\$ 3.122
Herramientas y equipos	\$ 320
Honorarios de Profesores	\$ 912
Energía y servicios	\$ 870
Gastos administrativos	\$ 315
<b>Costo anual de asignatura</b>	<b>\$ 5.539</b>

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-3. Costos de diplomado 120 horas.

Con este costo anual podemos determinar el costo por cada alumno (\$692,37) y a su vez cuanto podrá cobrar la universidad por el curso, teniendo en cuenta que en el mercado el promedio del costo de un curso de estas características es de \$1.650 y que, si se considera una rentabilidad del 50% sobre el costo por alumno, se debe cobrar \$1039 a cada postulante.

En resumen, el taller tendrá un costo de \$39350 dólares.

### 3.8. COSTOS TOTALES.

Para respaldar los cálculos de los costos totales, es fundamental establecer los métodos utilizados para calcular los indicadores económicos. Esto garantizará que los análisis financieros posteriores se realicen con base en criterios bien definidos, permitiendo una evaluación precisa y coherente de los diferentes escenarios del proyecto.

#### 3.8.1. Indicadores económicos.

Los indicadores económicos son herramientas fundamentales para evaluar proyectos, ya que facilitan el análisis de su factibilidad, rentabilidad y posibles riesgos. Al integrar variables financieras clave, estos indicadores ofrecen criterios objetivos que apoyan la toma de decisiones. Aunque no determinan por completo el éxito de un proyecto, complementan aspectos estratégicos, políticos y de gestión de riesgos, proporcionando una perspectiva más completa y equilibrada.

##### 3.8.1.1. Valor actual neto.

Representa el valor presente del aumento en la riqueza del inversionista si realiza el proyecto.

Criterios:

- VAN > 0: Proyecto rentable.
- VAN = 0: Proyecto indiferente.
- VAN < 0: Proyecto no conveniente.

Se basa en los flujos netos de fondos y su sensibilidad a la tasa de descuento. No discrimina entre proyectos independientes.

El VAN se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

Donde,

N: Número total de periodos.

I\_0: Inversión inicial.

C\_n: Flujo de caja o de beneficios generados por la inversión en cada periodo.

n: Año en el que se van obteniendo los beneficios de cada periodo.

r: TIR.

### 3.8.1.2. Tasa interna de retorno.

Es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los beneficios al de los costos (VAN = 0).

- Criterios:
- TIR > Tasa de descuento (Td): Proyecto rentable.
- TIR = Td: Proyecto indiferente.
- TIR < Td: Proyecto no conveniente.

No requiere conocer la tasa de descuento, pero puede generar múltiples valores dependiendo del proyecto.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Donde,

F<sub>n</sub>: Flujo de caja en el periodo n.

n: Número de periodos.

i: Tasa de descuento.

### 3.8.1.3. Capital de trabajo.

Conjunto de recursos necesarios, en forma de activo corriente, para garantizar la operación normal de un proyecto durante un ciclo productivo. Generalmente, se requiere inicialmente y puede ajustarse si aumenta el nivel de operación.

Mediante la técnica del método del periodo de desfase se calcula la cantidad de dinero necesaria para cubrir los costos operativos desde el primer desembolso para adquirir materia prima hasta la recepción de ingresos por ventas. La fórmula básica es:

$$ICT = \frac{C_a}{365} \times n_d$$

- Donde:
- ICT: Inversión en capital de trabajo.
- C<sub>a</sub>: Costo anual.
- n<sub>d</sub>: n° de días de desfase.

#### 3.8.1.4. Valor libro.

Es el valor contable de un activo en un momento dado, calculado como su costo inicial menos la depreciación acumulada. Representa el valor neto del activo registrado en los libros contables, pero no necesariamente coincide con su valor de mercado.

#### 3.8.1.5. Valor desecho.

Es el valor estimado que un activo tendrá al final de su vida útil, usualmente reflejando su posible precio de venta o su valor como chatarra.

### 3.9. COSTOS EN BASE A ESCENARIOS.

Con el fin de abrir sus horizontes y establecer lazos con empleadores que busquen profesionales con el perfil y las competencias que entrega la Sede Viña del Mar.

Para los siguientes flujos de caja, la tasa de descuento será igual a 0, generando un estudio en un contexto sin inflación, entregando valores nominales.

Se proponen 6 casos distintos, a continuación de evidencia los resultados (el primer flujo de caja como tabla 3-4, los demás están incorporados en los anexos).

## 3.9.1. Flujo de caja con inversión usm al 100%.

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES		
							Equipo	Precio	
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparacion sup	\$24.616	
Costos de mantenimiento		-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	Compresor	\$600	
Depreciacion		-\$2.007	-\$2.007	-\$2.007	-\$1.917	-\$1.917	Pistola de pintura	\$450	
Utilidad antes de imp		-\$9.621	-\$9.621	-\$9.621	-\$9.531	-\$9.531	Contenedor de pintura	\$9.726	
Impuesto		-\$1.433	-\$1.433	-\$1.433	-\$1.430	-\$1.430	COSTOS OPERACIONALES	Dato	
Utilidad despues de imp		-\$11.065	-\$11.065	-\$11.065	-\$10.961	-\$10.961	Costos de asignatura 1-5	7.500 \$/año	
Depreciacion		\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	Costos mantenimiento equipos 1-5	144 \$/año	
Inversiones							CAPITAL DE TRABAJO	Dato	
Inversiones iniciales	-\$35.391						Año 0	\$3.807	
Inveriones de reemplazo							DATOS ECONOMICOS	Dato	
Capital de trabajo	-\$3.807					\$3.807	Impuesto	0	
Flujo de caja	-\$39.350	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	-\$9.044	Tasa de descuento	0	
Valor desecho						\$25.536	Depreciacion	Lineal	
FLUJO DE CAJA NETO	-\$39.350	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	\$20.299	Contenedor de preparacion sup	20 años	
							Compresor	3 años	
							Pistola de pintura	5 años	
							Contenedor de pintura	20 años	
								48 años	
VAN	-\$55.525	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE						
TIR	-33%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE						
Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro		
Contenedor de preparacion sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462		
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400		
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$180		
Contenedor de pintura	\$9.726	\$486	\$486	\$486	\$486	\$486	\$7.294		
Depreciacion total	\$35.391	\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	\$25.536		

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-4. Flujo de caja propuesta 1.

Ítem	\$ -	\$ 1	\$ 2	\$ 3	\$ 4	\$ 5
FLUJO DE CAJA NETO	\$ -39.350	\$ -9.058	\$ -9.058	\$ -9.058	\$ -9.044	\$ 20.299

VAN	\$ -55.525	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE
TIR	-33%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-5. Resumen flujo de caja propuesta 1.

3.8.2. Flujo de caja con inversión USM al 75% y donación de empresa con 25%.

Ítem	\$ -	\$ 1	\$ 2	\$ 3	\$ 4	\$ 5
FLUJO DE CAJA NETO	\$ -30.351	\$ -9.058	\$ -9.058	\$ -9.058	\$ -9.044	\$ 20.299

VAN	\$ -46.526	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE
TIR	-31%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-6. Resumen flujo de propuesta 2.

3.8.3. Flujo de caja con inversión USM al 40% y donación de empresa con 60%.

ítem	\$ -	\$ 1	\$ 2	\$ 3	\$ 4	\$ 5
FLUJO DE CAJA NETO	\$ -17.964	\$ -9.058	\$ -9.058	\$ -9.058	\$ -9.044	\$ 20.299

VAN	\$ -34.139	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE
TIR	-28%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-7 Resumen flujo de propuesta 3.

3.8.4. Flujo de caja con inversión USM al 100% y 6 capacitaciones al año.

ítem	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA NETO	-\$53.650	\$ 6.336	\$ 6.336	\$ 6.336	\$ 6.336	\$42.733
VAN	-\$3.582	VAN < 0 PROPUESTA NO RENTABLE				
TIR	6%	TIR > Td PROPUESTA RENTABLE				

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-8. Resumen flujo de propuesta 4.

3.8.5. Flujo de caja con inversión USM al 100% y 1 cursos al año.

ítem	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA NETO	-\$53.650	\$17.104	\$ 6.336	\$ 6.336	\$ 6.336	\$42.733
VAN	\$6.389	VAN > 0 PROPUESTA RENTABLE				
TIR	12%	TIR > Td PROPUESTA RENTABLE				

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-9. Resumen flujo de propuesta 6.

3.8.4. Flujo de caja con inversión USM al 40%, 60% por donación y 6 capacitaciones al año.

ítem	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA NETO	-\$35.954	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$42.733
VAN	\$14.114	VAN > 0 PROPUESTA RENTABLE				
TIR	18%	TIR > Td PROPUESTA RENTABLE				

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla 3-10. Resumen flujo de propuesta 6.

### 3.9. ANALISIS.

Se presenta una comparación de los seis escenarios evaluados en el proyecto para implementar un taller de recubrimiento anticorrosivo en la universidad. Este análisis abarca los resultados de los flujos de caja y los principales indicadores económicos. Además, se justifica la elección de las alternativas más viables desde el punto de vista económico y operativo, resaltando el balance entre costos y beneficios dentro de un enfoque académico sin fines de lucro.

#### 3.9.1. Primeros tres casos.

Se percibe un claro rechazo considerando los indicadores económicos, debido a un escenario si fines de lucro, donde la universidad deberá aportar con el 100% de las inversiones, cabe recalcar que estos tres primeros escenarios, no existen los ingresos por capacitaciones o cursos a externos USM.

Si se compara el primer caso con el tercer caso, el indicador conocido como TIR, presenta un valor menor a cero, con una diferencia insignificante, lo cual indica que la oportunidad de negocio e inversión en el Departamento de Mecánica Sede Viña del Mar, está siempre y cuando, existan capacitaciones o cursos realizados a externos USM.

#### 3.9.2. Últimos tres casos.

La diferencia es notoria, partiendo por un TIR mayor a cero, llegando a un 18%, bajo los parámetros impuestos por los indicadores económicos esto demuestra una completa viabilidad de la propuesta en los últimos tres casos.

Las donaciones por parte de empresas que deseen participar en este proyecto de mejora en el perfil profesional son representan un activo muy valioso.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La implementación de un taller de recubrimiento anticorrosivo industrial en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) representa una oportunidad para fortalecer la formación de los estudiantes del Departamento de Mecánica y estrechar la colaboración con la industria.

El principal enfoque de esta propuesta es entregar competencias técnicas y prácticas a los alumnos, preparándolos para enfrentar los desafíos reales del mantenimiento industrial y la protección anticorrosiva.

Desde el punto de vista económico, la viabilidad del proyecto requiere generar ingresos adicionales mediante capacitaciones y cursos para externos, asegurando su sostenibilidad y proyección. Sin estas actividades, la rentabilidad reflejada en indicadores como la TIR sería limitada.

Además, las alianzas estratégicas con empresas del sector facilitarían la obtención de recursos, apoyo técnico y acceso a tecnologías actuales, mejorando la calidad de la formación impartida.

El cumplimiento de normas internacionales garantizará la calidad y relevancia de las prácticas, consolidando al taller como un referente académico y profesional en la región.

En síntesis, la propuesta es viable y tiene como eje principal la formación de competencias en los estudiantes, apoyada por la diversificación de ingresos y la vinculación efectiva con la industria, en línea con los objetivos planteados en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA.

DefinicionABC. (s.f.). Gastos operacionales. Recuperado el 5 de diciembre de 2024, de <http://www.definicionabc.com/economia/gastos-operacionales.php>

Instituto Americano de Recubrimiento y Corrosión (IARCOR). (s.f.). Certificación IARCOR Nivel 1. Recuperado el 9 de noviembre de 2024, de <https://iarcor.com>

IAS Herramientas. (s.f.). Varias definiciones técnicas de normas. Recuperado el 25 de diciembre de 2024.

Olofsson, O. (s.f.). Los beneficios de Shitsuke. World Class Manufacturing. Recuperado el 10 de diciembre de 2024, de <https://world-class-manufacturing.com/es/5S/discipline.html>

Servicio de Impuestos Internos. (s.f.). Tabla vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado. Recuperado el 10 de diciembre de 2024, de [http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla\\_vida\\_enero.htm](http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm)

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2015). La máquina que cambió el mundo: La historia de la producción Lean, el arma secreta de Toyota que revolucionó la industria mundial del automóvil. Editorial Profit. Recuperado el 17 de octubre de 2024, de [https://www.google.cl/books/edition/La\\_máquina\\_que\\_cambió\\_el\\_mundo/HktIDgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&printsec=frontcover](https://www.google.cl/books/edition/La_máquina_que_cambió_el_mundo/HktIDgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&printsec=frontcover)

## ANEXOS

### A.1. ANEXO 1: MARCO NORMATIVO.

#### A.1.1. SSPC.

La normativa SSPC se refiere a las normas establecidas por la Society for Protective Coatings (SSPC), una organización que se centra en la protección de superficies y la aplicación de recubrimientos. Estas normas abordan diversos aspectos, como la preparación de superficies, la selección de recubrimientos, la aplicación y el mantenimiento de recubrimientos protectores en estructuras de acero y otras superficies.

Las normativas de SSPC son fundamentales en la industria de la construcción y la fabricación, ya que aseguran que los recubrimientos se apliquen de manera efectiva para prolongar la vida útil de las estructuras y minimizar el riesgo de corrosión y otros daños. Estas normas son ampliamente reconocidas y utilizadas en proyectos de infraestructura, especialmente en el ámbito industrial y marítimo.

#### A.1.2. SSPC-SP10.

Estándar ampliamente reconocido en el ámbito de la protección contra la corrosión. Esta norma especifica los requisitos para la preparación de superficies de acero mediante limpieza con chorro de abrasivo, alcanzando un grado de limpieza denominado "cercano a blanco". ¿Qué significa "cercano a blanco"?

Este término indica que la superficie de acero debe estar prácticamente libre de cualquier contaminante que pueda afectar la adhesión del recubrimiento, como:

- Óxido: Cualquier tipo de óxido, ya sea superficial o incrustado.
- Escama de laminación: Residuos del proceso de fabricación del acero.
- Suciedad y contaminantes: Grasa, aceite, polvo, etc.

En figura A-1, se evidencia mediante una tabla comparativa, los grados de limpieza superficial obtenidos mediante la aplicación de un chorro abrasivo, siendo el nivel "SP1" el grado "cercano al blanco" y el nivel "SP10" el grado de con rugosidad.



Fuente: <http://surl.li/ptysxp>

Figura A-1. Tabla Comparativa Grados SP para perfil de rugosidad.

#### A.1.3. SSPC-AB2.

Limpieza de abrasivos metálicos ferrosos reciclados. Esta norma establece los requisitos de limpieza para los abrasivos metálicos ferrosos reciclados que se utilizan en el proceso de limpieza por chorro de abrasivo. El objetivo principal es garantizar que estos abrasivos no contaminen la superficie que se está preparando y así asegurar una buena adhesión del recubrimiento posterior. Mediante esta norma se busca estudiar:

- Contaminación: Los abrasivos reciclados pueden contener residuos de pinturas, óxidos, aceites y otros contaminantes que, si no se eliminan adecuadamente, pueden transferirlos a la superficie a limpiar, afectando la calidad del acabado y la durabilidad del recubrimiento.
- Eficiencia: Al establecer unos criterios de limpieza claros, esta norma permite optimizar el uso de los abrasivos reciclados, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental.
- Seguridad: Los abrasivos limpios son menos abrasivos para el equipo de limpieza y generan menos polvo, lo que mejora las condiciones de trabajo y reduce los riesgos para la salud.

#### A.1.4. SSPC-PA2.

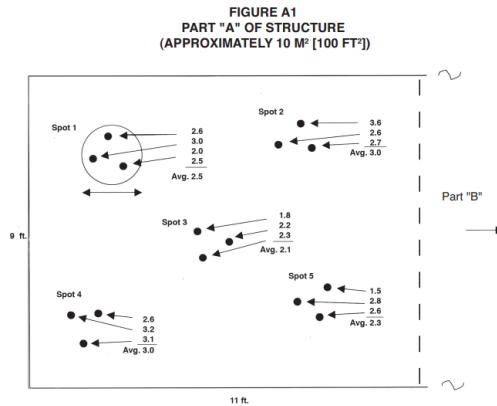
Medición del espesor de película seca de pinturas con calibres magnéticos, es una de las normas más utilizadas en el ámbito de la inspección y control de calidad de recubrimientos protectores.

Esta norma establece un procedimiento estandarizado para medir el espesor de un recubrimiento no magnético aplicado sobre un sustrato magnético utilizando medidores magnéticos. En otras palabras, nos permite conocer el grosor de la capa de pintura sobre una superficie metálica. Mediante esta norma se busca estudiar:

- Control de calidad: Permite verificar si el espesor del recubrimiento aplicado cumple con las especificaciones técnicas del proyecto.

- Evaluación de la corrosión: Al realizar mediciones periódicas, se puede detectar la pérdida de espesor del recubrimiento y evaluar el nivel de corrosión del sustrato.
- Planificación de mantenimientos: Los datos obtenidos de las mediciones permiten programar los trabajos de mantenimiento de manera más eficiente.
- Resolución de problemas: Ayuda a identificar posibles problemas en la aplicación del recubrimiento, como zonas con menor espesor o irregularidades en el acabado.

En la figura A-2 se muestra como establecer un spot para la medición de espesor en película seca (figura sacada de la misma norma).



Fuente: <https://es.ampp.org>

Figura A-2. Ejemplo de Spot para Medición.

#### A.1.5. ISO.

La ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización. Su principal función es desarrollar Normas Internacionales que establecen requisitos para productos, servicios y sistemas, con el fin de garantizar la calidad, seguridad y eficiencia.

#### A.1.6. ISO 12944.

Es la norma internacional más completa para la protección anticorrosiva de estructuras de acero mediante sistemas de pintura. Define los criterios para la selección de pinturas, la preparación de superficies, la aplicación de las pinturas y el control de calidad.

Los criterios mencionados anteriormente, quedan resumidos en la figura A-3, entregada por la misma norma.

Category	Exterior	Interior
C1 Very Low	N/A	Heated buildings with a clean atmosphere such as offices, shops, schools, hotels.
C2 Low	Atmospheres contaminated to a small extent, mainly rural regions.	Buildings which are not heated, where condensation may occur e.g. storage facilities, sports halls.
C3 Medium	Industrial and urban atmospheres with a low sulphur oxide (IV) contamination level. Inshore areas of low salinity.	Production halls and facilities with humidity and certain air contamination e.g. foodstuff plants, laundries, breweries, dairies.
C4 High	Industrial areas and inshore areas of medium salinity.	Chemical plants, swimming pools, ship repair yards.
C5 Very High	Industrial areas of high humidity and aggressive atmosphere and inshore areas of high salinity.	Buildings and areas of almost constant condensation and high contamination.
CX Extreme	Offshore areas of high salinity. Industrial areas of extremely high humidity and aggressive Atmosphere. Subtropical and tropical areas.	Buildings and areas of almost constant condensation and aggressive contamination.

Fuente: <http://surl.li/ckgzux>

Figura A-3. Tabla Riesgo de Corrosión por Exposición Ambiental.

#### A.1.7. ISO 8503-5.

Se enfoca específicamente en la determinación de la rugosidad superficial mediante el método de la cinta replicadora. Este método consiste en utilizar una cinta adhesiva especial para crear una réplica de la superficie que luego se puede analizar en un microscopio para medir la rugosidad.

La rugosidad superficial es un factor crítico en la adhesión de los recubrimientos. Una rugosidad adecuada garantiza una mejor adherencia y, por lo tanto, una mayor durabilidad del recubrimiento. La ISO 8503-5 proporciona un método estandarizado para evaluar esta característica, lo que permite:

- Control de calidad: Asegurar que la superficie preparada cumple con los requisitos de rugosidad establecidos en las especificaciones técnicas.
- Optimización de procesos: Ajustar los parámetros de los procesos de preparación de superficies para obtener la rugosidad deseada.
- Resolución de problemas: Identificar las causas de una mala adhesión del recubrimiento y tomar medidas correctivas.



Fuente: <http://surl.li/jpglrc>

Figura A-4. Testex Press-O-Film Set - ISO 8503-5.

La figura A-4 muestra un equipo de inspección de perfil de rugosidad, el cual permite su facilidad de transporte y la capacidad de ser utilizado en terreno debido a su tamaño reducido.

#### A.1.8. ASTM.

(American Society for Testing and Materials) Desarrolla y publica normas para una amplia gama de materiales, incluyendo pinturas y recubrimientos protectores. Sus normas son ampliamente utilizadas en los Estados Unidos.

#### A.1.9. ASTM D4285.

Un estándar fundamental en la industria de recubrimientos y preparación de superficies. Se enfoca específicamente en la evaluación de la calidad del aire comprimido utilizado en procesos como la limpieza por chorro de abrasivo y la aplicación de recubrimientos.

La calidad del aire comprimido es crucial para garantizar un acabado de alta calidad y la durabilidad de los recubrimientos. La presencia de contaminantes como aceite, agua o partículas sólidas en el aire comprimido puede afectar negativamente la adhesión del recubrimiento, la formación de corrosión y la vida útil de la superficie protegida.

#### A.1.10. ASTM D4541.

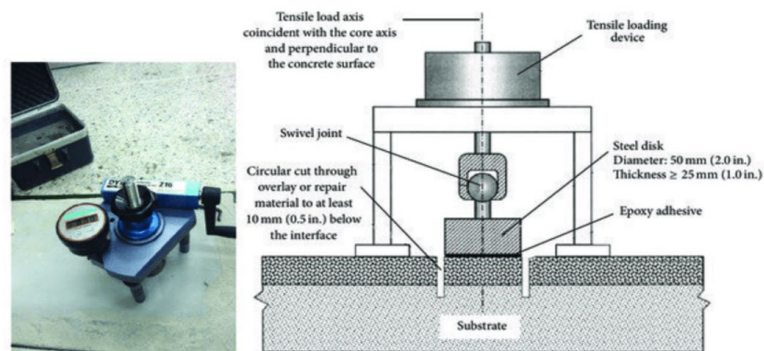
Es un estándar ampliamente utilizado en la industria para evaluar la adherencia de recubrimientos sobre diferentes sustratos, principalmente metálicos.

Esta norma describe un método de prueba estándar para medir la resistencia a la extracción, comúnmente conocida como adhesión, de un sistema de recubrimiento sobre un sustrato. En términos simples, nos permite determinar qué tan bien se adhiere una pintura o recubrimiento a una superficie.

La adhesión es una propiedad fundamental de cualquier recubrimiento. Una buena adhesión garantiza que el recubrimiento no se despegue o se deteriore prematuramente debido a factores como el impacto, la vibración o los cambios de temperatura. La ASTM D4541 nos proporciona una herramienta para:

- Control de calidad: Verificar que los recubrimientos aplicados cumplan con los requisitos de adhesión especificados.
- Evaluación de nuevos materiales: Comparar la adhesión de diferentes tipos de recubrimientos y sustratos.
- Investigación: Estudiar los factores que afectan la adhesión de los recubrimientos.
- Resolución de problemas: Identificar las causas de una mala adhesión y tomar medidas correctivas.

En la figura A-5, se muestra un equipo utilizado para el ensayo de tracción.



Fuente: <https://www.kuegroup.com/corrosion-classifications/>

Figura A-5. ASTM D4541 Test Procedure.

La figura A-5, se evidencia como la “conexión giratoria” o “swivel joint” atrapa la “cabeza” del insumo conocido como “Dolly”, a su vez, el “Dolly” está unido mediante un adhesivo de alta calidad al “sustrato” o “metal base” para luego ser traccionado a los kg/cm<sup>2</sup> o “libras por pulgada cuadrada” que estén indicados en la “memoria de cálculo”.

#### A.1.11. ASTM D7602.

Es una norma muy importante en el sector industrial, especialmente en aquellos donde se utilizan equipos y tanques revestidos con caucho vulcanizado.

La norma ASTM D7602 establece las prácticas estándar para la instalación de revestimientos de caucho vulcanizado. Estos revestimientos se utilizan en una amplia variedad de industrias, como la química, la alimentaria y la minera, para proteger equipos y tanques de la corrosión, el desgaste y la contaminación.

Esta norma garantiza que los revestimientos de caucho se instalen de manera correcta y segura, asegurando así su durabilidad y efectividad. Algunos de los beneficios de seguir esta norma son:

- Mayor vida útil del equipo: Una instalación correcta del revestimiento prolonga la vida útil del equipo, reduciendo costos de mantenimiento y reemplazo.

- **Mejor protección:** Un revestimiento bien instalado proporciona una protección óptima contra la corrosión, el desgaste y otros factores ambientales.
- **Cumplimiento normativo:** Muchas industrias tienen requisitos específicos en cuanto a la protección de equipos y tanques, y esta norma ayuda a cumplir con esos requisitos.
- **Seguridad:** Una instalación adecuada del revestimiento evita problemas como fugas o desprendimientos, lo que mejora la seguridad de los trabajadores y del proceso.

#### A.1.12. ASTM D2240.

Esta norma es fundamental en la industria de los materiales elastoméricos, como el caucho y los plásticos de alta elasticidad.

La ASTM D2240 es un método de prueba estándar que se utiliza para determinar la dureza de materiales como el caucho vulcanizado, los elastómeros termoplásticos, los materiales celulares y algunos plásticos. En otras palabras, nos permite medir qué tan "duro" o "blando" es un material elástico.

La dureza es una propiedad física importante que afecta el desempeño de los materiales elastoméricos. Una medición precisa de la dureza permite:

- **Control de calidad:** Asegurar que los materiales cumplan con las especificaciones requeridas.
- **Selección de materiales:** Elegir el material adecuado para una aplicación específica.
- **Investigación y desarrollo:** Estudiar el comportamiento de los materiales bajo diferentes condiciones.
- **Evaluación del envejecimiento:** Determinar cómo cambia la dureza de un material con el tiempo o la exposición a diferentes ambientes.

La figura A-6 muestra un instrumento conocido como “Durómetro Analógico”, que tiene como fin, medir la dureza de un caucho.



Fuente: <http://surl.li/xdcynn>

Figura A-6. ASTM D2240 Durómetro Analogo.

#### A.1.13. ASTM D3767.

Es un estándar fundamental en la industria del caucho y de materiales elastoméricos en general.

La ASTM D3767 es una práctica estándar que establece los procedimientos para medir las dimensiones de productos de caucho y muestras para pruebas físicas. En otras palabras, nos permite medir el largo, ancho, espesor, diámetro y circunferencia de piezas de caucho de manera precisa y reproducible.

La precisión en las dimensiones es crucial en la fabricación y el control de calidad de productos de caucho. Esta norma garantiza que las mediciones se realicen de manera consistente y comparable, independientemente del laboratorio o el fabricante. Algunos de los beneficios de utilizar esta norma son:

- Control de calidad: Asegurar que las piezas de caucho cumplen con las tolerancias dimensionales especificadas.
- Consistencia en los resultados: Obtener resultados de medición comparables entre diferentes laboratorios.
- Optimización de procesos: Identificar y corregir variaciones en las dimensiones de las piezas.
- Cumplimiento normativo: Muchas industrias tienen requisitos específicos en cuanto a las dimensiones de los productos de caucho, y esta norma ayuda a cumplir con esos requisitos.

Esta norma detalla los siguientes aspectos:

- Equipamiento: Especifica los instrumentos de medición necesarios, como calibradores, micrómetros y reglas.
- Preparación de las muestras: Define cómo deben prepararse las muestras antes de realizar las mediciones.
- Procedimientos de medición: Describe los métodos para medir las diferentes dimensiones, como el largo, ancho, espesor, diámetro y circunferencia.
- Cálculos: Explica cómo calcular las dimensiones a partir de las lecturas obtenidas.
- Reporte de resultados: Establece cómo deben presentarse los resultados de las mediciones.

En la figura A-7 se muestra un equipo digital de medición para cauchos y materiales elastoméricos.



Fuente: <https://www.ccsi-inc.com/product/p-gauges-thickness-digital-d3767/>

Figura A-7. ASTM D3767 Digital Thickness Gauge.

#### A.1.14. ASTM D5162.

Es una práctica estándar muy importante en la industria de los recubrimientos, especialmente en aquellos que se aplican sobre superficies metálicas. La ASTM D5162 establece los procedimientos para detectar discontinuidades o "vacíos" en recubrimientos protectores no conductores aplicados sobre sustratos metálicos. Estas discontinuidades pueden ser muy pequeñas y difíciles de detectar a simple vista, pero pueden comprometer la protección del metal subyacente ante la corrosión.

Esta norma es fundamental para garantizar la calidad y la integridad de los sistemas de recubrimiento. Al detectar y reparar las discontinuidades a tiempo, se evita:

- La corrosión prematura del metal: Las discontinuidades permiten la entrada de humedad y agentes corrosivos, acelerando el deterioro del material.
- Fallas estructurales: En estructuras críticas, la corrosión puede comprometer la integridad y la seguridad de la instalación.
- Costos de mantenimiento: La detección temprana de las discontinuidades permite realizar reparaciones a tiempo, evitando costosas reparaciones a largo plazo.

#### A.1.15. ASTM D429-B.

Es una prueba estándar muy utilizada en la industria del caucho para evaluar la adherencia de un compuesto de caucho a un sustrato rígido, como el metal. Esta norma especifica un método de prueba para determinar la resistencia de adhesión de un compuesto de caucho a un sustrato rígido mediante un ensayo de pelado a 90 grados. En otras palabras, se mide la fuerza necesaria para separar una pieza de caucho adherida a una placa metálica.

La adhesión entre el caucho y el metal es crucial en muchas aplicaciones, como las bandas transportadoras, los sellos y las juntas. Una buena adhesión garantiza que el

compuesto de caucho no se despegue del sustrato bajo condiciones de servicio, lo que podría provocar fallas y poner en riesgo la seguridad y el funcionamiento de un equipo.

#### A.1.16. ASTM D3359.

Específicamente el Método A, es la referencia estándar para realizar la prueba de adherencia conocida como "Cruz de Evans" en recubrimientos.

La Cruz de Evans es un método cualitativo simple y rápido para evaluar la adhesión de un recubrimiento a un sustrato. Consiste en realizar un corte en forma de cruz sobre el recubrimiento hasta el sustrato, aplicar cinta adhesiva sobre el corte y luego retirar la cinta. La cantidad de recubrimiento que se adhiere a la cinta indica la calidad de la adhesión. Esta norma busca establecer:

- Estándar reconocido: La ASTM D3359 es una norma ampliamente aceptada en la industria para evaluar la adhesión de recubrimientos.
- Facilidad de uso: El método de la Cruz de Evans es relativamente sencillo de realizar y no requiere equipos sofisticados.
- Evaluación rápida: Permite obtener resultados cualitativos de manera rápida.

La figura A-8, evidencia el procedimiento conocido como "Cruz de Evans", donde el sustrato con el recubrimiento ya aplicado es marcado (cortado) con un instrumento, para luego aplicar la cinta y obtener un análisis cualitativo sobre la adherencia de la pintura.



Fuente: <https://www.micomlab.com/micom-testing/astm-d3359/>

Figura A-8. ASTM D3359 Standard Test Methods for Rating Adhesion by Tape Test.

#### A.1.17. DS N° 594.

El Decreto Supremo N° 594, del Ministerio de Salud de Chile, regula las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. En el contexto de la pintura, este decreto establece disposiciones relevantes relacionadas con la seguridad y salud

ocupacional debido a la exposición de los trabajadores a sustancias químicas y condiciones propias de esta actividad. Algunas relaciones clave son:

- Exposición a Sustancias Químicas (Artículos 65-71)

Control de contaminantes químicos: El Decreto regula los límites permisibles de exposición a sustancias químicas, como los solventes y compuestos orgánicos volátiles (COV) presentes en pinturas y barnices.

Vigilancia de agentes peligrosos: Los empleadores deben realizar mediciones periódicas para garantizar que la concentración de contaminantes no supere los límites establecidos.

Protección respiratoria: Si no se pueden controlar adecuadamente los contaminantes, es obligatorio proporcionar elementos de protección personal (EPP), como mascarillas con filtros adecuados.

- Ventilación y Condiciones Ambientales (Artículo 52)

Las áreas de trabajo donde se manipulen pinturas deben contar con ventilación adecuada para minimizar la acumulación de vapores y gases tóxicos.

En caso de pinturas aplicadas mediante pulverización, se debe garantizar la extracción localizada para evitar la exposición.

## A.2. ANEXO 2: DOCUMENTOS TECNICOS.

### A.2.1. Plan de mantenimiento.

- Selección de métodos de inspección: Las normas establecen los métodos de inspección adecuados para evaluar el estado de los recubrimientos anticorrosivos y detectar signos de corrosión. Esta información es crucial para el diseño de planes de mantenimiento preventivo y correctivo.

- Definición de frecuencias de inspección: Las normas pueden especificar frecuencias de inspección mínimas para diferentes tipos de estructuras y ambientes. Los planes de mantenimiento deben considerar estas frecuencias como base para determinar la periodicidad de las inspecciones.

- Establecimiento de criterios de intervención: Las normas pueden definir criterios de intervención, como la cantidad de área afectada por corrosión o la profundidad de los daños, que determinan cuándo se debe realizar un mantenimiento correctivo. Estos criterios son esenciales para la toma de decisiones oportunas en el mantenimiento de los equipos.

#### A.2.2. Manual de mantenimiento.

- Procedimientos de inspección: Los manuales de mantenimiento deben incluir procedimientos detallados para la inspección de los recubrimientos anticorrosivos, siguiendo los métodos establecidos en las normas.
- Técnicas de preparación de superficies: Las normas especifican las técnicas de preparación de superficies adecuadas para aplicar nuevos recubrimientos anticorrosivos. Los manuales de mantenimiento deben incluir estas técnicas para garantizar la correcta aplicación de los recubrimientos.
- Especificaciones de los recubrimientos: Las normas pueden definir los tipos de recubrimientos anticorrosivos recomendados para diferentes aplicaciones. Los manuales de mantenimiento deben considerar estas especificaciones al seleccionar los recubrimientos adecuados para cada equipo.

#### A.2.3. Memoria de cálculo.

- Selección de materiales: Las memorias de cálculo deben considerar las normas de protección anticorrosiva al seleccionar los materiales de construcción de los equipos. Esto incluye la elección de materiales resistentes a la corrosión y la selección de recubrimientos adecuados para el ambiente de exposición.
- Diseño de estructuras: Las normas pueden establecer requisitos de diseño para minimizar el riesgo de corrosión en las estructuras. Las memorias de cálculo deben considerar estos requisitos para garantizar la integridad estructural de los equipos a largo plazo.
- Estimación de la vida útil: Las normas pueden proporcionar metodologías para estimar la vida útil de los recubrimientos anticorrosivos en diferentes condiciones. Esta información puede ser utilizada en las memorias de cálculo para programar el mantenimiento preventivo y la reposición de los recubrimientos.

#### A.2.4. Especificaciones técnicas.

Los documentos técnicos que describen las características de los equipos y sus requisitos de mantenimiento deben considerar las normas de protección anticorrosiva.

Esto incluye especificar los tipos de recubrimientos utilizados, las frecuencias de inspección recomendadas y los criterios de intervención para el mantenimiento correctivo.

#### A.2.5. Guías de buenas prácticas.

Los documentos técnicos pueden incluir guías de buenas prácticas para la selección, aplicación y mantenimiento de los recubrimientos anticorrosivos, siguiendo las recomendaciones de las normas.

#### A.2.6. Informes de inspección.

Los informes de inspección de los recubrimientos anticorrosivos deben incluir información sobre los métodos de inspección utilizados, los hallazgos encontrados y las recomendaciones de mantenimiento, de acuerdo con las normas aplicables.

En resumen, las normas de protección anticorrosiva juegan un papel fundamental en el mantenimiento de los equipos, proporcionando un marco de referencia para el diseño de planes de mantenimiento, la elaboración de manuales de mantenimiento, la confección de memorias de cálculo y la elaboración de documentos técnicos. Al seguir estas normas, se puede garantizar la integridad de los equipos, extender su vida útil y reducir los costos de mantenimiento a largo plazo.

- Manipulación de Sustancias Peligrosas (Artículos 62 y 63)

El almacenamiento y manipulación de pinturas inflamables o tóxicas deben cumplir con normativas específicas para prevenir riesgos de incendio o intoxicación.

Es obligatorio el etiquetado claro de los envases de pintura, incluyendo advertencias sobre peligros específicos.

- Protección Personal (Artículo 68)

Los trabajadores que aplican pintura, especialmente en técnicas como pulverización, deben usar EPP específicos, como:

- Guantes resistentes a productos químicos.
- Gafas de protección.

Ropa adecuada para prevenir contacto directo con sustancias peligrosas.

- Medicina Preventiva y Vigilancia de la Salud (Artículo 96).

Los empleadores deben implementar exámenes médicos periódicos para los trabajadores expuestos a productos químicos en pinturas, especialmente para monitorear posibles efectos en el sistema respiratorio, piel y otros órganos.

- Prevención de Incendios y Explosiones (Artículos 34 y 35)

Dado que muchas pinturas contienen solventes inflamables, es obligatorio:

- Contar con sistemas de extinción de incendios.
- Almacenar estas sustancias en áreas bien ventiladas y alejadas de fuentes de calor.

### A.3. ANEXO 3: DOCUMENTOS PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO.

#### A.3.1. Esquema de pintura.

El documento más importante dentro del área de los recubrimientos es el esquema de pintura industrial. Es un plan detallado que describe el tipo de pintura y las etapas de aplicación que se deben seguir para proteger y preservar las superficies de una estructura o equipo industrial. Este esquema tiene como objetivo garantizar que la pintura aplicada ofrezca la protección adecuada contra factores como la corrosión, el desgaste, la intemperie y otros elementos agresivos presentes en el entorno industrial.

El esquema de pintura no solo determina el tipo de pintura a usar, sino también los procesos previos y las condiciones de aplicación, así como los requisitos específicos de cada superficie. Es un documento clave en el diseño y ejecución de proyectos de mantenimiento o construcción de instalaciones industriales.

##### A.3.1.1. Preparación de la superficie.

Antes de aplicar cualquier pintura, es esencial que las superficies estén completamente limpias de suciedad, aceite, grasa, óxido, polvo o cualquier otra sustancia que pueda afectar la adherencia de la pintura. Dependiendo del tipo de superficie, esta limpieza puede realizarse mediante métodos como el chorro de escoria de cobre (granallado), la limpieza manual o el lavado con disolventes. En el caso de superficies metálicas corroídas, es habitual aplicar un tratamiento anticorrosivo previo, utilizando productos como los convertidores de óxido. Además, la preparación mecánica de la superficie puede requerir un lijado o cepillado para mejorar la adherencia de la pintura.

##### A.3.1.2. Selección de la pintura.

El esquema debe especificar el tipo de pintura más adecuado para las condiciones del entorno. Algunas de las opciones más comunes son las pinturas epóxicas, poliamídicas, poliuretánicas, acrílicas o alquídicas, dependiendo de la temperatura, humedad y los productos químicos a los que estará expuesta la superficie. En muchos casos, se utilizan pigmentos anticorrosivos, como el fosfato de zinc, que ayudan a prevenir la corrosión en superficies metálicas. El sistema de pintura suele incluir un primer (imprimante) que actúa como capa base, mejorando la adhesión de la pintura a la superficie, seguido de una capa intermedia y una capa final que proporcionan la protección definitiva.

#### A.3.1.3. Espesor de la capa de pintura.

El esquema de pintura debe indicar el espesor de cada capa de pintura, el cual se mide en micrómetros. El espesor adecuado es crucial para una protección efectiva; un espesor insuficiente puede resultar en una protección inadecuada, mientras que un espesor excesivo podría causar agrietamiento o desprendimiento de la pintura con el tiempo.

#### A.3.1.4. Método de aplicación.

Dependiendo del tipo de pintura y las condiciones de trabajo, se seleccionará el método de aplicación más adecuado. Los métodos más comunes son:

- Pistola pulverizadora (airless o convencional): Ideal para aplicar la pintura de manera uniforme en grandes superficies.
- Rodillo: Para aplicaciones más pequeñas o en superficies horizontales.
- Brocha: Utilizada para trabajos de detalle o retoques.
- Inmersión: Para piezas pequeñas o componentes industriales. Además, se debe especificar el número de manos de pintura que se deben aplicar para asegurar una cobertura adecuada.

#### A.3.1.5. Condiciones de aplicación.

El esquema de pintura también debe incluir las condiciones ambientales óptimas para la correcta aplicación de la pintura. Esto abarca factores como la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento, ya que muchas pinturas requieren una temperatura mínima de aplicación y un nivel máximo de humedad para garantizar una adecuada adhesión y secado.

#### A.3.1.6. Tiempo de secado y curado.

Es fundamental especificar los tiempos de secado entre capa y capa, así como el tiempo de curado completo antes de que la superficie pintada pueda entrar en servicio o estar expuesta a condiciones extremas. Esto asegura que la pintura adquiera las propiedades necesarias para una protección eficaz.

#### A.3.1.7. Durabilidad y protección.

El esquema debe incluir la durabilidad esperada de la pintura según las condiciones del entorno donde será aplicada. Esto puede incluir la resistencia a la intemperie, a productos químicos, y a la abrasión. También debe abordar el mantenimiento preventivo y la frecuencia de repintado para garantizar la longevidad de la protección anticorrosiva.

#### A.3.1.8. Normativas y estándares de calidad.

El esquema de pintura debe cumplir con las normas y estándares nacionales e internacionales, como las de ISO, ASTM, NACE y SSPC, que regulan los requisitos técnicos y de seguridad durante todo el proceso de aplicación. Estos estándares aseguran que la pintura se aplique correctamente y que cumpla con los criterios de rendimiento y seguridad establecidos.

#### A.3.1.9. Instrucciones de seguridad.

Es crucial que el esquema de pintura incluya las precauciones de seguridad necesarias durante el proceso de aplicación. Esto incluye el uso de equipos de protección personal (EPP) como guantes, gafas y mascarillas, además de asegurar una ventilación adecuada y establecer procedimientos de seguridad en caso de exposición accidental a productos químicos o solventes.

En resumen, un esquema de pintura industrial es un documento clave que establece todo el proceso necesario para garantizar la correcta aplicación de la pintura, protegiendo las superficies y estructuras industriales de factores como la corrosión, el desgaste y las condiciones ambientales extremas.

#### A.3.2. Plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento preventivo es un documento esencial para organizar las intervenciones periódicas de mantenimiento de las superficies pintadas. Este plan especifica cuándo se deben realizar las inspecciones de las capas de pintura y las tareas de repintado, así como los intervalos de tiempo entre cada intervención.

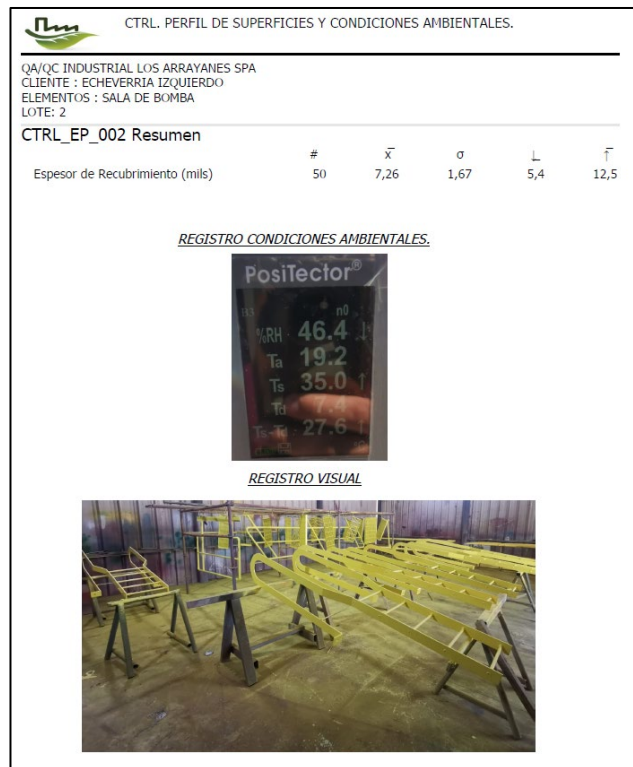
- Frecuencia de inspección.
- Identificación de superficies críticas (zonas expuestas a corrosión, desgaste, etc.).
- Programación de las tareas de mantenimiento y repintado.
- Registro de las condiciones de las superficies para futuras referencias.

### A.3.3. Informe de inspección y evaluación del estado de la pintura.

Los informes de inspección son cruciales para documentar el estado actual de las superficies pintadas. Estos informes registran los daños (grietas, deslaminado, corrosión), el desgaste de las capas de pintura y cualquier otra anomalía que pueda afectar la protección proporcionada por la pintura. Las inspecciones regulares permiten tomar decisiones informadas sobre cuándo es necesario realizar un repintado o aplicar reparaciones.

- Detalles de las áreas inspeccionadas.
- Condiciones observadas de la pintura.
- Recomendaciones para reparaciones o repintado.
- Fotografías del estado actual de las superficies.

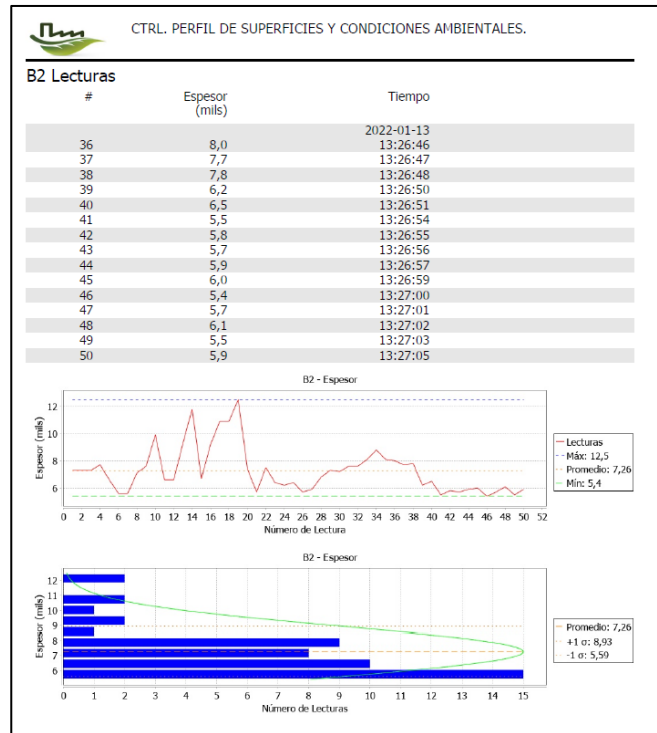
A continuación, se muestra un informe que detalla las condiciones ambientales al momento de aplicar pintura y el espesor de la película seca medidas con equipó PosiTector:



Fuente: Elaboración propia.

Figura A-9. Informe de control de perfil de superficies y condiciones ambientales.

En la figura A-9 y A-10, se evidencia un resumen de las mediciones tomadas en base a la normativa SSPC-PA2:



Fuente: Elaboración propia.

Figura A-10. Resumen de mediciones.

#### A.3.4. Historial de mantenimiento de pintura.

El historial de mantenimiento es un documento clave que recopila todas las intervenciones pasadas relacionadas con la pintura de una estructura o equipo. Esto incluye las fechas de aplicación de pintura, tipos de productos utilizados, las condiciones ambientales en las que se aplicó la pintura, y cualquier trabajo de repintado o reparación realizada. Este historial ayuda a planificar el mantenimiento futuro y proporciona un registro detallado de los trabajos realizados, lo cual es útil para auditorías o el análisis de la vida útil de las pinturas aplicadas.

- Fecha de aplicación y tipo de pintura utilizada.
- Detalles de las superficies tratadas.
- Condiciones de aplicación (temperatura, humedad, etc.).
- Registro de intervenciones de mantenimiento o repintado.

#### A.3.5. Manual de seguridad para la aplicación.


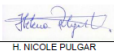
El manual de seguridad es indispensable para garantizar que el proceso de aplicación de pintura se realice de manera segura. Este documento proporciona directrices sobre los riesgos asociados con los productos utilizados, las precauciones de seguridad a tomar, los equipos de protección personal (EPP) necesarios (como guantes, mascarillas, gafas de seguridad, ropa protectora) y los procedimientos de emergencia en caso de accidente.

- Descripción de los riesgos asociados con las pinturas y productos químicos.
- Requisitos de EPP (ropa, guantes, respiradores, etc.).
- Procedimientos en caso de exposición a productos químicos.
- Normativas de seguridad industrial aplicables (OSHA, ISO, etc.).

A.3.6. Certificados de calidad.

Los certificados de calidad de las pinturas y productos utilizados en los proyectos de pintura son documentos cruciales para asegurar que los materiales cumplan con los estándares técnicos y normativos requeridos. Estos certificados proporcionan información sobre las propiedades de la pintura, como su resistencia a la corrosión, durabilidad, resistencia a la abrasión, etc.

- Propiedades técnicas de la pintura (ver figura A-11)
- Certificados de conformidad con normativas internacionales (ISO, ASTM, NACE).
- Datos de pruebas de rendimiento (resistencia al agua, al fuego, a productos químicos, etc.).

INDUSTRIAS CERESITA S.A. L.O. ECHIBERRI Nº 801 QUILICURA - SANTIAGO			
CLIENTE: Industrial Los Aymones		FECHA EMISIÓN: 15-01-2022	
OBRA/PROYECTO: ESTRUCTURAS VARIAS		PÁGINA: 1	
Certificado de Análisis			
DATOS DEL PRODUCTO			
Nombre: PENSGUARD PRIMER/TOPCOATNB CB (4 LT)			
Código: 13149423			
Barril: CP09432554			
Fecha: 15-11-2021 18:42:57			
Duración: 4.00 AÑOS			
RESULTADOS			
METODO	PARAMETRO	RESULTADO PRUEBA	UNIDAD
	DENSIDAD	3.30	KG/L
	VALOR AMIN	154.00	
OBSERVACION: Producto cumple con las especificaciones técnicas			
 H. NICOLE PULGAR Jefe de Control de Calidad			
La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado que se haga del producto y/o la información suministrada. Este Certificado de Análisis es emitido electrónicamente, por lo que no requiere firma.			

Fuente: Elaboración propia.

Figura A-11. Certificado de calidad.

A.3.7. Fichas técnicas y de seguridad de los productos (MSDS).

Las Fichas de Datos de Seguridad (MSDS) o Fichas Técnicas (ver figura A-12) de los productos de pintura son documentos que proporcionan información detallada sobre la composición química, características de seguridad, manejo, almacenamiento y eliminación de los productos de pintura. Estos documentos son cruciales para la seguridad de los trabajadores y el cumplimiento de las normativas medioambientales.

- Información sobre ingredientes y compuestos químicos.
- Procedimientos de manejo seguro y almacenamiento.
- Precauciones de seguridad (peligros físicos, reacciones con otros productos, etc.).
- Información sobre el impacto medioambiental y la eliminación de residuos.



**Protective & Marine Coatings**

**FIRE CONTROL®**  
REVESTIMIENTO INTUMESCENTE BASE AGUA

Código: L04280T9100

Rev.: Jul. 2018

**INFORMACIÓN DEL PRODUCTO**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

FIRE CONTROL, revestimiento base agua y bajo VOC desarrollado especialmente para la protección de estructuras metálicas contra la acción directa del fuego.

El revestimiento intumescente L04280T9100, en presencia de fuego directo o calor se hincha y se carboniza, formando una gruesa capa de escoria que actúa como barrera aislante, retardando el tiempo en que el sustrato alcanza la temperatura de 500°C.

- Cumple con la resistencia al fuego exigida por la nueva Norma Chilena NCH 2051 (2007)
- Certificación de DSEM N° 325.531 del 14 de Sep. 2004
- Producto certificado hasta a 1200 por DSEM
- El efecto de retardancia al fuego, depende sensiblemente del espesor de película, el cual será especificado de acuerdo a la finalidad de la estructura a proteger.

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

Terminación: Mate  
Color: Blanco

Sólidos por volumen: 66 ± 2% (práctico)  
Sólidos por peso: 69 ± 2% (práctico)  
VOC (litro/l): <27 g/l

Proyección Mezcla: Producto de un componente  
Peso específico: 1,37 ± 0,02 kg/L

Espesor Recomendado por Capa:		
	Mín.	Máx.
Humedo más (micras)	88.2 (452)	227 (577)
Seco más (micras)	12.0 (262)	153 (393)
Resid. Teórico en (g/ft²)	8.2 (88.2)	6.8 (71.5)
Resid. Teórico en (kg/m²)	9.0 (195)	

Nota: La cantidad de litros o galones puede variar según el tipo de aplicación y el método de aplicación.

**Temperatura de Secado: @ 21.0 más húmedos (533 micras) @ 20°C y 65% HR**

Al Tacto: 1 hora  
Manipulación: 12 horas  
Resistencia: Sin restricción  
Máximo: 24 horas  
Mínimo: 7 días  
Curado Total: 7 días

Los tiempos de secado dependen de la temperatura, humedad y espesor de película de pintura aplicada.

Almacenamiento: 12 meses, envase sin abrir. Almacenar en interior entre 10°C (50°F) y 29°C (77°F).  
Disolvente: Agua Limpia

[www.sherwin.com/chile](http://www.sherwin.com/chile)



**Protective & Marine Coatings**

**FIRE CONTROL®**  
REVESTIMIENTO INTUMESCENTE BASE AGUA

Código: L04280T9100

**SISTEMAS RECOMENDADOS**

Espejor	Película Seca (Capa Más)	(Micrones)
Acero:	Macropoxy 660 Eponox 300LT	20-3.0 (50-75)
1 capa:	FIRE CONTROL 280	Espejores según resistencia al fuego y necesidad.
Terminación:		
Acero:	Fenomat 74	10-3.0 (25-75)
1-2 capas:	FIRE CONTROL	Espejores según resistencia al fuego y necesidad.
Terminación:		
Acero Galvanizado:	Linosolca, Solución de detergente XSD-1	1-5.0 (25-75)
1-2 capas:	Isopox 321-315	Espejores según resistencia al fuego y necesidad.
Terminación:	FIRE CONTROL	
Acero Galvanizado:	1-2 capas: Macropoxy 550	1-5.0 (25-75)
Terminación:	FIRE CONTROL	Espejores según resistencia al fuego y necesidad.

**Sello imprimante (Requerimiento de color por Arquitectura)**

Sello Imprimante y Punta de anclaje para las capas de terminación  
1 capa: Eponox 296R 1112 Tix Coat 0-8-1.2 (20-30)

**Terminaciones Aprobadas:**

1 capa:	Unifar 22	1-5.0 (38-50)
1 capa:	Accion 7300	2-9-4.0 (50-100)
1 capa:	Poly Lon HP	2-9-3.0 (50-75)

**Sello protector en exposición a humedad**

Sello Imprimante y Punta de anclaje para las capas de terminación  
1 capa: Eponox 296R 1112 Tix Coat 0-8-1.2 (20-30)

**Terminaciones Aprobadas:**

1 capa:	Unifar 22	1-5.0 (38-50)
1 capa:	Accion 7300	2-9-4.0 (50-100)
1 capa:	Poly Lon HP	2-9-3.0 (50-75)

Para casos especiales contactar a Departamento Técnico de Sherwin Williams.

**PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

Consultar las Fichas de Seguridad antes de usar los productos. Datos de Fichas Técnicas e Instrucciones de Aplicación pueden cambiar sin notificación. Se debe contactar un representante de Sherwin Williams para información técnica adicional a instrucciones de aplicación.

**DECLARACIÓN**

Las informaciones y recomendaciones abocadas en el sustrato en esta Hoja Técnica del Producto, están basadas en ensayos dirigidos o recibidos por agentes de Sherwin Williams Company. Tal información y recomendación otorgada de aquí en adelante están sujetas a cambio y alteren el producto ofrecido al tiempo de la publicación. Consulte a su representante técnico de Sherwin Williams Chile para obtener información técnica actualizada del producto y su método de aplicación.

[www.sherwin.com/chile](http://www.sherwin.com/chile)



**Protective & Marine Coatings**

**FIRE CONTROL®**  
REVESTIMIENTO INTUMESCENTE BASE AGUA

Código: L04280T9100

Rev. 1 del 2018

**BOLETÍN DE APLICACIÓN**

**PREPARACIÓN DE SUPERFICIES**

La superficie debe estar limpia, seca y firme. Remover todo aceite, grasa, polvo, óxido suelto, y otras materias extrañas para asegurar una adecuada adherencia.

**Hierro y Acero, Servicio Atmosférico:** La mínima preparación de superficies es Limpieza con Herramienta Manual SSPC-SP6/SP7. Eliminar todo el aceite y grasa de la superficie con Limpieza con Solvente SSPC-SP1. Para mejor comportamiento, usar Limpieza con Chorro Comercial según SSPC-SP10/SP11 y utilizar abrasivo angular para obtener un óptimo perfil de rugosidad (2 milésimas). Remover todas las escoriaciones de soldadura y nivelar todos los cantos vivos. Aplicar imprimante al acero descubierto dentro de 8 horas o antes que se oxide.

**Superficies Previamente Pintadas:** Si está en buenas condiciones, limpiar la superficie de todo material suelto. Limpiar la superficie de la pintura y el material del lado para crear el perfil deseado y obtener un buen anclaje o adherencia al aplicar pintura de adherencia aprobado por Sherwin-Williams. Aplicar la pintura en un área de prueba, dejar que la pintura seque durante una semana antes de probar la adherencia. Si ésta es deficiente el producto debe la eliminación previa, puede ser necesario remover la pintura existente.

**Acero Galvanizado Nuevo:** Deje a la intemperie por un mínimo de seis meses antes de pintar. Limpie con solventes según SSPC-SP1. Cuando la aplicación de la pintura no sea posible en la superficie haya sido tratada con zinc o zinc-aluminio, limpiar según SSPC-SP1 y aplicar un primer de protección, permita que la pintura seque al menos por 7 días antes de probar la adherencia. Si la adherencia es pobre especifique Epoxi Oxi SSPC-SP7 para remover los tratamientos. El galvanizado oxidado requiere como mínimo limpieza SSPC-SP1. Pinte el área al momento de la limpieza.

**Galvanizado Antiguo:** Requiere como mínimo una limpieza manual mecánica SSPC-SP 2 y SP3 eliminando previamente toda grasa o aceite presente y sueldos de soldadura.

**CONDICIONES DE APLICACIÓN**

Temperatura 17°C (63°F) mínimo, 32°C (89°F) máximo (aire, superficie y material).

La temperatura de la superficie debe estar al menos 27°C (81°F) sobre punto de rocío.

Humedad relativa 85% máxima

**EQUIPOS DE APLICACIÓN**

Brocha y Rodillo:  
Aplicar en capa gruesa directamente sobre la superficie limpia y seca, respetando cantos, tornos, aristas y contornos de soldadura. No repasar en exceso, para mantener un buen espesor de película. Los espesores máximos autorizados por estas películas, son 4 a 5 mils (100 a 125 micras) de película seca por capa, en dilución del producto.

Equipo de Aplicación (Convencional y Aireas):  
Verificar el funcionamiento del equipo de aplicación a una viscosidad adecuada, antes de vaciar la pintura al estribo.  
Aplicar una capa gruesa, la que debe tener un aspecto brillante recién aplicado, trabajando cada pasada con la anterior en un 50%.

Diluyente Limpieza Agua Limpia

Equipo Aireas  
Unidad Bomba 30 L  
Presión 1800 - 2000 psi  
Manguera 3/8" diámetro interior  
Boquilla 1/8" - 1/4"  
Filtro 20 micras  
Dilución No se requiere  
Espesor por capa 10 - 15 mils (250 - 381 micras) esp.

Equipo Convencional  
Se recomienda espesores aciale y humedad

Paleta DeVilbiss ZDA 5023  
Boquilla Fuego FX  
Boquilla Air 704  
Presión Aplicación 50 psi  
Presión Fuego 80 - 100 psi  
Dilución Máximo 2% en volumen


Brocha  
Brocha Nylor/Poliéster o Cerdas Naturales  
Dilución La necesaria hasta 10% por volumen

Rodillo  
Fondo Tajojo 3/8" con centro hendido  
Dilución Tajojo se requiere hasta 10% por volumen

**PREVENCIÓN DE DAÑOS**

Superficie	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4
Metal Base	SP 1	SP 1	SP 1	SP 1
Galvanizado	SP 1	SP 1	SP 1	SP 1
Galvanizado	SP 1	SP 1	SP 1	SP 1
Limpieza Herramienta Manual	SP 1	SP 1	SP 1	SP 1
Limpieza Chorro Comercial	SP 1	SP 1	SP 1	SP 1
Metal	SP 1	SP 1	SP 1	SP 1

www.sherwin.com/industrial



**Protective & Marine Coatings**

**FIRE CONTROL®**  
REVESTIMIENTO INTUMESCENTE BASE AGUA

Código: L04280T9100

**PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

Homogeneizar el contenido del envase, revolvendo hasta eliminar totalmente los grumos e incorporar todos los sedimentos.

Aplicar el producto sobre la superficie totalmente imprimada con el anticorrosivo adecuado y recomendado.

La capa debe ser pareja y uniforme protegiendo especialmente bordes y contornos de soldadura.

Antes de aplicar la mano siguiente, el revestimiento deberá haber secado durante 24 horas como mínimo, a 20 °C de temperatura ambiente y en ambiente seco.

Igual tiempo se debe esperar antes de manipular las piezas pintadas.

Inyección y zonas de difícil acceso deben ser selladas con Masilla Epoxica tipo 342-403, luego de aplicado el anticorrosivo y posteriormente recubrir con el espesor especificado de Intumescente. La idea es que no queden zonas sin el recubrimiento, que actúan como puentes térmicos en caso de incendio.

Aplicar el espesor de película recomendado según la resistencia al fuego solicitada y use los rangos de aplicación por capa que se indican a continuación.

**Recomendaciones de Rendimiento**

Pinte con una capa adhiriendo todas las armaduras y ángulos agudos para evitar fuga prematura en estas áreas.

Cuando pinte con equipo spray, aplique con un 50% de trabajo en cada pasada de pintura para evitar volutas, áreas en crecimiento y pinta. Si es necesario, distribuya el spray cruzado en ángulo recto.

Para evitar fugas de espesor spray, retire la pintura antes de la aplicación. Eliminar el filo de la pintura durante la aplicación de la pintura intumescente. Liberar el espacio antes de usarlo o desahogar de una guseta prolongada usando Agua Limpia.

Mantener el recipiente de pintura a nivel del aplicador para evitar fugas de la línea de fluido debido al peso del material. Desahoga la pintura en la línea de fluido en pausas intermitentes, pero mantenga la agitación en el recipiente de pintura.

Los rangos de aplicación se calculan en sólidos por volumen y no incluyen factor de pérdida de aplicación por perfil de la superficie, absorción o porosidad de la superficie, viscosidad y técnica del aplicador, método de aplicación, diversas irregularidades de la superficie, pérdida de material durante mezclado, derrames, sobre-dilución, condiciones climáticas y espesor excesivo de la película.

La aplicación de la pintura sobre o bajo el espesor de la película recomendada puede afectar el rendimiento del producto.

La dilución excesiva del material puede afectar el espesor de la película, adherencia y rendimiento.

El producto se seca por evaporación del agua y coalescencia. Variaciones de temperatura, en la dilución y alta humedad pueden alterar el tiempo de secado y las características de la pintura.

Aplicar en capa gruesa directamente sobre la superficie limpia y seca, respetando cantos, tornos, aristas y contornos de soldadura. No repasar en exceso, para mantener un buen espesor de película.

Previo a la aplicación de la pintura intumescente deberá estar totalmente seca la pintura.

Los espesores máximos autorizados en aplicación mediante brocha o rodillo son 4 a 5 mils (100 a 125 micras) de película seca por mano, sin dilución del producto.

Durante el proceso de aplicación y secado de la pintura intumescente, ésta deberá protegerse de la lluvia y alta humedad ambiental. La estructura una vez pintada en obra o en taller deberá ser protegida de la humedad ambiental por el resto de la obra.

Consulte la hoja de Información del Producto para propiedades y características adicionales de rendimiento.

**PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

Consulte la hoja de seguridad de este producto antes de usar.  
Los datos técnicos e instrucciones publicadas están sujetos a cambios sin previo aviso.  
Contacte al representante Sherwin-Williams para datos técnicos e instrucciones adicionales.

**GARANTÍA**

The Sherwin-Williams Company garantiza que nuestros productos están libres de defectos de fabricación conforme a los procedimientos de control de calidad de Sherwin-Williams. La responsabilidad de producto produce como defectuoso, a la pintura, está limitada al momento del producto defectuoso o al momento del primer pago por el producto defectuoso según el sistema Sherwin-Williams. NINGUNA OTRA GARANTÍA DE NINGUNA TIPO OTORGADA POR SHERWIN WILLIAMS EXCEDE LA GARANTÍA ESTABLECIDA POR LA LEY DE ESTE PAÍS. INCLUYENDO COMERCIALIZACIÓN Y ADECUACIÓN PARA UN PRODUCTO PARTICULAR.

**DECLARACIÓN**

La información y recomendaciones indicadas en esta Hoja de Datos del Producto están basadas en pruebas hechas por o en nombre de Sherwin-Williams Company. Tal información y recomendaciones están sujetas a cambios y corresponden al producto utilizado al momento de la publicación. Consulte a su Representante Sherwin-Williams para obtener información más reciente de Datos del Producto y Hoja de Aplicación.

www.sherwin.com/industrial

Fuente: Elaboración propia.  
Figura A-12. Ficha técnica.

A.3.8. Plan de control de calidad.

El plan de control de calidad establece los procedimientos para asegurar que la pintura se aplica correctamente y que las superficies estén adecuadamente protegidas. Esto incluye las pruebas de adherencia, espesor de la capa, y resistencia a la corrosión después de la aplicación. También puede incluir procedimientos de inspección visual y evaluaciones periódicas para asegurar que la pintura siga cumpliendo su función de protección.

- Procedimientos de inspección visual.
- Métodos de prueba para el espesor y adherencia de la pintura.
- Procedimientos de control de calidad en la aplicación de pintura.
- Criterios de aceptación o rechazo de las superficies pintadas.

A.3.9. Procedimientos operativos estándar (SOP).

Los Procedimientos Operativos Estándar (SOP) son documentos que definen de manera detallada y sistemática cómo deben realizarse las actividades de mantenimiento de la pintura, desde la preparación de la superficie hasta la aplicación final. Este documento garantiza que el mantenimiento se realice de manera consistente y según las mejores prácticas.

- Descripción de los pasos a seguir para cada tarea de mantenimiento.
- Métodos de aplicación, herramientas y equipos necesarios.
- Requisitos de condiciones ambientales para la aplicación de pintura.
- Procedimientos de limpieza y eliminación de residuos.

#### A.3.10. Informe de auditoría y cumplimiento.

Las auditorías de mantenimiento de pintura son evaluaciones periódicas que aseguran que todas las actividades de pintura se realicen de acuerdo con las normativas internas y externas de calidad, seguridad y medio ambiente. Los informes de auditoría ayudan a identificar áreas de mejora y garantizar que se sigan los procedimientos adecuados.

- Evaluación del cumplimiento de las normativas de seguridad y medio ambiente.
- Revisión de la ejecución de los planes de mantenimiento.
- Recomendaciones para mejorar el proceso de mantenimiento y la calidad de la pintura.

A.4. ANEXO 4: FLUJOS DE CAJA.

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES	
							Equipo	Precio
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparacion sup	\$24.616
Costos de mantenimiento		-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	Compresor	\$600
Depreciacion		-\$2.007	-\$2.007	-\$2.007	-\$1.917	-\$1.917	Pistola de pintura	\$450
Utilidad antes de imp		-\$9.621	-\$9.621	-\$9.621	-\$9.531	-\$9.531	Contenedor de pintura	\$9.726
Impuesto		-\$1.433	-\$1.433	-\$1.433	-\$1.430	-\$1.430	COSTOS OPERACIONALES	Dato
Utilidad despues de imp		-\$11.065	-\$11.065	-\$11.065	-\$10.961	-\$10.961	Costos de asignatura 1-5	7.500 \$/año
Depreciacion		\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	Costos mantenimiento equipos 1-5	144 \$/año
Inversiones							CAPITAL DE TRABAJO	Dato
Inversiones iniciales	-\$35.391						Año 0	\$3.807
Inversiones de reemplazo							DATOS ECONOMICOS	Dato
Capital de trabajo	-\$3.807					\$3.807	Impuesto	0
Flujo de caja	-\$39.350	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	-\$9.044	Tasa de descuento	0
Valor desecho						\$25.536	Depreciacion	Lineal
FLUJO DE CAJA NETO	-\$39.350	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	\$20.299	Contenedor de preparacion sup	20 años
							Compresor	3 años
							Pistola de pintura	5 años
							Contenedor de pintura	20 años
								48 años
VAN	-\$55.525	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE					
TIR	-33%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE					
Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro	
Contenedor de preparacion sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462	
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400	
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$180	
Contenedor de pintura	\$9.726	\$486	\$486	\$486	\$486	\$486	\$7.294	
Depreciacion total	\$35.391	\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	\$25.536	

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla A-2 Flujo de caja de propuesta 1.

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES		
							Equipo	Precio	
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparacion sup	\$24.616	
Costos de mantenimiento		-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	Compresor	\$600	
Depreciacion		-\$2.007	-\$2.007	-\$2.007	-\$1.917	-\$1.917	Pistola de pintura	\$450	
Utilidad antes de imp		-\$9.621	-\$9.621	-\$9.621	-\$9.531	-\$9.531	Contenedor de pintura	\$9.726	
Impuesto		-\$1.433	-\$1.433	-\$1.433	-\$1.430	-\$1.430	COSTOS OPERACIONALES	Dato	
Utilidad despues de imp		-\$11.065	-\$11.065	-\$11.065	-\$10.961	-\$10.961	Costos de asignatura 1-5	7.500 \$/año	
Depreciacion		\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	Costos mantenimiento equipos 1-5	144 \$/año	
Inversiones							CAPITAL DE TRABAJO	Dato	
Inversiones iniciales	-\$26.543						Año 0	\$3.807	
Inversiones de reemplazo							DATOS ECONOMICOS	Dato	
Capital de trabajo	-\$3.807					\$3.807	Impuesto	0	
Flujo de caja	-\$30.351	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	-\$5.237	Tasa de descuento	0	
Valor desecho						\$25.536	Depreciacion	Lineal	
FLUJO DE CAJA NETO	-\$30.351	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	\$20.299	Contenedor de preparacion sup	20 años	
							Compresor	3 años	
							Pistola de pintura	5 años	
							Contenedor de pintura	20 años	
								48 años	
VAN	-\$46.526	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE						
TIR	-31%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE						

Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro
Contenedor de preparacion sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$180
Contenedor de pintura	\$9.726	\$486	\$486	\$486	\$486	\$486	\$7.294
Depreciacion total	\$35.391	\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	\$25.536

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla A-3. Flujo de caja de propuesta 2.

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES		
							Equipo	Precio	
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparacion sup	\$24.616	
Costos de mantenimiento		-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	-\$144	Compresor	\$600	
Depreciacion		-\$2.007	-\$2.007	-\$2.007	-\$1.917	-\$1.917	Pistola de pintura	\$450	
Utilidad antes de imp		-\$9.621	-\$9.621	-\$9.621	-\$9.531	-\$9.531	Contenedor de pintura	\$9.726	
Impuesto		-\$1.433	-\$1.433	-\$1.433	-\$1.430	-\$1.430	COSTOS OPERACIONALES	Dato	
Utilidad despues de imp		-\$11.065	-\$11.065	-\$11.065	-\$10.961	-\$10.961	Costos de asignatura 1-5	7.500 \$/año	
Depreciacion		\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	Costos mantenimiento equipos 1-5	144 \$/año	
Inversiones							CAPITAL DE TRABAJO	Dato	
Inversiones iniciales	-\$14.154						Año 0	\$3.807	
Inversiones de reemplazo							DATOS ECONOMICOS	Dato	
Capital de trabajo	-\$3.807					\$3.807	Impuesto	0	
Flujo de caja	-\$17.964	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	-\$5.237	Tasa de descuento	0	
Valor desecho						\$25.536	Depreciacion	Lineal	
FLUJO DE CAJA NETO	-\$17.964	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.058	-\$9.044	\$20.299	Contenedor de preparacion sup	20 años	
							Compresor	3 años	
							Pistola de pintura	5 años	
							Contenedor de pintura	20 años	
								48 años	
VAN	-\$34.139	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE						
TIR	-28%	TIR < Td	PROPUESTA NO RENTABLE						

Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro
Contenedor de preparacion sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$180
Contenedor de pintura	\$9.726	\$486	\$486	\$486	\$486	\$486	\$7.294
Depreciacion total	\$35.391	\$2.007	\$2.007	\$2.007	\$1.917	\$1.917	\$25.536

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla A-4. Flujo de caja de propuesta 3

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES		DATOS ECONOMICOS	Dato	
Servicios de capacitación		\$43.353	\$43.353	\$43.353	\$43.353	\$43.353	Equipo	Precio	Impuesto	0	
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparacion sup	\$24.616	Tasa de descuento	0	
Costos op. Capacitacion		-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	Compresor	\$600	Depreciacion	Lineal	
Costos de mantenimiento		-\$115	-\$115	-\$115	-\$115	-\$115	Pistola de pintura	\$450	Contenedor de preparacion sup	20años	
Depreciacion		-\$3.466	-\$3.466	-\$3.466	-\$3.466	-\$3.376	Contenedor de pintura	\$9.726	Compresor	3años	
Amortizacion intangibles		-\$35	-\$35	-\$35	-\$35	-\$35	SERVICIOS	Cantidad	Pistola de pintura	5años	
Utilidad antes de imp		\$3.335	\$3.335	\$3.335	\$3.335	\$3.425	Asignatura 1-5	1 serv/año	Contenedor de pintura	20años	
Impuesto		-\$500	-\$500	-\$500	-\$500	-\$514	Capacitacion 1-5	6 serv/año		48años	
Utilidad despues de imp		\$2.835	\$2.835	\$2.835	\$2.835	\$2.911	PRECIO POR SERVICIOS	Precio	ACTIVOS INTANGIBLES	Monto	Vida util
Depreciacion		\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.376	Capacitacion 1-5	\$7.266	\$	600	15 años
Amortizacion intangibles		\$35	\$35	\$35	\$35	\$35	COSTOS OPERACIONALES	Dato			
Inversiones							Costos de asignatura 1-5	7500\$/año			
Inversiones iniciales	-\$35.391						Costos mantenimiento equipos 1-5	115\$/año			
Capital de trabajo	-\$18.259					\$18.259	Costos capacitacion 1-5	4817\$/año			
Flujo de caja	-\$53.650	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$24.851	CAPITAL DE TRABAJO	\$18.259			
Valor desecho						\$18.152					
FLUJO DE CAJA NETO	-\$53.650	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$42.733					

VAN	-\$3.582	VAN < 0	PROPUESTA NO RENTABLE
TIR	6%	TIR > Td	PROPUESTA RENTABLE

Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro
Contenedor de preparacion sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$90
Contenedor de pintura	\$9.726	\$1.945	\$1.945	\$1.945	\$1.945	\$1.945	
Depreciacion total	\$35.392	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.376	\$18.152

Activo intangible	Inversion	1	2	3	4	5
Gastos de pta. En marcha	\$700	\$35	\$35	\$35	\$35	\$35

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla A-5. Flujo de caja de propuesta 4

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES		DATOS ECONOMICOS	Dato		
Servicios de capacitación		\$49.851	\$43.353	\$43.353	\$43.353	\$43.353	Equipo	Precio	Impuesto	0		
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparacion sup	\$24.616	Tasa de descuento	0		
Costos op. Capacitacion		-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	Compresor	\$600	Depreciacion	Lineal		
Costos de mantenimiento		-\$115	-\$115	-\$115	-\$115	-\$115	Pistola de pintura	\$450	Contenedor de preparacion sup	20años		
Depreciacion		-\$3.466	-\$3.466	-\$3.466	-\$3.466	-\$3.376	Contenedor de pintura	\$9.726	Compresor	3años		
Amortizacion intangibles		-\$35	-\$35	-\$35	-\$35	-\$35	SERVICIOS	Cantidad	Pistola de pintura	5años		
Utilidad antes de imp		\$3.335	\$3.335	\$3.335	\$3.335	\$3.425	Asignatura 1-5	1 serv/año	Contenedor de pintura	20años		
Impuesto		-\$500	-\$500	-\$500	-\$500	-\$514	Capacitacion 1-5	6 serv/año		48años		
Utilidad despues de imp		\$2.835	\$2.835	\$2.835	\$2.835	\$2.911	PRECIO POR SERVICIOS	Precio	ACTIVOS INTANGIBLES	Monto	Vida util	
Depreciacion		\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.376	Capacitacion 1-5	\$7.266		\$	600	15 años
Amortizacion intangibles		\$35	\$35	\$35	\$35	\$35	COSTOS OPERACIONALES	Dato				
Inversiones							Costos de asignatura 1-5	7500\$/año				
Inversiones iniciales	-\$35.391						Costos mantenimiento equipos 1-5	115\$/año				
Capital de trabajo	-\$18.259					\$18.259	Costos capacitacion 1-5	5539\$/año				
Flujo de caja	-\$53.650	\$17.104	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$24.851	CAPITAL DE TRABAJO	\$18.259				
Valor desecho						\$18.152						
FLUJO DE CAJA NETO	-\$53.650	\$17.104	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$42.733						
VAN	\$6.389	VAN > 0		PROPUESTA RENTABLE								
TIR	12%	TIR > Td		PROPUESTA RENTABLE								
Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro					
Contenedor de preparacion sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462					
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400					
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$90					
Contenedor de pintura	\$9.726	\$1.945	\$1.945	\$1.945	\$1.945	\$1.945						
Depreciacion total	\$35.392	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.376	\$18.152					
Activo intangible	Inversion	1	2	3	4	5						
Gastos de pta. En marcha	\$700	\$35	\$35	\$35	\$35	\$35						

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla A-6. Flujo de caja de propuesta 5

ITEM	0	1	2	3	4	5	INVERSIONES		DATOS ECONOMICOS	Dato	
Servicios de capacitación		\$43.353	\$43.353	\$43.353	\$43.353	\$43.353	Equipo	Precio	Impuesto	0	
Costos op. asignatura		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	Contenedor de preparación sup	\$24.616	Tasa de descuento	0	
Costos op. Capacitación		-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	-\$28.902	Compresor	\$600	Depreciación	Lineal	
Costos de mantenimiento		-\$115	-\$115	-\$115	-\$115	-\$115	Pistola de pintura	\$450	Contenedor de preparación sup	20años	
Depreciación		-\$3.466	-\$3.466	-\$3.466	-\$3.466	-\$3.376	Contenedor de pintura	\$9.726	Compresor	3años	
Amortización intangibles		-\$35	-\$35	-\$35	-\$35	-\$35	SERVICIOS	Cantidad	Pistola de pintura	5años	
Utilidad antes de imp		\$3.335	\$3.335	\$3.335	\$3.335	\$3.425	Asignatura 1-5	1 serv/año	Contenedor de pintura	20años	
Impuesto		-\$500	-\$500	-\$500	-\$500	-\$514	Capacitación 1-5	6 serv/año		48años	
Utilidad después de imp		\$2.835	\$2.835	\$2.835	\$2.835	\$2.911	PRECIO POR SERVICIOS	Precio	ACTIVOS INTANGIBLES	Monto	
Depreciación		\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.376	Capacitación 1-5	\$7.266	\$	600	
Amortización intangibles		\$35	\$35	\$35	\$35	\$35	COSTOS OPERACIONALES	Dato		Vida útil	
Inversiones							Costos de asignatura 1-5	7500\$/año		15 años	
Inversiones iniciales	-\$17.696						Costos mantenimiento equipos 1-5	115\$/año			
Capital de trabajo	-\$18.259					\$18.259	Costos capacitación 1-5	4817\$/año			
Flujo de caja	-\$35.954	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$24.581	CAPITAL DE TRABAJO	\$18.259			
Valor desecho						\$18.152					
FLUJO DE CAJA NETO	-\$35.954	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$6.336	\$42.733					
VAN	\$14.114	VAN > 0	PROPUESTA NO RENTABLE								
TIR	18%	TIR > Td	PROPUESTA RENTABLE								
Inversiones	Valor	1	2	3	4	5	Valor libro				
Contenedor de preparación sup	\$24.616	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$1.231	\$18.462				
Compresor	\$600	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	-\$400				
Pistola de pintura	\$450	\$90	\$90	\$90			\$90				
Contenedor de pintura	\$9.726	\$1.945	\$1.945	\$1.945	\$1.945	\$1.945					
Depreciación total	\$35.392	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.466	\$3.376	\$18.152				
Activo intangible	Inversión	1	2	3	4	5					
Gastos de pta. En marcha	\$700	\$35	\$35	\$35	\$35	\$35					

Fuente: Investigación y elaboración propia.

Tabla A-7. Flujo de caja de propuesta 6

## A.5. ANEXO 5: COSTOS.

Componentes Industriales > Máquina de Limpieza > Abrastor

*Ideas for you, as your manufacturing partner*



**Sala de granallado de contenedores - Contenedor de China**

**US\$ 9.000,00-20.000,00**  
1 Set (MOQ)

**Detalles de Producto**

Personalización: Disponible  
 Aplicación: bruñido, limpieza de contenedores / botellas, deslavin  
 Combustible: Eléctrico

[Contactar](#) [Charlar](#)

**Qingdao Evertech Industry Co., Ltd.**  
Fabricante/Fábrica

Miembro Diamante Desde 2018  
 Proveedor Auditado

Fuente: <https://acortar.link/yTkage>

Figura A-13. Container de Granallado.

### Technical specifications

Air inlet	BSP1/4" M
Operating temperature	0-60 °C
Maximum pressure	8bar
Working pressure	1.4 to 2.2 bar
Spraying distance	15-20 cm
Air consumption	285L/min
stress	2Bar
Pot capacity	650 ml



Dto. Bienvenida

**CLP268.078** ~~CLP269.642~~ -1% dto.

5% de descuento extra

[CLP852 de descuentos en pedidos +CLP21.309](#)

**SAGOLA-PISTOLA DE PULVERIZACIÓN profesional para pintura de coche, boquilla de 1,3mm, grado Industrial, alta atomización, herramientas de pulverización neumáticas para el hogar**

1 vendido

Color: 1 set



Fuente: <https://acortar.link/yTkage>

Figura A-14. Pistola de pintura.

A.6. ANEXO 6: PAUTA DE MANTENIMIENTO.

**PAUTA DE MANTENIMIENTO  
PARA EQUIPOS DE  
PREPARACION SUPERFICIAL Y  
PROTECCION ANTICORROSIVA**

0		Uso	M. Rivera		
A	03-01-2025	Revisión interna	M. Rivera		
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Emitido para</i>	<i>Preparó</i>	<i>Revisó</i>	<i>Aprobó</i>
<b>P001</b>			N° P001-UTFSM-TT-000-IMI		

## 1. INTRODUCCIÓN.

El presente documento establece una breve guía sobre el mantenimiento de los equipos utilizados para el taller de Recubrimiento Anticorrosivo, en sus dos áreas (preparación superficial y aplicación de anticorrosivo). El fin de este documento es entregar una referencia práctica para establecer las bases del mantenimiento a los futuros encargados entregando una vida útil extensa de los activos mencionados. Cabe destacar que este documento no presenta una pauta detallada, sino que una guía básica que define puntos claves para considerar al momento de efectuar tareas de mantenimiento.

## 2. OBJETIVO.

Minimizar tiempos de inactividad, prevenir errores asociados al desconocimiento de las bases del mantenimiento de los equipos mencionados durante este documento entregando información clara y básica.

## 3. ALCANCE.

Este documento aplica exclusivamente para los equipos pertenecientes al taller de Recubrimiento Anticorrosivo.

## 4. EXCLUSIONES.

Se excluye a todo equipo que no este mencionado directamente en este documento.

## 5. EQUIPOS.

Equipo	Especificación
Compresor de aire	200 LITROS LIBRE DE ACEITE 8HP TEHTOOLS
Filtro de agua	AEROPRO FILTRO AGUA COMPRESOR UNICO 1/4" AFR80
Filtro de partículas	UBERMANN FILTRO DE PARTICULAS EN LÍNEA AIRE COMPRIMIDO
Pistola de pintura	SAGOLA ZEUS 3000 1,3 2 BAR + CUP 650 ML
Equipo de granallado	EQUIPO DE GRANALLADO PARA CONTENEDOR 40 PIES, OLLA 600 L Qingdao Evertech Industry Co., Ltd.

## 6. PAUTA DE MANTENIMIENTO.

A continuación de muestra la pauta de mantenimiento.

Elemento	Frecuencia	Actividad
Compresor de aire	D	Drenar humedad del tanque
	D	Verificar fugas de aire
	D	Limpiar suciedad del compresor
	S	Inspeccionar filtros de aire
	S	Inspeccionar válvula de seguridad
	M	Revisar placa de la válvula y el disco de la válvula
	M	Revisar anillo del pistón
Filtro de agua	T	Reemplazar de filtros de aire
	D	Drenar agua acumulada en el recipiente
	D	Inspeccionar condición del recipiente
	M	Limpiar elemento filtrante
	M	Comprobar que no haya obstrucciones en la válvula de drenaje
	T	Verificar presión de salida
Filtro de partículas	A	Verificar y reemplazar sellos y juntas
	D	Drenar condensado
	S	Limpiar superficies externas
	M	Limpiar elemento filtrante
	M	Verificar presión de salida
	T	Sustituir elemento filtrante
	A	Verificar sellos y juntas
Pistola de pintura	D	Limpiar todas las partes en contacto con pintura
	D	Inspeccionar aguja y boquilla
	S	Verificar ajustes de perillas de control
	M	Limpiar profundamente las partes desmontables
	M	Revisar componentes móviles
	T	Inspeccionar desgaste de partes móviles
	A	Sustituir aguja, boquilla y juntas
Equipo de granallado	D	Verificar el desgaste en componentes clave
	D	Remover residuos de abrasivos y polvo acumulado en las superficies internas y externas del equipo
	D	Asegurar que el nivel de abrasivo sea el adecuado para el funcionamiento óptimo del equipo
	S	Limpiar los filtros y sistemas de separación de partículas
	S	Revisar y ajustar las partes móviles del equipo, como turbinas y motores
	M	Realizar una inspección exhaustiva de todos los componentes del equipo
M	Reemplazar componentes que presenten signos de desgaste significativo	

3

Simbología.

Frecuencias	Símbolo
Diaria	D
Semanal	S
Mensual	M
Trimestral	T
Anual	A

Fuente: Elaboración propia

Figura A-15. Pauta de mantenimiento.

A.7. ANEXO 7: EXPERIENCIA PROFESIONAL.

Fuente: Elaboración propia 22-08-2021

Figura A-16. Registro en terreno.



Fuente: Elaboración propia 11-09-2021

Figura A-17. Registro de medición de espesor.



Fuente: Elaboración propia 15-08-2021

Figura A-18. Preparación de dolly.



Fuente: Elaboración propia 22-10-2021

Figura A-19. Dolly fallido.



Fuente: Elaboración propia 20-10-2021

Figura A-20. Registro de ensayo de tracción.



Fuente: Elaboración propia 10-06-2021

Figura A-21. Pintura intumescente.



Fuente: Elaboración propia 10-06-2025

Figura A-22. Aplicación de touch up.



Fuente: Elaboración propia 15-06-2025

Figura A-23. Error de aplicación.