



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

---

## TITULACIÓN

### TESIS PROFESIONAL

“Evaluación del proceso de pintura basado en la norma ETP-295 en la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V. en la ciudad de Tuxpan, Veracruz.”

### PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero en Ingeniería Industrial

### PRESENTA

Jorge Abdiel Ramírez Vargas

### DIRECTOR DE TESIS:

M.I.I. Erasmo Lara Román

### CO- DIRECTOR DE TESIS:

M.I.I. Cenía Edith Hernández San Juan

## **DEDICATORIA**

A Dios por dar su vida por mí, por no dejarme caer ante cualquier adversidad y darme conocimiento, por darles la fortaleza y el sustento a mis padres para poder brindarme el apoyo en esta carrera que hoy llega a su meta.

A mis padres Silvia Vargas Hernández y Alejandro Ramírez Hernández que con mucho esfuerzo, dedicación, paciencia y perseverancia me apoyaron a culminar esta carrera. me forjaron en este camino demostrándome que los errores son enseñanzas que se aprenden día a día, les agradezco la confianza que han depositado en mí, me han enseñado que, con humildad, esfuerzo y paciencia puedo lograr cada meta que me proponga, gracias por todos los valores que me inculcaron durante los años que tengo de vida, son mi ejemplo a seguir para luchar por todo lo que me proponga, me enseñaron que la mejor herencia que me pueden dejar en esta vida es la educación, gracias por que han creído en mí en cada paso que doy, podría escribir un sin fin de agradecimientos pero nunca terminaría de darle las gracias por todo lo que han hecho por mí, los amo tanto papás gracias por todo.

A mi hermana Elizabeth Alejandra Ramírez Vargas, por su apoyo en momentos donde lo necesite, su confianza que deposito en mí, su cariño de hermana y por ser otro ejemplo más de superación para mí.

A mi novia Jovanna Joselyn Aguilar Rojas por pertenecer a mi vida y darme la motivación que requería en cada tropiezo, por apoyarme en darme su amor y su cariño en los momentos más difíciles y cuando sentía que no podía más, gracias por confiar en mí. Te amo. A la familia de mi novia que me apoyaron durante todo este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a mi asesor al Ing. Erasmo Lara Román asesor de mi proyecto, por brindarme su apoyo, ideas y sus conocimientos a lo largo del proyecto.

Gracias a cada uno de los docentes que me impartieron materias a lo largo de la carrera.

Doy gracias a cada uno de los colaboradores de la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V. que me proporcionaron sus conocimientos y apoyo, de antemano gracias por permitirme desarrollar mi proyecto en esta institución.

Por ultimo gracias al Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache por permitirme culminar mis estudios.

## RESUMEN

El presente proyecto plantea una propuesta de evaluación específicamente para el proceso de pintura en la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V. que mejorará la calidad de los productos o piezas que se elaboran y por consiguiente la productividad utilizando las técnicas de Deming cuyo principal objetivo es la mejora continua a base de observación.

El principal objeto de estudio de este trabajo es realizar una evaluación en dicho proceso mencionado anteriormente el cual ayudará a prevenir errores y corregirlos para lograr cumplir los requisitos que requieren cada producto o pieza. Esta evaluación juega un papel muy importante dentro del proceso ya que es una herramienta útil para verificar cada paso y permitir a la empresa organizar o re-organizar cada tarea, al igual permitirá evitar retrabajos. El plan de evaluación que se desarrolló en este proyecto se espera que sea de apoyo para elaborar nuevos planes en los distintos procesos que existen dentro de la empresa.

**Palabras clave:** Evaluación, proceso, calidad, productos, mejora continua, verificar, organizar.

## **ABSTRACT**

This project proposes an evaluation proposal specifically for the painting process in the company Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V. that will improve the quality of the products or parts that are made and therefore productivity using Deming's techniques whose main objective is continuous improvement based on observation.

The main object of study of this work is to carry out an evaluation in said process mentioned above, which will help to prevent errors and correct them to achieve the requirements required by each product or part. This evaluation plays a very important role in the process, since it is a useful tool to verify each step and allow the company to organize or re-organize each task, as well as avoiding rework. The evaluation plan that was developed in this project is expected to be of support to develop new plans in the different processes that exist within the company.

**Keywords:** Evaluation, process, quality, products, continuous improvement, verify, organize.

# ÍNDICE TEMATICO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Hipótesis.....	6
1.5 Objetivos generales y particulares.....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	7
1.6 Metas.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Pintura.....	8
2.2 Tipos de pinturas industriales.....	9
2.2.1 Las pinturas epóxicas.....	9
2.2.2 La familia de los poliuretanos o isocianatos.....	9
2.2.3 Inorgánicos y las siliconas.....	10
2.3 Sandblast.....	10
2.4 Métodos de limpieza de metal.....	11
2.5 Corrosión.....	20
2.6 Tipos de corrosión.....	22
2.6.1 Corrosión uniforme.....	22
2.6.2 Corrosión localizada.....	22
2.6.3 Lixiviación selectiva.....	23
2.7 Control de calidad.....	24
2.8 Calidad de servicio al cliente.....	25
2.9 Ciclo PDCA de Mejora Continua o ciclo de Deming.....	26
2.9.1 Ventajas del ciclo de Deming.....	29
2.9.2 Desventajas del ciclo de Deming.....	29
2.10 Conceptos.....	30
3. ESTADO DEL ARTE.....	32
4. METODOLOGÍA.....	40
4.1 Caso de estudio.....	40
4.2 Aplicación del ciclo de mejora continua (PDCA).....	41
4.2.1 Planear.....	41

4.2.2	Hacer.....	50
4.2.3	Verificar.....	54
4.2.4	Actuar.....	63
4.3	Propuesta solución.....	64
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	66
5.1	Análisis de la situación actual en el proceso de pintura.....	66
5.2	Plan de verificación.....	66
5.3	Recomendaciones para una mejora continua.....	67
6.	CONCLUSIONES.....	69
	ANEXOS.....	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2. Sandblasteo. Fuente: ((Sand Blast y Pintura, 2021) .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. SSPC-SP-1. Fuente: (SIKA, 2015).....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. SSPC-SP-2. Fuente: (SIKA, 2015).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. SSPC-SP-3. Fuente: (SIKA, 2015).....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6. SSPC-SP-5 / NACE N°1. Fuente: (SIKA, 2015). .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 7. SSPC-SP-6 / NACE N°3. Fuente: (SIKA, 2015). .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 8. SSPC-SP-7 / NACE N°4. Fuente: (CONSTRUCTORA OCITRIMEX, n.d.). .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 9. SSPC-SP-8. Fuente: (CONSTRUCTORA OCITRIMEX, n.d.). .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10. SSPC-SP-10 / NACE N°2. Fuente: (SIKA, 2015) .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 11. SSPC-SP 11. Fuente: (APLIKA CONTROL CORROSIÓN S.A.S., n.d.). .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 12. SSPC-SP-12 / NACE N° 5. Fuente: (SIKA, 2015). .....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 13. Corrosión de ductos de acero. Fuente: (Morken Group, n.d.).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 14. Corrosión uniforme. Fuente: (Sugeydi Parra, 2018). .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 15. Corrosión localizada. Fuente: (Sugeydi Parra, 2018).....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 16. Lixiviación selectiva. Fuente: (Nick Connor, 2021).....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 17. Ciclo PDCA. Fuente: (Consultores, 2020).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 18. Patio de fabricación DEMERESA. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 19. Medidas de media caña. Fuente: Área de ingeniería .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 20. Medidas de ceja. Fuente: Área de ingeniería.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 21. Medidas de cartabon. Fuente: Área de ingeniería. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 22. Diseño de medias cañas armadas. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 23. Dibujo de abrazadera. Fuente: Área de ingeniería.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 24. Tubos para fabricación. Fuente: Propia. ....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 25. Área de sandblast. Fuente: Propia. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 26. Compresor de aire para sandblast. Fuente: Propia.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 27. Equipo de sandblast. Fuente. Propia. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 28. Área de pintura. Fuente: Propia. ....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 29. Anaquel de pinturas. Fuente: Propia. ....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 30. Ficha técnica de componente anticorrosivo. Fuente: Área de pintura. ....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 31. Equipo de pintura. Fuente: Propia.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 32. Compresor de aire para equipo de pintura. Fuente: Propia.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 33. Soldadura de pieza. Fuente: Propia.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 34. Piezas dentro del cuarto de sandblast. Fuente: Propia. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 35. Piezas con el sistema de recubrimiento anticorrosivo aplicado. Fuente: Propia .....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 36. Aplicación del color amarillo (acabado). Fuente: Propia. ....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 37. Pieza terminada. Fuente: Propia. ....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 38. Formato de verificación de % de humedad relativa. Fuente: Área de pintura. .</i>	<i>54</i>
<i>Figura 39. Medidor de punto de rocío. Fuente: Propia.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 40. Medidor de espesor en película seca de la pieza pintada. Fuente: Propia.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 41. Realización prueba de adherencia. Fuente: Propia.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 42. Equipo detector de porosidad. Fuente: Propia .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 43. Lista de verificación. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 44. Lista de verificación de primera pieza evaluada. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 45. Primera pieza verificada. Fuente: Propia.....</i>	<i>61</i>

*Figura 46. Lista de verificación de segunda pieza evaluada. Fuente: Elaboración propia. 62*  
*Figura 47. Segunda pieza verificada. Fuente: Propia. .... 63*  
*Figura 48. Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración propia. .... 65*

# 1. INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones de procesos, por su parte son las que ofrecen la información más apropiada para mejorar la gestión. Permiten que una mirada externa al programa obtenga información y realice análisis que concluyan si la estructura lógica de un proceso opera en realidad o no, dónde y porque hay cuellos de botella; en qué puntos hay que mejorar la comunicación interna o externa; si se genera o no la información que necesitan los responsables y cómo y cuánto la gestión detallada de esta acción pública permite que operé correctamente y que obtenga resultados. Aunque no hace una medición de efectos o impactos, entrega elementos pertinentes para hacer que la gestión sea más eficaz y eficiente, y por lo tanto que crezcan los impactos y mejore el costo/ beneficio de la acción. (CONEVAL, 2013)

El proyecto que se presenta cuenta con cuatro capítulos, en el capítulo número uno se mostraran las generalidades del proyecto, la descripción de la empresa a través de su historia, constitución, funcionamiento, misión, valores, la problemática que se identificó y la justificación del proyecto. En el segundo capítulo se explicará la teoría del proyecto, en específico sus diferentes conceptos, características, tipos y la metodología con la que será desarrollado el proyecto.

Para el tercer capítulo se tiene como finalidad abordar el caso de estudio, en específico se explica la implementación de la metodología en el proceso de pintura de la empresa Demeres para lograr que alcance la eficacia y eficiencia, se observaran las propuestas de solución para el problema que se presentó. Por último se hablara de los resultados obtenidos con las propuestas para posteriormente concluir con recomendaciones para mejorar el proceso de manera que tengan el impacto positivo para la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S. A. de C. V. y se vea reflejada en el aumento de satisfacción tanto del personal, como de los clientes.

Este trabajo presenta una profunda evaluación del proceso actual del área pintura con el fin de trazar directrices de desarrollo que efectúen mejoras a los procedimientos del mismo, para lograr hacer de esta productiva y exitosa. Para este proyecto es necesario un análisis de

mejora continua que garantice que dicho proceso satisfaga las necesidades internas de la empresa.

### **1.1 Antecedentes.**

La pintura desde el punto de vista constructivo, supone el acabado final de los edificios. Ha sido un elemento decorativo de gran importancia a lo largo de la historia de la humanidad. Este hecho, ha proporcionado la aparición de técnicas y estilos diferentes, que han ido sucediendo y recuperando, hasta llegar a la actualidad en la que conviven técnicas tradicionales con otras nuevas derivadas del desarrollo tecnológico. Hace ya más de 2000 años, el hombre de las cavernas pintaba las paredes de sus cuevas utilizando la pintura que él mismo fabricaba. Los egipcios, hace 4.000 años ya utilizaban recubrimientos de temple a base de, huevos, agua, goma arábiga y pigmentos minerales como óxido de hierro para dar color a sus paredes. En Japón, 400 años antes de Cristo, ya se fabricaban lacas muy apreciadas, y lo hacían con la primera resina fenólica conocida: la savia de un árbol, el “Rus Vernicefera”. Plinio el Grande, produjo hace lo menos 2.500 años, posiblemente uno de los primeros pigmentos sintéticos conocidos, era el plomo blanco, que se obtuvo haciendo reaccionar vinagre con plomo. (Juliá Pinturas, 2022).

Hace 40,000 años, los artistas primitivos inventaron los primeros pigmentos, utilizando una combinación de tierra, grasa animal, minerales, carbón y tiza. Con estos materiales naturales, pintaron las paredes de sus cuevas con una paleta de colores limitada al rojo, amarillo, marrón, negro y blanco. Desde entonces, los avances científicos y tecnológicos han dado lugar a innumerables colores y tipos de pintura para crear arte. Con el avance de las diferentes civilizaciones en todo el mundo, el transporte de materiales fue cada vez más sencillo. Esto fue algo común en la antigua Grecia y Egipto, donde la gente importaba pinturas de toda Europa y Asia para decorar sus templos y tumbas. Los procesos para hacer pintura también comenzaron a cambiar, lo que permitió a los artistas elegir una paleta de colores más amplia (aunque todavía limitada). Por ejemplo, la arena, la cal y el mineral de cobre se pueden mezclar y calentar para hacer un pigmento azul verdoso llamado azul egipcio; producían un rojo vibrante al mezclar y tostar azufre con mercurio (que es muy peligroso); y el blanco se obtenía sellando tiras de plomo en vasijas de barro con vinagre y cubriéndolas

con estiércol. A mediados del siglo XIX, se empezaron a producir pinturas de fabricación industrial para rociar automóviles o decorar hogares y negocios. A pesar de su uso previsto, estas pinturas también fueron utilizadas por artistas modernos que se sintieron atraídos por su velocidad de secado rápido en comparación con las pinturas al óleo tradicionales. El pintor expresionista Jackson Pollock utilizó una nueva pintura a base de resina sintética conocida como “esmalte brillante”. Dado que la pintura se derramaba suavemente, era perfecta para su técnica de dripping, y la usó hasta su muerte en 1956. (Sienra, 2021).

Desde estos primeros tiempos, la industria de la pintura, puso todo su empeño en ir a la par de este desarrollo, para complacer el deseo de los clientes mediante el desarrollo de tipos de pintura y métodos de aplicación más racionales, así como las instalaciones apropiadas. Hasta los años 20, los automóviles se pintaban según el proceso usado para los antiguos carruajes, con pinturas al aceite y pinturas al aceite- copal con un alto esfuerzo de trabajo manual. Más tarde, hacia el 1920 aparecen las primeras pinturas a base de nitrocelulosa y con ellas la aplicación a pistola, perfeccionándose este tipo de aplicación aerogáfica. Mediante este nuevo sistema de pintura pudo reducirse el tiempo de pintado al sensacional tiempo de 2 a 3 días. En los años siguientes a 1935 empiezan a notarse el cambio hacia las pinturas sintéticas, usándose un secado al horno únicamente para el secado de imprimaciones, mientras los esmaltes siguen siendo de exclusivo dominio de las nitrocelulosas o nitrocombinación de secado al aire. Con el pintado con resinas sintéticas se obtienen películas muy resistentes a la intemperie y exige menos procesos de trabajo que un pintado con nitrocelulosa ya que los tipos de secado al horno secan en muy corto tiempo. Estos tipos de secado al horno se emplean hoy principalmente en todas las fábricas de automóvil. (Alfonso, 2022).

## **1.2 Planteamiento del problema.**

La corrosión de los metales en contacto con la atmósfera se convirtió en un problema después de que los humanos descubrieran y comenzaran a usar el hierro como metal para fabricar artículos cotidianos. Actualmente existen diversas construcciones metálicas que están expuestas a la atmósfera, como automóviles, puentes, centrales eléctricas y edificios.

La empresa DEMERESA produce estructuras metálicas; derivadas de acero. Sus procesos de elaboración durante la transformación de la materia prima están: rolado, corte, armado, soldadura manual, pintura, entre otros. La empresa actualmente elabora medias cañas metálicas de acero para el campo plataformero, al igual con diferentes tipos de trabajos como la fabricación de protectores y defensas para tubería de acero, ésta cuenta con treinta y nueve trabajadores para el área de estructura donde se desarrolla el proceso de elaboración de piezas. El área de pintura consta de seis operadores por contrato para el proceso de pintado de piezas y estructuras. Para el desarrollo de un control de calidad efectivo; la empresa ha desarrollado formatos de inspección por períodos de tiempo consistentes con el cronograma de trabajo, pero carece de controles en el desarrollo de estructuras que permitan que el producto final acepte retrasos en el tiempo esperado de finalización del proceso. Las piezas metálicas son transportadas dentro del área de cada proceso durante su elaboración donde serán cortados los tubos, para luego ser armadas por los paileros, después de haberse armado se procede a ser soldadas por un operador con la máquina de soldar eléctrica; éstos fijarán los componentes de las piezas para evitar las inconsistencias de longitudes. Finalizada la estructura es transportada al área de pintura, por consiguiente, los ingenieros de calidad observarán y realizarán registros e inspecciones de calidad para determinar si se encuentra dentro de las especificaciones y para corregir o eliminar defectos (virutas de soldadura, escurrimiento de pintura y capas de pintura) para luego si llegase a ocurrir alguna imperfección ser reparada.

En el proceso descrito anteriormente se identifican pocos errores en los productos a pintar, tales como mala medida de las piezas; la sobre soldadura que se genera en el área de soldar; los innumerables puntos de soldadura que se generan a partir de la unión de las piezas en el área de armado (paileria); el sobre esmerilado de las piezas en el que se desgasta la superficie, mal armado de piezas. Todo esto conduce a una mala calidad de los detalles y una apariencia inadecuada, lo que retrasa el proceso de obtención del producto terminado con la calidad requerida al momento de aplicar la pintura. Además, existe el problema en el área de pintura, donde se presentan situaciones ambientales como humedad relativa, preparación de la pintura de forma inadecuada; mala aplicación de la pintura; mala adherencia de la pintura con la pieza; empollamiento de la pintura; desprendimiento de la pintura con la pieza; mal

almacenamiento de los productos recién pintados, lo que provoca desperdicio de materiales requeridos para el proceso de pintura, conllevando a pérdidas económicas para la empresa. Estos problemas se multiplican por la falta de conocimiento de los empleados que realizan su trabajo de forma experimental. El problema se aumenta en muchas ocasiones debido a que las piezas preparadas para el proceso de pintado contienen defectos como sobre pulido, lo cual para corregirlo se procede a colocar puntos de soldadura y luego re-pulir la pieza, esto conlleva a un retraso en la producción y por consecuencia para los operarios de pintura que esperan las piezas en las mejores condiciones para realizar su trabajo. Sin embargo, por presentarse los defectos deben retrasar su producción.

### **1.3 Justificación.**

El deterioro de equipos valiosos, estructuras y maquinarias por acción del medio que los rodea, es un fenómeno que podemos observar a diario en nuestros hogares, en la calle y en las industrias. De forma permanente escuchamos hablar a jefes de mantenimiento de industrias sobre los problemas que se les presentan por “Corrosión” y los gastos que tienen que efectuar para poder defenderse de ella. Esto mismo que se presenta a nivel nacional lo tenemos también a nivel mundial y es constante preocupación en Universidades, Centros de Investigaciones, industrias y Asociaciones de profesionales, el buscar métodos y procedimientos adecuados para combatir este serio problema. Para formarnos una idea de la importancia económica de los deterioros por “Corrosión”, podemos indicar, según fuentes técnicas informadas, que las pérdidas directas atribuibles a este fenómeno son de una cantidad considerable. Es lógico comprender la preocupación existente a nivel mundial por defender a los materiales metálicos de este deterioro. (García, 2003, p. 1 y 2).

El control de calidad en las áreas de pintura es un tema globalizado, en el armado de estructuras y la exclusión de corrosión en las piezas, para esto deberá estar presente un óptimo control de calidad que pueda incluir normativas generales y específicas en las diferentes áreas de pintura relacionadas con la fabricación y armado de las estructuras. En la empresa Demersa durante el proceso de fabricación de estructuras metálicas, específicamente en el área de pintura, se han observado ciertas características deficientes que contiene el producto terminado, entre ellos se puede mencionar, pintura mal adherida a las piezas, pintura que se

daña fácilmente por que se encuentra fresca, malas técnicas de pintado en las estructuras y desgaste de la pintura. Todo esto se origina debido al medio ambiente en que se elabora, carencias en la calidad del producto durante el proceso de armado de las estructuras, inadecuada aplicación de soldadura, traslado inadecuado al almacén del producto, inadecuado local para el almacenamiento, exceso de soldadura en las piezas. Estas anomalías pueden dar lugar a un aumento de los costes de producción, una disminución de la competitividad del mercado, una disminución de la demanda, desigualdades medioambientales y daños en los recursos humanos. Por ello, es importante realizar un control de calidad de la pintura, que ofrezca posibles sugerencias para mejorar el proceso de pintura.

Esta empresa cuenta con un control de calidad que optimiza los recursos en mayores cantidades encaminados a brindar al mercado un producto con especificaciones de calidad. Para ello, la empresa cuenta con personal capacitado y maquinaria moderna, pero con bajo consumo de recursos. Por ello, a través de este estudio, pretendemos desarrollar una evaluación de los métodos utilizados durante la preparación y aplicación de la pintura y proponer un sistema de gestión de calidad basado en normas y otras que puedan estar más vigentes en el mercado. El beneficiario del desarrollo de esta gestión de calidad será el área estructural del taller de pintura DEMERESA, ya que se obtendrán los resultados de su implementación continua y podrán aplicar el proceso de estandarización de calidad adecuado y así asegurar que los estándares de calidad de los productos sean introducidos en el mercado, haciendo a la empresa más competitiva.

#### **1.4 Hipótesis.**

Ho – Aplicar el ciclo de mejora continua se puede mejorar el proceso de pintura.

#### **1.5 Objetivos generales y particulares.**

##### **1.5.1 Objetivo general.**

Evaluar el proceso de aplicación de pintura basado en la norma ETP-295 para implementar una mejora continua y mejorar la calidad de las piezas.

### 1.5.2 Objetivos específicos.

- ❖ Analizar el proceso actual de aplicación de pintura.
- ❖ Determinar las condiciones óptimas de aplicación de pintura que se rigen en la norma ETP-295.
- ❖ Conocer los elementos necesarios para elaborar un plan de mejora continua en el proceso de aplicación de pintura.

### **1.6 Metas**

El presente trabajo esta específicamente enfocado en el proceso de pintura, con el cual se busca evaluar dicho proceso utilizando estrategias como el uso de la metodología PDCA para que nos permita tener un mejoramiento continuo del proceso, así mismo lograr obtener productos o piezas de excelente calidad y hacer llegar a la empresa a obtener más y mejores proyectos.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Pintura.

La pintura es un material de revestimiento pigmentado que cuando se aplica a un sustrato, forma una película seca opaca que tiene propiedades protectoras, decorativas o técnicas específicas.

La pintura industrial tiene como objetivo principal proteger maquinaria, infraestructura y mobiliario de agresiones físicas y químicas, así como de condiciones y climas severos, a los que pueden estar expuestos. Su uso lo podemos encontrar en hospitales, hoteles, escuelas, centros comerciales, restaurantes; en postes, puentes, estructuras metálicas, en el suelo, vías carreteras, símbolos y señalización vial; sin embargo su uso no se limita a esos espacios, también se utiliza en tuberías, cilindros, tanques; tanques de agua tratada de materiales abrasivos de agua potable; así como en estructuras que tengan exposición industrial a la luz, al agua y a químicos; en equipos motores de plantas industriales; en maquinarias e instalaciones que estén expuestas a temperaturas extremas y al ambiente industrial, como fábricas y minas, sin olvidar que la pintura industrial es importante en el sector automotriz, aeroespacial, aeronáutico, entre otros.

La finalidad de la pintura industrial es proteger de factores corrosivos del medio ambiente, para lograrlo, su espesor es el que crea una barrera que impide la penetración del oxígeno y el agua al sustrato. Es decir, evita que los objetos o inmuebles se oxiden. Recordemos que la oxidación es un proceso químico en el cual se desprenden electrones de una molécula, átomo o ion. Existen dos tipos de oxidación, oxidación rápida, por ejemplo, la combustión, y oxidación lenta, que se presenta en forma de corrosión en metales, como el hierro, cuando entran en contacto con el agua, con sales, el oxígeno y el medio ambiente en general. El sector industrial es el que más se ve perjudicado por este fenómeno pues una vez que se afectan las superficies metálicas por la corrosión, éstas podrían romperse y provocar accidentes, de ahí la importancia de aplicar la pintura industrial que haga una protección efectiva. (GROUP, 2018)

## **2.2 Tipos de pinturas industriales.**

### 2.2.1 Las pinturas epóxicas.

Son probablemente los recubrimientos protectores más utilizados a nivel industrial. Son productos de dos componentes que deben mezclarse antes de su uso. Dentro de este contexto puede establecerse que existen no más de 10 tipos de resina epóxica y una variedad muy grande de agentes curantes y endurecedores. Las propiedades del producto final varían enormemente y dependen principalmente del agente curante. Según el curante que se use, la película de pintura puede ser más o menos resistente al agua, a la temperatura, a los álcalis y ácido, a los solventes, a la abrasión. El agente curante más ampliamente usado es la poliamida, que le otorga propiedades de resistencia razonables para todas las aplicaciones generales. Para casos más específicos y puntuales es necesario seleccionar el curante más adecuado. Gracias a sus excelentes propiedades de protección frente a la corrosión, los impactos o la abrasión. Además ofrece unos tiempos de secado muy rápidos, favoreciendo la productividad, así como una gran capacidad de adherencia a diferentes materiales y superficies (hierro, zinc y aluminio). *(García, 2003, p. 49 y 41)*

### 2.2.2 La familia de los poliuretanos o isocianatos.

Está constituida por tres grupos de productos de excelentes cualidades de resistencia cuya principal cualidad es el alto brillo y su resistencia a la abrasión, aparte de buenas cualidades químicas. Se usa en todas aquellas partes donde se requiere resistencia y estética. El primer grupo está constituido por aceite secante más isocianato, utilizando principalmente como barnices marinos y vitrificados de pisos (ej.: Barniz para canchas de palitroque o basquetbol). El segundo grupo son productos de 2 componentes. Uno contiene el isocianato y el otro la resina reactiva que deben mezclarse antes de su aplicación. Variando la resina reactiva se obtiene una amplia variación de sus propiedades específicas. Ejemplos: Pinturas de aviones comerciales, estanques, estructuras industriales en ambiente químico agresivo, etc. El tercer grupo está conformado por barnices y esmaltes en que se tienen un isocianato activo que reacciona con la humedad del aire, rindiendo revestimientos excepcionalmente duros, brillantes y tenaces. Especialmente aptos para protección de pisos de hormigón entre otros. Existe un cuarto grupo que está constituido en forma similar al segundo por resinas reactivas.

Éstas, según la formulación pueden rendir revestimientos en capa gruesa desde duros y resistentes, hasta recubrimientos elásticos de carácter elastomérico. (García, 2003, p. 41).

### 2.2.3 Inorgánicos y las siliconas

Un tercer grupo de los revestimientos de reacción química son los inorgánicos y las siliconas. En el caso de las siliconas, se produce una reacción de descomposición de la resina por efecto de la temperatura, dando lugar a una capa de sílice inorgánica. Esta sílice une las partículas pigmentarias, generalmente aluminio en laminillas, y tiene resistencia a temperaturas altas. Se usa por ello preferentemente en el pintado de chimeneas y ductos de gases calientes. Los inorgánicos por otra parte, están constituidos por un silicato alcalino (amonio, litio o potasio) o por un silicato orgánico (etilo), el que se mezcla con zinc metálico en polvo. La reacción química que tiene lugar forma una trama de Silicato de zinc, tenazmente adherida al acero que soporta a su vez el exceso de zinc metálico que se adiciona. Con ello virtualmente se logra formar una capa de zinc metálico continuo y en contacto eléctrico entre las partículas, obteniéndose en esa forma lo que se conoce como el galvanizado en frío. (García, 2003, p. 42).

## 2.3 Sandblast.

La palabra "sandblast" proviene de los vocablos en inglés "sand" que significa arena y "blast" que significa presión, por lo que el término hace referencia a la técnica llamada "arena a presión" o comúnmente conocido como "chorro de arena" o "arenado". Sin embargo esta técnica no necesariamente utiliza arena para su funcionamiento ya que existen diferentes abrasivos como sustituto, tales como:

- 2 Arena sílica.
- 3 Óxido de aluminio.
- 4 Carburo de silicio.
- 5 Bicarbonato de sodio.
- 6 Granate.
- 7 Escoria de cobre.
- 8 Perla de vidrio.
- 9 Abrasivo plástico.
- 10 Granalla de acero.

Para la realización de este proceso se utiliza aire comprimido para propulsar partículas abrasivas a altas velocidades por medio de una boquilla, esta técnica en general se realiza en el acero, la fundición y las aleaciones metálicas en general, y también, en otros materiales como por ejemplo: madera, vidrios, cerámicas, piedras, losas, losetas, acrílicos y mármoles, tanto para el uso en la industria mecánica como en la construcción, con el fin de limpiar estructuras metálicas y protegerlas de la oxidación, preparar materiales para la aplicación de recubrimientos, remover oxidación e impurezas, quitar pinturas y otros acabados, retirar impurezas de soldadura, renovar partes de maquinaria, equipo y engranes, remover placas de concreto y dar acabados en madera, acero, resina y plástico. Los principales componentes que sirven para este proceso son: el tipo de abrasivo, la pistola de sandblasting, el compresor, la manguera y la boquilla, todos y cada uno de estos componentes son seleccionados de acuerdo al elemento que será sometido al proceso. (Cough, 2019).



*Figura 1. Sandblasteo. Fuente: ((Sand Blast y Pintura, 2021)*

#### **2.4 Métodos de limpieza de metal.**

Una correcta preparación de superficie previo a la aplicación de cualquier tipo de revestimiento o pintura es un factor de suma importancia a considerar que repercute directamente sobre el resultado final del mismo. El rendimiento de un revestimiento protector

está influenciado significativamente por su capacidad de adherirse adecuadamente al sustrato, siendo de suma importancia la eliminación de aceites, grasas, pinturas viejas y contaminantes de la superficie como la cascarilla de laminación y herrumbre. (CYM Materiales, 2015, p. 1)

SSPC-SP-1 (Limpieza con Solventes). Preparación de superficie o limpieza utilizando solventes, vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos que remueven de los sustratos contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador. La limpieza con solventes puede utilizarse antes de la aplicación de la pintura y en conjunto con otros métodos de preparación de superficie mecánicos para la eliminación de óxido, cascarilla de laminación, o pinturas.



Figura 2. SSPC-SP-1. Fuente: (SIKA, 2015).

SSPC-SP-2 (Limpieza con herramientas manuales). Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas manuales (cepillos manuales, lijas, etc) para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes. Este método puede no desprender completamente todas las incrustaciones que estén adheridas a la superficie.



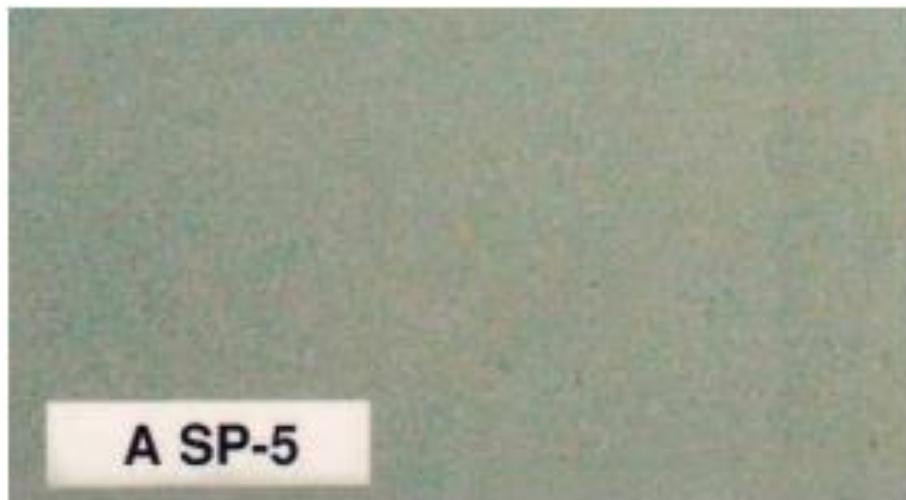
*Figura 3. SSPC-SP-2. Fuente: (SIKA, 2015).*

SSPC-SP-3 (Limpieza con herramientas manuales mecánicas). Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes Este método puede no desprender completamente todas las incrustaciones que estén adheridas a la superficie.



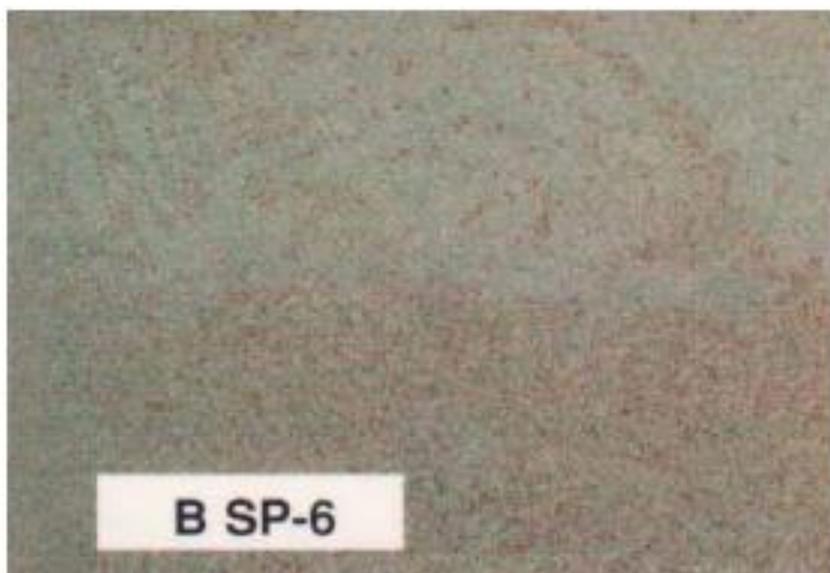
*Figura 4. SSPC-SP-3. Fuente: (SIKA, 2015).*

SSPC-SP-5 / NACE N°1 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado metal blanco). Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Metal Blanco. Este tipo de limpieza, utiliza cualquier tipo de abrasivo proyectado a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura sin excepciones. Es utilizada donde las condiciones son extremadamente severas, con contaminantes ácidos, sales en solución, etc.



*Figura 5. SSPC-SP-5 / NACE N°1. Fuente: (SIKA, 2015).*

SSPC-SP-6 / NACE N°3 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado comercial). Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Comercial. Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben verse sólo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas muy poco solicitadas sin ambientes corrosivos.



*Figura 6. SSPC-SP-6 / NACE N°3. Fuente: (SIKA, 2015).*

SSPC-SP-7 / NACE N°4 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado rápido). Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado rápido o ráfaga. Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina cascara de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, capa suelta de laminación, óxido suelto y capas de pintura desprendidas. Conserva la capa de laminación donde está firmemente adherida. Estas partes no deben desprenderse mediante un objeto punzante. Es utilizado sólo en los casos de condiciones muy poco severas y presentará áreas de probables fallas.



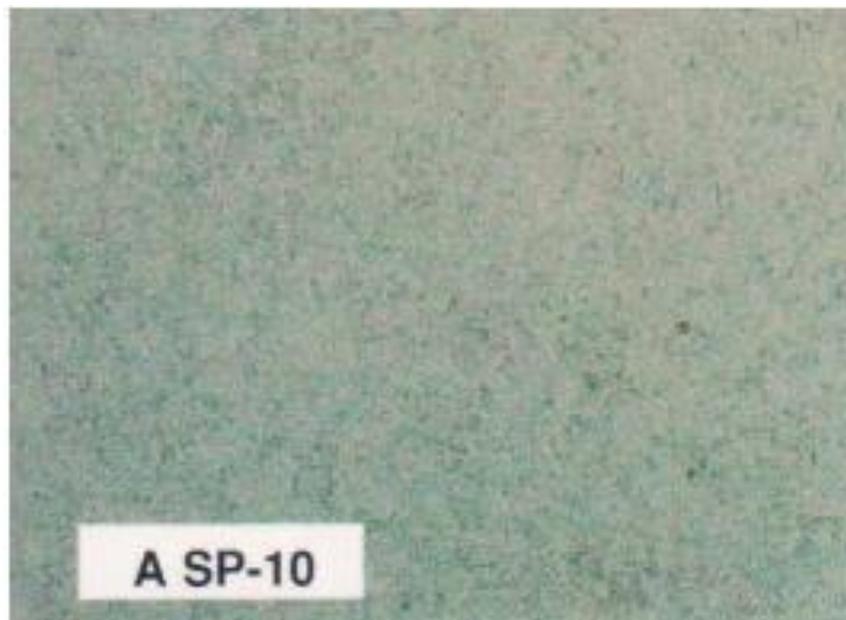
*Figura 7. SSPC-SP-7 / NACE N°4. Fuente: (CONSTRUCTORA OCITRIMEX, n.d.).*

SSPC-SP-8 (limpieza con decapado químico). Preparación de superficie o decapado, por reacción química, electrolisis o por medio de ambos para limpiar una superficie produciendo mordiente. A través de una reacción química con algún producto específico, las superficies metálicas son liberadas de laminilla, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire o vacío. Los resultados pueden ser considerados aceptables pero el método es de alto riesgo.



*Figura 8. SSPC-SP-8. Fuente: (CONSTRUCTORA OCITRIMEX, n.d.).*

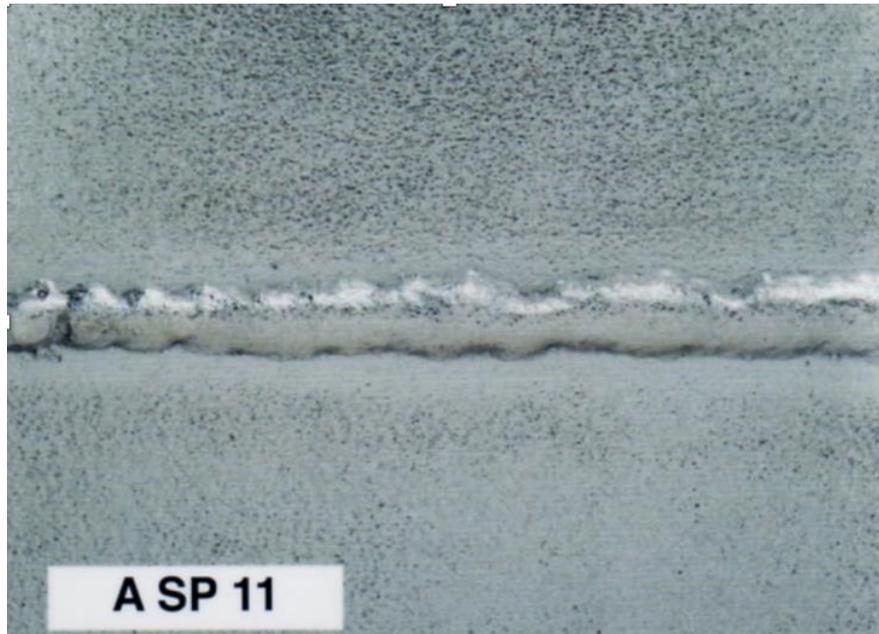
SSPC-SP-10 / NACE N°2 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado semiblanco). Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado semi blanco. Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación, restos de pintura y otros materiales extraños. Se admite hasta un 5% de restos de contaminantes que pueden aparecer sólo como distinta coloración en cada pulgada cuadrada de la superficie. Es la especificación más comúnmente utilizada. Reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo. Se lo utiliza para condiciones regulares a severas.



*Figura 9. SSPC-SP-10 / NACE N°2. Fuente: (SIKA, 2015)*

SSPC-SP-11 (Limpieza manual con herramientas mecánicas - metal desnudo). Preparación de superficie o limpieza manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, para producir una superficie de metal desnudo eliminando impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes produciendo una rugosidad mínima de 25 micrones (1 mil). Esta norma es adecuada cuando se requiere una superficie limpia y rugosa, pero donde el proceso de granallado / arenado no es factible o permitido usar Esta norma difiere de la SSPC-SP 3, que solo exige la eliminación de materiales de baja

adherencia y no requiere producir o conservar un perfil de rugosidad Esta norma difiere de SSPC-SP 15, que permite que un porcentaje de manchas de óxido, pintura, o cascarilla de laminación permanezcan en la superficie, mientras que en la norma SSPC-SP 11 sólo se permite que estos contaminantes permanezcan en el fondo de los cráteres.



*Figura 10. SSPC-SP 11. Fuente: (APLIKA CONTROL CORROSIÓN S.A.S., n.d.).*

SSPC-SP-12 / NACE N° 5 (Limpieza con agua a presión - Waterjetting). Preparación de superficie o limpieza con el uso de agua a presión o waterjetting logrando un grado definido de limpieza de superficie antes de la aplicación de un recubrimiento o revestimiento protector. La norma tiene un alcance limitado al uso exclusivo de agua y es utilizada principalmente para aplicaciones en las que el sustrato es acero al carbono. Sin embargo, el proceso de waterjetting se puede utilizar para limpieza de superficies no ferrosas tales como bronce, aluminio, y otros metales como el acero inoxidable.



*Figura 11. SSPC-SP-12 / NACE N° 5. Fuente: (SIKA, 2015).*

SSPC-SP-13 / NACE N°6 (limpieza de concreto). Preparación de superficies o limpieza de concreto utilizando medios mecánicos, químicos o métodos térmicos previos a la aplicación de un recubrimiento o revestimiento de protección. Los requisitos de esta norma son aplicables a todo tipo de superficies de cemento, incluyendo pisos y muros, losas prefabricadas, muros de mampostería, etc. Una superficie de concreto debe estar libre de contaminantes, lechada, hormigón débilmente adherido, y el polvo, proporcionando un sustrato uniforme adecuado para la aplicación de recubrimiento o revestimiento de protección.

SSPC-SP-14 / NACE N°8 (Granallado industrial). Esta norma cubre los requisitos utilizados en la limpieza con chorros de abrasivo para el tratamiento de superficies de acero pintados o sin pintar en usos industrial. Estos requisitos incluyen la condición final de la superficie y los materiales procedimientos necesarios para lograr y verificar la condición final de la superficie. La superficie granallada, cuando se ve sin aumento, deberá estar visiblemente libre de aceite, grasa, polvo y suciedad. Restos de cascarilla de laminación, óxido y de revestimiento fuertemente adheridas están autorizados a permanecer dentro del 10% de cada unidad de área de la superficie tratada si están distribuidas de manera uniforme. Restos cascarilla de laminación, óxido y recubrimientos se considerarán fuertemente adheridos si no

se pueden quitar con espátula. Sombras, rayas, y decoloraciones causadas por manchas de óxido, manchas de cascarilla de laminación, y manchas de recubrimiento aplicado anteriormente pueden estar presentes en el resto de la superficie.

SSPC-SP-15 (Limpieza manual con herramientas mecánicas - grado comercial). Preparación de superficie o limpieza Manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, en un grado comercial eliminando impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes produciendo una rugosidad mínima de 25 micrones (1 mil). Un grado de limpieza comercial, cuando se ve sin aumento, deberá estar libre de aceite visible, grasa, suciedad, óxido, recubrimientos viejos, cascarillas de laminación, productos de corrosión, y otras materias extrañas, excepto como se indica a continuación. Esta norma permite manchas aleatorias limitadas a no más de un 33% de cada área de superficie a limpiar. La mancha puede consistir en sombras de luz, rayas leves o decoloraciones leves causadas por manchas de óxido, manchas de cascarilla de laminación, o manchas de revestimiento aplicado previamente. Leves residuos de óxido y pintura también se pueden dejar en el fondo de los cráteres de la superficie. Esta norma difiere de las normas SSPC SP 3 y SSPC SP 11.

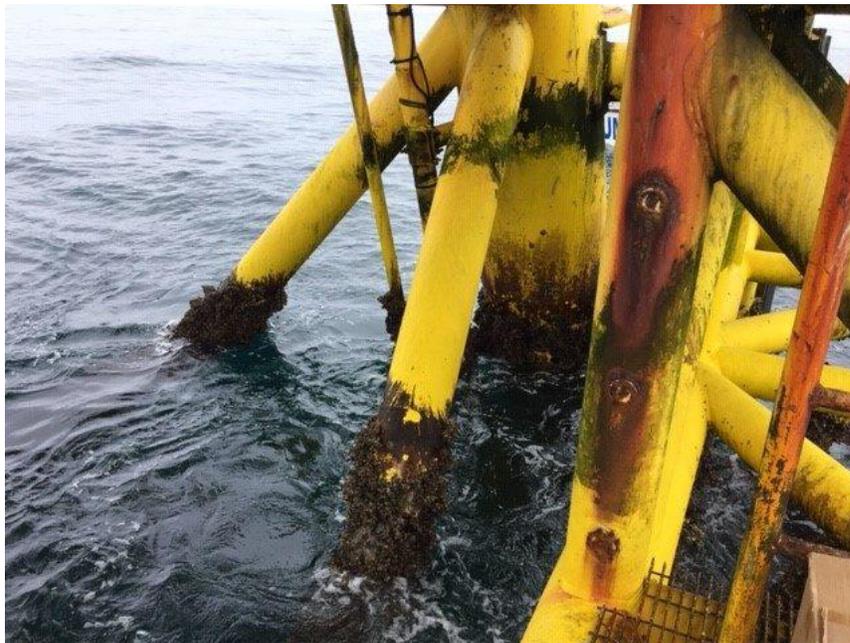
SSPC-SP-16 (limpieza de metales no ferrosos). Preparación de superficie para dar rugosidad y limpieza a sustratos metálicos no ferrosos revestidos y no revestidos, incluyendo, pero no limitado, a superficies galvanizadas, acero inoxidable, cobre, aluminio y latón. La superficie debe quedar libre de contaminantes y recubrimientos sueltos mediante inspección visual con un perfil de rugosidad mínimo de 19 micrones (0,75 mil) en la superficie del metal. (*CYM Materiales, 2015, p. 3,4,5,6 y 7*).

## **2.5 Corrosión.**

Se afirma que la corrosión es un proceso natural y normal de deterioro. La corrosión puede definirse por ello como “el deterioro paulatino y permanente de los elementos metálicos por la acción del medio que los rodea”. Bajo este concepto general podemos considerar sólo a los metales. Otros tipos de materiales como plásticos, maderas, telas, tienen también su proceso particular de deterioro que se denomina envejecimiento. Es sin embargo el caso de las aleaciones metálicas y particularmente el del acero el más ampliamente difundido. En estos

casos el concepto corrosión se debe detallar con más precisión empleando las teorías modernas que están basadas en la estructura atómica de la materia.

El átomo en síntesis, está formado por un equilibrio de cargas positivas (protones) y de cargas negativas (electrones), los metales tienden a perder electrones o en otras palabras cierta energía, dando lugar a la formación de un ión positivo que se separa del metal perdiendo también su masa asociada. Esto ocurre normalmente al entrar un metal en contacto con un electrolito dando lugar a reacciones electroquímicas de oxidación y reducción. Decimos entonces, que ha comenzado un proceso de corrosión en medio húmedo con una circulación simultánea de corriente eléctrica, normalmente denominada pila galvánica. Como hemos visto, en el caso particular del acero han aparecido algunos nuevos conceptos que toman parte del proceso de corrosión, lo que nos lleva a una definición final más específica que dice: “Corrosión es un proceso de destrucción o deterioro electroquímico de un metal por acción y reacción de este con el medio que lo rodea”. (Reacciones de oxidación y reducción simultánea). (García, 2003, p. 3)



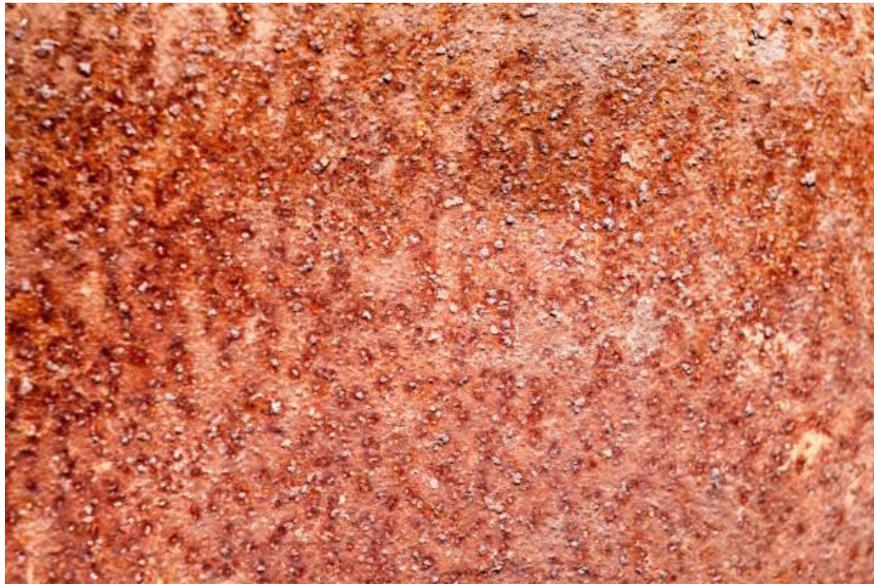
*Figura 12. Corrosión de ductos de acero. Fuente: (Morken Group, n.d.).*

## 2.6 Tipos de corrosión.

Se presenta en muchas formas y se conocen innumerables tipos de corrosión, aunque los que son comunes son muchos. La primera clasificación que podemos realizar corresponde a la forma en que se presenta el deterioro del material o metal, así tenemos.

### 2.6.1 Corrosión uniforme.

Este tipo de corrosión se produce a través del tiempo en forma paulatina, regular y pareja, sin acelerarse o acentuarse, bajo determinadas condiciones, en determinadas zonas de una superficie. La llamada corrosión atmosférica se presenta generalmente en una primera etapa de tipo uniforme, derivando en la gran mayoría de los casos hacia la corrosión localizada.



*Figura 13. Corrosión uniforme. Fuente: (Sugeydi Parra, 2018).*

### 2.6.2 Corrosión localizada.

Esta corresponde a una destrucción local del metal que se origina en zonas expuestas de la superficie como consecuencia de un ataque electroquímico localizado. Es una forma de corrosión que en su máxima expresión puede llegar a perforar un metal en una zona definida, sin dar sus inmediaciones. Como corrosión localizada se presentan en general la mayoría de los procesos de corrosión entre los que se encuentran la galvánica e intersticios. (García, 2003, p. 8)

Entre las formas más conocidas de corrosión tanto uniforme como localizada nos encontramos con: corrosión galvánica, corrosión por intersticios, corrosión por pitting, corrosión erosión, corrosión bajo tensión, corrosión por fatiga, corrosión bacteriana, corrosión química, atmosférica: este tipo de corrosión la hemos dejado para analizarla en forma independiente, por cuanto en esencia corresponde al tipo de corrosión más común que vemos día con día y que por otra parte es la que tenemos más a la vista de los diferentes tipos de corrosión. Este tipo de ataque se presenta en casi todos los metales que están expuestos a la acción de los elementos atmosféricos, tales como el oxígeno del aire, productos de combustión y smog presentes en la atmósfera, radiación solar y muy especialmente el agua, proveniente de condensación o lluvia. La velocidad con que se produzca el daño será mayor en lugares donde la contaminación del aire sea mayor, como es el caso de ambientes cercanos a refinerías de cobre, petróleo, plantas petroquímicas, fundiciones, plantas de celulosa, es decir donde existan grandes cantidades de gases perjudiciales como SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. (García, 2003, pp. 9, 10 y 11)



*Figura 14. Corrosión localizada. Fuente: (Sugeydi Parra, 2018).*

### 2.6.3 Lixiviación selectiva.

Conocida comúnmente como dezincificación por producirse preferentemente en ciertas aleaciones Cu-Zn. La reacción inicial del proceso corrosivo es seguida de una reacción

secundaria en la cual el cobre como producto de dicha corrosión se redeposita como masa porosa y mecánica débil en los bordes de los granos cristalinos, siendo generalmente arrastrados por el fluido con el cual está en contacto. La dezincificación de los latones se genera preferentemente en contacto con agua de mar o con agua fresca con alto contenido de oxígeno y anhídrido carbónico. Este tipo de corrosión es común en las instalaciones marinas y sistemas urbanos de agua potable. (García, 2003, p. 9 y 10).



Figura 15. Lixiviación selectiva. Fuente: (Nick Connor, 2021).

## 2.7 Control de calidad.

Según Ishikawa el control de la calidad comenzó en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control ideado por el Dr. W. A. Shewhart, de Bell Laboratories. (Kaoru, 1997 p. 16).

La palabra calidad tiene sus inicios en el término griego “Kalos”, que significa “Lo bueno, lo apto” y también en latín “qualitatem”, que significa “Cualidad” o “Propiedad”. En este sentido calidad es una palabra de naturaleza subjetiva, una apreciación que cada individuo define según sus expectativas y experiencias, es un adjetivo que califica alguna acción, materia o individuo. La calidad constituye el conjunto de cualidades que representan a una persona o cosa; es un juicio de valor subjetivo que describe cualidades intrínsecas de un elemento; aunque suele decirse que es un elemento moderno. El hombre siempre ha tenido

un concepto intuitivo de la calidad en razón de la búsqueda y el afán de perfeccionamiento como constantes del hombre a través de la historia. (*Nava Victor, 2006 p. 15*)

Kaoru Ishikawa (1988) supuso que la calidad es el hecho de desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad. Este producto debe ser el más económico, el más útil y resultar siempre satisfactorio para el consumidor final. (*Nueva-iso-9001-2015, 2016*)

En la norma JIS (Normas Industriales Japonesas sobre terminología Z8101-1981, el control de calidad se define de la siguiente forma: “Sistema de métodos para la provisión de coste-eficaz de bienes o servicios cuya calidad es adecuada a los requisitos del comprador.

El control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción, comercialización y presentación del servicio de productos y servicios con una eficacia del coste y utilidad optimas, y que los clientes compraran con satisfacción. (*Medina, 1997 p. 2*)

## **2.8 Calidad de servicio al cliente.**

Según Pizzo (2013) es el hábito desarrollado y practicado por una organización para interpretar las necesidades y expectativas de sus clientes y ofrecerles, en consecuencia, un servicio accesible, adecuado, ágil, flexible, apreciable, útil, oportuno, seguro y confiable, aún bajo situaciones imprevistas o ante errores, de tal manera que el cliente se sienta comprendido, atendido y servido personalmente, con dedicación y eficacia, y sorprendido con mayor valor al esperado, proporcionando en consecuencia mayores ingresos y menores costos para la organización.

El servicio al cliente ha venido tomando fuerza acorde al aumento de la competencia, ya que mientras más exista, los clientes tiene mayor oportunidad de decidir en donde adquirir el producto o servicio que están requiriendo, es aquí donde radica dicha importancia de irlo perfeccionando y adecuando a las necesidades de los clientes, ya que estos mismo son quienes tendrán la última palabra para decidir. La importancia se puede guiar por los siguientes aspectos, mencionados por Anónimo (2013): La competencia es cada vez mayor, por ende los productos ofertados aumentan notablemente y son más variados, por lo que se hace necesario ofrecer un valor agregado. Los competidores se van equiparando en calidad

y precio, por lo que se hace necesario buscar una diferenciación. Los clientes son cada vez más exigentes, ya no sólo buscan precio y calidad, sino también, una buena atención, un ambiente agradable, comodidad, un trato personalizado, un servicio rápido. Si un cliente queda insatisfecho por el servicio o la atención, es muy probable que hable mal de uno y cuente de su mala experiencia a otros consumidores. Si un cliente recibe un buen servicio o atención, es muy probable que vuelva a adquirir nuestros productos o que vuelvan a visitarnos. Si un cliente recibe un buen servicio o atención, es muy probable que nos recomiende con otros consumidores. *(Solórzano Barrera & Aceves Lopez, 2013, pp. 6, 7)*

La calidad en la atención al cliente debe sustentarse en políticas, normas y procedimientos que involucren a todas las personas de la empresa. Una forma de visualizar a los protagonistas de la calidad en la atención al cliente es el modelo del triángulo del servicio de Albrecht y Zemke (citado en Pérez, 2007); quienes consideran útil pensar en la organización y el cliente como aspectos íntimamente vinculados en una relación triangular, representada por la estrategia de servicio, la gente y los sistemas, los cuales giran alrededor del cliente en una interacción creativa. *(Solórzano Barrera & Aceves Lopez, 2013, p. 9)*

## **2.9 Ciclo PDCA de Mejora Continua o ciclo de Deming.**

El ciclo PDCA de mejora continua (también conocido como “ciclo de Deming”) es una metodología para la mejora que fue intensamente promovida por este autor, si bien fue Walter A. Shewhart (1939) el primero que habló del concepto de ciclo de mejora. Edward Deming dio a conocer el término “ciclo Shewhart” para referirse al PDCA, aunque en Japón comenzaron a denominarlo como “Ciclo de Deming”. Posteriormente Deming (1992) se refirió al ciclo PDCA de Mejora Continua como el ciclo PDSA; donde la ‘S’ tiene el significado de Estudio (Study).

Etapas del Ciclo PDCA de Mejora Continua.

(PLAN) Planificar. La dirección, sobre la base de las mediciones, datos e información que posee, planifica los cambios. A grandes rasgos, en el ciclo PDCA de mejora continua, esta planificación consiste en determinar qué se quiere alcanzar y definir los métodos y formas

de acción que se aplicarán para obtener los resultados deseados. Es lo que se denomina enfoque. *(Consultores, 2020)*

La fase de planificación implica investigar lo que está sucediendo. Se determinan las causas y se identifican las posibles soluciones, a fin de añadir mejoras al proceso. Para desarrollar esta fase es importante tener claro qué tipos de resultados se desean; así se puede orientar el proceso en torno al alcance de esa meta. Esta etapa del proceso se puede dividir en dos partes. En primer lugar, es necesario delimitar el problema, en el estado actual en el que se encuentra. Luego se requiere hacer un plan para solucionarlo. No solo deben incluir los cambios que desean realizarse, sino también una estrategia de implementación paso a paso. *(Colvo, 2020)*

(DO) Hacer. Desplegar los enfoques con el alcance apropiado, en las áreas relevantes. De forma sistemática y estructurada. *(Consultores, 2020)*

En esta fase se pone en práctica lo planeado en la etapa anterior. Por lo general se hacen pruebas a pequeña escala y, de ser efectivo, se implementa a nivel macro. Esto implica no solo hacer el cambio para terminar así el proceso, sino también la necesidad de supervisarlos continuamente mientras se lleva a cabo, registrando la mayor cantidad de datos sobre la estrategia que se está tomando. La recopilación sistemática y objetiva brindará la evidencia necesaria para determinar si realmente funciona o no el cambio ejecutado. *(Colvo, 2020)*

(CHECK) Verificar. Los resultados se evalúan y analizan sistemáticamente, identificando y desarrollando mejoras. Se mide la eficacia del despliegue del enfoque mediante indicadores bien definidos. Esta fase ha de comportar el aprendizaje para identificar las mejores prácticas y detectar oportunidades de mejora. *(Consultores, 2020)*

Luego de que la prueba se ha puesto en práctica por un tiempo, arrojará la suficiente información sobre cómo afectó el cambio propuesto al problema. Esta información debe analizarse y los resultados medirse, para compararlos con los resultados esperados y ver las similitudes o diferencias entre estos. Dar un seguimiento a los resultados permitirá probar la

validez del plan, buscando señales de progreso y éxito, o problemas y áreas que necesiten ser mejorados. (Colvo, 2020)

(ACT) Actuar. Puede definirse como obtener un grado de rendimiento superior al anterior. Una vez cotejados los objetivos previstos con los resultados reales. Si se alcanzó lo planificado, los cambios se sistematizan y documentan, es decir, se normalizan. (Consultores, 2020).

Si la solución planteada entregó algunos resultados significativos y es rentable, se puede implementar. De lo contrario, es recomendable investigar otra vía para solventar el problema o identificar una solución más factible. En esta fase se puede usar el aprendizaje generado por todo el proceso para ajustar el objetivo, cambiar los métodos, reformular una teoría por completo o ampliar el ciclo de aprendizaje. Es importante recordar que este paso es nominalmente el último, pero no es el final del proceso. Si es necesario, el ciclo debe repetirse una y otra vez hasta que se encuentre una mejora constante; esto ayudará a impulsar la cultura de mejoramiento continuo. (Colvo, 2020)



Figura 16. Ciclo PDCA. Fuente: (Consultores, 2020).

### 2.9.1 Ventajas del ciclo de Deming.

- El carácter iterativo del círculo permite una atención continua para mejorar la calidad.
- Debido a que todos forman parte del proceso general, se produce un sentimiento de integración que afecta positivamente a toda la organización.
- Su aplicabilidad es ilimitada. Debido a que el círculo de Deming es una metodología dividida en cuatro pasos bien delimitados, es ajustable a cualquier tipo de objetivos y situaciones.
- Puede emplearse tanto en la resolución de problemas de liderazgo empresarial como en los procesos de fabricación de productos, correspondientes al área de producción y control de calidad.
- Permite que una empresa pruebe en pequeña escala el cambio que desea implementar antes de gastar en algún método que pudiera no funcionar o requerir un ajuste.
- Luego de que se verifica y analiza con éxito un nuevo método de proceso, la empresa puede extender su aplicación a otros departamentos, con la garantía de que proporcionará los beneficios esperados. *(Colvo, 2020)*

### 2.9.2 Desventajas del ciclo de Deming.

- Funciona mejor cuando las condiciones son perfectas, no teniendo cabida aquellas variables que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto.
- Podría no ser el enfoque adecuado para enfrentar una emergencia, ya que con los cuatro pasos que se deben cumplir el avance suele ser lento. El círculo es más metódico que otros planes operativos, lo que lo hace ineficiente si se necesita implementar una acción rápida.
- Un proyecto puede permanecer demasiado tiempo en las primeras etapas, analizando la situación a la que se va a aplicar. El exceso de análisis es una forma efectiva de matar un proyecto. Si bien el ciclo permite una planificación cuidadosa, el trabajo real solo se produce en la fase de acción final.
- Con frecuencia el resultado final queda relegado al proceso. En una organización los procesos son importantes, pero son los resultados los que harán tangible los beneficios del cambio implementado.

- En cada una de las etapas de este círculo se hace gran énfasis al trabajo en equipo. Esto dificulta enormemente la evaluación del rendimiento individual de los trabajadores. *(Colvo, 2020)*

## **2.10 Conceptos.**

**Abrasivo:** Material granulado apto para desgastar un sustrato

**Acabado:** Textura final obtenida con un recubrimiento. Se denominan así también las últimas capas de él.

**Adherencia:** Propiedad de la pintura de quedar unida firmemente a la superficie sobre la cual se aplica.

**Agrietamiento:** Formación de grietas en la capa de un recubrimiento.

**Ambiente:** Medio en el que ha de trabajar la pintura.

**Ambiente industrial:** Presenta generalmente suficiente proporción de oxígeno, alta o mediana humedad y gran cantidad de sales diversas, debido principalmente a humo de chimeneas, desprendimiento de gases, smog, entre otros. La corrosividad de este ambiente varía entre los grados moderados a máximo, según el tipo de contaminación presente.

**Acrílico (resina acrílica):** Resina sintética de excelentes propiedades de resistencia a los agentes atmosféricos y excelentes propiedades mecánicas.

**Anticorrosivo:** Producto que detiene el proceso corrosivo (Antióxido).

**Antióxido:** Se denomina así a una pintura formulada para detener o impedir el proceso corrosivo.

**Corrosión atmosférica:** Fenómeno causado por agentes corrosivos presentes en la atmósfera. (Agua, oxígeno, sales).

**Diluyente:** Mezcla de disolventes empleados para diluir la pintura a una viscosidad de aplicación apropiada.

**Pintura:** Dispersión homogénea compuesta por uno o varios pigmentos en un vehículo, que se utiliza para fines decorativos o protectores.

**Resinas:** Grupo de sustancias de características similares a goma o plástico de origen natural o sintético. Son aptas de moldearse o disolverse y son los constituyentes básicos de la mayoría de los revestimientos. *(García, 2003, pp. 153-156,161,164,176 y 179)*



### 3. ESTADO DEL ARTE

Con ayuda de estudios previos, se presenta la siguiente información para resaltar la importancia de la calidad de los productos y su impacto para satisfacer a los clientes. Al revisar la literatura existente sobre referencias, bases de datos, artículos similares o relacionados. Esto le permitirá construir una base sólida para este tema o proyecto, de igual manera le permitirá crear conclusiones y resultados que sean coherentes con el asunto planteado y consientes en la creación de otros nuevos conocimientos para los afectados.

(Ordoñez & Cartuche, 2018) en su proyecto “Diseño y simulación de máquina para aplicar pintura epóxica al interior de tuberías de acero de 24 a 30 pulgadas para uso industrial” menciona que la aplicación de recubrimientos líquidos sobre superficies metálicas desempeña un papel fundamental sobre el material recubierto porque evita la corrosión. El metal es realizado de un mineral llamado oxido férrico al que se le aplica alta energía para extraer el hierro y el mismo tiende a volver a su estado original mediante la oxidación, problema que representa altas inversiones en mantenimiento. Los métodos de aplicación de pintura en la industria son mediante procesos manuales, métodos que nos ahorran tiempos productivos, disminuyen la producción y comprometen la seguridad de un operario, la falta de investigación para automatizar procesos causa retrocesos al no ir paralela con el avance tecnológico. La presente investigación está enfocada a dar el primer paso para solucionar aspectos que no comprometan la seguridad de un operario, tan solo por el ahorro económico. Esta investigación se orienta a cambiar las técnicas de aplicación de pintura, en automatizar procesos mediante maquinaria que ejecute actividades de aplicación de pintura y descartar técnicas de forma manual. El diseño y simulación del equipo se realizó mediante software avanzado, programas que permitieron diseñar, simular y mostrar el desempeño de la máquina diseñada. El uso de materiales estandarizados permitirá la facilidad en su construcción. Este aporte al campo de la pintura brindará beneficios a empresas que hagan uso de este equipo.

Los autores (Milla & Rodriguez, 2020) en su trabajo de investigación “Desarrollos tecnológicos en el pretratamiento químico de piezas de acero laminado para un posterior proceso de pintado en polvo electrostático” argumenta que la industria metal-mecánica tiene un factor muy importante en los productos terminados: el acabado metálico para prevenir la corrosión.

El buen recubrimiento de una pieza metálica garantizará su durabilidad y dará la estética al producto final. Un método que ha ganado mucha presencia en el mercado en los últimos años es el pintado en polvo, debido a su casi nula emisión de componentes volátiles orgánicos, menor consumo energético y por brindar mayor protección ante la corrosión, en comparación al pintado en líquido tradicional. Las líneas de pintura en polvo cuentan con un proceso de pretratamiento con el fin de garantizar una buena adherencia entre la pintura y el sustrato metálico. Ante fallas en el proceso, se tendrán problemas de calidad, tales como falta de adherencia o defectos estéticos como pinholes, cráteres, sangrado, piel de naranja, entre otros. Además, se perderá durabilidad (desprendimiento del recubrimiento), lo cual se expresará eventualmente como corrosión. Es por ello, que las etapas del pretratamiento para la preparación de la superficie son cruciales en esta industria. Para el acero se suele seguir un proceso de pretratamiento de 4 etapas: desengrasado, enjuague, fosfatado y sellado que involucran un consumo de materia prima (agua para el enjuague y varios insumos químicos para el resto de las etapas). Los insumos forman una parte considerable de los costos operativos en las líneas de pintura en polvo, por ello es necesario comprender a detalle el funcionamiento de las diferentes etapas de pretratamiento.

*(Hernandez Diaz, 2020)* en su presente Trabajo de suficiencia profesional, “Propuesta de mejora del proceso de arenado y pintado de planchas de acero en un astillero naval, a fin de incrementar la productividad” menciona que está basado en la necesidad de buscar una solución a la productividad y proponer una mejora al proceso de arenado y pintado de planchas de acero en el Área de Operaciones del Astillero Naval de la Empresa Tecnológica de Alimentos S.A., a través de la aplicación de la Metodología del “Estudio de Métodos según la Organización Internacional del Trabajo” (OIT). El presente trabajo tiene como objetivo principal eliminar el cuello de botella que se origina al inicio de la línea de producción, e incrementar el número de Planchas arenadas y pintadas producidas por día en el Área de misceláneos, actualmente se producen cuatro planchas arenadas y pintadas en dos días de producción , siendo este tiempo insuficiente para el inicio de las actividades en los ocho parqueaderos del Astillero, se espera mejorar la metodología utilizada actualmente e incrementar el número de planchas arenadas y pintadas en el Astillero ASTASA. En el desarrollo del presente trabajo se realizó un análisis crítico del proceso actual y un

planteamiento de alternativas, a fin de encontrar una alternativa viable para el mejoramiento del proceso, definiéndose la confección de bases para las planchas de acero en el proceso de arenado y pintado, se realizara la descripción utilizando Diagramas de Análisis del Proceso DAP, como representación gráfica de la secuencia de actividades, una descripción de la situación del proceso actual y una descripción del proceso propuesto, haciendo un cuadro comparativo para evidenciar la factibilidad del proceso propuesto.

(Redrovan Pesantez et al., 2019) en su artículo “Efecto anticorrosivo de pinturas de poliuretano aplicadas sobre acero galvanizado sin tratamiento superficial” plantean que esta investigación fue demostrar la efectividad de las pinturas de poliuretano para la protección contra la corrosión del acero galvanizado. La metodología consistió en realizar análisis electroquímico mediante curvas de polarización y pruebas de corrosión acelerada (cámara de niebla salina) del comportamiento de los sistemas de protección dúplex y galvanizado en NaCl al 3,5%. Además, el análisis MEB (microscopía electrónica de barrido) se llevó a cabo con un análisis EDAX (espectroscopia de rayos X de energía dispersiva) observando la morfología y la composición de los productos de corrosión. Según las curvas de polarización, hay diferencias en cada sistema galvanizado y dúplex en el medio estudiado. Los sistemas dúplex tienen un potencial de corrosión más positivo que los potenciales de las muestras de acero galvanizado en cámara de niebla salina (-950mv; -1070mv de acero dúplex y -1065mv; 1080mv de acero dúplex original). Las velocidades de corrosión para el acero galvanizado y dúplex encontradas fueron de  $4.8528 \times 10^{-4}$   $1,8045 \times 10^{-5}$  cm/año respectivamente en la cámara de niebla salina. Estas condiciones de exposición dejan claro que el sistema dúplex, se comporta más protector que el sistema galvanizado. A partir del análisis EDAX se encontró que, los productos de corrosión que se esperaba encontrar para el caso del óxido formado en acero galvanizado después de la experimentación en la cámara de niebla salina sería una mezcla de sales de zinc y hierro como por ejemplo zincita, hidrocincita, simonkoleita, y hematita para el caso del hierro, como también sales solubles (cloruros) de estos metales, así como, óxidos de hierro y zinc, además de zinc y hierro en su estado metálico.

La tesis “Propuesta de un sistema de protección con pintura para evitar la corrosión de estructuras metálicas en la ciudad de Piura – 2020” de (López, 2020) presenta el diseño de un

sistema de protección con pintura contra la corrosión de estructuras metálicas en la ciudad de Piura, este sistema tiene la característica de usar epóxicos de alta resistencia y pigmentos en base de zinc con el fin de evitar la corrosión. La corrosión se conceptualiza como el deterioro de un material por efecto de un ataque electroquímico por su entorno. Por lo tanto, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma de mayor estabilidad o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la corrosión viene a ser un efecto secundario producido por la oxidación, la velocidad de la corrosión que se forma dependerá en cierta medida de la temperatura, también de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Debido al problema de corrosión se plantea el diseño del sistema de protección con pintura, independientemente el tipo pintura que se utilice, se debe tener en cuenta los factores ambientales a los que estará expuesta la estructura, para poder plantear un sistema óptimo para dicho ambiente. El sistema realizado se basó en aspectos tanto técnicos como económicos, como resultado, el sistema para condiciones industriales marítimas es el más propenso a que ocurra mayor corrosión por lo que se otorgó a la estructura un mayor grado de protección en comparación con el resto de sistemas, sin embargo, el costo que implica realizar este sistema es un 42% mayor en comparación con los otros sistema, por lo tanto, se ha concluido que el sistema para condiciones industriales marítimas es recomendable para las condiciones más severas de salinidad y por ende corrosión. Palabras claves: corrosión, oxidación, epóxicos, electroquímico.

*(Guilcaso Molina, 2020)* en su proyecto de investigación “Análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicado al acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) ASTM a 1011 GR 50 y su incidencia en la tasa de corrosión para aplicaciones en la industria metalmecánica” argumenta que el proyecto de investigación inicia debido a que es fundamental estudiar la tasa de corrosión que se produce en el acero ASTM HSLA 1011 Gr-50, compararlo con el acero ASTM A-500 y ASTM A-500 Galvanizado. Las probetas se ensayan en la cámara de niebla salina, una vez que se han cumplido y aceptado los parámetros de limpieza superficial SSPC SP – 3 “limpieza manual mecánica” y SSPC SP – 5 “limpieza mediante chorro abrasivo” y los parámetros de aplicación de recubrimientos, Recubrimiento 1: Anticorrosivo Stop Mate Cromato de Zinc y Recubrimiento 2: Capa 1: Hempadur Mastic

45881 y capa 2: Hempthane Topcoat 55210, acelerando el proceso de corrosión a diferentes tiempos de exposición y determinando la pérdida de masa por diferencia inicial y final, tabulando los resultados se obtuvo que: la máxima tasa de corrosión corresponde a la composición del acero ASTM A-500 con un sistema de limpieza SSPC SP-3 + un recubrimiento Anticorrosivo, alcanzando el valor de 0,2119 mm/año, mientras que la mínima tasa de corrosión se da en una probeta de material HSLA 1011 Gr – 50, cuya limpieza superficial se la realiza con el sistema SSPC SP-5 + un anticorrosivo teniendo un valor de 0,0014 mm/año.

El autor (*Zamora Valencia, 2022*) en su tesis “Análisis del proceso de aplicación de pintura electrostática en polvo para componentes de transformadores y la evaluación de su adherencia y anclaje bajo ambientes controlados” afirma que en la actualidad los recubrimientos electrostáticos en polvo ganan mayor confiabilidad y aplicabilidad en la industria nacional, en el segmento metalmecánico y gabinetes eléctricos. Por lo que para determinar cada uno de los ambientes controlados y sus respectivas probetas se procede con esta investigación para la determinación de sus resistencias a cada una de las pruebas. En el presente trabajo experimental se analizaron los ambientes controlados a utilizar de la población de los componentes de transformadores en los que se aplicó pintura electrostática en polvo, elaboradas bajo las condiciones de control en el que se abordó el tipo de pintura, el voltaje de adherencia, la preparación superficial y la temperatura de curado. Se determinaron las propiedades de adherencia, impacto, doblaje y cámara salina en función de la normativa recabada, dentro de la que se estipularon las condiciones necesarias para realizar las pruebas pertinentes, es así que se tuvo dos grupos de datos, los cuantificables y los estimables categóricamente, los primeros se revisaron estadísticamente y los segundos de acuerdo a lo que se pudo observar según los criterios propios de la norma utilizada.

“Evaluación de recubrimientos y procedimiento de rehabilitación en tanques de estaciones de producción de hidrocarburos” del autor (*Romero Arias, 2022*) alude que el presente trabajo de investigación, consiste en el análisis, evaluación y documentación de la rehabilitación de recubrimientos en tanques que han estado en servicio, basado en las variables de condiciones y diferentes normas que especifican o recomiendan el uso de los recubrimientos para

diferentes aplicaciones, ambientes y de servicio. El problema de investigación es considerado, a partir de que no existe una guía o procedimiento genérico en el cual se pueda parametrizar y evaluar los recubrimientos existentes o que han estado en servicio algún tiempo, con el fin de obtener los criterios para rehabilitar la protección de corrosión, y de esta manera elaborar especificaciones, planes de calidad y las propuestas de reparación. La investigación se realiza con base a la metodología cualitativa, obteniendo información de fuentes, como estándares o normas de protección de corrosión e informes de inspección realizados a tanques con fallas de recubrimientos, para analizar y evaluar los defectos donde se buscan soluciones para rehabilitar y reparar las pinturas. Lo anterior permite que el procedimiento de evaluación de recubrimientos aporte la información necesaria para hacer un correcto paso a paso del análisis, inspecciones, técnicas de reparaciones y recomendaciones de los esquemas de recubrimientos en superficies metálicas de tanques en estaciones de producción de hidrocarburos.

Con forme a la monografía “Impacto de los recubrimientos como alternativa de solución a la corrosión en los sistemas de transporte en la industria de hidrocarburos en Colombia” del autor (*Vargas Daza, 2021*) se considera profundizar el impacto que tienen los recubrimientos como alternativa de solución a los fenómenos más frecuentes de corrosión que se presentan en los sistemas de transporte de la industria de hidrocarburos en Colombia, con esta investigación se contribuye a identificar procedimientos prácticos que se utilizan hoy en día y que permiten mantener la operación de la industria de hidrocarburos activa vs los daños que se pueden presentar al no tener una idea clara de cómo hacer un buen uso de los recubrimientos. Se proyecta investigar las variables esenciales para tener un buen desempeño en la aplicación de los recubrimientos como lo son: la temperatura del ambiente, la temperatura del metal, la humedad relativa, el perfil de anclaje, el punto de rocío, el tipo de superficie, el grado de oxidación; estas variables mencionadas afectan sin duda alguna en gran medida el desempeño y la aplicación de un recubrimiento. La importancia que han adquirido los recubrimientos a lo largo de los últimos tiempos es fundamental para el control de la corrosión, ya que cada empresa dedicada al transporte de hidrocarburos busca mejorar la vida útil del material que compone las tuberías que transportan los hidrocarburos, esto con

el fin de mantener una condición controlada de la corrosión de tal manera que un mecanismo de falla no impacte la operación de los sistemas.

(Rodríguez Remigio, 2019) en su tesis “Evaluación de la aplicación de recubrimientos epoxi y poliuretano alifático para la inhibición de la corrosión en las virolas de tuberías forzadas de la hidroeléctrica” indica que el presente trabajo de investigación se basa en la evaluación al proceso de aplicación de los recubrimientos del tipo epoxi y poliuretano a las virolas de las tuberías forzadas de la central hidroeléctrica Machupichu con la finalidad de poder inhibir la corrosión que se produce al estar expuestas al medio ambiente, en una zona de alta concentración de humedad que presenta la geografía de la central hidroeléctrica. En el capítulo I, está contenido la realidad problemática, motivo por el cual se optó realizar el presente trabajo de investigación al observar durante el mantenimiento preventivo de las virolas de acero que estas presentan degradación ocasionadas por las condiciones ambientales de la zona donde se encuentra la central hidroeléctrica, así mismo se define el objetivo principal del trabajo de investigación que se centra en la evolución de la aplicación de los recubrimientos antes mencionados, de la misma forma se menciona los objetivos específicos que se toman para este trabajo; a la vez se detalla la justificación del porque se está realizando la investigación y las limitaciones y viabilidad del estudio con la que cuenta. El capítulo II contiene los antecedentes de la investigación y el marco teórico donde que se adoptaron las principales teorías utilizada en el presente trabajo de investigación. Se formulan la hipótesis general y específicas bases para el inicio de la investigación. En el capítulo III se define el diseño metodológico del trabajo de investigación, se determina el tipo de investigación que se tomó en cuenta, el nivel y enfoque que se da al presente trabajo de investigación. Se limita la población y muestra que se va a abarcar; se describe las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos necesarios para realizar el presente trabajo. El capítulo VI, detalla y presenta los resultados obtenidos durante el tiempo que se realizó el trabajo de investigación, mediante cuadros, gráficas y la realización de las interpretaciones de las mismas. En el capítulo V, se realizó la discusión que se generaron al realizar el análisis de los resultados obtenidos; se determina las conclusiones y se da las recomendaciones necesarias en base a los resultados obtenidos. Las fuentes bibliográficas que se usaron y

fueron de apoyo durante la realización del presente trabajo se detalla en el capítulo VI; como parte final se anexa datos que son relevantes durante la ejecución del trabajo.

## 4. METODOLOGÍA.

### 4.1 Caso de estudio.

En el siguiente capítulo se expone la metodología utilizada con el propósito de implementar el ciclo de mejora continua PHVA en el proceso de pintura de la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V.

En este proyecto se utilizó la observación directa como técnica de investigación ya que se lleva a cabo un tema que afecta al producto final y es necesario que se le observe de forma constante y con mucha cautela para obtener cambios necesarios o deseados y poder ser beneficiarios tanto el cliente como el que productor. Se decidió realizar este proyecto debido a las necesidades que tiene el área de pintura en base al cumplimiento de calidad ya que es un componente importante para los clientes.

El proceso de implementación del ciclo de mejora continua (PHVA), se realiza en cuatro etapas y cada una de ellas tiene un objetivo específico. El presente proyecto se desarrolló en el patio de fabricación de la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V. (DEMERESA), el dibujo (figura 17) fue elaborado con la ayuda del software Visio.

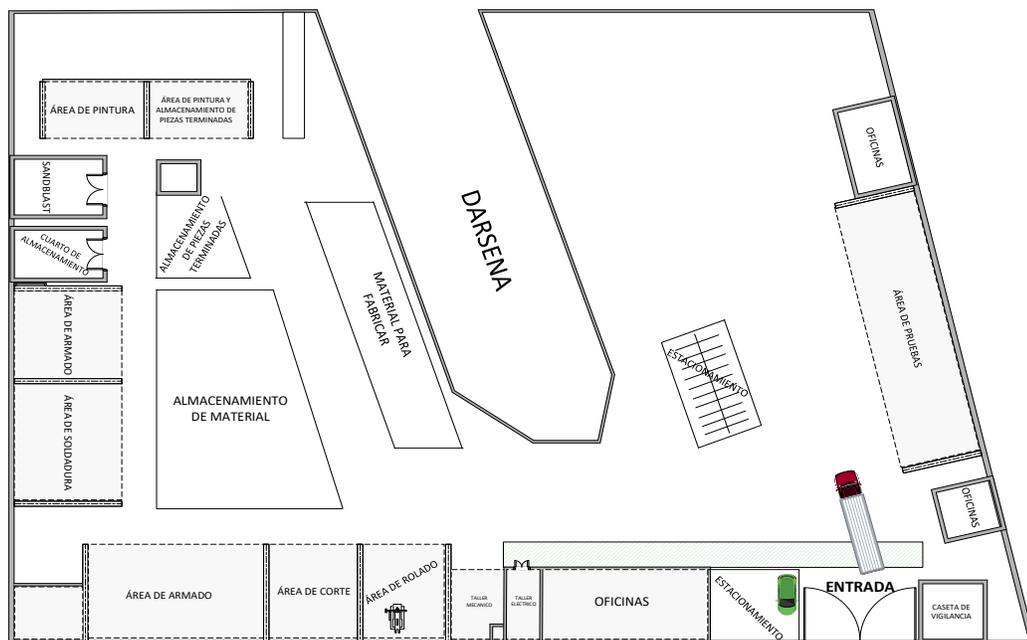


Figura 17. Patio de fabricación DEMERESA. Fuente: elaboración propia.

## 4.2 Aplicación del ciclo de mejora continua (PDCA).

Es de gran importancia la etapa de planeación proponer un método para el alcance de los objetivos planteados anteriormente. Sin embargo, previo a esto es necesario analizar la situación actual del proceso de pintura para lograr alcanzar el objetivo del mejoramiento establecido.

### 4.2.1 Planear.

Actualmente en la empresa se están elaborando medias cañas con cejas y cartabones de acero, para posteriormente juntarse dos medias cañas y lograr hacer abrazaderas de ajuste, el pedido total del cliente es de 120 medias cañas a lo cual equivale a 60 abrazaderas, todas las piezas (medias cañas) serán de la misma medida y del mismo material, en la figura 18, 19 y 20 se muestran las medidas de la media caña, la ceja y el cartabon.

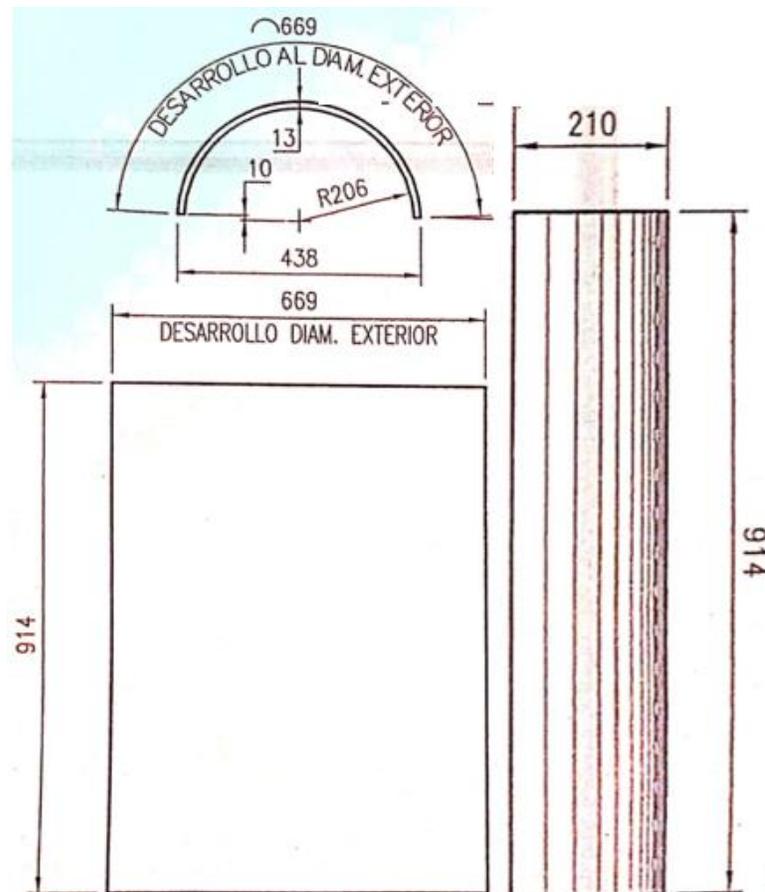


Figura 18. Medidas de media caña. Fuente: Área de ingeniería

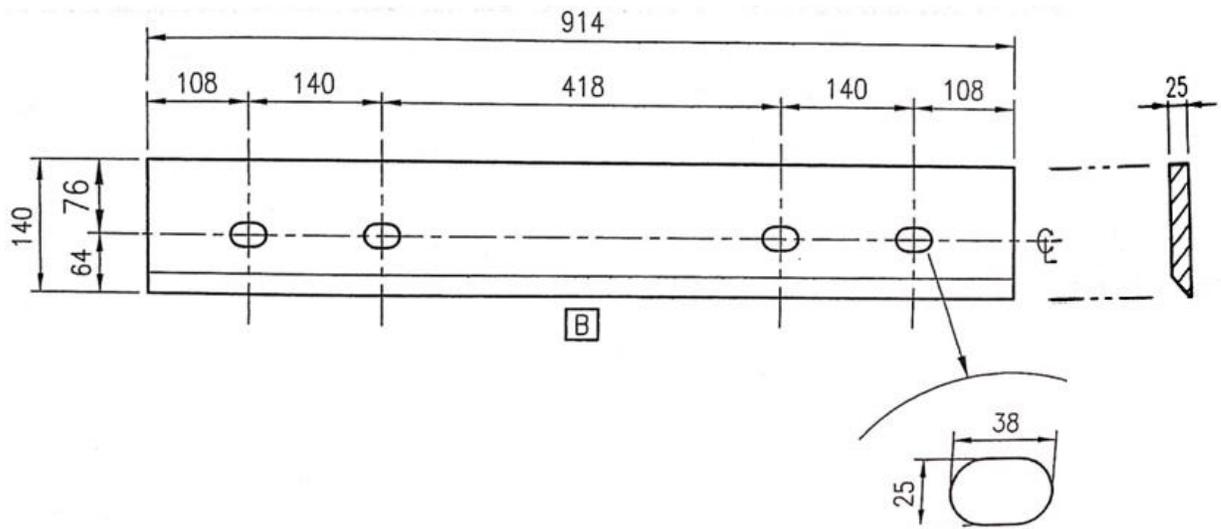


Figura 19. Medidas de ceja. Fuente: Área de ingeniería.

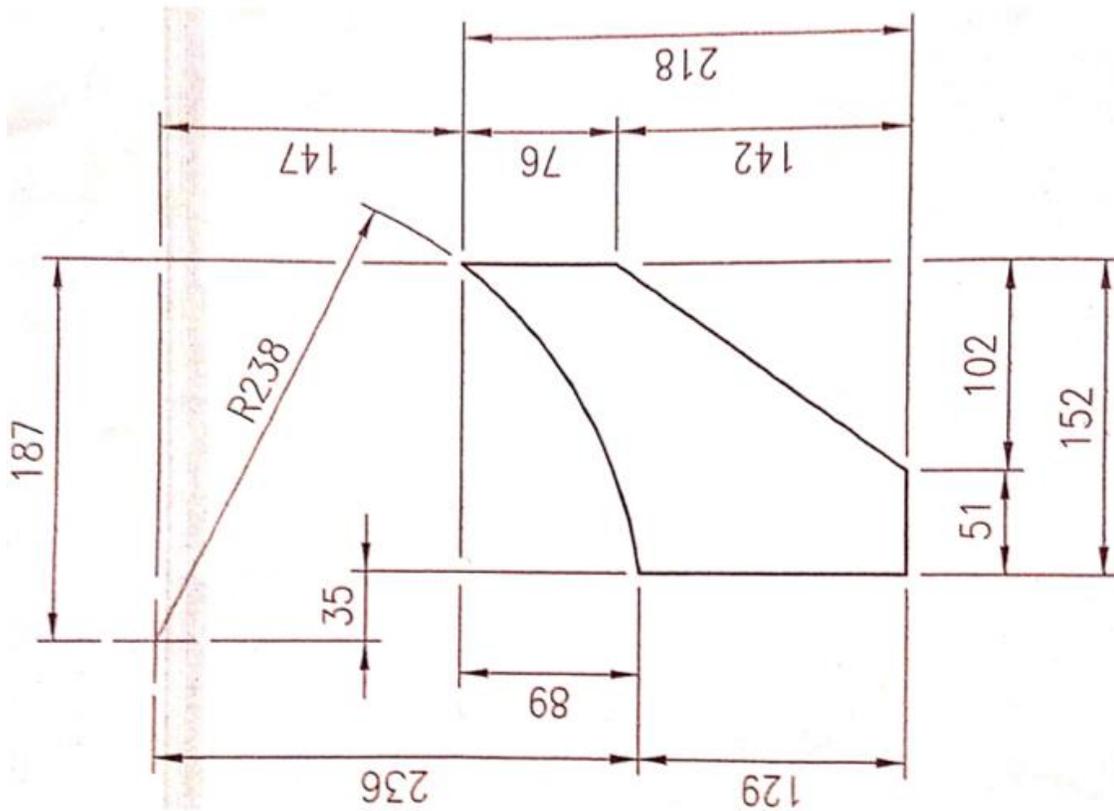
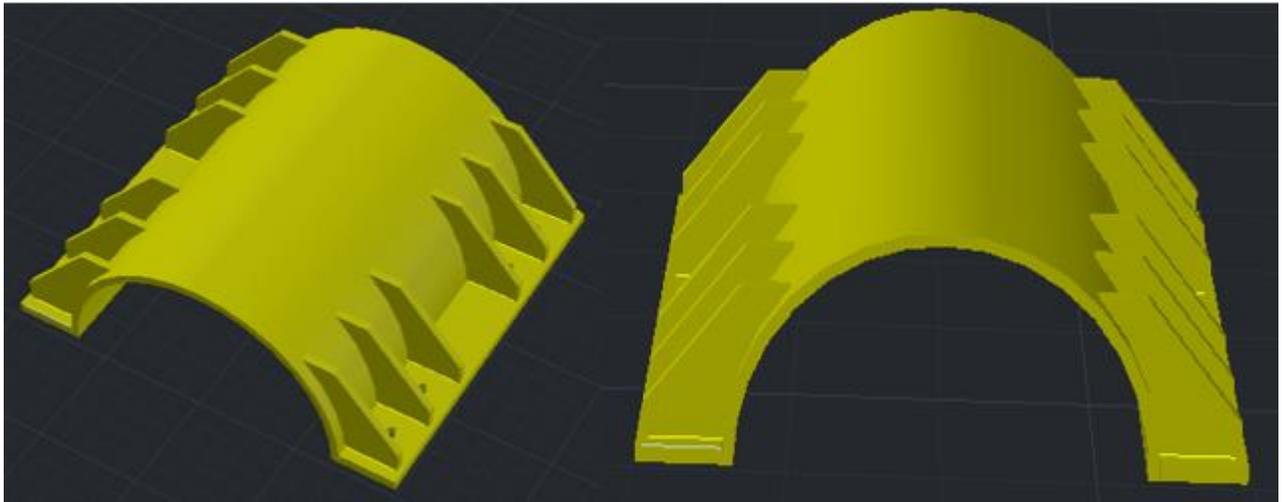


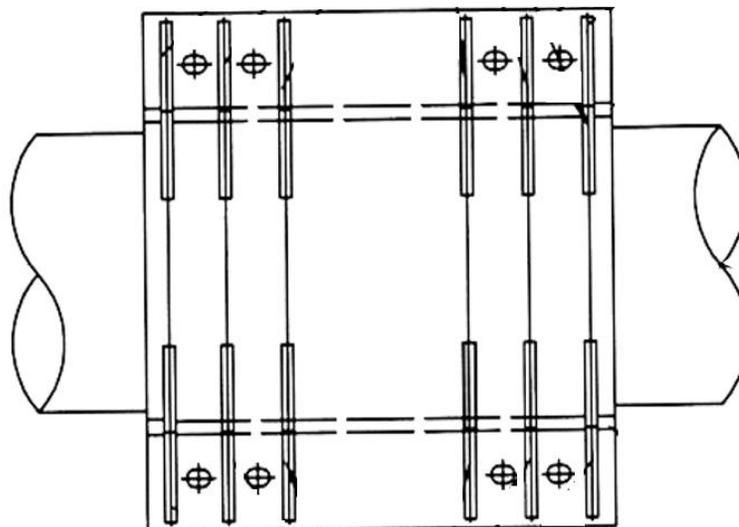
Figura 20. Medidas de cartabon. Fuente: Área de ingeniería.

En la figura 21 se observa el diseño de dos diferentes ángulos como deberán de quedar armadas y pintadas cada una de las piezas del pedido. El dibujo fue elaborado con ayuda del software AutoCAD.



*Figura 21. Diseño de medias cañas armadas. Fuente: Elaboración propia.*

Se muestra el dibujo (figura 22) como debe encajar la pieza (media caña) en el tubo, junto con otra media caña del lado opuesto para que formen una abrazadera entre ambas y así lograr un correcto ajuste entre tubo o tubos.



*Figura 22. Dibujo de abrazadera. Fuente: Área de ingeniería.*

Para lograr obtener terminada y de buena calidad la pieza se debe de llevar un proceso, dicho proceso comienza con el corte de tubos de 3/4" de espesor y 16 Ø como se muestra en la figura 23.



*Figura 23. Tubos para fabricación. Fuente: Propia.*

El tubo es cortado por la mitad, para después pasar a la roladora donde dos operarios se encargan de darle un molde con su correcto radio y diámetro a la media caña, ya que se tiene la media caña con las medidas correctas son trasladadas por medio de un multifuncional (maquina tipo grúa) al área de pailería para armarlas y soldarlas y posteriormente llevarlas al área de pintura.

Al ser trasladadas las piezas al área de pintura, estas son llevadas primeramente al cuarto de sandblast (figura 24) donde procede un operario a dar limpieza con chorro abrasivo de arena sílica.



*Figura 24. Área de sandblast. Fuente: Propia.*

Para llevar a cabo este proceso se necesitan equipos y herramientas. Primeramente, se necesita un compresor que suministre aire a presión para que la arena sílica salga a presión y limpie de manera adecuada las piezas. (Figura 25).



*Figura 25. Compresor de aire para sandblast. Fuente: Propia.*

El compresor de aire que se observa en la ilustración anterior debe de ir conectado al equipo de Sandblast, el cual contiene un regulador de presión, filtro, olla para mezclar el aire con la

arena sílica y boquilla por donde saldrá la arena, este equipo que se observa en la figura 26 debe de ir conectado del compresor hacia él, por medio de una manguera para suministrar el aire con una presión de 90 a 110 libras , donde la arena sílica es vertida por 2 operarios dentro de la olla por la parte de arriba, en la olla de sandblast igualmente debe de ir conectada otra manguera la cual será operada por 1 operario, esta manguera será por donde salga la arena sílica a presión y así lograr una correcta limpieza de las piezas.



*Figura 26. Equipo de sandblast. Fuente. Propia.*

En dado caso que se requiera una limpieza mecánica o manual ya que pueden llegar a presentar exceso de puntos de soldadura o virutas, en el caso de la limpieza mecánica se procede a limpiar con pulidor, carda, flapper o disco laminado según lo que requiera. En el caso de la limpieza manual se usara lija, solvente o cepillo de alambre.

Al terminar la limpieza de las piezas, son trasladadas al área donde serán pintadas por 1 o 2 operarios. (Figura 27).



*Figura 27. Área de pintura. Fuente: Propia.*

Primeramente un supervisor de calidad debe de dar la orden directa al jefe del área de pintura para que la pieza pueda ser pintada, al momento de que se dio la orden los operarios se dirigen al almacén de pintura en busca de los componentes a mezclar para el sistema de recubrimiento solicitado por el cliente (figura 28), en este caso es el sistema 14 de la norma ETP-295 que tiene como nombre Hempadur Multi-Strength 35842, al encontrar los componentes se debe verificar que se encuentren en buen estado y que su ficha técnica contenga los datos correctos.

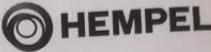


Figura 28. Anaquel de pinturas. Fuente: Propia.

Si toda la información se encuentra correcta los operarios proceden a preparar la mezcla de los componentes como lo ordene la ficha técnica, en este caso es Hempadur Multi-Strength 35842 (figura 29), se prepara con 3 en volumen de 35842 por 1 en volumen de diluyente.

### Ficha Técnica

#### Hempadur Multi-Strength 35842



---

**35842: BASE 35848: AGENTE CURADOR 95620**

**Descripción** Hempadur Multi-Strength 35842 es una pintura epoxi curada con aducto de poliamina de dos componentes, de alta construcción, reforzado con hojuelas de vidrio, que cura a un recubrimiento duro y resistente con buena resistencia a la abrasión, agua de mar y agua dulce. Como recubrimiento autocobado de alta construcción para áreas sujetas a un ambiente altamente corrosivo. Puede ser usado en estructuras costa afuera, zona de salpicadura y otras áreas sumergidas.

**Uso recomendado:** Exposición seca máxima solo: 140°C/284°F  
 Conforme a NORSOK M-501, edición 6, sistema número 7A y 7B.  
 No incluido en Surtido del Grupo. Disponibilidad sujeta a acuerdo especial.

**Temperatura de servicio:** 7 A y 7B.

**Certificados / Aprobaciones:** Conforme a NORSOK M-501, edición 6, sistema número 7A y 7B.

**Disponibilidad** No incluido en Surtido del Grupo. Disponibilidad sujeta a acuerdo especial.

**CONSTANTES FÍSICAS:**

Tonos nos. / Colores 17380/ Gris.  
 Acabado: brillante  
 Volumen de sólidos, %: 98 ± 1  
 Espesor recomendado (teórico): 1,3 m<sup>2</sup>l [52,1 sq. ft./US gallon] - 750 micras/30 mils  
 Punto de inflamación: 87 °C [188,6 °F]  
 Peso específico: 1,3 kg/ltr [10,8 lb/gal EE, UU.]  
 Secado superficial: 7 hora(s) 20°C  
 Secado total: 23 hora(s) 20°C  
 Curado completo: 7 día(s) 20°C  
 Contenido en VOC: 22 g/l [0,2 lb/gal EE, UU.]  
 Estabilidad de almacenaje: 3 años para BASE y 1 año (25 °C) para AGENTE CURADOR del tiempo de producción. Puede necesitar agitación mecánica antes de su uso.  
 \* otros colores según lista de surtido.  
 Los valores de las constantes físicas aquí expresados son valores nominales de acuerdo con las fórmulas del grupo Hempel.

**DETALLES DE APLICACIÓN:**

**Versión, producto mezclado:** 35842  
 BASE 35848: AGENTE CURADOR 95620  
 relación de mezcla 3 : 1 en volumen

**Método de aplicación:** Pistola sin aire (airless) / Brocha (Ver adicional de Instrucciones de aplicación)

**Diluyente (vol. máx.):** No diluir

**Tiempo de vida:** 1 hour 20°C

**Orificio de boquilla:** 0,021 - 0,027"

**Presión en boquilla:** 220 bar [3190 psi] mínimo. (Datos de pistola sin aire indicativos y sujetos a ajustes)

**Limpieza de utensilios:** HEMPEL'S TOOL CLEANER 09610

**Espesor de película indicado, seco:** 750 micras [30 mils]

**Espesor de película indicado, húmedo:** 750 micras [30 mils]

**Intervalo de repintado, min:** De acuerdo con la especificación.

**Intervalo de repintado, max:** De acuerdo con la especificación.

**Seguridad** Manipular con cuidado. Observar las etiquetas de seguridad en los envases antes y durante el uso. Consultar las Fichas de Datos de Seguridad HEMPEL y seguir las regulaciones locales o nacionales.

Figura 29. Ficha técnica de componente anticorrosivo. Fuente: Área de pintura.

Al terminar de hacer la mezcla se prepara el equipo para pintar que consta de un tanque de acero con su tapa y broches, entrada y salida de aire de 1/4" pulgadas, con manguera para fluido y aire, regulador de aire, válvula de seguridad y manómetro (figura 30). Así mismo se ajusta la pistola para su correcto funcionamiento.



*Figura 30. Equipo de pintura. Fuente: Propia.*

Al igual se ocupara un compresor de aire ya que se necesita para la aplicación del sistema de recubrimiento (figura 31), teniendo todo esto en buenas condiciones, se procede a conectar el equipo de pintura con el compresor, una manguera se conectara del compresor al manómetro del equipo de pintura porque será la que le suministre el aire y el manómetro regulará la presión de aire de 30 a 45 libras ya que esta es la adecuada para que el sistema de recubrimiento se adhiera a la pieza y así poder tener una buena calidad. Posteriormente las dos mangueras del equipo de pintura deben de ir conectadas a la pistola que se ocupara para pintar, una manguera debe de ir conectada bajo el mango de la pistola ya que es la que suministra el aire y la otra manguera es conectada por debajo de la boquilla ya que es la que suministra el sistema de recubrimiento.



*Figura 31. Compresor de aire para equipo de pintura. Fuente: Propia.*

Para la correcta aplicación del sistema de recubrimiento, se debe saber que el abanico ideal para pintar es aproximadamente de 6.7” pulgadas (150-175mm) y a una distancia de 15 a 20 cm de la superficie de la pieza para obtener una pieza de excelente calidad

#### 4.2.2 **Hacer.**

El proceso comienza al cortar los tubos por la mitad para darles las medidas correctas y formar medias cañas, así mismo cortar placas de acero para elaborar las cejas y los cartabones.

Posteriormente los paileros procederán a armarlas o juntarlas con las cejas y cartabones que ellos mismos cortan y pulen con ayuda de sopletes, pantógrafos y pulidores, los paileros arman las piezas con ayuda de punteadores o soldadores ya que las cejas y los cartabones deben ir pegados en la media caña, entonces los punteadores se encargan de ponerles puntos de soldadura para unir las piezas y tengan un correcto armado, al terminar el armado las piezas son trasladadas al área de soldadura, donde los soldadores calificados rellenan las uniones de las piezas con más soldadura, las varillas que se utilizan para soldar son 7018 de 1/8 como se muestra en la figura 32 al finalizar el proceso de soldadura, los supervisores evalúan la calidad de la soldadura, al ser aceptadas se procede a trasladarlas al área de pintura.



*Figura 32. Soldadura de pieza. Fuente: Propia.*

Al ser trasladadas las piezas al cuarto de sandblast, el equipo debe estar en correcto estado para hacer el sandblasteo correcto como se muestra a continuación en la figura 33.



*Figura 33. Piezas dentro del cuarto de sandblast. Fuente: Propia.*

Al terminar el sandblasteo se procede a la aplicación del sistema de recubrimiento anticorrosivo (figura 34) solicitado por el cliente el cual será el sistema 14 de la norma ETP-295 mencionado anteriormente (figura 29), el cual se aplicará en dos capas.



*Figura 34. Piezas con el sistema de recubrimiento anticorrosivo aplicado. Fuente: Propia*

Posteriormente de haber aplicado el sistema de recubrimiento anticorrosivo, en este caso el cliente pidió que se le pintaran las piezas de color amarillo, el tiempo de secado de la segunda capa debe ser de 3 a 4 horas igualmente, después de haber aplicado la segunda capa y haber pasado la prueba de espesores en película seca, se procede aplicar el color amarillo (figura 35) el cual será como el acabo del sistema, de igual manera deberá dar como espesor total de película seca de 400-800 $\mu$ m (16-32 milésimas).



*Figura 35. Aplicación del color amarillo (acabado). Fuente: Propia.*

A continuación, se muestra en la figura 36 como quedan pintadas las piezas con el sistema de recubrimiento aplicado con el proceso que se mencionó anteriormente, cabe señalar que es de gran importancia cada paso del proceso de pintura para lograr obtener las piezas de excelente calidad. La descripción anterior del proceso de pintura ayudo para identificar posibles problemas que pueden llegar afectar, se llegó a la idea de elaborar una lista de verificación para prevenir problemas en el proceso.



*Figura 36. Pieza terminada. Fuente: Propia.*

### 4.2.3 Verificar.

Se tendrá que llenar un formato de inspección (figura 37) para verificar si es correcta la temperatura con la que se aplicara el sistema de recubrimiento, de igual manera se debe anotar la temperatura a la que se aplicó cada una de las capas, la temperatura relativa a la que se debe de aplicar el sistema de recubrimiento es igual o menos del 85%.

**demerensa**  
diagnósticos médicos y reumatología, S.C. de C.V.  
PMS Y  
CLAVE CERTIFICAD  
FECHA DE EXP. ANO 2018

**FORMATO DE VERIFICACIÓN DE % DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA AMBIENTE REV.2**

DÍA Y FECHA	HJERA EN QUE SE TOMO EL % DE HUMEDAD RELATIVA				TEMPERATURA AMBIENTE EN °C				OBSERVACIONES
	8	12	16	PROMEDIO	8	12	16	PROMEDIO	
LUNES									
MARTES									
MÉRCOLES									
JUEVES 25/10/22	83%	73%	72%	78%	26°C	32°C	33°C	30.3°C	Selecido Selecido Selecido
VIERNES 26/10/22	78%	71%	78%	77.6%	29°C	31°C	32°C	30°C	Selecido Do le de Selecido
SABADO 27/10/22	81%	72%	70%	74.3%	26°C	31°C	32°C	30°C	Selecido Selecido Selecido
DOMINGO									

ELABORADO: *[Firma]*  
SUPERVISOR DE INSPECCIÓN TÉCNICA

REVISADO: *[Firma]*  
INSPECTOR DE CALIDAD DE OBRAS

Figura 37. Formato de verificación de % de humedad relativa. Fuente: Área de pintura.

Este formato se llena con ayuda de un medidor de punto de rocío (figura 38) ya que este mide la humedad relativa, temperatura del aire, temperatura de la superficie, temperatura del punto de rocío y velocidad del viento.



*Figura 38. Medidor de punto de rocío. Fuente: Propia.*

Si la humedad relativa es igual o menos del 85% se comienza a pintar. Primeramente se aplica el sistema de recubrimiento 14, el sistema es el solicitado por el cliente el cual solo se aplica dos veces, la primera capa debe de dar como espesor de película seca de 200-400 $\mu$ m (8-16 milésimas), en la primera capa se debe tener un tiempo de secado de 3 a 4 horas para proseguir a aplicar la segunda capa, para la segunda capa debe de dar como espesor de película seca de 200-400 $\mu$ m (8-16 milésimas) de igual manera que la primera capa para que el total de espesor de película seca sea de 400-800 $\mu$ m (16-32 milésimas), en la figura 39 se observa cómo debe quedar la pieza pintada.



*Figura 39. Medidor de espesor en película seca de la pieza pintada. Fuente: Propia*

Las piezas son evaluadas por un supervisor de calidad el cual les aplica la prueba de espesores en película seca, prueba de adherencia y prueba de porosidad. La prueba de adherencia se hace con ayuda de una navaja, la cual se procede a raspar la superficie de la pieza formando una X, se corta un pedazo de cinta masking, el pedazo de cinta masking se coloca sobre la parte de donde se raspo formando una X para posteriormente desprenderla llevándose la pintura en la cinta como se observa en la figura 40.



*Figura 40. Realización prueba de adherencia. Fuente: Propia.*

La prueba de porosidad se hace con ayuda de un detector de porosidad, de chispa, jeepers o tipo holiday, este equipo es un probador de porosidad de bajo voltaje por método de esponja

húmeda (figura 41), este equipo se toma del mango para pasar la esponja por toda la pieza, si la esponja llega a tocar una abertura del recubrimiento se producirá un sonido o chispa en el equipo.



*Figura 41. Equipo detector de porosidad. Fuente: Propia*

Posteriormente con ayuda de la lista de verificación (figura 42) que se elaboró con el procedimiento que rige la norma ETP-295 se procederá a verificar que el proceso de pintura o de aplicación del sistema de recubrimiento anticorrosivo 14 se haya llevado a cabo de buena manera para la obtención de piezas de excelente calidad.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295																	
NOMBRE: _____																	
NO. FICHA: _____	FECHA: _____																
1	Grado de corrosión																
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)																
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)																
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)																
<b>MATERIALES</b>																	
1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?																	
	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> </table>	SI	NO	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
SI	NO																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
Marca registrada del producto Nombre o denominación genérica del producto Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones Leyenda de origen del producto Fecha de caducidad o de consumo preferente Código de barras, para espectro infrarrojo Fecha de fabricación	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> </table>	SI	NO	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
SI	NO																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
□	□																
2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?																	
3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?																	
4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?																	
<b>LIMPIEZA Y APLICACIÓN</b>																	
5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)																	
6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?																	
7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?																	
8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?																	
9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?																	
10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?																	
11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?																	
_____																	
_____																	
_____																	
<b>INSPECCIÓN</b>																	
12. Tiempo de secado de capa (Hrs)																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="3">Capas</th></tr> <tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>		Capas			1	2	3										
Capas																	
1	2	3															
13. Espesor de película seca por capa $\mu\text{m}$ (Mil)																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="3">Capas</th></tr> <tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>		Capas			1	2	3										
Capas																	
1	2	3															
14. Espesor de película seca total del sistema $\mu\text{m}$ (Mil).																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th>TOTAL</th></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>		TOTAL															
TOTAL																	
15. Métodos de prueba que requiere el sistema .																	
	<table style="border: none;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Inspección visual</td><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Medición de espesores</td><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Prueba de adherencia</td><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Detector de porosidad por conductividad eléctrica.</td><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> </table>	Inspección visual	□	□	Medición de espesores	□	□	Prueba de adherencia	□	□	Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	□	□				
Inspección visual	□	□															
Medición de espesores	□	□															
Prueba de adherencia	□	□															
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	□	□															
16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?																	
<table style="border: none;"> <tr><td style="text-align: center;">□</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> </table>		□	□														
□	□																
Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.																	
_____	_____																
ELABORÓ	AUTORIZÓ																

Figura 42. Lista de verificación. Fuente: Elaboración propia.

Se elaborará una operación con la siguiente fórmula para calcular el tamaño de muestra de piezas que serán verificadas con la lista de verificación que se elaboró.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * Z^2 * P * Q}{(N - 1)E^2 + Z_{\alpha}^2 * P * Q}$$

Donde:

- n= tamaño de la muestra.
- P = Proporción de éxito.
- Q= Proporción de fracaso
- N= tamaño de la población.
- $Z_{\alpha}$ = Nivel de significación.
- E= error de estimación.

$$n = \frac{120 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{(120 - 1)0.04^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = \frac{115.248}{1.1508} = 100.17 = 100$$

El cálculo de la muestra se realizó y el tamaño de muestra de las piezas que se verificaran es de 100, ya que es el número que arrojó la fórmula de muestreo.

En la figura 43 se muestra la lista de verificación de la primera pieza evaluada, así mismo en la figura 44 se muestra la pieza verificada, dando como resultado una pieza de excelente calidad gracias a que la lista de verificación ayudó a evaluar cada punto del proceso que se debe seguir.

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdol Ramirez Vargas      FECHA: 08-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	B
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sg 1
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	S# 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

	<b>SI</b>	<b>NO</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Marca registrada del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Lote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre o denominación genérica del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Razón social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legenda de origen del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Domicilio fiscal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de caducidad o de consumo preferente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Advertencia de riesgos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Código de barras, para espectro infrarrojo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instrucciones y garantías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de fabricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?

SI     NO

3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?

SI     NO

4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?

SI     NO

**LIMPIEZA Y APLICACIÓN**

5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)

SI     NO

6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?

SI     NO

7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?

SI     NO

8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?

SI     NO

9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?

SI     NO

10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?

SI     NO

11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
3	4	3

13. Espesor de película seca por capa µm (Mil)

Capas		
1	2	3
8.5 mil	9	5.5 mil

14. Espesor de película seca total del sistema µm (Mil).

TOTAL
23 milésimas

15. Métodos de prueba que requiere el sistema.

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

SI     NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.

Jorge Abdol Ramirez Vargas  
ELABORÓ

Hugo Dominguez Cruz  
AUTORIZÓ

Figura 43. Lista de verificación de primera pieza evaluada. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 44. Primera pieza verificada. Fuente: Propia.*

En la figura 45 se muestra una segunda lista de verificación la cual corresponde a la segunda pieza evaluada con la lista de verificación que se elaboró y en la figura 46 es mostrada la segunda pieza verificada, dando como resultado una pieza de excelente calidad gracias a cada uno de los puntos y lineamientos que se marcan en la lista de verificación basándose en la norma ETP-295.

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdol Ramírez Vargas FECHA: 10-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	B
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sg 1
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	Sf 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

	<b>SI</b>	<b>NO</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Marca registrada del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Lote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre o denominación genérica del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Razón social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legenda de origen del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Domicilio fiscal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de caducidad o de consumo preferente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Advertencia de riesgos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Código de barras, para espectro infrarrojo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instrucciones y garantías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de fabricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?

3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?

4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?

**LIMPIEZA Y APLICACIÓN**

5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)

6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?

7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?

8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?

9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?

25°C

10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?

11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
4	4	3

13. Espesor de película seca por capa µm (Mil)

Capas		
1	2	3
9 mil	8 mil	4 mil

14. Espesor de película seca total del sistema µm (Mil).

TOTAL
21 milésimas

15. Métodos de prueba que requiere el sistema.

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.

Jorge Abdol Ramírez Vargas  
ELABORÓ

Hugo Ramírez  
AUTORIZÓ

Figura 45. Lista de verificación de segunda pieza evaluada. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 46. Segunda pieza verificada. Fuente: Propia.*

#### 4.2.4 Actuar.

El proceso de pintura es muy importante para la empresa Demerresa ya que es el último paso en la producción de piezas o estructuras, por consiguiente, la lista de verificación que se elaboró para evaluar el proceso del área de pintura es de gran ayuda para obtener piezas de excelente calidad en la empresa y lograr que los clientes queden satisfechos con los trabajos.

Esta lista de verificación sirve para saber que en todo caso si alguna pieza llegara a tener defectos como pasarse del total de espesor de película seca o se llegara a rechazar la prueba de porosidad por conductividad eléctrica, se procede a realizar la limpieza de la pieza de forma manual, con ayuda de lija, el tipo de lija que se ocupe deberá ser asignado por el jefe del área de pintura o el aplicador del sistema de recubrimiento, ya que ellos conocen de manera correcta los materiales que se deben ocupar para la correcta limpieza y aplicación del sistema de recubrimiento, así mismo si llegara a tener otros defectos con la lista de verificación podrán saber qué es lo que fallo y proceder a repararlos, posteriormente se volverá a realizar la aplicación del sistema de recubrimiento anticorrosivo observando y verificando cada punto del proceso hasta que se acepte la pieza para ser almacenada o enviada al cliente.

#### **4.3 Propuesta solución.**

La propuesta solución que se realizo es la lista de verificación (figura 42) para evaluar el proceso de pintura en la empresa, esta propuesta de solución es de gran importancia ya que con ella podemos evaluar el proceso de pintura según el sistema de recubrimiento anticorrosivo que solicitó el cliente, de igual manera con la lista de verificación que se elaboró se pueden evaluar todos los sistemas de recubrimientos que se encuentran dentro de la norma ETP-295 para obtener piezas o productos de excelente calidad.

Otra propuesta de solución que se realizo es un diagrama de procesos (figura 47), este diagrama fue elaborado en el software Visio Process Simulator, el cual nos indica cada proceso y subproceso que se deben de seguir para obtener piezas y productos de excelente calidad, esta propuesta de igual manera es muy importante porque gracias a ello se tiene un correcto funcionamiento en la producción para poder llevar un procedimiento eficiente que no genere retrasos y maximice la producción en los procesos y subprocesos.

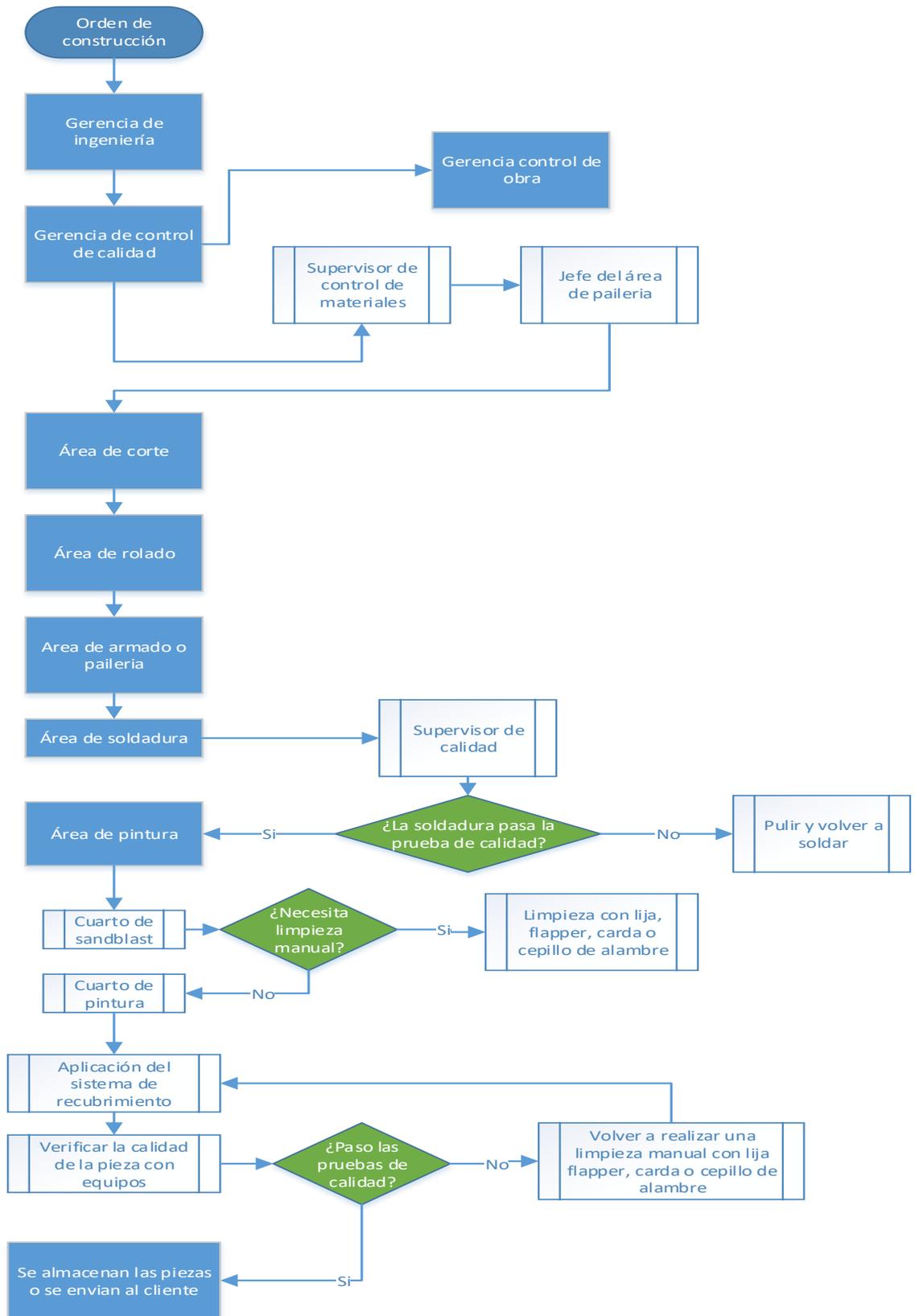


Figura 47. Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración propia.

## **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el capítulo anterior se presentó la metodología utilizada siguiendo la estructura del ciclo de mejoramiento continuo PDCA.

En el presente capítulo se presentarán los resultados, conclusiones y recomendaciones de acuerdo al análisis realizado con la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto mediante la consecución de los objetivos que se plantearon y lograron llegar a una meta. Los resultados se lograron a través de técnicas de observación tanto directa como indirecta y con la revisión de fuentes de información.

Con el fin de alcanzar los objetivos se analizó el estado actual del proceso de pintura con ayuda de la fase planificar concluyendo finalmente plantear el paso a paso de las actividades a seguir para el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de este proyecto.

### **5.1 Análisis de la situación actual en el proceso de pintura.**

La información del proceso de pintura actualmente la podemos observar a partir de la fase planificar, donde fue requerida para realizar un diagnóstico total del proceso y llegar a una toma de decisiones, se analizó detalladamente cada parte que sigue el proceso para lograr obtener una mejor visión y comprensión para ser mejorado. En el capítulo anterior en la fase planificar se pudo detectar posibles fallas en el proceso porque no existe un documento donde se especifique que la pieza atravesó todos los requerimientos que la norma ETP-295 solicita.

### **5.2 Plan de verificación.**

Al inicio de este proyecto se estableció como objetivo principal evaluar el proceso de pintura basado en la norma ETP-295. El plan de verificación se debe al incorrecto seguimiento que se le da al proceso de pintura, gracias a la lista de verificación de la figura 42 que fue elaborada se pudieron observar los resultados que se obtuvieron en las piezas evaluadas con la finalidad de garantizar un correcto funcionamiento en cada paso que se debe seguir según los requerimientos de la norma ETP-295. La lista de verificación elaborada dio los resultados

que se esperaban brindando piezas de excelente calidad por su correcta verificación de cada paso que se lleva a cabo en el proceso.

La razón por la cual se debe verificar el proceso de pintura se debe a que es de gran importancia para obtener piezas de mejor calidad, se podría decir que es su presentación ante los clientes, con la verificación de dicho proceso algunas de las ventajas que podemos encontrar son como evitar pérdidas de tiempo o retrasos de entrega, maximiza la productividad, ayuda a reducir costos, minimiza el trabajo y agiliza las operaciones.

Este plan comienza desde el correcto funcionamiento de los equipos que se ocupan los cuales son el equipo de sandblast y el de pintura, estos equipos deben estar en estado óptimo para que a la hora de ser ocupados brinden su correcto funcionamiento y no generar problemas en las piezas y retrasos en la producción. Por consiguiente, se tiene el área de trabajo, esta área de igual forma debe de estar en condiciones adecuadas para que el operario o trabajador se desenvuelva y pueda operar de manera adecuada y así lograr obtener los resultados esperados.

Un punto muy importante son los equipos de calidad, estos equipos se deben revisar que se encuentran calibrados de manera correcta, ya que con dichos equipos se evaluara el correcto proceso de pintura y se podrán obtener productos de mayor calidad.

De igual manera se elaboró un diagrama de procesos el cual se muestra en la figura 47, este se elaboró porque se tenía un descontrol a lo largo de todo el proceso de producción, desde la orden de construcción hasta la entrega del producto, con este diagrama se lograron reducir los tiempos de retrasos, se maximizó la producción y se minimizo el desperdicio de materia prima. Por eso es de gran importancia un diagrama de procesos en cada empresa para poder lograr orden en la producción y un correcto funcionamiento en cada proceso.

### **5.3 Recomendaciones para una mejora continua.**

Documentar y analizar toda la información recolectada a lo largo de todo el proyecto nos sirvió para posteriormente poder ser evaluada y establecer parámetros que nos faciliten el

análisis de cada problema que se presente en el proceso de pintura, la implementación eficaz de la mejora continua en el proceso de pintura de la empresa Demerresa ayuda a la reducción de costos, maximizaría la producción y evitaría retrasos en la entrega de productos terminados.

Algunas recomendaciones de gran importancia que podemos tomar en cuenta son:

- Aplicar el mejoramiento continuo para las otras áreas o procesos siguiendo el mismo esquema.
- Realizar de manera periódica la calibración de los equipos de calidad.
- Motivar a los operarios o trabajadores a realizar su trabajo bajo la conciencia de que se elaboran piezas de gran calidad logrando concientizar la importancia de sus trabajos.
- Realizar capacitaciones frecuentes al personal que se encuentra involucrado en el proceso para reforzar conceptos, procedimientos y métodos.
- Realizar de manera periódica el análisis de ergonomía para darle un mejor ambiente laboral a los operarios o trabajadores.
- Profundizar el mantenimiento de los equipos que se utilizan en el proceso de pintura y los demás procesos que se requieran.

Continuar creando una cultura de mejoramiento continuo no solo para el personal que está involucrado en el proceso de pintura sino para toda la empresa, puesto que el mejoramiento continúe es un proceso de fácil adaptabilidad y utilización que puede incluirse en diversos campos, inclusive en la resolución de problemas hasta en la vida cotidiana.

## 6. CONCLUSIONES

El ciclo de mejora continua aplicado en el proceso de pintura de la empresa Desguaces Metálicos y Relaminables S.A. de C.V. se enfocó como sistema de control de calidad para que las piezas se encuentren en óptimas condiciones. La evaluación de un proceso es una parte muy importante en toda empresa ya que brinda información para contribuir a la mejora de la gestión operativa de los programas. Del total de los tipos de evaluaciones, ésta es una de las de mayor utilidad para fortalecer y mejorar la implementación de los programas.

En cuanto a la mejora continua, se concluye que es parte primordial para lograr la satisfacción del cliente y así poder acaparar mayor mercado, ya que el trato que reciba y sobre todo la calidad con la que se haga el trabajo que se le ha encomendado a la empresa, dará como resultado la recomendación de la misma, la cual tiene mayor peso que alguna otra recomendación o promoción. Aunado a lo anterior se debe tener en cuenta que la mejora continua ayudará a mejorar menos pérdidas a la empresa y que podrá convertirse en un capital humano satisfecho y sobre todo con impacto positivo en las utilidades.

Por medio de las evaluaciones de procesos se detectan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del marco normativo, estructura y funcionamiento de los programas, aportando elementos para determinar estrategias que incrementen la efectividad operativa y enriquezcan el diseño de los programas.

El ciclo PDCA de mejora continua debe seguir siendo utilizado o aplicado para lograr obtener mejores resultados finales. Por último, es fundamental mencionar la importancia de las evaluaciones de los procesos en una empresa que desea seguir creciendo como lo es Demeresa, deben ser tomados con mayor seriedad y sobre todo desde el inicio de la contratación de nuevos valores para la empresa, ya que ellos encaminaran al fortalecimiento en las acciones diarias de cada empleado y sobre todo dará como resultado esa calidad que buscan todos los clientes al solicitar un servicio.

# ANEXOS

Anexo A  
Solicitud de inspección de recubrimientos anticorrosivos.



CLAVE: CD-FOR-06-08  
FECHA DE EXP. AGOSTO 2018

**SOLICITUD DE INSPECCIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS REV.1**

PROYECTO:		CONTRATO:		FECHA:	
OBRA:				Nº. REPORTE:	
				HOJA:	DE
PLATAFORMA:				PLANO Nº.	
ELEMENTO:					
PRIMARIO:		ENLACE:		ACABADO:	
% H.R.		% H.R.		% H.R.	
<b>LECTURA DE ESPESOR DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS</b>					
ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ESPESOR PROMEDIO	OBSERVACIONES
<b>TOTAL DE ESPESOR PROMEDIO DE PELICULA SECA</b>					

ELABORO SUPERVISOR DE PINTURA	REVISO INGENIERO DE CAMPO	VERFICO INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD
----------------------------------	------------------------------	--

Anexo B

Listas de verificación y piezas evaluadas.

Pieza tres evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdiel Ramirez Vargas

FECHA: 10-11-2022

1	Grado de corrosión	A
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sa 2
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	St 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Marca registrada del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre o denominación genérica del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legenda de origen del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de caducidad o de consumo preferente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Código de barras, para espectro infrarrojo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de fabricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<b>SI</b>	<b>NO</b>
No. Lote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cantidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Razón social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Domicilio fiscal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Advertencia de riesgos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instrucciones y garantías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?  SI  NO
- 3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?  SI  NO
- 4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?  SI  NO

**LIMPIEZA Y APLICACIÓN**

- 5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)  SI  NO
- 6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?  SI  NO
- 7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?  SI  NO
- 8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?  SI  NO
- 9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?  SI  NO
- 10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?  SI  NO
- 11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
3	4	3

13. Espesor de película seca por capa  $\mu\text{m}$  (Mil)

Capas		
1	2	3
10.2	8.4	15.1

14. Espesor de película seca total del sistema  $\mu\text{m}$  (Mil).

TOTAL
23.7

15. Métodos de prueba que requiere el sistema .

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

SI  NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.

CS Jorge Abdiel Ramirez Vargas ELABORÓ Hugo Dominguez AUTORIZÓ

Pieza cuatro evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdol Ramirez Vargas      FECHA: 11-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	B
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sa 1
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	SL 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

	<b>SI</b>	<b>NO</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Marca registrada del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Lote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre o denominación genérica del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Razón social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leyenda de origen del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Domicilio fiscal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de caducidad o de consumo preferente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Advertencia de riesgos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Código de barras, para espectro infrarrojo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instrucciones y garantías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de fabricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?  SI  NO
3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?  SI  NO
4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?  SI  NO
- LIMPIEZA Y APLICACIÓN**
5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)  SI  NO
6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?  SI  NO
7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?  SI  NO
8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?  SI  NO
9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?  SI  NO
10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?  SI  NO
11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
4	3	4

13. Espesor de película seca por capa µm (Mil)

Capas		
1	2	3
10 mil	12 mil	4 mil

14. Espesor de película seca total del sistema µm (Mil).

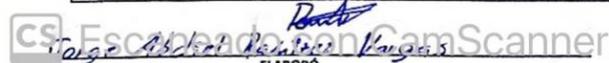
TOTAL
26 mil

15. Métodos de prueba que requiere el sistema .

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?  SI  NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.


 ELABORÓ: Jorge Abdol Ramirez Vargas      AUTORIZÓ: Hugo Dominguez Cruz

Pieza cinco evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdiel Ramírez Vargas

NO. FICHA: \_\_\_\_\_

FECHA: 11-11-2022

1	Grado de corrosión	A
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sg 1
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	S+ 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

- Marca registrada del producto
- Nombre o denominación genérica del producto
- Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones
- Leyenda de origen del producto
- Fecha de caducidad o de consumo preferente
- Código de barras, para espectro infrarrojo
- Fecha de fabricación

SI	NO
X	
X	
X	
X	
X	
X	
X	

- No. Lote
- Cantidad
- Razón social
- Domicilio fiscal
- Advertencia de riesgos
- Instrucciones y garantías

SI	NO
X	
X	
X	
X	
X	
X	

- 2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?
- 3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?
- 4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?

X	
X	
X	

**LIMPIEZA Y APLICACIÓN**

- 5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)
- 6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?
- 7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?
- 8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?
- 9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?
- 10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?
- 11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

X	
X	
X	
X	
X	
78°C	
X	X

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
4	3	3

13. Espesor de película seca por capa µm (Mil)

Capas		
1	2	3
8 mil	9 mil	4 mil

14. Espesor de película seca total del sistema µm (Mil).

TOTAL
21 mil

15. Métodos de prueba que requiere el sistema.

Inspección visual	X	
Medición de espesores	X	
Prueba de adherencia	X	
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	X	

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

X	
---	--

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.



Jorge Abdiel Ramírez Vargas  
ELABORÓ

Hugo Domínguez  
AUTORIZÓ

Pieza seis evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdol Rabiner Vargas      FECHA: 14-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	A
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sa 2
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	St 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

	<b>SI</b>	<b>NO</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Marca registrada del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Lote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre o denominación genérica del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Razón social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legenda de origen del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Domicilio fiscal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de caducidad o de consumo preferente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Advertencia de riesgos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Código de barras, para espectro Infrarrojo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instrucciones y garantías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de fabricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?

3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?

4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?

**LIMPIEZA Y APLICACIÓN**

5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)

6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?

7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?

8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?

9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?

29°C

10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?

11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
4	4	3

13. Espesor de película seca por capa μm (Mil)

Capas		
1	2	3
114μ	92μ	52μ

14. Espesor de película seca total del sistema μm (Mil).

TOTAL
254μ

15. Métodos de prueba que requiere el sistema.

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.

**CS** Jorge Abdol Rabiner Vargas  
 ELABORO

Hugo Dominguez Cruz  
 AUTORIZO

Pieza siete evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdiel Ramirez Vargas  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

FECHA: 15-11-2022

1	Grado de corrosión	B
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	SA 2
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	SL 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

Marca registrada del producto  SI  NO  
 Nombre o denominación genérica del producto   
 Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones   
 Leyenda de origen del producto   
 Fecha de caducidad o de consumo preferente   
 Código de barras, para espectro infrarrojo   
 Fecha de fabricación

No. Lote  SI  NO  
 Cantidad   
 Razón social   
 Domicilio fiscal   
 Advertencia de riesgos   
 Instrucciones y garantías

2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?  SI  NO  
 3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?   
 4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?

**LIMPIEZA Y APLICACIÓN**

5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)   
 6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?   
 7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?   
 8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?   
 9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?   
 10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?  SI  NO  
 11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
4	3	3

13. Espesor de película seca por capa  $\mu\text{m}$  (Mil)

Capas		
1	2	3
824	1021	921

14. Espesor de película seca total del sistema  $\mu\text{m}$  (Mil).

TOTAL
22 mil

15. Métodos de prueba que requiere el sistema .

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?  SI  NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.



Jorge Abdiel Ramirez Vargas  
 ELABORO

Hugo Dominguez  
 AUTORIZO

Pieza ocho evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdal Ramirez Vargas      FECHA: 16-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	A
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	SA 2
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	SF 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?
- |   |                                     |                          |                           |                                     |                          |
|---|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|   | SI                                  | NO                       |                           | SI                                  | NO                       |
| Marca registrada del producto   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | No. Lote                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Nombre o denominación genérica del producto                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cantidad                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Razón social              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Leyenda de origen del producto  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Domicilio fiscal          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fecha de caducidad o de consumo preferente                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Advertencia de riesgos    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Código de barras, para espectro infrarrojo                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Instrucciones y garantías | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fecha de fabricación  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                           |                                     |                          |
2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?  SI  NO
3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?  SI  NO
4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?  SI  NO
- LIMPIEZA Y APLICACIÓN**
5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)  SI  NO
6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?  SI  NO
7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?  SI  NO
8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?  SI  NO
9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?  SI  NO
10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?  SI  NO
11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?
- 28°C

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
4	3	3

13. Espesor de película seca por capa μm (Mil)

Capas		
1	2	3
10 mil	9 mil	4 mil

14. Espesor de película seca total del sistema μm (Mil).

TOTAL
23 mil

15. Métodos de prueba que requiere el sistema .

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

SI  NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.

CS Jorge Abdal Ramirez Vargas ELABORÓ      Hugo Dominguez Cruz AUTORIZÓ

Pieza nueva evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Jorge Abdal Rábarez Vargas      FECHA: 16-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	<u>B</u>
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	<u>SA 1</u>
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	<u>SA 3</u>
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	<u>14</u>

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?
- |   |  |                           |  |
|---|--|---------------------------|--|
| Marca registrada del producto   | <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | No. Lote                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO |
| Nombre o denominación genérica del producto                                   | <input checked="" type="checkbox"/>                                | Cantidad                  | <input checked="" type="checkbox"/>                                |
| Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones | <input checked="" type="checkbox"/>                                | Razón social              | <input checked="" type="checkbox"/>                                |
| Legenda de origen del producto  | <input checked="" type="checkbox"/>                                | Domicilio fiscal          | <input checked="" type="checkbox"/>                                |
| Fecha de caducidad o de consumo preferente                                    | <input checked="" type="checkbox"/>                                | Advertencia de riesgos    | <input checked="" type="checkbox"/>                                |
| Código de barras, para espectro infrarrojo                                    | <input checked="" type="checkbox"/>                                | Instrucciones y garantías | <input checked="" type="checkbox"/>                                |
| Fecha de fabricación  | <input checked="" type="checkbox"/>                                |                           |  |
2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?  SI     NO
3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?  SI     NO
4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?  SI     NO
- LIMPIEZA Y APLICACIÓN**
5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)  SI     NO
6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?  SI     NO
7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?  SI     NO
8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?  SI     NO
9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?  SI     NO
10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?  SI     NO
11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>

13. Espesor de película seca por capa µm (Mil)

Capas		
1	2	3
<u>9 mil</u>	<u>12 mil</u>	<u>5 mil</u>

14. Espesor de película seca total del sistema µm (Mil).

TOTAL
<u>26 mil</u>

15. Métodos de prueba que requiere el sistema .

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?

SI     NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.


Jorge Abdal Rábarez Vargas  
ELABORO
Hugo Domínguez  
AUTORIZO

Pieza diez evaluada con su lista de verificación.



**LISTA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS BAJO CARACTERÍSTICAS DE LA NORMA ETP-295**

NOMBRE: Vargas Abdiel Ramirez Vargas      FECHA: 18-11-2022  
 NO. FICHA: \_\_\_\_\_

1	Grado de corrosión	A
2	Grado de limpieza (Chorro abrasivo)	Sa 2
3	Grado de limpieza (Herramienta manual)	Sa 3
4	Sistema (recubrimiento anticorrosivo)	14

**MATERIALES**

1. ¿Los recipientes de los componentes a mezclar por el sistema de recubrimiento contiene la siguiente información?

Marca registrada del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No. Lote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre o denominación genérica del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Razón social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legenda de origen del producto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Domicilio fiscal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de caducidad o de consumo preferente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Advertencia de riesgos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Código de barras, para espectro infrarrojo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instrucciones y garantías	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha de fabricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2. ¿Los materiales se transportaron y almacenaron de acuerdo a cómo lo señala su ficha técnica?  SI  NO
3. ¿Las materias primas y solventes permanecían sellados hasta el momento de su preparación?  SI  NO
4. ¿Se verificó la fecha de caducidad de los materiales para la preparación del recubrimiento?  SI  NO
- LIMPIEZA Y APLICACIÓN**
5. ¿Se realizó la limpieza? (depende del tipo de limpieza que requiera)  SI  NO
6. ¿El aplicador del sistema de recubrimiento está calificado?  SI  NO
7. ¿El aplicador realizó mediciones periódicas del espesor de película húmeda?  SI  NO
8. ¿La humedad relativa en la que se aplicó el sistema de recubrimiento fue por menos del 85%?  SI  NO
9. ¿Temperatura ambiente en la que se aplicó el recubrimiento?  SI  NO 26°C
10. ¿Presentó defectos la pieza después de la aplicación total del sistema de recubrimiento?  SI  NO
11. Si la respuesta fue sí, ¿cuáles fueron los defectos que se presentaron?

**INSPECCION**

12. Tiempo de secado de capa (Hrs)

Capas		
1	2	3
3	3	4

13. Espesor de película seca por capa µm (Mil)

Capas		
1	2	3
10µm	8µm	4µm

14. Espesor de película seca total del sistema µm (Mil).

TOTAL
22 µm

15. Métodos de prueba que requiere el sistema .

Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medición de espesores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de adherencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de porosidad por conductividad eléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Se aceptaron los métodos de prueba que requiere el sistema?  SI  NO

Si se aceptaron todos los métodos de prueba que el sistema fue sometido, la pieza se encuentra lista para ser almacenada o entregada.

ELABORÓ: Vargas Abdiel Ramirez Vargas      AUTORIZÓ: Hugo Dominguez Carr

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (Sand Blast y Pintura, P. D. S. A. de C. V. (2021). *¿Qué es Sand Blast o Chorro de Arena?* (Sand Blast y Pintura, Pragmar Distributors S.A. de C.V. <https://www.pragmar.net/sand-blast-y-pintura/>
- Alfonso. (2022). *Breve historia de la pintura industrial y métodos de aplicación*. BLOG DALMAR PROTECCIONES Y PINTURAS. <http://blog.proteccionesy pinturas.com/breve-historia-de-la-pintura-industrial-y-metodos-de-aplicacion/>
- APLIKA CONTROL CORROSIÓN S.A.S. (n.d.). *Limpieza con herramientas mecánicas a metal desnudo (SSPC- SP11)*. APLIKA CONTROL CORROSIÓN S.A.S. Retrieved February 27, 2023, from <https://www.aplika.com.co/publicaciones/publicaciones/limpieza-con-herramientas-mecanicas-a-metal-desnudo-sspc-sp11>
- Colvo, H. S. H. . (2020). *Círculo de Deming: etapas, ventajas, desventajas y ejemplo*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/circulo-deming/>
- CONEVAL. (2013). *Modelo de Términos de Referencia para la Evaluación de Procesos 2013*.
- CONSTRUCTORA OCITRIMEX. (n.d.). 2.- *PREPARACION DE SUPERFICIES*. CONSTRUCTORA OCITRIMEX.
- Consultores, A. (2020). *El ciclo PDCA de Mejora Continua*. <https://www.aiteco.com/ciclo-pdca-de-mejora-continua/>
- Couoh, R. (2019). *¿Qué es y para qué sirve el Sandblasting o chorro de arena?* Laminasyaceros.Com. <https://blog.laminasyaceros.com/blog/qué-es-y-para-que-sirve-el-sandblasting-o-chorro-de-arena>
- CYM Materiales. (2015). *Preparacion de superficies-Norma SSPC. Informes Tecnicos*, 8.
- García, J. A. (2003). *MANUAL DE PINTURA*. In *EDITORAMA*. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- GROUP, B. C. (2018). *Pintura industrial, corrosión bajo control*. Todoferreteria. <http://todoferreteria.com.mx/pintura-industrial-corrosion-bajo-control/>
- Guilcaso Molina, C. O. (2020). *Análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicado al acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) ASTM a 1011 GR 50 y su incidencia en la tasa de corrosión para aplicaciones en la industria metalmecánica*. 309. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30605>
- Hernandez Diaz, M. A. (2020). *Propuesta de mejora del proceso de arenado y pintado de planchas de acero en un astillero naval, a fin de incrementar la productividad*. *Universidad Inca Garcilaso de La Vega*, 117. [http://168.121.45.179/handle/20.500.11818/4904#.Y\\_ahrelx0wM.mendeley](http://168.121.45.179/handle/20.500.11818/4904#.Y_ahrelx0wM.mendeley)
- Juliá Pinturas. (2022). *Pintura. Su evolución en la historia*. Juliá Pinturas. <https://www.juliapinturas.com/pintura-su-evolucion-en-la-historia/>
- Kaoru, I. (1997). *¿Qué es el control total de calidad?* In *Innovar - Revista de Ciencias Administrativas y Sociales* (Issue 10). file:///C:/Users/jorge/Downloads/¿Que Es El Control Total de Calidad (Kaoru Ishikawa) (z-lib.org).pdf
- López, S. (2020). *Propuesta de un sistema de protección con pintura para evitar la corrosión de estructuras metálicas en la ciudad de Piura - 2020*.
- Medina, J. N. (1997). *Kaoru Ishikawa-Introducción al Control de Calidad* (pp. 1–480).

- file:///C:/Users/jorge/Downloads/Introduccion al Control de Calidad (Kaoru Ishikawa) (z-lib.org).pdf
- Milla, R. F., & Rodríguez, L. (2020). *Desarrollos tecnológicos en el pretratamiento químico de piezas de acero laminado para un posterior proceso de pintado en polvo electrostático*. [https://repositorio.utec.edu.pe/bitstream/20.500.12815/154/1/Milla-León\\_Rodríguez\\_TI.pdf](https://repositorio.utec.edu.pe/bitstream/20.500.12815/154/1/Milla-León_Rodríguez_TI.pdf)
- Morken Group. (n.d.). *PROTECCIÓN ANTICORROSIVA EN PILOTES DE PLATAFORMAS OFFSHORE*. Morken Group. Retrieved February 27, 2023, from [https://www.morkengroup.com/case\\_study/proteccion-anticorrosiva-en-pilotes-de-plataformas-offshore/](https://www.morkengroup.com/case_study/proteccion-anticorrosiva-en-pilotes-de-plataformas-offshore/)
- Nava Victor. (2006). ¿Qué es la calidad?: conceptos, gurús y modelos fundamentales - Víctor Manuel Nava Carbellido - Google Libros. In *¿Qué es la calidad?: conceptos, gurús y modelos fundamentales* (p. 181). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gdGs17C2KeoC&oi=fnd&pg=PA11&q=GURUS+DE+LA+CALIDAD&ots=CCB8ikLdCb&sig=OovB5EO7mO6WnVbzdIpZ7bD43eY#v=onepage&q&f=false>
- Nick Connor. (2021). *¿Qué es la lixiviación selectiva? – Corrosión selectiva – Definición*. Material Properties. <https://material-properties.org/es/que-es-la-lixiviacion-selectiva-corrosion-selectiva-definicion/>
- Nueva-iso-9001-2015. (2016). *Desarrollo del concepto calidad*. ISO 9001:2015. [https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/#:~:text=Kaoru Ishikawa \(1988\) supuso que,E.W.](https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/#:~:text=Kaoru Ishikawa (1988) supuso que,E.W.)
- Ordoñez, E., & Cartuche, M. (2018). *Diseño y simulación de máquina para aplicar pintura epoxica al interior de tuberías de acero de 24 a 30 pulgadas para uso industrial*. 106.
- Redrovan Pesantez, F., Vera Aravena, R., Romero Bonilla, H., Vera Infante, T., & Fernández Vélez, V. (2019). Efecto anticorrosivo de pinturas de poliuretano aplicadas sobre acero galvanizado sin tratamiento superficial. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 22(44), 25–32. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i44.16283>
- Rodríguez Remigio, D. M. (2019). EVALUACION DE LA APLICACION DE RECUBRIMIENTOS EPOXI Y POLIURETANO ALIFATICO PARA LA INHIBICION DE LA CORROSION EN LAS VIROLAS DE TUBERIAS FORZADAS DE LA HIDROELECTRICA [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. In *Universidad Nacional “José*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3857>
- Romero Arias, H. O. (2022). *Evaluación de recubrimientos y procedimiento de rehabilitación en tanques de estaciones de producción de hidrocarburos* [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/8959>
- Sienra, R. (2021). *La colorida historia de la pintura: desde los pigmentos naturales hasta los tonos sintéticos*. My Modern Met En Español. <https://mymodernmet.com/es/historia-de-la-pintura/>
- SIKA. (2015). Preparación de superficies metálicas. *Catálogo*, 16.
- Solórzano Barrera, G., & Aceves Lopez, J. N. (2013). Importancia de la calidad del servicio al cliente, para el funcionamiento de las empresas. *Revista El Buzón de Pacioli*, 1(82), 4–13. <http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no82/Pacioli-82.pdf>

- Sugeydi Parra. (2018). *Tipos de corrosión en el acero*. Laminas y Aceros.  
<https://blog.laminasyaceros.com/blog/tipos-de-corrosion-en-el-acero>
- Vargas Daza, V. (2021). *Impacto de los recubrimientos como alternativa de solución a la corrosión en los sistemas de transporte en la industria de hidrocarburos en Colombia*. 43. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/8432>
- Zamora Valencia, K. M. (2022). *Análisis del proceso de aplicación de pintura electroestática en polvo para componentes de transformadores y la evaluación de su adherencia y anclaje bajo ambientes controlados* [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica].  
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/36485>