

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**MAESTRÍA EN MECÁNICA**  
**(COHORTE 2017)**

**TEMA:**

---

ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS APLICADOS A LOS ACEROS Q235B Y SU INCIDENCIA EN LA TASA DE CORROSIÓN, EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

---

Trabajo de Titulación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Mecánica Mención  
Diseño

**Autor:** Ing. Hugo Fabián Amancha Torres  
**Director:** Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg.

**Ambato- Ecuador**  
**2019**

**A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**

El tribunal receptor del Trabajo de Titulación presidido por el Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg., e integrado por los señores: Ing. César Hernán Arroba Arroba, Mg. e Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: "ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS APLICADOS A LOS ACEROS Q235B Y SU INCIDENCIA EN LA TASA DE CORROSIÓN, EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO", elaborado y presentado por el señor: Ing. Hugo Fabián Amancha Torres, para optar por el Grado Académico de Magister en Diseño Mecánico; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg.  
Presidente del Tribunal



Ing. César Hernán Arroba Arroba, Mg.  
Miembro del Tribunal



Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta, Mg.  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS APLICADOS A LOS ACEROS Q235B Y SU INCIDENCIA EN LA TASA DE CORROSIÓN, EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, le corresponde exclusivamente al: Ingeniero Hugo Fabián Amancha Torres, Autor bajo la Dirección de la Ingeniera María Belén Paredes Robalino, Mg., Director del Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Hugo Fabián Amancha Torres

CC: 1803961877

**AUTOR**



Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg.

CC: 1803745395

**DIRECTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Hugo Fabián Amancha Torres

---

*Ing. Hugo Fabián Amancha Torres*

*CC: 1803961877*



## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis:

A Dios por guiarme, bendecirme, protegerme en todo el lapso de mi vida, dándome fortaleza y sabiduría para conseguir lo propuesto.

A mis padres, por darme la oportunidad de existir, por su ejemplo de superación incasable, su comprensión, su confianza, su amor y amistad incondicional.

A mi esposa Dianita Sailema por su amor, apoyo incondicional y por llenar mi vida de felicidad.

A mi hija Dannita Valentina que con su inocencia y ternura alegra mi vida y la llena de amor y cariño.

A mis ñaño Israel por estar presente en cada escalón superado, apoyándome para culminar este sueño con éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a DIOS, por darme la fuerza, carácter y salud para alcanzar las metas y sueños de mi vida.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y permitir perfeccionarme como profesional.

A mis padres y hermanos que siempre están presentes en mi mente y en mi corazón.

A mi tutora de tesis Ing. María Belén Paredes, por guiar este trabajo investigativo hasta su exitosa culminación.

A mis catedráticos quienes día a día me inculcaron sus conocimientos de manera desinteresada para realizarme como ser humano y profesional.

A mis amigos y hermano con quienes compartí mi nueva etapa estudiantil y a todas las personas que aportaron para que se realice este proyecto de Titulación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XX
INTRODUCCIÓN .....	XXII
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1.1 Tema .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	1
1.2.1 Contextualización .....	1
1.2.2 Análisis crítico .....	3
1.2.3 Prognosis.....	4
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5 Preguntas directrices .....	4
1.2.6 Delimitación del problema .....	5
1.2.6.1 Delimitación de contenidos .....	5
1.2.6.2 Delimitación espacial.....	5
1.2.6.3 Delimitación temporal .....	5
1.3 Justificación .....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
2.1 Antecedentes Investigativos .....	7
2.2 Fundamentación teórica.....	11
2.2.1 Ingeniería de Materiales .....	11
2.2.2 Acero Estructural Q235B .....	12
2.2.3 Sistema de Agua Potable de Riobamba .....	13

2.2.3.1	Sistema de Agua Cruda. ....	13
2.2.3.2	Conducción de Agua Tratada .....	14
2.2.4	Corrosión .....	14
2.2.4.1	Tipos de corrosión .....	15
2.2.4.2	Importancia de la corrosión .....	17
2.2.4.3	Efectos de la Corrosión.....	17
2.2.4.3.1	Efectos de la Corrosión- Seguridad .....	18
2.2.4.3.2	Efectos de la Corrosión - Costo .....	18
2.2.4.3.3	Efectos de la Corrosión- Apariencia.....	19
2.2.5	Recubrimientos .....	19
2.2.5.1	Propiedades de los recubrimientos .....	20
2.2.5.2	Tipos de Recubrimiento.....	21
2.2.6	Norma de recubrimientos .....	23
2.2.7	Métodos de limpieza superficial .....	23
2.2.7.1	Limpieza con solvente SSPC-SP-1 .....	23
2.2.7.2	Limpieza manual SSPC-SP-2 .....	24
2.2.7.3	Limpieza mecánica SSPC-SP-3.....	25
2.2.7.4	Limpieza con flama SSPC-SP-4.....	25
2.2.7.5	Limpieza con chorro abrasivo grado metal blanco SSPC-SP-5 NACE-1	26
2.2.7.6	Limpieza con chorro abrasivo grado comercial SSPC-SP-6 NACE-3....	26
2.2.7.7	Limpieza con chorro abrasivo grado ráfaga SSPC-SP-7 NACE-4.....	27
2.2.7.8	Limpieza química SSPC-SP-8.....	27
2.2.7.9	Limpieza por agentes atmosféricos SSPC-SP-9 .....	28
2.2.7.10	Limpieza con chorro de abrasivo grado cercano a blanco SSPC-SP-10 NACE-2.....	28
2.2.8	Procedimiento de aplicación de recubrimientos .....	29
2.2.8.1	Aplicación con brocha .....	29

2.2.8.2	Aplicación con rodillo .....	30
2.2.8.3	Aplicación por pulverización.....	31
2.2.9	Control de calidad.....	32
2.2.10	Ensayo de Niebla Salina .....	33
2.2.10.1	Cámara de Niebla Salina .....	33
2.2.10.2	Norma ASTM B117 .....	33
2.2.10.3	Evaluación de Corrosión por pérdida de masa .....	34
2.2.11	Método del grado de oxidación en superficies de acero pintadas .....	35
2.2.11.1	Norma ASTM D610 .....	35
2.3	Fundamentación Filosófica.....	38
2.4	Fundamentación legal.....	38
2.5	Categorías fundamentales.....	38
2.6	Hipótesis .....	39
2.7	Señalamiento de variables .....	39
2.7.1	Variable independiente .....	39
2.7.2	Variable dependiente .....	39
2.7.3	Término de relación.....	39
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>40</b>
3.1	Enfoque.....	40
3.2	Modalidad Básica de la investigación .....	40
3.2.1	Investigación de campo .....	40
3.2.2	Investigación Documental - Bibliográfica.....	40
3.2.3	Experimental.....	41
3.3	Nivel o tipo de investigación .....	41
3.4	Población y muestra.....	41
3.4.1	Población (N).....	41
3.4.2	Muestra (n).....	42

3.5	Operacionalización de variables .....	44
3.5.1	Variable Independiente: .....	44
3.5.2	Variable Dependiente: .....	45
3.6	Recolección de la información .....	46
3.7	Procesamiento y análisis .....	46
3.7.1	Adquisición de materiales, consumibles, herramientas y equipos.....	50
3.7.2	Obtención de muestras de acero Q235B.....	51
3.7.3	Clasificación de las muestras .....	51
3.7.4	Limpieza del sustrato.....	52
3.7.4.1	Limpieza Mecánica.....	52
3.7.4.2	Limpieza Bristle Blaster .....	52
3.7.4.3	Limpieza Sandblasting.....	53
3.7.5	Medición del perfil de anclaje. ....	53
3.7.6	Preparación de recubrimientos. ....	54
3.7.7	Aplicación de recubrimientos. ....	55
3.7.8	Inspección visual y medición de espesores. ....	56
3.7.9	Verificación de adherencia de recubrimiento. ....	56
3.7.10	Marcado de probetas.....	57
3.7.11	Colocación de las probetas en los soportes.....	57
3.7.12	Preparación del ensayo de niebla salina .....	58
3.7.13	Ingreso de probetas a la cámara de niebla salina .....	59
3.7.14	Ejecución de ensayo de corrosión.....	59
3.7.15	Medición de parámetros de control .....	60
3.7.16	Tabulación de datos .....	60
3.7.17	Cálculos .....	60
3.7.18	Modelo matemático .....	61



<b>CAPÍTULO IV</b> .....	63
4.1      Análisis e Interpretación de Resultados.....	63
4.2      Tabulación de datos .....	63
4.2.1    Fichas técnicas recolección datos probetas, cálculo tasa de corrosión. ...	64
4.2.2    Fichas técnicas identificación grado de corrosión de probetas.....	102
4.2.3    Obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono con revestimientos.....	121
4.3      Interpretación de los resultados .....	122
4.3.1    Tasa de corrosión.....	122
4.3.2    Cinética de corrosión del acero Q235B con revestimiento. ....	130
4.4      Verificación de la hipótesis .....	132
<b>CAPÍTULO V</b> .....	137
5        Conclusiones y recomendaciones .....	137
5.1      Conclusiones.....	137
5.2      Recomendaciones .....	138
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	140
6.1      Datos informativos.....	140
6.1.1    Título.....	140
6.1.2    Beneficiario.....	140
6.2      Antecedentes de la propuesta.....	140
6.3      Justificación .....	141
6.4      Objetivos.....	141
6.4.1    Objetivo General.....	141
6.4.2    Objetivos Específicos .....	142
6.5      Análisis de factibilidad .....	142
6.6      Fundamentación.....	143
6.6.1    Preparación de superficies .....	143

6.6.1.1	SSPC-SP-3. Limpieza Mecánica .....	143
6.6.1.2	El proceso bristle blasting.....	143
6.6.2	Adhesión mecánica .....	144
6.6.3	Tipos de procesos para aplicación de recubrimientos .....	144
6.6.3.1	Pulverización .....	144
6.6.3.2	Brochado.....	145
6.6.4	El espesor y sus funciones .....	145
6.7	Metodología .....	146
6.7.1	Actividades previas.....	146
6.7.2	Consideraciones iniciales.....	147
6.7.3	Procedimiento .....	147
6.7.4	Control de calidad.....	147
6.7.5	Seguridad y Salud Ocupacional.....	148
6.8	Administración .....	148
6.8.1	Análisis de costos .....	148
6.8.1.1	Costos directos.....	148
6.8.1.2	Costos indirectos.....	149
6.8.2	Costo total.....	150
6.9	Previsión de la evaluación .....	150
	Referencias Bibliográficas .....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corrosión Generalizada.....	16
Figura 2. Corrosión por picaduras.....	17
Figura 3. Tuberías oxidadas en el interior.....	18
Figura 4. Efectos de la Corrosión – Apariencia.....	19
Figura 5. Recubrimiento de plástico.....	22
Figura 6. Limpieza SSPC-SP1.....	24
Figura 7. Limpieza SSPC-SP-2.....	24
Figura 8. Cepillo de alambre rotatorio.....	25
Figura 9. Limpieza con chorro abrasivo. SSPC-SP-5.....	26
Figura 10. Limpieza SSPC-SP6.....	27
Figura 11. Limpieza SSPC-SP7.....	27
Figura 12. Limpieza SSPC-SP10.....	28
Figura 13. Aplicación del recubrimiento con brocha.....	30
Figura 14. Aplicación de recubrimiento con rodillo.....	31
Figura 15. Aplicación de recubrimiento con pistola de pulverización.....	32
Figura 16. Cámara de niebla salina Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero.....	33
Figura 17. Ejemplo de porcentaje de áreas.....	36
Figura 18. Ejemplo de porcentaje de áreas.....	37
Figura 19. Ejemplo de porcentaje en áreas.....	37
Figura 20. Categorías Fundamentales.....	39
Figura 21. Diagrama de flujo de análisis e interpretación de resultados.....	50
Figura 22. Tubería de acero Q235B.....	50
Figura 23. Muestras de acero Q235B. a) Dimensionamiento de probetas, b) Obtención de probetas.....	51
Figura 24. Limpieza mecánica.....	52

Figura 25. Limpieza Bristle blaster.....	53
Figura 26. Limpieza Sandblasting. ....	53
Figura 27. Medidor digital de perfil de superficie Elcometer 224.....	54
Figura 28. Preparación de recubrimientos. ....	55
Figura 29. Verificación de espesores húmedos.....	55
Figura 30. Medidor de espesores de revestimiento Elcometer 456. ....	56
Figura 31. Cortador de trama cruzada Elcometer 107. ....	57
Figura 32. Etiquetado de probetas.....	57
Figura 33. Instalación de probetas en soportes. ....	58
Figura 34. pH-Metro .....	60
Figura 35. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 120 horas .....	123
Figura 36. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 120 horas .....	124
Figura 37. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 240 horas .....	125
Figura 38. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 240 horas .....	126
Figura 39. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 360 horas .....	127
Figura 40. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 360 horas .....	128
Figura 41. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 480 horas .....	129
Figura 42. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del substrato en cámara de niebla salina a las 480 horas .....	130
Figura 43. Regresión para obtener cinética de corrosión combinación DMP. ....	131
Figura 44. Regresión para obtener cinética de corrosión combinación DBP. ....	131

Figura 45. Regresión para obtener cinética de corrosión combinación XBP. ....	132
Figura 46. Representación geométrica de factorial 3 x 3 x 2.....	133
Figura 47. Equipo Bristle Blaster.....	144

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de acero Q235A, Q235B, Q235C y Q235D. ....	13
Tabla 2. Propiedades mecánicas Q235. ....	13
Tabla 3. Valores de constante K. ....	34
Tabla 4. Escala y descripción de grado de oxidación. ....	36
Tabla 5. Factores de Investigación.....	42
Tabla 6. Combinación de factores.....	42
Tabla 7. Tiempos de exposición .....	43
Tabla 8. Cronograma para grupos de probetas .....	43
Tabla 9. Codificación de probetas.....	51
Tabla 10. Espesor de película seca de revestimientos grado alimenticio. ....	56
Tabla 11. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 120 horas. ....	121
Tabla 12. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 240 horas. ....	121
Tabla 13. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 360 horas. ....	121
Tabla 14. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 480 horas. ....	122
Tabla 15. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 120 horas	122
Tabla 16. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 240 horas	124
Tabla 17. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 360 horas	126
Tabla 18. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 480 horas	128
Tabla 19. Niveles de prueba para cada factor .....	133
Tabla 20. Diseño factorial 3 x 3 x 2.....	133
Tabla 21. ANNOVA para el diseño factorial a x b x c. ....	135
Tabla 22. Verificación de hipótesis ANNOVA .....	136



Tabla 23. Rubro de costos – recursos materiales .....	148
Tabla 24. Rubro de costos – máquinas y equipos .....	149
Tabla 25. Rubro de costos – recursos humanos .....	149
Tabla 26. Rubro de costos – recursos de oficina.....	149
Tabla 27. Rubro costo total .....	150

## ÍNDICE DE FICHAS TÉCNICAS

Ficha Técnica 1. Recolección de datos y resultados – MMB.....	64
Ficha Técnica 2. Recolección de datos y resultados – MMP.....	66
Ficha Técnica 3. Recolección de datos y resultados – MBB.....	68
Ficha Técnica 4. Recolección de datos y resultados – MBP.....	70
Ficha Técnica 5. Recolección de datos y resultados – MSB.....	72
Ficha Técnica 6. Recolección de datos y resultados – MSP.....	74
Ficha Técnica 7. Recolección de datos y resultados – DMB.....	76
Ficha Técnica 8. Recolección de datos y resultados – DMP.....	78
Ficha Técnica 9. Recolección de datos y resultados – DBB.....	80
Ficha Técnica 10. Recolección de datos y resultados – DBP.....	82
Ficha Técnica 11. Recolección de datos y resultados – DSB.....	84
Ficha Técnica 12. Recolección de datos y resultados – DSP.....	86
Ficha Técnica 13. Recolección de datos y resultados – XMB.....	88
Ficha Técnica 14. Recolección de datos y resultados – XMP.....	90
Ficha Técnica 15. Recolección de datos y resultados – XBB.....	92
Ficha Técnica 16. Recolección de datos y resultados – XBP.....	94
Ficha Técnica 17. Recolección de datos y resultados – XSB.....	96
Ficha Técnica 18. Recolección de datos y resultados – XSP.....	98
Ficha Técnica 19. Recolección de datos y resultados – Metal Base.....	100
Ficha Técnica 20. Grado de corrosión MMB.....	102
Ficha Técnica 21. Grado de corrosión MMP.....	103
Ficha Técnica 22. Grado de corrosión MBB.....	104
Ficha Técnica 23. Grado de corrosión MBP.....	105
Ficha Técnica 24. Grado de corrosión MSB.....	106
Ficha Técnica 25. Grado de corrosión MSP.....	107
Ficha Técnica 26. Grado de corrosión DMB.....	108

Ficha Técnica 27. Grado de corrosión DMP.....	109
Ficha Técnica 28. Grado de corrosión DBB .....	110
Ficha Técnica 29. Grado de corrosión DBP .....	111
Ficha Técnica 30. Grado de corrosión DSB .....	112
Ficha Técnica 31. Grado de corrosión DSP.....	113
Ficha Técnica 32. Grado de corrosión XMB .....	114
Ficha Técnica 33. Grado de corrosión XMP.....	115
Ficha Técnica 34. Grado de corrosión XBB .....	116
Ficha Técnica 35. Grado de corrosión XBB .....	117
Ficha Técnica 36. Grado de corrosión XSB .....	118
Ficha Técnica 37. Grado de corrosión XSP.....	119
Ficha Técnica 38. Grado de corrosión XSP.....	120

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA.**

**CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA.**

**ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS APLICADOS A LOS  
ACEROS Q235B Y SU INCIDENCIA EN LA TASA DE CORROSIÓN, EN EL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA  
DE CHIMBORAZO.**

**Autor:** Hugo Fabián Amancha Torres

**Tutor:** Ing. Mg. María Belén Paredes Robalino

### **RESUMEN EJECUTIVO**

En la investigación se estudió varios recubrimientos anticorrosivos aplicados al acero Q235, y los efectos de la tasa de corrosión con la ayuda de la cámara de niebla salina. Los recubrimientos aplicados son productos conocidos en el mercado y tienen certificación AWWA C210/92 de grado epoxi – alimentaria; debido a que la tubería es utilizada en el Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Riobamba.

Las muestras a analizar contienen tres diferentes tipos de limpieza del sustrato previos a la aplicación del revestimiento y dos tipos de aplicación del revestimiento.

Para el presente estudio nos referiremos a las normas ASTM B117, que detalla los lineamientos necesarios para ensayos de corrosión acelerada en cámara de niebla salina. Según la norma ASTM D610 se indicó el grado de corrosión que presentan las muestras. Y en base a la norma ASTM G1 se calculó la tasa de corrosión de cada espécimen. Este análisis nos ayudó a comparar y establecer los mejores métodos de protección anticorrosiva para el acero al carbono Q235B. Los cuales son: Duraplate UHS – Bristle Blaster – Pulverizado y Duraplate UHS - Mecánico – Pulverizado con tasa de corrosión de 0,0205 mm/año.

**Descriptor:** Acero Q235B, corrosión, recubrimientos anticorrosivos, cámara de niebla salina, tasa de corrosión.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO.**

**FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING.**

**CAREER MECHANICAL ENGINEERING.**

**ANALYSIS OF ANTI-CORROSIVE COATINGS APPLIED TO THE Q235B  
STEELS AND THEIR INCIDENCE IN THE CORROSION RATE, IN THE  
DRINKING WATER SYSTEM OF THE CITY OF RIOBAMBA PROVINCE OF  
CHIMBORAZO.**

**Author:** Hugo Fabián Amancha Torres

**Tutor:** Ing. Mg. Ana Belén Paredes Ramos

### **EXECUTIVE SUMMARY**

The investigation studied several anticorrosive coatings applied to Q235 steel, and the effects of the corrosion rate with the help of the salt spray chamber. The applied coatings are products known in the market and are AWWA C210 / 92 certified epoxy-food grade; because the pipe is used in the Drinking Water System of the City of Riobamba.

The samples to be analyzed contain three different types of substrate cleaning prior to coating application and two types of coating application.

For the present study, we will refer to the ASTM B117 standards, which details the necessary guidelines for accelerated corrosion tests in a salt spray chamber. According to ASTM D610, the degree of corrosion presented by the samples was indicated. And based on the ASTM G1 standard, the corrosion rate of each specimen was calculated. This analysis helped us compare and establish the best corrosion protection methods for Q235B carbon steel. Which are: UHS Duraplate - Bristle Blaster - Spraying and UHS Duraplate - Mechanical - Spraying with corrosion rate of 0.0205 mm / year.

**Keywords:** Q235B steel, corrosion, anticorrosive coatings, salt spray chamber, corrosion rate.

## INTRODUCCIÓN

Existen problemas que originan el desabastecimiento de agua potable en la ciudad de Riobamba, misma que se encuentra en la línea de conducción, formada por la tubería de asbesto cemento que se rompe continuamente, además de ser atacada en su trayecto de 10 km por conexiones clandestinas que producen pérdidas estimadas en un 30%, en las redes de distribución y conexiones domiciliarias y en las instalaciones intradomiciliarias, se estiman perdidas de orden del 50%. [1] Por ende, existen sectores donde carecen de agua potable o en su defecto no cuentan con este recurso indispensable. En tal virtud el GADM Riobamba ha visto la necesidad de poner en marcha la instalación de una línea de conducción de agua potable, planta de tratamiento y reservas que abastezca a toda la ciudad las 24 horas de manera interrumpida con producto de calidad

En la actualidad se ha incursionado nuevos tipos de materiales al medio industrial, entre ellos se encuentra el acero Q235B, fabricado bajo norma GB/T 700-2006 de China, el mismo que equivale al acero A36, bajo la Norma ASTM A36. Por tanto, no existe estudios relacionados a la aplicación de revestimientos en este tipo de material.

En cuanto a la corrosión se presenta cotidianamente en materiales que están expuestos al medio ambiente. Este fenómeno provoca grandes pérdidas económicas, debido a que el mantenimiento es muy costoso e impredecible. Para prolongar la vida útil en tuberías de conducción de agua potable se debe considerar recubrimientos anticorrosivos.

El objetivo de la presente investigación es analizar los recubrimientos anticorrosivos aplicados al acero Q235B y su influencia en la tasa de corrosión. Para ello se propone aplicar varios tipos de recubrimientos, varios tipos de preparación de sustratos y diferentes tipos de aplicación del recubrimiento. Estos especímenes serán colocados en una cámara de niebla salina para determinar la degradación del material. El resultado de este análisis permitirá seleccionar la mejor combinación recubrimiento, tipo de limpieza y tipo de aplicación.

En el Capítulo I se presenta el problema de investigación, su contextualización, análisis crítico, interrogantes, justificación, delimitación y se plantean los objetivos de la investigación.



En el Capítulo II, se investigan los antecedentes con base en estudios similares existentes, se detalla el marco teórico referencial, se determina las categorías fundamentales las cuales ayudan a comprender de mejor manera el problema; se plantea la hipótesis y el señalamiento de variables que intervienen en la misma.

En el Capítulo III, se determina la modalidad de investigación, la cual se involucra a la modalidad de campo, bibliográfica y experimental; se determina el nivel o tipo de investigación que implica a un nivel exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

En el Capítulo IV, se realiza el análisis e interpretación de resultados obtenidos una vez aplicados los instrumentos de investigación. Además, se denotan registros específicos que muestran las características de los especímenes expuestos a la normativa.

En el Capítulo V, se exponen las conclusiones a las cuales se ha llegado luego del estudio realizado y se establece las recomendaciones para los problemas encontrados.

Finalmente, en el Capítulo VI se presenta la elaboración de la propuesta, en la cual se da solución a los problemas encontrados durante la investigación y se contribuye positivamente para el proceso constructivo del proyecto en estudio.

Además, se cuenta con anexos y documentos que sirven para una completa comprensión del proyecto.

El presente proyecto se realizó específicamente a la aplicación de recubrimientos anticorrosivos para tuberías de conducción de agua potable y su incidencia en la tasa de corrosión mediante el análisis de niebla salina.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1 Tema**

Análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicados a los Aceros Q235B y su incidencia en la tasa de corrosión, en el Sistema de Agua Potable de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo.

### **1.2 Planteamiento del problema**

#### **1.2.1 Contextualización**

Durante varios años han existido estudios aplicables a la corrosión de metales, en Santiago de Chile de la Universidad de Chile, se manifiesta que la metodología empleada para la cuantificación de la corrosión en los aceros ensayados permite estudiar no solamente a los aceros, sino que eventualmente, podría ayudar en el diagnóstico y elección de materiales para variadas aplicaciones industriales. [1]

En México se efectuó un estudio de Comportamiento a la Corrosión del Acero API X70 Soldado por el Proceso de Doble Arco Sumergido Inmerso en Diferentes Medios Corrosivos, donde se evidencia que los aceros API X70 son aplicados en fabricación y construcción de tuberías para el transporte de hidrocarburos, sin embargo, a un lapso de tiempo se degradan debido al medio ambiente al cual están expuestos; influyendo en la velocidad y tipo de corrosión sobre las superficies del metal base (MB), zona afectada por el calor (ZAC) y zona de fusión (ZF). A fin de conocer y evaluar la susceptibilidad a la corrosión en uniones del acero API X70 sometido a diferentes medios corrosivos. [2]

En Venezuela, en la Universidad de Carabobo, se da a conocer que los fenómenos de corrosión y de incrustación causan deterioro en los sistemas de distribución produciéndose perforaciones y obstrucciones en las tuberías. Estos fenómenos están relacionados con las características fisicoquímicas del agua, así como también con el material con el cual el agua entra en contacto, ya que las interacciones entre los materiales de la tubería y el agua pueden causar corrosión. Para controlar la corrosión se necesita: seleccionar adecuadamente los materiales del sistema y el

diseño apropiado del mismo; realizar un tratamiento químico adecuado para modificar la calidad del agua, tomando en cuenta el pH, alcalinidad, control del oxígeno y los inhibidores químicos; suministrar protección catódica, principalmente para la corrosión externa y usar revestimientos y pinturas resistentes a la corrosión. [3]

De algunos estudios realizados por Tecnología en Breve, Published By The National Environmental Services Center, menciona que la corrosión ocurre debido a que los metales tienden a oxidarse cuando se encuentran en contacto con el agua, resultando en la formación de sólidos estables. La corrosión en los sistemas de distribución de agua puede tener un impacto sobre la salud de los consumidores, los costos del tratamiento de agua y en la apariencia del agua final. Varios métodos pueden ser utilizados para diagnosticar, evaluar y controlar los problemas de la corrosión. Las técnicas para controlarla incluyen consideraciones en el diseño de los sistemas de distribución y su fontanería, modificaciones de calidad de agua, inhibidores de corrosión, protección catódica, capas y revestimientos. [4]

Así también en Quito, se efectuó otro estudio por la Escuela Politécnica Nacional que señala, la distribución del agua potable se la hace a través de tuberías de acero, donde puede presentarse la corrosión del metal, el contacto mutuo entre este y el agua implica que se establezcan celdas de corrosión. La reposición de tuberías corroídas eleva los costos de operación. Para determinar la calidad de las tuberías empleadas, se realizaron estudios de calidad por métodos metalográficos y químicos. Se encontró que las tuberías usadas en la ciudad de Quito, son de buena calidad, presentándose alteraciones en los puntos de soldadura, donde puede haber corrosión localizada. Siendo la corrosión una condición propia del sistema metal agua agresiva, se lo estudió determinando la calidad del agua potable por análisis químico y cálculo del índice de Langelier, lo que estableció que el agua de Quito es de buena calidad y ligeramente agresiva. [6]

Es así que el análisis de pintura anticorrosiva para la región costa, varía de acuerdo a las marcas nacionales y extranjeras teniendo en cuenta que la situación económica en mencionada región se considera baja por lo que adquiere el producto de menor costo, lo cual no tendría buenos resultados.

Respecto, a la implementación de tubería de acero para los sistemas de agua potable ha ido aumentando considerablemente en los últimos años, debido a algunos factores tales como: rapidez de montaje, procesos de prefabricación, facilidad de acoplamiento de los elementos ya sean estos soldados o empernados, alta resistencia por unidad de peso, en comparación con la tubería de asbesto cemento que se rompe continuamente, donde la cobertura de los servicios de agua y saneamiento tiende a ser menor en la Costa y en el Oriente que en la Sierra.

Existen problemas que originan el desabastecimiento en la ciudad de Riobamba, misma que se encuentra en la línea de conducción, formada por la tubería de asbesto cemento que se rompe continuamente, además de ser atacada en su trayecto de 10 km por conexiones clandestinas que producen pérdidas estimadas en un 30%, en las redes de distribución, conexiones domiciliarias y en las instalaciones intradomiciliarias, se estiman pérdidas del 50%, existen barrios que tiene servicios de agua potable a través de tanqueros, de los cuales se entregan 8.659 m<sup>3</sup> repartidos en 12 barrios. [7]

Por lo mencionado anteriormente, en el actual Proyecto del Sistema de Agua Potable, se ha optado la necesidad de colocar tubería de acero con tasas bajas de corrosión para tener una larga duración, la misma que no implicará gastos recurrentes.

### **1.2.2 Análisis crítico**

En el Proyecto de Sistema de Agua Potable para la Ciudad de Riobamba se presenta un problema principal, la falta de estudio para un revestimiento de acero, se evidencia que en el mercado existen varias alternativas de selección; pero por la optimización de tiempo y recursos no se ha empleado dicho estudio por costos adicionales y el incremento de un personal técnico en mencionada área, por lo que la empresa contratante con el pasar del tiempo tendría que realizar reparaciones recurrentes por la presencia de corrosión, ya que la tubería de acero está expuesta directamente con agua cruda y agua procesada que contienen gran variedad de metales y químicos.

El estudio selectivo de los recubrimientos anticorrosivos ayudará a proporcionar un sistema adecuado con respecto a la función y calidad del producto, utilizando varios métodos que han resultado ser lo más prácticos para controlar la corrosión de acero,

cuya selección para cada caso dependerá de las condiciones del medio ambiente y factores técnicos.

El uso de recubrimiento anticorrosivo para la protección de instalación en el sistema de agua potable constituye una de las prácticas importantes en el control de corrosión, tanto por la versatilidad de uso generalmente donde aumenta la eficiencia con altos costos con una adecuada selección del tipo de recubrimiento.

### **1.2.3 Prognosis**

En el caso de no efectuarse el análisis de recubrimientos anticorrosivos en los aceros Q235B, no se podrá medir la tasa de corrosión y por consiguiente escoger un recubrimiento que cumpla las necesidades del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

### **1.2.4 Formulación del problema**

¿El análisis de recubrimiento anticorrosivo aplicado a los aceros Q235B podrá disminuir la tasa de corrosión en el sistema de agua potable de la Ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?

Variable Independiente: Recubrimiento anticorrosivo aplicado a los aceros Q235B.

Variable Dependiente: Tasa de corrosión.

### **1.2.5 Preguntas directrices**

- ✓ ¿Influirá el método de limpieza superficial en la tasa de corrosión del sistema de agua potable de la Ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?
- ✓ ¿Qué método se debe utilizar para el análisis de recubrimiento anticorrosivos en los aceros Q235B en el Sistema de agua potable de la Ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?
- ✓ ¿Cómo influye el tipo de recubrimiento utilizado en la tasa de corrosión del sistema de agua potable de la Ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo?

## **1.2.6 Delimitación del problema**

### **1.2.6.1 Delimitación de contenidos**

La presente investigación se fundamenta en el campo de la Maestría en Diseño Mecánico en el área de Materiales, Edificación y construcción, Sistemas de Control, Fiabilidad y Diagnóstico Industrial.

### **1.2.6.2 Delimitación espacial**

El tema propuesto se la realizará en:

- ✓ El Proyecto del Sistema de Agua Potable ubicado en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo.
- ✓ Laboratorio del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero, ubicada en el cantón Ambato, lugar donde cuentan con el equipo de la Cámara de Niebla Salina.
- ✓ Además, se complementará en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica mediante el contenido de libros que se relacionan con este estudio.

### **1.2.6.3 Delimitación temporal**

La realización del presente estudio está prevista desarrollar en las fechas comprendidos entre el 20 de Agosto del 2018 al 20 de Noviembre del 2019.

## **1.3 Justificación**

El deterioro de un sistema de abastecimiento de agua tiene como indicio la aparición de corrosiones frecuentes en tuberías. La corrosión en la tubería durante años ha sido un problema, debido a que contienen reacciones químicas en la que interviene, el ambiente, agua, ácidos, sales minerales, sedimentos, etc. las mismas que afectan a la calidad del agua potable. La corrosión en los sistemas de distribución de agua puede tener un impacto sobre la salud de los consumidores.

La mayoría de los niveles de corrosión son el resultado de años de problemas que no se han reconocido o se ha ignorado el estudio adecuado. Por ello y para prevenir la corrosión y sus consecuencias deberán instalar recubrimientos anticorrosivos de alto nivel y calidad.

La empresa Consorcio Alao, al tener conocimiento de los riesgos que puede ocasionar en corto tiempo después de la instalación de tubería para el proyecto de Agua Potable Riobamba, deberá aplicar recubrimientos anticorrosivos para disminuir la tasa de corrosión, lo cual permitirá que el sistema de agua potable tenga mayor vida útil y evitará reparaciones recurrentes en los próximos años, viendo esta necesidad, pone a disposición sus instalaciones, herramientas para llevar a cabo la presente investigación.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Analizar los tipos de recubrimientos anticorrosivos aplicados al acero Q235B en el sistema de agua potable en la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo mediante el ensayo en la cámara de niebla salina para determinar su tasa de corrosión.

### **1.4.2 Específicos**

- ✓ Analizar la influencia de los procesos de limpieza superficial y aplicación de recubrimientos anticorrosivos grado alimenticio al acero Q235B en la tasa de corrosión, mediante ensayos de corrosión en cámara de niebla salina.
- ✓ Aplicar el método cámara de niebla salina para simular el proceso de corrosión que tiene el acero Q235B con aplicación de recubrimiento.
- ✓ Determinar los modelos matemáticos que describan la corrosión de los distintos tipos de recubrimientos aplicados al acero Q235B

## CAPÍTULO II

### 2.1 Antecedentes Investigativos

Luego de la investigación y análisis bibliográfico realizado, se presentan los siguientes antecedentes investigativos:

La tesis doctoral con tema “*Modelo de comportamiento de variables que afectan a la corrosión y protección catódica de estructuras de acero*” [8], expone lo siguiente:

- ✓ Un problema importante y nunca resuelto de una forma satisfactoria ha sido la protección contra la corrosión del interior de tuberías de pequeño diámetro. La protección catódica, tiene un brillante porvenir en esta aplicación.
- ✓ El avance experimentado por la Comunidad de Madrid en su desarrollo y que con él han nacido numerosas e importantes instalaciones de medios de transporte electrificado, antenas de comunicaciones, por tanto, se hizo urgente hacer el estudio de la corriente errática, el resultado confirma que los suelos no son potencialmente agresivos por naturaleza, sino por la contaminación eléctrica de estas fuentes que generan importantes problemas de corrosión en las estructuras metálicas enterradas.

De acuerdo al autor de mencionada investigación, concluye que después de un año del montaje del sistema combinado con protección catódica por corriente impresa, los resultados son muy buenos. A pesar de que no ha funcionado con una densidad de corriente algo inferior a lo técnicamente correcto, aún sin llegar al valor del potencial, se observa con claridad la acción de la corriente impresa y que puede ser óptimo para combatir la corrosión de los pozos incluso para poder prescindir de aleaciones de acero muy costosas.

El artículo “*Sistema piloto para estudiar la corrosión de metales empleados en la distribución de agua potable*” de Scientia y Technica de la Universidad Tecnológica de Pereira [9], menciona:

- ✓ Teniendo en cuenta la importancia que tiene el agua para la supervivencia de un país, se hace necesario que las empresas prestadoras de este servicio provean un



producto de alta calidad, es por esto que se hacen grandes inversiones en infraestructura y tecnologías para tratar de lograrlo.

- ✓ En el proceso de distribución del agua, la superficie interna de la tubería puede deteriorarse debido a numerosos factores como son la velocidad de flujo del fluido, la temperatura, el pH, la alcalinidad, el oxígeno disuelto, la dureza, entre otros. Estos promueven o inhiben algunas reacciones, al estar en contacto el metal con el agua, que producen la disolución química del material, y por ende la pérdida del metal, lo cual ocasiona alteración de la calidad del agua en el sistema de distribución, producción de sabores y olores, promoción de microorganismos perjudiciales y patógenos, reducción de la carga útil hidráulica, rupturas de la tubería, entre otras.
- ✓ Teniendo en cuenta que el agua promueve reacciones que deterioran el material metálico de tubería y que, a su vez, pueden alterar la calidad del agua durante su recorrido por el sistema de distribución, se hace necesario estudiar la interacción existente entre el agua y las diferentes tuberías metálicas utilizadas en redes de distribución, con el fin de determinar la relación entre los parámetros del agua en la corrosión de cada metal, y a su vez las repercusiones que tiene el deterioro del material sobre la calidad del agua. Para llevar a cabo un estudio sobre el tema, se implementa el montaje de un sistema piloto de tubería, debido a que permite obtener condiciones similares a las de una red de distribución de agua potable como son la condición hidráulica y la relación superficie/volumen.

De acuerdo al autor de mencionada investigación, concluye que es importante caracterizar los productos de corrosión formados en la superficie interna de la tubería pues estos son causantes de olores y sabores en el agua, que podrían ser causa de quejas por parte de los usuarios.

Las biopelículas que se pueden formar dentro de la superficie interna de los materiales pueden causar deterioro del material o biocorrosión y/o albergar dentro su estructura organismos patógenos causantes de enfermedades en los seres humanos.

Según la investigación “*Estudio de recubrimientos anticorrosivos aplicados sobre acero A-36 y su incidencia en la tasa de corrosión utilizando la cámara de niebla salina*” [9], se obtuvo las siguientes conclusiones:

- ✓ La mejor combinación anticorrosiva que se obtuvo en este estudio fue: recubrimiento a base de solvente, limpieza inicial mediante chorro abrasivo, y método de aplicación pulverización, llegando a obtenerse un valor de tasa de corrosión después de transcurridas 120 horas de exposición en la cámara de niebla salina igual a cero, y cuyo grado de corrosión final fue 7. [9]
- ✓ El método de evaluación de la tasa de corrosión según la norma ASTM G1, permite calcular la tasa de corrosión, considerando la pérdida de peso de las probetas. En un ensayo de corta duración, menor a mil horas, la variación de peso no fue significativa, y en algunos casos no existió variación, por lo que la tasa de corrosión no se pudo calcular para todas las combinaciones y en todos los periodos de tiempo, sin embargo, a las 120 horas de realización del ensayo se obtuvieron la mayor cantidad de datos de tasa de corrosión, lo que permite una comparación eficaz. [9]
- ✓ Mediante este estudio se determinó la tasa de corrosión para el acero al carbono A-36, utilizando tres tipos diferentes de recubrimientos, tres tipos de limpieza inicial y dos tipos de aplicación de recubrimientos, cuyo peor escenario fue dado por el recubrimiento epoxi con cinc activado, mediante los dos tipos de aplicación del recubrimiento y método de limpieza manual cuyos valores son 0.23 mm/año y 0.29 mm/año respectivamente. [9]

De acuerdo al autor de mencionada investigación, establece cuales son los mejores parámetros: recubrimiento a base de solvente, limpieza inicial mediante chorro abrasivo y método de aplicación pulverizado donde el peor escenario fue dado por el recubrimiento epoxi con cinc activado, tomando en consideración la norma ASTM G1. [9]

El “*Estudio de comportamiento de los recubrimientos anticorrosivos utilizados en estructuras metálicas de edificios de la Región Costa del Ecuador*” [10], concluye lo siguiente:

- ✓ Debido a la corrosión existen grandes pérdidas industriales en todo el mundo, los costos producido por el deterioro de los metales es muy alto, ya sea durante su procesamiento, traslado o almacenamiento, debido a esto la mayoría de metales son cubiertos con aceites para evitar que la corrosión penetre en el metal, en nuestro medio es muy común encontrar procesos similares a los mencionados

anteriormente, por eso es necesario limpiar bien la superficie del metal antes de realizar un proceso antioxidante. La corrosión es de naturaleza electroquímica y la consecuencia de la presencia simultánea de un metal, oxígeno y agua hace que el metal se deteriore con mayor rapidez. [10]

- ✓ Los ensayos de corrosión acelerada experimentan simulaciones reales de cómo actúa el clima en nuestro medio con ciclos nocturnos o diurnos, donde por la noche baja la temperatura, sube la humedad y cae el punto de rocío, Por lo contrario, al amanecer sube la temperatura y baja la humedad. Todos estos cambios climáticos mencionados anteriormente son lo que sufren las estructuras metálicas cuando se encuentran expuestas a la intemperie, por lo cual con este ensayo y gracias a las cámaras de niebla salina se puede simular todos estos cambios, dependiendo de cómo queremos nuestro ensayo se programa el tiempo de duración de las probetas dentro de la cámara, las muestras sometidas a esta prueba se insertan en una cámara a temperatura controlada, 35 C, donde se pulveriza una solución salina en forma de niebla muy fina. Esta pulverización es continua, por lo que las muestras están constantemente mojadas y, por lo tanto, también constantemente sujetas a corrosión. Los resultados se miden registrando el número de horas que tarda en alcanzarse niveles definidos de oxidación en la superficie de las muestras. La duración de esta prueba oscila entre 24 y 1000 horas, incluso más para algunos materiales. [10]

Respecto a las conclusiones mencionadas anteriormente, la corrosión implica grandes pérdidas industriales en todo el mundo, los costos producidos por el deterioro de los metales son muy alto, debido a esto la mayoría de metales son cubiertos con aceites para evitar que la corrosión penetre en el metal, por eso es necesario limpiar bien la superficie del metal antes de realizar un proceso antioxidante.

Según el estudio “*Evaluación Electroquímica De Recubrimientos Anticorrosivos En Condiciones De Alta Presión*” [11], se obtuvo las siguientes conclusiones:

- ✓ El efecto que tiene la presión en la degradación de los recubrimientos, debido a que se acelera el ingreso de agua y especies agresivas a nivel interface, es decir, se acelera la hidratación y la incursión de oxígeno y cloruros a través de las

películas poliméricas y así mismo se favorece el despegamiento por procesos de laminación y la subsecuente corrosión a nivel interface. [11]

- ✓ La prueba de degradación por presión es una alternativa para evaluar en forma rápida los sistemas de recubrimientos sometidos a condiciones de trabajo por presión como lo exigen las condiciones actuales (por ejemplo exploraciones petroleras en aguas profundas, entre otras), debido a que con la presión es posible promover el ingreso de agua, oxígeno, cloruros, a través de la interface recubrimiento- metal y con ello deteriorar las propiedades protectoras de los sistemas de recubrimientos y por otro lado el efecto de la presión produce compactación de la capa de pintura lo que podría reducir el grado de porosidad, para lo cual se requiere que la película sea lo suficientemente flexible y resistente a los esfuerzos que produce la presión. [11]

Según el autor de la investigación determina la degradación de los recubrimientos, debido a la aceleración del ingreso de agua y especies agresivas a nivel interface, así también los recubrimientos de menor resistencia ante la prueba de degradación por presión aplicada es sistema alquidático y el galvanizado en frío más esmalte alquidático. [11]

## **2.2 Fundamentación teórica**

Para el presente análisis se ha recopilado información de conceptos, definiciones, fórmulas, tablas, de investigaciones realizadas en el país como en el extranjero, y se detalla a continuación:

### **2.2.1 Ingeniería de Materiales**

La disciplina ciencia de los materiales implica investigar la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales. Por el contrario, la ingeniería de los materiales se fundamenta en las relaciones propiedades - estructura y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades. [12]

Todas las propiedades importantes de los materiales sólidos se agrupan en seis categorías: mecánicas, eléctricas, térmicas, magnéticas, ópticas y químicas. Para cada categoría existe un tipo característico de estímulos capaz de provocar respuestas

diferentes. Las propiedades mecánicas relacionan la deformación con la carga o fuerza aplicada; ejemplos de ellas son el módulo elástico y la resistencia. En las propiedades eléctricas, tales como conductividad eléctrica y constante dieléctrica, el estímulo es un campo eléctrico. El comportamiento térmico de los sólidos se representa en función de la capacidad calorífica y de la conductividad térmica. Las propiedades magnéticas se refieren a la respuesta de un material frente a la influencia de un campo magnético. Para las propiedades óptica, el estímulo es la radiación electromagnética o lumínica; el índice de refracción y la reflectividad son propiedades ópticas representativas. Finalmente, las propiedades químicas indican la reactividad química de un material. [12]

### **2.2.2 Acero Estructural Q235B**

#### **Propiedades e Introducción**

El acero Q235 es un acero estructural de carbono estándar GB Chino, y se divide en 4 grados de calidad: Q235A, Q235B, Q235C y Q235D, la densidad del material es de 7.85 g / cm<sup>3</sup>, la resistencia a la tracción es de 370 a 500 MPa, y el límite elástico es de 235 MPa (los datos son para barra de acero o diámetro de placa de acero  $\leq 16$  mm). El último estándar de acero Q235 es GB / T 700-2006. [13]

#### **Significado y designación**

- ✓ "Q" es la primera letra de la ortografía china de "Qu Fu Dian", que significa Yield Point.
- ✓ "235" se refiere al límite elástico mínimo de 235 MPa probado con un diámetro de acero  $\leq 16$  mm. [13]

#### **Características y aplicaciones**

El acero Q235 tiene buena plasticidad, tenacidad y soldabilidad, así como cierta resistencia, buen rendimiento de doblado en frío. El material Q235 generalmente se enrolla en alambón o acero redondo, acero cuadrado, acero plano, acero angular, viga I, acero de canal, otras secciones y placas de acero. Estos productos se utilizan ampliamente en la construcción y la ingeniería de estructuras soldadas, para hacer barras de acero o construir edificios de fábricas, torres de transmisión de alto voltaje, puentes, vehículos, calderas, contenedores, etc., y también se utilizan como una parte

mecánica con un rendimiento menos exigente, como bielas menos estresadas, bielas, tornillos, tuercas, férulas, soportes y soportes, etc. [13]

### Datos técnicos y especificación

Las tablas 1 y 2 muestran los datos y especificaciones de acero Q235A, Q235B, Q235C y Q235D, que incluyen composición química, propiedades mecánicas. [13]

Tabla 1. Composición química de acero Q235A, Q235B, Q235C y Q235D. [13]

Grado de acero	Grado de calidad	C% ( $\leq$ )	Si% ( $\leq$ )	Mn ( $\leq$ )	P ( $\leq$ )	S ( $\leq$ )
Q235	Q235A	0.22	0.35	1.4	0.045	0.05
	Q235B	0.2	0.35	1.4	0.045	0.045
	Q235C	0.17	0.35	1.4	0.04	0.04
	Q235D	0.17	0.35	1.4	0.035	0.035
Grado de calidad: A < B < C < D						

Tabla 2. Propiedades mecánicas Q235. [13]

Grado	Fuerza de rendimiento	Resistencia a la tracción	Elongación%
Acero Q235	235 Mpa	370-500 Mpa	26
Muestra de prueba: barra de acero de $\varnothing$ 16 mm, (Mpa = N / mm <sup>2</sup> )			

### 2.2.3 Sistema de Agua Potable de Riobamba

#### 2.2.3.1 Sistema de Agua Cruda.

#### Conducción desde la Captación en el río Maguazo hasta la Planta de Tratamiento en Molobog

Desde el sitio en el que terminan las obras de la captación en el río Maguazo se ha proyectado la conducción de agua cruda hasta llegar a la planta de tratamiento Molobog. La línea tendrá una longitud de unos 17,3 km, con un recorrido de manera paralela al río Maguazo en sus primeros 500 m, para a continuación ir por la carretera existente que sirve de enlace entre las poblaciones de Licto y Alao.

Durante el recorrido pasará por varios ríos y quebradas, de los cuales, en los siguientes se tendrá que realizar alguna obra especial de paso o cimentación: río Maguazo (dos pasos), río Caubac (sector Peltetec), quebrada Puninhuayco, río Ishpi, quebrada cercana a la central Hidroeléctrica (se le ha denominado quebrada Empresa Eléctrica), río Chambo y quebrada El Batán. La conducción cruzará por las poblaciones de Pungalá y Licto. [14]

### **2.2.3.2 Conducción de Agua Tratada**

Para la primera etapa, a partir de la planta de tratamiento Molobog (ubicada su ingreso en aproximadamente las coordenadas: 766589 E y 9803474 N) con dirección a las reservas Piscín y San Martín de Veranillo se ha diseñado la conducción de agua tratada. En la segunda etapa, esta línea, desde el punto de coordenadas 763381 E y 9815515 N será prolongada hacia las reservas Maldonado y Saboya.

A excepción del último tramo de ingreso a las reservas, su recorrido será por vías existentes. En el recorrido pasará por la quebrada ubicada en el sector Tunshi Grande y el río Chibunga, punto último que además es el de cota más baja de la línea.

La conducción, diseñada para la primera etapa, estará compuesta por un primer tramo, comprendido entre la planta de tratamiento Molobog y la reserva Piscín, una longitud igual a 14715 m y un segundo tramo, entre el desvío hacia la reserva Piscín y la reserva San Martín de Veranillo, una longitud igual a 1577 m, lo que da un total de 16 292 m. [14]

### **2.2.4 Corrosión**

El proceso de corrosión implica el deterioro de una sustancia, generalmente un metal, o de sus propiedades debido a una reacción con su ambiente. Esencialmente, los procesos de corrosión convierten el hierro dentro del acero en otra sustancia que ya no posee las características deseadas (ej. dureza, resistencia).

El producto más común de la corrosión es un óxido de hierro (óxido de hierro o “herrumbre”) formado al agregar oxígeno. El óxido de hierro tiene pocas características deseables para el uso como un material desarrollado. El óxido de hierro derivado del proceso de corrosión consume el metal. El volumen de metal (y

su espesor) eventualmente se reduce a un punto donde un componente estructural hecho de acero no podrá realizar la función para la cual fue diseñado.

El acero no es el único metal desarrollado usado en la construcción; otros materiales usados comúnmente incluyen:

- ✓ Cobre
- ✓ Latón
- ✓ Zinc (recubrimiento del acero galvanizado)
- ✓ Aluminio
- ✓ Níquel
- ✓ Cromo (elemento principal en acero “inoxidable”)

La corrosión de estos metales sigue los mismos principios descritos anteriormente; sin embargo, las velocidades de corrosión pueden ser más bajas. La velocidad de corrosión más baja en estos metales a menudo se debe a la producción de una capa firmemente adherida formada a partir del producto de corrosión (óxido, carbonato, cloruro, sulfato u otro compuesto).

La formación de esta capa superficial, ya sea un óxido, carbonato, cloruro, sulfato u otro compuesto, aunque es relativamente fina, puede formar una barrera eficaz contra el ataque adicional, y así retardar el proceso de corrosión. Este fenómeno se conoce como pasivación. [15]

#### **2.2.4.1 Tipos de corrosión**

Hay dos amplias clasificaciones de la corrosión: generalizada y localizada.

##### **Corrosión Generalizada**

La corrosión generalizada resulta en una pérdida de material relativamente uniforme sobre la superficie entera. Generalmente, ésta acción resulta en una disminución del espesor de manera general, de la superficie afectada, como se observa en la Figura 1. La corrosión generalizada es relativamente fácil de evaluar y no causa fallas catastróficas. [15]





Figura 1. Corrosión Generalizada. [15]

### **Corrosión Localizada**

La corrosión localizada ocurre en sitios definidos de la superficie metálica. El área inmediatamente adyacente a la corrosión localizada normalmente se corroe a un grado menor. La corrosión localizada ocurre a menudo en las áreas que son difíciles de evaluar. Esta forma de corrosión es menos común en ambientes de exposición atmosférica que en ambientes de inmersión o salpique/rocío, y donde algunos factores especiales están implicados, tales como la exposición prolongada al agua líquida, los agentes contaminantes, o celdas galvánicas. Se generan las celdas galvánicas cuando diversos tipos de metales están en contacto eléctrico en un electrolito común. [15]

La actividad de corrosión en sitios de corrosión localizada puede variar con cambios como:

- ✓ Defectos en el recubrimiento
- ✓ Cambios en contaminantes o agentes contaminadores.
- ✓ Cambios en el electrolito.

Las formas predominantes de corrosión localizada en las plataformas y estructuras marinas son las picaduras y la corrosión en cavidades. [15]

### **Corrosión por Picaduras**

En la corrosión por picaduras el daño no ocurre uniformemente, sino primordialmente en zonas específicas donde se produce picaduras profundas, así como se muestra en la Figura 2. Los fondos de las picaduras son ánodo en una pequeña celda de corrosión localizada, a menudo agravada por una relación de área

cátodo grande – ánodo pequeño. Las picaduras pueden iniciarse en una superficie abierta, libremente expuesta o en las imperfecciones en el recubrimiento. Las picaduras profundas, incluso las que son completamente penetrantes, pueden desarrollarse con una cantidad relativamente pequeña de pérdida de metal. Las picaduras pueden ser aisladas o un grupo de picaduras puede unirse para formar un área de daño grande. Las picaduras son especialmente frecuentes en los metales que forman una capa protectora de óxido y en ambientes de alta contaminación por cloruros (donde los cloruros promueven la degradación de la capa de óxido). [15]



Figura 2. Corrosión por picaduras. [15]

#### **2.2.4.2 Importancia de la corrosión**

De las dos clasificaciones de corrosión, la corrosión localizada representa el más significativo en términos de la necesidad del mantenimiento imprevisto. La corrosión localizada se oculta a menudo (como en grietas o debajo de capas múltiples de un recubrimiento de mantenimiento) de tal manera que oculta el verdadero grado del daño. Debido al riesgo de una perforación rápida del sustrato, ésta puede causar serias consecuencias si no es detectada y tratada oportunamente.

La corrosión localizada típicamente produce características severas que sirven como “canalizaciones de esfuerzos”. Estos canalizadores de esfuerzos ocurren bajo condiciones que aumentan el nivel de tensión en el borde principal de una picadura o cavidad, actuando como los puntos iniciales de la falla. [15]

#### **2.2.4.3 Efectos de la Corrosión**

Los efectos de corrosión incluyen la seguridad, el costo y la apariencia

#### **2.2.4.3.1 Efectos de la Corrosión- Seguridad**

Las estructuras corroídas pueden ser inseguras en la variedad de maneras. Los sistemas de agua potable por lo general pasan por comunidades o ciudades, y al estar corroídas son un peligro latente ya que puede ocasionar deslaves, inundaciones o accidentes debido a la presión que manejan este tipo de sistemas.



Figura 3. Tuberías oxidadas en el interior

La corrosión no puede permitirse en la industria de alimentos y bebidas, donde los productos de la corrosión del metal contaminarían.

#### **2.2.4.3.2 Efectos de la Corrosión - Costo**

Desde 1999 hasta el 2001, NACE International patrocinó y condujo un estudio en un acuerdo cooperativo con la Administración Federal de Carreteras (FHWA) de EE.UU. Dicho estudio estimó que el costo de corrosión en los Estados Unidos se acerca a USD \$ 276 millones por año y USD\$ 6.9 mil millones por año en la industria de generación de electricidad.

Según la Oficina de Censo del Departamento de Comercio de los EE.UU., la cantidad total de recubrimientos orgánicos vendidos en los Estados Unidos en 1997 fue de 5.56 mil millones de litros (1.47 mil millones de galones) en un valor de USD\$ 16.56 mil millones. Las ventas totales se pueden dividir entre recubrimientos arquitectónicos, recubrimientos para productos OEM, recubrimientos para propósitos especiales, y productos misceláneos de pintura.

Una porción de cada uno de estos fue clasificada como recubrimientos para el control de la corrosión en una estimación total de USD\$ 6.7 mil millones. Es importante notar que el costo de la materia prima es solamente una porción del total de cualquier proyecto de recubrimientos, que varía del 4 al 20% del costo total de la aplicación.

Al aplicar estos porcentajes al costo de materiales primas, el costo anual total de las aplicaciones de los recubrimientos varía entre USD\$ 33.5 mil millones hasta USD\$167.5 mil millones (un promedio de USD\$ 100.5 mil millones).

Se estima que existe una oportunidad para ahorrar del 25 al 30% de este costo mediante el uso de “prácticas óptimas para el control de corrosión” Costos proporcionalmente similares se encuentran en la mayoría de las otras naciones industrializadas.

El costo de repintar y reparar el acero oxidado normalmente sobrepasa el costo inicial de proteger una superficie contra la corrosión. El costo de la corrosión en los Estados Unidos en 1994 se emitió en más de USD \$ 300 mil millones al año, aproximadamente 4.5% del producto interno bruto (PIB). Otras naciones desarrolladas también estiman la corrosión en un porcentaje similar a su PIB. [15]

#### **2.2.4.3.3 Efectos de la Corrosión- Apariencia**

Los recubrimientos desprendidos y el acero oxidado son desagradables para la vista en cualquier ambiente. Para muchos ingenieros o propietarios de compañías, la apariencia es una razón primordial para pintar sus estructuras.



Figura 4. Efectos de la Corrosión – Apariencia. [15]

#### **2.2.5 Recubrimientos**

En términos generales un recubrimiento anticorrosivo puede definirse como una dispersión relativamente estable de uno o más pigmentos finamente divididos en una solución probada, tal que al ser aplicada la película y estar seca ésta, representa una barrera flexible, adherente y con la máxima eficiencia de protección contra la

corrosión. Estos componentes se mezclan íntimamente en un orden adecuado, claramente definido en la formulación y a través de métodos específicos para obtener el producto terminado. [16]

La eficiencia de protección contra la corrosión y el buen comportamiento de un recubrimiento dependen, además de su buena calidad, de otros factores igualmente importantes tales como: la preparación de la superficie, la técnica de aplicación y de una adecuada selección del sistema de recubrimiento que va a ser aplicado, en base a la naturaleza del medio corrosivo. [16]

### **2.2.5.1 Propiedades de los recubrimientos**

Un recubrimiento debe exhibir una variedad de propiedades con el fin de cumplir con el control de la corrosión. Las propiedades deseables incluyen:

- ✓ Resistencia química: El recubrimiento debe resistir la degradación de los químicos a los cuales está expuesto. La resistencia química es principalmente una función de la resina utilizada.
- ✓ Resistencia al agua: El agua afecta prácticamente todos los recubrimientos. Mayor resistencia al agua es igual a mayor control efectivo contra la corrosión.
- ✓ Facilidad de aplicación: La facilidad de aplicación es una característica vital, especialmente con estructuras complejas. Cuanto más difícil la aplicación, mayor será la oportunidad para que se creen defectos que conducirán a fallas prematuras.
- ✓ Adhesión al sustrato: La adhesión se base en las interacciones físicas y químicas entre el recubrimiento y el sustrato. Una adherencia deficiente equivale a un desempeño deficiente.
- ✓ Fuerza Cohesiva: Los recubrimientos deben poder aguantar las tensiones del proceso de curado, así como los cambios de temperatura y humedad.
- ✓ Flexibilidad y Elongación: La capacidad de expandirse y contraerse con el sustrato es crítica para algunas aplicaciones de recubrimientos.
- ✓ Resistencia al Impacto: El recubrimiento puede tener que resistir cargas de impacto.
- ✓ Resistencia a la Abrasión: Los recubrimientos en algunas áreas pueden tener que resistir esfuerzos abrasivos.

- ✓ Resistencia a la Temperatura: El medio ambiente al que está expuesto al recubrimiento puede generar temperaturas extremas, por lo que general elevadas.
- ✓ Resistencia Dieléctrica: Una variable calve en los recubrimientos de barrera y en el uso de recubrimientos en conjunto con la protección catódica.

En el proceso de formulación de recubrimientos, por lo general es necesario hacer un intercambio entre las propiedades antes mencionadas. Las propiedades se alteran cuando los componentes del recubrimiento se cambian. [15]

#### **2.2.5.2 Tipos de Recubrimiento**

El control de la corrosión a base de recubrimientos anticorrosivos, mediante la creación de una barrera entre un metal y su medio ambiente, conocido como electrólito, es uno de los métodos más ampliamente usados por su gran versatilidad y fácil aplicación. [16]

La efectividad de un recubrimiento depende de su grado de integración (que esté libre de poros o picaduras), de su facilidad para adherirse al metal base y de su propiedad para aislarse contra el flujo de corriente eléctrica. El material de recubrimiento también debe ser económicamente factible. [16]

Los recubrimientos anticorrosivos pueden clasificarse atendiendo a su naturaleza, de la siguiente manera:

- ✓ Recubrimientos metálicos
- ✓ Recubrimientos no metálicos
- ✓ Recubrimientos líquidos

#### **Recubrimientos metálicos**

La mayoría de los recubrimientos metálicos se aplican por inmersión en caliente o por electrodeposición. También pueden aplicarse por aspersion, cementación y algunas veces por reacción en fase gaseosa en menor escala. Los recubrimientos metálicos que se preparan comercialmente presentan cierto grado de porosidad y tienden a dañarse durante el embarque, al igual que los recubrimientos convencionales. Desde el punto de vista de la corrosión, los recubrimientos se clasifican en dos tipos: nobles y de sacrificio. [16]

Los recubrimientos llamados nobles, emplean metales como níquel, plata, cobre, plomo o cromo, que son nobles en la serie galvánica con respecto a la base metálica. Para los recubrimientos de sacrificio, se emplean los metales como el zinc y cadmio, y en ciertos ambientes, aluminio y estaño. [16]

### **Recubrimientos no metálicos**

Entre los recubrimientos no metálicos que pueden emplearse en las redes de conducción, distribución y almacenamiento de agua potable, se puede mencionar a los siguientes: Plásticos, hules naturales y sintéticos, cerámica, barro, porcelana, vidrio, concreto, carbono, grafito y madera. [16]



Figura 5. Recubrimiento de plástico.[16]

### **Recubrimientos líquidos**

Los recubrimientos líquidos, también llamados pinturas, representan una de las formas más versátiles para el control de la corrosión, debido a su gran facilidad de manejo y bajo costo. [16]

En la actualidad, aún con la gran cantidad de materiales de recubrimiento disponibles, y con los amplios desarrollos tecnológico sobre el problema de la corrosión, es necesario hacer notar que el recubrimiento perfecto no existe. No obstante que el uso de recubrimientos reduce substancialmente la corrosión en estructuras de sistemas para agua potable.

### **2.2.6 Norma de recubrimientos**

A continuación, se mencionan algunas normas de recubrimientos actuales para la tubería de acero para agua que se cree que son los más confiables. La lista muestra su aplicación, alcances y limitaciones, rendimientos ya sea en planta, en campo o con proveedor: [16]

#### **AWWA C210, Norma para sistemas de recubrimiento epoxi líquido para el interior y el exterior de tuberías de agua de acero (Standard for Liquid Epoxy Coating Systems for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines).**

La AWWA C210 describe un sistema de recubrimiento de líquidos epoxi, apto para el servicio de agua potable, que proporcionará protección contra la corrosión a las secciones interiores y exteriores de la tubería de agua de acero, accesorios y piezas especiales instalados bajo tierra o bajo el agua. [16]

El sistema de recubrimiento consiste en una capa de dos partes químicas; curado de impresión epoxi inhibidora y una o más capas de un curado de acabado epoxi en dos partes. La capa de acabado puede ser un recubrimiento epoxi de alquitrán de hulla, o puede ser una capa de epoxi que no contiene alquitrán de hulla. El sistema de recubrimiento puede alternativamente consistir en una o más capas de epoxi sin el uso de un cebador separado, siempre que el sistema de recubrimiento cumpla los requisitos de rendimiento de AWWA C210. [16]

### **2.2.7 Métodos de limpieza superficial**

Los principales métodos de preparación de superficies especificados por el STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL (SSPC) y la NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS (NACE), que son las principales organizaciones Internacionales que han normado los grados de preparación.

#### **2.2.7.1 Limpieza con solvente SSPC-SP-1**

Está basado en la utilización de productos tales como: vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos. Mediante este método son removidos la mayoría de los contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador. La solución limpiadora es aplicada suavemente



o mediante equipo de presión, seguido de un lavado con agua natural y secado con equipo de vacío o simplemente utilizando aire seco. [17]

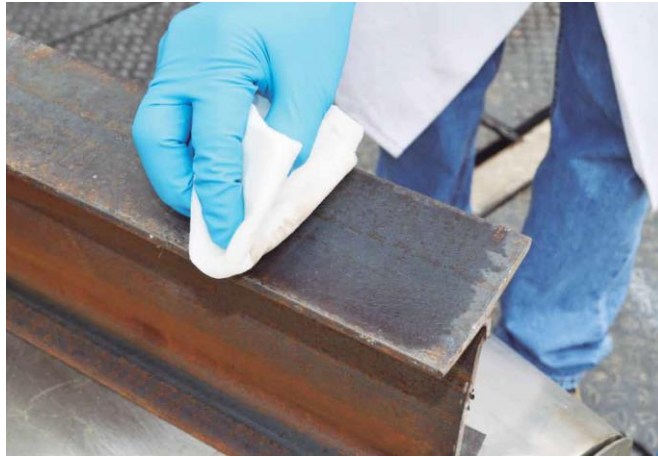


Figura 6. Limpieza SSPC-SP1. [19]

#### 2.2.7.2 Limpieza manual SSPC-SP-2

Procedimiento que se utiliza para remover la cascarilla de laminación desprendida, herrumbre y pintura descascarada con herramientas manuales no mecánicas.

La limpieza manual es especificada bajo las siguientes condiciones:

- ✓ Cuando la preparación con abrasivo u otros métodos no pueden ser aceptados.
- ✓ Cuando el recubrimiento o pintura existente se encuentra en condiciones levemente aceptables y solamente presenta unas pequeñas áreas degradadas.
- ✓ Cuando las áreas a limpiar son inaccesibles para aplicar chorro abrasivo. [19]



Figura 7. Limpieza SSPC-SP-2. [19]

### **2.2.7.3 Limpieza mecánica SSPC-SP-3**

Es un método que utiliza herramienta eléctrica o neumática, para eliminar impurezas tales como: residuos de soldadura, oxidación, pintura envejecida y otros incrustantes que pueden ser removidos con estas herramientas. A través de este método, generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones. Los bordes de pintura envejecida, deben ser desvanecidos para mejorar la apariencia del repintado que se haga posterior a la limpieza. [17]



Figura 8. Cepillo de alambre rotatorio.

### **2.2.7.4 Limpieza con flama SSPC-SP-4**

Este método consiste en pasar sobre las superficies metálicas, altas temperaturas a alta velocidad. Generalmente se usa flama de acetileno. Una vez aplicada la flama a la superficie, ésta debe limpiarse con cepillo de alambre para eliminar la escama floja y el óxido. La pintura primaria deberá aplicarse antes de que la superficie este completamente fría. [17]

### 2.2.7.5 Limpieza con chorro abrasivo grado metal blanco SSPC-SP-5 NACE-1

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. [20]

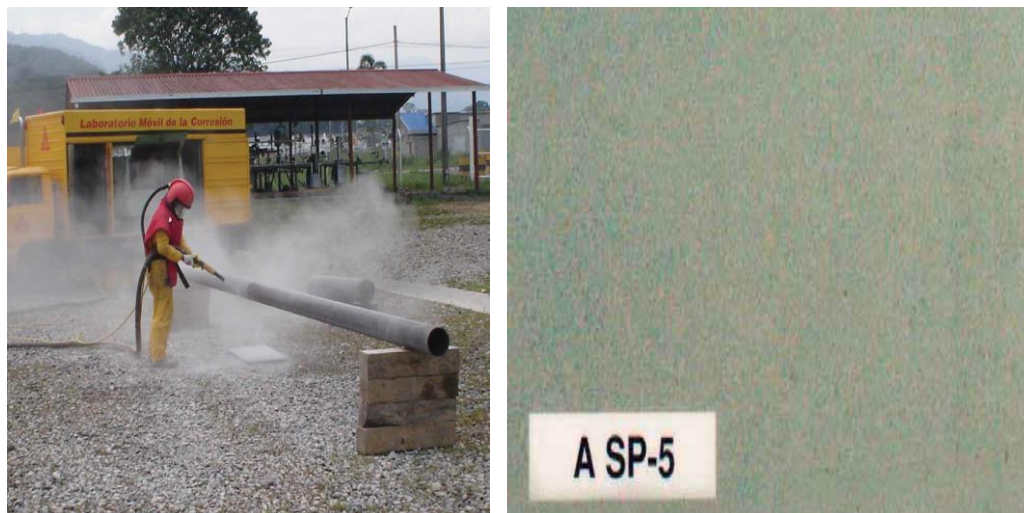


Figura 9. Limpieza con chorro abrasivo. SSPC-SP-5 [19]

### 2.2.7.6 Limpieza con chorro abrasivo grado comercial SSPC-SP-6 NACE-3

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. [20]

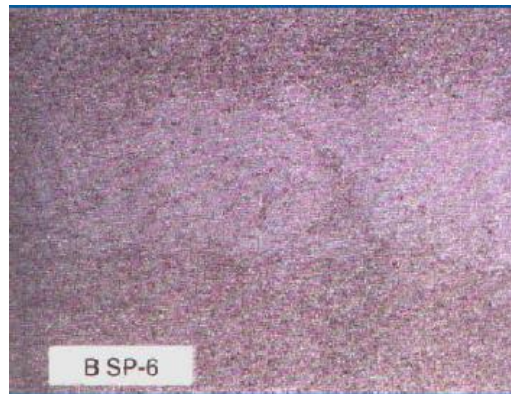


Figura 10. Limpieza SSPC-SP6. [18]

#### **2.2.7.7 Limpieza con chorro abrasivo grado ráfaga SSPC-SP-7 NACE-4**

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 11. Limpieza SSPC-SP7. [18]

#### **2.2.7.8 Limpieza química SSPC-SP-8**

Método para limpieza de metales, mediante reacción química, electrólisis o por medio de ambos. A través de una reacción química con algún producto específico, superficies metálicas son liberadas de escamas, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire

o vacío. [17]. Los resultados pueden ser considerados aceptables pero el método es de alto riesgo. [20]

#### **2.2.7.9 Limpieza por agentes atmosféricos SSPC-SP-9**

Consiste en la remoción de pintura, escamas, delaminación u óxido, por medio de la acción de agentes atmosféricos, seguido de alguno de los métodos de limpieza mencionados anteriormente.

La alteración debida a agentes atmosféricos, usualmente no constituye un método efectivo en la preparación de superficies, por lo que debe ir siempre acompañado de alguno de los métodos sugeridos en este documento, ya sea con herramientas mecánicas o mediante la aplicación de chorro de abrasivo. [17]

#### **2.2.7.10 Limpieza con chorro de abrasivo grado cercano a blanco SSPC-SP-10 NACE-2**

El acabado final de una superficie limpiada con chorro abrasivo grado casi blanco, se define como aquel en el cual la presencia de aceite, grasa, suciedad, cascarilla de laminación, herrumbre, productos de corrosión, pintura y otras materias extrañas han sido completamente removidas de la superficie, excepto ligeras sombras, rayas o ligeras decoloraciones causadas por manchas de herrumbre, ligeras cascarillas de laminación y delgados residuos de pintura. Por lo menos un 95% de cada metro cuadrado de superficie estará libre de residuos visibles y el resto se limita las ligeras decoloraciones mencionadas anteriormente. [20]

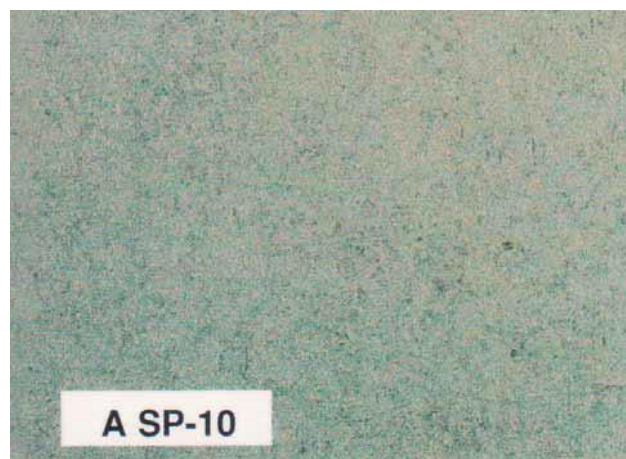


Figura 12. Limpieza SSPC-SP10. [20]



### **2.2.8 Procedimiento de aplicación de recubrimientos**

Antes de utilizar el recubrimiento , este debe ser homogeneizado y acondicionado para su uso correcto, esto puede llevarse a cabo destapando y homogeneizando el recubrimiento con una paleta u otro medio adecuado y pasar una quinta parte a otro recipiente limpio más grande; Si el recubrimiento es de 2 componentes, estos deberán mezclarse poco antes de la aplicación hasta obtener una mezcla homogénea, conservando la proporción indicada en la especificación correspondiente; además es de gran importancia vigilar el tiempo de vida útil de la mezcla, dato que también aparece en dicha especificación. Filtrar el recubrimiento pasándolo a través de manta de cielo o una malla equivalente a fin de eliminar natas, grumos, pintura seca o cualquier material extraño, procurando que el filtrado quede en el recipiente grande.

Si la superficie fue preparada con chorro de arena el recubrimiento no deberá aplicarse después de 3 horas de efectuada la limpieza, debido a los posibles efectos de corrosión en la superficie. Si las condiciones ambientales son críticas este tiempo es menor y deber establecerse en la localidad. En los siguientes incisos se mencionan aspectos de los procedimientos convencionales utilizados en la aplicación de recubrimientos anticorrosivos. [19]

#### **2.2.8.1 Aplicación con brocha**

La aplicación con brocha es un procedimiento que ha sido utilizado durante muchos años y no requiere de una discusión muy extensa; no obstante, es necesario puntualizar algunos aspectos. En comparación con otros métodos resulta excesivamente lento por lo que debe preferirse para áreas pequeñas o de conformación difícil, además, presenta cierta dificultad para un control de espesor de película eficiente. Entre sus ventajas más sobresalientes se pueden mencionar las pérdidas mínimas de material y la fácil humectación aun en áreas difíciles, además los costos por equipo son mínimos. [19]

La brocha nunca deberá sumergirse más de la mitad de la longitud de las cerdas, evitándose así la necesidad de eliminar el exceso de recubrimiento en el borde del recipiente, eliminándose las pérdidas de material por este concepto. Si se sumerge más de lo debido, el recubrimiento tiende a alcanzar la base de la brocha y allí no

puede ser aplicado; en este sitio pierde solventes, se vuelve más viscoso y empieza a secar haciendo cada vez más dura la brocha por lo que se requiere mayor fuerza en aplicaciones subsecuentes. Esta acción de frotación acelera la evaporación de solventes aumentando la consistencia o viscosidad del recubrimiento y restándole la posibilidad de un buen flujo y nivelación. [19]

Un pintor de experiencia conoce el área aproximada que puede recubrir con cada inmersión de la brocha a un espesor determinado, por lo que con un mínimo de brochazos extiende el material y obtiene un espesor uniforme, en la práctica esto equivale a una "mano" de recubrimiento. Un profesional en este campo siempre mantiene la brocha a un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la superficie, extendiendo el material de la zona sin recubrir a zonas ya cubiertas, cambiando en  $90^\circ$  el sentido de los últimos brochazos de retoque en forma tal que toda la superficie recubierta tenga el mismo sentido. [19]



Figura 13. Aplicación del recubrimiento con brocha. [19]

#### **2.2.8.2 Aplicación con rodillo**

Estos dispositivos de aplicación se desarrollaron para reducir el tiempo de aplicación en superficies planas. En el mercado existen gran variedad de formas y tamaños. Los rodillos generalmente se construyen de lana natural, aunque con frecuencia se les combina con fibras sintéticas. La apariencia del recubrimiento depende en gran parte de la profundidad del rodillo; los de fibra corta producen acabados tersos o lisos. Algunos tipos requieren de un recipiente de recubrimiento para sumergir y exprimir el rodillo aun cuando los más convenientes tienen una línea de alimentación

automática de baja presión la cual pasando por el mango alimenta al rodillo. Estos rodillos se pueden encontrar de 15 a 35 cm. de ancho.

Aun cuando se aumenta la rapidez de aplicación por este método, el espesor resultante no es del todo uniforme y solamente tiene éxito en superficies planas en el sentido del eje del rodillo. [19]



Figura 14. Aplicación de recubrimiento con rodillo. [19]

### **2.2.8.3 Aplicación por pulverización.**

Este método de aplicación se desarrolló ante la necesidad de aumentar las velocidades de aplicación, mejorar el control de espesores, eficiencia en general, a consecuencia de las grandes áreas por recubrir y por la agresividad de los medios corrosivos que se presentan en la industria. [19]

El principio fundamental de la aplicación por aspersión está basado en la fina atomización del recubrimiento, proyectando la niebla resultante hacia el objeto por recubrir. Los primeros equipos de aspersión utilizaron aire comprimido como medio de atomización y no obstante que a la fecha es el procedimiento más utilizado, se han desarrollado otros métodos de aspersión tales como aspersión electrostática, aspersión en caliente, aspersión por vapor y aspersión sin aire, pero su alto costo y dificultad de manejo han limitado su popularización. [19]

El equipo de aplicación por aspersión por aire considera los siguientes componentes: pistola de aspersión, recipientes de material, mangueras, filtros de aire, reguladores de presión de aire, compresores de aire y equipos de seguridad. [19]





Figura 15. Aplicación de recubrimiento con pistola de pulverización. [19]

### 2.2.9 Control de calidad

La inspección de los trabajos relacionados con el proceso de aplicación de un sistema de recubrimientos anticorrosivos, debe incluir la revisión de las tres fases: antes, durante y después de la aplicación.

La inspección del recubrimiento debe ser realizado por el contratista conforme a los procedimientos del fabricante del material anticorrosivo y con base a los requerimientos indicados en la descripción de cada sistema, bajo la supervisión y validación del inspector del Cliente. [19]

Es responsabilidad del contratista realizar la inspección final a todo el sistema aplicado, la que comprende la verificación de que el espesor de película seca del sistema total sea el especificado; que el color del acabado sea el que se especificó inicialmente; que franjas y marcas hayan sido colocadas adecuadamente.

Al terminar la aplicación del sistema anticorrosivo y finalizado el período de tiempo especificado para el secado y curado del sistema, se deben efectuar las siguientes pruebas: [19]

- ✓ Inspección visual. IV
- ✓ Medición de espesores. ME
- ✓ Adherencia. AD

### **2.2.10 Ensayo de Niebla Salina**

A los materiales se les realiza diferentes estudios y análisis para determinar sus características y propiedades y así establecer si son apropiados o no para una aplicación específica. Entre ellos, la resistencia a la corrosión es una propiedad de mucha importancia que se debe tener en cuenta, ya que debido a ella se presentan muchas fallas, como inicios de fracturas, fugas en tanques o conducciones, disminución de resistencia mecánica en estructuras o en partes de máquinas, desviaciones del funcionamiento normal de equipos, contaminación debida a los productos derivados de la corrosión, entre otras. [20]

#### **2.2.10.1 Cámara de Niebla Salina**

El ensayo de niebla salina consiste en exponer la pieza objeto del ensayo a una niebla salina durante un cierto período de tiempo en el interior de la cámara, bajo condiciones controladas. El tiempo transcurrido desde que se introdujo la pieza o artículo hasta que comienza el ataque de la corrosión, proporciona una medida de la capacidad de resistencia del metal constituyente o del recubrimiento a dicho ataque. [20]



Figura 16. Cámara de niebla salina Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero

Fuente: Autor

#### **2.2.10.2 Norma ASTM B117**

ASTM B117, en sí mismo, no es una especificación de prueba. Más bien, describe la práctica estándar para operar aparatos de niebla salina ASTM B117 es un documento

que establece los parámetros y requisitos para operar una cámara de prueba de niebla salina. Especifica cómo crear y mantener el entorno de prueba de niebla salina para que los resultados se puedan lograr de laboratorio en laboratorio y de cámara en cámara. [21]

### 2.2.10.3 Evaluación de Corrosión por pérdida de masa

La tasa de corrosión estará expresada en milímetros por año (mm/año). Los métodos predominantes se describen en la norma ASTM G1, “Norma para preparar, limpiar y evaluar muestras de Pruebas de Corrosión”. Esta evaluación consiste en la preparación metálica, limpieza antes y después del ensayo, peso de las probetas, exposición de las probetas a un medio corrosivo, remoción de los productos de corrosión, y peso de las probetas al finalizar los ensayos. [22]

La masa de las probetas debe ser identificada antes y después de los ensayos. Con el área inicial de la muestra y la masa perdida durante el ensayo se puede determinar la tasa de corrosión, como se muestra a continuación:

$$\text{Tasa de corrosión} = \frac{W * K}{A * T * D}$$

donde:

K: constante, en la Tabla 3 se observan los valores de K

T: tiempo de exposición (horas)

A: área (cm<sup>2</sup>)

W: masa perdida (gramos)

D: densidad (g/cm<sup>3</sup>)

Tabla 3. Valores de constante K. [22]

Unidades deseadas de tasa de corrosión	Constante de corrosión K
Mili pulgadas por año (mpy)	3.45 x 10
Pulgadas por año (ipy)	3.45 x 10
Pulgadas por mes (ipm)	2.87 x 10
Milímetros por año (mm/y)	8.76 x 10
Micrómetros por año (um/y)	8.76 x 10
Picómetros por segundo (pm/s)	2.78 x 10

### **2.2.11 Método del grado de oxidación en superficies de acero pintadas**

Permite evaluar el grado de oxidación de una superficie de acero pintada mediante el uso de la ayuda visual que proporciona este método. De hecho, esta práctica corresponde a una forma estandarizada que permite evaluar la cantidad y la distribución de la corrosión de la superficie visible en una superficie recubierta. Más específicamente, ASTM D610 fue creado como un medio para calificar homogéneamente el nivel de corrosión observado en muestras envejecidas. Por lo tanto, ASTM D610 debe usarse con métodos como ASTM B117, ASTM D714 y ASTM G85. [21]

#### **2.2.11.1 Norma ASTM D610**

El objetivo de ASTM D610 es proporcionar un medio estandarizado para evaluar el grado de oxidación de las superficies pintadas con la ayuda de ejemplos visuales. De hecho, las fotografías emitidas por este método se clasifican por una escala de 0 a 10 en función del porcentaje de la superficie oxidada que es visible y por la distribución de la oxidación. De hecho, un grado inferior corresponde a una gran superficie corroída, mientras que un grado alto está asociado con una pequeña superficie oxidada. Además, al evaluar la cantidad de óxido que se encuentra debajo o a través de una película de pintura, es posible determinar si el sistema de recubrimiento debe reemplazarse o repararse, ya que es un gran indicador de la vida útil restante de esta última. Los principales factores que están en juego al realizar este protocolo de prueba son: la clasificación de la distribución del óxido y el grado de oxidación. Se pueden identificar mediante la tabla 4 y las Figura 16, Figura 17 y Figura 18. [21]

Tabla 4-1: Clasificación visual de la escala de una superficie oxidada				
Grado de corrosión	Porcentaje de la superficie oxidada	Ejemplos Visuales		
		Puntual (s)	General (G)	Disperso (P)
10	Menor o igual que el 0,01%			
9	Entre el 0,01 a 0,03 %	9-s	9-G	9-P
8	Entre el 0,03 a 0,1 %	8-s	8-G	8-P
7	Entre el 0,1 a 0,3 %	7-s	7-G	7-P
6	Entre el 0,3 a 1 %	6-s	6-G	6-P
5	Entre el 1 a 3 %	5-s	5-G	5-P
4	Entre el 3 a 10 %	4-s	4-G	4-P
3	Entre el 01 a 16 %	3-s	3-G	3-P
2	Entre el 16 a 33 %	2-s	2-G	2-P
1	Entre el 33 a 50 %	1-s	1-G	1-P
0	Mayor al 50 %			

(s) *Oxidación Puntual*, se produce cuando la mayor parte de la oxidación se concentra en unas pocas áreas localizadas de la superficie recubierta. Se representa con la etiqueta 9-s hasta 1-s.

(G) *Oxidación General*, se produce cuando varias manchas de óxido se distribuyen a través de la superficie recubierta. Se representan con la etiqueta 9-G hasta 1-G.

(P) *Oxidación Dispersa*, se produce cuando el óxido se distribuye por toda la superficie como pequeñas partículas de óxido. Se representan con la etiqueta 9-P hasta 1-P.

Tabla 4. Escala y descripción de grado de oxidación. [23]

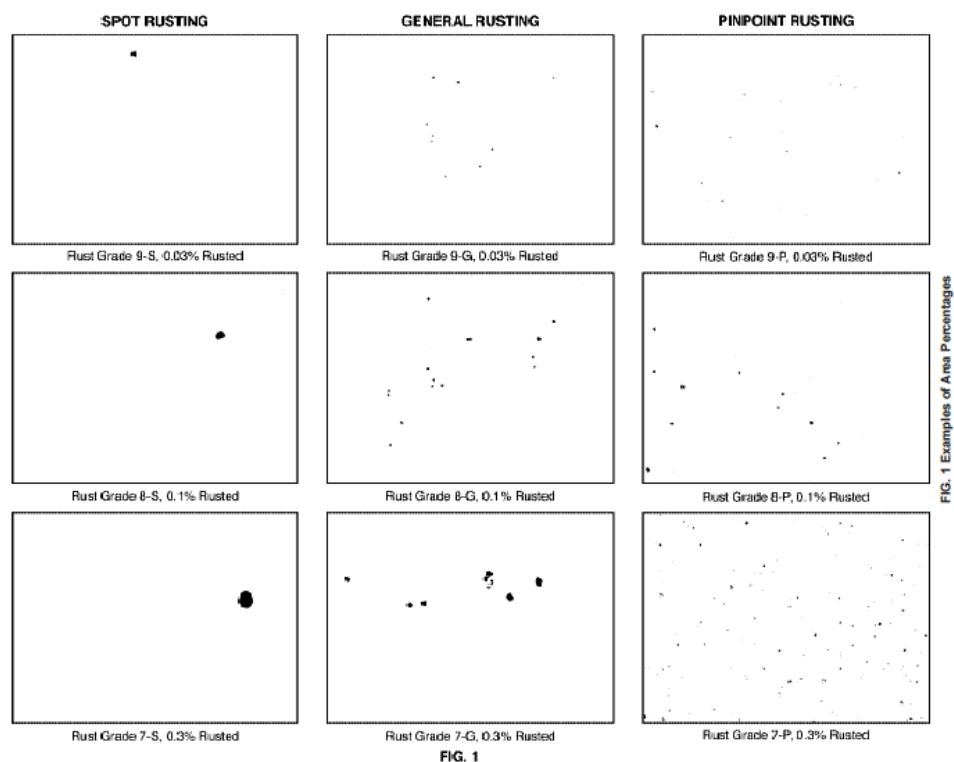


Figura 17. Ejemplo de porcentaje de áreas. [23]

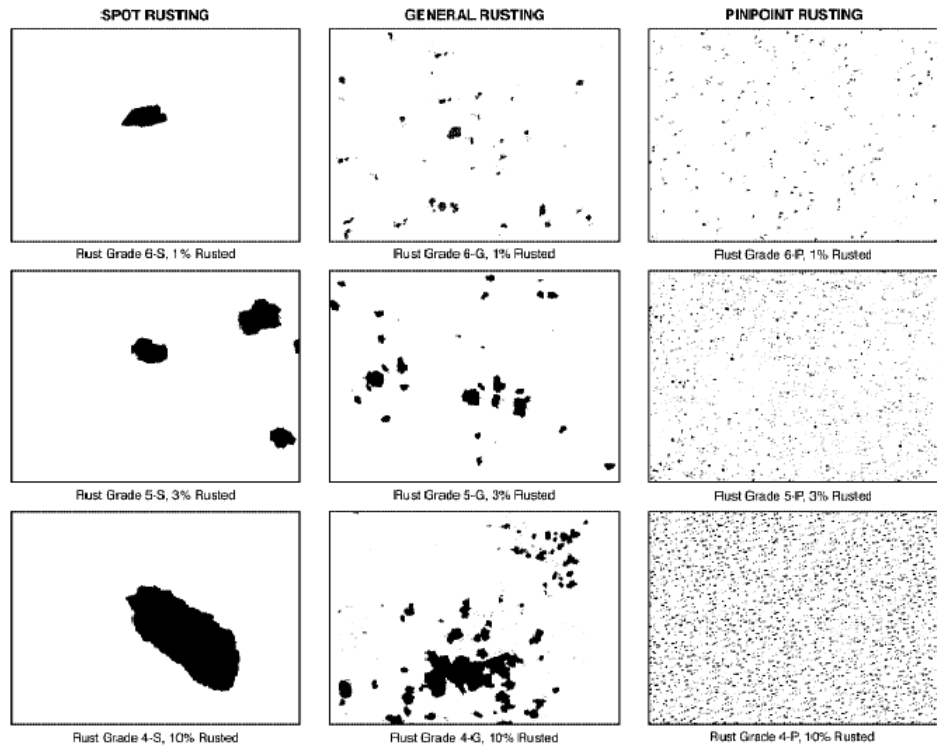


FIG. 2 Examples of Area Percentages

FIG. 2

Figura 18. Ejemplo de porcentaje de áreas. [23]

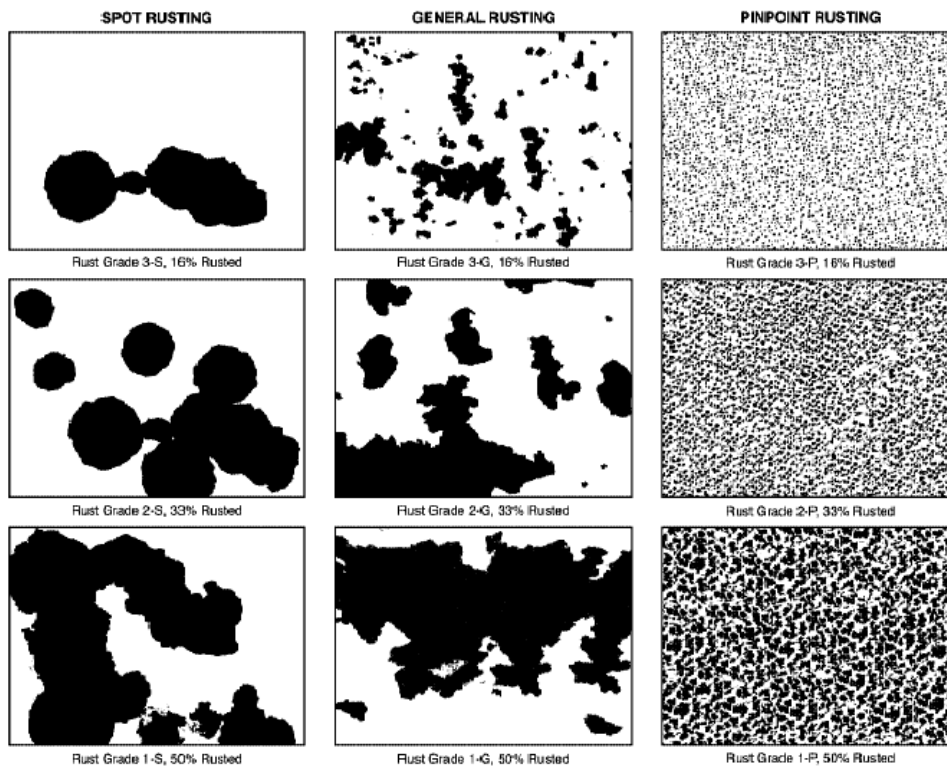


FIG. 3 Examples of Area Percentages

Figura 19. Ejemplo de porcentaje en áreas. [23]

### **2.3 Fundamentación Filosófica**

Esta investigación se ubica en el paradigma crítico propositivo, análisis que parte de un problema real en nuestro medio, buscando analizar varios sistemas de preparación de superficies y recubrimientos, con determinado tiempo de exposición en cámaras de niebla salina para determinar la tasa de corrosión de esta manera se contará con una guía práctica para seleccionar el recubrimiento ideal para este tipo de sistemas de tuberías, a la vez generara vida útil en la tubería y la disminución de reparaciones recurrentes.

### **2.4 Fundamentación legal**

Para el presente estudio su fundamentación Legal se basa en:

- ✓ Especificaciones Técnicas del proyecto “Sistema de agua potable de Riobamba”, parte 4: Agua Potable
- ✓ ASTM B117-16, Práctica estándar para operar el aparato de niebla salina (niebla)
- ✓ ASTM G1, “Norma para Preparar, Limpiar, Evaluar Muestras de Pruebas de Corrosión”
- ✓ ASTM D610, “Método de prueba estándar para evaluar el grado de oxidación en superficies de acero pintadas”
- ✓ AWWA M11, Steel Water Pipe – A guide for design and installation
- ✓ API 5L, Specification for line pipe
- ✓ GB/T 700-2006, Carbon structural Steel.

### **2.5 Categorías fundamentales**

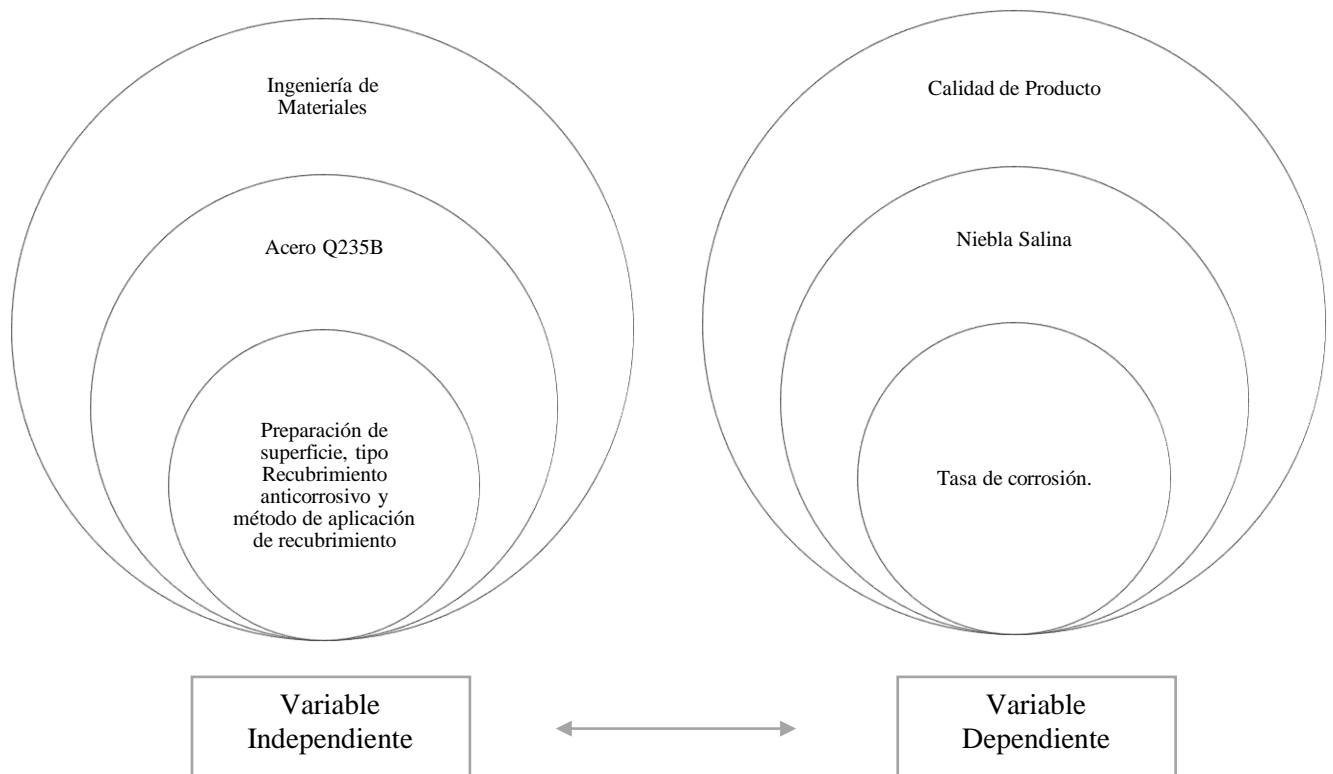


Figura 20. Categorías Fundamentales

## 2.6 Hipótesis

“El análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicado a los aceros Q235B, permitirá seleccionar el mejor recubrimiento determinando la tasa de corrosión en la cámara de niebla salina para el Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.”

## 2.7 Señalamiento de variables

### 2.7.1 Variable independiente

Análisis de Recubrimiento anticorrosivo aplicado a los aceros Q235B

### 2.7.2 Variable dependiente

Tasa Corrosión

### 2.7.3 Término de relación

Incidencia



## **CAPÍTULO III**

### **3.1 Enfoque**

Para la presente investigación, se utilizará el enfoque cuantitativo, partiendo desde un estudio de análisis de datos numéricos, para dar solución a las preguntas de investigación y verificar la hipótesis mencionada en el capítulo II.

Mientras que, con el enfoque cualitativo, se destacarán los resultados que se obtuvieron de las pruebas en los lugares afines al tema del proyecto a investigar.

### **3.2 Modalidad Básica de la investigación**

El presente trabajo de investigación se basa en:

#### **3.2.1 Investigación de campo**

Esta investigación de campo se aplicará en el Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, mediante el estudio sistemático de los hechos en el lugar que se producen los acontecimientos para tomar contacto directo con la realidad y obtener información de acuerdo con los objetivos del proyecto, recabando información para dar soluciones a los problemas.

#### **3.2.2 Investigación Documental - Bibliográfica**

La investigación está sustentada básicamente en la recolección de información acerca del tema propuesto en lo que son textos, catálogos, revistas, bibliotecas virtuales con la finalidad de tener los instrumentos apropiados para la correcta elaboración de la investigación.

Además, con esta investigación se detectará, ampliará y profundizará diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada.

### 3.2.3 Experimental

Mediante esta investigación se analizará varias variables: Preparación de superficie, recubrimientos anticorrosivos y aplicación de recubrimientos observando los efectos que estos produce sobre la tasa de corrosión, con lo cual se determinará la validez del estudio realizado.

### 3.3 Nivel o tipo de investigación

Para la estructura del trabajo se utilizan los siguientes tipos de investigación:

**Exploratoria:** Se exploró el problema a fin de desarrollar una base de investigación acerca de recubrimientos anticorrosivos aplicados a los aceros Q235B y su incidencia en la tasa de corrosión, desarrollando múltiples hipótesis que nos llevaron a una sola, definiendo una solución de la misma.

**Descriptivo:** Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos.

Se refirió a este tipo, debido a que se determinó las ventajas que conlleva los recubrimientos anticorrosivos aplicados al acero Q235B, mediante el análisis de la tasa de corrosión, estableciendo las ventajas que acarrearía dicho mejoramiento.

**Explicativo:** Además de documentar todo el desarrollo del proyecto, se explicó de manera detallada el porqué de cada situación, así como su relación, a fin de conocer la estructura y los aspectos dinámicos que intervienen en la misma.

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Población (N)

Para la presente investigación se estudiará los efectos de corrosión en la tubería de conducción de agua cruda y tratada de acero Q235B. Por tanto, la población a estudiar es 2800 tubos que se utilizará para construir el Sistema de Agua Potable; la cual debe tener recubrimientos anticorrosivos grado alimenticio.

### 3.4.2 Muestra (n)

Existen diferentes factores de estudio para el análisis, se utilizará el método de diseño factorial puesto que se tiene como variables los siguientes datos:

1. Limpieza superficial del sustrato (3 Casos). Depende de los métodos más comunes utilizados para la construcción de Sistemas de Agua Potable.
2. Recubrimiento anticorrosivo aplicado a los aceros Q235B (3 Casos). Se escogen marcas reconocidas a nivel nacional, los productos a emplear son comunes en el mercado.
3. Método de aplicación del recubrimiento. (2 Casos). Se eligen los métodos más utilizados en la construcción de Sistemas de Agua Potable.

Tabla 5. Factores de Investigación

<b>Factor 01 Material</b>	<b>Factor 02 Recubrimiento</b>	<b>Factor 03 Método de limpieza</b>	<b>Factor 4 Tipo de aplicación</b>
Q235B	Macropoxy 646 PW	Mecánico	Brocha
	Duraplate UHS	Chorro abrasivo	Pulverización
	Carboguard 61	Bristle blaster	

Los ensayos se realizarán en Laboratorio del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero de la Ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, bajo la normativa legal ASTM B117, ejecutando análisis con 5 probetas y 4 diferentes tipos de exposición, el análisis se realizará obteniendo datos de pérdida de masa y espesor. La población a ser analizada se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 6. Combinación de factores

<b>Limpieza inicial</b>	<b>Recubrimiento</b>	<b>Método de aplicación recubrimiento</b>	<b>Número de probetas a ensayar</b>
Mecánica	Macropoxy 646 PW	Brocha	5
		Pulverización	5
	Duraplate UHS	Brocha	5
		Pulverización	5
	Carboguard 61	Brocha	5
		Pulverización	5
Chorro abrasivo	Macropoxy 646 PW	Brocha	5
		Pulverización	5

	Duraplate UHS	Brocha	5
		Pulverización	5
	Carboguard 61	Brocha	5
		Pulverización	5
Bristle blaster	Macropoxy 646 PW	Brocha	5
		Pulverización	5
	Duraplate UHS	Brocha	5
		Pulverización	5
	Carboguard 61	Brocha	5
		Pulverización	5
<b>Total probetas por exposición</b>			<b>90</b>

En el estudio se realizarán 4 grupos con diferentes tipos de exposición como se indica en la tabla a continuación:

Tabla 7. Tiempos de exposición

Grupo	Tiempo de exposición (horas)	Probetas (Unidad)
1	120	90
2	240	90
3	360	90
4	480	90
<b>Total</b>		360

El levantamiento de la información se realizará a través de fichas de campo, las muestras están divididas en 4 grupos de probetas que serán extraídas cada 5 días; teniendo resultados finales de 480 horas.; como se indica en la Tabla 7.

Tabla 8. Cronograma para grupos de probetas

Grupos extracción	Fecha de inicio	Fecha de culminación	Días ensayo	Horas de ensayo
1	29/8/2019	3/9/2019	5,00	120
2	29/8/2019	8/9/2019	10,00	240
3	24/8/2019	8/9/2019	15,00	360
4	24/8/2019	13/9/2019	20,00	480

Se evaluarán las condiciones inicial y final de cada probeta, se evidenciará documentación fotográfica y documentación por número de horas para la corrosión del acero.

Con el principal objetivo de tener éxito en la investigación y ganar ventajas importantes como son la economía y la rapidez en la obtención de información, el método de muestreo probabilístico es el más recomendado, en el que todos los integrantes de la población tienen la misma probabilidad de ser parte de la muestra.

### 3.5 Operacionalización de variables

#### 3.5.1 Variable Independiente:

“Recubrimiento anticorrosivo aplicado a los aceros Q235B”

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos
Recubrimiento anticorrosivo aplicado a los aceros Q235B; Es la dispersión relativamente estable de uno o más pigmentos finamente divididos en una solución probada, tal que al ser aplicada la película y estar seca ésta, representa una barrera flexible, adherente y con la máxima eficiencia de protección contra la corrosión.	Preparación de superficie	Métodos de Limpieza Superficial	Mecánico Chorro abrasivo Blistle blaster	Observación Bibliografía/ Documental Fichas Técnicas
	Tipos de Recubrimiento	Tipo de pigmento	Macropoxy Duraplate Carboguard	Observación Bibliografía/ Documental Fichas Técnicas
	Proceso de aplicación del recubrimiento	Tipo de proceso	Brocha Pulverización	Observación Bibliografía/ Documental Fichas Técnicas

### 3.5.2 Variable Dependiente:

Tasa de Corrosión

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos
Tasa de corrosión : Es el ataque destructivo de un metal por reacción química o electroquímica con su medio ambiente	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparación de superficie.</li> <li>✓ Tipo de recubrimiento</li> <li>✓ Aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de corrosión</li> <li>✓ Espesor de Probeta</li> <li>✓ Masa de probeta</li> </ul>	Observación Bibliografía/ Documental Fichas Técnicas
	Parámetros físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espesor de probeta</li> <li>✓ Masa de probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espesor inicial</li> <li>✓ Espesor final</li> <li>✓ Masa inicial</li> <li>✓ Masa final</li> </ul>	Observación Bibliografía/ Norma ASTM G1
	Superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aspecto</li> <li>✓ Oxidación</li> <li>✓ Color</li> <li>✓ Masa de probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de corrosión</li> <li>✓ Grado de oxidación en superficies de acero pintadas</li> </ul>	Observación Bibliografía/ Norma ASTM D610
	Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Horas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de corrosión</li> </ul>	Observación Fichas técnicas

### **3.6 Recolección de la información**

Los datos que permitirán desarrollar la investigación se registrarán en informes de campo.

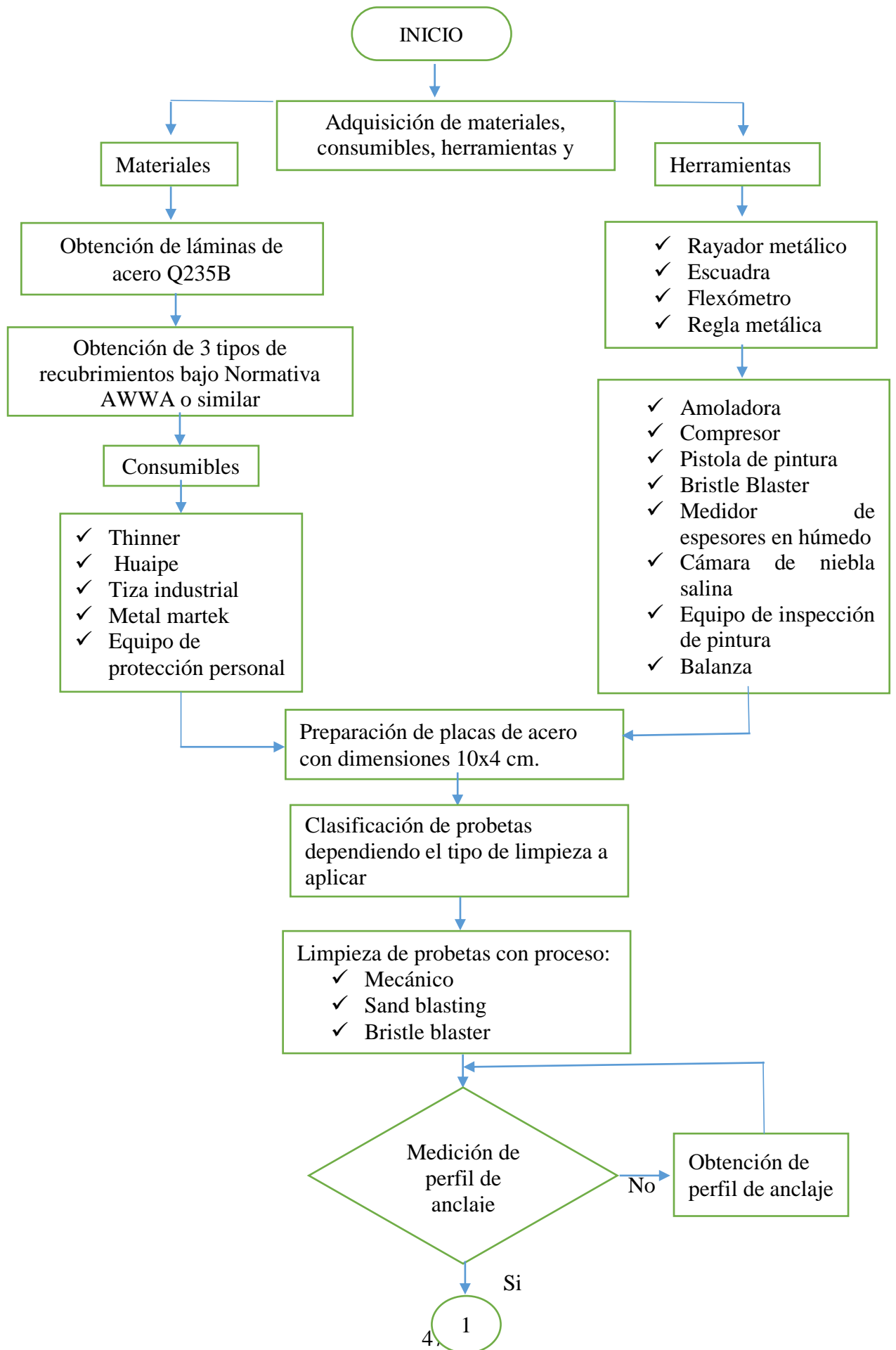
La información necesaria para el desarrollo del problema propuesto se obtendrá a través de observación directa y estructurada en muestras de tubería del Sistema de Agua Potable de Riobamba. Los instrumentos utilizados fueron cuaderno de notas y registros específicos. Además, se contó con la ayuda de registros específicos realizados en el Laboratorio del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero. (ANEXO D)

La utilización de estas técnicas e instrumentos permitirá la recolección de información que será analizada y tabulada; permitiendo obtener los resultados que se encuentran en función de las variables de la hipótesis con su respectiva comprobación, estableciendo conclusiones y recomendaciones para cumplir con los objetivos planteados.

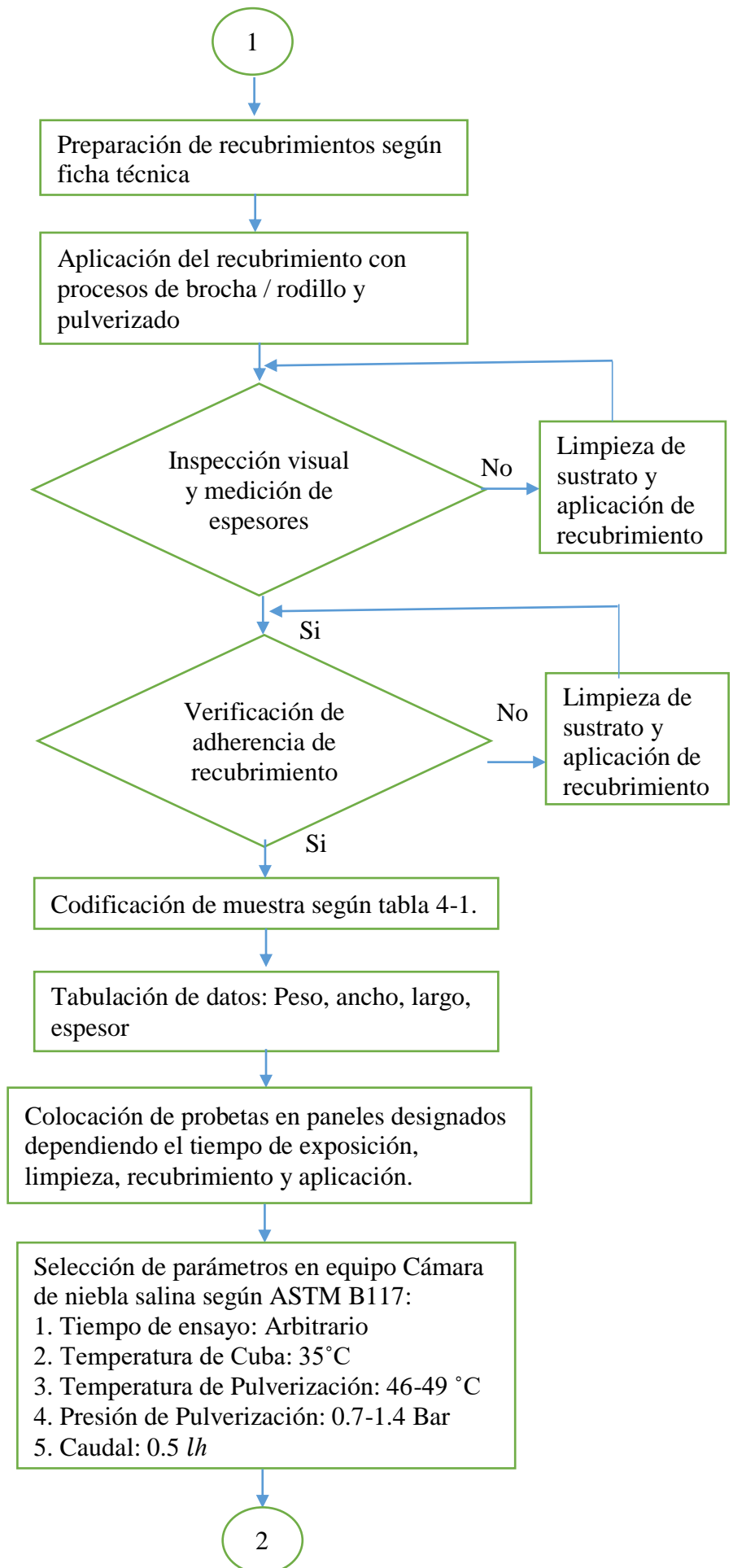
### **3.7 Procesamiento y análisis**

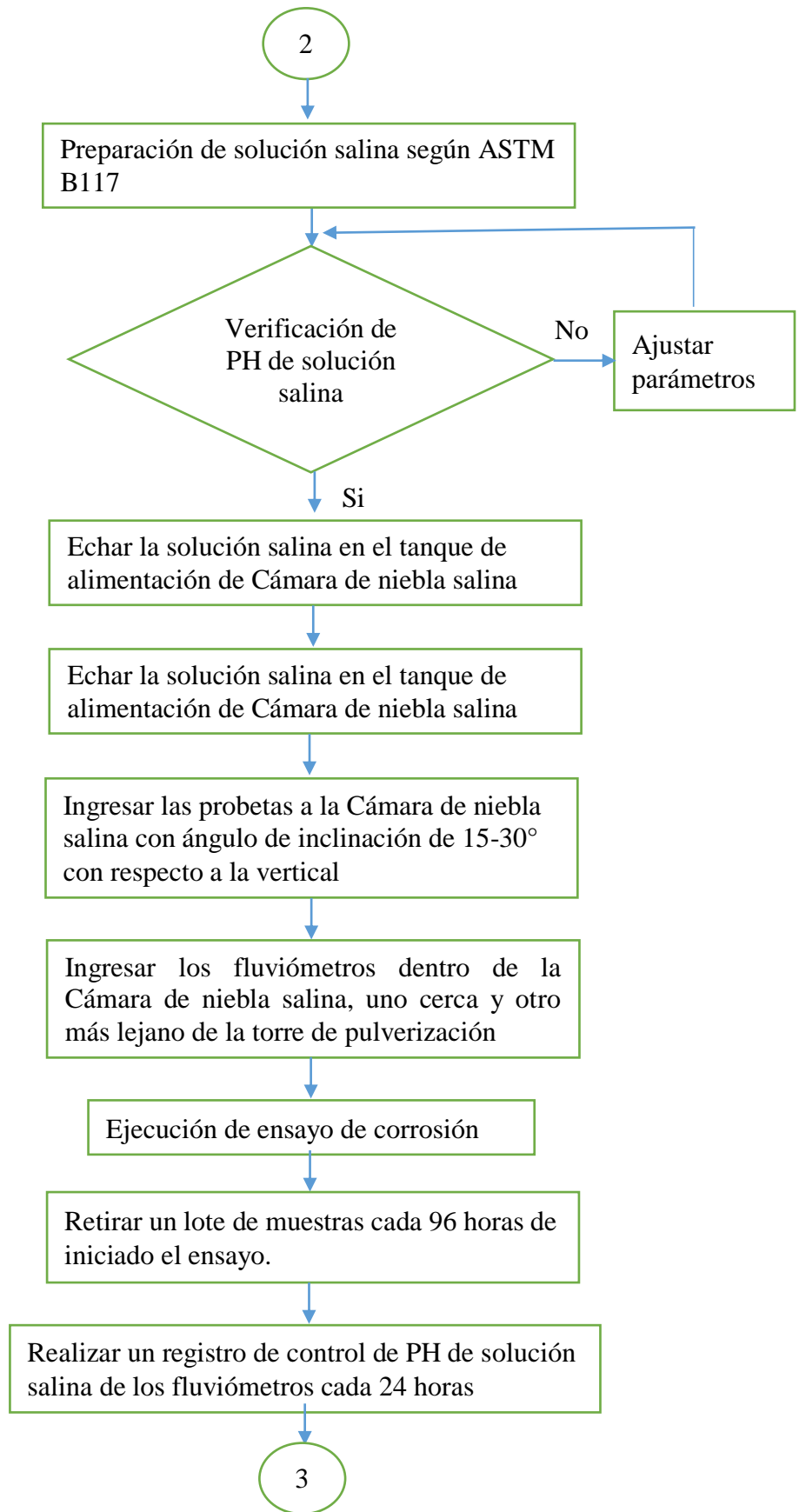
Mediante los resultados del estudio de corrosión de las muestras se logrará identificar, determinar y plantear una alternativa de solución validando la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos propuestos. Los datos obtenidos para el análisis se evidenciarán a través de gráficas y tablas de registro que facilitarán la interpretación de resultados.

El siguiente diagrama de flujo indica el proceso por el cual se llegará al análisis e interpretación de resultados para los casos de estudio.









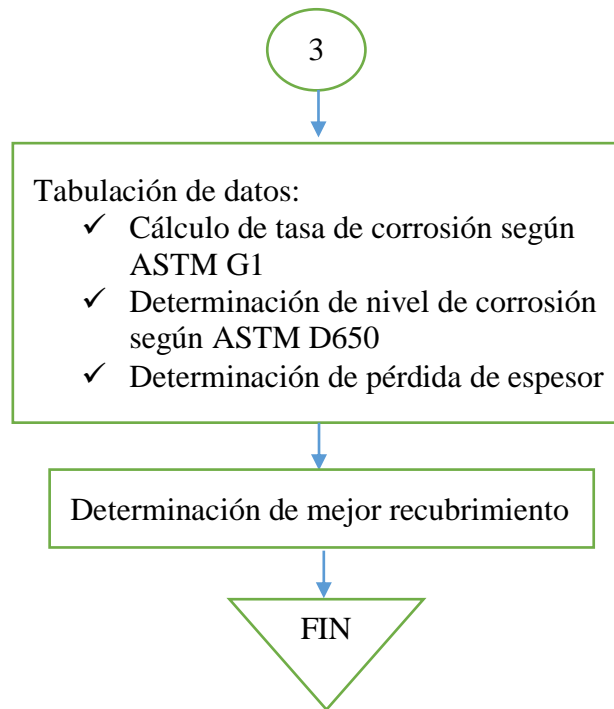


Figura 21. Diagrama de flujo de análisis e interpretación de resultados.

### 3.7.1 Adquisición de materiales, consumibles, herramientas y equipos.

Se realizó la adquisición de materiales, herramientas y equipos necesarios para la elaboración del estudio. Entre los más importantes se destaca: Láminas de acero Q235B, 3 tipos de recubrimientos bajo Normativa AWWA C210 / 92 (Macropoxy 646 PW, Duraplate UHS y Carboguard 61), thinner, guaípe, tiza industrial, metal market, equipo de protección personal, amoladora, compresor, pistola de pintura, bristle blaster, medidores de espesores en húmedo, cámara de niebla salina, equipo de inspección de pintura, balanza, etc.



Figura 22. Tubería de acero Q235B

### 3.7.2 Obtención de muestras de acero Q235B.

Se cortó las láminas de acero Q235B en dimensiones como se indica en la figura 3-2. Además, se removió las aristas vivas resultado del proceso de corte con amoladora.

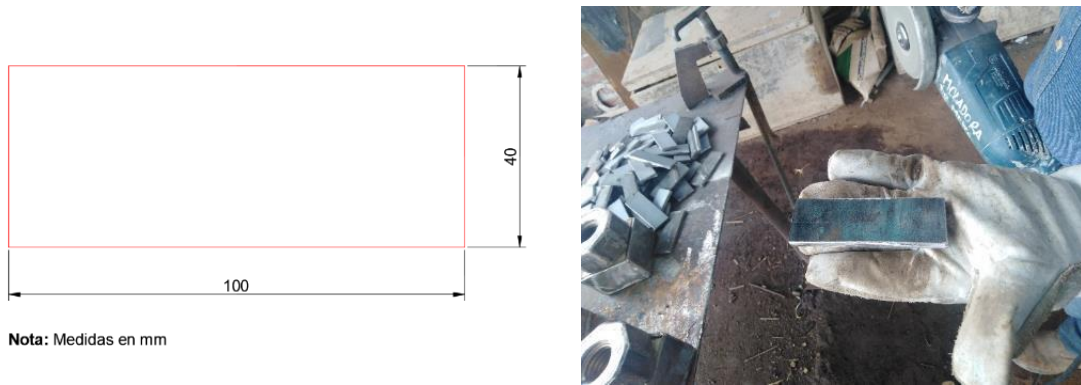


Figura 23. Muestras de acero Q235B. a) Dimensionamiento de probetas, b) Obtención de probetas

### 3.7.3 Clasificación de las muestras

Los lotes y el número de muestras para los ensayos dependen del tipo de recubrimiento, tipo de limpieza del sustrato y tipo de aplicación de revestimiento; quedaron definidas de la siguiente manera:

Tabla 9. Codificación de probetas

	Sustrato	Revestimiento	Tipo limpieza	Tipo de aplicación	Código probeta	Total muestras
1	Q235B	Macropoxy 646 PW	Mecánica	Brocha	MMB	20
2				Pulverizado	MMP	20
3			Bristle blaster	Brocha	MBB	20
4				Pulverizado	MBP	20
5			Sand blasting	Brocha	MSB	20
6				Pulverizado	MSP	20
7		Duraplate UHS	Mecánica	Brocha	DMB	20
8				Pulverizado	DMP	20
9			Bristle blaster	Brocha	DBB	20
10				Pulverizado	DBP	20
11			Sand blasting	Brocha	DSB	20
12				Pulverizado	DSP	20

13		Carboguard 61	Mecánica	Brocha	XMB	20
14				Pulverizado	XMP	20
15			Bristle blaster	Brocha	XBB	20
16				Pulverizado	XBP	20
17			Sand blasting	Brocha	XSB	20
18				Pulverizado	XSP	20
						<b>360</b>

Además, se realizó el análisis del material base eliminando la calamina mediante una limpieza mecánica para determinar la tasa de corrosión del material sin aplicar ningún tipo de recubrimiento. Se aplicó la misma cantidad de probetas con el mismo lapso de exposición en la cámara de niebla salina.

### 3.7.4 Limpieza del sustrato.

#### 3.7.4.1 Limpieza Mecánica

Antes de la aplicación de recubrimientos se realizó una limpieza mecánica de las placas mediante la utilización de amoladora y cepillo de alambre trenzado de 7 plg. como se indica en la Figura 24.



Figura 24. Limpieza mecánica

#### 3.7.4.2 Limpieza Bristle Blaster

Previo a la aplicación de recubrimiento se realizó una limpieza Bristle Blaster en todas las áreas de la muestra mediante la utilización del equipo Bristle Blaster y el aditamento anillo de púas.



Figura 25. Limpieza Bristle blaster.

### 3.7.4.3 Limpieza Sandblasting

Previo a la aplicación de recubrimiento se realizó una limpieza mediante el método Sandblasting en todas las áreas de la muestra mediante la utilización del equipo chorro abrasivo.



Figura 26. Limpieza Sandblasting.

### 3.7.5 Medición del perfil de anclaje.

Para garantizar la aplicación del recubrimiento es necesario que la rugosidad de la superficie sea la adecuada dependiendo del tipo de pintura.

La información de la preparación de la superficie se encuentra en la ficha técnica de cada producto como se indica a continuación:

- ✓ Para el recubrimiento Macropoxy 646 PW la preparación de superficie recomendada es 2 -2,3 mils (ANEXO B1).
- ✓ Para el recubrimiento Duraplate UHS la preparación de superficie recomendada es 2 -2,3 mils (ANEXO B2).

- ✓ Para el recubrimiento Carboguard 61 la preparación de superficie recomendada es 1,7 - 3 mils (ANEXO B3).

Para verificar la rugosidad se aplicó el medidor de superficie Elcometer 224 el cual proporciona una medición rápida y confiable.



Figura 27. Medidor digital de perfil de superficie Elcometer 224. [24]

### 3.7.6 Preparación de recubrimientos.

Para el proceso de preparación de recubrimientos se basó en las fichas técnicas de los productos a aplicar. Los recubrimientos a aplicar se presentan en dos componentes (a y b). La proporción del Macropoxy 646 PW es (1:1), la proporción del Duraplate UHS es (4:1) y la proporción del Carboguard 61 es (1:1), se mezclan los componentes a y b en un recipiente limpio y seco. Para homogenizar la mezcla se utiliza una paleta o agitador.

Antes de homogenizar entre componentes es necesario agitar por separado ya que contienen materiales que tienden a precipitarse en el fondo. Es importante mezclar solo la cantidad que se va ocupar ya que si pasa determinado tiempo se desperdiciará la mezcla.





Figura 28. Preparación de recubrimientos.

### 3.7.7 Aplicación de recubrimientos.

Previo a la aplicación del recubrimiento se realizó un monitoreo de las condiciones climáticas. Una vez aplicado la limpieza del sustrato se recomienda no tocar la superficie limpia. Se homogenizará perfectamente el revestimiento antes de su aplicación. Se aplicará el recubrimiento anticorrosivo mediante brochado o pulverizado. Se aplicará un espesor de película seca según las especificaciones técnicas de cada recubrimiento.

Para verificar el espesor de la película húmeda se utilizó el peine Elcometer. Las lecturas de espesor de película húmeda se usan como una ayuda para el pintor y el inspector para el control del espesor de pintura depositada de forma que se alcance el espesor requerido en seco. Este tipo de medición es considerada un guía para el espesor mientras que la lectura de película seca será para el registro del trabajo.



Figura 29. Verificación de espesores húmedos.



### 3.7.8 Inspección visual y medición de espesores.

La preparación de la superficie a recubrir hasta la evaluación visual y las pruebas basadas en indicadores garantizarán un control adecuado del proceso. Los espesores aplicados están definidos en la ficha técnica de cada producto, en la Tabla 10 se indican los espesores de película seca de los distintos tipos de recubrimientos.

Tabla 10. Espesor de película seca de revestimientos grado alimenticio.

Recubrimiento	Espesor de película seca(mils)
Macropoxy 646 PW	3-6
Duraplate UHS	16 -50
Carboguard 61	10-20

En la Figura 30 se indica el medidor de espesores de revestimiento Elcometer 456 con el cual se realizó la inspección.



Figura 30. Medidor de espesores de revestimiento Elcometer 456. [24]

### 3.7.9 Verificación de adherencia de recubrimiento.

La medición de adherencia tras el proceso de aplicación de recubrimientos indica la fuerza con la que el revestimiento está afianzado a la superficie. Para verificar esta propiedad del recubrimiento se empleará la Norma ASTM D3359 “Método de Ensayo Estándar para Medir la Adherencia Mediante Cinta Adhesiva”.

Para verificar la adherencia del recubrimiento se utilizó el cortador de trama cruzada Elcometer 107, el cual brinda la facilidad de realizar pruebas en campo rápidas y precisas.



Figura 31. Cortador de trama cruzada Elcometer 107. [24]

### 3.7.10 Marcado de probetas.

Se procedió a identificar las probetas con un marcador metal market, verificando las combinaciones y las respectivas nomenclaturas de cada probeta como se indica en la Tabla 9.



Figura 32. Etiquetado de probetas

### 3.7.11 Colocación de las probetas en los soportes.

Para realizar el ensayo las probetas deben ser ubicados en soportes adecuados para esto nos hemos ayudado de planchas de malla de acrílico; la cual permite posicionar las probetas sobre la malla con la ayuda de tiras plásticas. Este sistema ayuda la fácil remoción de muestras al finalizar el ensayo.

Las probetas están colocadas por lotes según la Tabla 9.



Figura 33. Instalación de probetas en soportes.

### 3.7.12 Preparación del ensayo de niebla salina

El ensayo de niebla salina se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos ubicado en el Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero de Tungurahua, el ensayo se realizó tomando en cuenta las recomendaciones de la Norma ASTM B117-16 “Práctica estándar para el funcionamiento del equipo de niebla salina” y consiste en los siguientes pasos:

#### Cálculo de volumen de solución

Las recomendaciones del fabricante de la cámara de niebla salina recomienda un caudal de  $0,5 \text{ lt/h}$ . El ensayo tendrá una duración de 480 horas, el cálculo de volumen se expresa con la siguiente ecuación:

$$V_{\text{solución}} = (\text{Caudal})(\text{Tiempo})$$

$$V_{\text{solución}} = (0,5 \text{ lt/h})(480 \text{ h})$$

$$V_{\text{solución}} = 240 \text{ lt}$$

#### Cantidad de soluto

Según la Norma B117 la fórmula para calcular la cantidad de sal requerida por la masa para lograr una solución de sal al 5% de una masa conocida de agua es:

$$\text{Masa de sal Requerido} = 0,053 * \text{Masa de Agua} \quad \text{Ec. 1. [24]}$$

*Donde la masa del agua es:*

*1 litro de agua = 1 Kg de masa de agua*

*Masa de sal requerido = 0,053 \* 240000 g*

*Masa de sal requerido = 12720 g*

Para la solución salina se requiere de 12.720 g de sal analítica y 240.000 g de agua destilada.

### **Preparación de solución salina**

Con las cantidades de masa de soluto calculadas para obtener una solución de 240 lt se procede a realizar la mezcla de agua destilada con sal analítica.

### **Medición de pH de la solución**

La Norma ASTM B117 indica que el pH de la solución debe estar en el rango de 6,5 – 7,2 y ser medida a una temperatura de  $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y deberá ser registrada una vez al día durante todo el lapso de ensayo. Para realizar las mediciones se utilizará un pH metro. Para ajustar el pH se deben usar ácido clorhídrico (HCl) diluido y de grado reactivo o hidróxido de sodio de grado reactivo (NaOH).

### **3.7.13 Ingreso de probetas a la cámara de niebla salina**

Para el ingreso de las probetas a la cámara de niebla salina se sigue los lineamientos de la Norma ASTM B117, indicando que las muestras se deben sostener o suspender entre  $15^{\circ}$  y  $30^{\circ}$  desde la vertical y de preferencia paralelas a dirección principal del flujo de niebla a través de la cámara. Los especímenes no deben contactarse entre ellas ni con ningún material metálico capaz de actuar como mecha.

### **3.7.14 Ejecución de ensayo de corrosión**

Para iniciar el ensayo se debe verificar óptimo estado de las instalaciones eléctricas, neumáticas, hidráulicas y las conexiones entre la cámara de niebla salina y el tanque de almacenamiento de solución salina. A continuación, se fija en el tablero de control de la cámara de niebla salina los parámetros que indica la Norma ASTM B117 como son: Temperatura de atomización  $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , caudal 0,5 lt/h, presión de 1,2 bares y tiempo de duración de 480 horas.

### 3.7.15 Medición de parámetros de control

Para la recolección de solución diaria se debe colocar fluviómetros dentro de la zona de exposición de las muestras de prueba una más cercana a cualquier boquilla y la otra más alejada de todas las boquillas, la niebla debe ser tal que por cada 80 cm<sup>2</sup> de área de recolección horizontal, habrá recogido de 1 a 2 ml de solución por hora en base a una corrida promedio de al menos 16 horas. El pH de la solución recolectada será de 6,5 y 7,2 a una temperatura de 23± 3°C validando así la calidad del análisis de Cámara de niebla salina.



Figura 34. pH-Metro

### 3.7.16 Tabulación de datos

Los datos de masa de las probetas serán tabulados cuando el lote de muestras sea desalojado de la cámara de niebla salina según vaya cumpliendo su tiempo de exposición cada 120 horas, los especímenes deben ser retirados cuidadosamente y pueden ser lavados con agua corriente para eliminar la sal, luego se seca inmediatamente. Para facilitar la inspección visual para asignar el grado de corrosión.

### 3.7.17 Cálculos

Cada vez que se desaloje los lotes de pruebas se tabularán los resultados obtenidos se realizará los siguientes cálculos e inspecciones:

### **Cálculo de la tasa de corrosión**

Con los datos tabulados se calculó la tasa de corrosión de cada espécimen extraído como se indica en el apartado 4.2.1. Se aplicó la Norma ASTM G1 utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Tasa de corrosión} = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \quad \text{Ec. 2. [22]}$$

Donde:

$K = \text{constante} = 87600 \text{ mm/año}$

$T = \text{Tiempo de exposición (horas)}$

$A = \text{Área (cm}^2\text{)}$

$D = \text{Densidad (g/cm}^3\text{)}$

$W = \text{Pérdida de masa (gramos)}$

### **Grado de corrosión**

Al cumplir el lapso de exposición cada 120 horas, cada lote de pruebas se documentará fotográficamente y se aplicará la inspección visual según la Norma ASTM D610 la cual nos indicará el grado de corrosión de cada probeta. Se tabuló el espécimen con mayor grado de corrosión como se indica en el apartado 4.2.2.

#### **3.7.18 Modelo matemático**

El proceso de corrosión atmosférica puede ser representado con una buena aproximación con funciones del tipo:

$$C = a * t^n \quad \text{Ec. 3. [25]}$$

Donde:

$C = \text{Corrosión al cabo de } t \text{ años (um)}$

$t = \text{Tiempo de exposición en (años)}$

$a = \text{Corrosión en el primer año de exposición (um)}$

$n = \text{Coeficiente de difusión que depende del, atmósfera y condiciones de exposición.}$

A partir de los datos experimentales tabulados en los diferentes tiempos de exposición, se realizará un gráfico log-log de corrosión vs. El tiempo de exposición,

para obtener una curva de ajuste con la mejor regresión lineal que represente el fenómeno de corrosión, con esta curva es posible conocer la corrosión en cualquier tiempo dado.

## **CAPÍTULO IV**

### **4.1 Análisis e Interpretación de Resultados**

Se tabuló y graficó los datos obtenidos de la inspección visual, pérdida de masa y medición de espesores para obtener una mejor interpretación de resultados con el fin de determinar la tasa de corrosión y con ello seleccionar el mejor recubrimiento a aplicar en aceros Q235B utilizados en el Sistema de Agua Potable de Riobamba.

En el apartado 3.7 se describe el proceso que se llevará a cabo para el análisis e interpretación de resultados para los casos planteados.

### **4.2 Tabulación de datos**

Se tabularon los datos iniciales, finales y calculados en fichas técnicas como se muestra a continuación:



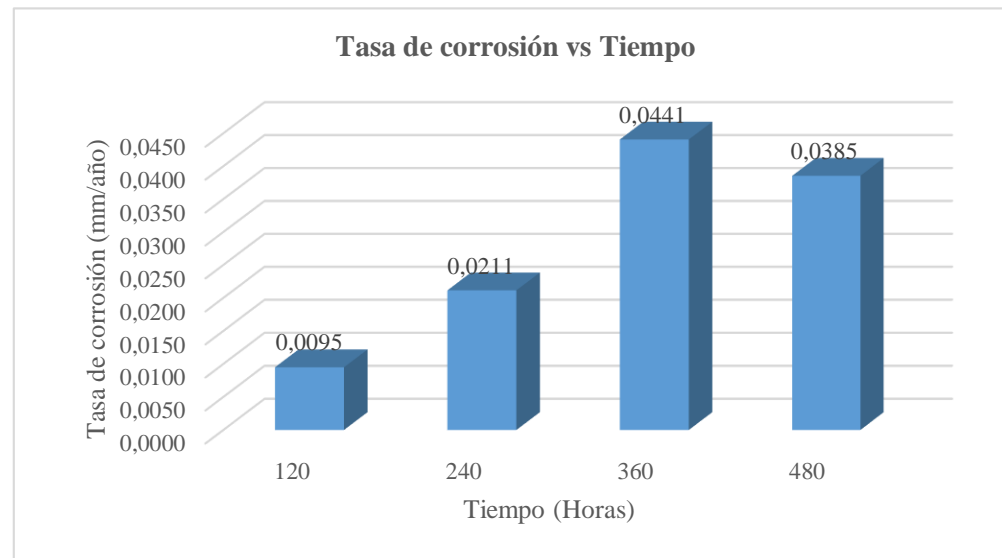
#### 4.2.1 Fichas técnicas recolección datos probetas, cálculo tasa de corrosión.

Ficha Técnica 1. Recolección de datos y resultados – MMB.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> </div>  </div>												
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
<b>Lugar/Laboratorio:</b>			Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carroceros - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos									
<b>Máquina:</b>			Cámara de Niebla Salina SSC 400				<b>Norma:</b>			ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>			24/8/2019				<b>Fecha fin de ensayo:</b>			13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>			Corrosión Acelerada neutra en la CNS				<b>Número de horas de ensayo:</b>			480 horas		
<b>Designación de material:</b>			Acero Q235B		<b>Código Probeta:</b>	MMB		<b>Método de Limpieza:</b>			Mecánico	
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>			Macropoxy 646 PW				<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>			Brocha		
<b>Constante K de Corrosión:</b>			87600 mm/año				<b>Densidad de Material:</b>			7,85 g/cm <sup>3</sup>		
DATOS Y RESULTADOS												
ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	MMB 1	120	99,58	38,44	38,28	7,08	7,08	195,47	195,47	0,00	0,0000	0,0097
	MMB 2	120	99,49	40,62	40,41	6,82	6,82	197,38	197,38	0,00	0,0000	
	MMB 3	120	101,98	37,26	38,00	7,25	7,25	186,47	186,46	0,01	0,0245	
	MMB 4	120	101,98	38,33	39,09	6,84	6,84	190,54	190,53	0,01	0,0238	
	MMB 5	120	100,88	39,66	40,01	6,34	6,34	195,58	195,58	0,00	0,0000	
2	MMB 6	240	102,68	40,01	41,08	7,24	7,24	202,95	202,94	0,01	0,0113	0,0214
	MMB 7	240	99,90	40,84	40,80	7,32	7,32	196,38	196,37	0,01	0,0114	
	MMB 8	240	96,51	36,46	35,19	7,14	7,14	173,00	172,98	0,02	0,0264	
	MMB 9	240	99,60	40,04	39,88	7,24	7,24	204,89	204,86	0,03	0,0350	
	MMB 10	240	99,98	41,04	41,03	7,24	7,24	199,85	199,83	0,02	0,0227	
3	MMB 11	360	98,64	39,17	38,64	6,88	6,88	187,22	187,17	0,05	0,0401	0,0441
	MMB 12	360	100,88	39,01	39,35	7,27	7,27	194,53	194,47	0,06	0,0473	
	MMB 13	360	101,10	39,78	40,22	7,42	7,42	199,77	199,72	0,05	0,0385	

	MMB 14	360	95,78	40,54	38,83	7,06	7,06	190,84	190,78	0,06	0,0479	
	MMB 15	360	99,11	40,28	39,92	6,75	6,75	191,20	191,14	0,06	0,0466	
4	MMB 16	480	100,46	38,52	38,70	7,24	7,24	192,30	192,24	0,06	0,0360	0,0386
	MMB 17	480	98,06	40,70	39,91	7,27	7,27	193,78	193,72	0,06	0,0350	
	MMB 18	480	100,24	37,58	37,67	7,27	7,27	191,24	191,18	0,06	0,0370	
	MMB 19	480	99,34	39,74	39,48	7,19	7,19	191,36	191,29	0,07	0,0412	
	MMB 20	480	100,34	37,06	37,19	7,32	7,32	184,65	184,58	0,07	0,0438	

#### GRÁFICO DE RESULTADO



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 2. Recolección de datos y resultados – MMP



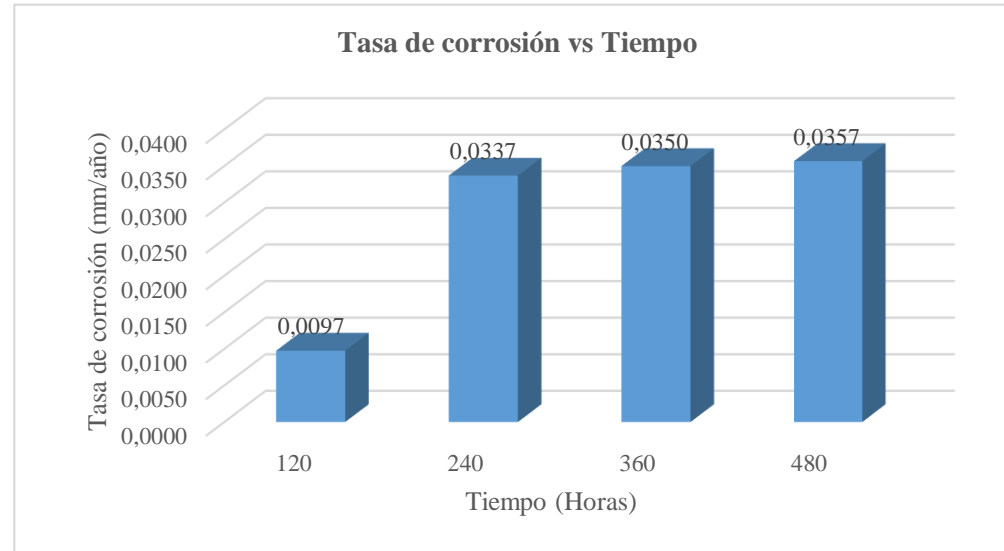
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
<b>Lugar/Laboratorio:</b>			Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos									
<b>Máquina:</b>			Cámara de Niebla Salina SSC 400				<b>Norma:</b>			ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>			24/8/2019				<b>Fecha fin de ensayo:</b>			13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>			Corrosión Acelerada neutra en la CNS				<b>Número de horas de ensayo:</b>			480 horas		
<b>Designación de material:</b>			Acero Q235B		<b>Código Probeta:</b>	MMP		<b>Método de Limpieza:</b>			Mecánico	
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>			Macropoxy 646 PW				<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>			Pulverizado		
<b>Constante K de Corrosión:</b>			87600 mm/año				<b>Densidad de Material:</b>			7,85 g/cm3		
DATOS Y RESULTADOS												
ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm2)	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	MMP 1	120	96,87	40,30	39,04	7,31	7,31	193,28	193,28	0,00	0,0000	0,0100
	MMP 2	120	98,02	39,36	38,58	7,60	7,60	202,20	202,20	0,00	0,0000	
	MMP 3	120	99,90	36,82	36,78	7,40	7,40	184,30	184,29	0,01	0,0253	
	MMP 4	120	100,39	37,14	37,28	7,60	7,60	186,40	186,39	0,01	0,0249	
	MMP 5	120	100,24	38,92	39,01	7,42	7,42	189,49	189,49	0,00	0,0000	
2	MMP 6	240	99,18	37,42	37,11	7,22	7,22	185,49	185,48	0,01	0,0125	0,0337
	MMP 7	240	100,12	41,26	41,31	7,48	7,48	201,14	201,12	0,02	0,0225	
	MMP 8	240	95,62	39,68	37,94	7,27	7,27	138,87	138,83	0,04	0,0490	
	MMP 9	240	95,48	38,72	36,97	7,37	7,37	183,39	183,36	0,03	0,0377	
3	MMP 10	240	101,80	39,28	39,99	7,46	7,46	200,47	200,43	0,04	0,0465	0,0350
	MMP 11	360	102,58	39,78	40,81	7,61	7,61	205,66	205,62	0,04	0,0304	
	MMP 12	360	99,91	37,90	37,87	7,40	7,40	186,47	186,42	0,05	0,0409	
	MMP 13	360	99,80	37,68	37,60	7,51	7,51	187,17	187,13	0,04	0,0330	
	MMP 14	360	101,98	37,28	38,02	7,34	7,34	190,56	190,52	0,04	0,0326	
	MMP 15	360	99,98	40,68	40,67	7,31	7,31	207,26	207,21	0,05	0,0381	

4	MMP 16	480	100,22	37,12	37,20	7,32	7,32	185,25	185,20	0,05	0,0312	0,0359
	MMP 17	480	99,94	39,56	39,54	7,40	7,40	197,73	197,65	0,08	0,0470	
	MMP 18	480	100,10	36,46	36,50	7,54	7,54	179,88	179,81	0,07	0,0446	
	MMP 19	480	103,18	39,78	41,05	6,65	6,65	204,60	204,55	0,05	0,0283	
	MMP 20	480	100,08	41,24	41,27	7,28	7,28	200,73	200,68	0,05	0,0282	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 3. Recolección de datos y resultados – MBB



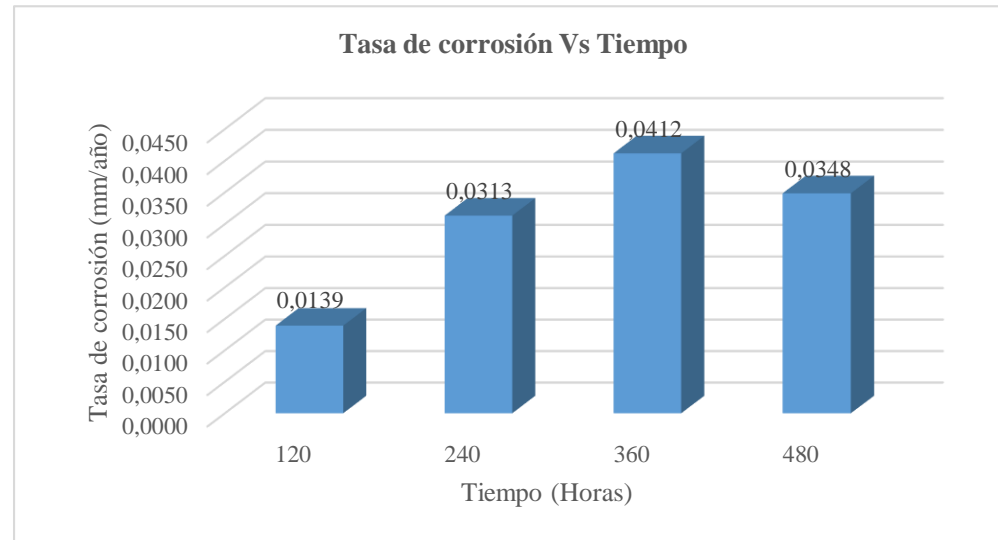
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
<b>Lugar/Laboratorio:</b>			Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos									
<b>Máquina:</b>			Cámara de Niebla Salina SSC 400				<b>Norma:</b>			ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>			24/8/2019				<b>Fecha fin de ensayo:</b>			13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>			Corrosión Acelerada neutra en la CNS				<b>Número de horas de ensayo:</b>			480 horas		
<b>Designación de material:</b>			Acero Q235B		<b>Código Probeta:</b>	MBB		<b>Método de Limpieza:</b>			Bristle Blaster	
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>			Macropoxy 646 PW				<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>			Brocha		
<b>Constante K de Corrosión:</b>			87600 mm/año				<b>Densidad de Material:</b>			7,85 g/cm3		
DATOS Y RESULTADOS												
ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm2)	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	MBB 1	120	100,17	39,84	39,91	6,97	6,97	193,52	193,52	0,00	0,0000	0,0140
	MBB 2	120	101,02	38,86	39,26	6,86	6,86	190,79	190,78	0,01	0,0237	
	MBB 3	120	104,34	38,28	39,94	6,81	6,81	195,63	195,62	0,01	0,0233	
	MBB 4	120	101,92	39,42	40,18	6,72	6,72	195,95	195,94	0,01	0,0231	
	MBB 5	120	97,49	42,22	41,16	6,65	6,65	202,78	202,78	0,00	0,0000	
2	MBB 6	240	99,89	43,02	42,97	6,64	6,64	210,47	210,45	0,02	0,0216	0,0314
	MBB 7	240	100,04	41,54	41,56	7,02	7,02	203,34	203,34	0,00	0,0000	
	MBB 8	240	101,06	42,19	42,64	6,84	6,84	217,60	217,55	0,05	0,0545	
	MBB 9	240	102,12	39,86	40,71	6,86	6,86	197,18	197,15	0,03	0,0343	
	MBB 10	240	101,76	39,16	39,85	7,14	7,14	195,49	195,45	0,04	0,0467	
3	MBB 11	360	99,28	39,37	39,09	7,04	7,04	189,36	189,30	0,06	0,0476	0,0412
	MBB 12	360	102,78	39,04	40,13	6,94	6,94	197,20	197,16	0,04	0,0309	
	MBB 13	360	100,26	38,81	38,91	7,01	7,01	191,66	191,60	0,06	0,0478	
	MBB 14	360	99,50	37,77	37,58	6,88	6,88	183,68	183,63	0,05	0,0412	
	MBB 15	360	102,27	39,21	40,10	6,58	6,58	191,12	191,07	0,05	0,0387	

4	MBB 16	480	100,52	39,28	39,48	6,84	6,84	194,15	194,10	0,05	0,0294	0,0352
	MBB 17	480	100,44	39,36	39,53	6,72	6,72	191,08	191,01	0,07	0,0412	
	MBB 18	480	99,17	46,98	46,59	6,84	6,84	228,07	228,02	0,05	0,0249	
	MBB 19	480	98,78	38,65	38,18	7,14	7,14	189,62	189,55	0,07	0,0426	
	MBB 20	480	98,76	43,51	42,97	6,88	6,88	210,22	210,15	0,07	0,0379	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 4. Recolección de datos y resultados – MBP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

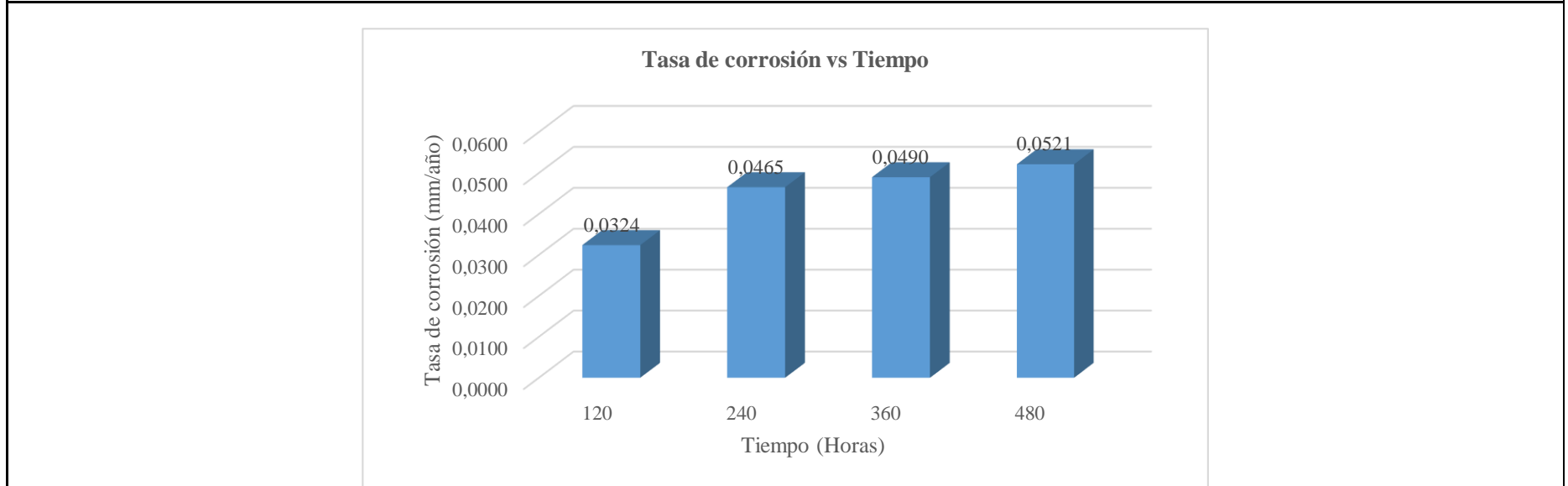
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	MBP
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

DATOS Y RESULTADOS

Grupo	ITEMS		DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	MBP 1	120	102,48	38,78	39,74	6,96	6,96	198,64	198,63	0,01	0,0234	0,0320
	MBP 2	120	101,04	41,42	41,85	7,04	7,04	209,74	209,72	0,02	0,0444	
	MBP 3	120	100,62	41,22	41,48	7,11	7,11	207,13	207,11	0,02	0,0448	
	MBP 4	120	98,70	39,72	39,20	7,07	7,07	195,28	195,26	0,02	0,0474	
	MBP 5	120	97,52	39,68	38,70	6,92	6,92	191,62	191,62	0,00	0,0000	
2	MBP 6	240	104,51	40,29	42,11	7,01	7,01	209,13	209,09	0,04	0,0442	0,0464
	MBP 7	240	103,75	46,38	48,12	6,95	6,95	242,84	242,79	0,05	0,0483	
	MBP 8	240	99,26	40,48	40,18	7,61	7,61	201,95	201,92	0,03	0,0347	
	MBP 9	240	100,00	41,12	41,12	6,98	6,98	204,45	204,40	0,05	0,0565	
3	MBP 10	240	99,58	38,61	38,45	7,25	7,25	193,06	193,02	0,04	0,0484	0,0491
	MBP 11	360	100,81	40,84	41,17	7,38	7,38	212,72	212,65	0,07	0,0527	
	MBP 12	360	101,79	38,44	39,13	6,96	6,96	192,29	192,22	0,07	0,0555	
	MBP 13	360	102,54	38,58	39,56	7,04	7,04	192,81	192,74	0,07	0,0548	
	MBP 14	360	100,86	42,76	43,13	6,99	6,99	212,56	212,50	0,06	0,0431	
	MBP 15	360	100,49	39,35	39,54	7,06	7,06	192,55	192,50	0,05	0,0392	

4	MBP 16	480	101,41	39,84	40,40	6,97	6,97	205,36	205,27	0,09	0,0518	0,0521
	MBP 17	480	102,05	39,58	40,39	7,08	7,08	200,49	200,40	0,09	0,0518	
	MBP 18	480	101,37	40,88	41,44	7,15	7,15	204,58	204,47	0,11	0,0617	
	MBP 19	480	102,52	40,28	41,30	7,17	7,17	204,90	204,80	0,10	0,0563	
	MBP 20	480	102,77	40,46	41,58	6,95	6,95	206,00	205,93	0,07	0,0391	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.



Ficha Técnica 5. Recolección de datos y resultados – MSB



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

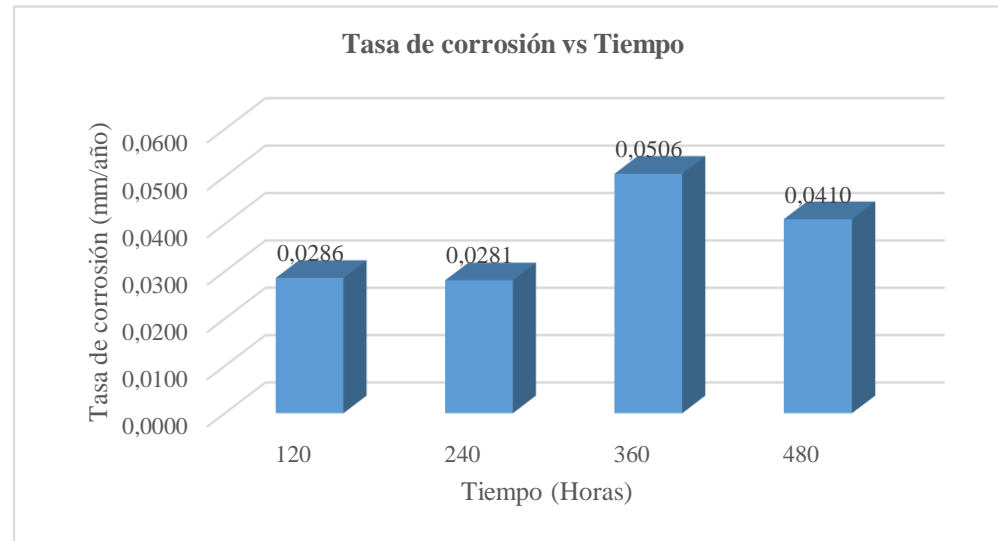
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	MSB
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

DATOS Y RESULTADOS

Grupo	ITEMS		DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	MSB 1	120	101,54	39,34	39,95	7,22	7,22	196,45	196,43	0,02	0,0466	0,0285
	MSB 2	120	98,16	38,24	37,54	7,28	7,28	178,66	178,65	0,01	0,0248	
	MSB 3	120	100,70	40,84	41,13	6,92	6,92	201,23	201,22	0,01	0,0226	
	MSB 4	120	96,88	38,20	37,01	7,05	7,05	180,38	180,37	0,01	0,0251	
	MSB 5	120	101,79	38,80	39,49	6,93	6,93	192,66	192,65	0,01	0,0235	
2	MSB 6	240	101,66	39,30	39,95	7,05	7,05	195,26	195,23	0,03	0,0349	0,0280
	MSB 7	240	96,02	41,38	39,73	7,02	7,02	196,48	196,46	0,02	0,0234	
	MSB 8	240	101,84	40,72	41,47	7,11	7,11	205,13	205,10	0,03	0,0336	
	MSB 9	240	98,90	38,79	38,36	6,94	6,94	184,16	184,14	0,02	0,0242	
	MSB 10	240	99,12	39,38	39,03	7,20	7,20	190,40	190,38	0,02	0,0238	
3	MSB 11	360	100,48	40,32	40,51	7,08	7,08	198,11	198,04	0,07	0,0536	0,0508
	MSB 12	360	103,88	36,09	37,49	7,11	7,11	191,09	191,02	0,07	0,0579	
	MSB 13	360	98,14	40,12	39,37	7,06	7,06	189,91	189,85	0,06	0,0472	
	MSB 14	360	98,72	41,12	40,59	7,08	7,08	200,71	200,66	0,05	0,0382	
	MSB 15	360	96,98	39,22	38,04	7,12	7,12	185,75	185,68	0,07	0,0570	

4	MSB 16	480	100,94	37,72	38,07	6,98	6,98	185,64	185,56	0,08	0,0488	0,0408
	MSB 17	480	99,80	42,38	42,30	7,02	7,02	198,54	198,45	0,09	0,0495	
	MSB 18	480	96,51	38,92	37,56	7,34	7,34	184,41	184,36	0,05	0,0309	
	MSB 19	480	102,98	40,06	41,25	7,23	7,23	203,69	203,62	0,07	0,0394	
	MSB 20	480	100,74	39,02	39,31	7,22	7,22	195,08	195,02	0,06	0,0355	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 6. Recolección de datos y resultados – MSP



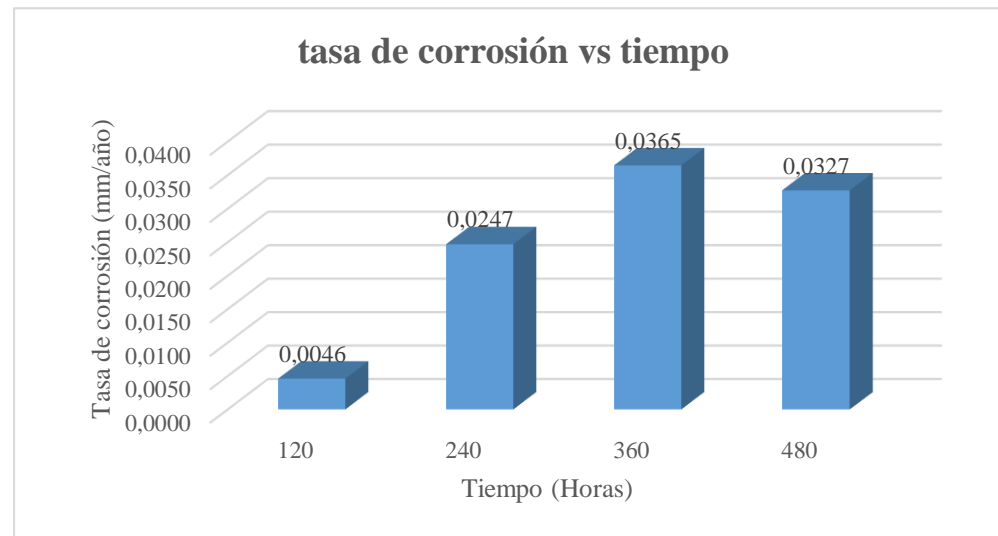
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
<b>Lugar/Laboratorio:</b>			Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos									
<b>Máquina:</b>			Cámara de Niebla Salina SSC 400				<b>Norma:</b>			ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>			24/8/2019				<b>Fecha fin de ensayo:</b>			13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>			Corrosión Acelerada neutra en la CNS				<b>Número de horas de ensayo:</b>			480 horas		
<b>Designación de material:</b>			Acero Q235B		<b>Código Probeta:</b>	MSP		<b>Método de Limpieza:</b>			Sand Blasting	
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>			Macropoxy 646 PW				<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>			Pulverizado		
<b>Constante K de Corrosión:</b>			87600 mm/año				<b>Densidad de Material:</b>			7,85 g/cm3		
DATOS Y RESULTADOS												
ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	MSP 1	120	100,82	39,64	39,97	7,19	7,19	198,64	198,64	0,00	0,0000	0,0047
	MSP 2	120	100,21	39,34	39,42	7,65	7,65	198,26	198,25	0,01	0,0236	
	MSP 3	120	99,70	41,68	41,55	7,28	7,28	206,97	206,97	0,00	0,0000	
	MSP 4	120	99,86	40,38	40,32	7,58	7,58	197,81	197,81	0,00	0,0000	
	MSP 5	120	100,07	40,42	40,45	7,44	7,44	203,04	203,04	0,00	0,0000	
2	MSP 6	240	100,68	38,11	38,37	7,17	7,17	189,99	189,98	0,01	0,0121	0,0247
	MSP 7	240	100,66	36,98	37,22	7,26	7,26	185,10	185,08	0,02	0,0250	
	MSP 8	240	95,98	36,86	35,38	7,48	7,48	177,91	177,89	0,02	0,0263	
	MSP 9	240	99,46	38,22	38,01	7,43	7,43	200,36	200,33	0,03	0,0367	
3	MSP 10	240	101,38	38,82	39,36	7,56	7,56	195,36	195,34	0,02	0,0236	0,0362
	MSP 11	360	100,20	39,42	39,50	7,48	7,48	196,47	196,43	0,04	0,0314	
	MSP 12	360	93,82	38,58	36,20	7,46	7,46	178,89	178,86	0,03	0,0257	
	MSP 13	360	95,54	39,81	38,03	7,22	7,22	185,03	184,98	0,05	0,0407	
	MSP 14	360	102,36	40,78	41,74	7,14	7,14	206,91	206,86	0,05	0,0371	
	MSP 15	360	102,42	39,24	40,19	7,36	7,36	200,75	200,69	0,06	0,0463	

4	MSP 16	480	202,28	38,66	78,20	7,54	7,54	194,52	194,46	0,06	0,0178	0,0360
	MSP 17	480	102,96	39,40	40,57	7,20	7,20	210,18	210,12	0,06	0,0344	
	MSP 18	480	94,82	42,20	40,01	7,58	7,58	196,45	196,38	0,07	0,0407	
	MSP 19	480	95,90	39,18	37,57	7,42	7,42	184,41	184,33	0,08	0,0495	
	MSP 20	480	99,98	37,26	37,25	7,54	7,54	188,39	188,33	0,06	0,0374	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 7. Recolección de datos y resultados – DMB



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

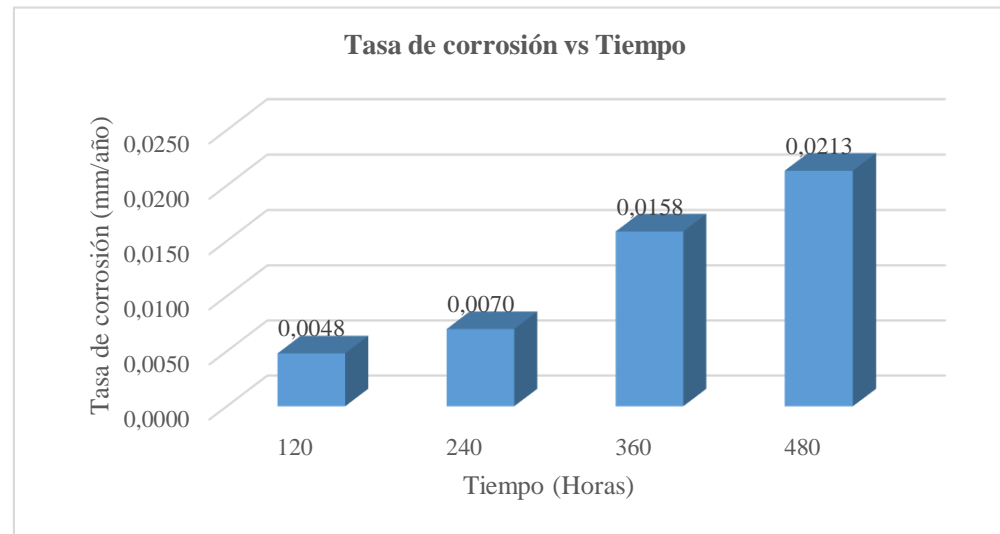
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos				
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS		<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas	
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	DMB	<b>Método de Limpieza:</b>	Mecánico
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS		<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha	
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año		<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>	

**DATOS Y RESULTADOS**

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	DMB 1	120	100,78	37,96	38,26	6,29	6,29	186,44	186,44	0,00	0,0000	0,0051
	DMB 2	120	99,92	39,32	39,29	7,32	7,32	193,70	193,70	0,00	0,0000	
	DMB 3	120	98,93	43,06	42,60	6,78	6,78	209,00	209,00	0,00	0,0000	
	DMB 4	120	98,15	36,83	36,15	7,25	7,25	177,98	177,97	0,01	0,0257	
	DMB 5	120	98,15	37,95	37,25	6,97	6,97	179,53	179,53	0,00	0,0000	
2	DMB 6	240	99,68	40,13	40,00	6,72	6,72	192,28	192,27	0,01	0,0116	0,0069
	DMB 7	240	99,44	38,15	37,94	6,99	6,99	197,33	197,33	0,00	0,0000	
	DMB 8	240	104,25	41,79	43,57	7,15	7,15	211,15	211,14	0,01	0,0107	
	DMB 9	240	102,38	37,78	38,68	7,05	7,05	188,97	188,96	0,01	0,0120	
3	DMB 10	240	99,42	39,14	38,91	6,98	6,98	188,05	188,05	0,00	0,0000	0,0159
	DMB 11	360	100,49	42,28	42,49	7,12	7,12	207,97	207,95	0,02	0,0146	
	DMB 12	360	95,31	38,73	36,91	7,15	7,15	189,62	189,59	0,03	0,0252	
	DMB 13	360	99,58	39,07	38,91	7,08	7,08	191,40	191,38	0,02	0,0159	
	DMB 14	360	101,47	36,96	37,50	6,87	6,87	179,69	179,68	0,01	0,0083	
	DMB 15	360	101,77	39,13	39,82	7,29	7,29	195,93	195,91	0,02	0,0156	

4	DMB 16	480	99,17	38,42	38,10	7,08	7,08	184,98	184,94	0,04	0,0244	0,0214
	DMB 17	480	100,52	38,08	38,28	7,12	7,12	187,61	187,57	0,04	0,0243	
	DMB 18	480	104,07	40,22	41,86	6,82	6,82	201,77	201,74	0,03	0,0167	
	DMB 19	480	99,12	40,88	40,52	7,15	7,15	196,40	196,36	0,04	0,0229	
	DMB 20	480	99,38	37,73	37,50	7,32	7,32	184,63	184,60	0,03	0,0186	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

<b>Elaborado por:</b> Ing. Fabián Amancha	<b>Aprobado por:</b> Ing. María Belén Paredes, Mg.
	<b>Validado por:</b> Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 8. Recolección de datos y resultados – DMP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

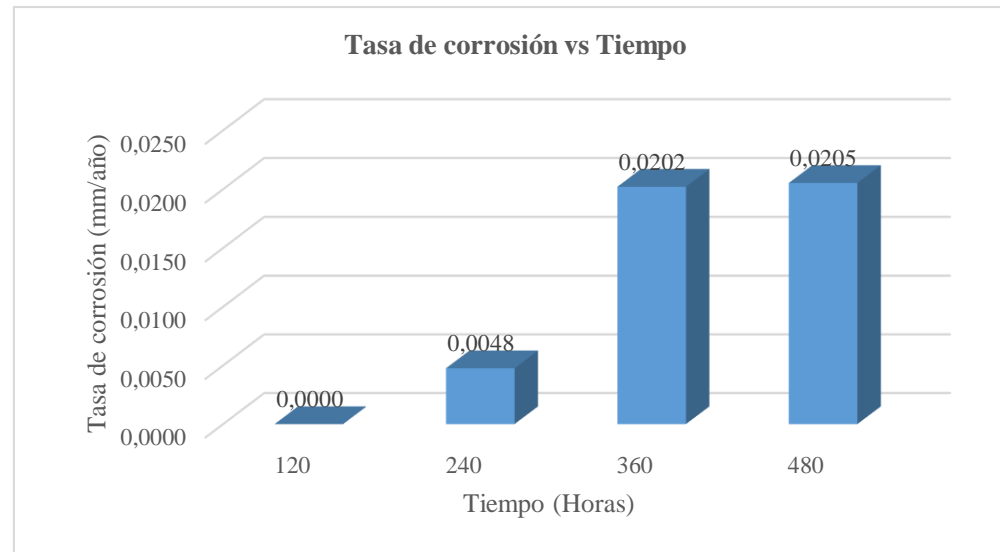
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	DMP
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

DATOS Y RESULTADOS

Grupo	ITEMS	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	DIMENSIONES DE LA PROBETA				MASA			CORROSIÓN	
				Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)
1	DMP 1	120	103,35	37,08	38,32	7,11	7,11	192,08	192,08	0,00	0,0000	0,0000
	DMP 2	120	97,25	39,16	38,08	7,34	7,34	188,52	188,52	0,00	0,0000	
	DMP 3	120	99,78	38,28	38,20	7,32	7,32	188,11	188,11	0,00	0,0000	
	DMP 4	120	99,78	41,03	40,94	7,28	7,28	204,72	204,72	0,00	0,0000	
	DMP 5	120	99,71	38,92	38,81	7,34	7,34	190,23	190,23	0,00	0,0000	
2	DMP 6	240	103,42	40,26	41,64	7,34	7,34	208,89	208,89	0,00	0,0000	0,0048
	DMP 7	240	99,97	38,78	38,77	7,11	7,11	193,16	193,15	0,01	0,0120	
	DMP 8	240	96,70	38,29	37,03	7,34	7,34	180,92	180,92	0,00	0,0000	
	DMP 9	240	100,61	37,77	38,00	7,34	7,34	189,82	189,81	0,01	0,0122	
	DMP 10	240	100,41	40,18	40,34	7,46	7,46	200,27	200,27	0,00	0,0000	
3	DMP 11	360	101,64	42,62	43,32	7,15	7,15	217,18	217,15	0,03	0,0215	0,0202
	DMP 12	360	100,66	39,22	39,48	7,47	7,47	195,36	195,33	0,03	0,0236	
	DMP 13	360	100,11	38,82	38,86	7,27	7,27	191,69	191,67	0,02	0,0160	
	DMP 14	360	98,72	39,42	38,92	7,39	7,39	192,27	192,25	0,02	0,0159	
	DMP 15	360	100,26	38,84	38,94	7,42	7,42	194,40	194,37	0,03	0,0239	

4	DMP 16	480	103,05	39,95	41,17	7,09	7,09	208,96	208,92	0,04	0,0226	0,0205
	DMP 17	480	99,28	38,06	37,79	7,08	7,08	185,10	185,06	0,04	0,0246	
	DMP 18	480	99,27	39,17	38,88	7,13	7,13	192,60	192,57	0,03	0,0179	
	DMP 19	480	98,47	36,28	35,72	7,07	7,07	177,80	177,77	0,03	0,0195	
	DMP 20	480	102,26	38,23	39,09	7,18	7,18	194,08	194,05	0,03	0,0178	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.



Ficha Técnica 9. Recolección de datos y resultados – DBB



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

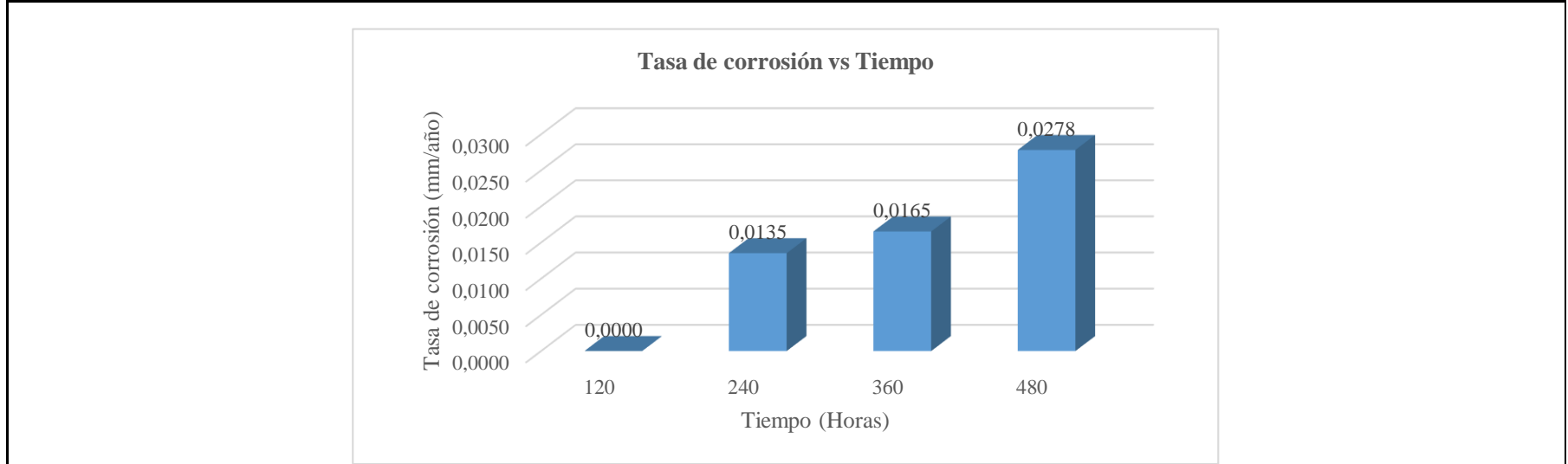
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	DBB
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Método de Limpieza:</b>	Bristle Blaster
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha
		<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

DATOS Y RESULTADOS

ITEMS		DIMENSIONES DE LA PROBETA						MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	DBB 1	120	101,15	41,87	42,35	6,61	6,61	207,01	207,01	0,00	0,0000	0,0000
	DBB 2	120	98,43	39,83	39,20	6,93	6,93	189,20	189,20	0,00	0,0000	
	DBB 3	120	100,71	38,01	38,28	7,12	7,12	189,41	189,41	0,00	0,0000	
	DBB 4	120	100,84	36,73	37,04	6,77	6,77	180,54	180,54	0,00	0,0000	
	DBB 5	120	99,46	38,57	38,36	7,32	7,32	188,67	188,67	0,00	0,0000	
2	DBB 6	240	99,35	39,87	39,61	6,97	6,97	190,78	190,76	0,02	0,0235	0,0133
	DBB 7	240	94,94	36,94	35,07	6,89	6,89	167,11	167,11	0,00	0,0000	
	DBB 8	240	102,40	42,24	43,25	6,73	6,73	208,25	208,24	0,01	0,0107	
	DBB 9	240	100,82	41,68	42,02	6,85	6,85	204,37	204,35	0,02	0,0221	
3	DBB 10	240	102,64	45,48	46,68	6,72	6,72	227,79	227,78	0,01	0,0100	0,0167
	DBB 11	360	99,96	42,05	42,03	6,89	6,89	201,85	201,81	0,04	0,0295	
	DBB 12	360	102,12	41,62	42,50	6,71	6,71	203,96	203,95	0,01	0,0073	
	DBB 13	360	100,17	38,99	39,06	7,22	7,22	188,98	188,95	0,03	0,0238	
	DBB 14	360	102,48	42,24	43,29	6,71	6,71	211,43	211,42	0,01	0,0072	
	DBB 15	360	97,25	40,62	39,50	6,95	6,95	187,43	187,41	0,02	0,0157	

4	DBB 16	480	104,51	40,02	41,82	6,80	6,80	202,26	202,22	0,04	0,0222	0,0276
	DBB 17	480	100,15	39,01	39,07	6,58	6,58	196,93	196,90	0,03	0,0179	
	DBB 18	480	101,81	42,21	42,97	6,64	6,64	208,40	208,34	0,06	0,0325	
	DBB 19	480	104,42	39,70	41,45	6,86	6,86	199,32	199,27	0,05	0,0280	
	DBB 20	480	103,23	42,13	43,49	6,82	6,82	212,80	212,73	0,07	0,0374	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

<b>Elaborado por:</b> Ing. Fabián Amancha	<b>Aprobado por:</b> Ing. María Belén Paredes, Mg.
	<b>Validado por:</b> Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 10. Recolección de datos y resultados – DBP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

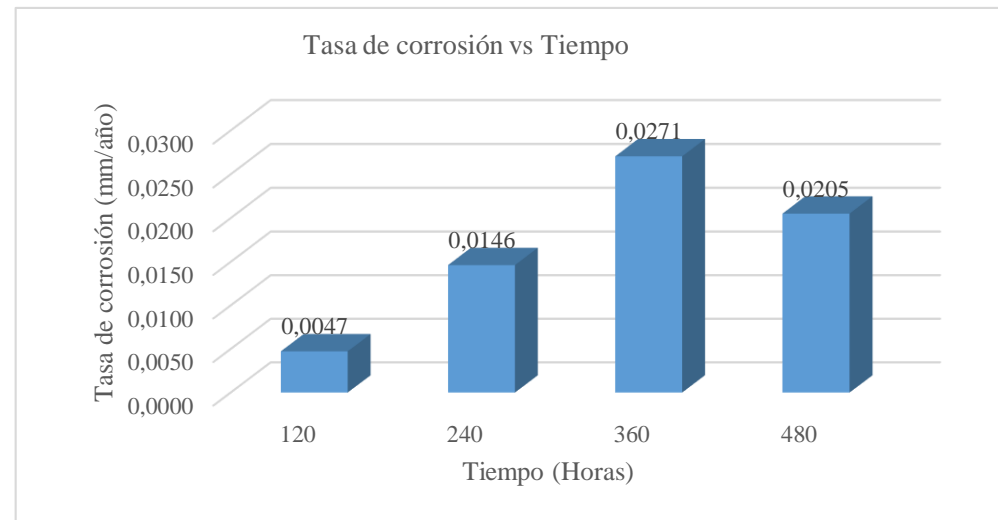
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS		<b>Número de horas de ensayo:</b> 480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b> DBP	<b>Método de Limpieza:</b> Bristle Blaster
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS		<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b> Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año		<b>Densidad de Material:</b> 7,85 g/cm <sup>3</sup>

**DATOS Y RESULTADOS**

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	DBP 1	120	99,52	39,34	39,15	7,52	7,52	193,82	193,82	0,00	0,0000	0,0048
	DBP 2	120	103,30	37,34	38,57	7,36	7,36	194,14	194,13	0,01	0,0241	
	DBP 3	120	95,55	40,06	38,28	7,23	7,23	187,62	187,62	0,00	0,0000	
	DBP 4	120	99,24	40,28	39,97	7,47	7,47	206,95	206,95	0,00	0,0000	
	DBP 5	120	97,28	41,41	40,28	7,04	7,04	196,06	196,06	0,00	0,0000	
2	DBP 6	240	99,17	36,67	36,37	7,09	7,09	178,72	178,70	0,02	0,0256	0,0149
	DBP 7	240	99,82	40,08	40,01	7,07	7,07	195,33	195,33	0,00	0,0000	
	DBP 8	240	100,40	37,72	37,87	7,07	7,07	186,11	186,10	0,01	0,0123	
	DBP 9	240	99,73	38,32	38,22	7,51	7,51	190,61	190,60	0,01	0,0122	
	DBP 10	240	99,67	38,35	38,22	7,53	7,53	188,58	188,56	0,02	0,0243	
3	DBP 11	360	96,94	36,90	35,77	7,36	7,36	178,13	178,10	0,03	0,0260	0,0270
	DBP 12	360	100,27	39,75	39,86	7,22	7,22	192,83	192,79	0,04	0,0311	
	DBP 13	360	100,23	39,35	39,44	7,41	7,41	192,11	192,08	0,03	0,0236	
	DBP 14	360	100,10	39,60	39,64	7,11	7,11	194,87	194,84	0,03	0,0235	
	DBP 15	360	99,60	40,33	40,17	7,38	7,38	198,54	198,50	0,04	0,0309	

4	DBP 16	480	102,39	38,92	39,85	6,81	6,81	194,09	194,05	0,04	0,0233	0,0205
	DBP 17	480	100,68	38,26	38,52	6,78	6,78	195,97	195,92	0,05	0,0302	
	DBP 18	480	99,75	39,31	39,21	6,88	6,88	190,44	190,40	0,04	0,0237	
	DBP 19	480	100,91	36,50	36,83	7,26	7,26	179,53	179,49	0,04	0,0252	
	DBP 20	480	99,04	38,62	38,25	7,48	7,48	194,62	194,62	0,00	0,0000	

### GRÁFICO DE RESULTADO



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 11. Recolección de datos y resultados – DSB



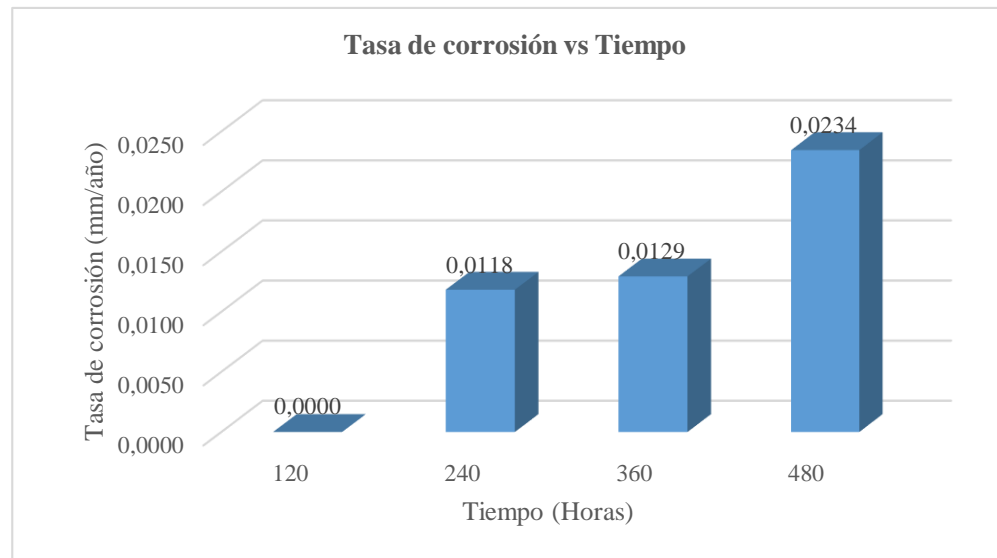
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>												
<b>Lugar/Laboratorio:</b>			Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos									
<b>Máquina:</b>			Cámara de Niebla Salina SSC 400				<b>Norma:</b>			ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>			24/8/2019				<b>Fecha fin de ensayo:</b>			13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>			Corrosión Acelerada neutra en la CNS				<b>Número de horas de ensayo:</b>			480 horas		
<b>Designación de material:</b>			Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	DSB		<b>Método de Limpieza:</b>			Sand Blasting		
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>			Duraplate UHS				<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>			Brocha		
<b>Constante K de Corrosión:</b>			87600 mm/año				<b>Densidad de Material:</b>			7,85 g/cm <sup>3</sup>		
<b>DATOS Y RESULTADOS</b>												
ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	DSB 1	120	103,43	39,25	40,60	6,88	6,88	203,49	203,49	0,00	0,0000	0,0000
	DSB 2	120	96,61	38,38	37,08	7,05	7,05	181,46	181,46	0,00	0,0000	
	DSB 3	120	101,44	39,84	40,41	6,88	6,88	195,76	195,76	0,00	0,0000	
	DSB 4	120	101,52	39,14	39,73	7,24	7,24	193,10	193,10	0,00	0,0000	
	DSB 5	120	100,24	38,57	38,66	7,18	7,18	192,07	192,07	0,00	0,0000	
2	DSB 6	240	103,28	39,17	40,45	6,91	6,91	203,20	203,19	0,01	0,0115	0,0119
	DSB 7	240	95,87	39,42	37,79	7,09	7,09	183,65	183,64	0,01	0,0123	
	DSB 8	240	101,47	37,68	38,23	6,92	6,92	183,86	183,84	0,02	0,0243	
	DSB 9	240	98,78	40,78	40,28	7,08	7,08	196,29	196,28	0,01	0,0115	
	DSB 10	240	98,02	40,46	39,66	7,04	7,04	192,99	192,99	0,00	0,0000	
3	DSB 11	360	103,48	35,22	36,45	6,83	6,83	174,66	174,65	0,01	0,0085	0,0129
	DSB 12	360	102,67	38,29	39,31	6,96	6,96	186,96	186,95	0,01	0,0079	
	DSB 13	360	98,98	37,48	37,10	6,98	6,98	178,45	178,43	0,02	0,0167	
	DSB 14	360	99,98	40,24	40,23	7,11	7,11	196,26	196,24	0,02	0,0154	
	DSB 15	360	99,77	38,58	38,49	6,84	6,84	195,40	195,38	0,02	0,0161	

4	DSB 16	480	101,19	34,28	34,69	7,12	7,12	168,86	168,82	0,04	0,0268	0,0235
	DSB 17	480	99,02	38,44	38,06	6,91	6,91	181,25	181,22	0,03	0,0183	
	DSB 18	480	99,42	38,02	37,80	7,06	7,06	185,40	185,37	0,03	0,0185	
	DSB 19	480	101,50	39,40	39,99	6,98	6,98	193,77	193,72	0,05	0,0291	
	DSB 20	480	94,28	40,00	37,71	6,97	6,97	184,07	184,03	0,04	0,0247	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 12. Recolección de datos y resultados – DSP



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

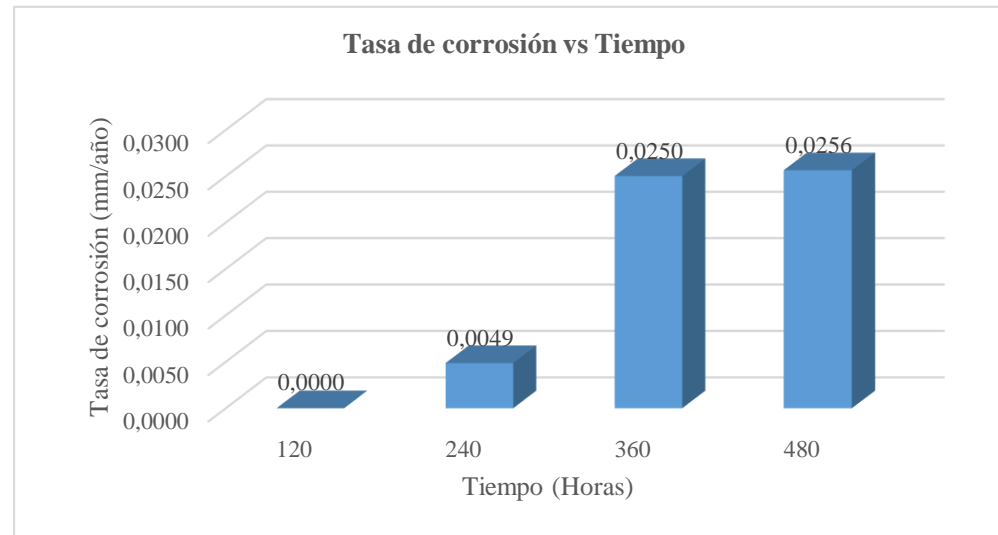
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	DSP
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

**DATOS Y RESULTADOS**

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	DSP 1	120	99,82	39,12	39,05	7,28	7,28	191,92	191,92	0,00	0,0000	0,0000
	DSP 2	120	99,25	38,21	37,92	7,35	7,35	195,33	195,33	0,00	0,0000	
	DSP 3	120	98,72	37,01	36,54	7,12	7,12	182,05	182,05	0,00	0,0000	
	DSP 4	120	102,86	38,62	39,72	7,32	7,32	198,80	198,80	0,00	0,0000	
	DSP 5	120	99,21	37,44	37,14	7,23	7,23	186,16	186,16	0,00	0,0000	
2	DSP 6	240	99,02	38,16	37,79	7,18	7,18	189,16	189,16	0,00	0,0000	0,0050
	DSP 7	240	100,42	35,68	35,83	7,15	7,15	177,57	177,56	0,01	0,0130	
	DSP 8	240	102,69	37,17	38,17	7,37	7,37	187,66	187,65	0,01	0,0122	
	DSP 9	240	102,12	40,27	41,12	7,15	7,15	203,00	203,00	0,00	0,0000	
	DSP 10	240	99,88	38,68	38,63	7,32	7,32	189,26	189,26	0,00	0,0000	
3	DSP 11	360	102,86	40,16	41,31	7,33	7,33	204,04	204,01	0,03	0,0225	0,0250
	DSP 12	360	99,18	39,07	38,75	7,28	7,28	198,90	198,86	0,04	0,0320	
	DSP 13	360	99,80	40,50	40,42	7,31	7,31	201,88	201,84	0,04	0,0307	
	DSP 14	360	101,65	38,26	38,89	7,45	7,45	190,09	190,06	0,03	0,0239	
	DSP 15	360	100,89	38,57	38,91	7,27	7,27	191,15	191,13	0,02	0,0159	

4	DSP 16	480	101,51	38,55	39,13	7,11	7,11	191,83	191,79	0,04	0,0238	0,0257
	DSP 17	480	102,63	38,96	39,98	7,21	7,21	196,47	196,43	0,04	0,0233	
	DSP 18	480	101,26	39,14	39,63	7,15	7,15	193,01	192,97	0,04	0,0235	
	DSP 19	480	96,84	43,52	42,14	7,08	7,08	207,70	207,65	0,05	0,0276	
	DSP 20	480	98,17	39,15	38,43	7,02	7,02	188,21	188,16	0,05	0,0302	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.



Ficha Técnica 13. Recolección de datos y resultados – XMB



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

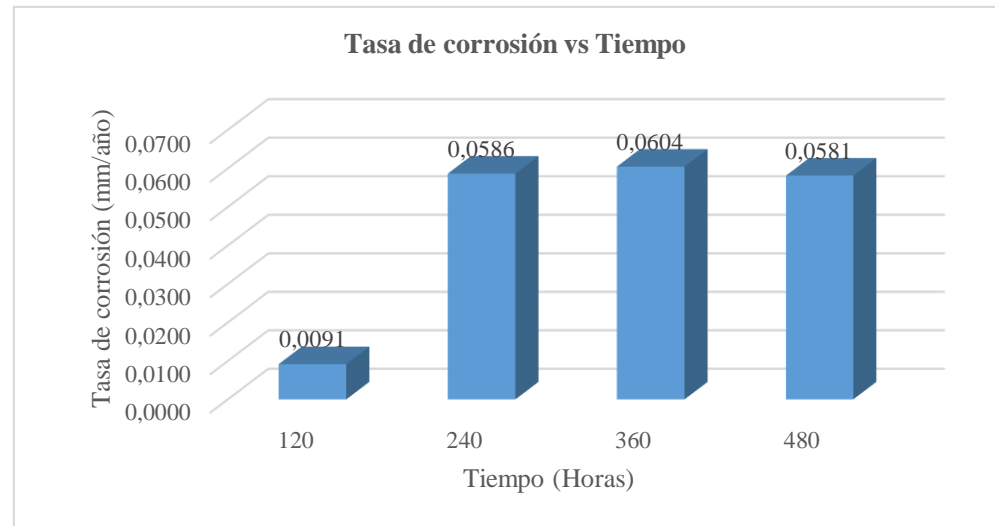
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	XMB
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm3

DATOS Y RESULTADOS

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	XMB 1	120	99,40	39,20	38,96	6,89	6,89	189,19	189,19	0,00	0,0000	0,0092
	XMB 2	120	102,02	38,96	39,75	7,05	7,05	195,51	195,51	0,00	0,0000	
	XMB 3	120	100,56	38,55	38,77	6,80	6,80	187,69	187,68	0,01	0,0240	
	XMB 4	120	99,92	43,90	43,86	7,10	7,10	216,42	216,42	0,00	0,0000	
	XMB 5	120	100,82	41,80	42,14	6,72	6,72	201,56	201,55	0,01	0,0221	
2	XMB 6	240	102,04	41,98	42,84	6,75	6,75	210,55	210,51	0,04	0,0434	0,0589
	XMB 7	240	99,49	37,65	37,46	6,86	6,86	181,70	181,64	0,06	0,0745	
	XMB 8	240	99,94	41,08	41,06	6,82	6,82	197,03	196,97	0,06	0,0680	
	XMB 9	240	102,01	38,92	39,70	7,18	7,18	194,40	194,35	0,05	0,0586	
	XMB 10	240	100,54	37,05	37,25	7,19	7,19	182,01	181,97	0,04	0,0499	
3	XMB 11	360	97,92	39,29	38,47	7,31	7,31	190,23	190,17	0,06	0,0483	0,0604
	XMB 12	360	100,17	38,27	38,34	6,76	6,76	181,82	181,72	0,10	0,0809	
	XMB 13	360	101,68	39,74	40,41	7,45	7,45	198,60	198,52	0,08	0,0614	
	XMB 14	360	100,40	37,38	37,53	6,27	6,27	184,33	184,27	0,06	0,0496	
	XMB 15	360	99,76	40,24	40,14	6,80	6,80	192,98	192,90	0,08	0,0618	

4	XMB 16	480	101,87	39,77	40,51	7,50	7,50	197,26	197,16	0,10	0,0574	0,0581
	XMB 17	480	99,46	38,92	38,71	7,52	7,52	189,53	189,42	0,11	0,0661	
	XMB 18	480	100,58	39,92	40,15	7,38	7,38	182,29	182,16	0,13	0,0753	
	XMB 19	480	97,27	36,35	35,36	7,14	7,14	174,44	174,34	0,10	0,0658	
	XMB 20	480	98,28	90,32	88,77	6,84	6,84	191,03	190,93	0,10	0,0262	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 14. Recolección de datos y resultados – XMP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

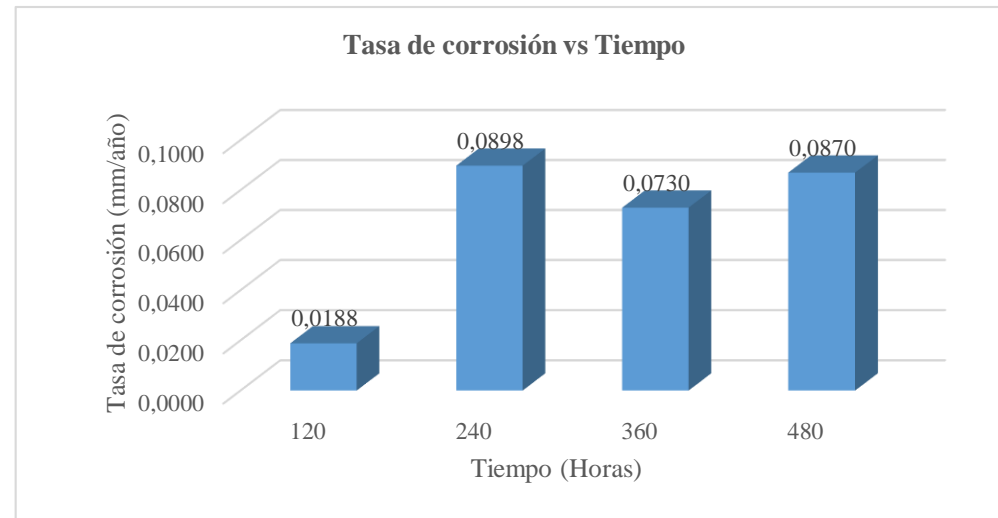
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	XMP
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

DATOS Y RESULTADOS

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	XMP 1	120	97,64	39,80	38,86	7,08	7,08	192,66	192,65	0,01	0,0239	0,01909
	XMP 2	120	96,60	38,96	37,64	7,38	7,38	185,51	185,49	0,02	0,0494	
	XMP 3	120	101,18	41,60	42,09	7,52	7,52	211,40	211,39	0,01	0,0221	
	XMP 4	120	100,27	42,24	42,35	7,30	7,30	220,49	220,49	0,00	0,0000	
	XMP 5	120	99,25	36,98	36,70	7,43	7,43	179,96	179,96	0,00	0,0000	
2	XMP 6	240	98,36	39,75	39,10	7,59	7,59	192,66	192,59	0,07	0,0832	0,08985
	XMP 7	240	95,89	40,52	38,85	7,42	7,42	192,74	192,67	0,07	0,0838	
	XMP 8	240	96,61	38,42	37,12	7,42	7,42	180,65	180,58	0,07	0,0877	
	XMP 9	240	100,32	39,01	39,13	7,28	7,28	203,55	203,47	0,08	0,0950	
	XMP 10	240	94,91	39,39	37,39	7,44	7,44	189,82	189,74	0,08	0,0995	
3	XMP 11	360	98,73	39,56	39,06	7,40	7,40	191,63	191,53	0,10	0,0794	0,07320
	XMP 12	360	100,77	38,82	39,12	7,23	7,23	194,72	194,63	0,09	0,0713	
	XMP 13	360	99,78	42,37	42,28	7,37	7,37	208,20	208,12	0,08	0,0587	
	XMP 14	360	100,24	39,44	39,53	7,24	7,24	196,86	196,77	0,09	0,0706	
	XMP 15	360	99,36	39,86	39,60	6,94	6,94	190,23	190,12	0,11	0,0861	

4	XMP 16	480	104,25	38,08	39,70	7,42	7,42	196,67	196,53	0,14	0,0820	0,08701
	XMP 17	480	99,13	40,21	39,86	7,42	7,42	199,33	199,18	0,15	0,0875	
	XMP 18	480	95,65	39,22	37,51	7,33	7,33	185,25	185,10	0,15	0,0930	
	XMP 19	480	98,85	38,76	38,31	7,41	7,41	190,84	190,68	0,16	0,0971	
	XMP 20	480	100,85	39,68	40,02	7,55	7,55	184,84	184,71	0,13	0,0755	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 240 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 15. Recolección de datos y resultados – XBB



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

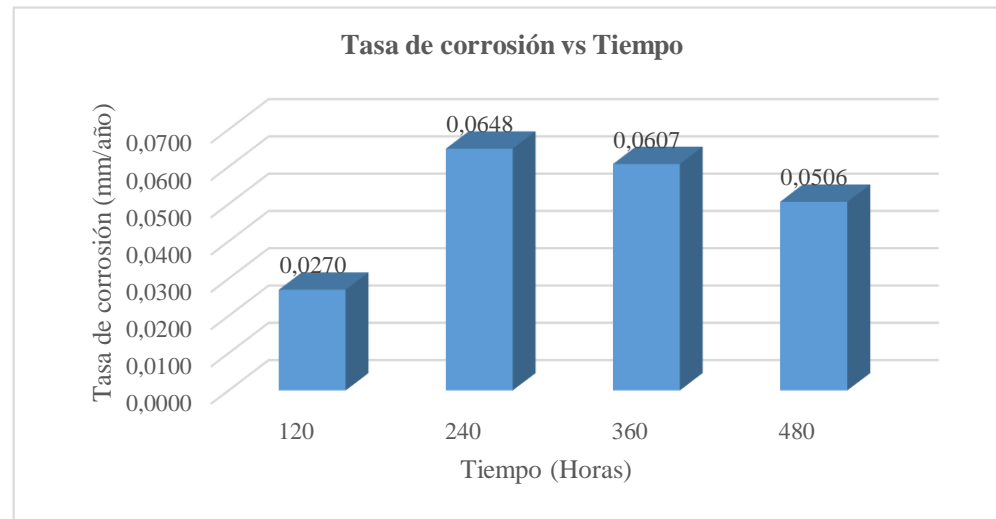
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	XBB
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

**DATOS Y RESULTADOS**

Grupo	ITEMS		DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	XBB 1	120	100,94	40,56	40,94	7,70	7,70	199,84	199,84	0,00	0,0000	0,0268
	XBB 2	120	102,32	43,28	44,28	6,82	6,82	216,04	216,02	0,02	0,0420	
	XBB 3	120	102,66	40,24	41,31	6,70	6,70	200,77	200,76	0,01	0,0225	
	XBB 4	120	103,78	39,28	40,76	6,77	6,77	200,86	200,84	0,02	0,0456	
	XBB 5	120	99,48	39,58	39,37	6,86	6,86	190,80	190,79	0,01	0,0236	
2	XBB 6	240	99,40	42,50	42,25	6,83	6,83	204,51	204,45	0,06	0,0660	0,0648
	XBB 7	240	98,70	39,72	39,20	6,72	6,72	189,20	189,15	0,05	0,0593	
	XBB 8	240	100,04	40,86	40,88	6,74	6,74	197,50	197,44	0,06	0,0682	
	XBB 9	240	101,36	42,36	42,94	6,75	6,75	218,28	218,22	0,06	0,0650	
	XBB 10	240	102,64	41,62	42,72	6,84	6,84	206,63	206,57	0,06	0,0653	
3	XBB 11	360	98,50	43,60	42,95	6,74	6,74	209,07	208,98	0,09	0,0650	0,0605
	XBB 12	360	102,77	39,56	40,66	6,70	6,70	200,47	200,39	0,08	0,0610	
	XBB 13	360	103,82	43,58	45,24	6,75	6,75	219,65	219,55	0,10	0,0685	
	XBB 14	360	100,32	41,30	41,43	6,71	6,71	200,45	200,38	0,07	0,0524	
	XBB 15	360	99,24	39,32	39,02	6,84	6,84	190,33	190,26	0,07	0,0556	

4	XBB 16	480	97,20	39,52	38,41	6,64	6,64	188,20	188,13	0,07	0,0424	0,0504
	XBB 17	480	102,40	41,30	42,29	6,74	6,74	206,78	206,68	0,10	0,0550	
	XBB 18	480	103,62	40,96	42,44	6,78	6,78	208,43	208,33	0,10	0,0548	
	XBB 19	480	101,14	42,78	43,27	6,72	6,72	209,34	209,25	0,09	0,0484	
	XBB 20	480	98,88	40,88	40,42	6,92	6,92	197,63	197,54	0,09	0,0518	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 240 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 16. Recolección de datos y resultados – XBP



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

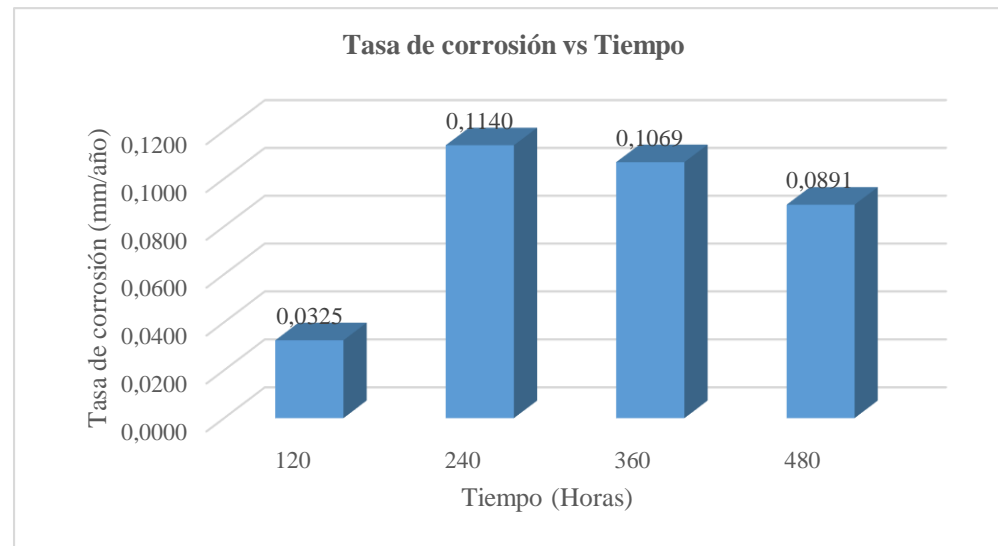
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	XBP
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

**DATOS Y RESULTADOS**

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	XBP 1	120	98,90	38,72	38,29	6,79	6,79	188,22	188,22	0,00	0,0000	0,03203
	XBP 2	120	102,64	39,68	40,73	7,14	7,14	200,36	200,35	0,01	0,0228	
	XBP 3	120	98,06	40,20	39,42	7,01	7,01	195,39	195,38	0,01	0,0236	
	XBP 4	120	100,50	40,28	40,48	6,98	6,98	193,90	193,87	0,03	0,0689	
	XBP 5	120	99,96	41,52	41,50	7,09	7,09	204,99	204,97	0,02	0,0448	
2	XBP 6	240	101,50	41,22	41,84	7,04	7,04	206,22	206,12	0,10	0,1111	0,11417
	XBP 7	240	103,58	42,76	44,29	7,01	7,01	220,30	220,20	0,10	0,1050	
	XBP 8	240	100,18	39,76	39,83	7,04	7,04	202,99	202,89	0,10	0,1167	
	XBP 9	240	101,01	43,41	43,85	6,94	6,94	213,34	213,23	0,11	0,1166	
	XBP 10	240	98,21	39,01	38,31	7,02	7,02	186,54	186,44	0,10	0,1214	
3	XBP 11	360	101,44	40,84	41,43	7,04	7,04	211,26	211,11	0,15	0,1122	0,10707
	XBP 12	360	101,28	40,94	41,46	6,97	6,97	202,77	202,64	0,13	0,0972	
	XBP 13	360	99,01	37,98	37,60	7,01	7,01	187,40	187,26	0,14	0,1154	
	XBP 14	360	99,57	39,10	38,93	7,01	7,01	190,98	190,84	0,14	0,1115	
	XBP 15	360	101,54	40,06	40,68	6,88	6,88	200,66	200,53	0,13	0,0991	

4	XBP 16	480	100,76	41,46	41,78	7,06	7,06	207,73	207,56	0,17	0,0946	0,08880
	XBP 17	480	101,04	41,58	42,01	6,98	6,98	207,58	207,40	0,18	0,0996	
	XBP 18	480	97,80	38,12	37,28	6,90	6,90	185,47	185,33	0,14	0,0873	
	XBP 19	480	101,82	38,18	38,87	7,22	7,22	192,12	191,98	0,14	0,0837	
	XBP 20	480	98,84	38,82	38,37	7,25	7,25	189,26	189,13	0,13	0,0788	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 240 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.



Ficha Técnica 17. Recolección de datos y resultados – XSB



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

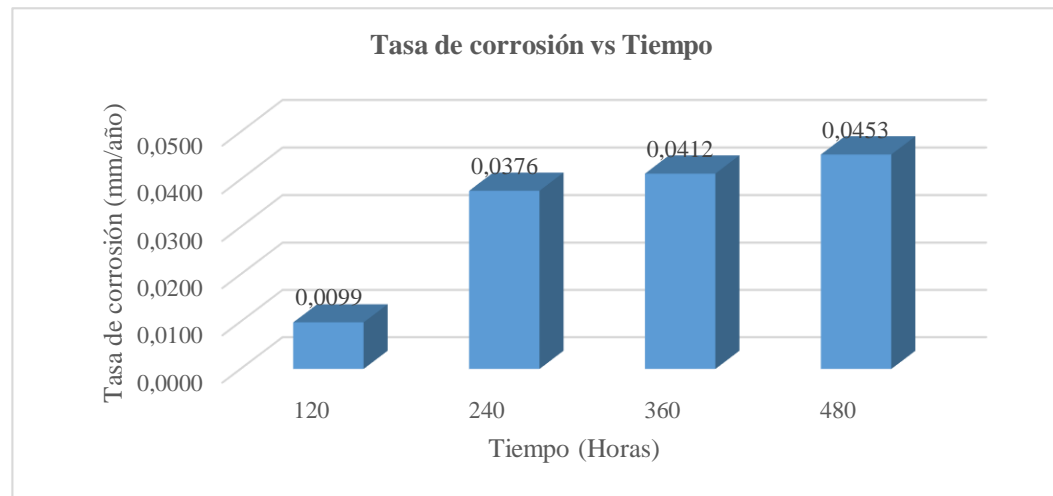
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos				
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117		
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019		
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS		<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas	
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	XSB	<b>Método de Limpieza:</b>	Sand Blasting
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61		<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha	
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año		<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>	

DATOS Y RESULTADOS

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	XSB 1	120	94,66	38,57	36,51	6,88	6,88	177,77	177,77	0,00	0,0000	0,0096
	XSB 2	120	101,72	39,41	40,09	7,29	7,29	196,37	196,37	0,00	0,0000	
	XSB 3	120	101,34	37,78	38,29	7,33	7,33	184,60	184,59	0,01	0,0243	
	XSB 4	120	98,05	40,11	39,33	7,08	7,08	191,41	191,40	0,01	0,0236	
	XSB 5	120	98,71	34,97	34,52	7,09	7,09	171,18	171,18	0,00	0,0000	
2	XSB 6	240	101,24	41,38	41,89	6,95	6,95	205,35	205,31	0,04	0,0444	0,0376
	XSB 7	240	102,73	38,05	39,09	6,96	6,96	193,14	193,11	0,03	0,0357	
	XSB 8	240	102,74	38,80	39,86	7,32	7,32	194,55	194,52	0,03	0,0350	
	XSB 9	240	97,23	37,31	36,28	7,07	7,07	177,35	177,32	0,03	0,0385	
	XSB 10	240	101,81	39,96	40,68	7,17	7,17	197,82	197,79	0,03	0,0343	
3	XSB 11	360	102,05	36,72	37,47	7,16	7,16	182,64	182,59	0,05	0,0414	0,0413
	XSB 12	360	97,61	38,85	37,92	7,15	7,15	195,62	195,57	0,05	0,0409	
	XSB 13	360	100,82	39,16	39,48	7,10	7,10	194,17	194,11	0,06	0,0471	
	XSB 14	360	100,99	39,86	40,25	7,09	7,09	197,40	197,36	0,04	0,0308	
	XSB 15	360	104,93	38,37	40,26	6,94	6,94	198,90	198,84	0,06	0,0462	

4	XSB 16	480	100,34	37,75	37,88	7,06	7,06	186,24	186,16	0,08	0,0491	0,0452
	XSB 17	480	99,94	38,91	38,89	7,42	7,42	189,61	189,54	0,07	0,0418	
	XSB 18	480	100,77	39,21	39,51	7,09	7,09	193,52	193,45	0,07	0,0412	
	XSB 19	480	96,41	38,97	37,57	7,04	7,04	193,28	193,21	0,07	0,0433	
	XSB 20	480	103,58	39,97	41,40	6,97	6,97	199,63	199,54	0,09	0,0505	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, la relación es directamente proporcional a mayor tiempo mayor tasa de corrosión; teniendo su mayor impacto a las 480 horas.

<b>Elaborado por:</b> Ing. Fabián Amancha	<b>Aprobado por:</b> Ing. María Belén Paredes, Mg.
	<b>Validado por:</b> Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 18. Recolección de datos y resultados – XSP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

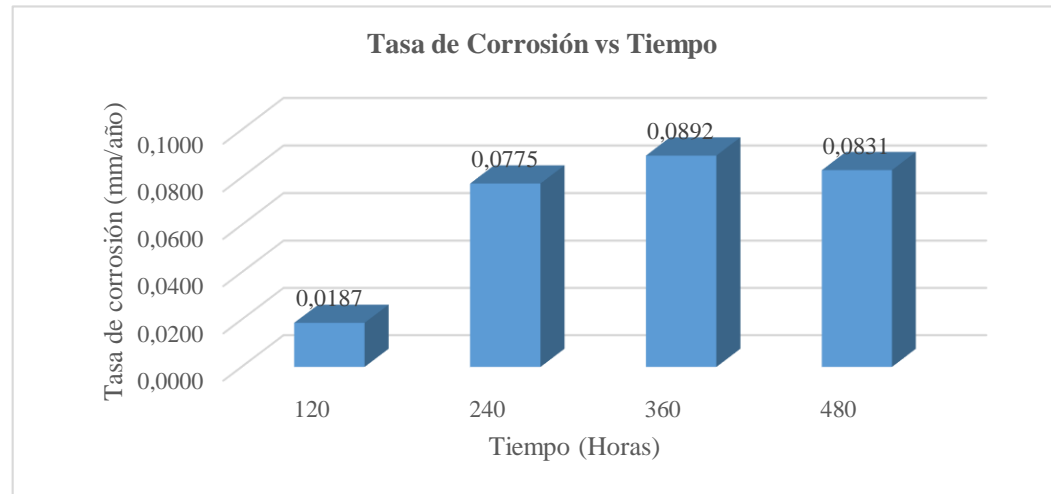
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS	<b>Número de horas de ensayo:</b>	480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b>	XSP
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año	<b>Densidad de Material:</b>	7,85 g/cm <sup>3</sup>

DATOS Y RESULTADOS

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	XSP 1	120	100,48	39,72	39,91	7,32	7,32	199,50	199,49	0,01	0,0233	0,0184
	XSP 2	120	102,64	39,30	40,34	7,35	7,35	200,77	200,76	0,01	0,0231	
	XSP 3	120	101,90	36,98	37,68	7,48	7,48	184,61	184,61	0,00	0,0000	
	XSP 4	120	104,18	38,72	40,34	7,25	7,25	197,39	197,38	0,01	0,0231	
	XSP 5	120	99,49	41,13	40,92	7,21	7,21	199,70	199,69	0,01	0,0227	
2	XSP 6	240	96,19	39,78	38,26	7,48	7,48	192,61	192,56	0,05	0,0608	0,0776
	XSP 7	240	100,38	34,58	34,71	7,30	7,30	171,16	171,10	0,06	0,0804	
	XSP 8	240	99,82	36,80	36,73	7,25	7,25	183,31	183,24	0,07	0,0886	
	XSP 9	240	98,01	38,56	37,79	7,30	7,30	188,58	188,52	0,06	0,0738	
	XSP 10	240	98,61	39,00	38,46	7,56	7,56	190,92	190,85	0,07	0,0846	
3	XSP 11	360	99,79	39,62	39,54	7,44	7,44	186,77	186,65	0,12	0,0941	0,0893
	XSP 12	360	97,88	38,42	37,61	7,30	7,30	183,84	183,72	0,12	0,0989	
	XSP 13	360	95,50	39,61	37,83	7,30	7,30	185,39	185,29	0,10	0,0819	
	XSP 14	360	104,39	36,54	38,14	7,29	7,29	187,23	187,13	0,10	0,0813	
	XSP 15	360	102,13	37,00	37,79	7,21	7,21	196,73	196,62	0,11	0,0902	

4	XSP 16	480	99,69	39,67	39,55	7,24	7,24	202,00	201,87	0,13	0,0764	0,0832
	XSP 17	480	100,10	41,09	41,13	7,62	7,62	205,62	205,48	0,14	0,0791	
	XSP 18	480	95,20	38,87	37,00	7,34	7,34	183,02	182,87	0,15	0,0942	
	XSP 19	480	102,36	39,05	39,97	7,21	7,21	195,99	195,84	0,15	0,0872	
	XSP 20	480	101,59	37,59	38,19	7,16	7,16	190,50	190,37	0,13	0,0791	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo de la combinación de un tipo de recubrimiento, limpieza inicial de sustrato y aplicación de recubrimiento específico, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

Ficha Técnica 19. Recolección de datos y resultados – Metal Base



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FA|CULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

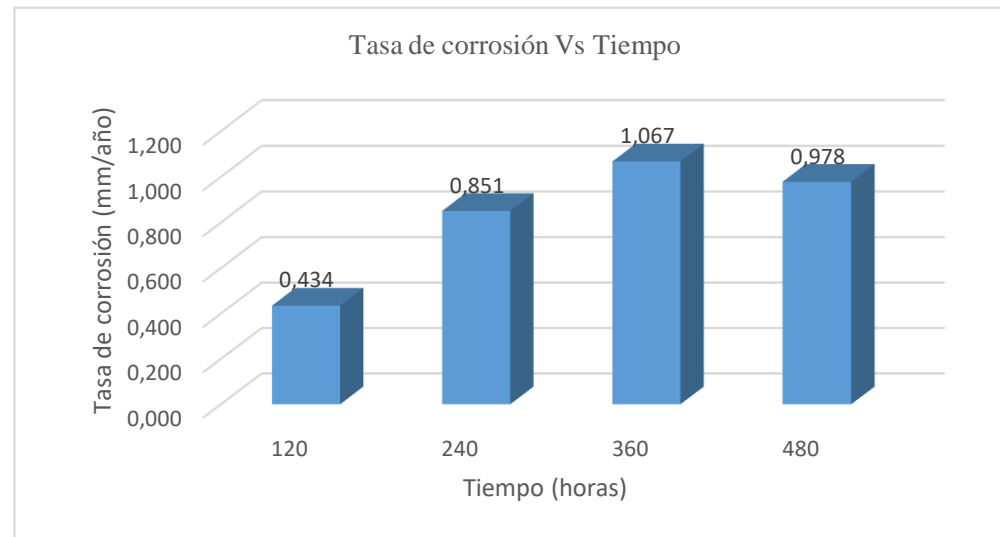
<b>Lugar/Laboratorio:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos		
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM B117
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	24/8/2019	<b>Fecha fin de ensayo:</b>	13/9/2019
<b>Ensayo:</b>	Corrosión Acelerada neutra en la CNS		<b>Número de horas de ensayo:</b> 480 horas
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Código Probeta:</b> SN	<b>Método de Limpieza:</b> Mecánico
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	N/A		<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b> N/A
<b>Constante K de Corrosión:</b>	87600 mm/año		<b>Densidad de Material:</b> 7,85 g/cm <sup>3</sup>

**DATOS Y RESULTADOS**

ITEMS			DIMENSIONES DE LA PROBETA					MASA			CORROSIÓN	
Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	SN 1	120	99,36	39,68	39,43	6,85	6,74	207,52	207,23	0,29	0,6840	0,4864
	SN 2	120	99,96	39,48	39,46	6,79	6,59	195,97	195,74	0,23	0,5420	
	SN 3	120	99,74	38,90	38,80	7,06	6,94	193,00	192,80	0,20	0,4794	
	SN 4	120	100,74	39,78	40,07	6,74	6,58	198,50	198,30	0,20	0,4641	
	SN 5	120	100,04	99,08	99,12	4,48	4,39	355,19	354,91	0,28	0,2627	
2	SN 6	240	101,34	42,02	42,58	6,55	6,38	209,95	209,35	0,60	0,6551	0,8577
	SN 7	240	99,35	38,04	37,79	6,45	6,25	185,88	185,17	0,71	0,8735	
	SN 8	240	100,44	36,96	37,12	6,44	6,32	183,91	183,31	0,60	0,7515	
	SN 9	240	97,95	36,61	35,86	6,43	6,33	178,73	177,90	0,83	1,0762	
3	SN 10	240	100,98	36,56	36,92	6,45	6,35	185,80	185,06	0,74	0,9320	1,0735
	SN 11	360	98,45	37,98	37,39	6,48	6,32	185,90	184,45	1,45	1,2021	
	SN 12	360	100,30	41,81	41,94	6,47	6,28	207,88	206,32	1,56	1,1531	
	SN 13	360	100,86	38,24	38,57	6,45	6,25	191,95	190,59	1,36	1,0930	
	SN 14	360	100,57	43,79	44,04	6,39	6,15	219,23	217,87	1,36	0,9573	
	SN 15	360	101,31	46,11	46,71	6,40	6,28	231,51	230,06	1,45	0,9622	

4	SN 16	480	98,02	42,44	41,60	6,44	6,25	205,82	204,15	1,67	0,9333	0,9835
	SN 17	480	99,20	35,83	35,54	6,46	6,32	177,75	176,05	1,70	1,1119	
	SN 18	480	97,50	41,29	40,26	6,43	6,24	198,69	197,03	1,66	0,9586	
	SN 19	480	99,56	44,46	44,26	6,60	6,53	219,71	218,00	1,71	0,8981	
	SN 20	480	99,13	39,96	39,61	6,49	6,38	198,03	196,30	1,73	1,0153	

**GRÁFICO DE RESULTADO**



**OBSERVACIONES:** La gráfica que antecede presenta los valores promedio de la tasa de corrosión vs Tiempo del acero Q235B aplicado una limpieza inicial mecánica, resultados obtenidos después de analizar las probetas en una cámara de niebla salina en un lapso de hasta 480 horas. Se evidencia la presencia de tasa de corrosión en toda la experimentación, siendo el máximo valor de tasa de corrosión a las 360 horas con tendencia a disminuir hasta las 480 horas.

**Elaborado por:** Ing. Fabián Amancha

**Aprobado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.







**Validado por:** Ing. María Belén Paredes, Mg.

#### 4.2.2 Fichas técnicas identificación grado de corrosión de probetas.

##### Ficha Técnica 20. Grado de corrosión MMB







 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>						
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	MMB			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha			
Parámetros y Resultados						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	7-S, 03%
240		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%
360		16%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 16%
480		10%	G	4	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	4-G, 10%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 4-G, 10%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		

Ficha Técnica 21. Grado de corrosión MMP







 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>						
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad :</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	MMP			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado			
Parámetros y Resultados						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si <input type="checkbox"/> x <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
					<b>Grado:</b>	7-S, 03%
240		6%	S	4	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si <input type="checkbox"/> x <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
					<b>Grado:</b>	4-S, 6%
360		16%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si <input type="checkbox"/> x <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
					<b>Grado:</b>	3-S, 16%
480		5%	G	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si <input type="checkbox"/> x <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
					<b>Grado:</b>	5-G, 5%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-G, 5%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		



Ficha Técnica 22. Grado de corrosión MBB

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>				
<b>FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL</b>						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	MBB			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Bristle Blaster			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha			
<b>Parámetros y Resultados</b>						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		3%	G	5	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-G, 3%
240		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%
360		16%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 16%
480		13%	G	3	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-G, 13%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 4-G, 13%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		



Ficha Técnica 23. Grado de corrosión MBP

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>						
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	MBP			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Bristle Blaster			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado			
Parámetros y Resultados						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		12%	S	3	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 12%
240		8%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 8%
360		16%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 16%
480		3%	G	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-G, 3%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-G, 3%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		

Ficha Técnica 24. Grado de corrosión MSB

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	MSB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Sand Blasting						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-S, 0,3%			
240		2%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-S, 2%			
360		8%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 8%			
480		25%	S	2	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	2-S, 25%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 2-S, 25%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				







Ficha Técnica 25. Grado de corrosión MSP

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>								
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL								
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos							
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato							
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610					
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	MSP					
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Sand Blasting					
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Macropoxy 646 PW	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado					
Parámetros y Resultados								
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados			
		%	Visual	Grado				
120		0,0 1%	S	9	<b>Fecha:</b>	03/09/2019		
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%		
240		1%	S	6	<b>Fecha:</b>	09/09/2019		
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no
					<b>Grado:</b>	6-S, 1%		
360		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019		
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%		
480		5%	S	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019		
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no
					<b>Grado:</b>	5-S, 5%		
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso								
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-S, 5%								
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.			

Ficha Técnica 26. Grado de corrosión DMB







 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	DMB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		0,3%	G	7	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-G, 0,3%			
240		8%	S	4	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	4-S, 8%			
360		7%	S	4	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	4-S, 7%			
480		3%	G	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-G, 3%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-G, 3%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				

Ficha Técnica 27. Grado de corrosión DMP


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>						
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	DMP			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado			
Parámetros y Resultados						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		0,01%	S	9	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%
240		0,1%	S	8	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	8-S, 0,1%
360		1%	S	6	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	6-S, 1%
480		3%	G	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-G, 3%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-G, 3%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		



Ficha Técnica 28. Grado de corrosión DBB



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	DBB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Bristle Blaster						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		2%	S	5	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-S, 2%			
240		8%	S	4	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	4-S, 8%			
360		16%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 16%			
480		3%	G	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-G, 3%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-G, 3%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				

Ficha Técnica 29. Grado de corrosión DBP







 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>						
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	DBP			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Bristle Blaster			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado			
Parámetros y Resultados						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		0,01%	S	9	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%
240		0,01%	S	9	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%
360		10%	S	4	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	4-S, 10%
480		15%	S	3	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 15%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 3-S, 15%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		









Ficha Técnica 30. Grado de corrosión DSB

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	DSB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Sand Blasting						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		0,01%	S	9	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%			
240		0,01%	S	9	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%			
360		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%			
480		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 5-S, 3%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				







Ficha Técnica 31. Grado de corrosión DSP

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	DSP						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Sand Blasting						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Duraplate UHS	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		0,01%	S	9	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	9-S, 0,01%			
240		0,1%	S	8	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	8-S, 0,1%			
360		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-S, 0,3%			
480		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-S, 0,3%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 7-S, 0,3%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				

Ficha Técnica 32. Grado de corrosión XMB

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	XMB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%			
240		12%	G	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-G, 12%			
360		8%	S	4	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	4-S, 8%			
480		10%	P	4	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	4-P, 10%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 4-P, 10%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				

Ficha Técnica 33. Grado de corrosión XMP

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	XMB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		1%	S	6	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	6-S, 1%			
240		2%	S	6	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	6-S, 2%			
360		15%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 15%			
480		1%	G	6	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	6-G, 1%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 6-G, 1%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				

Ficha Técnica 34. Grado de corrosión XBB

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>						
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	XBB			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Bristle Blaster			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha			
Parámetros y Resultados						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados	
		%	Visual	Grado		
120		3%	S	5	<b>Fecha:</b>	03/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-S, 3%
240		8%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	5-S, 8%
360		15%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	3-S, 15%
480		10%	G	4	<b>Fecha:</b>	13/09/2019
					<b>Presenta Corrosión:</b>	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> no
					<b>Grado:</b>	4-G, 10%
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 4-G, 10%						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		

Ficha Técnica 35. Grado de corrosión XBB

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	XBP						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Bristle Blaster						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		2%	S	6	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	6-S, 2%			
240		6%	S	5	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	5-S, 6%			
360		12%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 12%			
480		12%	S	3	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 12%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 3-S, 12%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				

Ficha Técnica 36. Grado de corrosión XSB

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	XSB						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Sand Blasting						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Brocha						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		0,2%	S	7	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-S, 0,2%			
240		10%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 10%			
360		16%	S	3	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-S, 16%			
480		14%	G	3	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	3-G, 14%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 3-G, 14%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				





Ficha Técnica 37. Grado de corrosión XSP

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL									
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos								
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato								
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610						
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	XSP						
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Sand Blasting						
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	Carboguard 61	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	Pulverizado						
Parámetros y Resultados									
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Escala y Descripción			Resultados				
		%	Visual	Grado					
120		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	03/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-S, 0,3%			
240		0,3%	S	7	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	7-S, 0,3%			
360		30%	S	2	<b>Fecha:</b>	09/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	2-S, 30%			
480		8%	G	4	<b>Fecha:</b>	13/09/2019			
					<b>Presenta Corrosión:</b>	si	x	no	
					<b>Grado:</b>	4-G, 8%			
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso									
<b>Observaciones:</b> El grado de corrosión final es 4-G, 8%									
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha			<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.				



Ficha Técnica 38. Grado de corrosión XSP

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>				
<b>FICHA TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN VISUAL</b>						
<b>Lugar:</b>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero - Laboratorio de Ensayos Climáticos y Tratamientos Térmicos					
<b>Provincia/Ciudad:</b>	Tungurahua - Ambato					
<b>Máquina:</b>	Cámara de Niebla Salina SSC 400	<b>Norma:</b>	ASTM D610			
<b>Ensayo/Análisis:</b>	Corrosión Acelerada en la CNS	<b>Código Probeta:</b>	SN			
<b>Designación de material:</b>	Acero Q235B	<b>Método de limpieza:</b>	Mecánico			
<b>Nombre de Recubrimiento:</b>	N/A	<b>Tipo de aplicación de recubrimiento:</b>	N/A			
<b>Parámetros y Resultados</b>						
Tiempo de exposición	Imagen de la muestra	Pérdida de Masa			Fecha de salida	
		Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de Masa (g)		
120		230,04	229,80	0,240	03/09/2019	
240		188,85	188,16	0,696	09/09/2019	
360		207,29	205,86	1,436	09/09/2019	
480		200,00	198,31	1,694	13/09/2019	
S= Oxidación puntual      G= Oxidación general      P= Oxidación disperso						
<b>Observaciones:</b> La pérdida de masa a las 480 horas es 1,694 gramos						
<b>Realizado por:</b>	Ing. Fabián Amancha		<b>Revisado por:</b>	Ing. María Belén Paredes, Mg.		

#### 4.2.3 Obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono con revestimientos.

Se analizarán las combinaciones con menor tasa de corrosión como son: DMP (duraplate UHS – mecánica – pulverizado) y DBP (duraplate UHS –bristle blaster – pulverizado). Además, se consideró la combinación con mayor tasa de corrosión: XBP (carboguard 61, bristle blaster y pulverizado). Los datos experimentales tales como área, masa inicial, final, perdidas de masa, tasa de corrosión y la penetración de la corrosión son registrados en la Tabla 11, 12, 13 y 14.

Tabla 11. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 120 horas.

Código probeta	A Área (cm <sup>2</sup> )	t tiempo (días)	t tiempo (años)	Log tiempo	W Pérdida de masa (g)	Corrosión (um)	Tasa de corrosión (um/año)	Tasa de corrosión (mm/año)	Log corrosión
DMP	38,88	120	0,3288	-0,4831	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	-3,4852
DBP	39,28	120	0,3288	-0,4831	0,002	0,0648	4,8218	0,0048	-1,1886
XBP	40,08	120	0,3288	-0,4831	0,014	0,4444	32,0304	0,0320	-0,3523

Tabla 12. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 240 horas.

Código probeta	A Área (cm <sup>2</sup> )	t tiempo (días)	t tiempo (años)	Log tiempo	W Pérdida de masa (g)	Corrosión (um)	Tasa de corrosión (um/año)	Tasa de corrosión (mm/año)	Log corrosión
DMP	39,14	240	0,6575	-0,1821	0,004	0,1300	4,8459	0,0048	-0,8860
DBP	38,14	240	0,6575	-0,1821	0,012	0,4003	14,8690	0,0149	-0,3976
XBP	41,60	240	0,6575	-0,1821	0,102	3,1194	114,1714	0,1142	0,4941

Tabla 13. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 360 horas.

Código probeta	A Área (cm <sup>2</sup> )	t tiempo (días)	t tiempo (años)	Log tiempo	W Pérdida de masa (g)	Corrosión (um)	Tasa de corrosión (um/año)	Tasa de corrosión (mm/año)	Log corrosión
DMP	39,89	360	0,9863	-0,0060	0,026	0,8292	20,1573	0,0202	-0,0814
DBP	38,96	360	0,9863	-0,0060	0,034	1,1102	27,0023	0,0270	0,0454
XBP	40,01	360	0,9863	-0,0060	0,138	4,3882	107,0724	0,1071	0,6423

Tabla 14. Cálculo para obtención de la ecuación de cinética de corrosión del acero al carbono en 480 horas.

Código probeta	A Área (cm <sup>2</sup> )	t tiempo (días)	t tiempo (años)	Log tiempo	W Pérdida de masa (g)	Corrosión (um)	Tasa de corrosión (um/año)	Tasa de corrosión (mm/año)	Log corrosión
DMP	38,52	480	1,3151	2,6812	0,034	1,1231	20,4998	0,0205	0,0504
DBP	38,53	480	1,3151	2,6812	0,034	1,1226	20,4953	0,0205	0,0502
XBP	39,65	480	1,3151	2,6812	0,152	4,8770	88,8018	0,0888	0,6881

### 4.3 Interpretación de los resultados

#### 4.3.1 Tasa de corrosión

Para analizar los valores de tasa de corrosión de las probetas con las combinaciones de tipo de recubrimiento, tipo de aplicación y tipo de limpieza del substrato expuestos en una cámara de niebla salina a las 120 horas; se tabularon con los promedios de las diferentes combinaciones ensayadas. Para una mejor interpretación de resultados se implementó gráfica de barras y radiales con el fin de determinar el mejor proceso.

Tabla 15. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 120 horas

Tipo de recubrimiento	Tipo de aplicación de recubrimiento	Tipo de limpieza		
		Mecánica	Bristle blaster	Sand blasting
Macropoxy 646 PW	Brocha	0,0097	0,0140	0,0285
	Pulverizado	0,0100	0,0320	0,0047
Duraplate UHS	Brocha	0,0051	0,0000	0,0000
	Pulverizado	0,0000	0,0048	0,0000
Carboguard 61	Brocha	0,0092	0,0268	0,0096
	Pulverizado	0,0191	0,0320	0,0184

En la tabla 10, figuras 35 y 36 se reflejan los valores de tasa de corrosión a las 120 horas, en los mismos estadígrafos se evidencia que el recubrimiento duraplate UHS es el recubrimiento con menor tasa de corrosión, sin embargo, con la combinación bristle blaster – pulverizado y mecánica – brocha presenta indicios de corrosión. Los recubrimientos macropoxy 646 PW y carboguard 61 tienen valores de tasa de corrosión similares; s siendo más susceptibles a presentar mayor índice de corrosión. Las combinaciones con mayor tasa de corrosión son XBP (carbogiuard 61 - bristle blaster – pulverizado), MBP (macropoxy 646 PW - bristle blaster – pulverizado) y MSB (macopoxi 646 PW - sand blasting – brocha).

Las combinaciones DBB (duraplate UHS – bristle blaster – brochado), DSB (duraplate UHS – sand blasting - brochado), DMP (duraplate UHS – mecánico – pulverizado) y DSP (Duraplate UHS – sand blasting – pulverizado) presentan tasa de corrosión de 0, evidenciando que no presentan indicios de corrosión.

Figura 35. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 120 horas

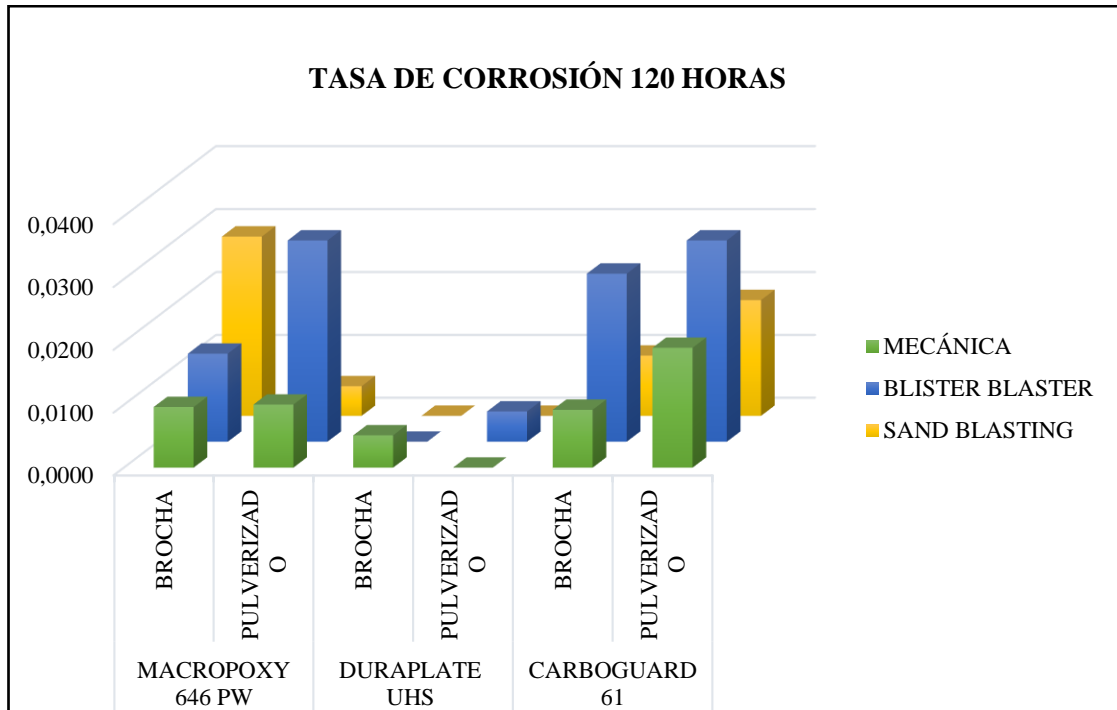
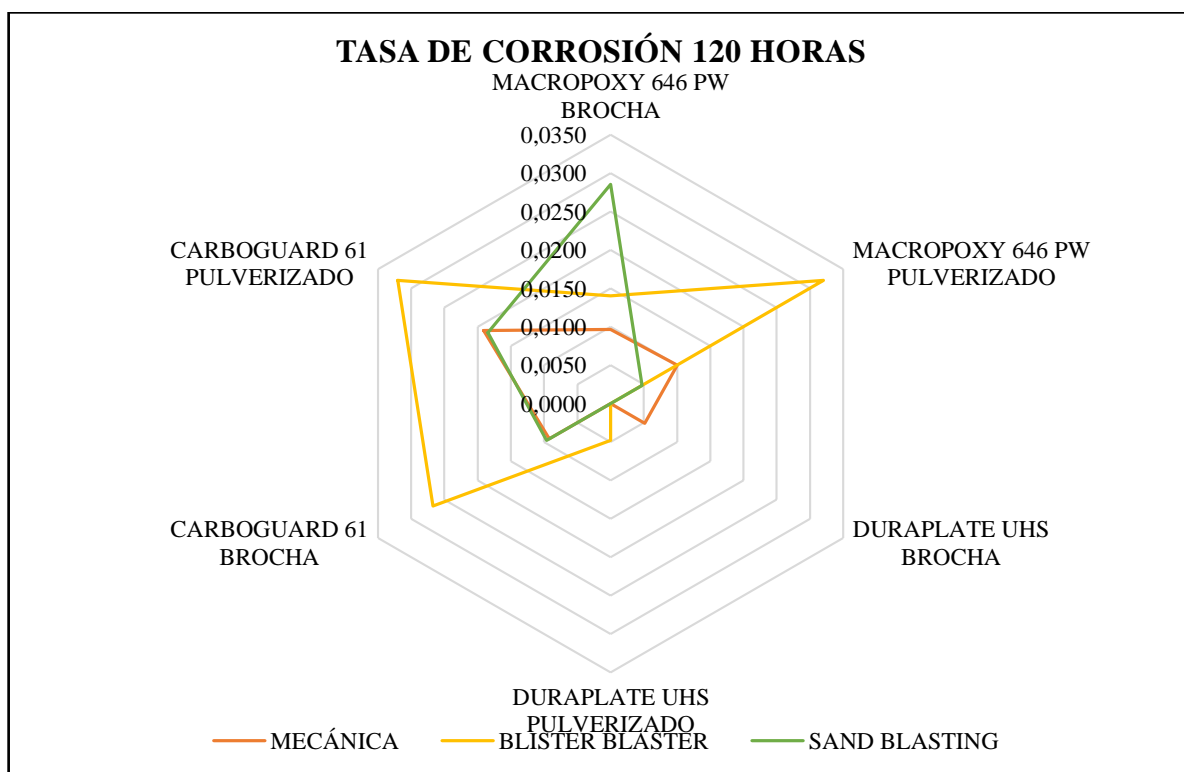


Figura 36. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 120 horas



A continuación, se presentan los valores de tasa de corrosión de las probetas con las combinaciones de tipo de recubrimiento, tipo de aplicación y tipo de limpieza del sustrato expuestos en una cámara de niebla salina a las 240 horas; se tabularon con los promedios de las diferentes combinaciones ensayadas. Para una mejor interpretación de resultados se implementó gráfica de barras y radiales con el fin de determinar el mejor proceso.

Tabla 16. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 240 horas

Tipo de recubrimiento	Tipo de aplicación de recubrimiento	Tipo de limpieza		
		Mecánico	Bristle blaster	Sand blasting
Macropoxy 646 PW	Brocha	0,0214	0,0314	0,0280
	Pulverizado	0,0337	0,0464	0,0247
Duraplate UHS	Brocha	0,0069	0,0133	0,0119
	Pulverizado	0,0048	0,0149	0,0050
Carboguard 61	Brocha	0,0589	0,0648	0,0376
	Pulverizado	0,0899	0,1142	0,0776

En la tabla 11, figuras 37 y 38 se reflejan los valores de tasa de corrosión a las 240 horas, se evidencia que el recubrimiento duraplate UHS es el recubrimiento que presenta mejores

características ante la corrosión. Las mejores combinaciones con menor tasa de corrosión son duraplate UHS– mecánica – pulverizado y duraplate – sand blasting – pulverizado.

El recubrimiento carboguard 61 es el producto con mayor tasa de corrosión en todas sus combinaciones. Las combinaciones con mayor tasa de corrosión son carboguard 61 – mecánico – pulverizado y carboguard 61 – bristle blaster – pulverizado.

Figura 37. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 240 horas

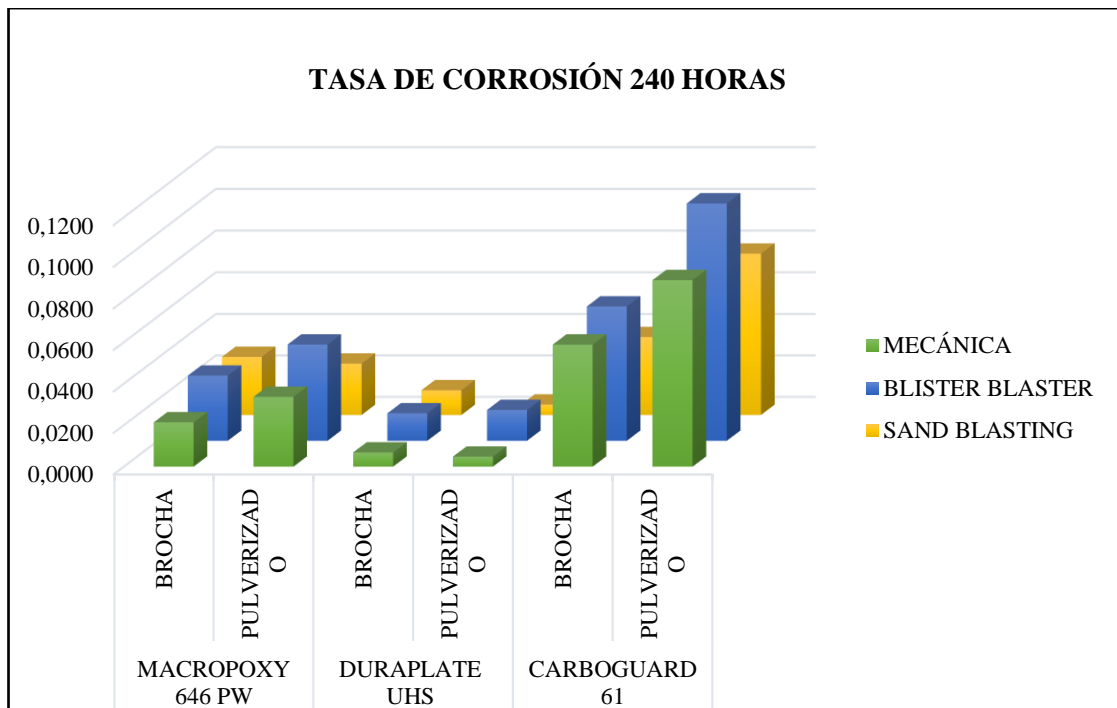
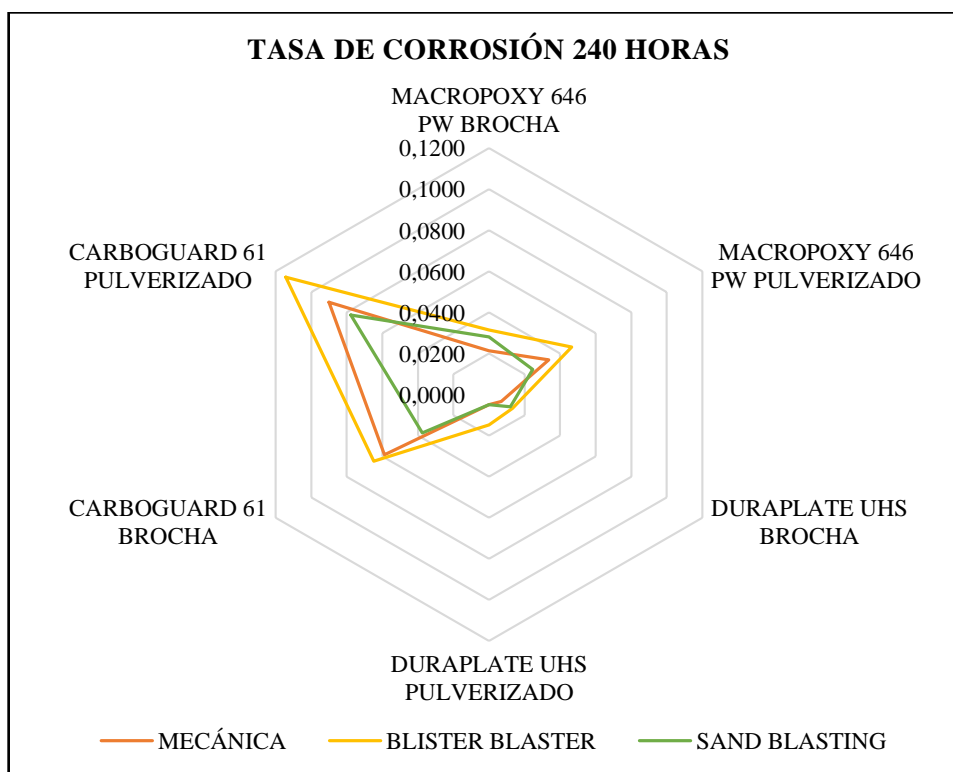


Figura 38. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 240 horas



Los valores de tasa de corrosión de las probetas con las combinaciones de tipo de recubrimiento, tipo de aplicación y tipo de limpieza del sustrato expuestos en una cámara de niebla salina a las 360 horas; se tabularon con los promedios de las diferentes combinaciones ensayadas. Para una mejor interpretación de resultados se implementó gráfica de barras y radiales con el fin de determinar el mejor proceso.

Tabla 17. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 360 horas

Tipo de recubrimiento	Tipo de aplicación de recubrimiento	Tipo de limpieza		
		Mecánica	Bristle blaster	Sand blasting
Macropoxy 646 PW	Brocha	0,0560	0,0412	0,0508
	Pulverizado	0,0350	0,0491	0,0362
Duraplate UHS	Brocha	0,0159	0,0167	0,0129
	Pulverizado	0,0202	0,0270	0,0250
Carboguard 61	Brocha	0,0604	0,0605	0,0413
	Pulverizado	0,0732	0,1071	0,0893

En la tabla 12, figuras 39 y 40 se reflejan los valores de tasa de corrosión a las 360 horas, se demuestra que el recubrimiento duraplate UHS es el recubrimiento que sigue presentando mejores características ante la corrosión; con el aumento de la exposición los recubrimientos que presentan menor tasa de corrosión son duraplate UHS – mecánica – brocha y duraplate

UHS – sand blasting – brocha. El tipo de aplicación de recubrimiento idóneo para este revesitimiento es el brochado.

El recubrimiento que presenta mayor tasa de corrosión es el carboguard 61 a las 120 horas y 240 horas. Las combinaciones que presentan mayor índice de corrosión son carboguard 61 – blister blaster – pulverizado y carboguard 61 – sand blasting – pulverizado.

El recubrimiento macropoxy 646 PW es un recubrimiento con tasas de corrosión intermedia.

Figura 39. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 360 horas

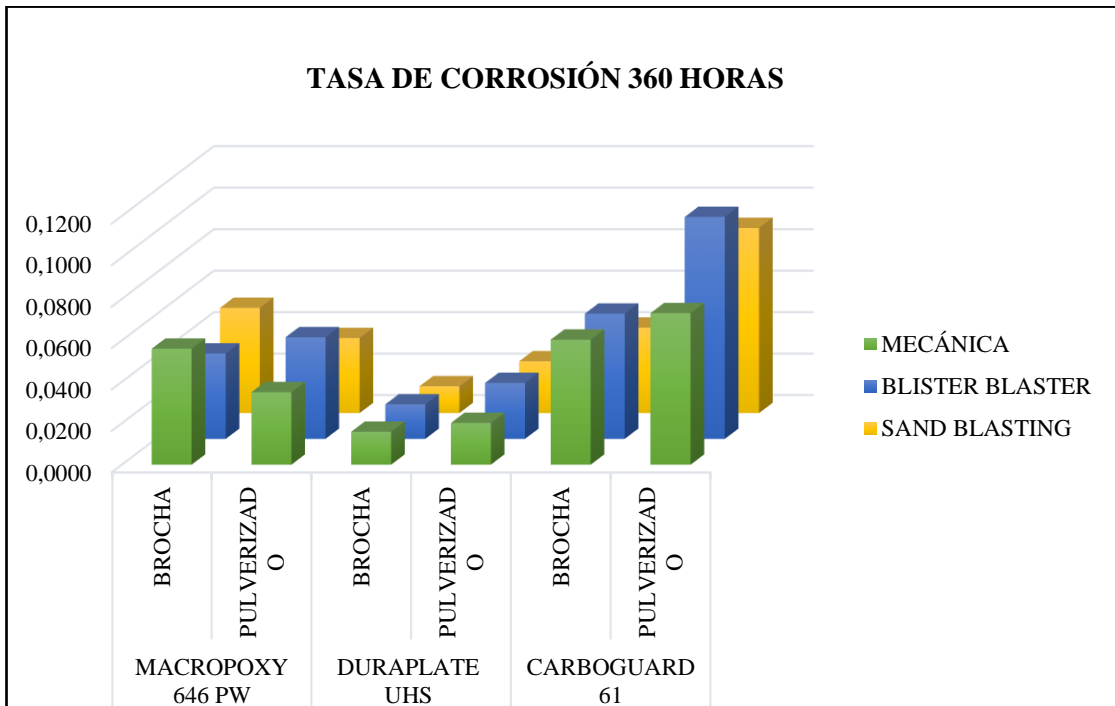
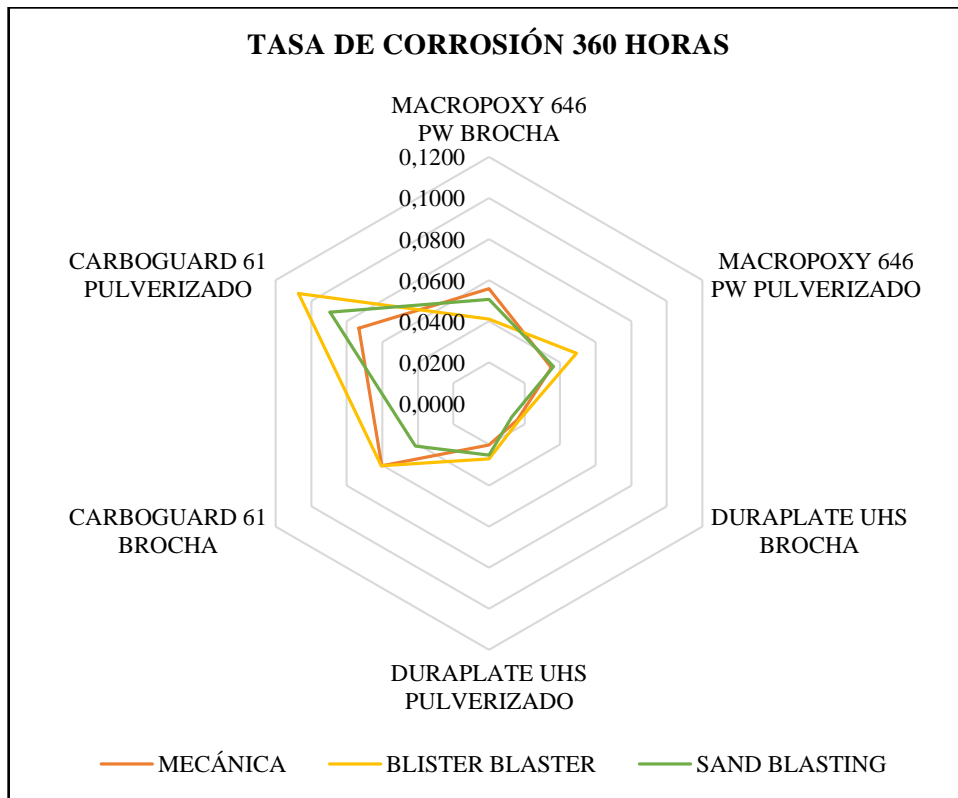




Figura 40. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 360 horas



Finalmente, se presentan los valores de tasa de corrosión de las probetas con las combinaciones de tipo de recubrimiento, tipo de aplicación y tipo de limpieza del sustrato expuestas en una cámara de niebla salina a las 480 horas; se tabularon con los promedios de las diferentes combinaciones ensayadas. Para una mejor interpretación de resultados se implementó gráfica de barras y radiales con el fin de determinar el mejor proceso.

Tabla 18. Valores de tasa de corrosión en cámara de niebla salina a las 480 horas

Tipo de recubrimiento	Tipo de aplicación de recubrimiento	Tipo de limpieza		
		Mecánica	Bristle blaster	Sand blasting
Macropoxy 646 PW	Brocha	0,0386	0,0352	0,0408
	Pulverizado	0,0359	0,0521	0,0360
Duraplate UHS	Brocha	0,0214	0,0276	0,0235
	Pulverizado	0,0205	0,0205	0,0257
Carboguard 61	Brocha	0,0581	0,0504	0,0452
	Pulverizado	0,0870	0,0888	0,0832

En la tabla 13, gráficas 41 y 42 se reflejan los valores de tasa de corrosión expuestas a las 480 horas, se observa que el duraplate UHS es el recubrimiento óptimo al presentar menor tasa de corrosión, las combinaciones que presentan menor tasa de corrosión son duraplate UHS –

mecánica – pulverizado y duraplate UHS –bristle blaster – pulverizado. El tipo de aplicación de recubrimiento idóneo es el pulverizado, más los tipos de limpieza mecánico y bristle blaster.

Al igual que en las anteriores gráficas se verifica que el revestimiento carboguard 61 es el recubrimiento más inmune a la corrosión y presenta los valores con mayor tasa de corrosión, las combinaciones más desfavorables en este ensayo son carboguard 61 – pulverizado y todos los tipos de limpieza.

Figura 41. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 480 horas

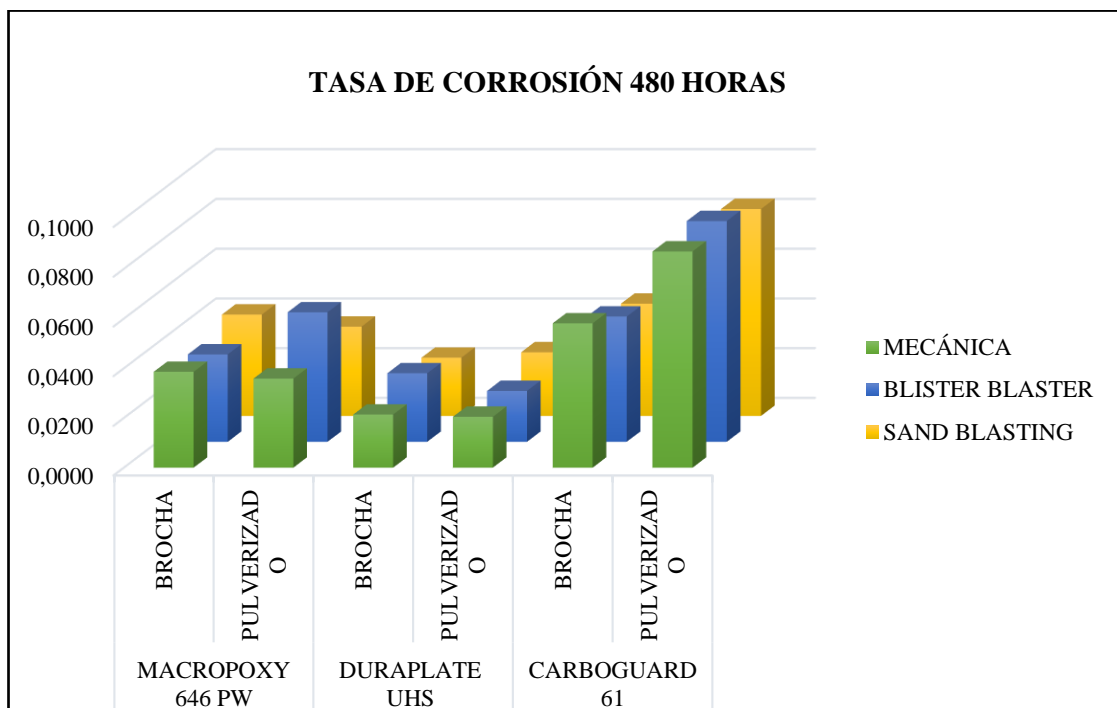
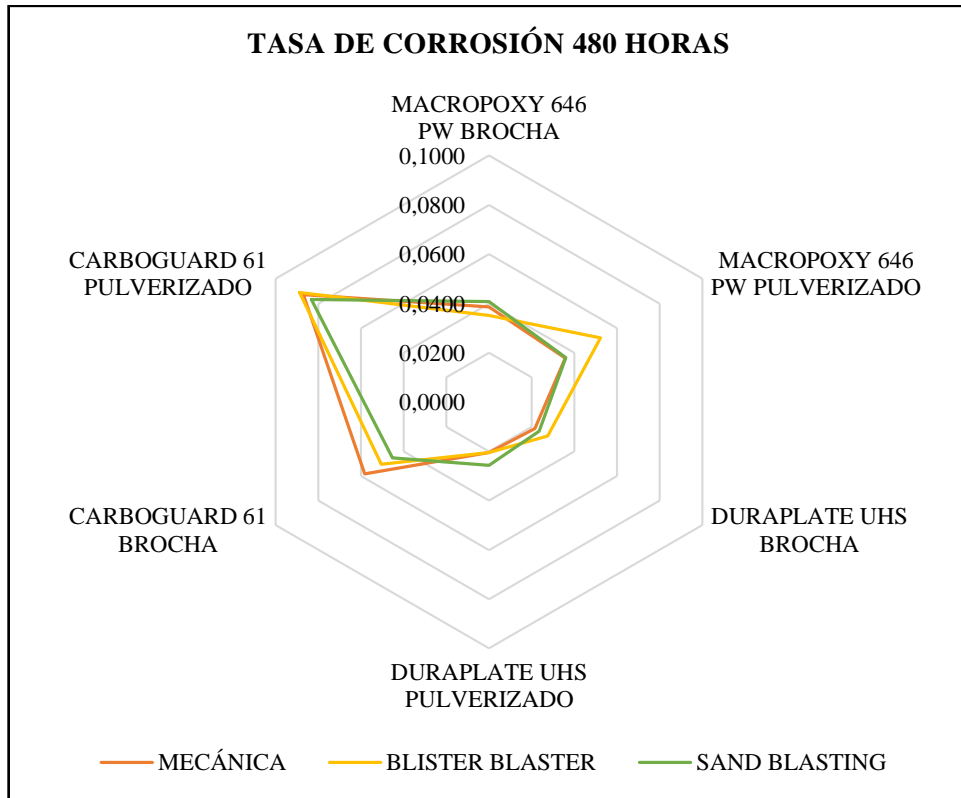


Figura 42. Valores de tasa de corrosión y combinaciones entre recubrimiento, tipo de aplicación y limpieza del sustrato en cámara de niebla salina a las 480 horas



#### 4.3.2 Cinética de corrosión del acero Q235B con revestimiento.

A partir de los datos tabulados en las Tablas 11, 12, 13 y 14 se graficó la regresión para obtener la cinética de corrosión. La Figura 43 corresponde a los gráficos Log corrosión vs. Log tiempo de la combinación DMP, la Figura 44 corresponde a los gráficos Log corrosión vs. Log tiempo de la combinación DBP y la Figura 45 corresponde a los gráficos Log corrosión vs. Log tiempo de la combinación XBP.

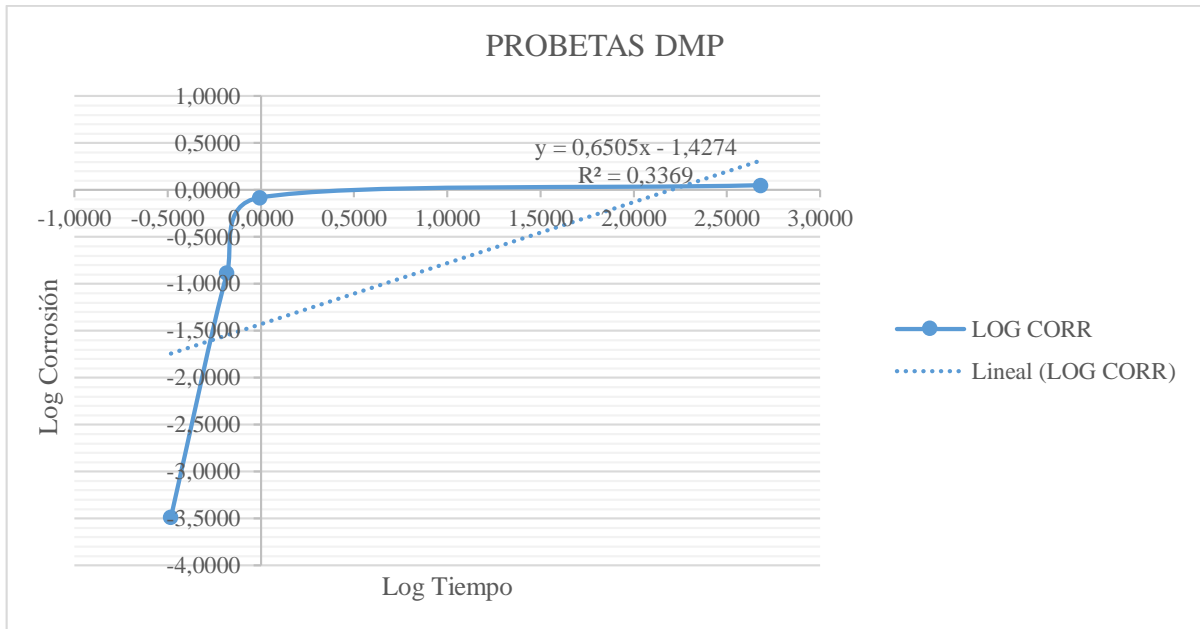


Figura 43. Regresión para obtener cinética de corrosión combinación DMP.

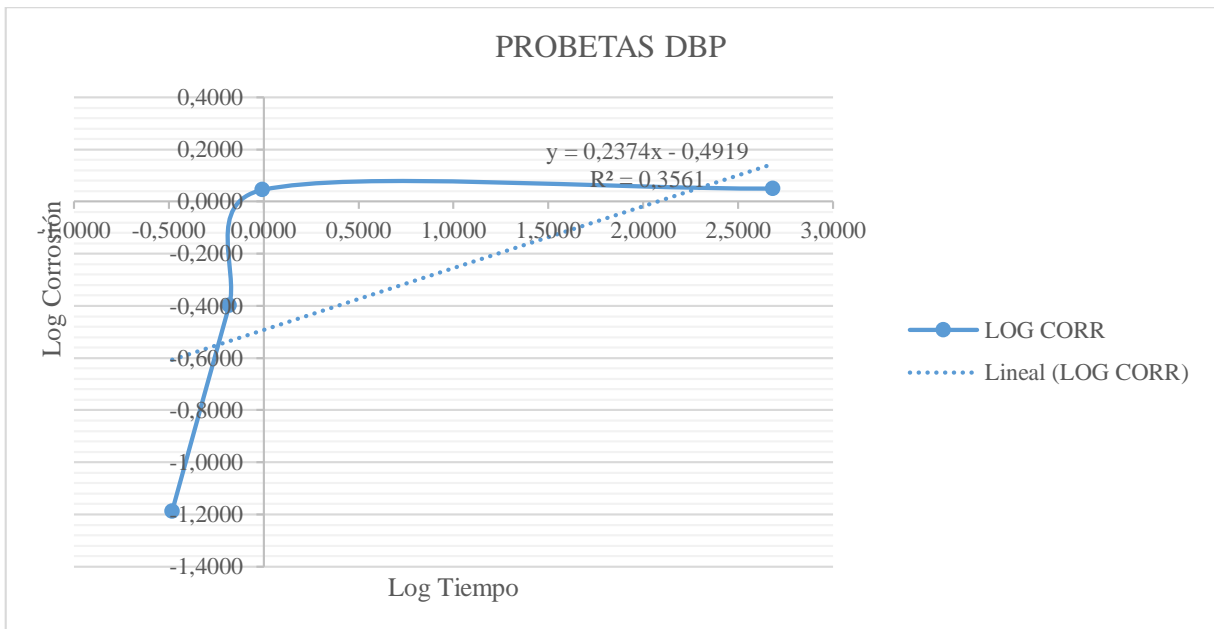


Figura 44. Regresión para obtener cinética de corrosión combinación DBP.

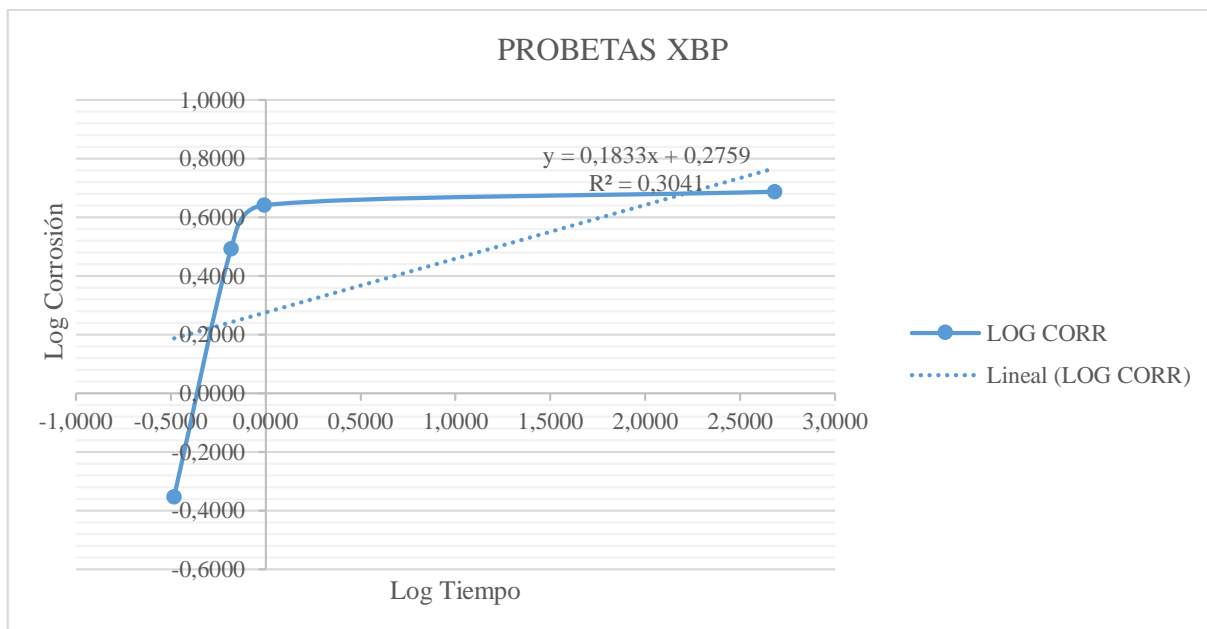


Figura 45. Regresión para obtener cinética de corrosión combinación XBP.

Con los datos tabulados de las Tablas 11, 12, 13 y 14 y las Gráficas 41, 42 y 43 se ha obtenido las siguientes ecuaciones para describir la cinética de corrosión:

Combinación DMP  $C = 1,1231 x t^{0,6505}$

Combinación DBP  $C = 1,1226 x t^{0,2374}$

Combinación XBP  $C = 4,8770 x t^{0,18}$

#### 4.4 Verificación de la hipótesis

Para verificar la hipótesis se requiere investigar la influencia de tres factores (A, B y C) sobre una variable de respuesta, cada factor de prueba contiene niveles de prueba a, b y c, respectivamente; por tanto, se construye un arreglo factorial a x b x c, que consiste de a x b x c tratamientos o puntos experimentales.

Se desea investigar el efecto del tipo de recubrimiento (A), tipo de limpieza del sustrato (B) y aplicación de recubrimiento (C) en la tasa de corrosión. Se experimentará un factorial mixto 3 x 3 x 2 con 5 réplicas cada punto de diseño sumando un total de 90 resultados. Se trabajará con los datos a la culminación de la experimentación es decir a las 480 horas.

Los niveles de prueba para cada factor, tanto en unidades originales, unidades abreviadas como en unidades codificadas, se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Niveles de prueba para cada factor

Factor	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
<b>A: Recubrimiento</b>	Macropoxy 646 PW	Duraplate UHS	Carboguard 61	M	D	X	-1	0	1
<b>B: Limpieza</b>	Mecánica	Bristle Blaster	Sand Blasting	M	B	S	-1	0	1
<b>C: Aplicación</b>	Brocha		Rodillo	B	-	R	-1	-	1

En la tabla se tabulan los resultados promedios de la tasa de corrosión en cámara de niebla salina expuesta a 480 horas

Tabla 20. Diseño factorial 3 x 3 x 2

	A1			A2			A3		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
<b>C1</b>	0,0360	0,0294	0,0488	0,0244	0,0222	0,0268	0,0574	0,0424	0,0491
	0,0350	0,0412	0,0495	0,0243	0,0179	0,0183	0,0661	0,0550	0,0418
	0,0370	0,0249	0,0309	0,0167	0,0325	0,0185	0,0753	0,0548	0,0412
	0,0412	0,0426	0,0394	0,0229	0,0280	0,0291	0,0658	0,0484	0,0433
	0,0438	0,0379	0,0355	0,0186	0,0374	0,0247	0,0262	0,0518	0,0505
<b>C2</b>	0,0312	0,0518	0,0178	0,0226	0,0233	0,0238	0,0820	0,0946	0,0764
	0,0470	0,0518	0,0344	0,0246	0,0302	0,0233	0,0875	0,0996	0,0791
	0,0446	0,0617	0,0407	0,0179	0,0237	0,0235	0,0930	0,0873	0,0942
	0,0283	0,0563	0,0495	0,0195	0,0252	0,0276	0,0971	0,0837	0,0872
	0,0282	0,0391	0,0374	0,0178	0,0000	0,0302	0,0755	0,0788	0,0791

La representación geométrica del experimento se muestra en la figura 4-1. Nótese que el factor A tiene tres niveles porque interesa evaluar precisamente el tipo de recubrimiento a aplicar.

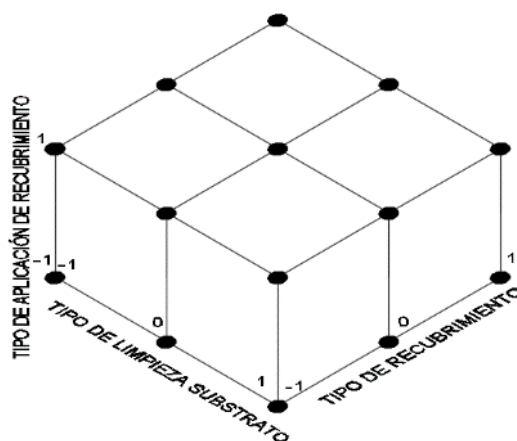


Figura 46. Representación geométrica de factorial 3 x 3 x 2.

El estudio factorial de tres factores (A, B y C) permite investigar los efectos: A, B, C, AB, AC, BC y ABC, donde el nivel de desglose o detalle con el que pueden estudiarse depende del número de niveles utilizado en cada factor.

En resumen, se tiene siete efectos de interés sin considerar desglose, con ellos se define las hipótesis nulas y alternativas como sigue:

$H_{oA}$ : El efecto A (tipo de recubrimiento) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aA}$ : El efecto A (tipo de recubrimiento) incide en la tasa de corrosión.

$H_{oB}$ : El efecto B (tipo de limpieza) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aB}$ : El efecto B (tipo de limpieza) incide en la tasa de corrosión.

$H_{oC}$ : El efecto B (tipo de aplicación) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aC}$ : El efecto B (tipo de aplicación) incide en la tasa de corrosión.

$H_{oAB}$ : El efecto AB (tipo de recubrimiento + tipo de aplicación) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aAB}$ : El efecto AB (tipo de recubrimiento + tipo de aplicación) incide en la tasa de corrosión.

$H_{oAC}$ : El efecto AC (tipo de recubrimiento + tipo de limpieza) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aAC}$ : El efecto AC (tipo de recubrimiento + tipo de limpieza) incide en la tasa de corrosión.

$H_{oBC}$ : El efecto BC (tipo de limpieza + tipo de aplicación) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aBC}$ : El efecto BC (tipo de limpieza + tipo de aplicación) incide en la tasa de corrosión.

$H_{oABC}$ : El efecto ABC (tipo de recubrimiento + tipo de limpieza + tipo aplicación) no incide en la tasa de corrosión.

$H_{aABC}$ : El efecto ABC (tipo de recubrimiento + tipo de limpieza + tipo aplicación) incide en la tasa de corrosión.

Para comparar los valores de  $F$  y  $F_{\text{tabla}}$ , se comprobarán con la Prueba de Fisher.

Las condiciones de Aceptación / Rechazo de la hipótesis nula es:

$F < F_{\text{tabla}}$  se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

$F > F_{\text{tabla}}$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

El ANOVA para probar estas hipótesis se muestra en la tabla 14.

Tabla 21. ANNOVA para el diseño factorial a x b x c.

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F<sub>0</sub></i>	<b>Valor-p</b>
Efecto A	$SC_A$	$a-1$	$CM_A$	$CM_A/CM_E$	$P(F > F_0^A)$
Efecto B	$SC_B$	$b-1$	$CM_B$	$CM_B/CM_E$	$P(F > F_0^B)$
Efecto C	$SC_C$	$c-1$	$CM_C$	$CM_C/CM_E$	$P(F > F_0^C)$
Efecto AB	$SC_{AB}$	$(a-1)(b-1)$	$CM_{AB}$	$CM_{AB}/CM_E$	$P(F > F_0^{AB})$
Efecto AC	$SC_{AC}$	$(a-1)(c-1)$	$CM_{AC}$	$CM_{AC}/CM_E$	$P(F > F_0^{AC})$
Efecto BC	$SC_{BC}$	$(b-1)(c-1)$	$CM_{BC}$	$CM_{BC}/CM_E$	$P(F > F_0^{BC})$
Efecto ABC	$SC_{ABC}$	$(a-1)(b-1)(c-1)$	$CM_{ABC}$	$CM_{ABC}/CM_E$	$P(F > F_0^{ABC})$
Error	$SC_E$	$abc(n-1)$	$CM_E$		
Total	$SC_T$	$abcn-1$			

La notación de puntos para representar sumas y medias:  $Y_{...}$  es la suma de todas las observaciones;  $\bar{Y}_{...}$  es la media global;  $Y_{i..}$  es el total en el nivel  $i$  del factor A;  $\bar{Y}_{i..}$  es la media en el nivel  $i$  del factor A;  $Y_{.j.}$  es el total en el nivel  $j$  del factor B y  $\bar{Y}_{.j.}$  es la correspondiente media.

Las sumas de cuadrados divididas entre sus correspondientes grados de libertad se llaman cuadrados medios ( $CM$ ). Al dividir estos entre el cuadrado medio del error ( $CM_E$ ) se obtienen estadísticos de prueba con distribución F. Las ecuaciones que se utilizarán para desarrollar la experimentación son:

$$GLA=a-1 \quad \text{Ec.3. [25]}$$

$$GLB=b-1 \quad \text{Ec.4. [25]}$$

$$GLAB=(a-1)(b-1) \quad \text{Ec.5. [25]}$$

$$GLError=a*b*(n-1) \quad \text{Ec.6. [25]}$$

$$GLT=a*b*n-1 \quad \text{Ec.7. [25]}$$

$$SC_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n Y_{ijkl}^2 - \frac{Y_{...}^2}{N} \quad \text{Ec. 8. [25]}$$

Donde  $N = abcn$  es el total de observaciones en el experimento. Las sumas de cuadrados de efectos son:

$$SC_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i..}^2}{bcn} - \frac{Y_{...}^2}{N} \quad \text{Ec. 9. [25]}$$

$$SC_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j.}^2}{acn} - \frac{Y_{...}^2}{N} \quad \text{Ec. 10. [25]}$$

$$SC_C = \sum_{k=1}^c \frac{Y_{...k}^2}{abn} - \frac{Y_{...}^2}{N} \quad \text{Ec. 11. [25]}$$



$$SC_{AB} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij..}^2}{cn} - \frac{Y_{...}^2}{N} - SC_A - SC_B \quad \text{Ec. 12. [25]}$$

$$SC_{AC} = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c \frac{Y_{i.k.}^2}{bn} - \frac{Y_{...}^2}{N} - SC_A - SC_C \quad \text{Ec. 13. [25]}$$

$$SC_{BC} = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y_{.jk.}^2}{an} - \frac{Y_{...}^2}{N} - SC_B - SC_C \quad \text{Ec. 14. [25]}$$

$$SC_{ABC} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y_{ijk.}^2}{n} - \frac{Y_{...}^2}{N} - SC_{AB} - SC_{AC} - SC_{BC} \quad \text{Ec. 15. [25]}$$

$$SC_E = SC_T - SC_A - SC_B - SC_C - SC_{AB} - SC_{AC} - SC_{BC} - SC_{ABC} \quad \text{Ec. 16. [25]}$$

Donde:

$N = abcn$       *Observaciones en el experimento.*

$SC$               *Suma de los cuadrados*

$GL$               *Grados de libertad*

Tabla 22. Verificación de hipótesis ANNOVA

FV	SC	GL	CM	Fo	F tabla	A/R Ho
A: Recubrimiento	0,0320	2	0,0160	6,8790	3,11	R
B: Limpieza	0,0002	2	0,0001	0,0382	3,11	A
C: Aplicación	0,0033	1	0,0033	1,4145	3,96	A
Efecto AB	0,0005	4	0,0001	0,0531	2,50	A
Efecto AC	0,0060	2	0,0030	1,3000	3,11	A
Efecto BC	0,0002	2	0,0001	0,0473	3,11	A
Efecto ABC	0,0008	4	0,0002	0,0817	2,50	A
Error	-0,1674	72	-0,0023			
Total	-0,1244	71				

El análisis de varianza se muestra en la tabla 17. De aquí se concluye que no influyen los efectos B, C, AB, AC, BC, ni ABC, dado que el valor de  $F < F_{\text{tabla}}$ ; se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa es decir estos factores no inciden en la tasa de corrosión. Se debe considerar que estos factores denotan variación en la aplicación del recubrimiento, pero no es significativa.

Por otra parte, se encuentran el efecto A, el valor de  $F > F_{\text{tabla}}$ ; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; es decir este factor incide en la tasa de corrosión. De esta manera se verifica la hipótesis y se concluye que el revestimiento incide en la tasa de corrosión.

## CAPÍTULO V

### 5 Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- ✓ Los recubrimientos a ensayar son productos grado alimenticio bajo norma NSF y/o AWWA, requerimiento indispensable para la conducción de agua potable. Los recubrimientos a ensayar son Macropoxy 646 PW, Duraplate UHS y Carboguard 61; estos productos son de fácil adquisición en el mercado nacional y de marcas reconocidas. Los mismos fueron aplicados y analizados en el laboratorio de Ensayos Climatológicos y Tratamientos Térmicos del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico carrocerero.

Para determinar la tasa de corrosión se basó en la Norma ASTM G1 que plantea calcular las pérdidas de masa de las probetas expuestas al ensayo de niebla salina. Además, para seleccionar los parámetros de la cámara de niebla salina se recurrió a la norma ASTM B117. Los datos calculados indican que la combinación idónea es el recubrimiento Duraplate UHS – limpieza superficial de tipo mecánico – con aplicación de tipo pulverizado con una tasa de corrosión 0,0205 mm/año y el recubrimiento Duraplate UHS – limpieza superficial de tipo bristle blaster – con aplicación de tipo pulverizado con índice de corrosión de 0,0205; mientras que la combinación más desfavorable es el recubrimiento Carboguard 61 – limpieza superficial de tipo mecánico – con aplicación de tipo pulverizado con tasa de corrosión de 0,0888 mm/año.

- ✓ La limpieza del sustrato es una actividad imprescindible antes de la aplicación de recubrimientos anticorrosivos. Para el análisis se recurrió a limpieza mecánica, bristle blaster y sand blasting que son métodos comunes en las actividades de la construcción.

Para lograr un buen rendimiento en cualquier sistema de tratamiento anticorrosivo es necesario realizar una minuciosa preparación de las superficies antes y durante la aplicación del anticorrosivo. Esto permitirá una mejor protección a las áreas lo cual

determinará el éxito y durabilidad del producto aplicado. Para el presente ensayo los resultados indican que el mejor rendimiento al analizar la tasa de corrosión es el método de limpieza mecánico y bristle blaster.

- ✓ Las probetas MMB (Macropoxy 646 PW – mecánico – brochado), MBB (Macropoxy 646 PW – bristle blaster – brochado), MSB (Macropoxy 646 PW – sand blasting – brochado), MSP (Macropoxy 646 PW – sand blasting – pulverizado), DBP (Duraplate UHS - bristle blaster – pulverizado), XMB (Carboguard 61 – mecánico – brochado), XMP (Carboguard 61 – mecánico – pulverizado), XBB (Carboguard 61 – bristle blaster – brochado), XBP (Carboguard 61 – bristle blaster – pulverizado), XSP (Carboguard 61 – sand blasting – pulverizado) presentan un aumento de la tasa de corrosión hasta las 360 horas, mientras que para una exposición de 480 horas se evidencia una disminución de la tasa de corrosión. Esto se debe que el período de 360 horas el recubrimiento anticorrosivo se hincha debido a la presencia de oxígeno y con ello aumenta en peso; mientras que a las 480 horas la superficie de revestimiento se desprende y disminuye el peso y por ende la tasa de corrosión.
- ✓ Se realizó el análisis niebla salina al material base Q235B sin recubrimiento con resultados promedios mínimos de tasa de corrosión 0.4864 mm/año (120 horas) y con resultados promedios máximos de 1.0735 mm/año (360 horas) evidenciando que es un metal con una resistencia a la corrosión tolerable ya que está en el rango de entre 0,13 mm/año y 1,3 mm/año. Por consiguiente, se verificó que es necesario e imprescindible la aplicación de recubrimientos mejorando la vida útil de las conducciones de agua potable.
- ✓ La inspección visual del recubrimiento bajo Norma ASTM D1 permite evidenciar el grado de corrosión y el tipo de propagación del mismo.
- ✓ El presente estudio representa un avance importante en el campo de la construcción de acueductos ya que facilita información de aceros con recubrimiento grado alimenticio que tienen sistemas de calidad comprobados que garantizan el correcto funcionamiento de sistemas de agua potable.

## **5.2 Recomendaciones**

- ✓ La preparación de las probetas para el ensayo de niebla salina en lo posible tiene que ser homogéneas y no tener aristas vivas productos del corte. Debido a que se presenta

diferencias en el dimensionamiento y por ende en sus propiedades físicas no se puede realizar comparación entre cupones de prueba. Por ello se analiza en función a la tasa de corrosión de cada espécimen. Además, se debe considerar que al tener bordes limpios se impide crear punto de corrosión evidentes.

- ✓ Para tener mejor manipulación de las probetas al obtener los resultados se debe limpiar los cupones de prueba con agua destilada y además tener un proceso de secado en un horno o en su defecto dejar secar al ambiente.
- ✓ Verificar que los equipos, materiales y consumibles involucrados en el ensayo estén en perfectas condiciones y de ser posible cuenten con el certificado de calibración y/o certificado de calidad para aseverar la óptima obtención de resultados.
- ✓ Es de suma importancia trabajar con equipos de protección personal al realizar las diferentes actividades que conlleva el ensayo para salvaguardar la integridad física de los involucrados.
- ✓ Realizar un seguimiento periódico diario de las condiciones ambientales, parámetros del PH y gravedad específica que presenta la cámara de niebla salina.
- ✓ Se debe considerar las especificaciones de la ficha técnica del revestimiento como son espesor de recubrimiento en húmedo y en seco, tipo de limpieza y aplicación del mismo.
- ✓ En nuestro medio el método más común para aplicación de revestimientos es la pulverización, se debe considerar la distancia entre la pistola y la superficie de 15 – 20 centímetros con una presión mínima para atomizar de manera uniforme, manteniendo la pistola perpendicular al substrato a pintar.

## **CAPÍTULO VI**

### **6.1 Datos informativos**

#### **6.1.1 Título**

Implementación de un procedimiento de recubrimiento anticorrosivo aplicados a los aceros Q235B en el sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo.

#### **6.1.2 Beneficiario**

Los beneficiados en particular serán el Consorcio Alao, empresa destinada a la construcción de acueductos a nivel nacional; al disponer de información actualizada y comprobada de los recubrimientos grado alimenticios idóneos en la construcción de sistemas de agua potable. La ciudad de Riobamba ya que contará con un sistema de agua potable seguro, con buenas prácticas constructivas y con altos índices de control de calidad en lo referente a recubrimientos.

La comunidad en general quienes estén interesadas en el tema ya que contarán con información referente a recubrimientos anticorrosivos aplicados a los aceros Q235B.

### **6.2 Antecedentes de la propuesta**

En Madrid España, se está incorporando protección catódica de corriente impresa siendo un método eficaz y rentable para evitar corrosión e incluso para prescindir de aleaciones de acero muy costosas, además de que la vida útil de los electrodos dispersores de titanio – óxido de rutenio es de veinte años, pudiendo ahorrar importantes gastos de mantenimiento.

En la actualidad se ha realizado varios estudios de aplicación de recubrimiento ya sea a metales, polímeros y cerámicos. Estas publicaciones tienen la finalidad de facilitar conocimientos a las personas interesadas con el fin de prolongar la vida útil de los materiales expuestos. Sin embargo, en la actualidad no se ha realizado estudios a materiales extranjeros que están siendo incursionando en el mercado como es el acero Q235B y menos aún aplicados a sistemas de agua potable.

Debido a la alta demanda poblacional, las entidades públicas y privadas a nivel nacional están incorporando nuevos sistemas de agua potable en algunos casos, en otros están siendo repotenciados. Provocando en esta época que grandes constructoras se involucren en la construcción de acueductos.

El agua potable al ser un elemento indispensable en la vida cotidiana ya sea para el consumo humano, limpieza e industrial debe contar con revestimientos que aseguren buenas condiciones por tanto es indispensable realizar este estudio.

### **6.3 Justificación**

El Grupo Constructor Consorcio Alao es una empresa dedicada a la construcción de acueductos, en el período 2018 – 2019 se adjudicó los Planes Maestros de Agua Potable de Riobamba, Naranjal, Tena y Zaruma. La empresa ha ido afianzándose en el medio por los trabajos que realiza, su misión es adquirir nuevas técnicas, tecnologías, equipos y materiales para realizar sus proyectos con altos estándares de calidad. La implementación de este estudio brindará información actualizada y probada de la correcta aplicación de recubrimientos anticorrosivos.

Además, los beneficiarios serán la ciudad de Riobamba y el resto de la población ya que con el presente estudio se estará dotando de un Sistema de Agua Potable con métodos constructivos actualizados que prolongarán la vida útil de la línea, evitando paralizaciones por avería o mantenimiento; salvaguardando de esta manera la integridad de las comunidades aledañas a la tubería.

La propuesta de implementar un procedimiento de recubrimiento sobre materiales que están incursionando en el mercado como es el acero Q235B, es acertada debido a que no existe información alguna de revestimientos de grado alimenticio sobre dichos materiales nuevos.

### **6.4 Objetivos**

#### **6.4.1 Objetivo General**

Implementar un procedimiento de recubrimiento anticorrosivo aplicados a los aceros Q235B en el Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo.

#### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar los requerimientos mínimos para aplicación de recubrimientos anticorrosivos en Sistemas de Conducción de Agua Potable de la Ciudad de Riobamba.
- ✓ Establecer los tipos de ensayos destructivos y no destructivos en recubrimientos anticorrosivos aplicados a los aceros Q235B del Sistema de Agua Potable de Riobamba, a fin de garantizar la correcta aplicación de recubrimientos.
- ✓ Socializar los resultados obtenidos con el personal responsable de la construcción del Sistema de Agua Potable de Riobamba.

#### **6.5 Análisis de factibilidad**

El proyecto es factible porque está basado en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta viable para solucionar un problema y requerimientos de los involucrados con sistemas de agua potable y revestimientos anticorrosivos de grado alimenticio; además responde y cumple con retribuir las necesidades específicas, ofreciendo soluciones de manera metodológica.

En la actualidad no se cuenta con estudios de recubrimientos aplicados a aceros Q235B, el proyecto resulta factible de realizar, porque mediante la aplicación el Consorcio Alao brindará sistemas de conducción de agua potable con altos estándares de calidad y mayor vida útil logrando ser pionero en el campo de la construcción.

La implementación de un procedimiento de recubrimiento anticorrosivo aplicados a los aceros Q235B es factible realizar puesto que a nivel local no se cuenta con información detallada de esta índole; aportando de esta manera con la comunidad debido a que contarán con información referente a revestimientos grado alimenticio aplicadas a sistemas de agua potable.

Las técnicas a ser ejecutadas en la limpieza, aplicación de recubrimientos no son limitantes para desarrollar el proyecto ya que se trata de utilizar equipos, herramientas, instrumentos y materiales conocidos que no acarrearán dificultad e inconveniente en lo posterior.

En cuanto al aspecto operativo es completamente factible debido a que los procesos de aplicación, limpieza y pruebas no es nada complicado.

La empresa constructora Consorcio Alao se encuentra apta para financiar el desarrollo del proyecto.

## **6.6 Fundamentación**

### **6.6.1 Preparación de superficies**

#### **6.6.1.1 SSPC-SP-3. Limpieza Mecánica**

Consiste en un raspado, cepillado o esmerilado a máquina de una manera muy minuciosa. Se deberá eliminar todo óxido de laminación, herrumbre, pintura que no se encuentre bien adherida. Al término de la limpieza la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro brillo metálico.

En este tipo de limpieza debe cuidarse de no bruñir la superficie metálica a fin de lograr buena adherencia de las pinturas a la base.

#### **6.6.1.2 El proceso bristle blasting**

El proceso Bristle Blasting se trata de una tecnología patentada que es capaz de eliminar la corrosión y/o revestimientos, dejando simultáneamente la superficie limpia y creando un perfil de anclaje.

Se trata de una cinta de material poliamida que está equipada con cerdas de alambre especialmente tratadas – el cepillo Bristle Blaster. Las cerdas son impulsadas dinámicamente por la herramienta y durante la rotación se aceleran las puntas de alambre debido al diseño de la barra aceleradora. Como resultado impactan las puntas de alambre en la superficie tratada con una energía cinética incrementada aumentando también la velocidad de impacto. Después del impacto en la superficie rebotan las puntas de alambre y siguen con la rotación para repetir el proceso. Durante todo ese proceso se elimina la corrosión o los revestimientos de la superficie. [27]





Figura 47. Equipo Bristle Blaster. [27]

### 6.6.2 Adhesión mecánica

Depende del tipo de rugosidad de la superficie, ya que una superficie tratada con cualquier tipo de abrasivo o decapada con ácidos en condiciones controladas, provee una rugosidad óptima para la adhesión mecánica del recubrimiento al sustrato. La profundidad de las rugosidades se denomina “patrón o perfil de anclaje” y, por supuesto, los recubrimientos que dependen solamente de la adhesión mecánica requieren una superficie más rugosa que aquellos que poseen buena adherencia física o química. La profundidad de la rugosidad varía de 1.0 a 2.0 mils (25-50 micrones).

El espesor de película requerido en el caso de este tipo de adherencia para lograr la mayor protección, dependerá del tipo de recubrimiento empleado y de las condiciones a las cuales estará sometido. [28]

### 6.6.3 Tipos de procesos para aplicación de recubrimientos

La aplicación de recubrimientos se realizará mediante pulverización y brochado.

#### 6.6.3.1 Pulverización

El primer método para aplicación por pulverización fue la atomización por aire. Un compresor entrega aire comprimido a través de una manguera a una pistola que atomiza la pintura a neblina, que es a su vez proyectada sobre la superficie. La pintura normalmente, depende del equipo, puede fluir en forma gravitacional, puede ser alimentada por succión o lo que es más común industrialmente, se mantiene en recipientes presurizados.

Desde este recipiente se empuja la pintura hacia la pistola a través de una manguera mediante aire comprimido. [29]

### **6.6.3.2 Brochado**

La aplicación a brocha es en si la menos exigente en cuanto a preparación de producto antes de aplicar y en la limpieza necesaria posterior a la faena. Bastara solamente limpiar la brocha. No obstante, la aplicación a brocha es más lenta que otros métodos y debería utilizarse en principio solo para áreas pequeñas, para efectuar cortes o para aplicar en cantos y esquinas. El trabajo de brochado es útil además para mejorar la humectación de las imprimaciones sobre superficies difíciles de pintar, respectivamente para incorporar residuos en la masa que pudiera haber quedado sobre la superficie. [29]

### **6.6.4 El espesor y sus funciones**

La pintura necesita tener un espesor mínimo para llevar a cabo su función. Debemos recordar que el espesor seco de un imprimante (primer) es el espesor sobre la altura del patrón de anclaje. Dependiendo de su tipo, los imprimantes también deben tener un espesor mínimo por otra razón, que es proveer la suficiente barrera para limitar el paso de los compuestos causantes de la corrosión, brindando suficiente pigmento inhibidor contra el proceso de corrosión o suficiente pigmento de sacrificio (zinc) para lograr que el zinc se corra y proteja el acero.

Las capas intermedias y los acabados también deben tener un espesor mínimo para realizar sus funciones. Un adecuado espesor de las capas intermedias forma una barrera contra el paso de los materiales causantes de la corrosión protegiendo la integridad de los imprimantes. Los acabados protegen las superficies del ataque químico, y a veces se requiere que resistan la abrasión y daño mecánico; estos dan una barrera adicional y deben ser lo suficientemente gruesos para proteger a las capas precedentes y para dar una apariencia agradable. Continuos estudios de la performance de sistemas de pinturas confirman que capas bajas en espesor no cumplirán efectivamente el trabajo para el que fueron diseñadas. A manera de ejemplo, un sistema inadecuadamente protegido se desprenderá prematuramente y el sustrato se corroerá.

Cuando se aplica una película a un espesor mayor al especificado, puede fallar, en primer lugar, debido a la pérdida de cohesión y en segundo lugar por la falta de adhesión. Dependiendo del tipo, las pinturas pueden quebrarse o levantarse; con este tipo de fallas las pinturas se desprenderán o permitirán la penetración de la humedad que iniciará la corrosión de la superficie. Un buen ejemplo de esto es el resquebrajamiento de los zinc inorgánicos, cuando se aplican a alto espesor (mud cracking).

El excesivo espesor de película puede también afectar el curado. En las pinturas que secan (endurecen) por oxidación con aire, como las pinturas a base de aceite o alquídicas, si la capa se aplica muy gruesa se producirá un curado superficial. El oxígeno no podrá penetrar esta piel y la pintura debajo permanecerá suave. El excesivo espesor puede causar también que el solvente quede atrapado dentro de la capa de pintura, esto produciría una película con agujeros, ampollas u otros defectos.

No para todas las pinturas mayor espesor significa mejor performance. [28]

## **6.7 Metodología**

Se implementó un procedimiento de recubrimiento anticorrosivo aplicados a los aceros Q235B en el sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo como propuesta de solución. El mismo que se encuentra detallado en la sección del Anexo F1.

La metodología que se llevó a cabo para la elaboración de la propuesta se describe a continuación:

### **6.7.1 Actividades previas**

- ✓ Para empezar, se revisó la información correspondiente al substrato base, debido a que es un material nuevo y no cuenta con la suficiente información. Debido a ello se solicitó a los proveedores de este material se facilite la información correspondiente. Por cuanto se deduce que es un acero de bajo carbono con propiedades similares al acero ASTM A36. Para verificar el grado de susceptibilidad a la corrosión se realizó ensayos de corrosión en cámaras de niebla salina. Obteniendo resultados de tasa de corrosión entre 0,4864 mm/año y 1,0735 mm/año estando en el rango de “metal con una resistencia a la corrosión tolerable con una velocidad entre 0,13 mm/año y 1,3 mm/año”.
- ✓ Se revisó la ficha técnica del recubrimiento que se va aplicar, se debe considerar que existe parámetros importantes como son las normas de fabricación, tipo de mezclado, limpieza, aplicación de recubrimiento, condiciones ambientales y equipo de protección personal. Se considerará el método que resulto más óptimo para el diseño de experimentos.
- ✓ Se debe prever un área cerrada para realizar las actividades de pintura donde se debe prohibir: Llamas abiertas, fumar o mantener elementos de calentamiento o fuentes de ignición de cualquier tipo.

### **6.7.2 Consideraciones iniciales**

En este apartado los lineamientos básicos que debe tener un instructivo o procedimiento:

- ✓ Nombre y codificación de documento
- ✓ Objetivo
- ✓ alcance del procedimiento
- ✓ Definiciones y abreviaturas
- ✓ Actividades y responsabilidades al personal involucrado en estas actividades.

### **6.7.3 Procedimiento**

- ✓ Para la ejecución de este procedimiento se iniciará indicando como se receiptará y almacenará el revestimiento. Verificando que los productos estén en conformidad con las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante.
- ✓ Preparación inicial del substrato, refiriéndose a las previsiones iniciales como son: Eliminación de aristas vivas, verificación que la soldadura haya terminado, evidenciar que haya condiciones ambientales.
- ✓ Preparación de la superficie, se utilizará el método de limpieza manual respetando las especificaciones que indica la ficha técnica.
- ✓ Se incluye el sistema de protección de tubería, en el cual se especifica: Tipo de recubrimiento, substrato, preparación de superficie, número de capas y el total de espesores.
- ✓ Aplicación de recubrimiento, se refiere a todas las actividades que infieren en la actividad de aplicar capas de pintura, incluye actividades de mezcla, aplicación y tipo de aplicación.

### **6.7.4 Control de calidad**

- ✓ Se realizará una inspección antes, durante y después de aplicar recubrimientos, respetando las especificaciones de las fichas técnicas del fabricante.
- ✓ Se realizará pruebas del espesor y calidad del revestimiento. En superficies seca o húmedas.
- ✓ Se llevará un control de las condiciones ambientales para poder aplicar revestimientos, con equipos debidamente calibrados.

## 6.7.5 Seguridad y Salud Ocupacional

- ✓ Junto con la ejecución del procedimiento y las actividades correspondientes se aplicarán las normas y procedimientos de salud, seguridad y ambiente.
- ✓ Indica el equipo mínimo de protección personal para realizar las actividades.
- ✓ Se realizará inspecciones periódicas de los trabajos, equipos y materiales con el fin de precautelar la integridad del personal.

## 6.8 Administración

### 6.8.1 Análisis de costos

Para el presente análisis se destaca los costos directos e indirectos de la propuesta implementada, no se toma en cuenta el diseño del estudio.

#### 6.8.1.1 Costos directos

Tabla 23. Rubro de costos – recursos materiales

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (USD)	Valor (USD)
1	Recubrimiento Anticorrosivo	1	GALÓN	\$50,00	\$50,00
2	Thinner	2	GALÓN	\$2,00	\$4,00
3	Brocha 4"	5	U	\$2,50	\$12,50
4	Guaípe	5	LB	\$1,00	\$5,00
5	Paños Absorbentes	10	U	\$0,25	\$2,50
6	Grata 7"	3	U	\$28,00	\$84,00
7	Grata 4-1/2"	3	U	\$18,00	\$54,00
8	Disco de corte 7"	3	U	\$1,25	\$3,75
9	Disco de desbaste 4-1/2"	3	U	\$1,00	\$3,00
10	Disco polifan	3	U	\$1,20	\$3,60
11	Trajes de pintura	3	U	\$3,00	\$9,00
				TOTAL	\$231,35

### 6.8.1.2 Costos indirectos

Tabla 24. Rubro de costos – máquinas y equipos

Ítem	Equipo	Horas trabajadas	Costo por hora (USD)	Valor (USD)
1	Generador eléctrico	10	\$2,00	\$20,00
2	Amoldora 7"	10	\$1,50	\$15,00
3	Amoladora 4-1/2"	5	\$1,00	\$5,00
4	Compresor 375 CFM	4	\$15,00	\$60,00
5	Herramientas Menores	8	\$5,00	\$40,00
6	Equipo de inspección de pintura	4	\$10,00	\$40,00
			TOTAL	\$180,00

Tabla 25. Rubro de costos – recursos humanos

Ítem	Descripción	Horas trabajadas	Costo por hora (USD)	Valor (USD)
1	Esmerilador	16	\$2,50	\$40,00
2	Ayudante de Pintura	24	\$2,50	\$60,00
3	Pintor	24	\$5,00	\$120,00
4	Investigador	200	\$6,25	\$1.250,00
5	Fiscalizador	16	\$10,42	\$166,67
			TOTAL	\$1.636,67

Tabla 26. Rubro de costos – recursos de oficina

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (USD)	Valor (USD)
1	Materiales de oficina	1	GLOBAL	\$35,00	\$35,00
2	Copias - Anillados	1000	U	\$0,05	\$50,00
3	Impresiones	500	U	\$0,10	\$50,00
4	DC'S	5	U	\$1,50	\$7,50
5	Empastado	3	U	\$30,00	\$90,00
				TOTAL	\$232,50

### 6.8.2 Costo total

La inversión total para implementar la propuesta es la sumatoria de los costos directos e indirecto, Como se muestra en la tabla 6.5.

Tabla 27. Rubro costo total

Ítem	Descripción	Valor (USD)
1	Recursos materiales	\$231,35
2	Máquinas y equipos	\$1.636,67
3	Recursos humanos	\$180,00
3	Recursos de oficina	\$232,50
	SUBTOTAL	\$2.280,52
	IMPREVISTOS (10%)	\$228,05
	TOTAL	\$2.508,57

De la tabla 22 se indica que el costo total para implementar la propuesta planteada tiene un valor total de \$2508,57

### 6.9 Previsión de la evaluación

La presente investigación es un aporte significativo a todos los entes constructores a nivel nacional ya que se carecía de información de aplicación de recubrimientos grado alimenticio a nuevos materiales incursionados en el mercado nacional. Este al ser de consumo humano es un sistema de recubrimientos delicado y muy poco tratado.

Además, se sugiere una investigación posterior a este trabajo, en la que cual se investigue otros métodos de protección anticorrosivos aplicados a Sistemas de Agua Potable.

## Referencias Bibliográficas

- [1] C. Santander, "Estudio Experimental de corrosión en metales de uso industrial por Desulfovibrio desulfuricans", Santiago de Chile: Univeridad de Chile, 2008.
- [2] O. Montes, R. Saldaña, F. Reyes y P. Zambrano, "Comportamiento a la Corrosión del Acero API X70 Soldado por el Proceso de Doble Arco Sumergido Inmerso en Diferentes Medios Corrosivos", Soldagem & Inspeção, 2016.
- [3] A. Correia y M. Colmenares, "Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control", Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 2010.
- [4] Tecnología en breve, «"Control de la Corrosión", Published by The National Environmental Services Center at West Virginia University.,» [En línea]. Available: [http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009\\_tb/spanish/corrosion\\_DWFSOM144.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/corrosion_DWFSOM144.pdf).
- [5] F. Cadena , F. Quiroz, M. Aldás, L. Lascano y V. Valle, «"Corrosión Metálica en Ambientes Exteriores e Interiores en las ciudades de Quito y Esmeraldas",» *Revista EPN*, vol. VOL. 33, n° 2, 2014.
- [6] R. Gallegos, Corrosión de tuberías de acero utilizadas en la distribución del agua potable en la ciudad de Quito", Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2001.
- [7] Ilustre Municipio de Riobamba, «Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba - Emapar,» [En línea]. Available: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/3369salvador.pdf>.
- [8] Telégrafo, «El proyecto para dar agua a Riobamba las 24 horas inició.,» *Regional Centro*, 14 Junio 2015.
- [9] A. Yépez, "Estudio de recubrimientos anticorrosivos aplicados sobre Acero A-36 y su incidencia en la tasa de corrosión utilizando la cámara de niebla salina", Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [10] M. Cajamarca y M. Romero, "Estudio del comportamiento de los recubrimientos anticorrosivos utilizados en estructuras metálicas de edificiod de la Región Costa del Ecuador", Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2014.
- [11] G. Lugo, "Evaluación electroquímica de recubrimientos anticorrosivos en condiciones de alta presión", Boca del Río: Universidad Veracruzana, 2015.



- [12] W. D. Callister, *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*, Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, Caracas, México: Editorial Reverté, S.A..
- [13] Chinese Steel Grades, «Structural Steel,» [En línea]. Available: <https://www.chinesesteelgrades.com/q235-steel/>. [Último acceso: 30 09 2019].
- [14] GADM Riobamba, "Estudio de planes maestros de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Riobamba", Riobamba: ACSAM Consultores Cía. Ltda., 2009.
- [15] NACE INTERNATIONAL, Programa de inspectores de Recubrimientos, Nivel 1, Manual del Estudiante, 2010.
- [16] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Naciona de Agua y Subdirección General de Agua Potable, Drenaje., Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, México.
- [17] A. Silva y V. Cevallos, Manual para recubrimientos utilizados en mantenimiento industrial y de edificios sus características y aplicaciones, Milagro, Ecuador: Universidad Estatal de Milagro, 2012.
- [18] J. Pachón, Control de Calidad Aplicaciones Recubrimientos Industriales, Tecnología total.
- [19] N. Ramírez, Aplicación de Sistemas a base de recubrimientos anticorrosivos para instalaciones superficiales, ductos, tuberías enterradas, sumergidas e interfaces., Universidad Veracruzana, 2012.
- [20] C. Arias, E. Calvo y J. Ochoa , Diseño y construcción de una cámara de niebla salina, *Scientia et Technica* Año XIII, No 36. Universidad Tecnológica de Pereira., 2007.
- [21] Laboratoires, «Micom laboratories Inc.,» [En línea]. Available: <https://www.micomlab.com/micom-testing/astm-b117/>. [Último acceso: 8 Noviembre 2019].
- [22] A. G. Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens, 2011.
- [23] ASTM 610, Standard Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces, 2001.
- [24] ASTM B117, Standard Practice for Operating Salt Spray, 2011.
- [25] H. Gutiérrez y R. De la Vara, *Análisis y diseño de experimentos*, México: Mc Graw Hill.

- [26] F. Gómez, *Mánual Básico de Corrosión para Ingenieros*, España: Servicio de Publicaciones, Universidad de Mursia, 2004.
- [27] Monti, «Catálogo Bristle Blaster».
- [28] M. Alvarez, *Evaluación de los recubrimientos orgánicos aplicados sobre el acero de estructuras y equipos del tren 1 de reactores de Orinoco Iron S.C.S.*, Venezuela: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.
- [29] P. Parrilla, *Pinturas y revestimientos*, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011.
- [30] G. Riobamba, *Estudio de planes maestros de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Riobamba*, Riobamba.
- [31] C. Giudice, *Métodos de aplicación e instalaciones de secado/curado para pinturas y recubrimientos.*, Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional, 2011.

# **ANEXO A**

## **(NORMAS)**

# ANEXO A1



Designation: B117 – 11

## Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation B117; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope\*

1.1 This practice covers the apparatus, procedure, and conditions required to create and maintain the salt spray (fog) test environment. Suitable apparatus which may be used is described in [Appendix X1](#).

1.2 This practice does not prescribe the type of test specimen or exposure periods to be used for a specific product, nor the interpretation to be given to the results.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:<sup>2</sup>

[B368](#) Test Method for Copper-Accelerated Acetic Acid-Salt Spray (Fog) Testing (CASS Test)

[D609](#) Practice for Preparation of Cold-Rolled Steel Panels for Testing Paint, Varnish, Conversion Coatings, and Related Coating Products

[D1193](#) Specification for Reagent Water

[D1654](#) Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments

[E70](#) Test Method for pH of Aqueous Solutions With the Glass Electrode

[E691](#) Practice for Conducting an Interlaboratory Study to

<sup>1</sup> This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee G01 on Corrosion of Metals and is the direct responsibility of Subcommittee G01.05 on Laboratory Corrosion Tests.

Current edition approved Oct. 1, 2011. Published November 2011. Originally approved in 1939. Last previous edition approved in 2009 as B117-09. DOI: 10.1520/B0117-11.

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

### Determine the Precision of a Test Method

#### [G85](#) Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing

### 3. Significance and Use

3.1 This practice provides a controlled corrosive environment which has been utilized to produce relative corrosion resistance information for specimens of metals and coated metals exposed in a given test chamber.

3.2 Prediction of performance in natural environments has seldom been correlated with salt spray results when used as stand alone data.

3.2.1 Correlation and extrapolation of corrosion performance based on exposure to the test environment provided by this practice are not always predictable.

3.2.2 Correlation and extrapolation should be considered only in cases where appropriate corroborating long-term atmospheric exposures have been conducted.

3.3 The reproducibility of results in the salt spray exposure is highly dependent on the type of specimens tested and the evaluation criteria selected, as well as the control of the operating variables. In any testing program, sufficient replicates should be included to establish the variability of the results. Variability has been observed when similar specimens are tested in different fog chambers even though the testing conditions are nominally similar and within the ranges specified in this practice.

### 4. Apparatus

4.1 The apparatus required for salt spray (fog) exposure consists of a fog chamber, a salt solution reservoir, a supply of suitably conditioned compressed air, one or more atomizing nozzles, specimen supports, provision for heating the chamber, and necessary means of control. The size and detailed construction of the apparatus are optional, provided the conditions obtained meet the requirements of this practice.

4.2 Drops of solution which accumulate on the ceiling or cover of the chamber shall not be permitted to fall on the specimens being exposed.

4.3 Drops of solution which fall from the specimens shall not be returned to the solution reservoir for respraying.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2950, United States.

Copyright ASTM International  
Provided by IHS under license with ASTM  
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Sold to NW PA Reg Plann and Dev Co, 742788  
Not for Resale, 12/08/2011 07:26:20 MST

4.4 Material of construction shall be such that it will not affect the corrosiveness of the fog.

4.5 All water used for this practice shall conform to Type IV water in Specification **D1193** (except that for this practice limits for chlorides and sodium may be ignored). This does not apply to running tap water. All other water will be referred to as reagent grade.

## 5. Test Specimens

5.1 The type and number of test specimens to be used, as well as the criteria for the evaluation of the test results, shall be defined in the specifications covering the material or product being exposed or shall be mutually agreed upon between the purchaser and the seller.

## 6. Preparation of Test Specimens

6.1 Specimens shall be suitably cleaned. The cleaning method shall be optional depending on the nature of the surface and the contaminants. Care shall be taken that specimens are not recontaminated after cleaning by excessive or careless handling.

6.2 Specimens for the evaluation of paints and other organic coatings shall be prepared in accordance with applicable specification(s) for the material(s) being exposed, or as agreed upon between the purchaser and the supplier. Otherwise, the test specimens shall consist of steel meeting the requirements of Practice **D609** and shall be cleaned and prepared for coating in accordance with the applicable procedure of Practice **D609**.

6.3 Specimens coated with paints or nonmetallic coatings shall not be cleaned or handled excessively prior to test.

6.4 Whenever it is desired to determine the development of corrosion from an abraded area in the paint or organic coating, a scratch or scribed line shall be made through the coating with a sharp instrument so as to expose the underlying metal before testing. The conditions of making the scratch shall be as defined in Test Method **D1654**, unless otherwise agreed upon between the purchaser and the seller.

6.5 Unless otherwise specified, the cut edges of plated, coated, or duplex materials and areas containing identification marks or in contact with the racks or supports shall be protected with a suitable coating stable under the conditions of the practice.

*Non:* 1—Should it be desirable to cut test specimens from parts or from preplated, painted, or otherwise coated steel sheet, the cut edges shall be protected by coating them with paint, wax, tape, or other effective media so that the development of a galvanic effect between such edges and the adjacent plated or otherwise coated metal surfaces, is prevented.

## 7. Position of Specimens During Exposure

7.1 The position of the specimens in the salt spray chamber during the test shall be such that the following conditions are met:

7.1.1 Unless otherwise specified, the specimens shall be supported or suspended between 15 and 30° from the vertical and preferably parallel to the principal direction of flow of fog through the chamber, based upon the dominant surface being tested.

7.1.2 The specimens shall not contact each other or any metallic material or any material capable of acting as a wick.

7.1.3 Each specimen shall be placed to permit unencumbered exposure to the fog.

7.1.4 Salt solution from one specimen shall not drip on any other specimen.

*Non:* 2—Suitable materials for the construction or coating of racks and supports are glass, rubber, plastic, or suitably coated wood. Bare metal shall not be used. Specimens shall preferably be supported from the bottom or the side. Slotted wooden strips are suitable for the support of flat panels. Suspension from glass hooks or waxed string may be used as long as the specified position of the specimens is obtained, if necessary by means of secondary support at the bottom of the specimens.

## 8. Salt Solution

8.1 The salt solution shall be prepared by dissolving  $5 \pm 1$  parts by mass of sodium chloride in 95 parts of water conforming to Type IV water in Specification **D1193** (except that for this practice limits for chlorides and sodium may be ignored). Careful attention should be given to the chemical content of the salt. The salt used shall be sodium chloride with not more than 0.3 % by mass of total impurities. Halides (Bromide, Fluoride, and Iodide) other than Chloride shall constitute less than 0.1 % by mass of the salt content. Copper content shall be less than 0.3 ppm by mass. Sodium chloride that has had anti-caking agents added shall not be used because such agents may act as corrosion inhibitors. See **Table 1** for a listing of these impurity restrictions. Upon agreement between the purchaser and the seller, analysis may be required and limits established for elements or compounds not specified in the chemical composition given above.

8.2 The pH of the salt solution shall be such that when atomized at 35°C (95°F) the collected solution will be in the pH range from 6.5 to 7.2 (**Note 3**). Before the solution is atomized it shall be free of suspended solids (**Note 4**). The pH measurement shall be made at  $23 \pm 3^\circ\text{C}$  ( $73 \pm 5^\circ\text{F}$ ) using a suitable glass pH-sensing electrode, reference electrode, and pH meter system in accordance with Test Method **E70**. pH measurement shall be recorded once daily (except on weekends, or holidays when the salt spray test is not interrupted for exposing, rearranging, or removing test specimens or to check and replenish the solution in the reservoir. The maximum interval between pH measurements shall not exceed 96 h). Only diluted, reagent grade hydrochloric acid (HCl) or reagent grade sodium hydroxide (NaOH) shall be used to adjust the pH.

*Non:* 3—Temperature affects the pH of a salt solution prepared from water saturated with carbon dioxide at room temperature and pH adjustment may be made by the following three methods:

(1) When the pH of a salt solution is adjusted at room temperature, and atomized at 35°C (95°F), the pH of the collected solution will be higher than the original solution due to the loss of carbon dioxide at the higher temperature. When the pH of the salt solution is adjusted at room temperature, it is therefore necessary to adjust it below 6.5 so the collected solution after atomizing at 35°C (95°F) will meet the pH limits of 6.5 to 7.2. Take about a 50-mL sample of the salt solution as prepared at room temperature, boil gently for 30 s, cool, and determine the pH. When the pH of the salt solution is adjusted to 6.5 to 7.2 by this procedure, the pH of the atomized and collected solution at 35°C (95°F) will come within this range.

(2) Heating the salt solution to boiling and cooling to 35°C (95°F) and maintaining it at 35°C (95°F) for approximately 48 h before adjusting the pH produces a solution the pH of which does not materially change when



**TABLE 1 Maximum Allowable Limits for Impurity Levels in Sodium Chloride<sup>A,B,C</sup>**

NOTE—A measurable limit for anti-caking agents is *not* being defined as a result of how salt is manufactured. During salt manufacturing, it is common practice to create salt slurry from the raw salt mined. A crystallization process then captures the pure salt from this slurry. Some naturally occurring anti-caking agents can be formed in this process and are not removed from the resultant product. Avoid salt products where extra anti-caking agents are added. Additionally, when doing an elemental analysis of salt, there can be trace elements present that are either a stand-alone element or part of an anti-caking agent. It is not economically feasible to know where such elements came from due to the long list of possible anti-caking agents for which there would have to be testing. Therefore, a salt product that meets the impurity, halide, and copper limits with no anti-caking agents added will be acceptable. The salt supplier can provide an analysis of the salt with a statement indicating that anti-caking agents were not added to the product.

Impurity Description	Allowable Amount
Total Impurities	≤ 0.3 %
Halides (Bromide, Fluoride and Iodide) excluding Chloride	< 0.1 %
Copper	< 0.3 ppm
Anti-caking Agents	None Added

<sup>A</sup> A common formula used to calculate the amount of salt required by mass to achieve a 5 % salt solution of a known mass of water is:

$$0.053 \times \text{Mass of Water} = \text{Mass of NaCl required}$$

The mass of water is 1 g per 1 mL. To calculate the mass of salt required in grams to mix 1 L of a 5 % salt solution, multiply 0.053 by 1000 g (35.27 oz, the mass of 1 L of water). This formula yields a result of 53 g (1.87 oz) of NaCl required for each litre of water to achieve a 5 % salt solution by mass.

The 0.053 multiplier for the sodium chloride used above is derived by the following:

1000 g (mass of a full L of water) divided by 0.95 (water is only 95 % of the total mixture by mass) yields 1053 g

This 1053 g is the total mass of the mixture of one L of water with a 5% sodium chloride concentration. 1053 g minus the original weight of the L of water, 1000 g, yields 53 g for the weight of the sodium chloride. 53 g of total sodium chloride divided by the original 1000 g of water yields a 0.053 multiplier for the sodium chloride.

As an example: to mix the equivalent of 200 L (52.83 gal) of 5 % sodium chloride solution, mix 10.6 kg (23.37 lb) of sodium chloride into 200 L (52.83 gal) of water. 200 L of water weighs 200 000 g. 200 000 g of water × 0.053 (sodium chloride multiplier) = 10 600 g of sodium chloride, or 10.6 kg.

<sup>B</sup> In order to ensure that the proper salt concentration was achieved when mixing the solution, it is recommended that the solution be checked with either a salimeter hydrometer or specific gravity hydrometer. When using a salimeter hydrometer, the measurement should be between 4 and 6 % at 25°C (77°F).

<sup>C</sup> If the purity of the salt used is >99.9%, then the limits for halides can be ignored. This is due to the fact that the halides cannot be ≥0.1% with a salt purity of >99.9%. If the salt used is of lower purity, then test for halides.

atomized at 35°C (95°F).

(3) Heating the water from which the salt solution is prepared to 35°C (95°F) or above, to expel carbon dioxide, and adjusting the pH of the salt solution within the limits of 6.5 to 7.2 produces a solution the pH of which does not materially change when atomized at 35°C (95°F).

NOTE 4—The freshly prepared salt solution may be filtered or decanted before it is placed in the reservoir, or the end of the tube leading from the solution to the atomizer may be covered with a double layer of cheesecloth to prevent plugging of the nozzle.

NOTE 5—The pH can be adjusted by additions of dilute ACS reagent grade hydrochloric acid or sodium hydroxide solutions.

## 9. Air Supply

9.1 The compressed air supply to the Air Saturator Tower shall be free of grease, oil, and dirt before use by passing through well-maintained filters. (NOTE 6) This air should be maintained at a sufficient pressure at the base of the Air Saturator Tower to meet the suggested pressures of Table 2 at the top of the Air Saturator Tower.

**TABLE 2 Suggested Temperature and Pressure Guideline for the Top of the Air Saturator Tower for the Operation of a Test at 35°C (95°F)**

Air Pressure, kPa	Temperature, °C	Air Pressure, psi	Temperature, °F
83	46	12	114
96	47	14	117
110	48	16	119
124	49	18	121

NOTE 6—The air supply may be freed from oil and dirt by passing it through a suitable oil/water extractor (that is commercially available) to stop any oil from reaching the Air Saturator Tower. Many oil/water extractors have an expiration indicator, proper preventive maintenance intervals should take these into account.

9.2 The compressed air supply to the atomizer nozzle or nozzles shall be conditioned by introducing it into the bottom of a tower filled with water. A common method of introducing the air is through an air dispersion device (X1.4.1). The level of the water must be maintained automatically to ensure adequate humidification. It is common practice to maintain the temperature in this tower between 46 and 49°C (114–121°F) to offset the cooling effect of expansion to atmospheric pressure during the atomization process. Table 2 shows the temperature, at different pressures, that are commonly used to offset the cooling effect of expansion to atmospheric pressure.

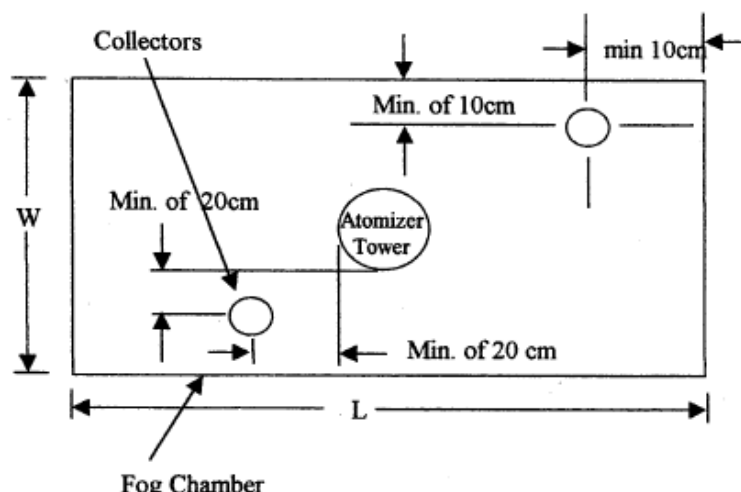
9.3 Careful attention should be given to the relationship of tower temperature to pressure since this relationship can have a direct impact to maintaining proper collection rates (NOTE 7). It is preferable to saturate the air at temperatures well above the chamber temperature as insurance of a wet fog as listed in Table 2.

NOTE 7—If the tower is run outside of these suggested temperature and pressure ranges to achieve proper collection rates as described in 10.2 of this practice, other means of verifying the proper corrosion rate in the chamber should be investigated, such as the use of control specimens (panels of known performance in the test conducted). It is preferred that control panels be provided that bracket the expected test specimen performance. The controls allow for the normalization of test conditions during repeated running of the test and will also allow comparisons of test results from different repeats of the same test. (Refer to Appendix X3, Evaluation of Corrosive Conditions, for mass loss procedures).

## 10. Conditions in the Salt Spray Chamber

10.1 *Temperature*—The exposure zone of the salt spray chamber shall be maintained at 35 ± 2°C (95 ± 3°F). Each set point and its tolerance represents an operational control point for equilibrium conditions at a single location in the cabinet which may not necessarily represent the uniformity of conditions throughout the cabinet. The temperature within the exposure zone of the closed cabinet shall be recorded (NOTE 8) at least once daily (except on Saturdays, Sundays, and holidays when the salt spray test is not interrupted for exposing, rearranging, or removing test specimens or to check and replenish the solution in the reservoir)

NOTE 8—A suitable method to record the temperature is by a continuous recording device or by a thermometer which can be read from outside the closed cabinet. The recorded temperature must be obtained with the salt spray chamber closed to avoid a false low reading because of wet-bulb effect when the chamber is open.



Nom.—This figure shows a typical fog collector arrangement for a single atomizer tower cabinet. The same fog collector arrangement is also applicable for multiple atomizer tower and horizontal (“T” type) atomizer tower cabinet constructions as well.

FIG. 1 Arrangement of Fog Collectors

10.2 *Atomization and Quantity of Fog*—Place at least two clean fog collectors per atomizer tower within the exposure zone so that no drops of solution will be collected from the test specimens or any other source. Position the collectors in the proximity of the test specimens, one nearest to any nozzle and the other farthest from all nozzles. A typical arrangement is shown in Fig. 1. The fog shall be such that for each 80 cm<sup>2</sup> (12.4 in.<sup>2</sup>) of horizontal collecting area, there will be collected from 1.0 to 2.0 mL of solution per hour based on an average run of at least 16 h (Note 9). The sodium chloride concentration of the collected solution shall be 5 ± 1 mass % (Notes 9-11). The pH of the collected solution shall be 6.5 to 7.2. The pH measurement shall be made as described in 8.2 (Note 3). Both sodium chloride concentration (measured as specific gravity) and volume of condensate collected (measured in mL) shall be recorded once daily (except on weekends, or holidays when the salt spray test is not interrupted for exposing, rearranging, or removing test specimens or to check and replenish the solution in the reservoir. The maximum interval between these data collection measurements shall not exceed 96 h).

Nom: 9—Suitable collecting devices are glass or plastic funnels with the stems inserted through stoppers into graduated cylinders, or crystallizing dishes. Funnels and dishes with a diameter of 10 cm (3.94 in.) have an area of about 80 cm<sup>2</sup> (12.4 in.<sup>2</sup>).

Nom: 10—The specific gravity of salt solution will change with temperature. Table 3 shows salt concentration and density versus temperature<sup>3</sup> and can be used to determine if the sample measured is within

<sup>3</sup> “Thermodynamic Properties of the NaCl + H<sub>2</sub>O system II. Thermodynamic Properties of NaCl(aq), NaCl·2H<sub>2</sub>O(cr), and Phase Equilibria,” *Journal of Physics and Chemistry Reference Data*, Vol. 21, No. 4, 1992.

specification. The sample to be measured may be a composite sample from multiple fog-collecting devices within a single cabinet, if necessary, to obtain sufficient solution volume for measurement.

Table 3 shows the salt concentration and salt density of 4%, 5% and 6% salt solution between 20°C and 40°C. A measurement that falls within the range between 4% and 6% is acceptable.

It is important to understand the equipment being used to measure specific gravity. One common practice for specific gravity measurement is the use of a hydrometer. If used, careful attention to the hydrometer type is important as most are manufactured and calibrated for measurements at 15.6°C (60°F). Since salt density is temperature dependent, an offset will be necessary to make an accurate measurement at other temperatures. Contact the hydrometer manufacturer to find the proper offset for the hydrometer being used.

Nom: 11—Salt solutions from 2 to 6 % will give the same results, though for uniformity the limits are set at 4 to 6 %.

10.3 The nozzle or nozzles shall be so directed or baffled that none of the spray can impinge directly on the test specimens.

## 11. Continuity of Exposure

11.1 Unless otherwise specified in the specifications covering the material or product being tested, the test shall be continuous for the duration of the entire test period. Continuous operation implies that the chamber be closed and the spray operating continuously except for the short daily interruptions necessary to inspect, rearrange, or remove test specimens, to check and replenish the solution in the reservoir, and to make necessary recordings as described in Section 10.

Nom: 12—Operations should be so scheduled that the cumulative maximum time for these interruptions are held to 60 min or less per day. It is recommended to have only one interruption per day if possible. If interruption time is longer than 60 min, it should be noted in the test report.

TABLE 3 Temperature versus Density Data

Temperature °C (°F)	Density, g/cm <sup>3</sup>		
	4-percent Salt Concentration	5-percent Salt Concentration	6-percent Salt Concentration
20 (68)	1.025758	1.032360	1.038867
21 (69.8)	1.025480	1.032067	1.038560
22 (71.6)	1.025193	1.031766	1.038245
23 (73.4)	1.024899	1.031458	1.037924
24 (75.2)	1.024596	1.031142	1.037596
25 (77)	1.024286	1.030819	1.037261
26 (78.8)	1.023969	1.030489	1.036919
27 (80.6)	1.023643	1.030152	1.036570
28 (82.4)	1.023311	1.029808	1.036215
29 (84.2)	1.022971	1.029457	1.035853
30 (86)	1.022624	1.029099	1.035485
31 (87.8)	1.022270	1.028735	1.035110
32 (89.6)	1.021910	1.028364	1.034729
33 (91.4)	1.021542	1.027986	1.034343
34 (93.2)	1.021168	1.027602	1.033950
35 (95)	1.020787	1.027212	1.033551
36 (96.8)	1.020399	1.026816	1.033146
37 (98.6)	1.020006	1.026413	1.032735
38 (100.4)	1.019605	1.026005	1.032319
39 (102.2)	1.019199	1.025590	1.031897
40 (104)	1.018786	1.025170	1.031469

**12. Period of Exposure**

12.1 The period of exposure shall be as designated by the specifications covering the material or product being tested or as mutually agreed upon between the purchaser and the seller.

Non: 13—Recommended exposure periods are to be as agreed upon between the purchaser and the seller, but exposure periods of multiples of 24 h are suggested.

**13. Cleaning of Tested Specimens**

13.1 Unless otherwise specified in the specifications covering the material or product being tested, specimens shall be treated as follows at the end of the test:

13.1.1 The specimens shall be carefully removed.

13.2 Specimens may be gently washed or dipped in clean running water not warmer than 38°C (100°F) to remove salt deposits from their surface, and then immediately dried.

**14. Evaluation of Results**

14.1 A careful and immediate examination shall be made as required by the specifications covering the material or product being tested or by agreement between the purchaser and the seller.

**15. Records and Reports**

15.1 The following information shall be recorded, unless otherwise prescribed in the specifications covering the material or product being tested:

15.1.1 Type of salt and water used in preparing the salt solution.

15.1.2 All readings of temperature within the exposure zone of the chamber.

15.1.3 Data obtained from each fog-collecting device of volume of salt solution collected in millilitres per hour per 80 cm<sup>2</sup>(12.4 in.<sup>2</sup>).

15.1.4 Concentration or specific gravity of collected solution and the temperature of that solution when measured. Follow Table 3 for salt concentration and density versus temperature to determine that the sample measured is within specification. Sample to be measured may be a composite sample from multiple fog-collecting devices (within a single cabinet), if necessary to obtain sufficient solution volume for measurement.

15.1.5 pH of collected solution at 23 ± 3°C (73 ± 5°F). Sample to be measured may be a composite sample from multiple fog-collecting devices (within a single cabinet), if necessary to obtain sufficient solution volume for measurement.

15.2 Type of specimen and its dimensions, or number or description of part,

15.3 Method of cleaning specimens before and after testing,

15.4 Method of supporting or suspending article in the salt spray chamber,

15.5 Description of protection used as required in 6.5,

15.6 Exposure period,

15.7 Interruptions in exposure, cause, and length of time, and

15.8 Results of all inspections.

Non: 14—If any of the atomized salt solution which has not contacted the test specimens is returned to the reservoir, it is advisable to record the concentration or specific gravity of this solution also.

**16. Keywords**

16.1 controlled corrosive environment; corrosive conditions; determining mass loss; salt spray (fog) exposure



**X1. CONSTRUCTION OF APPARATUS**
**X1.1 Cabinets**

X1.1.1 Standard salt spray cabinets are available from several suppliers, but certain pertinent accessories are required before they will function according to this practice and provide consistent control for duplication of results.

X1.1.2 The salt spray cabinet consists of the basic chamber, an air-saturator tower, a salt solution reservoir, atomizing nozzles, specimen supports, provisions for heating the chamber, and suitable controls for maintaining the desired temperature.

X1.1.3 Accessories such as a suitable adjustable baffle or central fog tower, automatic level control for the salt reservoir, and automatic level control for the air-saturator tower are pertinent parts of the apparatus.

X1.1.4 The size and shape of the cabinet shall be such that the atomization and quantity of collected solution is within the limits of this practice.

X1.1.5 The chamber shall be made of suitably inert materials such as plastic, glass, or stone, or constructed of metal and lined with impervious plastics, rubber, or epoxy-type materials or equivalent.

X1.1.6 All piping that contacts the salt solution or spray should be of inert materials such as plastic. Vent piping should be of sufficient size so that a minimum of back pressure exists and should be installed so that no solution is trapped. The exposed end of the vent pipe should be shielded from extreme air currents that may cause fluctuation of pressure or vacuum in the cabinet.

**X1.2 Temperature Control**

X1.2.1 The maintenance of temperature within the salt chamber can be accomplished by several methods. It is generally desirable to control the temperature of the surroundings of the salt spray chamber and to maintain it as stable as possible. This may be accomplished by placing the apparatus in a constant-temperature room, but may also be achieved by surrounding the basic chamber of a jacket containing water or air at a controlled temperature.

X1.2.2 The use of immersion heaters in an internal salt solution reservoir or within the chamber is detrimental where heat losses are appreciable because of solution evaporation and radiant heat on the specimens.

**X1.3 Spray Nozzles**

X1.3.1 Satisfactory nozzles may be made of hard rubber, plastic, or other inert materials. The most commonly used type

is made of plastic. Nozzles calibrated for air consumption and solution-atomized are available. The operating characteristics of a typical nozzle are given in [Table X1.1](#).

X1.3.2 It can readily be seen that air consumption is relatively stable at the pressures normally used, but a marked reduction in solution sprayed occurs if the level of the solution is allowed to drop appreciably during the test. Thus, the level of the solution in the salt reservoir must be maintained automatically to ensure uniform fog delivery during the test.<sup>4</sup>

X1.3.3 If the nozzle selected does not atomize the salt solution into uniform droplets, it will be necessary to direct the spray at a baffle or wall to pick up the larger drops and prevent them from impinging on the test specimens. Pending a complete understanding of air-pressure effects, and so forth, it is important that the nozzle selected shall produce the desired condition when operated at the air pressure selected. Nozzles are not necessarily located at one end, but may be placed in the center and can also be directed vertically up through a suitable tower.

**X1.4 Air for Atomization**

X1.4.1 The air used for atomization must be free of grease, oil, and dirt before use by passing through well-maintained filters. Room air may be compressed, heated, humidified, and washed in a water-sealed rotary pump if the temperature of the water is suitably controlled. Otherwise cleaned air may be introduced into the bottom of a tower filled with water through a porous stone or multiple nozzles. The level of the water must be maintained automatically to ensure adequate humidification. A chamber operated in accordance with this method and [Appendix X1](#) will have a relative humidity between 95 and 98 %. Since salt solutions from 2 to 6 % will give the same results (though for uniformity the limits are set at 4 to 6 %), it is preferable to saturate the air at temperatures well above the chamber temperature as insurance of a wet fog. [Table X1.2](#) shows the temperatures, at different pressures, that are required to offset the cooling effect of expansion to atmospheric pressure.

X1.4.2 Experience has shown that most uniform spray chamber atmospheres are obtained by increasing the atomizing air temperature sufficiently to offset heat losses, except those that can be replaced otherwise at very low-temperature gradients.

<sup>4</sup> A suitable device for maintaining the level of liquid in either the saturator tower or reservoir of test solution may be designed by a local engineering group, or it may be purchased from manufacturers of test cabinets as an accessory.



**X1.5 Types of Construction**

X1.5.1 A modern laboratory cabinet is shown in Fig. X1.1. Walk-in chambers are usually constructed with a sloping ceiling. Suitably located and directed spray nozzles avoid ceiling accumulation and drip. Nozzles may be located at the ceiling, or 0.91 m (3 ft) from the floor directed upward at 30 to 60° over a passageway. The number of nozzles depends on type and capacity and is related to the area of the test space. An 11 to 19 L (3 to 5-gal) reservoir is required within the chamber, with the level controlled. The major features of a walk-in type cabinet, which differs significantly from the laboratory type, are illustrated in Fig. X1.2. Construction of a plastic nozzle, such as is furnished by several suppliers, is shown in Fig. X1.3.

**TABLE X1.1 Operating Characteristics of Typical Spray Nozzle**

Siphon Height, cm	Air Flow, dm <sup>3</sup> /min				Solution Consumption, cm <sup>3</sup> /h			
	Air Pressure, kPa				Air Pressure, kPa			
	34	69	103	138	34	69	103	138
10	19	26.5	31.5	36	2100	3840	4584	5256
20	19	26.5	31.5	36	636	2760	3720	4320
30	19	26.5	31.5	36	0	1380	3000	3710
40	19	26.6	31.5	36	0	780	2124	2904

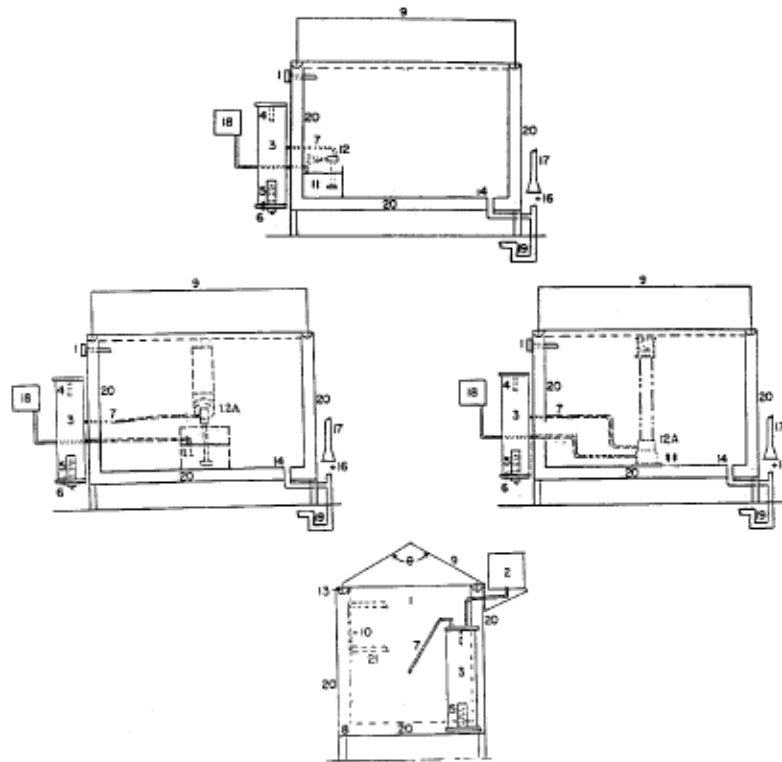
Siphon Height, in.	Air Flow, L/min				Solution Consumption, mL/h			
	Air Pressure, psi				Air Pressure, psi			
	5	10	15	20	5	10	15	20
4	19	26.5	31.5	36	2100	3840	4584	5256
8	19	26.5	31.5	36	636	2760	3720	4320
12	19	26.5	31.5	36	0	1380	3000	3710
16	19	26.6	31.5	36	0	780	2124	2904

**TABLE X1.2 Temperature and Pressure Requirements for Operation of Test at 95°F**

	Air Pressure, kPa			
	83	96	110	124
Temperature, °C	46	47	48	49

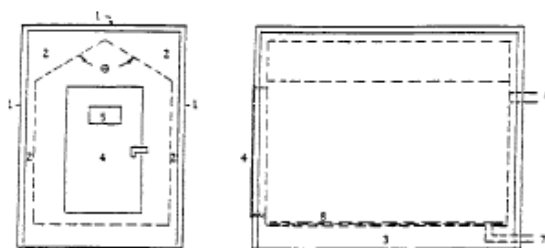
	Air Pressure, psi			
	12	14	16	18
Temperature, °F	114	117	119	121



Note—This figure shows the various components including alternate arrangements of the spray nozzles and solution reservoir.

- e—Angle of lid, 90 to 125°
- 1—Thermometer and thermostat for controlling heater (Item No. 8) in base
- 2—Automatic water leveling device
- 3—Humidifying tower
- 4—Automatic temperature regulator for controlling heater (Item No. 5)
- 5—Immersion heater, nonrusting
- 6—Air inlet, multiple openings
- 7—Air tube to spray nozzle
- 8—Heater in base
- 9—Hinged top, hydraulically operated, or counterbalanced
- 10—Brackets for rods supporting specimens, or test table
- 11—Internal reservoir
- 12—Spray nozzle above reservoir, suitably designed, located, and baffled
- 12A—Spray nozzle housed in dispersion tower located preferably in center of cabinet (typical examples)
- 13—Water seal
- 14—Combination drain and exhaust. Exhaust at opposite side of test space from spray nozzle (Item 12), but preferably in combination with drain, waste trap, and forced draft waste pipe (Items 16, 17, and 19)
- 15—number not used
- 16—Complete separation between forced draft waste pipe (Item 17) and combination drain and exhaust (Items 14 and 19) to avoid undesirable suction or back pressure
- 17—Forced draft waste pipe
- 18—Automatic leveling device for reservoir
- 19—Waste trap
- 20—Air space or water jacket
- 21—Test table or rack, well below roof area

FIG. X1.1 Typical Salt Spray Cabinet



Note: 1—The controls are the same, in general as for the smaller laboratory type cabinet (Fig. X1.1), but are sized to care for the larger cube. The chamber has the following features:

- θ—Angle of ceiling, 90 to 125°
- 1—Heavy insulated outer panels
- 2—Air space
- 3—Low-watt density heaters, or steam coils
- 4—Single- or double-, full-opening door (refrigeration type), with inward sloping door sill
- 5—Viewing window/s
- 6—Inner chamber vent
- 7—Inner chamber drain
- 8—Duct boards on floor

FIG. X1.2 Walk-In Chamber, 1.5 by 2.4 m (5 by 8 ft) and Upward In Overall Size

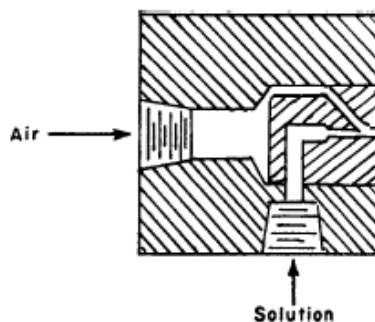


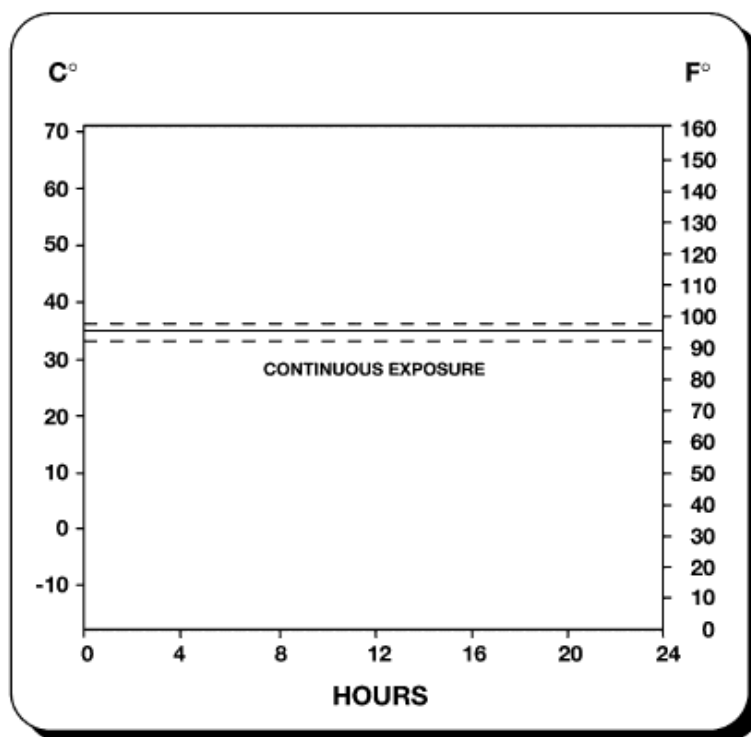
FIG. X1.3 Typical Spray Nozzle

## X2. USE OF THE SALT SPRAY (FOG) TEST IN RESEARCH

X2.1 This practice is primarily used for process qualification and quality acceptance. Regarding any new applications, it is essential to correlate the results of this practice with actual field exposure results. (See Fig. X2.1.)

X2.2 The salt spray has been used to a considerable extent for the purpose of comparing different materials or finishes. It should be noted there is usually not a direct relation between salt spray (fog) resistance and resistance to corrosion in other media, because the chemistry of the reactions, including the formation of films and their protective value, frequently varies greatly with the precise conditions encountered. Informed personnel are aware of the erratic composition of basic alloys, the possibility of wide variations in quality and thickness of plated items produced on the same racks at the same time, and the consequent need for a mathematical determination of the

number of specimens required to constitute an adequate sample for test purposes. In this connection it is well to point out that Practice B117 is not applicable to the study or testing of decorative chromium plate (nickel-chromium) on steel or on zinc-base die castings or of cadmium plate on steel. For this purpose Test Method B368 and Practice G85 are available, which are also considered by some to be superior for comparison of chemically treated aluminum (chromated, phosphated, or anodized), although final conclusions regarding the validity of test results related to service experience have not been reached. Practice B117 and Practice G85 are considered to be most useful in estimating the relative behavior of closely related materials in marine atmospheres, since it simulates the basic conditions with some acceleration due to either wetness or temperature, or both.



NOTE 1—Dashed chart lines indicate temperature tolerance limits.  
 NOTE 2—Reprinted with permission.

- (1) Salt Solution— $5 \pm 1$  parts by mass of sodium chloride (NaCl) in 95 parts by mass of Specification D1193 Type IV water.
- (2) pH 6.5 to 7.2 of collected solution.
- (3) The exposure zone of the salt spray chamber shall be maintained at  $35 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $95 \pm 3^\circ\text{F}$ ). Each set point and its tolerance represents an operational control point for equilibrium conditions at a single location in the cabinet which may not necessarily represent the uniformity of conditions throughout the cabinet.
- (4) Fog at a rate of 1.0 to 2.0 mL/h per 80 cm<sup>2</sup> of horizontal collection area.

FIG. X2.1 Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus

### X3. EVALUATION OF CORROSIVE CONDITIONS

**X3.1 General**—This appendix covers test panels and procedures for evaluating the corrosive conditions within a salt spray cabinet. The procedure involves the exposure of steel test panels and the determination of their mass losses in a specified period of time. This may be done monthly or more frequently to ensure consistent operation over time. It is also useful for correlating the corrosive conditions among different cabinets.

**X3.2 Test Panels**—The required test panels, 76 by 127 by 0.8 mm (3.0 by 5.0 by .0315 in.), are made from SAE 1008 commercial-grade cold-rolled carbon steel (UNS G10080).

**X3.3 Preparation of Panels Before Testing**—Clean panels before testing by degreasing only, so that the surfaces are free of dirt, oil, or other foreign matter that could influence the test results. After cleaning, weigh each panel on an analytical balance to the nearest 1.0 mg and record the mass.

**X3.4 Positioning of Test Panels**—Place a minimum of two

weighed panels in the cabinet, with the 127-mm (5.0 in.) length supported 30° from vertical. Place the panels in the proximity of the condensate collectors. (See Section 6.)

**X3.5 Duration of Test**—Expose panels to the salt fog for 48 to 168 h.

**X3.6 Cleaning of Test Panels After Exposure**—After removal of the panels from the cabinet, rinse each panel immediately with running tap water to remove salt, and rinse in reagent grade water (see Specification D1193, Type IV). Chemically clean each panel for 10 min at 20 to 25°C in a fresh solution prepared as follows:

Mix 1000 mL of hydrochloric acid (sp gr 1.19) with 1000 mL reagent grade water (D1193, Type IV) and add 10 g of hexamethylene tetramine. After cleaning, rinse each panel with reagent grade water (Type IV) and dry (see 13.2).

**X3.7 Determining Mass Loss**—Immediately after drying,



determine the mass loss by reweighing and subtracting panel mass after exposure from its original mass.

X3.7.1 Data generated in the interlaboratory study using this method are available from ASTM as a Research Report.<sup>5</sup>

**X3.8 Precision and Bias—Steel Panel Test**

X3.8.1 An interlaboratory test program using three different sets of UNS G10080 steel panels, 76 by 127 by 0.8 mm (3.0 by 5.0 by .0315 in.) has shown that the repeatability of the mass loss of the steel panels, that is, the consistency in mass loss results that may be expected when replicate panels are run simultaneously in a salt spray cabinet, is dependent upon exposure time and the panel lot or source. The interlaboratory program yielded repeatability standard deviations,  $S_r$ , from which 95 % repeatability limits,  $r$ , were calculated as follows (see Practice E691):

$$r = 2.8 S_r \tag{X3.1}$$

X3.8.1.1 The values of  $S_r$  and  $r$  are reported in Table X3.1. Note that the corrosion rate of steel in this environment is approximately constant over the exposure interval and that the ratio of the standard deviation to the average mass loss, the coefficient of variation,  $C_v$ , varies between 5 and 10 % with a weighted average of 7.4 % and an  $r$  of  $\pm 21$  % of the average mass loss.

X3.8.2 This interlaboratory program also produced results on the reproducibility of results, that is, the consistency of mass loss results in tests in different laboratories or in different cabinets in the same facility. This program yielded reproducibility standard deviations,  $S_R$ , from which 95 % reproducibility limits,  $R$ , were calculated as follows (See Practice E691):

$$R = 2.8 S_R \tag{X3.2}$$

X3.8.2.1 The values of  $S_R$  and  $R$  are reported in Table X3.2. Note that the ratio of standard deviation to the average mass loss, the coefficient of variation,  $C_v$ , varies between 8 to 18 % with a weighted average of 12.7 % and an  $R$  of  $\pm 36$  % of the average mass loss.

X3.8.3 The mass loss of steel in this salt spray practice is dependent upon the area of steel exposed, the temperature, time

of exposure, salt solution make up and purity, pH, spray conditions, and the metallurgy of the steel. The procedure in Appendix X3 for measuring the corrosivity of neutral salt spray cabinets with steel panels has no bias because the value of corrosivity of the salt spray is defined only in terms of this practice.

**TABLE X3.1 Repeatability Statistics**

Non.—Based on two replicates in every test run. No. = number of different salt spray cabinets in test program;  $r$  = 95 % repeatability limits, g;  $C_v = S_r/\text{avg}$ , coefficient of variation, %; and  $S_r$  = repeatability standard deviations, g.

Materials	Test Duration, h	Average Mass Loss, g	$S_r$ , g	$C_v$ , %	$r$ , g	No.
QP1	48	0.8170	0.0588	7.20	0.1646	12
QP1	96	1.5347	0.1048	7.28	0.2934	12
QP1	168	2.5996	0.2498	9.61	0.6994	12
AP	48	0.7787	0.0403	5.17	0.1128	10
AP	96	1.4094	0.0923	6.55	0.2584	10
AP	168	2.4309	0.1594	6.56	0.4463	10
QP2	48	0.8566	0.0686	8.01	0.1921	5
QP2	96	1.5720	0.0976	6.21	0.2733	5
QP2	168	2.7600	0.2588	9.38	0.7246	5

**TABLE X3.2 Reproducibility Statistics**

Non.—No. = number of different salt spray cabinets in test program;  $R$  = 95 % reproducibility limits, g;  $C_v = S_R/\text{avg}$ , coefficient of variation, %; and  $S_R$  = reproducibility standard deviation, g.

Materials	Test Duration, h	Average Mass Loss, g	$S_R$ , g	$C_v$ , %	$R$ , g	No.
QP1	48	0.8170	0.0947	11.58	0.2652	12
QP1	96	1.5347	0.2019	14.02	0.5653	12
QP1	168	2.5996	0.3255	12.52	0.9114	12
AP	48	0.7787	0.0805	10.33	0.2254	10
AP	96	1.4094	0.1626	11.54	0.4553	10
AP	168	2.4309	0.3402	14.00	0.9526	10
QP2	48	0.8566	0.1529	17.85	0.4281	5
QP2	96	1.5720	0.1319	8.39	0.3693	5
QP2	168	2.7600	0.3673	14.03	1.0844	5

<sup>5</sup> Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR:G01-1003.

**SUMMARY OF CHANGES**

Committee G01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (B117–09) that may impact the use of this standard.

- (1) Added Note 10 and Note 12.
- (2) Added Table 3.
- (3) Added note to Table 1.

- (4) Revised 15.1.3, 15.1.4, and 15.1.5.
- (5) Revised 8.1 and 8.2.
- (6) Revised 10.2.

*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or [service@astm.org](mailto:service@astm.org) (e-mail); or through the ASTM website ([www.astm.org](http://www.astm.org)). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the ASTM website ([www.astm.org/COPYRIGHT/](http://www.astm.org/COPYRIGHT/)).*



## ANEXO A2



Designation: D 610 – 01

Steel Structures Painting Council  
SSPC-VIS-2

### Standard Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation D 610; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

#### 1. Scope\*

1.1 This test method covers the evaluation of the degree of rusting on painted steel surfaces. The visual examples which depict the percentage of rusting given in the written specifications form part of the standard. In the event of a dispute, the written definition prevails. These visual examples were developed in cooperation with SSPC: The Society for Protective Coatings to further standardization of methods.

1.2 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

#### 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Adjunct/SSPC: The Society for Protective Coatings*

SSPC-VIS 2/ASTM D 610 Standard Method of Evaluating Degrees of Rusting on Painted Steel Surfaces<sup>2</sup>

#### 3. Significance and Use

3.1 The amount of rusting beneath or through a paint film is a significant factor in determining whether a coating system should be repaired or replaced. This test method provides a standardized means for quantifying the amount and distribution of visible surface rust.

3.2 The degree of rusting is evaluated using a zero to ten scale based on the percentage of visible surface rust.

3.3 The distribution of the rust is classified as spot rust, general rust, pinpoint rust or hybrid rust.

#### 4. Interferences

4.1 The visual examples that are part of this test method and the associated rust-grade scale cover only rusting evidenced by visible surface rust.

4.2 The use of the visual examples requires the following cautions:

4.2.1 Some finishes are stained by rust. This staining must not be confused with the actual rusting involved.

4.2.2 Accumulated dirt or other material may make accurate determination of the degree of rusting difficult.

4.2.3 Certain types of deposited dirt that contain iron or iron compounds may cause surface discoloration that should not be mistaken for corrosion.

4.2.4 Failure may vary over a given area. Discretion must therefore be used when selecting a single rust grade or rust distribution that is to be representative of a large area or structure, or in subdividing a structure for evaluation.

4.2.5 The color of the finish coating should be taken into account in evaluating surfaces as failures will be more apparent on a finish that shows color contrast with rust, such as used in these reference standards, than on a similar color, such as an iron oxide finish.

#### 5. Procedure

5.1 Select an area to be evaluated.

5.2 Determine the type of rust distribution using definitions in Table 1 and visual examples in Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3.

5.3 Estimate percentage of surface area rusted using the visual examples in Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3 or SSPC-VIS 2, or both, by electronic scanning techniques or other method agreed upon by contracting parties.

NOTE 1—The numerical rust grade scale is an exponential function of the area of rust. The rust grade versus area of rust is a straight line plot on semilogarithmic coordinate from rust grade 10 to rust grade 4. The slope of the curve was changed at 10 % of the area rusted to 100 % rusted to permit inclusion of complete rusting on the 0 to 10 rust scale.

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D01 on Paint and Related Coatings, Materials, and Applications and is the direct responsibility of Subcommittee D01.46 on Industrial Protective Coatings.

This test method has been jointly approved by ASTM and SSPC: The Society for Protective Coatings.

Current edition approved May 10, 2001. Published July 2001. Originally published as D 610 – 41. Last previous edition D 610 – 95.

<sup>2</sup> Colored visual examples are available at a nominal cost from ASTM Headquarters (request Adjunct ADJD0610a), SSPC Publication No. 00-08 from SSPC: The Society for Protective Coatings, 40 24th Street, Sixth Floor, Pittsburgh, PA 15213, www.sspc.org.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

**TABLE 1 Scale and Description of Rust Ratings**

Rust Grade	Percent of Surface Rusted	Visual Examples		
		Spot(s)	General (G)	Pinpoint (P)
10	Less than or equal to 0.01 percent		None	
9	Greater than 0.01 percent and up to 0.03 percent	9-S	9-G	9-P
8	Greater than 0.03 percent and up to 0.1 percent	8-S	8-G	8-P
7	Greater than 0.1 percent and up to 0.3 percent	7-S	7-G	7-P
6	Greater than 0.3 percent and up to 1.0 percent	6-S	6-G	6-P
5	Greater than 1.0 percent and up to 3.0 percent	5-S	5-G	5-P
4	Greater than 3.0 percent and up to 10.0 percent	4-S	4-G	4-P
3	Greater than 10.0 percent and up to 16.0 percent	3-S	3-G	3-P
2	Greater than 16.0 percent and up to 33.0 percent	2-S	2-G	2-P
1	Greater than 33.0 percent and up to 50.0 percent	1-S	1-G	1-P
0	Greater than 50 percent		None	

**Rust Distribution Types:**

**S:** Spot Rusting—Spot rusting occurs when the bulk of the rusting is concentrated in a few localized areas of the painted surface. The visual examples depicting this type of rusting are labeled 9-S thru 1-S (See Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3).

**G:** General Rusting—General rusting occurs when various size rust spots are randomly distributed across the surface. The visual examples depicting this type of rusting are labeled 9-G thru 1-G. (See Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3).

**P:** Pinpoint Rusting—Pinpoint rusting occurs when the rust is distributed across the surface as very small individual specks of rust. The visual examples depicting this type of rusting are labeled 9-P through 1-P. (See Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3).

**H:** Hybrid Rusting—An actual rusting surface may be a hybrid of the types of rust distribution depicted in the visual examples. In this case, report the total percent of rust to classify the surface. 9-H through 1-H.

5.4 Use percentage of surface area rusted to identify rust grade (see Table 1). Assign rust rating using rust grade of 0-10 followed by the type of rust distribution identified by *S* for spot, *G* for general, *P* for pinpoint or *H* for Hybrid.

5.5 The visual examples are not required for use of the rust-grade scale since the scale is based upon the percent of the area rusted and any method of assessing area rust may be used to determine the rust grade.

## 6. Report

6.1 Identify sample or area evaluated.

6.2 Report rust grade using rating of 0-10.

6.3 Report rust distribution using *S* for Spot, *G* for General, *P* for Pinpoint and *H* for Hybrid.

## 7. Precision and Bias

7.1 No precision or bias statement can be made for this test method.

## 8. Keywords

8.1 corrosion; rusting

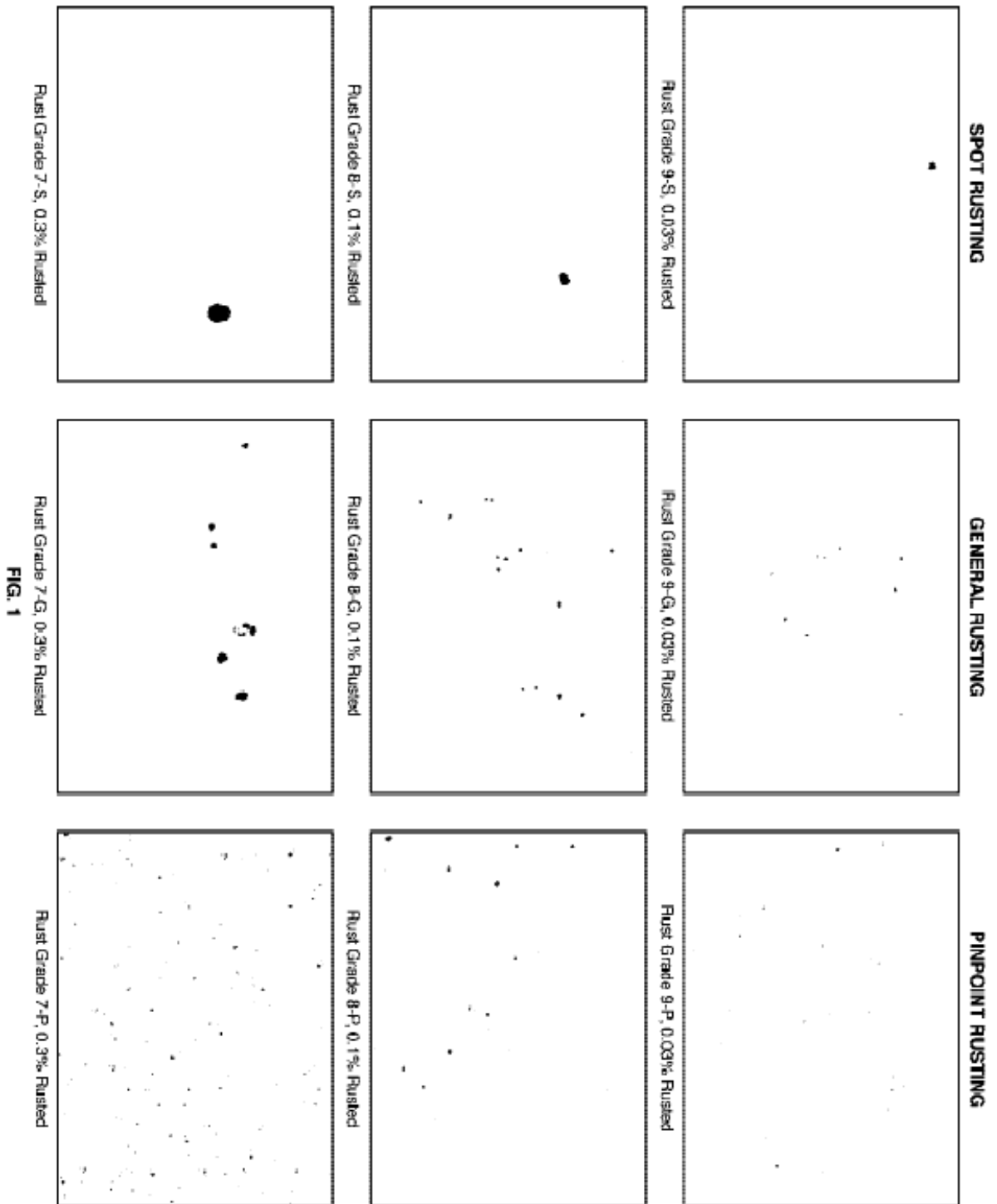


FIG. 1

FIG. 1 Examples of Area Percentages

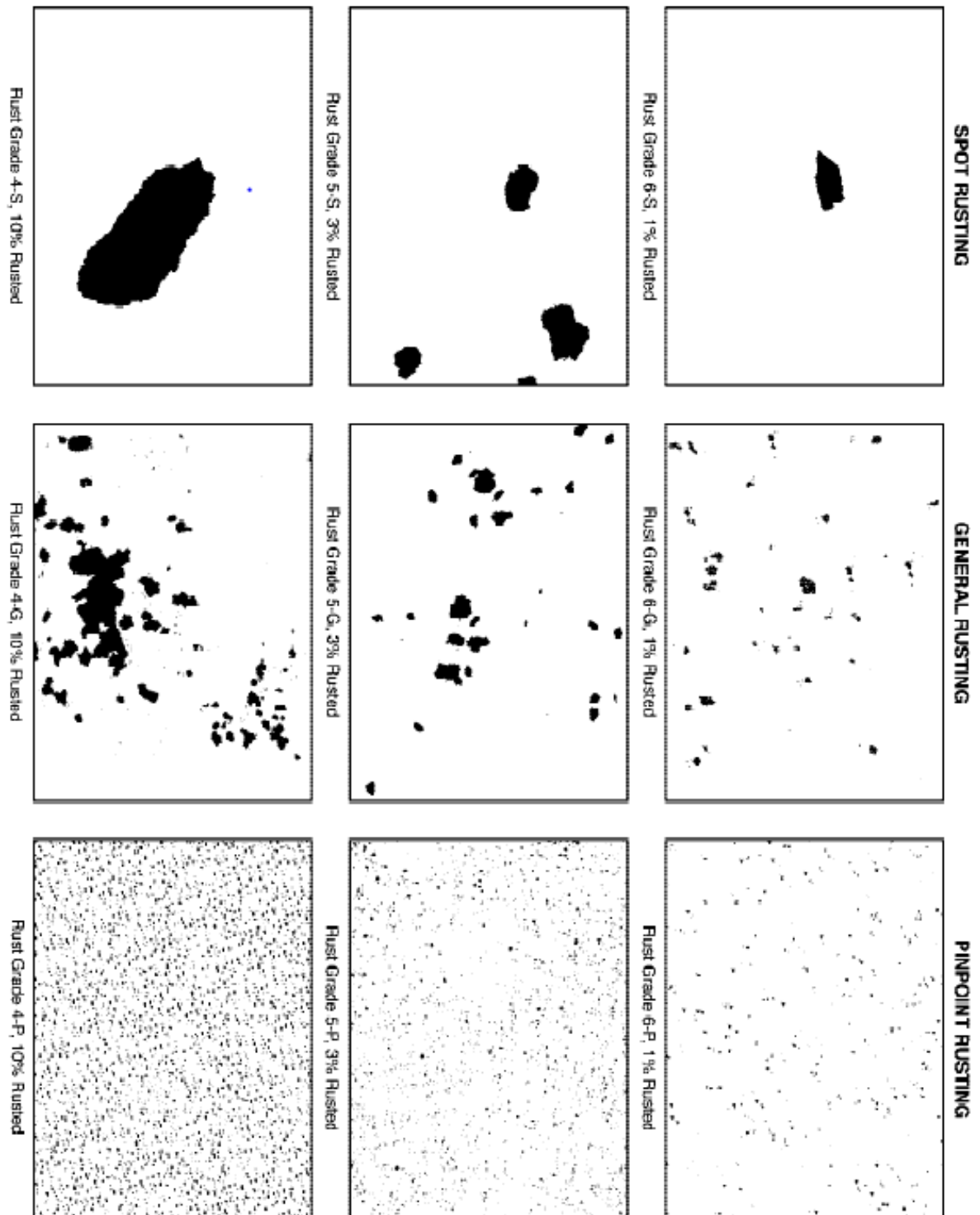


FIG. 2 Examples of Area Percentages

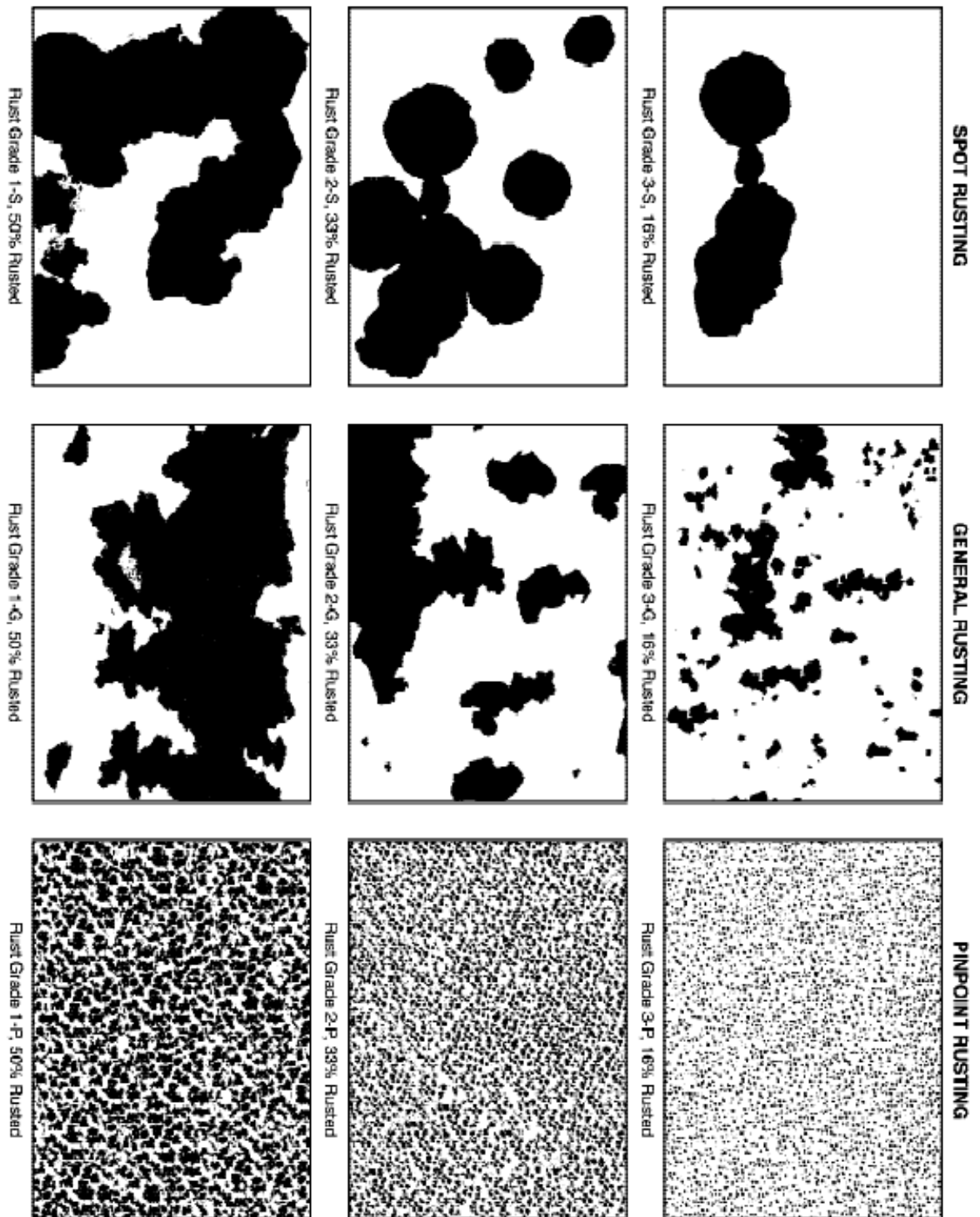


FIG. 1

FIG. 3 Examples of Area Percentages



## SUMMARY OF CHANGES

Committee D01 has identified the location of selected changes to this standard since the last date of issue that may impact the use of this standard.

- (1) This test method revised in 2001 to include the rust distribution information.
- (2) The visual examples were changed from nine pictorial representation to twenty-seven rust grade and rust distribution visual examples.
- (3) Previously numerical rust grade rating of 0-10 were used. Now rust grade of 0-10 are followed by rust distribution of *S*, *G*, *P* or *H*

*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or [service@astm.org](mailto:service@astm.org) (e-mail); or through the ASTM website ([www.astm.org](http://www.astm.org)).*



Designation: G 1 – 03

## Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation G 1; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

### 1. Scope

1.1 This practice covers suggested procedures for preparing bare, solid metal specimens for tests, for removing corrosion products after the test has been completed, and for evaluating the corrosion damage that has occurred. Emphasis is placed on procedures related to the evaluation of corrosion by mass loss and pitting measurements. (**Warning**—In many cases the corrosion product on the reactive metals titanium and zirconium is a hard and tightly bonded oxide that defies removal by chemical or ordinary mechanical means. In many such cases, corrosion rates are established by mass gain rather than mass loss.)

1.2 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.* For specific precautionary statements, see 1 and 7.2.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

- A 262 Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels<sup>2</sup>
- D 1193 Specification for Reagent Water<sup>3</sup>
- D 1384 Test Method for Corrosion Test for Engine Coolants in Glassware<sup>4</sup>
- D 2776 Test Methods for Corrosivity of Water in the Absence of Heat Transfer (Electrical Methods)<sup>5</sup>
- G 15 Terminology Relating to Corrosion and Corrosion Testing<sup>6</sup>
- G 16 Guide for Applying Statistics to Analysis of Corrosion Data<sup>6</sup>

<sup>1</sup> This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee G01 on Corrosion of Metals and is the direct responsibility of Subcommittee G01.05 on Laboratory Corrosion Tests.

Current edition approved October 1, 2003. Published October 2003. Originally approved in 1967. Last previous edition approved in 1999 as G 1 – 90 (1999)<sup>1</sup>.

<sup>2</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.03.

<sup>3</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 11.01.

<sup>4</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 15.05.

<sup>5</sup> *Discontinued*, replaced by Guide G 96. See 1990 *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 03.02.

<sup>6</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 03.02.

G 31 Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals<sup>6</sup>

G 33 Practice for Recording Data from Atmospheric Corrosion Tests of Metallic-Coated Steel Specimens<sup>6</sup>

G 46 Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion<sup>6</sup>

G 50 Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals<sup>6</sup>

G 78 Guide for Crevice Corrosion Testing of Iron Base and Nickel-Base Stainless Alloys in Seawater and Other Chloride-Containing Aqueous Environments<sup>6</sup>

### 3. Terminology

3.1 See Terminology G 15 for terms used in this practice.

### 4. Significance and Use

4.1 The procedures given are designed to remove corrosion products without significant removal of base metal. This allows an accurate determination of the mass loss of the metal or alloy that occurred during exposure to the corrosive environment.

4.2 These procedures, in some cases, may apply to metal coatings. However, possible effects from the substrate must be considered.

### 5. Reagents and Materials

5.1 *Purity of Reagents*—Reagent grade chemicals shall be used in all tests. Unless otherwise indicated, it is intended that all reagents conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society where such specifications are available.<sup>7</sup> Other grades may be used, provided it is first ascertained that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination.

5.2 *Purity of Water*—Unless otherwise indicated, references to water shall be understood to mean reagent water as defined by Type IV of Specification D 1193.

<sup>7</sup> *Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications*, American Chemical Society, Washington, DC. For suggestions on the testing of reagents not listed by the American Chemical Society, see *Analytical Standards for Laboratory Chemicals*, BDH Ltd., Poole, Dorset, U.K., and the *United States Pharmacopeia and National Formulary*, U.S. Pharmacopeial Convention, Inc. (USPC), Rockville, MD.

## 6. Methods for Preparing Specimens for Test

6.1 For laboratory corrosion tests that simulate exposure to service environments, a commercial surface, closely resembling the one that would be used in service, will yield the most meaningful results.

6.2 It is desirable to mark specimens used in corrosion tests with a unique designation during preparation. Several techniques may be used depending on the type of specimen and test.

6.2.1 *Stencil or Stamp*—Most metallic specimens may be marked by stenciling, that is, imprinting the designation code into the metal surface using hardened steel stencil stamps hit with a hammer. The resulting imprint will be visible even after substantial corrosion has occurred. However, this procedure introduces localized strained regions and the possibility of superficial iron contamination in the marked area.

6.2.2 Electric engraving by means of a vibratory marking tool may be used when the extent of corrosion damage is known to be small. However, this approach to marking is much more susceptible to having the marks lost as a result of corrosion damage during testing.

6.2.3 Edge notching is especially applicable when extensive corrosion and accumulation of corrosion products is anticipated. Long term atmospheric tests and sea water immersion tests on steel alloys are examples where this approach is applicable. It is necessary to develop a code system when using edge notches.

6.2.4 Drilled holes may also be used to identify specimens when extensive metal loss, accumulation of corrosion products, or heavy scaling is anticipated. Drilled holes may be simpler and less costly than edge notching. A code system must be developed when using drilled holes. Punched holes should not be used as they introduce residual strain.

6.2.5 When it is undesirable to deform the surface of specimens after preparation procedures, for example, when testing coated surfaces, tags may be used for specimen identification. A metal or plastic wire can be used to attach the tag to the specimen and the specimen identification can be stamped on the tag. It is important to ensure that neither the tag nor the wire will corrode or degrade in the test environment. It is also important to be sure that there are no galvanic interactions between the tag, wire, and specimen.

6.3 For more searching tests of either the metal or the environment, standard surface finishes may be preferred. A suitable procedure might be:

6.3.1 Degrease in an organic solvent or hot alkaline cleaner. (See also Practice G 31.)

NOTE 1—Hot alkalis and chlorinated solvents may attack some metals.

NOTE 2—Ultrasonic cleaning may be beneficial in both pre-test and post-test cleaning procedures.

6.3.2 Pickle in an appropriate solution if oxides or tarnish are present. In some cases the chemical cleaners described in Section 6 will suffice.

NOTE 3—Pickling may cause localized corrosion on some materials.

6.3.3 Abrade with a slurry of an appropriate abrasive or with an abrasive paper (see Practices A 262 and Test Method

D 1384). The edges as well as the faces of the specimens should be abraded to remove burrs.

6.3.4 Rinse thoroughly, hot air dry, and store in desiccator.

6.4 When specimen preparation changes the metallurgical condition of the metal, other methods should be chosen or the metallurgical condition must be corrected by subsequent treatment. For example, shearing a specimen to size will cold work and may possibly fracture the edges. Edges should be machined.

6.5 The clean, dry specimens should be measured and weighed. Dimensions determined to the third significant figure and mass determined to the fifth significant figure are suggested. When more significant figures are available on the measuring instruments, they should be recorded.

## 7. Methods for Cleaning After Testing

7.1 Corrosion product removal procedures can be divided into three general categories: mechanical, chemical, and electrolytic.

7.1.1 An ideal procedure should remove only corrosion products and not result in removal of any base metal. To determine the mass loss of the base metal when removing corrosion products, replicate uncorroded control specimens should be cleaned by the same procedure being used on the test specimen. By weighing the control specimen before and after cleaning, the extent of metal loss resulting from cleaning can be utilized to correct the corrosion mass loss.

NOTE 4—It is desirable to scrape samples of corrosion products before using any chemical techniques to remove them. These scrapings can then be subjected to various forms of analyses, including perhaps X-ray diffraction to determine crystal forms as well as chemical analyses to look for specific corrodants, such as chlorides. All of the chemical techniques that are discussed in Section 7 tend to destroy the corrosion products and thereby lose the information contained in these corrosion products. Care may be required so that uncorroded metal is not removed with the corrosion products.

7.1.2 The procedure given in 7.1.1 may not be reliable when heavily corroded specimens are to be cleaned. The application of replicate cleaning procedures to specimens with corroded surfaces will often, even in the absence of corrosion products, result in continuing mass losses. This is because a corroded surface, particularly of a multiphase alloy, is often more susceptible than a freshly machined or polished surface to corrosion by the cleaning procedure. In such cases, the following method of determining the mass loss due to the cleaning procedure is preferred.

7.1.2.1 The cleaning procedure should be repeated on specimens several times. The mass loss should be determined after each cleaning by weighing the specimen.

7.1.2.2 The mass loss should be graphed as a function of the number of equal cleaning cycles as shown in Fig. 1. Two lines will be obtained: AB and BC. The latter will correspond to corrosion of the metal after removal of corrosion products. The mass loss due to corrosion will correspond approximately to point B.

7.1.2.3 To minimize uncertainty associated with corrosion of the metal by the cleaning method, a method should be chosen to provide the lowest slope (near to horizontal) of line BC.



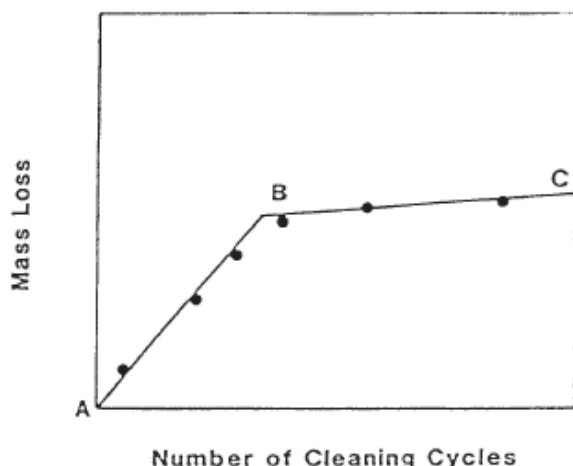


FIG. 1 Mass Loss of Corroded Specimens Resulting from Repetitive Cleaning Cycles

7.1.3 Repeated treatment may be required for complete removal of corrosion products. Removal can often be confirmed by examination with a low power microscope (for example, 7× to 30×). This is particularly useful with pitted surfaces when corrosion products may accumulate in pits. This repeated treatment may also be necessary because of the requirements of 7.1.2.1. Following the final treatment, the specimens should be thoroughly rinsed and immediately dried.

7.1.4 All cleaning solutions shall be prepared with water and reagent grade chemicals.

7.2 Chemical procedures involve immersion of the corrosion test specimen in a specific solution that is designed to remove the corrosion products with minimal dissolution of any base metal. Several procedures are listed in Table A1.1. The choice of chemical procedure to be used is partly a matter of trial and error to establish the most effective method for a specific metal and type of corrosion product scale. (Warning—These methods may be hazardous to personnel).

7.2.1 Chemical cleaning is often preceded by light brushing (non metallic bristle) or ultrasonic cleaning of the test specimen to remove loose, bulky corrosion products.

7.2.2 Intermittent removal of specimens from the cleaning solution for light brushing or ultrasonic cleaning can often facilitate the removal of tightly adherent corrosion products.

7.2.3 Chemical cleaning is often followed by light brushing or ultrasonic cleaning in reagent water to remove loose products.

7.3 Electrolytic cleaning can also be utilized for removal of corrosion products. Several useful methods for corrosion test specimens of iron, cast iron, or steel are given in Table A2.1.

7.3.1 Electrolytic cleaning should be preceded by brushing or ultrasonic cleaning of the test specimen to remove loose, bulky corrosion products. Brushing or ultrasonic cleaning should also follow the electrolytic cleaning to remove any loose slime or deposits. This will help to minimize any redeposition of metal from reducible corrosion products that would reduce the apparent mass loss.

7.4 Mechanical procedures can include scraping, scrubbing, brushing, ultrasonic cleaning, mechanical shocking, and impact blasting (for example, grit blasting, water-jet blasting, and so forth). These methods are often utilized to remove heavily encrusted corrosion products. Scrubbing with a nonmetallic bristle brush and a mild abrasive-distilled water slurry can also be used to remove corrosion products.

7.4.1 Vigorous mechanical cleaning may result in the removal of some base metal; therefore, care should be exercised. These should be used only when other methods fail to provide adequate removal of corrosion products. As with other methods, correction for metal loss due to the cleaning method is recommended. The mechanical forces used in cleaning should be held as nearly constant as possible.

8. Assessment of Corrosion Damage

8.1 The initial total surface area of the specimen (making corrections for the areas associated with mounting holes) and the mass lost during the test are determined. The average corrosion rate may then be obtained as follows:

$$\text{Corrosion Rate} = (K \times W)/(A \times T \times D) \tag{1}$$

where:

- K* = a constant (see 8.1.2),
- T* = time of exposure in hours,
- A* = area in cm<sup>2</sup>,
- W* = mass loss in grams, and
- D* = density in g/cm<sup>3</sup> (see Appendix X1).

8.1.1 Corrosion rates are not necessarily constant with time of exposure. See Practice G 31 for further guidance.

8.1.2 Many different units are used to express corrosion rates. Using the units in 7.1 for *T*, *A*, *W*, and *D*, the corrosion rate can be calculated in a variety of units with the following appropriate value of *K*:

Corrosion Rate Units Desired	Constant (K) in Corrosion Rate Equation
milts per year (mpy)	3.45 × 10 <sup>6</sup>
inches per year (ipy)	3.45 × 10 <sup>2</sup>
inches per month (ipm)	2.87 × 10 <sup>2</sup>
millimetres per year (mm/y)	8.76 × 10 <sup>4</sup>
micrometres per year (um/y)	8.76 × 10 <sup>7</sup>
picometres per second (pm/s)	2.78 × 10 <sup>9</sup>
grams per square meter per hour (g/m <sup>2</sup> -h)	1.00 × 10 <sup>4</sup> × <i>D</i>
milligrams per square decimeter per day (mdd)	2.40 × 10 <sup>6</sup> × <i>D</i>
micrograms per square meter per second (µg/m <sup>2</sup> -s)	2.78 × 10 <sup>6</sup> × <i>D</i>

NOTE 5—If desired, these constants may also be used to convert corrosion rates from one set of units to another. To convert a corrosion rate in units *X* to a rate in units *Y*, multiply by *K<sub>Y</sub>/K<sub>X</sub>*; for example:

$$15 \text{ mpy} = 15 \times (2.78 \times 10^6)/(3.45 \times 10^6) \text{ pm/s} \tag{2}$$

8.1.3 In the case of sacrificial alloy coatings for which there is preferential corrosion of a component whose density differs from that of the alloy, it is preferable to use the density of the corroded component (instead of the initial alloy density) for calculating average thickness loss rate by use of Eq 1. This is done as follows: (1) cleaning to remove corrosion products only and determine the mass loss of the corroded component; (2) stripping the remaining coating to determine the mass of the uncorroded component; (3) chemical analysis of the stripping solution to determine the composition of the uncorroded

component; (4) performing a mass balance to calculate the composition of the corroded component; (5) using the mass and density of the corroded component to calculate the average thickness loss rate by use of Eq 1. An example of this procedure is given in Appendix X2.

The procedure described above gives an average penetration rate of the coating, but the maximum penetration for a multiphase alloy may be larger when the corroded phase is not uniformly distributed across the surface. In such cases, it is generally considered good practice to obtain a cross section through the corroded surface for microscopic examination. This examination will reveal the extent of selective corrosion of particular phases in the coating, and help in understanding the mechanism of attack.

8.2 Corrosion rates calculated from mass losses can be misleading when deterioration is highly localized, as in pitting or crevice corrosion. If corrosion is in the form of pitting, it may be measured with a depth gage or micrometer calipers with pointed anvils (see Guide G 46). Microscopical methods will determine pit depth by focusing from top to bottom of the pit when it is viewed from above (using a calibrated focusing knob) or by examining a section that has been mounted and metallographically polished. The pitting factor is the ratio of the deepest metal penetration to the average metal penetration (as measured by mass loss).

NOTE 6—See Guide G 46 for guidance in evaluating depths of pitting.

NOTE 7—See Guide G 78 for guidance in evaluating crevice corrosion.

8.3 Other methods of assessing corrosion damage are:

8.3.1 *Appearance*—The degradation of appearance by rusting, tarnishing, or oxidation. (See Practice G 33.)

8.3.2 *Mechanical Properties*—An apparent loss in tensile strength will result if the cross-sectional area of the specimen (measured before exposure to the corrosive environment) is reduced by corrosion. (See Practice G 50.) Loss in tensile strength will result if a compositional change, such as dealloying taking place. Loss in tensile strength and elongation will result from localized attack, such as cracking or intergranular corrosion.

8.3.3 *Electrical Properties*—Loss in electrical conductivity can be measured when metal loss results from uniform corrosion. (See Test Methods D 2776.)

8.3.4 *Microscopical Examination*—Dealloying, exfoliation, cracking, or intergranular attack may be detected by metallographic examination of suitably prepared sections.

## 9. Report

9.1 The report should include the compositions and sizes of specimens, their metallurgical conditions, surface preparations, and cleaning methods as well as measures of corrosion damage, such as corrosion rates (calculated from mass losses), maximum depths of pitting, or losses in mechanical properties.

## 10. Precision and Bias

10.1 The factors that can produce errors in mass loss measurement include improper balance calibration and standardization. Generally, modern analytical balances can determine mass values to  $\pm 0.2$  mg with ease and balances are available that can obtain mass values to  $\pm 0.02$  mg. In general, mass measurements are not the limiting factor. However, inadequate corrosion product removal or overcleaning will affect precision.

10.2 The determination of specimen area is usually the least precise step in corrosion rate determinations. The precision of calipers and other length measuring devices can vary widely. However, it generally is not necessary to achieve better than  $\pm 1\%$  for area measurements for corrosion rate purposes.

10.3 The exposure time can usually be controlled to better than  $\pm 1\%$  in most laboratory procedures. However, in field exposures, corrosive conditions can vary significantly and the estimation of how long corrosive conditions existed can present significant opportunities for error. Furthermore, corrosion processes are not necessarily linear with time, so that rate values may not be predictive of the future deterioration, but only are indications of the past exposure.

10.4 Regression analysis on results, as are shown in Fig. 1, can be used to obtain specific information on precision. See Guide G 16 for more information on statistical analysis.

10.5 Bias can result from inadequate corrosion product removal or metal removal caused by overcleaning. The use of repetitive cleaning steps, as shown in Fig. 1, can minimize both of these errors.

10.5.1 Corrosion penetration estimations based on mass loss can seriously underestimate the corrosion penetration caused by localized processes, such as pitting, cracking, crevice corrosion, and so forth.

## 11. Keywords

11.1 cleaning; corrosion product removal; evaluation; mass loss; metals; preparation; specimens

## A1. CHEMICAL CLEANING PROCEDURES

TABLE A1.1 CHEMICAL CLEANING PROCEDURES FOR REMOVAL OF CORROSION PRODUCTS

Designation	Material	Solution	Time	Temperature	Remarks
C.1.1	Aluminum and Aluminum Alloys	50 mL phosphoric acid ( $H_2PO_4$ , sp gr 1.69) 20 g chromium trioxide ( $CrO_3$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 to 10 min	90°C to Boiling	If corrosion product films remain, rinse, then follow with nitric acid procedure (C.1.2).
C.1.2		Nitric acid ( $HNO_3$ , sp gr 1.42)	1 to 5 min	20 to 25°C	Remove extraneous deposits and bulky corrosion products to avoid reactions that may result in excessive removal of base metal.
C.2.1	Copper and Copper Alloys	500 mL hydrochloric acid (HCl, sp gr 1.19) Reagent water to make 1000 mL	1 to 3 min	20 to 25°C	Deaeration of solution with purified nitrogen will minimize base metal removal.
C.2.2		4.9 g sodium cyanide (NaCN) Reagent water to make 1000 mL	1 to 3 min	20 to 25°C	Removes copper sulfide corrosion products that may not be removed by hydrochloric acid treatment (C.2.1).
C.2.3		100 mL sulfuric acid ( $H_2SO_4$ , sp gr 1.84) Reagent water to make 1000 mL	1 to 3 min	20 to 25°C	Remove bulky corrosion products before treatment to minimize copper redeposition on specimen surface.
C.2.4		120 mL sulfuric acid ( $H_2SO_4$ , sp gr 1.84) 30 g sodium dichromate ( $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 to 10 s	20 to 25°C	Removes redeposited copper resulting from sulfuric acid treatment.
C.2.5		54 mL sulfuric acid ( $H_2SO_4$ , sp gr 1.84) Reagent water to make 1000 mL	30 to 60 min	40 to 50°C	Deaerate solution with nitrogen. Brushing of test specimens to remove corrosion products followed by re-immersion for 3 to 4 s is recommended.
C.3.1	Iron and Steel	1000 mL hydrochloric acid (HCl, sp gr 1.19) 20 g antimony trioxide ( $Sb_2O_3$ ) 50 g stannous chloride ( $SnCl_2$ )	1 to 25 min	20 to 25°C	Solution should be vigorously stirred or specimen should be brushed. Longer times may be required in certain instances.
C.3.2		50 g sodium hydroxide (NaOH) 200 g granulated zinc or zinc chips Reagent water to make 1000 mL	30 to 40 min	80 to 90°C	Caution should be exercised in the use of any zinc dust since spontaneous ignition upon exposure to air can occur.
C.3.3		200 g sodium hydroxide (NaOH) 20 g granulated zinc or zinc chips Reagent water to make 1000 mL	30 to 40 min	80 to 90°C	Caution should be exercised in the use of any zinc dust since spontaneous ignition upon exposure to air can occur.
C.3.4		200 g diammonium citrate ( $(NH_4)_2HC_6H_7O_7$ ) Reagent water to make 1000 mL	20 min	75 to 90°C	Depending upon the composition of the corrosion product, attack of base metal may occur.
C.3.5		500 mL hydrochloric acid (HCl, sp gr 1.19) 3.5 g hexamethylene tetramine Reagent water to make 1000 mL	10 min	20 to 25°C	Longer times may be required in certain instances.
C.3.6		Molten caustic soda (NaOH) with 1.5–2.0 % sodium hydride (NaH)	1 to 20 min	370°C	For details refer to Technical Information Bulletin SP29-370, "DuPont Sodium Hydride Descaling Process Operating Instructions."
C.4.1	Lead and Lead Alloys	10 mL acetic acid ( $CH_3COOH$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 min	Boiling	...
C.4.2		50 g ammonium acetate ( $CH_3COONH_4$ ) Reagent water to make 1000 mL	10 min	60 to 70°C	...
C.4.3		250 g ammonium acetate ( $CH_3COONH_4$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 min	60 to 70°C	...
C.5.1	Magnesium and Magnesium Alloys	150 g chromium trioxide ( $CrO_3$ ) 10 g silver chromate ( $Ag_2CrO_4$ ) Reagent water to make 1000 mL	1 min	Boiling	The silver salt is present to precipitate chloride.
C.5.2		200 g chromium trioxide ( $CrO_3$ ) 10 g silver nitrate ( $AgNO_3$ ) 20 g barium nitrate ( $Ba(NO_3)_2$ ) Reagent water to make 1000 mL	1 min	20 to 25°C	The barium salt is present to precipitate sulfate.
C.6.1	Nickel and Nickel Alloys	150 mL hydrochloric acid (HCl, sp gr 1.19) Reagent water to make 1000 mL	1 to 3 min	20 to 25°C	...
C.6.2		100 mL sulfuric acid ( $H_2SO_4$ , sp gr 1.84) Reagent water to make 1000 mL	1 to 3 min	20 to 25°C	...
C.7.1	Stainless Steels	100 mL nitric acid ( $HNO_3$ , sp gr 1.42) Reagent water to make 1000 mL	20 min	60°C	...



**TABLE A1.1** *Continued*

Designation	Material	Solution	Time	Temperature	Remarks
C.7.2		150 g diammonium citrate ( $(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ) Reagent water to make 1000 mL	10 to 60 min	70°C	...
C.7.3		100 g citric acid ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) 50 mL sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , sp gr 1.84) 2 g inhibitor (diorthotolyl thiourea or quinoline ethylfiodide or betanaphthol quinoline) Reagent water to make 1000 mL	5 min	60°C	...
C.7.4		200 g sodium hydroxide (NaOH) 30 g potassium permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ) Reagent water to make 1000 mL <i>followed by</i> 100 g diammonium citrate ( $(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 min	Boiling	...
C.7.5		100 mL nitric acid ( $\text{HNO}_3$ , sp gr 1.42) 20 mL hydrofluoric acid (HF, sp gr 1.198–48 %)	5 to 20 min	20 to 25°C	...
C.7.6		Reagent water to make 1000 mL 200 g sodium hydroxide (NaOH) 50 g zinc powder Reagent water to make 1000 mL	20 min	Boiling	Caution should be exercised in the use of any zinc dust since spontaneous ignition upon exposure to air can occur.
C.8.1	Tin and Tin Alloys	150 g trisodium phosphate ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) Reagent water to make 1000 mL	10 min	Boiling	...
C.8.2		50 mL hydrochloric acid (HCl, sp gr 1.19) Reagent water to make 1000 mL	10 min	20°C	...
C.9.1	Zinc and Zinc Alloys	150 mL ammonium hydroxide ( $\text{NH}_4\text{OH}$ , sp gr 0.90) Reagent water to make 1000 mL <i>followed by</i> 50 g chromium trioxide ( $\text{CrO}_3$ ) 10 g silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 min  15 to 20 s	20 to 25°C  Boiling	...  The silver nitrate should be dissolved in water and added to the boiling chromic acid to prevent excessive crystallization of silver chromate. The chromic acid must be sulfate free to avoid attack of the zinc base metal.
C.9.2		100 g ammonium chloride ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) Reagent water to make 1000 mL	2 to 5 min	70°C	...
C.9.3		200 g chromium trioxide ( $\text{CrO}_3$ ) Reagent water to make 1000 mL	1 min	80°C	Chloride contamination of the chromic acid from corrosion products formed in salt environments should be avoided to prevent attack of the zinc base metal.
C.9.4		85 mL hydriodic acid (HI, sp gr 1.5) Reagent water to make 1000 mL	15 s	20 to 25°C	Some zinc base metal may be removed. A control specimen (3.1.1) should be employed.
C.9.5		100 g ammonium persulfate ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) Reagent water to make 1000 mL	5 min	20 to 25°C	Particularly recommended for galvanized steel.
C.9.6		100 g ammonium acetate ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) Reagent water to make 1000 mL	2 to 5 min	70°C	...

## A2. ELECTROLYTIC CLEANING PROCEDURES

**TABLE A2.1** ELECTROLYTIC CLEANING PROCEDURES FOR REMOVAL OF CORROSION PRODUCTS

Designation	Material	Solution	Time	Temperature	Remarks
E.1.1	Iron, Cast Iron, Steel	75 g sodium hydroxide (NaOH) 25 g sodium sulfate ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 75 g sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Reagent water to make 1000 mL	20 to 40 min	20 to 25°C	Cathodic treatment with 100 to 200 A/m <sup>2</sup> cur- rent density. Use carbon, platinum or stainless steel anode.

TABLE A2.1 *Continued*

Designation	Material	Solution	Time	Temperature	Remarks
E.1.2		28 mL sulfuric acid (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , sp gr 1.84) 0.5 g inhibitor (diorthotolyl thiourea or quinoline ethyiodide or betanaphthol quinoline)	3 min	75°C	Cathodic treatment with 2000 A/m <sup>2</sup> current density. Use carbon, platinum or lead anode.
E.1.3		Reagent water to make 1000 mL 100 g diammonium citrate (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HCC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> )	5 min	20 to 25°C	Cathodic treatment with 100 A/m <sup>2</sup> current density. Use carbon or platinum anode.
E.2.1	Lead and Lead Alloys	Reagent water to make 1000 mL 28 mL sulfuric acid (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , sp gr 1.84) 0.5 g inhibitor (diorthotolyl thiourea or quinoline ethyiodide or betanaphthol quinoline)	3 min	75°C	Cathodic treatment with 2000 A/m <sup>2</sup> current density. Use carbon, platinum or lead anode.
E.3.1	Copper and Copper Alloys	Reagent water to make 1000 mL 7.5 g potassium chloride (KCl)	1 to 3	20 to 25°C	Cathodic treatment with 100 A/m <sup>2</sup> current density. Use carbon or platinum anode.
E.4.1	Zinc and Cadmium	Reagent water to make 1000 mL 50 g dibasic sodium phosphate (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> )	5 min	70°C	Cathodic treatment with 110 A/m <sup>2</sup> current density. Specimen must be energized prior to immersion. Use carbon, platinum or stainless steel anode.
E.4.2		100 g sodium hydroxide (NaOH) Reagent water to make 1000 mL	1 to 2 min	20 to 25°C	Cathodic treatment with 100 A/m <sup>2</sup> current density. Specimen must be energized prior to immersion. Use carbon, platinum or stainless steel anode.
E.5.1	General (excluding Aluminum, Magnesium and Tin Alloys)	20 g sodium hydroxide (NaOH) Reagent water to make 1000 mL	5 to 10 min	20 to 25°C	Cathodic treatment with 300 A/m <sup>2</sup> current density. A S31600 stainless steel anode may be used.

## APPENDICES

(Nonmandatory Information)

### XI. DENSITIES FOR A VARIETY OF METALS AND ALLOYS

TABLE X1.1 DENSITIES FOR A VARIETY OF METALS AND ALLOYS

NOTE 1—All UNS numbers that include the letter X indicate a series of numbers under one category.  
NOTE 2—An asterisk indicates that a UNS number not available.

Aluminum Alloys		
UNS Number	Alloy	Density g/cm <sup>3</sup>
A91100	1100	2.71
A91199	1199	2.70
A92024	2024	2.78
A92219	2219	2.84
A93003	3003	2.73
A93004	3004	2.72
A95005	5005	2.70
A95050	5050	2.69
A95052	5052	2.68
A95083	5083	2.66
A95086	5086	2.66
A95154	5154	2.66
A95357	5357	2.69
A95454	5454	2.69
A95456	5456	2.66
A96061	6061	2.70
*	6062	2.70
A96070	6070	2.71
A96101	6101	2.70
A97075	7075	2.81
A97079	7079	2.75
A97178	7178	2.83
	Stainless Steels	
S20100	Type 201	7.94
S20200	Type 202	7.94
S30200	Type 302	7.94
S30400	Type 304	7.94

**TABLE X1.1** *Continued*

Aluminum Alloys		
UNS Number	Alloy	Density g/cm <sup>3</sup>
S30403	Type 304L	7.94
S30900	Type 309	7.98
S31000	Type 310	7.98
S31100	Type 311	7.98
S31600	Type 316	7.98
S31603	Type 316L	7.98
S31700	Type 317	7.98
S32100	Type 321	7.94
S32900	Type 329	7.98
N08330	Type 330	7.98
S34700	Type 347	8.03
S41000	Type 410	7.70
S43000	Type 430	7.72
S44600	Type 446	7.65
S50200	Type 502	7.82
	Other Ferrous Metals	
F1XXXX	Gray cast iron	7.20
GXXXXX-KXXXXX	Carbon steel	7.86
*	Silicon iron	7.00
KXXXXX	Low alloy steels	7.85
	Copper Alloys	
C38600	Copper	8.94
C23000	Red brass 230	8.75
C28000	Cartridge brass 280	8.52
C28000	Muntz metal 280	8.39
*	Admiralty 442	8.52
C44300	Admiralty 443	8.52
C44400	Admiralty 444	8.52
C44500	Admiralty 445	8.52
C88700	Aluminum brass 887	8.33
C22000	Commercial bronze 220	8.80
C60800	Aluminum bronze, 5 % 608	8.16
*	Aluminum bronze, 8 % 612	7.78
*	Composition M	8.45
*	Composition G	8.77
C51000	Phosphor bronze, 5 % 510	8.86
C52400	Phosphor bronze, 10 % 524	8.77
*	85-5-5-5	8.80
C65500	Silicon bronze 655	8.52
C70800	Copper nickel 708	8.94
C71000	Copper nickel 710	8.94
C71500	Copper nickel 715	8.94
C75200	Nickel silver 752	8.75
	Lead	
L53305-53405	Antimonial	10.80
L5XXXX	Chemical	11.33
	Nickel Alloys	
N02200	Nickel 200	8.89
N04400	Nickel copper 400	8.84
N06800	Nickel chromium iron alloy 600	8.51
N06825	Nickel chromium molybdenum alloy 625	8.44
N08825	Iron nickel chromium alloy 825	8.14
N08020	Iron nickel chromium alloy 20 Cb-3	8.08
*	Iron nickel chromium cast alloy 20	8.02
N10865	Nickel molybdenum alloy B2	9.2
N10276	Nickel chromium molybdenum alloy C-276	8.8
N06985	Nickel chromium molybdenum alloy G-3	8.3
	Other Metals	
M1XXXX	Magnesium	1.74
R03600	Molybdenum	10.22
P04980	Platinum	21.45
P07016	Silver	10.49
R05200	Tantalum	16.60
L13002	Tin	7.30
R50250	Titanium	4.54
Z13001	Zinc	7.13
R60001	Zirconium	6.53

**X2. CALCULATION OF AVERAGE THICKNESS LOSS RATE OF AN ALLOY WHEN THE DENSITY OF THE CORRODING METAL DIFFERS FROM THAT OF THE BULK ALLOY**

**X2.1 Example**

X2.1.1 55% Al-Zn alloy coating on steel sheet exposed for 20.95 years at Point Reyes, CA. (As reported in H.E. Townsend and H.H. Lawson, "Twenty-One Year Results for Metallic-Coated Sheet in the ASTM 1976 Atmospheric Corrosion Tests")<sup>8</sup>

**X2.2 Measurements**

X2.2.1 Initial aluminum content of coating,  $C_1$ , as measured by stripping (Table A1.1, C.3.) and chemical analysis of uncorroded specimens.

$$C_1 = 55.0\% \text{ Al} \quad (\text{X2.1})$$

X2.2.2 Time of Exposure,  $T$

$$T = 20.95 \text{ years} = 183\,648 \text{ hours} \quad (\text{X2.2})$$

X2.2.3 Specimen Area,  $A$

$$A = 300 \text{ cm}^2 \quad (\text{X2.3})$$

X2.2.4 Initial Mass,  $W_1$

$$W_1 = 79.3586 \text{ g} \quad (\text{X2.4})$$

X2.2.5 Mass after exposure and removal of corrosion products according to Table A1.1, C.9.3,  $W_2$

$$W_2 = 78.7660 \text{ g} \quad (\text{X2.5})$$

X2.2.6 Mass after removal of remaining coating according to Table A1.1, C.3.5,  $W_3$

$$W_3 = 75.0810 \text{ g} \quad (\text{X2.6})$$

X2.2.7 Aluminum content of remaining uncorroded coating by chemical analysis of the stripping solution,  $C_u$

$$C_u = 57.7\% \text{ Al} \quad (\text{X2.7})$$

**X2.3 Calculations**

X2.3.1 Mass loss of corroded coating,  $W$

$$W = W_1 - W_2 = 79.3586 - 78.7660 = 0.5926 \text{ g} \quad (\text{X2.8})$$

X2.3.2 Mass of remaining uncorroded coating,  $W_u$

$$W_u = W_2 - W_3 = 78.7660 - 75.0810 = 3.6850 \text{ g} \quad (\text{X2.9})$$

X2.3.3 Total mass of original coating,  $W_t$

$$W_t = W + W_u = 0.5926 + 3.6850 = 4.2776 \text{ g} \quad (\text{X2.10})$$

X2.3.4 Composition of corroded coating,  $C$

$$CW + C_u W_u = C_1 W_t \quad (\text{X2.11})$$

Rearranging gives

$$C = (C_1 W_t - C_u W_u) / W \quad (\text{X2.12})$$

$$C = (55.0 \times 4.2776 - 57.7 \times 3.6850) / 0.5926 \quad (\text{X2.13})$$

$$C = 38.2\% \text{ Al} \quad (\text{X2.14})$$

X2.3.5 The density,  $D$ , of a 38.2 % Al-Zn alloy is  $4.32 \text{ g/cm}^3$ . In cases where alloy densities are not known, they can be estimated by linear interpolation of the component densities.

X2.3.6 Calculate the average thickness loss rate,  $L$  (corrosion rate per Eq 1).

$$L = (K \times W) / (A \times T \times D) \quad (\text{X2.15})$$

where  $K$  is given in 8.1.2 as  $8.76 \times 10^7$

$$L = (8.76 \times 10^7 \times 0.5926) / (300 \times 183\,648 \times 4.32)$$

$$L = 0.218 \text{ micrometres per year}$$

<sup>8</sup> *Outdoor Atmospheric Corrosion*, STP 1421, H. E. Townsend, Ed., American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2002, pp. 284–291.

*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9685 (phone), 610-832-9655 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).*

**ANEXO B**  
**(HOJAS TÉCNICAS)**



# ANEXO B1



**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



## MACROPOXY® 646 PW POTABLE WATER EPOXY

PART A	B58WX610	MILL WHITE
PART A	B58LX600	LIGHT BLUE
PART A	B58RX610	RED
PART A	B58HX610	BUFF
PART B	B58VX600	HARDENER
PART B	B58VX605	OAP HARDENER

Revised: Feb. 11, 2016

### PRODUCT INFORMATION

4.56

PRODUCT DESCRIPTION	
<p>MACROPOXY 646 PW EPOXY is a high solids, high build, fast drying, polyamide epoxy classified by UL to ANS/NSF 61 as a tank lining for potable water storage tanks. The high solids content ensures adequate protection of sharp edges, corners, and welds. B58VX605 Hardener contains Opti-Check OAP pigment technology for rapid holiday detection with safe blue light inspection lamps.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low VOC</li> <li>• Low odor</li> <li>• Outstanding application properties</li> </ul>	

PRODUCT CHARACTERISTICS	
Finish:	Semi-Gloss
Color:	Mill White, Light Blue, Buff, and Red
Volume Solids:	72% ± 2%, mixed
Weight Solids:	85% ± 2%, mixed
VOC (EPA Method 24):	Unreduced: <250 g/L; 2.08 lb/gal mixed Reduced 10%: <300 g/L; 2.50 lb/gal
Mix Ratio:	1:1 by volume

Recommended Spreading Rate per coat:					
	Standard		AWWA		
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Wet mils (microns)	7.0	175	135	340	4.2 105 8.3 208
Dry mils (microns)	5.0	125	10*	250*	3.0 75 6.0* 150*
~Coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L)	116	2.8	232	5.6	192 4.7 384 9.4
Theoretical coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L) @ 1 mil/25 micron dft	1152 (28.2)				

NOTE: Brush or roll application may require multiple coats to achieve maximum film thickness and uniformity of appearance.  
\* See Recommended Systems on reverse side

Drying Schedule @ 7.0 mils wet (175 microns):			
	@ 40°F/4.5°C	@ 77°F/25°C	@ 100°F/38°C
	50% RH		
To touch:	4-5 hours	2 hours	1.5 hours
To handle:	48 hours	8 hours	4.5 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	8 hours	4.5 hours
maximum:	1 year	1 year	1 year
Cure for immersion:	14 days	7 days	4 days

If maximum recoat time is exceeded, abrade surface before recoating.  
Drying time is temperature, humidity, and film thickness dependent.  
Pot Life: 10 hours 4 hours 2 hours  
Sweat-in-Time: 30 minutes 30 minutes 15 minutes  
For Potable Water Service, allow a minimum cure time of 7 days at 77°F (25°C) prior to placing in service. Sterilize and rinse per AWWA C652

Shelf Life:	36 months, unopened Store indoors at 40°F (4.5°C) to 100°F (38°C).
Flash Point:	91°F (33°C), TCC, mixed
Reducer/Clean Up:	Reducer R7K15

RECOMMENDED USES
<p><b>Potable Water Tank Restrictions</b> Water Contact Temp: 23°C 7 Day Cure; Tanks ≥ 1,500 gallons: 2-3 cts Maximum DFT: 20.0 mils (up to 10 mils/ct) 21 Day Cure; Pipes ≥ 15", 2 cts Maximum DFT: 8 mils/ct</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforms to AWWA D102 ICS #1, #2, and #5, and OCS #5***</li> </ul> <p>***Refer to respective systems</p> <p>Acceptable for use as a primer in an ablative antifouling system.</p>

PERFORMANCE CHARACTERISTICS
<p><b>Substrate*:</b> Steel <b>Surface Preparation*:</b> SSPC-SP10/NACE 2 <b>System Tested*:</b> 1 ct. Macropoxy 646 PW Fast Cure @ 6.0 mils (150 microns) dft *unless otherwise noted below</p>

Test Name	Test Method	Results
Abrasion Resistance	ASTM D4080, CS17 wheel, 1000 cycles, 1 kg load	84 mg loss
Adhesion	ASTM D4541	1,037 psi
Corrosion Weathering <sup>1</sup>	ASTM D5894, 36 cycles, 12,000 hours	Rating 10 per ASTM D714 for blistering; Rating 9 per ASTM D810 per rusting
Direct Impact Resistance	ASTM D2794 Modified	*120 in. lb.
Dry Heat Resistance	ASTM D2485	250°F (121°C)
Flexibility	ASTM D522, 180° bend, 3/4" mandrel	Passes
Humidity Resistance	ASTM D4585, 8000 hours	No blistering, cracking, or rusting
Immersion <sup>2</sup>	5 year potable water	Rating 10 per ASTM D810 for Rusting; Rating 10 per ASTM D714 for Blistering
Immersion	18 months fresh and salt water	Passes, no rusting, blistering, or loss of adhesion
Pencil Hardness	ASTM D3383	3H
Water Vapor Permeance	ASTM D1653, Method B	1.16 grains/day

\* Performed on 1/16 inch blasted steel  
Epoxy coatings may darken or discolor following application and curing.  
**Footnotes:**  
<sup>1</sup> Zinc Glad II Plus Primer  
<sup>2</sup> Galvacap/2 cts Macropoxy 646 PW



**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



# MACROPOXY® 646 PW

## POTABLE WATER EPOXY

PART A	B58WX610	MILL WHITE
PART A	B58LX600	LIGHT BLUE
PART A	B58RX610	RED
PART A	B58HX610	BUFF
PART B	B58VX600	HARDENER
PART B	B58VX605	OAP HARDENER

Revised: Feb. 11, 2016

### PRODUCT INFORMATION

4.56

RECOMMENDED SYSTEMS		
	Dry Film Thickness / ct.	
	Mils	(Microns)
<b>Immersion, Steel:</b>		
<b>*AWWA D102: Inside Coating System No. 1</b>		
minimum AWWA	8.0	(200)
1 ct. Macropoxy 646 PW	3.0	(75)
1 ct. Macropoxy 646 PW	5.0	(125)
<b>*AWWA D102: Inside Coating System No. 2</b>		
minimum AWWA	12.0	(300)
1 ct. Macropoxy 646 PW	3.0	(75)
1 ct. Macropoxy 646 PW	4.0	(100)
1 ct. Macropoxy 646 PW	5.0	(125)
<b>*AWWA D102: Inside Coating System No. 5</b>		
minimum AWWA	10.0	(250)
1 ct. Corothane I Galvapac	2.0	(50)
2 cts. Macropoxy 646 PW	4.0	(100)
<b>Steel, forced cure (100 gallon minimum tank size or 15" or greater pipe diameter):</b>		
2 cts. Macropoxy 646 PW	5.0-6.0	(125-150)
-12 mils maximum film thickness -Curing requirements		
-Flash 2 hours @ 75°F (24°C)		
-24 hours @ 150°F (66°C)		
-24 hours @ 75°F (24°C)		
<b>Atmospheric, Steel:</b>		
<b>*AWWA D102: Outside Coating System No. 5</b>		
minimum	6.0	(150)
1 ct. Macropoxy 646 PW	2.0	(50)
1 ct. Macropoxy 646 PW	2.0	(50)
1 ct. Acrolon 218HS	2.0	(50)
<b>*AWWA D102: Outside Coating System No. 6</b>		
minimum	6.0	(150)
1 ct. Corothane I GalvaPac PW	2.0	(50)
1 ct. Macropoxy 646 PW	2.0	(50)
1 ct. Acrolon 218HS	2.0	(50)
<b>Concrete/Masonry, smooth:</b>		
2 cts. Macropoxy 646 PW	3.0-6.0	(75-150)
Refer to UL.com for maximum dft restrictions		
The systems listed above are representative of the product's use, other systems may be appropriate.		

#### DISCLAIMER

The information and recommendations set forth in this Product Data Sheet are based upon tests conducted by or on behalf of The Sherwin-Williams Company. Such information and recommendations set forth herein are subject to change and pertain to the product offered at the time of publication. Consult your Sherwin-Williams representative to obtain the most recent Product Data Information and Application Bulletin.

SURFACE PREPARATION			
Surface must be clean, dry, and in sound condition. Remove all oil, dust, grease, dirt, loose rust, and other foreign material to ensure adequate adhesion.			
Refer to product Application Bulletin for detailed surface preparation information.			
Minimum recommended surface preparation:			
Iron & Steel			
Atmospheric:	SSPC-SP2/3		
Immersion:	SSPC-SP10/NACE 2, 2-3 mil (50-75 micron) profile		
Concrete & Masonry			
Immersion:	SSPC-SP13/NACE 6-4.3.1 or 4.3.2, or ICRI No. 310.2R, CSP 1-3		
Surface Preparation Standards			
Condition of Surface	ISO 8501-1 BS7079:A1	Swedish Std. SIS055900	SSPC NACE
White Metal	Sa 3	Sa 3	SP 5
Near White Metal	Sa 2.5	Sa 2.5	SP 10
Commercial Blast	Sa 2	Sa 2	SP 5
Brush-Off Blast	Sa 1	Sa 1	SP 3
Hand Tool Cleaning	St 2	St 2	SP 3
Rusted Pitted & Rusted	St 3	St 3	SP 3
Power Tool Cleaning	St 3	St 3	SP 3
Rusted Pitted & Rusted	St 3	St 3	SP 3

#### TINTING

Do not tint.

#### APPLICATION CONDITIONS

Temperature: 40°F (4.5°C) minimum, 110°F (43°C) maximum (air, surface, and material)  
At least 5°F (2.8°C) above dew point

Relative humidity: 85% maximum

Refer to product Application Bulletin for detailed application information.

#### ORDERING INFORMATION

Packaging:

Part A: 1 gallon (3.78L) and 5 gallon (18.9L) containers

Part B: 1 gallon (3.78L) and 5 gallon (18.9L) containers

Weight: 12.7 ± 0.2 lb/gal ; 1.5 Kg/L mixed, may vary by color

#### SAFETY PRECAUTIONS

Refer to the MSDS sheet before use.

Published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your Sherwin-Williams representative for additional technical data and instructions.

#### WARRANTY

The Sherwin-Williams Company warrants our products to be free of manufacturing defects in accord with applicable Sherwin-Williams quality control procedures. Liability for products proven defective, if any, is limited to replacement of the defective product or the refund of the purchase price paid for the defective product as determined by Sherwin-Williams. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.



**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



# MACROPOXY® 646 PW POTABLE WATER EPOXY

PART A	B58WX610	MILL WHITE
PART A	B58LX600	LIGHT BLUE
PART A	B58RX610	RED
PART A	B58HX610	BUFF
PART B	B58VX600	HARDENER
PART B	B58VX605	OAP HARDENER

Revised: Feb. 11, 2016

## APPLICATION BULLETIN

4.56

### SURFACE PREPARATIONS

Surface must be clean, dry, and in sound condition. Remove all oil, dust, grease, dirt, loose rust, and other foreign material to ensure adequate adhesion.

#### Carbon Steel, Immersion Service:

Clean and degrease the surface prior to abrasive blasting per SSPC-SP 1 Solvent Cleaning. Methods described in SSPC-SP 1 include solvents, alkali, detergent/water, emulsions, and steam. The surface shall be abrasive blasted to SSPC-SP10/NACE No. 2 Near-White Blast Cleaning with a 2-3 mil (50-75 micron) profile. The anchor pattern shall be sharp with no evidence of a polished surface. The finished surface shall be free of all visible oil, grease, dust, dirt, mill scale, rust, coating, oxides, corrosion products, and other foreign matter with no more than 5% staining. After blasting, all dust and loose residue should be removed from the surface by acceptable means. Coat steel the same day as it is prepared and prior to the formation of rust.

#### Iron & Steel, Atmospheric Service:

Minimum surface preparation is Hand Tool Clean per SSPC-SP2. Remove all oil and grease from surface by Solvent Cleaning per SSPC-SP1. For better performance, use Commercial Blast Cleaning per SSPC-SP6/NACE 3, blast clean all surfaces using a sharp, angular abrasive for optimum surface profile (2 mils / 50 microns). Prime any bare steel within 8 hours or before flash rusting occurs.

#### Ductile Iron, Immersion Service:

Refer to National Association of Pipe Fabricators Surface Preparations Standard NAPP 500-03 as follows:

- NAPP 500-03-01 "Solvent Cleaning"
- NAPP 500-03-02 "Hand Tool Cleaning"
- NAPP 500-03-03 "Power Tool Cleaning"
- NAPP 500-03-04 "Abrasive Blast Cleaning of Ductile Iron Pipe".

#### Concrete and Masonry

For surface preparation, refer to SSPC-SP13/NACE 6, or ICRI No. 310.2R, CSP 1-3. Surfaces should be thoroughly clean and dry. Concrete and mortar must be cured at least 28 days @ 75°F (24°C). Remove all loose mortar and foreign material. Surface must be free of laitance, concrete dust, dirt, form release agents, moisture curing membranes, loose cement and hardeners. Fill bug holes, air pockets and other voids with Steel-Seam FT910.

#### Follow the standard methods listed below when applicable:

- ASTM D4258 Standard Practice for Cleaning Concrete.
- ASTM D4259 Standard Practice for Abrading Concrete.
- ASTM D4260 Standard Practice for Etching Concrete.
- ASTM F1869 Standard Test Method for Measuring Moisture Vapor Emission Rate of Concrete.
- SSPC-SP 13/NACE 6 Surface Preparation of Concrete.
- ICRI No. 310.2R Concrete Surface Preparation.

#### Concrete, Immersion Service:

For surface preparation, refer to SSPC-SP13/NACE 6, Section 4.3.1 or 1.3.2 or ICRI No. 310.2R, CSP 1-3.

#### Previously Painted Surfaces:

If in sound condition, clean the surface of all foreign material. Scarify the surface to create the desired surface profile. Apply coatings on a test area, allowing paint to dry one week before testing adhesion. If adhesion is poor, or if this product attacks the previous finish, removal of the previous coating may be necessary.

#### Surface Preparation Standards

Condition of Surface	ISO 8501-1	Swedish Std.	SSPC	NACE
White Metal	SA 3	Sa 3	SP 5	1
Near White Metal	SA 2.5	SA 2.5	SP 10	2
Commercial Blast	SA 2	SA 2	SP 10	3
Brush-Off Blast	SA 1	SA 1	SP 10	4
Hand Tool Cleaning	St 3	St 3	SP 10	4
Rusted Pitted & Rusted	St 2	St 2	SP 10	4
Rusted	St 1	St 1	SP 10	4
Power Tool Cleaning	St 1	St 1	SP 10	4
Pitted & Rusted	St 1	St 1	SP 10	4

### APPLICATION CONDITIONS

Temperature: 40°F (4.5°C) minimum, 110°F (43°C) maximum (air, surface, and material) At least 5°F (2.8°C) above dew point

Relative humidity: 85% maximum

### APPLICATION EQUIPMENT

The following is a guide. Changes in pressures and tip sizes may be needed for proper spray characteristics. Always purge spray equipment before use with listed reducer. Any reduction must be compliant with existing VOC regulations and compatible with the existing environmental and application conditions.

Reducer/Clean Up ..... Reducer R7K15

#### Airless Spray

Pump..... 30:1  
Pressure..... 2800 - 3000 psi  
Hose..... 1/4" ID  
Tip ..... .017" - .023"  
Filter..... 60 mesh  
Reduction..... As needed up to 10% by volume

#### Brush

Brush..... Nylon/Polyester or Natural Bristle  
Reduction..... As needed up to 10% by volume

#### Roller

Cover ..... 3/8" woven with solvent resistant core  
Reduction..... As needed up to 10% by volume

#### Recommended Spreading Rate per coat:

	Standard	AWWA
Wet mils (microns):	7.0 (175) - 13.5 (340)	4.2 (105) - 8.3 (208)
Dry mils (microns):	5.0 (125) - 10.0* (250)	3.0 (75) - 6.0* (150)
Coverage:	116 (2.8) - 232 (5.6)	192 (4.7) - 384 (9.4)
	sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L)	

\*See recommended systems on Product Information page

If specific application equipment is not listed above, equivalent equipment may be substituted.





**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



# MACROPOXY® 646 PW POTABLE WATER EPOXY

PART A	B58WX610	MILL WHITE
PART A	B58LX600	LIGHT BLUE
PART A	B58RX610	RED
PART A	B58HX610	BUFF
PART B	B58VX600	HARDENER
PART B	B58VX605	OAP HARDENER

Revised: Feb. 11, 2016

## APPLICATION BULLETIN

4.56

### APPLICATION PROCEDURES

Surface preparation must be completed as indicated.

Mix contents of each component thoroughly with low speed power agitation. Make certain no pigment remains on the bottom of the can. Then combine one part by volume of Part A with one part by volume of Part B. Thoroughly agitate the mixture with power agitation. Allow the material to sweat-in as indicated prior to application. Re-stir before using.

If reducer solvent is used, add only after both components have been thoroughly mixed, after sweat-in.

Apply paint at the recommended film thickness and spreading rate as indicated below:

#### Recommended Spreading Rate per coat:

	Standard		AWWA	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Wet mils (microns)	7.0 175	13.5 340	4.2 105	8.3 208
Dry mils (microns)	5.0 125	10* 250*	3.0 75	6.0* 150*
~Coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L)	116 2.8	232 5.6	192 4.7	384 9.4
Theoretical coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L) @ 1 mil/25 micron dft	1152 (28.2)			

*NOTE: Brush or roll application may require multiple coats to achieve maximum film thickness and uniformity of appearance. \* See Recommended Systems on reverse side.*

#### Drying Schedule @ 7.0 mils wet (175 microns):

	@ 40°F/4.5°C	@ 77°F/25°C	@ 100°F/38°C
	50% RH		
To touch:	4-5 hours	2 hours	1.5 hours
To handle:	48 hours	8 hours	4.5 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	8 hours	4.5 hours
maximum:	1 year	1 year	1 year
Cure for immersion:	14 days	7 days	4 days

If maximum recoat time is exceeded, abrade surface before recoating.

Drying time is temperature, humidity, and film thickness dependent.

Pot Life: 10 hours 4 hours 2 hours

Sweat-in-Time: 30 minutes 30 minutes 15 minutes

For Potable Water Service, allow a minimum cure time of 7 days at 77°F (25°C) prior to placing in service. Sterilize and rinse per AWWA C652.

Application of coating above maximum or below minimum recommended spreading rate may adversely affect coating performance.

### CLEAN UP INSTRUCTIONS

Clean spills and splatters immediately with Reducer R7K15. Clean tools immediately after use with Reducer R7K15.

### DISCLAIMER

The information and recommendations set forth in this Product Data Sheet are based upon tests conducted by or on behalf of The Sherwin-Williams Company. Such information and recommendations set forth herein are subject to change and pertain to the product offered at the time of publication. Consult your Sherwin-Williams representative to obtain the most recent Product Data Information and Application Bulletin.

### PERFORMANCE TIPS

Stripe coat all crevices, welds, and sharp angles to prevent early failure in these areas.

When using spray application, use a 50% overlap with each pass of the gun to avoid holidays, bare areas, and pinholes. If necessary, cross spray at a right angle.

Spreading rates are calculated on volume solids and do not include an application loss factor due to surface profile, roughness or porosity of the surface, skill and technique of the applicator, method of application, various surface irregularities, material lost during mixing, spillage, over thinning, climatic conditions, and excessive film build.

Excessive reduction of material can affect film build, appearance, adhesion and UL ANSI/ NSF 61 approval.

Do not mix previously catalyzed material with new.

Do not apply the material beyond recommended pot life.

In order to avoid blockage of spray equipment, clean equipment before use or before periods of extended downtime with Reducer R7K15.

Tinting is not recommended for immersion service.

Quik-Kick Epoxy Accelerator is acceptable for atmospheric use.

Do not use Quik-Kick Epoxy Accelerator for immersion service when UL certification is required.

Insufficient ventilation, incomplete mixing, miscatalyzed, and external heaters may cause premature yellowing.

Excessive film build, poor ventilation, and cool temperatures may cause solvent entrapment and premature coating failure.

For Immersion Service: (if required) Holiday test in accordance with ASTM D5162 for steel, or ASTM D4787 for concrete.

Guidance on techniques and required equipment to inspect a coating system incorporating Opti-Check OAP Technology can be found in SSPC-TU 11.

Refer to Product Information sheet for additional performance characteristics and properties.

### SAFETY PRECAUTIONS

Refer to the MSDS sheet before use.

Published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your Sherwin-Williams representative for additional technical data and instructions.

### WARRANTY

The Sherwin-Williams Company warrants our products to be free of manufacturing defects in accord with applicable Sherwin-Williams quality control procedures. Liability for products proven defective, if any, is limited to replacement of the defective product or the refund of the purchase price paid for the defective product as determined by Sherwin-Williams. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

www.sherwin-williams.com/protective

ANEXO B2



Protective  
&  
Marine  
Coatings



Certified to  
NSF/ANSI 61

DURA-PLATE® UHS

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210	SERIES
PART A	B62W211	WHITE OAP (NSF)
PART B	B62V210	STANDARD HARDENER (NSF)
PART B	B62V211	LOW TEMP HARDENER (NSF)

Revised: November 17, 2016

PRODUCT INFORMATION

TRM.35

**PRODUCT DESCRIPTION**

DURA-PLATE UHS is an ultra high solids epoxy amine engineered specifically for immersion service in ballast tanks, oil tanks, and refined fuel storage tanks. The high build, edge-retentive properties of Dura-Plate UHS provide superior protection compared to conventional epoxies.

- Airless Spray • One coat protection
- Low VOC • Low odor • High flash point, >200°F (93°C)
- Can be used with 1½ oz. fiberglass mat
- Low Temperature Hardener for applications down to 40°F (4.5°C).
- NSF approved to Standard 61 for potable water (tanks of 1000 gallons or greater and pipes of 30" diameter or greater.)

**RECOMMENDED USES**

For use over prepared steel or concrete surfaces in industrial and marine exposures such as:

- Meets MIL-PRF-23236, Type VII, Class 5, 7, 9 and 11, Grade C (standard hardener only)
- Ballast tank interiors, Oil storage tank interiors, Refined fuel storage tank and potable water tanks interiors and pipe.
- NSF approved for one coat application up to 50.0 mils (1250 microns) dft if required
- Water and waste treatment plants
- Buried Pipe Applications
- Primary and secondary containment areas
- Where edge protection film build properties are required
- Suitable for use with cathodic protection systems
- White B62W211 Contains OAP fluorescent pigment (NSF Approved)
- Suitable for use in the Mining & Minerals Industry
- Acceptable for use in Canadian Food Processing facilities categories: D4 (Confirm acceptance of specific part numbers/index with your SW Sales Representative)

**PRODUCT CHARACTERISTICS**

Finish: Gloss  
Color: White OAP (NSF), White (NSF), Light Gray (NSF), Light Green (NSF), Haze Gray

Volumes Solids: 96% ± 2%, mixed  
Weight Solids: 96% ± 2%, mixed

VOC (EPA Method 24):  
(with B62-V210 Hardeners) <100 g/L; 0.83 lb/gal, mixed  
(with B62V211 Hardener) <100 g/L; 0.84 lb/gal, mixed

Mix Ratio: 4:1 by volume

**Recommended Spreading Rate per coat\*:**

	1 coat system		2 coat system	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Wet mils (microns)	18.0	450	22.0	550
Dry mils (microns)	18.0	450	22.0	550
Total mils (microns)	18.0	450	22.0	550
~Coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L)	72	1.76	90	2.2
Theoretical coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L) @ 1 mil/25 micron dft	1568 (36.4)			

\* See NSF Systems on next page.  
NOTE: Brush or roll application recommended for stripe coating and repair only. Standard hardener preferred for brush & roll due to pot life.

**Drying Schedule @ 10.0-22.0 mils wet (250-550 microns):**

	@ 55°F/13°C 50% RH	@ 77°F/25°C	@ 100°F/38°C
To touch:	12 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	14 hours	8 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	14 hours	8 hours
maximum:	21 days	14 days	14 days
Cure to service:	10 days	4 days	24 hours
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)*		
*Not NSF Approved. See Tips Section.			
Pot Life*:	30-45 minutes	30-45 minutes	20-30 minutes
*Dependent upon temperature and mass			
Sweat-in-time:	15 minutes	None	None

**PRODUCT CHARACTERISTICS (CONT'D)**

	With B62V211 @ 40°F/4.5°C	@ 55°F/13°C 50% RH	@ 77°F/25°C
To touch:	24 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	24 hours	8 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	24 hours	8 hours
maximum:	30 days	21 days	14 days
Cure to service:	7 days	5 days	3 days
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)*		
Material should be at least 50°F (10°C) for optimal performance.			
*If maximum recoat time is exceeded, abrade surface before recoating. Drying time is temperature, humidity, and film thickness dependent.			
Sterilize and rinse per AWWA C652.			
*Not NSF Approved. See Tips Section.			
Pot Life*:	20 minutes	20 minutes	10 minutes
*Dependent upon temperature and mass			
Sweat-in-Time:	5 minutes	None	None

Shelf Life: 36 months  
Store indoors at 40°F (4.5°C) to 100°F (38°C).

Flash Point: >200°F (93°C), PMCC, mixed

Reduction: Not recommended

Clean Up: MEK, R6K10 or R7K104 Reducer

PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Substrate\*: Steel  
Surface Preparation\*: SSPC-SP10/NACE 2  
System Tested\*:  
1 ct. Dura-Plate UHS @ 18.0 mils (450 microns) dft with B62GV210 Hardener  
\*unless otherwise noted below

Test Name	Test Method	Results
Abrasion Resistance	ASTM D4060, CS17 wheel, 1000 cycles, 1 kg load	20.8 mg loss
Adhesion	ASTM D4541; ASTM D3359	800 psi, minimum (ASTM D4541); 5A (ASTM D3359)
Corrosion Weathering	ASTM D5894, 6 cycles, 2016 hours	Rating 10 per ASTM D610 for rusting and Rating 10 per ASTM D714 for blistering
Direct Impact Resistance	ASTM D2794; ASTM G14	30 in. lb. (ASTM D2794); 168 in. lb. (ASTM G14)
Dry Heat Resistance	ASTM D2485	250°F (121°C)
Flexibility	ASTM D522, 180° bend, 1/2" mandrel	Passes, 9.7% elongation
Immersion (Galva-pac/1 ct Dura Plate UHS)	5 year potable water	Rating 10 per ASTM D610 for rusting and Rating 10 per ASTM D714 for blistering
Pencil Hardness	ASTM D3363	3H

**IMMERSION (Ambient temperature):**

- Ballast Tank mix ..... Recommended
- Crude oil ..... Recommended
- Diesel fuel ..... Recommended
- Ethanol or Gasohol ..... Recommended
- Fresh water/Potable Water ..... Recommended
- Fuel oil ..... Recommended
- Methanol or methanol blends ..... Not Recommended
- MTBE, TAME, ETBE ..... Recommended
- Refined petroleum products ..... Recommended
- Sea water ..... Recommended
- Hi-Aromatic Gasolines ..... Recommended





**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



Certified to  
NSF/ANSI 61

# DURA-PLATE® UHS

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210	SERIES
PART A	B62W211	WHITE OAP (NSF)
PART B	B62V210	STANDARD HARDENER (NSF)
PART B	B62V211	LOW TEMP HARDENER (NSF)

Revised: November 17, 2016

## PRODUCT INFORMATION

TRM.35

RECOMMENDED SYSTEMS		
	Dry Film Thickness / ct.	(Microns)
	Mils	
<b>Steel, NSF Systems:</b>		
1 ct. Dura-Plate UHS Primer	4.0-8.0*	(100-200)
1 ct. Dura-Plate UHS	10.0-12.0*	(250-300)
or		
1 ct. Dura-Plate UHS	16.0-50.0	(400-1250)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	8.0-25.0	(200-625)
or		
3 cts. Dura-Plate UHS	8.0-16.0	(200-400)
<b>Steel, OAP Fluorescent Pigment System</b>		
1 ct. Dura-Plate UHS (B62W211)	12.0-14.0	(300-350)
<b>Steel:</b>		
1 ct. Dura-Plate UHS Primer	4.0-8.0**	(100-200)
1 ct. Dura-Plate UHS	10.0-12.0	(250-300)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	6.0-7.0	(150-175)
or		
1 ct. Dura-Plate UHS	18.0-22.0	(450-550)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	10.0-12.0	(250-300)
<b>Steel, with hold primer:</b>		
1 ct. Macropoxy 5500 Primer (as required for blast hold primer)	1.0-1.5**	(25-40)
2 cts. Dura-Plate UHS	10.0-12.0	(250-300)
or		
1 ct. Copoxy Shop Primer	1.0-1.5	(25-40)
1 ct. Dura-Plate UHS	18-22	(450-550)
<b>Steel, Laminate System:</b>		
1 ct. Copoxy Shop Primer (as required for blast hold primer)	1.0-1.5	(25-40)
or		
1 ct. Dura-Plate UHS Primer	4.0-8.0**	(100-200)
1 ct. Steel-Seam FT910 as required for filling pits, and transitioning sharp edges, weld seams, etc.		
1 ct. Dura-Plate UHS Clear Laminate Resin with 1½ oz. glass mat	40.0-45.0	(1000-1125)
1 ct. Dura-Plate UHS as required to seal fiberglass mat	10.0-12.0	(250-300)
<b>Concrete/Masonry:</b>		
1 ct. Corobond 100 Epoxy Primer/Sealer (or 1 ct Dura-Plate UHS Primer as required for NSF)	4.0-8.0 4.0-8.0**	(100-150) (100-200)
1 ct. Dura-Plate UHS (as required for NSF)	18.0-22.0	(450-550)

\* If primer is used, 10 mils (250 microns) dft maximum for primer and 14 mils (350 microns) dft maximum for topcoat.

\*\* When using the B62L210 Primer containing the OAP fluorescent pigment, make sure a non-containing OAP fluorescent pigment Topcoat is used.

Refer to Application Bulletin for treatment of pitted tank bottoms.

The systems listed above are representative of the product's use, other systems may be appropriate.

### DISCLAIMER

The information and recommendations set forth in this Product Data Sheet are based upon tests conducted by or on behalf of The Sherwin-Williams Company. Such information and recommendations set forth herein are subject to change and pertain to the product offered at the time of publication. Consult your Sherwin-Williams representative to obtain the most recent Product Data Information and Application Bulletin.

### SURFACE PREPARATION

Surface must be clean, dry, and in sound condition. Remove all oil, dust, grease, dirt, loose rust, and other foreign material to ensure adequate adhesion.

Refer to product Application Bulletin for detailed surface preparation information.

Minimum recommended surface preparation:

Iron & Steel:  
Atmospheric: SSPC-SP6/NACE 3, 2 mil (50 micron) profile or SSPC-SP12/NACE No. 5, WJ-3/NV-2

Immersion: SSPC-SP10/NACE2, 2-3 mil (50-75 micron) profile or SSPC-SP12/NACE No. 5, WJ-2/NV-2

Concrete & Masonry:  
Atmospheric: SSPC-SP13/NACE 6, or ICRI No. 310.2R CSP 2-3

Immersion: SSPC-SP13/NACE 6-4.3.1 or 4.3.2, or ICRI No. 310.2R CSP 2-3

#### Surface Preparation Standards

Condition of Surface	ISO 8501-1 SS7079:A1	Swedish Std. SIS055900	SSPC	NACE
White Metal	Sa 3	Sa 3	SP 5	1
Near White Metal	Sa 2.5	Sa 2.5	SP 10	2
Commercial Blast	Sa 2	Sa 2	SP 6	3
Brush-Off Blast	Sa 1	Sa 1	SP 7	4
Hand Tool Cleaning	St 2	St 2	SP 8	5
Rusted & Rusted	St 3	St 3	SP 9	6
Power Tool Cleaning	St 3	St 3	SP 9	6

### TINTING

Do not tint Part A.

Clear Hardeners B62V210 and B62V211 may be tinted with up to 1½ oz. per gallon with Maxitoner Colorant, Phthalo Green or Black (both NSF approved) ONLY.

### APPLICATION CONDITIONS

Temperature (air, surface):  
B62-V210 Hardeners 50°F (10°C) minimum, 110°F (43°C) maximum

B62V211 Hardener 40°F (4.5°C) minimum, 77°F (25°C) maximum

Material should be 70°F (21°C) to 85°F (29°C) or optimal performance.  
Relative humidity: 85% maximum

Refer to product Application Bulletin for detailed application information.

### ORDERING INFORMATION

Packaging:  
Part A: 4 gallon (15.1L) container  
Part B: 1 gallon (3.78L) container  
Weight: 10.52 ± 0.2 lb/gal ; 1.26 Kg/L, mixed

### SAFETY PRECAUTIONS

Refer to the MSDS sheet before use.

Published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your Sherwin-Williams representative for additional technical data and instructions.

### WARRANTY

The Sherwin-Williams Company warrants our products to be free of manufacturing defects in accord with applicable Sherwin-Williams quality control procedures. Liability for products proven defective, if any, is limited to replacement of the defective product or the refund of the purchase price paid for the defective product as determined by Sherwin-Williams. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.



**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



Certified to  
NSF/ANSI 61

# DURA-PLATE® UHS

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210	SERIES
PART A	B62W211	WHITE OAP (NSF)
PART B	B62V210	STANDARD HARDENER (NSF)
PART B	B62V211	LOW TEMP HARDENER (NSF)

Revised: November 17, 2016

## APPLICATION BULLETIN

TRM.35

### SURFACE PREPARATIONS

Surface must be clean, dry, and in sound condition. Remove all oil, dust, grease, dirt, loose rust, and other foreign material to ensure adequate adhesion.

#### Iron & Steel (atmospheric service)

Minimum surface preparation is Commercial Blast Cleaning per SSPC-SP6/NACE 3 or SSPC-SP12/NACE No. 5. For surfaces prepared by SSPC SP6/NACE 3, first remove all oil and grease from surface by Solvent Cleaning per SSPC-SP1. For better performance, use Near White Metal Blast Cleaning per SSPC-SP10/NACE 2. Blast clean all surfaces using a sharp, angular abrasive for optimum surface profile (2-3 mils / 50-75 microns). For surfaces prepared by SSPC-SP12/NACE No. 5, all surfaces shall be cleaned in accordance with WJ-3/NV2. Pre-existing profile should be approximately 2 mils (50 microns). Prime any bare steel the same day as it is cleaned or before flash rusting occurs.

#### Iron & Steel (immersion service)

Remove all oil and grease from surface by Solvent Cleaning per SSPC-SP1. Minimum surface preparation is Near White Metal Blast Cleaning per SSPC-SP10/NACE 2, or SSPC-SP12/NACE No. 5. For SSPC-SP10/NACE 2 blast clean all surfaces using a sharp, angular abrasive for optimum surface profile (2-3 mils / 50-75 microns). For SSPC-SP12/NACE No.5, all surfaces to be coated shall be cleaned in accordance with WJ-2/NV2 standards. Pre-existing profile should be approximately 2 mils (50 microns). Remove all weld spatter. Prime any bare steel the same day as it is cleaned or before flash rusting occurs.

#### Concrete and Masonry

For surface preparation, refer to SSPC-SP13/NACE 6, or ICRI No. 310.2R, CSP 2-3. Surfaces should be thoroughly clean and dry. Concrete and mortar must be cured at least 28 days @ 75°F (24°C). Remove all loose mortar and foreign material. Surface must be free of laitance, concrete dust, dirt, form release agents, moisture curing membranes, loose cement and hardeners. Fill bug holes, air pockets and other voids with Steel-Seam FT910. Primer required.

#### Follow the standard methods listed below when applicable:

ASTM D4258 Standard Practice for Cleaning Concrete.  
ASTM D4259 Standard Practice for Abrading Concrete.  
ASTM D4260 Standard Practice for Etching Concrete.  
ASTM F1869 Standard Test Method for Measuring Moisture Vapor Emission Rate of Concrete.  
SSPC-SP 13/Nace 6 Surface Preparation of Concrete.  
ICRI No. 310.2R Concrete Surface Preparation.

#### Concrete, Immersion Service:

For surface preparation, refer to SSPC-SP13/NACE 6, Section 4.3.1 or 1.3.2 or ICRI No. 310.2R, CSP 2-3.

#### Surface Preparation Standards

Condition of Surface	ISO 8501-1 BS7075:A1	Swedish Std. SIS055900	SSPC	NACE
White Metal	Sa 3	Sa 3	SP 10	1
Near White Metal	Sa 2.5	Sa 2.5	SP 5	5
Commercial Blast	Sa 2	Sa 2	SP 3	10
Brush-Off Blast	Sa 1	Sa 1	SP 1	16
Hand Tool Cleaning	OC 2	OC 2	SP 2	4
Rusted & Rusted	OC 1	OC 1	SP 1	1
Power Tool Cleaning	St 3	St 3	SP 3	1
Rusted	St 2	St 2	SP 2	1
Pitted & Rusted	St 1	St 1	SP 1	1

### APPLICATION CONDITIONS

#### Temperature (air, surface):

B62-V210 Hardeners 50°F (10°C) minimum, 110°F (43°C) maximum

B62V211 Hardener 40°F (4.5°C) minimum, 77°F (25°C) maximum

At least 5°F (2.8°C) above dew point  
Material should be 70°F (21°C) to 85°F (29°C) or optimal performance.

Relative humidity: 85% maximum

### APPLICATION EQUIPMENT

The following is a guide. Changes in pressures and tip sizes may be needed for proper spray characteristics. Always purge spray equipment before use with listed reducer. Any reduction must be compliant with existing VOC regulations and compatible with the existing environmental and application conditions.

Reduction .....Not recommended

Clean Up .....MEK, R6K10 or R7K104 Reducer

#### Airless Spray

Unit.....74:1 Pump, minimum  
Pressure.....6000 psi minimum  
Hose.....3/8" ID  
Tip......019" - .021"  
Filter.....30 mesh

In order to avoid blockage of spray equipment and hose, flush equipment with MEK, R6K10 or R7K104 Reducer at least once every 30 minutes when using the B62V210 Hardener and after each kit when using the Low Temperature Hardener, and before periods of extended downtime.

#### Plural Component

Equipment .....Acceptable

Brush .....For stripe coating and repair only

Brush.....Nylon/Polyester or Natural Bristle

Roller .....For stripe coating and repair only

Cover.....3/8" woven with solvent resistant core

If specific application equipment is not listed above, equivalent equipment may be substituted.





**Protective & Marine Coatings**

**NSF**

Certified to NSF/ANSI 61

# DURA-PLATE® UHS

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210	SERIES
PART A	B62W211	WHITE OAP (NSF)
PART B	B62V210	STANDARD HARDENER (NSF)
PART B	B62V211	LOW TEMP HARDENER (NSF)

Revised: November 17, 2016

## APPLICATION BULLETIN

TRM.35

### APPLICATION PROCEDURES

Surface preparation must be completed as indicated.

**Mixing Instructions:** Mix contents of each component thoroughly using low speed power agitation. Make certain no pigment remains on the bottom or the sides of the can. Then combine four parts by volume of Part A with one part by volume of Part B. Thoroughly agitate the mixture with power agitation.

To ensure that no unmixed material remains on the sides or bottom of the cans after mixing, visually observe the container by pouring the material into a separate container.

Apply paint at the recommended film thickness and spreading rate as indicated below:

#### Recommended Spreading Rate per coat\*:

	1 coat system		2 coat system	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Wet mils (microns)	18.0 450	22.0 550	10.0 250	12.0 300
Dry mils (microns)	18.0 450	22.0 550	10.0 250	12.0 300
Total mils (microns)	18.0 450	22.0 550	20.0 500	24.0 600
~Coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L)	72 1.76	90 2.2	130 3.18	160 3.9
Theoretical coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L) @ 1 mil/25 micron dft	1568 (38.4)			

\* See NSF Systems on next page.

NOTE: Brush or roll application recommended for stripe coating and repair only. Standard hardener preferred for brush & roll due to pot life.

#### Drying Schedule @ 10.0-22.0 mils wet (250-550 microns):

	With B62-V210 @ 55°F/13°C	@ 77°F/25°C	@ 100°F/38°C
	50% RH		
To touch:	12 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	14 hours	8 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	14 hours	8 hours
maximum:	21 days	14 days	14 days
Cure to service:	10 days	4 days	24 hours
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)*		
*Not NSF Approved. See Tips Section.			
Pot Life*:	30-45 minutes	30-45 minutes	20-30 minutes
*Dependent upon temperature and mass			
Sweat-in-time:	15 minutes	None	None

#### With B62V211 @ 40°F/4.5°C @ 55°F/13°C @ 77°F/25°C

	@ 40°F/4.5°C	@ 55°F/13°C	@ 77°F/25°C
	50% RH		
To touch:	24 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	24 hours	8 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	24 hours	8 hours
maximum:	30 days	21 days	14 days
Cure to service:	7 days	5 days	3 days
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)*		

Material should be at least 50°F (10°C) for optimal performance.

If maximum recoat time is exceeded, abrade surface before recoating.

Drying time is temperature, humidity, and film thickness dependent.

Sterilize and rinse per AWWA C652.

\*Not NSF Approved. See Tips Section.

Pot Life*:	20 minutes	20 minutes	10 minutes
*Dependent upon temperature and mass			
Sweat-in-Time:	5 minutes	None	None

Note: Recommended application procedure direct to steel: Apply a 5.0-8.0 mil (125-150 micron) coat to the substrate. Allow material to "wet" the surface. Then apply additional material, to bring total film thickness to the recommended range.

Application of coating above maximum or below minimum recommended spreading rate may adversely affect coating performance.

### CLEAN UP INSTRUCTIONS

Clean spills and spatters immediately with MEK, R6K10. Clean tools immediately after use with MEK, R6K10. Follow manufacturer's safety recommendations when using any solvent.

### PERFORMANCE TIPS

#### Repair of Pitted Tank Bottoms

Extensive, deep pitting:

- Options:
- Option 1 .... Apply a full wet coat, by spray application, of Dura-Plate UHS Primer. Follow with rubber squeegee to work material into and fill the pitted areas. After recommended drying time, apply a full coat of Dura-Plate UHS at recommended film thickness.
- Option 2 .... Apply Dura-Plate Laminant Resin with 1½ oz fiberglass mat over the pitted areas. After recommended drying time, apply a full coat of Dura-Plate UHS at recommended film thickness.
- Option 3 .... Weld new steel plates, or use puddle welds, as required to repair pitted areas. Coat areas as recommended.

#### Shallow pitting, isolated areas:

- Options:
- Option 1 .... Same as number 1 above.
- Option 2 .... Apply Steel-Seam FT910 as required to fill the pitted areas. Coat areas as recommended.

When using spray application, use a 50% overlap with each pass of the gun to avoid holidays, bare areas, and pinholes. If necessary, cross-coat spray at a right angle.

Spreading rates are calculated on volume solids and do not include an application loss factor due to surface profile, roughness or porosity of the surface, skill and technique of the applicator, method of application, various surface irregularities, material lost during mixing, spillage, overthinning, climatic conditions, and excessive film build.

No reduction of material is recommended as this can affect film build, appearance, and adhesion.

Do not mix previously catalyzed material with new.

Do not apply the material beyond recommended pot life.

In order to avoid blockage of spray equipment and hose, flush equipment with MEK, R6K10 or R7K104 Reducer at least once every 30 minutes when using the B62V210 Hardener and after each kit when using the Low Temperature Hardener, and before periods of extended downtime.

For Immersion Service: (if required) Holiday test in accordance with ASTM D5182 for steel, or ASTM D4787 for concrete.

May be applied up to 50.0-80.0 mils (1250-1500 microns) dft in one coat if required.

When using the B62L210 Primer containing the OAP fluorescent pigment, make sure a non-containing OAP fluorescent pigment Topcoat is used.

Stripe coat all crevices, welds, and sharp angles to prevent early failure in these areas.

Heat curing is not acceptable for NSF approval.

Guidance on techniques and required equipment to inspect a coating system incorporating Opti-Check OAP Technology can be found in SSPC-TU 11.

Refer to Product Information sheet for additional performance characteristics and properties.

### SAFETY PRECAUTIONS

Refer to the MSDS sheet before use.

Published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your Sherwin-Williams representative for additional technical data and instructions.

### WARRANTY

The Sherwin-Williams Company warrants our products to be free of manufacturing defects in accord with applicable Sherwin-Williams quality control procedures. Liability for products proven defective, if any, is limited to replacement of the defective product or the refund of the purchase price paid for the defective product as determined by Sherwin-Williams. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

### DISCLAIMER

The Information and recommendations set forth in this Product Data Sheet are based upon tests conducted by or on behalf of The Sherwin-Williams Company. Such information and recommendations set forth herein are subject to change and pertain to the product offered at the time of publication. Consult your Sherwin-Williams representative to obtain the most recent Product Data information and Application Bulletin.



product data



Carboguard® 61



### Selection & Specification Data

<b>Generic Type</b>	Epoxy Polyamide
<b>Description</b>	Low odor and low VOC Low temperature cure Available in a variety of colors ANSI/NSF Std. 61 for potable water tanks 2,000 gallons or larger ANSI/NSF Std. 61 for water pipes 54" inch ID or larger ANSI/NSF Std. 61 for 4" valves AWWA D102 Inside System #1 and #2
<b>Features</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Low odor and low VOC</li> <li>▪ Low temperature cure</li> <li>▪ Available in a variety of colors</li> <li>▪ ANSI/NSF Std. 61 for potable water tanks 2,000 gallons or larger*</li> <li>▪ AWWA D102 Inside System #1 and #2</li> </ul> <p>*Valid if manufactured at a certified location.</p>
<b>Color</b>	Beige (3216), White (S800), Blue (4169) and Gray (0794)
<b>Finish</b>	Semi-gloss
<b>Primers</b>	Self-priming.
<b>Dry Film Thickness</b>	Two or three coats at 5.0-10.0 mils DFT (125-250 microns) per coat. Maximum DFT for two or three coats is 20 mils (500 microns) for ANSI/NSF Standard 61 service.
<b>Solids Content By Volume</b>	72% ± 2%
<b>Theoretical Coverage Rate</b>	1154 mil ft <sup>2</sup> (28.8 m <sup>2</sup> /l at 25 microns) 288 ft <sup>2</sup> at 4 mils (7.2 m <sup>2</sup> /l at 100 microns) Allow for loss in mixing and application
<b>VOC Values</b>	As supplied: 2.00 lbs./gal (240 g/l) Thinned: 6 oz/gal w/ #2: 2.23 lbs./gal (267 g/l) 13 oz/gal w/ #2: 2.47 lbs./gal (296 g/l) These are nominal values and may vary slightly with color.
<b>Dry Temp. Resistance</b>	Continuous: 250°F (121°C) Non-Continuous: 275°F (135°C) Discoloration and loss of gloss is observed above 200°F (93°C).
<b>Limitations</b>	Epoxies lose gloss, discolor and eventually chalk in sunlight exposure.
<b>Cure Time to service for potable water</b>	7 days at 70°F

### Substrates & Surface Preparation

<b>General</b>	Surfaces must be clean and dry. Employ adequate methods to remove dirt, dust, oil and all other contaminants that could interfere with adhesion of the coating.
<b>Steel</b>	SSPC-SP10 to obtain a blast profile of 1.7-3.0 mils (42-75 microns).
<b>Concrete</b>	Concrete must be cured minimum 28 days. (Refer to ACI 308R-01) Prepare surfaces in accordance with SSPC-SP13/NACE 6. Voids in concrete may require resurfacing.

### Performance Data

Test Method	System	Results
ASTM D4541 Adhesion	Blasted Steel 1 ct. 2 ct.	(Pneumatic) 1500+ psi 1500+ psi
ASTM D522 Flexibility	Blasted Steel 1 ct.	No cracking, 5/8" Conical Mandrel Bend
ASTM D3363 Pencil Hardness	Blasted Steel 1 ct.	4H-5H
ASTM D2794 Impact Resistance	Blasted Steel 1 ct.	100 in. lbs (direct)

August 2014 replaces June 2014

1046

To the best of our knowledge the technical data contained herein is true and accurate on the date of publication and is subject to change without prior notice. User must contact Carboline Company to verify correctness before specifying or ordering. No guarantee of accuracy is given or implied. We guarantee our products to conform to Carboline quality control. We assume no responsibility for coverage, performance or injuries resulting from use. Liability, if any, is limited to replacement of products. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY CARBOLINE, EXPRESS OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW, OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Carboline® and Carboguard® are registered trademarks of Carboline Company.

# Carboguard® 61

## Application Equipment

Job site conditions may require modifications to these guidelines to achieve the desired results.  
General Guidelines:

**Conventional Spray** Pressure pot equipped with dual regulators, 3/8" I.D. minimum material hose, .070" I.D. fluid tip and appropriate air cap.

**Airless Spray** Pump Ratio: 30:1 (min.)  
GPM Output: 2.5 (min.)  
Material Hose: 3/8" I.D. (min.)  
Tip Size: .017"-.021"  
Output PSI: 2100-2300  
Filter Size: 60 mesh  
\*Teflon packings are recommended and available from the pump manufacturer.

**Brush & Roller (General)** Not recommended for tank lining applications except when stripping welds. Multiple coats may be required to obtain desired appearance, recommended dry film thickness and adequate hiding. Avoid excessive re-brushing or re-rolling. For best results, tie-in within 10 minutes at 75°F (24°C).

**Brush** Use a medium bristle brush.

**Roller** Use 3/8" nap phenolic core roller.

## Mixing & Thinning

**Mixing** Power mix separately, then combine and power mix. Allow mixed product 15 minute sweat-in time before thinning if material is under 70°F (21°C). DO NOT MIX PARTIAL KITS.

**Ratio** 1:1 Ratio (A to B)

**Thinning** Spray: Up to 13 oz/gal (10%) with Thinner #2.  
Brush & Roller: Up to 13 oz/gal (10%) with Thinner #2.

**Pot Life** 4 Hours at 75°F (24°C)  
Pot life ends when coating loses body and begins to sag. Pot life times will be less at higher temperatures.

## Cleanup & Safety

**Cleanup** Use Thinner #2 or Acetone. In case of spillage, absorb and dispose of in accordance with local applicable regulations.

**Safety** Read and follow all caution statements on this product data sheet and on the MSDS for this product. Employ normal workmanlike safety precautions. Hypersensitive persons should wear protective clothing, gloves and use protective cream on face, hands and all exposed areas.

**Ventilation** When used in enclosed areas, thorough air circulation must be used during and after application until the coating is cured. The ventilation system should be capable of preventing the solvent vapor concentration from reaching the lower explosion limit for the solvents used. User should test and monitor exposure levels to insure all personnel are below guidelines. If not sure or if not able to monitor levels, use MSHA/NIOSH approved respirator.

**Caution** This product contains flammable solvents. Keep away from sparks and open flames. All electrical equipment and installations should be made and grounded in accordance with the National Electric Code. In areas where explosion hazards exist, workmen should be required to use non-ferrous tools and wear conductive and non-sparking shoes.

August 2014 replaces June 2014

To the best of our knowledge the technical data contained herein is true and accurate on the date of publication and is subject to change without prior notice. User must contact Carboline Company to verify correctness before specifying or ordering. No guarantee of accuracy is given or implied. We guarantee our products to conform to Carboline quality control. We assume no responsibility for coverage, performance or injuries resulting from use. Liability, if any, is limited to replacement of products. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY CARBOLINE, EXPRESS OR IMPLIED, STATUTORY BY OPERATION OF LAW, OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Carboline® and Carboguard® are registered trademarks of Carboline Company.

## Application Conditions

Condition	Material	Surface	Ambient	Humidity
Normal	60°-85°F (16°-29°C)	60°-85°F (16°-29°C)	60°-90°F (16°-32°C)	0-80%
Minimum	50°F (10°C)	40°F (4.4°C)	40°F (4.4°C)	0%
Maximum	90°F (32°C)	140°F (60°C)	120°F (49°C)	85%

This product simply requires the substrate temperature to be above the dew point. Condensation due to substrate temperatures below the dew point can cause flash rusting on prepared steel and interfere with proper adhesion to the substrate. Special application techniques may be required above or below normal application conditions.

## Curing Schedule

Surface Temp. & 50% Relative Humidity	Dry to Touch	Dry to Handle	Dry to Recoat Or Topcoat	Maximum Recoat Time
40°F (4.4°C)	2-3 hours	30 hours	48 hours	1 Year
50°F (10°C)	1.5 hours	20 hours	24 Hours	1 Year
60°F (16°C)	1 hour	8 hours	16 Hours	1 Year
75°F (24°C)	45 min.	5 hours	12 Hours	1 Year
90°F (32°C)	30 min.	3 hours	12 Hours*	1 Year

NSF cure to service is 7 days at 70°F

These times are based on a 5.0 mil (125 micron) dry film thickness. Higher film thickness, insufficient ventilation or cooler temperatures will require longer cure times and could result in solvent entrapment and premature failure. Excessive humidity or condensation on the surface during curing can interfere with the cure, can cause discoloration and may result in a surface haze. Any haze or blush must be removed by water washing before recoating. If the maximum recoat times have been exceeded, the surface must be abraded by sweep blasting or sanding prior to the application of additional coats. For force curing, contact Carboline Technical Service for specific requirements. \*12 hours minimum recoat time for potable water

## Packaging, Handling & Storage

**Shipping Weight (Approximate)** 2 Gallon Kit: 26 lbs. (12 kg) 10 Gallon Kit: 127 lbs. (58 kg)

**Flash Point (Seta flash)** Part A: 82°F (27.8°C)  
Part B: 71°F (21.7°C)

**Storage (General)** Store Indoors.

**Storage Temperature & Humidity** 40° - 100°F (4° - 37.8°C)  
0-100% Relative Humidity

**Shelf Life** Part A & B: Min. 36 months at 75°F (24°C)

\*Shelf Life: (actual stated shelf life) when kept at recommended storage conditions and in original unopened containers.

  
Coatings - Linings - Fireproofing  
2150 Schuetz Rd., St. Louis, MO 63146  
PH: 314-644-1000 Toll-Free: 800-848-4645  
www.carboline.com

  
An RPM Company

**ANEXO C**  
**(FICHAS TÉCNICAS)**

**ANEXO C1**  
**AGUA DESTILADA**

4 L.

# NOVACHEM

## AGUA DESTILADA (Uso Múltiple)

### ANÁLISIS ACTUAL

Norma INEN 1545	Dureza	Max 0.80 ppm
	Alcal. Total	Max 2.00 ppm
	STD	0.00 ppm
	pH	6-6.5
	Conductividad	Max 4.00 µs/cm
	Silicie	Max 5.00 ppm
	Sabor Color	Excento

Lote: 100817





# ANEXO C3

## FICHA TÉCNICA SAL ANALÍTICA

Certificate of Analysis

Page 1 of 1



1 Reagent Lane  
Fair Lawn, NJ 07410  
201.796.7100 tel  
201.796.1329 fax

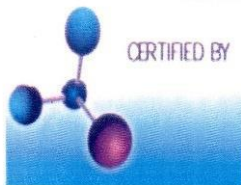
### Certificate of Analysis

Thermo Fisher Scientific's Quality System has been found to conform to Quality Management System Standard ISO9001:2008 standard by SAI Global Certificate Number CERT - 0090918

This is to certify that units of the lot number below were tested and found to comply with the specifications of the grade listed. Certain data have been supplied by third parties. Thermo Fisher Scientific expressly disclaims all warranties, expressed or implied, including the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Certain products (USP/FCC/NF/EP/JP grades) are sold for use in food, drug, or medical device manufacturing. Fisher does not claim regulatory coverage under 21 CFR nor maintain DMFs with the FDA. The following are the actual analytical results obtained.

Catalog Number	S271	Quality Test / Release Date		10/27/2017
Lot Number	176877			
Description	SODIUM CHLORIDE, CERTIFIED A.C.S.			
Country of Origin	United States	* Suggested Retest Date	Oct-2022	
Chemical Origin	Inorganic-non animal			
BSE/TSE Comment	No animal products are used as starting raw material ingredients, or used in processing, including lubricants, processing aids, or any other material that might migrate to the finished product.			
Chemical Comment	This material does not contain any BPA (Bisphenol A), phthalates/phthalate esters or animal derived substances.			

Result name	Units	Specifications	Test Value
APPEARANCE	-	REPORT	Small, white crystals.
ASSAY	%	>= 99.0	99.6
BARIUM (Ba)	PASS/FAIL	= PASS TEST	PASS TEST
BROMIDE	%	<= 0.01	<0.010
CALCIUM	%	<= 0.002	0.0003
CHLORATE & NITRATE	%	<= 0.003	<0.0030
HEAVY METALS (as Pb)	ppm	<= 5	<5.0
IDENTIFICATION	PASS/FAIL	= PASS TEST	PASS TEST
INSOLUBLE MATTER	%	<= 0.005	<0.005
IODIDE	%	<= 0.002	<0.0020
IRON (Fe)	ppm	<= 2	<2.0
MAGNESIUM	%	<= 0.001	<0.0010
PH 5% SOLUTION @ 25 DEG C		Inclusive Between 5.0 - 9.0	5.5
PHOSPHATE (PO4)	ppm	<= 5	<5.0
POTASSIUM (K)	%	<= 0.005	0.004
SULFATE (SO4)	%	<= 0.004	<0.0040



*Jeresa Bailey-Wyche*

Quality Assurance Specialist - Certificate of Analysis Fair Lawn

Note: The data listed is valid for all package sizes of this lot of this product, expressed as an extension of this catalog number listed above. If there are any questions with this certificate, please call Chemical Services at (800) 227-6701.  
\*Based on suggested storage condition.

**ANEXO D**  
**(REPORTES TÉCNICOS)**

## ANEXO D1

### REPORTE CONDICIONES DE ENSAYO DE CORROSIÓN



Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carrocerero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

#### LABORATORIO DE ENSAYOS CLIMÁTICOS Y TRATAMIENTOS

#### TÉRMICOS

#### REPORTE DE CONDICIONES DE ENSAYO DE CORROSIÓN

INFORME DE RESULTADOS N°: 180396187720190805-ENS

#### DATOS GENERALES

**DATOS INFORMATIVOS:**

N° de proforma: TT\_2019\_005

Empresa / Cliente: Hugo Fabián Amancha Torres.

RUC/C.I.: 1803961877

Ciudad: Ambato

Dirección: Simón Bolívar.

Teléfono: 0992886213

Correo: hugofabian1987@hotmail.com

**DATOS DEL ENSAYO:**

Lugar de Ejecución de Ensayo: Laboratorio de Tratamientos térmicos y ensayos climáticos.

Dirección del Laboratorio: Ambato/Catiglata. Toronto y Río de Janeiro.

Método de ensayo: ASTM B117-16 Práctica estándar para el funcionamiento del equipo de niebla salina (niebla).

Numero de probetas: 120.

Número de horas de ensayo: 480 horas.

Volumen de la solución: 240 litros.

Caudal: 0,5 l/h

Cantidad de Sal utilizada: 12,72 Kg.

Equipo utilizado: Cámara de niebla salina Modelo: SSC-400 N° de fabricación: 3477/14

Fecha de Inicio de Ensayo: 2019/08/23. Fecha de Finalización de Ensayo: 2019/09/12.

El presente reporte corresponde al monitoreo de las condiciones de ensayo realizado una vez al día durante el transcurso de horas que permaneció el ensayo, excepto los días sábados, domingos y feriados.

**Observaciones:** El primer lote se retiró de la Cámara de Niebla Salina a 120 horas de ensayo, el siguiente a 240 horas de ensayo y posterior a ello a 360 y 480 horas de ensayo.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	
Ing. Fernando Galarza Mg.	Ing. Fernando Tibán R.	Ing. Esteban López Espinel MEng.
Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

**Lugar y fecha de emisión de Informe:** Ambato, 26 de septiembre de 2019.

**N°. Factura:** 001-002-000007774.





Equipo Utilizado				
N°	Parámetro	Equipo	Modelo	Serie
1	Conductividad	Conductímetro	EC59	1313447
2	Temperatura de la solución recolectada	Medidor de PH/ORP	HI9125	E0016479
3	Volumen de la solución recolectada	Fluviómetro	100 ml	-
4	Valor de pH de la solución recolectada	Medidor de PH/ORP	HI9125	E0016479
5	Gravedad específica de la Sol. Recolectada	Refractómetro	MA887	03160251991

N°	Ítem	Parámetro	Unidad	Valor Requerido	Valor Medido
1	Agua Desmineralizada	Conductividad	( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	1,0- 5,0	2
2		Sólidos en suspensión:	ppm	0	0
3	Solución Salina	Valor pH	pH.	< 6,5	6,21
4		Temperatura	°C	23±3	22,5
5		Gravedad Específica	( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	5% a 23°C (1,031458)	1,033

PARÁMETROS						
Fecha	Hora	Temperatura de la cuba (°C).	Temperatura de solución recolectada (°C).	Volumen de solución recolectada (ml).	pH de solución recolectada.	Gravedad específica de la Sol. Recolectada (S.G.).
2019-08-24	Sábado					
2019-08-25	Domingo					
2019-08-26	16:05	35,2	22,1	68	7,95	1,033
2019-08-27	16:04	35,1	21,7	23	7,33	1,033
2019-08-28	16:02	34,9	22,2	25	7,16	1,034
2019-08-29	16:05	35	21,9	22	7,19	1,032
2019-08-30	16:03	35,1	22,3	23	7,21	1,034
2019-08-31	Sábado					
2019-09-01	Domingo					
2019-09-02	16:01	35,1	21,2	28	7,92	1,033
2019-09-03	16:05	35,2	21,7	16	8,12	1,035
2019-09-04	16:04	35,2	22,5	16	6,96	1,034
2019-09-05	16:05	35,2	22,1	16	6,84	1,033
2019-09-06	16:03	35,2	22,1	18	6,82	1,033
2019-09-07	Sábado					
2019-09-08	Domingo					
2019-09-09	16:02	35,1	21,2	48	7,2	1,033
2019-09-10	16:04	35,2	21,7	18	6,89	1,033
2019-09-11	16:04	35,1	21,9	19	7,4	1,035
2019-09-12	16:05	34,9	22,3	19	7,41	1,034



N°	Interrupciones durante el periodo de exposición /Causa	Fecha	Hora	Tiempo (horas)
1	Interrupción de la cámara de niebla salina (CNS) debido a que se ingresa el primero y segundo lote al contar con espacio en la cámara.	2019/08/29	12:00	0,25
2	Interrupción de la CNS debido a que se retira el primer lote luego de haber cumplido 120 horas de exposición.	2019/09/03	12:00	0,25
3	Interrupción de la CNS debido a que se retira el segundo y tercer lote luego de haber cumplido 240 y 360 horas de exposición.	2019/09/09	09:00	0,25
4	Interrupción de la CNS debido a que se retira el cuarto lote luego de haber cumplido 480 horas de exposición.	2019/09/23	09:00	0,25



## ANEXO D2

### REPORTE CONDICIONES DE ENSAYO DE CORROSIÓN



Centro de Fomento Productivo  
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

#### LABORATORIO DE ENSAYOS CLIMÁTICOS Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA

INFORME DE RESULTADOS N°: 180396187720191029-ENS

##### DATOS GENERALES

**DATOS INFORMATIVOS:**

N° de proforma: TT\_2019\_011

Empresa / Cliente: Hugo Fabián Amancha Torres.

RUC/C.I.: 1803961877 Ciudad: Ambato

Dirección: Simón Bolívar.

Teléfono: 0992886213

Correo: hugofabian1987@hotmail.com.

**DATOS DEL ENSAYO:**

**Lugar de Ejecución de Ensayo:** Laboratorio de Tratamientos térmicos y ensayos climáticos.

**Dirección del Laboratorio:** Ambato/Catigлата. Toronto y Río de Janciro.

**Método de ensayo:**

ASTM B117 - 18.- Práctica estándar para operar aparatos de niebla salina (niebla).

ASTM D610 -08 (2019) Práctica estándar para evaluar el grado de oxidación en superficies de acero pintadas.

**Especificación del material:** Acero Q235B

**Evaluación de la conformidad:** Recubrimiento de pintura sobre el acero.

**Equipo utilizado:** Cámara de niebla salina **Modelo:** SSC-400 **N° de fabricación:** 3477/14

**Colocación de las probetas:** Las probetas se colocaron en el interior de la cámara de ensayo en una posición tal que mantienen un ángulo entre 15° y 30° respecto a la vertical.

**Duración del ensayo:** 480 horas.

**Cloruro de sodio:** (5 ± 1) partes de masa **Agua destilada:** 95 partes de masa.

**Fecha de evaluación de resultados:** 2019/09/16.

**Método de evaluación:** Estimación de porcentaje de superficie oxidada utilizando técnica visual (5.3 de norma ASTM D610).

**Fecha de Inicio de Ensayo:** 2019/08/23 **Fecha de Finalización de Ensayo:** 2019/09/13.

Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en *materiales metálicos con recubrimiento de pintura*. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Ensayos climáticos y tratamientos térmicos del CFPMC del H. Gobierno Provincial de Tungurahua.

**Observaciones:** Las condiciones iniciales y durante el transcurso del ensayo de corrosión se encuentran reportadas en el informe 180396187720190805-ENS.

<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>
Ing. Fernando Galarza Mg.	Ing. Fernando Tibán R.	Ing. Jorge Rodas MEng.
Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

**Lugar y fecha de emisión de Informe:** Ambato, 31 de octubre de 2019.  
**N° Factura:** 001-002-000008161.



Código: RG-TT-004  
Fecha de Elaboración: 11-05-2018  
Fecha de última aprobación: 22-12-2018  
Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA

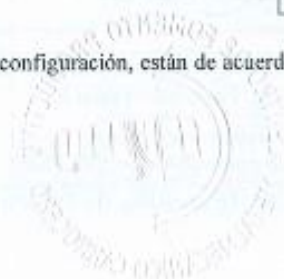
Página 1 de 36



**OBJETOS DE ENSAYO**

Nº	Identificación del grupo	Tipo de Limpieza	Forma de Recubrir	Recubrimiento	Nº Probetas
1	BM	N/A	Ninguna	Sin Recubrimiento	20
2	DBB	Bristle blaster	Brochado	Duraplate UHS	20
3	DBP	Bristle blaster	Pulverizado	Duraplate UHS	20
4	DMB	Mecánica	Brochado	Duraplate UHS	20
5	DMP	Mecánica	Pulverizado	Duraplate UHS	20
6	DSB	Sand Blasting	Brochado	Duraplate UHS	20
7	DSP	Sand Blasting	Pulverizado	Duraplate UHS	20
8	MBB	Bristle blaster	Brochado	Macropoxy 646 PW	20
9	MBP	Bristle blaster	Pulverizado	Macropoxy 646 PW	20
10	MMB	Mecánica	Brochado	Macropoxy 646 PW	20
11	MMP	Mecánica	Pulverizado	Macropoxy 646 PW	20
12	MSB	Sand Blasting	Brochado	Macropoxy 646 PW	20
13	MSP	Sand Blasting	Pulverizado	Macropoxy 646 PW	20
14	XBB	Bristle blaster	Brochado	Carboguard 61	20
15	XBP	Bristle blaster	Pulverizado	Carboguard 61	20
16	XMB	Mecánica	Brochado	Carboguard 61	20
17	XMP	Mecánica	Pulverizado	Carboguard 61	20
18	XSB	Sand Blasting	Brochado	Carboguard 61	20
19	XSP	Sand Blasting	Pulverizado	Carboguard 61	20
<b>Total</b>					<b>380</b>

**Nota:** La fabricación de las probetas y su configuración, están de acuerdo según especificaciones declaradas por el cliente.







### Especificaciones Técnicas

Cloruro de sodio	
Ensayo	99,3 %
Bario	Para pasar la prueba (limite alrededor de 0.001%)
Bromuro	<0,010%
Calcio	0,002%
Clorato y nitrato	<0,003%
Metales pesados (como Pb)	<5 ppm
Materia insoluble	<0.005%
Yoduro	<0,0020%
Hierro	<2 ppm
Magnesio	<0,0010%
pH de una solución al 5% a 25 °C	6,1
Fosfato (PO4)	<5 ppm
Potasio	0,003%
Sulfato (SO4)	<0,0040%
Agua destilada (NTE INEN 1545)	
Dureza	Max. 0.80 ppm
Alcalinidad Total	Max. 2.00 ppm
STD	0.00 ppm
pH	6-6.5
Conductividad	Max 4.00 ps/cm
Silice	Max. 5.00 ppm
Sabor Color	Excento

### Datos utilizados para determinar la Tasa de corrosión

<b>Constante K</b>	87600
<b>Densidad</b>	7,85

### Descripción de parámetros de evaluación (ASTM D610)

S=Manchas de óxido      G=Oxidación general      P=Oxidación precisa



Centro de Fomento Productivo  
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

**Resultados:**

MATERIAL BASE (BM)										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	99,36	39,68	39,43	207,52	207,23	0,29	0,6840	0,4864
	2	120	99,96	39,48	39,46	195,97	195,74	0,23	0,5420	
	3	120	99,74	38,90	38,80	193,00	192,80	0,20	0,4794	
	4	120	100,74	39,78	40,07	198,50	198,30	0,20	0,4641	
2	5	120	100,04	99,08	99,12	355,19	354,91	0,28	0,2627	0,8577
	6	240	101,34	42,02	42,58	209,95	209,35	0,60	0,6551	
	7	240	99,35	38,04	37,79	185,88	185,17	0,71	0,8735	
	8	240	100,44	36,96	37,12	183,91	183,31	0,60	0,7515	
	9	240	97,95	36,61	35,86	178,73	177,90	0,83	1,0762	
	10	240	100,98	36,56	36,92	185,80	185,06	0,74	0,9320	
3	11	360	98,45	37,98	37,39	185,90	184,45	1,45	1,2021	1,0735
	12	360	100,30	41,81	41,94	207,88	206,32	1,56	1,1531	
	13	360	100,86	38,24	38,57	191,95	190,59	1,36	1,0930	
	14	360	100,57	43,79	44,04	219,23	217,87	1,36	0,9573	
	15	360	101,31	46,11	46,71	231,51	230,06	1,45	0,9622	
4	16	480	98,02	42,44	41,60	205,82	204,15	1,67	0,9333	0,9835
	17	480	99,20	35,83	35,54	177,75	176,05	1,70	1,1119	
	18	480	97,50	41,29	40,26	198,69	197,03	1,66	0,9586	
	19	480	99,56	44,46	44,26	219,71	218,00	1,71	0,8981	
	20	480	99,13	39,96	39,61	198,03	196,30	1,73	1,0153	

Código: RG-TT-004  
Fecha de Elaboración: 11-05-2018  
Fecha de última aprobación: 22- 12 -2018  
Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA



Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carroceros



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

DBB										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	101,15	41,87	42,35	207,01	207,01	0,00	0,0000	0,0000
	2	120	98,43	39,83	39,20	189,20	189,20	0,00	0,0000	
	3	120	100,71	38,01	38,28	189,41	189,41	0,00	0,0000	
	4	120	100,84	36,73	37,04	180,54	180,54	0,00	0,0000	
	5	120	99,46	38,57	38,36	188,67	188,67	0,00	0,0000	
2	6	240	99,35	39,87	39,61	190,78	190,76	0,02	0,0235	0,0133
	7	240	94,94	36,94	35,07	167,11	167,11	0,00	0,0000	
	8	240	102,40	42,24	43,25	208,25	208,24	0,01	0,0107	
	9	240	100,82	41,68	42,02	204,37	204,35	0,02	0,0221	
	10	240	102,64	45,48	46,68	227,79	227,78	0,01	0,0100	
3	11	360	99,96	42,05	42,03	201,85	201,81	0,04	0,0295	0,0167
	12	360	102,12	41,62	42,50	203,96	203,95	0,01	0,0073	
	13	360	100,17	38,99	39,06	188,98	188,95	0,03	0,0238	
	14	360	102,48	42,24	43,29	211,43	211,42	0,01	0,0072	
	15	360	97,25	40,62	39,50	187,43	187,41	0,02	0,0157	
4	16	480	104,51	40,02	41,82	202,26	202,22	0,04	0,0222	0,0276
	17	480	100,15	39,01	39,07	196,93	196,90	0,03	0,0179	
	18	480	101,81	42,21	42,97	208,40	208,34	0,06	0,0325	
	19	480	104,42	39,70	41,45	199,32	199,27	0,05	0,0280	
	20	480	103,23	42,13	43,49	212,80	212,73	0,07	0,0374	

Código: RG-TT-004

Fecha de Elaboración: 11-05-2018

Fecha de última aprobación: 22-12-2018

Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA

Página 5 de 36





Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

DBP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	99,52	39,34	39,15	193,82	193,82	0,00	0,0000	0,0048
	2	120	103,30	37,34	38,57	194,14	194,13	0,01	0,0241	
	3	120	95,55	40,06	38,28	187,62	187,62	0,00	0,0000	
	4	120	99,24	40,28	39,97	206,95	206,95	0,00	0,0000	
	5	120	97,28	41,41	40,28	196,06	196,06	0,00	0,0000	
2	6	240	99,17	36,67	36,37	178,72	178,70	0,02	0,0256	0,0149
	7	240	99,82	40,08	40,01	195,33	195,33	0,00	0,0000	
	8	240	100,40	37,72	37,87	186,11	186,10	0,01	0,0123	
	9	240	99,73	38,32	38,22	190,61	190,60	0,01	0,0122	
	10	240	99,67	38,35	38,22	188,58	188,56	0,02	0,0243	
3	11	360	96,94	36,90	35,77	178,13	178,10	0,03	0,0260	0,0270
	12	360	100,27	39,75	39,86	192,83	192,79	0,04	0,0311	
	13	360	100,23	39,35	39,44	192,11	192,08	0,03	0,0236	
	14	360	100,10	39,60	39,64	194,87	194,84	0,03	0,0235	
	15	360	99,60	40,33	40,17	198,54	198,50	0,04	0,0309	
4	16	480	102,39	38,92	39,85	194,09	194,05	0,04	0,0233	0,0205
	17	480	100,68	38,26	38,52	195,97	195,92	0,05	0,0302	
	18	480	99,75	39,31	39,21	190,44	190,40	0,04	0,0237	
	19	480	100,91	36,50	36,83	179,53	179,49	0,04	0,0252	
	20	480	99,04	38,62	38,25	194,62	194,62	0,00	0,0000	

Código: FG-TT-004  
Fecha de Elaboración: 11-05-2018  
Fecha de última aprobación: 22-12-2018  
Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA

Página 6 de 36



DMB										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	100,78	37,96	38,26	186,44	186,44	0,00	0,0000	0,0051
	2	120	99,92	39,32	39,29	193,70	193,70	0,00	0,0000	
	3	120	98,93	43,06	42,60	209,00	209,00	0,00	0,0000	
	4	120	98,15	36,83	36,15	177,98	177,97	0,01	0,0257	
	5	120	98,15	37,95	37,25	179,53	179,53	0,00	0,0000	
2	6	240	99,68	40,13	40,00	192,28	192,27	0,01	0,0116	0,0069
	7	240	99,44	38,15	37,94	197,33	197,33	0,00	0,0000	
	8	240	104,25	41,79	43,57	211,15	211,14	0,01	0,0107	
	9	240	102,38	37,78	38,68	188,97	188,96	0,01	0,0120	
	10	240	99,42	39,14	38,91	188,05	188,05	0,00	0,0000	
3	11	360	100,49	42,28	42,49	207,97	207,95	0,02	0,0146	0,0159
	12	360	95,31	38,73	36,91	189,62	189,59	0,03	0,0252	
	13	360	99,58	39,07	38,91	191,40	191,38	0,02	0,0159	
	14	360	101,47	36,96	37,50	179,69	179,68	0,01	0,0083	
	15	360	101,77	39,13	39,82	195,93	195,91	0,02	0,0156	
4	16	480	99,17	38,42	38,10	184,98	184,94	0,04	0,0244	0,0214
	17	480	100,52	38,08	38,28	187,61	187,57	0,04	0,0243	
	18	480	104,07	40,22	41,86	201,77	201,74	0,03	0,0167	
	19	480	99,12	40,88	40,52	196,40	196,36	0,04	0,0229	
	20	480	99,38	37,73	37,50	184,63	184,60	0,03	0,0186	

DMP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	103,35	37,08	38,32	192,08	192,08	0,00	0,0000	0,0000
	2	120	97,25	39,16	38,08	188,52	188,52	0,00	0,0000	
	3	120	99,78	38,28	38,20	188,11	188,11	0,00	0,0000	
	4	120	99,78	41,03	40,94	204,72	204,72	0,00	0,0000	
	5	120	99,71	38,92	38,81	190,23	190,23	0,00	0,0000	
2	6	240	103,42	40,26	41,64	208,89	208,89	0,00	0,0000	0,0048
	7	240	99,97	38,78	38,77	193,16	193,15	0,01	0,0120	
	8	240	96,70	38,29	37,03	180,92	180,92	0,00	0,0000	
	9	240	100,61	37,77	38,00	189,82	189,81	0,01	0,0122	
	10	240	100,41	40,18	40,34	200,27	200,27	0,00	0,0000	
3	11	360	101,64	42,62	43,32	217,18	217,15	0,03	0,0215	0,0202
	12	360	100,66	39,22	39,48	195,36	195,33	0,03	0,0236	
	13	360	100,11	38,82	38,86	191,69	191,67	0,02	0,0160	
	14	360	98,72	39,42	38,92	192,27	192,25	0,02	0,0159	
	15	360	100,26	38,84	38,94	194,40	194,37	0,03	0,0239	
4	16	480	103,05	39,95	41,17	208,96	208,92	0,04	0,0226	0,0205
	17	480	99,28	38,06	37,79	185,10	185,06	0,04	0,0246	
	18	480	99,27	39,17	38,88	192,60	192,57	0,03	0,0179	
	19	480	98,47	36,28	35,72	177,80	177,77	0,03	0,0195	
	20	480	102,26	38,23	39,09	194,08	194,05	0,03	0,0178	



**DSB**

Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	103,43	39,25	40,60	203,49	203,49	0,00	0,0000	0,0000
	2	120	96,61	38,38	37,08	181,46	181,46	0,00	0,0000	
	3	120	101,44	39,84	40,41	195,76	195,76	0,00	0,0000	
	4	120	101,52	39,14	39,73	193,10	193,10	0,00	0,0000	
	5	120	100,24	38,57	38,66	192,07	192,07	0,00	0,0000	
2	6	240	103,28	39,17	40,45	203,20	203,19	0,01	0,0115	0,0119
	7	240	95,87	39,42	37,79	183,65	183,64	0,01	0,0123	
	8	240	101,47	37,68	38,23	183,86	183,84	0,02	0,0243	
	9	240	98,78	40,78	40,28	196,29	196,28	0,01	0,0115	
	10	240	98,02	40,46	39,66	192,99	192,99	0,00	0,0000	
3	11	360	103,48	35,22	36,45	174,66	174,65	0,01	0,0085	0,0129
	12	360	102,67	38,29	39,31	186,96	186,95	0,01	0,0079	
	13	360	98,98	37,48	37,10	178,45	178,43	0,02	0,0167	
	14	360	99,98	40,24	40,23	196,26	196,24	0,02	0,0154	
	15	360	99,77	38,58	38,49	195,40	195,38	0,02	0,0161	
4	16	480	101,19	34,28	34,69	168,86	168,82	0,04	0,0268	0,0235
	17	480	99,02	38,44	38,06	181,25	181,22	0,03	0,0183	
	18	480	99,42	38,02	37,80	185,40	185,37	0,03	0,0185	
	19	480	101,50	39,40	39,99	193,77	193,72	0,05	0,0291	
	20	480	94,28	40,00	37,71	184,07	184,03	0,04	0,0247	



DSP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
<b>1</b>	1	120	99,82	39,12	39,05	191,92	191,92	0,00	0,0000	0,0000
	2	120	99,25	38,21	37,92	195,33	195,33	0,00	0,0000	
	3	120	98,72	37,01	36,54	182,05	182,05	0,00	0,0000	
	4	120	102,86	38,62	39,72	198,80	198,80	0,00	0,0000	
	5	120	99,21	37,44	37,14	186,16	186,16	0,00	0,0000	
<b>2</b>	6	240	99,02	38,16	37,79	189,16	189,16	0,00	0,0000	0,0050
	7	240	100,42	35,68	35,83	177,57	177,56	0,01	0,0130	
	8	240	102,69	37,17	38,17	187,66	187,65	0,01	0,0122	
	9	240	102,12	40,27	41,12	203,00	203,00	0,00	0,0000	
	10	240	99,88	38,68	38,63	189,26	189,26	0,00	0,0000	
<b>3</b>	11	360	102,86	40,16	41,31	204,04	204,01	0,03	0,0225	0,0250
	12	360	99,18	39,07	38,75	198,90	198,86	0,04	0,0320	
	13	360	99,80	40,50	40,42	201,88	201,84	0,04	0,0307	
	14	360	101,65	38,26	38,89	190,09	190,06	0,03	0,0239	
	15	360	100,89	38,57	38,91	191,15	191,13	0,02	0,0159	
<b>4</b>	16	480	101,51	38,55	39,13	191,83	191,79	0,04	0,0238	0,0257
	17	480	102,63	38,96	39,98	196,47	196,43	0,04	0,0233	
	18	480	101,26	39,14	39,63	193,01	192,97	0,04	0,0235	
	19	480	96,84	43,52	42,14	207,70	207,65	0,05	0,0276	
	20	480	98,17	39,15	38,43	188,21	188,16	0,05	0,0302	





MBB										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	100,17	39,84	39,91	193,52	193,52	0,00	0,0000	0,0140
	2	120	101,02	38,86	39,26	190,79	190,78	0,01	0,0237	
	3	120	104,34	38,28	39,94	195,63	195,62	0,01	0,0233	
	4	120	101,92	39,42	40,18	195,95	195,94	0,01	0,0231	
	5	120	97,49	42,22	41,16	202,78	202,78	0,00	0,0000	
	6	240	99,89	43,02	42,97	210,47	210,45	0,02	0,0216	
2	7	240	100,04	41,54	41,56	203,34	203,34	0,00	0,0000	0,0314
	8	240	101,06	42,19	42,64	217,60	217,55	0,05	0,0545	
	9	240	102,12	39,86	40,71	197,18	197,15	0,03	0,0343	
	10	240	101,76	39,16	39,85	195,49	195,45	0,04	0,0467	
3	11	360	99,28	39,37	39,09	189,36	189,30	0,06	0,0476	0,0412
	12	360	102,78	39,04	40,13	197,20	197,16	0,04	0,0309	
	13	360	100,26	38,81	38,91	191,66	191,60	0,06	0,0478	
	14	360	99,50	37,77	37,58	183,68	183,63	0,05	0,0412	
	15	360	102,27	39,21	40,10	191,12	191,07	0,05	0,0387	
4	16	480	100,52	39,28	39,48	194,15	194,10	0,05	0,0294	0,0352
	17	480	100,44	39,36	39,53	191,08	191,01	0,07	0,0412	
	18	480	99,17	46,98	46,59	228,07	228,02	0,05	0,0249	
	19	480	98,78	38,65	38,18	189,62	189,55	0,07	0,0426	
	20	480	98,76	43,51	42,97	210,22	210,15	0,07	0,0379	



Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

MBP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	102,48	38,78	39,74	198,64	198,63	0,01	0,0234	0,0320
	2	120	101,04	41,42	41,85	209,74	209,72	0,02	0,0444	
	3	120	100,62	41,22	41,48	207,13	207,11	0,02	0,0448	
	4	120	98,70	39,72	39,20	195,28	195,26	0,02	0,0474	
	5	120	97,52	39,68	38,70	191,62	191,62	0,00	0,0000	
2	6	240	104,51	40,29	42,11	209,13	209,09	0,04	0,0442	0,0464
	7	240	103,75	46,38	48,12	242,84	242,79	0,05	0,0483	
	8	240	99,26	40,48	40,18	201,95	201,92	0,03	0,0347	
	9	240	100,00	41,12	41,12	204,45	204,40	0,05	0,0565	
	10	240	99,58	38,61	38,45	193,06	193,02	0,04	0,0484	
3	11	360	100,81	40,84	41,17	212,72	212,65	0,07	0,0527	0,0491
	12	360	101,79	38,44	39,13	192,29	192,22	0,07	0,0555	
	13	360	102,54	38,58	39,56	192,81	192,74	0,07	0,0548	
	14	360	100,86	42,76	43,13	212,56	212,50	0,06	0,0431	
	15	360	100,49	39,35	39,54	192,55	192,50	0,05	0,0392	
4	16	480	101,41	39,84	40,40	205,36	205,27	0,09	0,0518	0,0521
	17	480	102,05	39,58	40,39	200,49	200,40	0,09	0,0518	
	18	480	101,37	40,88	41,44	204,58	204,47	0,11	0,0617	
	19	480	102,52	40,28	41,30	204,90	204,80	0,10	0,0563	
	20	480	102,77	40,46	41,58	206,00	205,93	0,07	0,0391	

Código: RG-TT-004  
Fecha de Elaboración: 11-05-2018  
Fecha de última aprobación: 22-12-2018  
Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA



MMB										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	99,58	38,44	38,28	195,47	195,47	0,00	0,0000	0,0097
	2	120	99,49	40,62	40,41	197,38	197,38	0,00	0,0000	
	3	120	101,98	37,26	38,00	186,47	186,46	0,01	0,0245	
	4	120	101,98	38,33	39,09	190,54	190,53	0,01	0,0238	
	5	120	100,88	39,66	40,01	195,58	195,58	0,00	0,0000	
2	6	240	102,68	40,01	41,08	202,95	202,94	0,01	0,0113	0,0214
	7	240	99,90	40,84	40,80	196,38	196,37	0,01	0,0114	
	8	240	96,51	36,46	35,19	173,00	172,98	0,02	0,0264	
	9	240	99,60	40,04	39,88	204,89	204,86	0,03	0,0350	
	10	240	99,98	41,04	41,03	199,85	199,83	0,02	0,0227	
3	11	360	98,64	39,17	38,64	187,22	187,17	0,05	0,0401	0,0441
	12	360	100,88	39,01	39,35	194,53	194,47	0,06	0,0473	
	13	360	101,10	39,78	40,22	199,77	199,72	0,05	0,0385	
	14	360	95,78	40,54	38,83	190,84	190,78	0,06	0,0479	
	15	360	99,11	40,28	39,92	191,20	191,14	0,06	0,0466	
4	16	480	100,46	38,52	38,70	192,30	192,24	0,06	0,0360	0,0386
	17	480	98,06	40,70	39,91	193,78	193,72	0,06	0,0350	
	18	480	100,24	37,58	37,67	191,24	191,18	0,06	0,0370	
	19	480	99,34	39,74	39,48	191,36	191,29	0,07	0,0412	
	20	480	100,34	37,06	37,19	184,65	184,58	0,07	0,0438	



MIMP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	96,87	40,30	39,04	193,28	193,28	0,00	0,0000	0,0100
	2	120	98,02	39,36	38,58	202,20	202,20	0,00	0,0000	
	3	120	99,90	36,82	36,78	184,30	184,29	0,01	0,0253	
	4	120	100,39	37,14	37,28	186,40	186,39	0,01	0,0249	
	5	120	100,24	38,92	39,01	189,49	189,49	0,00	0,0000	
2	6	240	99,18	37,42	37,11	185,49	185,48	0,01	0,0125	0,0337
	7	240	100,12	41,26	41,31	201,14	201,12	0,02	0,0225	
	8	240	95,62	39,68	37,94	138,87	138,83	0,04	0,0490	
	9	240	95,48	38,72	36,97	183,39	183,36	0,03	0,0377	
	10	240	101,80	39,28	39,99	200,47	200,43	0,04	0,0465	
3	11	360	102,58	39,78	40,81	205,66	205,62	0,04	0,0304	0,0350
	12	360	99,91	37,90	37,87	186,47	186,42	0,05	0,0409	
	13	360	99,80	37,68	37,60	187,17	187,13	0,04	0,0330	
	14	360	101,98	37,28	38,02	190,56	190,52	0,04	0,0326	
	15	360	99,98	40,68	40,67	207,26	207,21	0,05	0,0381	
4	16	480	100,22	37,12	37,20	185,25	185,20	0,05	0,0312	0,0359
	17	480	99,94	39,56	39,54	197,73	197,65	0,08	0,0470	
	18	480	100,10	36,46	36,50	179,88	179,81	0,07	0,0446	
	19	480	103,18	39,78	41,05	204,60	204,55	0,05	0,0283	
	20	480	100,08	41,24	41,27	200,73	200,68	0,05	0,0282	





MSB										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm2)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	101,54	39,34	39,95	196,45	196,43	0,02	0,0466	0,0285
	2	120	98,16	38,24	37,54	178,66	178,65	0,01	0,0248	
	3	120	100,70	40,84	41,13	201,23	201,22	0,01	0,0226	
	4	120	96,88	38,20	37,01	180,38	180,37	0,01	0,0251	
	5	120	101,79	38,80	39,49	192,66	192,65	0,01	0,0235	
2	6	240	101,66	39,30	39,95	195,26	195,23	0,03	0,0349	0,0280
	7	240	96,02	41,38	39,73	196,48	196,46	0,02	0,0234	
	8	240	101,84	40,72	41,47	205,13	205,10	0,03	0,0336	
	9	240	98,90	38,79	38,36	184,16	184,14	0,02	0,0242	
	10	240	99,12	39,38	39,03	190,40	190,38	0,02	0,0238	
3	11	360	100,48	40,32	40,51	198,11	198,04	0,07	0,0536	0,0508
	12	360	103,88	36,09	37,49	191,09	191,02	0,07	0,0579	
	13	360	98,14	40,12	39,37	189,91	189,85	0,06	0,0472	
	14	360	98,72	41,12	40,59	200,71	200,66	0,05	0,0382	
	15	360	96,98	39,22	38,04	185,75	185,68	0,07	0,0570	
4	16	480	100,94	37,72	38,07	185,64	185,56	0,08	0,0488	0,0408
	17	480	99,80	42,38	42,30	198,54	198,45	0,09	0,0495	
	18	480	96,51	38,92	37,56	184,41	184,36	0,05	0,0309	
	19	480	102,98	40,06	41,25	203,69	203,62	0,07	0,0394	
	20	480	100,74	39,02	39,31	195,08	195,02	0,06	0,0355	



MSP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	100,82	39,64	39,97	198,64	198,64	0,00	0,0000	0,0047
	2	120	100,21	39,34	39,42	198,26	198,25	0,01	0,0236	
	3	120	99,70	41,68	41,55	206,97	206,97	0,00	0,0000	
	4	120	99,86	40,38	40,32	197,81	197,81	0,00	0,0000	
	5	120	100,07	40,42	40,45	203,04	203,04	0,00	0,0000	
2	6	240	100,68	38,11	38,37	189,99	189,98	0,01	0,0121	0,0247
	7	240	100,66	36,98	37,22	185,10	185,08	0,02	0,0250	
	8	240	95,98	36,86	35,38	177,91	177,89	0,02	0,0263	
	9	240	99,46	38,22	38,01	200,36	200,33	0,03	0,0367	
	10	240	101,38	38,82	39,36	195,36	195,34	0,02	0,0236	
3	11	360	100,20	39,42	39,50	196,47	196,43	0,04	0,0314	0,0362
	12	360	93,82	38,58	36,20	178,89	178,86	0,03	0,0257	
	13	360	95,54	39,81	38,03	185,03	184,98	0,05	0,0407	
	14	360	102,36	40,78	41,74	206,91	206,86	0,05	0,0371	
	15	360	102,42	39,24	40,19	200,75	200,69	0,06	0,0463	
4	16	480	202,28	38,66	78,20	194,52	194,46	0,06	0,0178	0,0360
	17	480	102,96	39,40	40,57	210,18	210,12	0,06	0,0344	
	18	480	94,82	42,20	40,01	196,45	196,38	0,07	0,0407	
	19	480	95,90	39,18	37,57	184,41	184,33	0,08	0,0495	
	20	480	99,98	37,26	37,25	188,39	188,33	0,06	0,0374	



XBB

Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	100,94	40,56	40,94	199,84	199,84	0,00	0,0000	0,0268
	2	120	102,32	43,28	44,28	216,04	216,02	0,02	0,0420	
	3	120	102,66	40,24	41,31	200,77	200,76	0,01	0,0225	
	4	120	103,78	39,28	40,76	200,86	200,84	0,02	0,0456	
	5	120	99,48	39,58	39,37	190,80	190,79	0,01	0,0236	
	6	240	99,40	42,50	42,25	204,51	204,45	0,06	0,0660	
2	7	240	98,70	39,72	39,20	189,20	189,15	0,05	0,0593	0,0648
	8	240	100,04	40,86	40,88	197,50	197,44	0,06	0,0682	
	9	240	101,36	42,36	42,94	218,28	218,22	0,06	0,0650	
	10	240	102,64	41,62	42,72	206,63	206,57	0,06	0,0653	
	11	360	98,50	43,60	42,95	209,07	208,98	0,09	0,0650	
	12	360	102,77	39,56	40,66	200,47	200,39	0,08	0,0610	
3	13	360	103,82	43,58	45,24	219,65	219,55	0,10	0,0685	0,0605
	14	360	100,32	41,30	41,43	200,45	200,38	0,07	0,0524	
	15	360	99,24	39,32	39,02	190,33	190,26	0,07	0,0556	
	16	480	97,20	39,52	38,41	188,20	188,13	0,07	0,0424	
	17	480	102,40	41,30	42,29	206,78	206,68	0,10	0,0550	
	18	480	103,62	40,96	42,44	208,43	208,33	0,10	0,0548	
4	19	480	101,14	42,78	43,27	209,34	209,25	0,09	0,0484	0,0504
	20	480	98,88	40,88	40,42	197,63	197,54	0,09	0,0518	



Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

XBP										
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	98,90	38,72	38,29	188,22	188,22	0,00	0,0000	0,03203
	2	120	102,64	39,68	40,73	200,36	200,35	0,01	0,0228	
	3	120	98,06	40,20	39,42	195,39	195,38	0,01	0,0236	
	4	120	100,50	40,28	40,48	193,90	193,87	0,03	0,0689	
	5	120	99,96	41,52	41,50	204,99	204,97	0,02	0,0448	
2	6	240	101,50	41,22	41,84	206,22	206,12	0,10	0,1111	0,11417
	7	240	103,58	42,76	44,29	220,30	220,20	0,10	0,1050	
	8	240	100,18	39,76	39,83	202,99	202,89	0,10	0,1167	
	9	240	101,01	43,41	43,85	213,34	213,23	0,11	0,1166	
	10	240	98,21	39,01	38,31	186,54	186,44	0,10	0,1214	
3	11	360	101,44	40,84	41,43	211,26	211,11	0,15	0,1122	0,10707
	12	360	101,28	40,94	41,46	202,77	202,64	0,13	0,0972	
	13	360	99,01	37,98	37,60	187,40	187,26	0,14	0,1154	
	14	360	99,57	39,10	38,93	190,98	190,84	0,14	0,1115	
	15	360	101,54	40,06	40,68	200,66	200,53	0,13	0,0991	
4	16	480	100,76	41,46	41,78	207,73	207,56	0,17	0,0946	0,08880
	17	480	101,04	41,58	42,01	207,58	207,40	0,18	0,0996	
	18	480	97,80	38,12	37,28	185,47	185,33	0,14	0,0873	
	19	480	101,82	38,18	38,87	192,12	191,98	0,14	0,0837	
	20	480	98,84	38,82	38,37	189,26	189,13	0,13	0,0788	

Código: RG-TT-004  
Fecha de Elaboración: 11-05-2018  
Fecha de última aprobación: 22-12-2018  
Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA

Página 18 de 36





Centro de Fomento Productivo  
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

XMB											
Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)	
1	1	120	99,40	39,20	38,96	189,19	189,19	0,00	0,0000	0,0092	
	2	120	102,02	38,96	39,75	195,51	195,51	0,00	0,0000		
	3	120	100,56	38,55	38,77	187,69	187,68	0,01	0,0240		
	4	120	99,92	43,90	43,86	216,42	216,42	0,00	0,0000		
	5	120	100,82	41,80	42,14	201,56	201,55	0,01	0,0221		
2	6	240	102,04	41,98	42,84	210,55	210,51	0,04	0,0434	0,0589	
	7	240	99,49	37,65	37,46	181,70	181,64	0,06	0,0745		
	8	240	99,94	41,08	41,06	197,03	196,97	0,06	0,0680		
	9	240	102,01	38,92	39,70	194,40	194,35	0,05	0,0586		
	10	240	100,54	37,05	37,25	182,01	181,97	0,04	0,0499		
3	11	360	97,92	39,29	38,47	190,23	190,17	0,06	0,0483	0,0604	
	12	360	100,17	38,27	38,34	181,82	181,72	0,10	0,0809		
	13	360	101,68	39,74	40,41	198,60	198,52	0,08	0,0614		
	14	360	100,40	37,38	37,53	184,33	184,27	0,06	0,0496		
	15	360	99,76	40,24	40,14	192,98	192,90	0,08	0,0618		
4	16	480	101,87	39,77	40,51	197,26	197,16	0,10	0,0574	0,0581	
	17	480	99,46	38,92	38,71	189,53	189,42	0,11	0,0661		
	18	480	100,58	39,92	40,15	182,29	182,16	0,13	0,0753		
	19	480	97,27	36,35	35,36	174,44	174,34	0,10	0,0658		
	20	480	98,28	90,32	88,77	191,03	190,93	0,10	0,0262		

Código: RG-TT-004  
Fecha de Elaboración: 11-05-2018  
Fecha de última aprobación: 22-12-2018  
Revisión: 1

ENSAYO DE NIEBLA SALINA NEUTRA



XMP

Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
1	1	120	97,64	39,80	38,86	192,66	192,65	0,01	0,0239	0,01909
	2	120	96,60	38,96	37,64	185,51	185,49	0,02	0,0494	
	3	120	101,18	41,60	42,09	211,40	211,39	0,01	0,0221	
	4	120	100,27	42,24	42,35	220,49	220,49	0,00	0,0000	
	5	120	99,25	36,98	36,70	179,96	179,96	0,00	0,0000	
2	6	240	98,36	39,75	39,10	192,66	192,59	0,07	0,0832	0,08985
	7	240	95,89	40,52	38,85	192,74	192,67	0,07	0,0838	
	8	240	96,61	38,42	37,12	180,65	180,58	0,07	0,0877	
	9	240	100,32	39,01	39,13	203,55	203,47	0,08	0,0950	
	10	240	94,91	39,39	37,39	189,82	189,74	0,08	0,0995	
3	11	360	98,73	39,56	39,06	191,63	191,53	0,10	0,0794	0,07320
	12	360	100,77	38,82	39,12	194,72	194,63	0,09	0,0713	
	13	360	99,78	42,37	42,28	208,20	208,12	0,08	0,0587	
	14	360	100,24	39,44	39,53	196,86	196,77	0,09	0,0706	
	15	360	99,36	39,86	39,60	190,23	190,12	0,11	0,0861	
4	16	480	104,25	38,08	39,70	196,67	196,53	0,14	0,0820	0,08701
	17	480	99,13	40,21	39,86	199,33	199,18	0,15	0,0875	
	18	480	95,65	39,22	37,51	185,25	185,10	0,15	0,0930	
	19	480	98,85	38,76	38,31	190,84	190,68	0,16	0,0971	
	20	480	100,85	39,68	40,02	184,84	184,71	0,13	0,0755	



**XSB**

Grupo	N°	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
<b>1</b>	1	120	94,66	38,57	36,51	177,77	177,77	0,00	0,0000	0,0096
	2	120	101,72	39,41	40,09	196,37	196,37	0,00	0,0000	
	3	120	101,34	37,78	38,29	184,60	184,59	0,01	0,0243	
	4	120	98,05	40,11	39,33	191,41	191,40	0,01	0,0236	
	5	120	98,71	34,97	34,52	171,18	171,18	0,00	0,0000	
<b>2</b>	6	240	101,24	41,38	41,89	205,35	205,31	0,04	0,0444	0,0376
	7	240	102,73	38,05	39,09	193,14	193,11	0,03	0,0357	
	8	240	102,74	38,80	39,86	194,55	194,52	0,03	0,0350	
	9	240	97,23	37,31	36,28	177,35	177,32	0,03	0,0385	
	10	240	101,81	39,96	40,68	197,82	197,79	0,03	0,0343	
<b>3</b>	11	360	102,05	36,72	37,47	182,64	182,59	0,05	0,0414	0,0413
	12	360	97,61	38,85	37,92	195,62	195,57	0,05	0,0409	
	13	360	100,82	39,16	39,48	194,17	194,11	0,06	0,0471	
	14	360	100,99	39,86	40,25	197,40	197,36	0,04	0,0308	
	15	360	104,93	38,37	40,26	198,90	198,84	0,06	0,0462	
<b>4</b>	16	480	100,34	37,75	37,88	186,24	186,16	0,08	0,0491	0,0452
	17	480	99,94	38,91	38,89	189,61	189,54	0,07	0,0418	
	18	480	100,77	39,21	39,31	193,52	193,45	0,07	0,0412	
	19	480	96,41	38,97	37,57	193,28	193,21	0,07	0,0433	
	20	480	103,58	39,97	41,40	199,63	199,54	0,09	0,0505	






**XSP**

Grupo	Nº	Tiempo de Exposición (horas)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdida de masa (g)	Tasa de Corrosión (mm/año)	Promedio Tasa de Corrosión (mm/año)
<b>1</b>	1	120	100,48	39,72	39,91	199,50	199,49	0,01	0,0233	0,0184
	2	120	102,64	39,30	40,34	200,77	200,76	0,01	0,0231	
	3	120	101,90	36,98	37,68	184,61	184,61	0,00	0,0000	
	4	120	104,18	38,72	40,34	197,39	197,38	0,01	0,0231	
	5	120	99,49	41,13	40,92	199,70	199,69	0,01	0,0227	
<b>2</b>	6	240	96,19	39,78	38,26	192,61	192,56	0,05	0,0608	0,0776
	7	240	100,38	34,58	34,71	171,16	171,10	0,06	0,0804	
	8	240	99,82	36,80	36,73	183,31	183,24	0,07	0,0886	
	9	240	98,01	38,56	37,79	188,58	188,52	0,06	0,0738	
	10	240	98,61	39,00	38,46	190,92	190,85	0,07	0,0846	
<b>3</b>	11	360	99,79	39,62	39,54	186,77	186,65	0,12	0,0941	0,0893
	12	360	97,88	38,42	37,61	183,84	183,72	0,12	0,0989	
	13	360	95,50	39,61	37,83	185,39	185,29	0,10	0,0819	
	14	360	104,39	36,54	38,14	187,23	187,13	0,10	0,0813	
	15	360	102,13	37,00	37,79	196,73	196,62	0,11	0,0902	
<b>4</b>	16	480	99,69	39,67	39,55	202,00	201,87	0,13	0,0764	0,0832
	17	480	100,10	41,09	41,13	205,62	205,48	0,14	0,0791	
	18	480	95,20	38,87	37,00	183,02	182,87	0,15	0,0942	
	19	480	102,36	39,05	39,97	195,99	195,84	0,15	0,0872	
	20	480	101,59	37,59	38,19	190,50	190,37	0,13	0,0791	





**Evaluación de resultados:**

<b>Método:</b>	ASTM B117	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cuantitativo
<b>Codificación:</b>	BM	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	PÉRDIDA DE MASA			FECHA SALIDA
		MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	PÉRDIDA DE MASA (g)	
120		230,04	229,80	0,240	03/09/2019
240		188,85	188,16	0,696	09/09/2019
360		207,29	205,86	1,436	09/09/2019
480		200,00	198,31	1,694	13/09/2019





<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	DBB	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		2%	S	5	5-S, 2%
240		8%	S	4	4-S, 8%



360		16%	S	3	3-S, 16%
480		3%	G	5	5-G, 3%





Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	DBP	Periodo de tiempo:	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,01%	S	9	9-S, 0%
240		0,01%	S	9	9-S, 0%
360		10%	S	4	4-S, 10%
480		15%	S	3	3-S, 15%






<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	<b>DMB</b>	<b>Periodo de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,3%	G	7	7-G, 0,3%
240		8%	S	4	4-S, 8%
360		7%	S	4	4-S, 7%
480		3%	G	5	5-G, 3%

<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	<b>DMP</b>	<b>Periodo de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,01%	S	9	9-S, 0%



240		0,1%	S	8	8-S, 0,1%
360		1%	S	6	6-S, 1%
480		3%	G	5	5-G, 3%

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	DSB	Periodo de tiempo:	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,01%	S	9	9-S, 0%
240		0,01%	S	9	9-S, 0%
360		3%	S	5	5-S, 3%





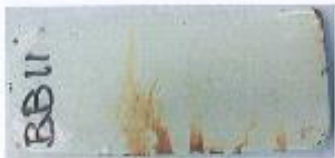

480		3%	S	5	5-S, 3%
-----	--	----	---	---	---------

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	DSP	Período de tiempo:	200 - 480 HORAS


TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,01%	S	9	9-S, 0,01%
240		0,1%	S	8	3-S, 0,1%
360		0,3%	S	7	7-S, 0,3%
480		0,3%	S	7	7-S, 0,3%



<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	MBB	<b>Periodo de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS




TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NÚM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		3%	G	5	5-G, 3%
240		3%	S	5	3-S, 5%
360		16%	S	3	3-S, 16%
480		13%	G	3	3-G, 13%

<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	MBP	<b>Periodo de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS


TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NÚM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		12%	S	3	3-S, 12%






240		8%	S	3	3-S, 8%
360		16%	S	3	3-S, 16%
480		3%	G	5	5-G, 3%





<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	MMB	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,3%	S	7	7-S, 0,3%
240		3%	S	5	5-S, 3%
360		16%	S	3	3-S, 16%







480		10%	G	4	4-G, 10%
-----	---	-----	---	---	----------

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	MMP	Período de tiempo:	200 - 480 HORAS


TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,3%	S	7	7-S, 0,3%
240		6%	S	4	4-S, 6%
360		16%	S	3	3-S, 16%
480		5%	G	5	5-G, 5%



<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	MSB	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,3%	S	7	7-S, 0,3%
240		2%	S	5	5-S, 2%
360		8%	S	3	3-S, 8%
480		25%	S	2	2-S, 25%




<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	MSP	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,01%	S	9	9-S, 0,01%




240		1%	S	6	6-S, 1%
360		3%	S	5	5-S, 3%
480		5%	S	5	5-G, 5%

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	XBB	Periodo de tiempo:	200 - 480 HORAS





TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		3%	S	5	5-S, 3%
240		8%	S	5	8-S, 5%
360		15%	S	3	3-S, 15%





480		10%	G	4	4-G, 10%
-----	---	-----	---	---	----------

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	XBP	Periodo de tiempo:	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		2%	S	6	6-S, 2%
240		6%	S	5	5-S, 6%
360		12%	S	3	3-S, 12%
480		12%	S	3	3-G, 12%







480		10%	G	4	4-G, 10%
-----	--	-----	---	---	----------

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	XBP	Periodo de tiempo:	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		2%	S	6	6-S, 2%
240		6%	S	5	5-S, 6%
360		12%	S	3	3-S, 12%
480		12%	S	3	3-G, 12%



<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	XMB	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		3%	S	5	5-S, 3%
240		12%	G	3	3-G, 12%
360		8%	S	4	4-S, 8%
480		10%	P	4	4-P, 10%

<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	XMP	<b>Período de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		1%	S	6	6-S, 1%






240		2%	S	6	6-S, 2%
360		15%	S	3	3-S, 15%
480		1%	G	6	6-G, 1%





<b>Método:</b>	ASTM D - 610	<b>Tipo de ensayo:</b>	Cualitativo
<b>Codificación:</b>	XSB	<b>Periodo de tiempo:</b>	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,2%	S	7	7-S, 0,2%
240		10%	S	3	3-S, 10%
360		16%	S	3	3-S, 16%



480		14%	G	3	3-G, 14%
-----	---	-----	---	---	----------

Método:	ASTM D - 610	Tipo de ensayo:	Cualitativo
Codificación:	XSP	Período de tiempo:	200 - 480 HORAS

TIEMPO DE EXPOSICIÓN / NUM. PROBETA	IMAGEN DE PROBETA REPRESENTATIVA	ESCALA Y DESCRIPCIÓN			ASTM D610
		%	VISUAL	GRADO	
120		0,3%	S	7	7-S, 0,3%
240		0,3%	S	7	7-S, 0,3%
360		30%	S	2	2-S, 30%
480		8%	G	4	4-G, 8%

----- FIN DE INFORME -----

# **ANEXO E**

## **(TABLAS)**

## ANEXO E1



### Tabla de distribución de la prueba de Fisher Puntos críticos al 5% de la distribución F [25]

**Tabla A4** Puntos críticos al 5% de la distribución F,  $P(X > x) = 0.05$ .

		Grados de libertad en el numerador																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	40	50	75	100	∞		
Grados de libertad en el denominador	1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254		
	2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	
	3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58	8.56	8.55	8.55	8.53	
	4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.66	5.63	
	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.44	4.42	4.41	4.41	4.37	
	6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.75	3.73	3.71	3.71	3.67	
	7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.32	3.29	3.27	3.27	3.23	
	8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.02	2.99	2.97	2.97	2.93	
	9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.80	2.77	2.76	2.76	2.71	
	10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.64	2.60	2.59	2.54	2.54	
	11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.47	2.46	2.41	2.41	
	12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.40	2.37	2.35	2.30	2.30	
	13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.21	2.21	
	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.13	2.13	
	15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.18	2.14	2.12	2.07	2.07	
	16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12	2.09	2.07	2.01	2.01	
	17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.08	2.04	2.02	1.96	1.96	
	18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04	2.00	1.98	1.92	1.92	
	19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.94	1.88	1.88	
	20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97	1.93	1.91	1.84	1.84	
	21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.90	1.88	1.81	1.81	
	22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.87	1.85	1.78	1.78	
	23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.76	1.76	
	24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.73	1.73	
	25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.78	1.71	1.71	
	26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.69	1.69	
	27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.76	1.74	1.67	1.67	
	28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.75	1.73	1.65	1.65	
	29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.77	1.73	1.71	1.64	1.64	
	30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76	1.72	1.70	1.62	1.62	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.51	1.51		
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.56	1.51	1.48	1.39	1.39		
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.48	1.42	1.39	1.28	1.28		
∞	3.84	3.00	2.61	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.72	1.69	1.67	1.57	1.51	1.46	1.40	1.35	1.28	1.25	1.03	1.03		

**ANEXO F**  
**(PROCEDIMIENTO Y REGISTRO)**

**ANEXO F1**  
**PROCEDIMIENTO**



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 1</p>
<p style="text-align: center;">FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

<i>CONSORCIO ALAO</i>	
Departamento:	CONSTRUCCIONES
Documento:	APLICACIÓN DE REVESTIMIENTO GRADO ALIMENTICIO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.
Código del documento:	GADMR- RIO-MEC-INT-002-1

Rev. No.	Fecha	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
2	20/10/2019	Fabián Amancha <i>Residente Mecánico</i> <i>Consorcio ALAO</i>	José Ramírez <i>Director de Proyectos</i> <i>Consorcio ALAO</i>	Wilman Yanchatuña <i>Fiscalizador IVICSA</i>

FISCALIZACION: IVICSA.





 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja N° 2</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

## ÍNDICE

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS
4. RESPONSABILIDADES
5. PROCEDIMIENTO
6. REFERENCIAS
7. ANEXOS
8. SSA

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja N° 3</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

## 1. OBJETIVO

Detallar los requisitos que se deben seguir para realizar la aplicación y reparación de revestimiento grado alimenticio en tuberías, accesorios y juntas de soldadura de línea de conducción de agua cruda y tratada para la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo.

## 2. ALCANCE

Este documento se aplica a todos los elementos que requieran protección de la superficie externo por medio de aplicación de revestimiento de línea de conducción de agua cruda y tratada para la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo.

## 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

3.1 **AWWA:** Es la forma abreviada de American Water Works Association

3.2 **Contratista o Constructor:** Es el ejecutor de la construcción de un sistema de tuberías el cual ejerce el control de las actividades de construcción e inspección del sistema de tuberías u oleoductos.



3.3 **Residente:** Un residente de calidad (QC) delegado de la compañía, contratista o constructor el cual cumple los requerimientos para realizar la inspección de tuberías de acuerdo a las reglamentaciones gubernamentales o de la compañía.

3.4 **NACE:** Es la forma abreviada de National Association of Corrosion Engineers.

3.5 **Recubrimiento:** Es una película de material aplicado al exterior de una superficie de acero, tuberías, u otras superficies sujetas al clima, condensación, humo, polvo, salpicadas o rocíos, mas no están necesariamente sujetos a inmersión en cualquier líquido o químico. El recubrimiento debe prevenir la corrosión o la desintegración de la estructura debido a los efectos del medio ambiente.

3.6 **Revestimiento:** Es una película de material aplicada al interior de tuberías, contenedores o equipos de procesamiento, sujetos al contacto directo e inmersión en líquidos, químicos. Como tal, no solo debe prevenir la desintegración de la estructura por el producto contenido, sino también se debe prevenir la contaminación del producto contenido. Protección externa

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 4</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

3.7 SSPC: Consejo de Pintura para Estructuras de Acero (por sus siglas en inglés).

#### 4. RESPONSABILIDADES

Durante toda la ejecución de las actividades de aplicación revestimiento grado alimenticio en tuberías, accesorios y juntas de soldadura en la línea de conducción de agua cruda y tratada, Consorcio ALAO tendrá personal a cargo y responsable por velar el cumplimiento de este procedimiento y normas inherentes a los requerimientos por parte del contratante. Dicho personal se presenta a continuación con sus respectivas funciones.

##### 4.1 Superintendente:

- ✓ Es el responsable de asegurarse del cumplimiento de normas, especificaciones del Proyecto y este procedimiento para la aplicación de revestimiento.



##### 4.2 Residente mecánico 1

- ✓ Supervisar continuamente la preparación de las superficies, verifica las cantidades de revestimiento y solventes a prepararse y la correcta aplicación del revestimiento en cumplimiento con este instructivo y las especificaciones del Proyecto.
- ✓ Es el responsable de supervisar las actividades de limpieza de superficie recomendados.
- ✓ Mantener los equipos de trabajo correctamente calibrados y en buen estado para asegurar su operación continua.

##### 4.3 Residente Mecánico 2

- ✓ Es el responsable de verificar y registrar las actividades de aplicación y reparación del revestimiento utilizando los registros establecidos.
- ✓ Verificar que los requerimientos de los códigos y procedimientos sean debidamente cumplidos.
- ✓ Registrar los resultados de cada inspección en los registros asignados para actividades de aplicación y reparación del revestimiento.

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja N° 5</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

#### 4.4 Técnico de seguridad

- ✓ Es el responsable de verificar e inspeccionar que se cumplan todos los procedimientos establecidos en materia de seguridad; supervisa los permisos de trabajo, haciendo cumplir las normativas y reglamentos pertinentes.

#### 4.5 Fiscalizador Mecánico:


- ✓ El fiscalizador es el responsable de verificar que los requerimientos de los códigos y procedimientos sean aplicados correctamente por el contratista.
- ✓ Es el responsable de aprobar cada actividad de acuerdo a los registros establecidos.

### 5. PROCEDIMIENTO

#### 5.1 Recepción y almacenamiento

- 5.1.1 En la recepción, el Residente 02 (Supervisor de Control de Calidad) deberá verificar que todos los productos relacionados al proceso tales como paquetes, revestimientos, catalizadores y solventes estén de conformidad con las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del revestimiento y que cumplan con las especificaciones del Proyecto. Con tal propósito, llenará el registro GADR-20-008-04 - Registro de Inspección a la Recepción de la Pintura, y además archivará copias de las especificaciones técnicas de los productos para tener esta información disponible en el sitio.
- 5.1.2 Los paquetes, revestimiento, catalizadores y solventes los guardará la persona a cargo de la bodega en sus envases originales con etiquetas claras, en un lugar cubierto protegidos del fuego y según las instrucciones del fabricante. El Supervisor de Control de Calidad debe verificar que estos productos no hayan expirado o que no estén deteriorado.
- 5.1.3 Si la fecha de caducidad del revestimiento ha expirado, las existencias de este revestimiento deben identificarse claramente, ponerse aparte y descartarse.



FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 6</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

## 5.2 Preparación de la tubería

- 5.2.1 El elemento a revestirse no deberá tener filos agudos, soldaduras rugosas, residuos de soldadura, salpicaduras, cualquier corrosión, agujeros, laminación, soldadura discontinua o contaminación.
- 5.2.2 Todas las soldaduras deberán haberse terminado, y perforado los orificios de los pernos, pulido y limpiado.
- 5.2.3 Todas las marcas de identificación se deberán proteger o quitarse temporalmente antes de la aplicación del revestimiento.
- 5.2.4 Todas las áreas que no vayan a revestirse deberán enmascararse o protegerse, y todas las superficies que queden inaccesibles después del ensamblaje deberán limpiarse y revestirse previamente.
- 5.2.5 Cualquier tubería, accesorio o equipo que deba revestirse, se inspecciona previamente y aprueba para revestimiento por el Supervisor de Control de Calidad, asegurándose de que las soldaduras estén terminadas, de que todos los puntos de suelda temporales hayan sido removidos y que todas las pruebas no destructivas requeridas se hayan efectuado.
- 5.2.6 No se efectuará limpieza o revestimiento en las siguientes condiciones climáticas:
- ✓ Bajo o ante la amenaza de clima inclemente.
  - ✓ Cuando se utilice un paquete de 2 componentes, no se aplicará por debajo de la temperatura recomendada por el fabricante.
  - ✓ El sitio provisto para el almacenamiento o los cobertores provisionales deberán ser a prueba de agua, seguros y adecuados en tamaño y para el uso de calentadores y deshumidificadores, sopladores y extractores según se requiera en las especificaciones del fabricante o del Proyecto.
- 5.2.7 No se podrá proceder con la limpieza y revestimiento si la superficie presenta las siguientes características:
- ✓ Superficies húmedas o mojadas
  - ✓ Contaminación por aceite o grasa
  - ✓ Perfil no apropiado (Ver Anexo 1)

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 7</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

- ✓ Posibilidad de contaminación de áreas adyacentes
- ✓ Iluminación o ventilación inadecuadas

### 5.3 Preparación de la superficie

5.3.1 El método de preparación de la superficie es mecánico y se llevará a cabo en cumplimiento con el método especificado para el sistema de revestimiento a ser utilizado, tomando en cuenta los lineamientos del fabricante y las especificaciones del Proyecto (Ver Anexo No. 1 – Especificaciones para la preparación de la superficie).

5.3.2 Las superficies listas para limpiarse y revestirse deben estar por lo menos a 3°C (5°F) por encima del punto de rocío, y la humedad relativa no debe estar por encima del 85% (Ver Anexo No.2 – Tabla de temperaturas del punto de rocío del aire).

#### 5.3.3 Compresor de aire



- ✓ El sistema de aire comprimido debe proporcionar aire en las condiciones requeridas por el fabricante del revestimiento / abrasivo.
- ✓ Los filtros deben estar disponibles para un volumen adecuado y los separadores deben estar debidamente instalados en la salida de aire.

### 5.4 SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍA DE ÁREA INTERNAS

Esta sección indica el sistema de recubrimiento de tubería de áreas internas.

REGISTRACION: MICA



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja N° 8</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

Protección para tubería en superficies internas. Revestimiento grado alimenticio.



<p><b>SISTEMA DE RECUBRIMIENTO N° 1: PROTECCIÓN PARA TUBERÍA EN SUPERFICIES INTERNAS</b></p>	
<p>Recubrimiento Interno para Tuberías Enterradas</p>	
<p>Aplicación</p>	<p>Conducción de agua potable</p>
<p>Productos a aplicar</p>	<p>1</p>
<p>Sustratos y Preparación de Superficie: Nuevo o Reparación</p>	
<p>Preparación inicial</p>	<p>Emplear métodos adecuados para quitar la suciedad, polvo, aceite y otros contaminantes que pueden intervenir con la adherencia de pintura, en concordancia con SSPC-SP1</p>
<p>Preparación de superficie</p>	<p>SSPC-SP3/NACE 2</p>
<p>Perfil de anclaje de superficie</p>	<p>2-3 mils (50-75 microns)</p>
<p><b>PRIMER</b></p>	
<p>Tipo Genérico</p>	<p>Ultra high solids epoxy amine</p>
<p>Espesores en seco</p>	<p>4 - 8 mils ( 100- 200 microns)</p>
<p>Color</p>	<p>Negro</p>
<p>Thinner recomendado</p>	<p>N/A</p>
<p>Método de aplicación</p>	<p>Brocha o pulverización</p>
<p><b>CAPA FINAL</b></p>	
<p>Tipo Genérico</p>	<p>Ultra high solids epoxy amine</p>
<p>Espesores en seco</p>	<p>10 - 12 mils ( 250 - 300 microns)</p>
<p>Color</p>	<p>Negro</p>
<p>Thinner recomendado</p>	<p>N/A</p>
<p>Método de aplicación</p>	<p>Depende de área y facilidad de aplicación airless spray, brocha o rodillo</p>
<p><b>TOTAL ESPESORES</b></p>	
<p>Espesores en seco</p>	<p>14 - 20 mils ( 350 - 500 microns)</p>

## 5.5 Aplicación de capas de pintura

### 5.5.1 Mezcla y disolución con thinner

- ✓ Toda mezcla y disolución con thinner debe realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- ✓ La mezcla de paquetes que tienen 2 componentes se hará utilizando una mezcladora y solamente de los componentes correctos, cumpliendo con las instrucciones de mezcla del fabricante.

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 9</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

- ✓ Los materiales sospechosos no deben mezclarse, los envases que vayan a utilizarse deben estar limpios y en buen estado.
- ✓ Cuando la consistencia del material cumple con los requisitos, no se necesita hacer mezclas.
- ✓ El tiempo de inducción recomendado por los fabricantes para revestimientos en dos capas debe observarse estrictamente.
- ✓ Los revestimientos deben filtrarse antes de su utilización.
- ✓ Ningún material deberá contaminarse, si esto sucediera, el material debe descartarse.

#### 5.5.2 Aplicación

5.5.2.1 Previa la aplicación, el Residente 1 o Supervisor de Revestimiento debe verificar que las cantidades a ser mezcladas sean las especificadas por el fabricante y las especificaciones del Proyecto.

5.5.2.2 La superficie debe estar seca, limpia, y libre de suciedad, aceite, grasa, agua o cualquier material extraño.

5.5.2.3 Las superficies limpias deben ser revestidas el mismo día. Si esto no puede hacerse, debe limpiarse ligeramente antes de revestir utilizando el mismo método.

5.5.2.4 No se podrá realizar ningún proceso si la temperatura de la superficie de metal no está, por lo menos, por encima del punto de rocío del aire (Ver párrafo 5.3).



5.5.2.5 Los componentes del revestimiento se mezclan hasta obtener una mezcla uniforme de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

5.5.2.6 La cantidad a prepararse depende del área a revestirse, las condiciones del clima, el grosor de la capa, etc.

5.5.2.7 La aplicación debe ser continuamente chequeada por el operador utilizando el medidor de grosor de película fresca, tomando las medidas correctivas, si se requiere, para obtener el grosor adecuado.

5.5.2.8 Cada capa se aplicará de una sola vez para obtener el grosor especificado de la película seca.

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 10</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

5.5.2.9 Las capas intermedias no podrán aplicarse hasta que el Residente 2 o Supervisor de Control de Calidad apruebe la primera capa.

5.5.2.10 Los períodos de tiempo entre capas se deben observar estrictamente según las especificaciones del fabricante.

5.5.2.11 Los paquetes de 2 componentes no deben aplicarse o permitir que curen por debajo de la temperatura mínima especificada.

5.5.2.12 Las capas en franjas se utilizarán para asegurar el grosor correcto en los filos, etc.

5.5.2.13 Debe haber diferenciación entre cada capa de un sistema, y el revestimiento aplicado debe mantenerse libre de contaminantes hasta que se seque.



5.5.2.14 La aplicación de más capas debe hacerse en estricto cumplimiento con las recomendaciones y especificaciones del fabricante.

5.5.2.15 Todas las especificaciones de referencia, normas y datos de fábrica deben estar disponibles en el sitio de trabajo.

5.5.2.16 Aplicación utilizando brocha

- ✓ La calidad y estilo de brochas debe asegurar la correcta aplicación del revestimiento. Las brochas pequeñas son más apropiadas para las esquinas, pernos y superficies irregulares. Las brochas anchas, no más de 5 pulg. (127 mm) son adecuados para superficie planas abiertas.
- ✓ Los rodillos pueden ser planos o ligeramente curvos, de largo apropiado de acuerdo con la aplicación.
- ✓ El proceso de revestimiento utilizando brocha o rodillo debe realizarse de tal manera que se pueda obtener una superficie lisa y uniforme. El revestimiento deberá tener buen aspecto sin manchas.

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 11</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		



#### 5.5.2.17 Aplicación de pulverización (spray)

- ✓ El equipo seleccionado deberá ser capaz de atomizar debidamente el revestimiento. El equipo deberá tener reguladores y medidores para asegurar una aplicación correcta y segura.
- ✓ El revestimiento debe aplicarse formando una capa uniforme sin superposiciones.
- ✓ El revestimiento seleccionado debe ser apropiado para aplicarse a pulverización.
- ✓ En este tipo de aplicación, el factor más importante es el tipo y cantidad de solvente, la temperatura del revestimiento, y la técnica, ya que la mezcla puede volverse demasiado viscosa o demasiado líquida, de modo que el proceso de aplicación necesita ser planificado para cada aplicación en particular.
- ✓ La aplicación de pulverización se utilizará para toda área a excepción de aquellas de aplicación a brocha, en franjas o para áreas pequeñas, o cuando se aplica con rodillo, a menos que exista autorización.

#### 5.5.3 Juntas bridadas y válvulas

- ✓ Todas las bridas, pernos y válvulas de acero enterradas deberán secarse y limpiarse de todo material extraño y se revestirán con doble capa, cada una de 7-10 mils de DURA PLATE – UHS
- ✓ La primera capa deberá estar seca al tacto antes de la aplicación de la segunda capa. Ambas capas deberán estar completamente secas antes de enterrar la tubería. Esto puede tomar de 24 a 48 horas, pero se puede acelerar el proceso mediante la aplicación de calor si lo aprueba Fiscalización.
- ✓ Se debe utilizar los medios apropiados para evitar que el material de recubrimiento se deposite sobre las caras de las bridas (caras en contacto con el empaque). El material que se haya depositado en las

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 12</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

caras de las bridas en los extremos de la tubería se debe retirar inmediatamente después del recubrimiento usando un paño limpio, humedecido con un solvente compatible.

#### 5.5.4 Inspección, pruebas y control de calidad

- ✓ La limpieza del equipo no deberá presentar quemaduras, estrías o superficies pulidas ninguna laminación de plata, filos cortantes, etc.
- ✓ Las superficies limpiadas a granallado deberán chequearse de acuerdo con las correspondientes especificaciones SSPC, y el área deberá estar bien iluminada durante la inspección.
- ✓ Todas las pruebas de grosor y calidad del revestimiento en tubería, conexiones, juntas de soldadura y reparaciones se llevará a cabo con un detector de discontinuidad Holiday.
- ✓ Las pruebas utilizando el detector Holiday deben efectuarse de acuerdo con las instrucciones y especificaciones del equipo a utilizarse. Para hacer la prueba de la continuidad en el revestimiento, el voltaje se selecciona de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante del revestimiento y/o las especificaciones del Proyecto.

#### 5.5.5 Inspección de revestimientos secos o curados

##### 5.5.5.1 El espesor de la película (capa) seca deberá ser:

- ✓ Chequeado con un medidor aprobado que haya sido calibrado
- ✓ Chequeado solamente cuando la película está totalmente seca
- ✓ Medido en diferentes puntos para obtener un promedio representativo

##### 5.5.5.2 El secado y curado:



- ✓ Los revestimientos deberán estar curados antes de su aceptación final (a menos que no sea practicable).

##### 5.5.5.3 Los revestimientos en todas las superficies no deberán tener partes omitidas. En ciertos casos el revestimiento tendrá que pasar la prueba con el detector Holiday apropiado.

##### 5.5.5.4 Antes de la aceptación final, todos los revestimientos deben estar libres de defectos que puedan afectar el rendimiento final. No se aceptarán

FISCALIZACION: IVICSA.



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 13</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

revestimientos con daños mayores. Todo daño debido a la manipulación, servicios, etc. debe repararse antes de que el elemento sea puesto en servicio.

#### 5.5.5.5 Equipos necesarios para realizar una completa inspección

- ✓ Termómetro de plancha o superficie.
- ✓ Papel absorbente para comprobación de flujo limpio desde compresor.
- ✓ Comparador de perfil de superficie.
- ✓ Medidor de espesor húmedo.
- ✓ Medidor de espesor seco.
- ✓ Kit de adherencia.

## 6. REFERENCIAS

- 6.1 NACE International. The Corrosion Society
- 6.2 SSPC. Steel structures Painting Council
- 6.3 Fabricante de los recubrimientos

## 7. ANEXOS



- ✓ Anexo No. 1 – Especificaciones para la preparación de superficies.
- ✓ Anexo No. 2 – Tabla de temperaturas del punto de rocío del aire
- ✓ Anexo No. 3 – Protección para tubería en superficies internas.  
Revestimiento grado alimenticio

## 8. SSA

- 8.1 Junto con la ejecución de este instructivo y las actividades correspondientes, se aplicarán las normas y procedimientos de Salud, Seguridad y Ambiente.
- 8.2 El Supervisor de Seguridad Industrial será responsable de exigir el cumplimiento con los reglamentos de seguridad para este tipo de trabajos y/o los requisitos del Proyecto aprobados contractualmente.
- 8.3 Todas las precauciones de seguridad del fabricante, tales como condiciones de almacenamiento, ventilación, flamabilidad, etc. se observarán estrictamente.



FISCALIZACIÓN: IVICSA.



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 14</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

- 8.4 Se utilizará un equipo de protección mínimo como: cascos, lentes, ropa de trabajo, guantes de neopreno o cuero, tapones de oídos, máscaras de carbón activado, guantes protectores, equipo protector para granallado, equipo para revestimiento y otros.
- 8.5 El personal que trabaje a una altura superior a los 2 m deberá usar arnés y cuerdas de seguridad debidamente aseguradas. Si se utilizan andamios, deben ser inspeccionados de acuerdo con el procedimiento adecuado.
- 8.6 El compresor de aire, el equipo de granallado y toda la línea de granallado deben estar en perfecto funcionamiento; y esto último, certificado en el registro apropiado de mantenimiento y calibración.
- 8.7 No se permitirán derrames de material. Cualquier residuo resultante de la aplicación de revestimiento se colocará en recipientes adecuados y luego se ubicará en lugares autorizados.

FISCALIZACION: IVICSA.



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL</p> <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p> <p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		<p>Hoja Nº 15</p>

ANEXO No. 1

Especificaciones para la preparación de superficies.

ESPECIFICACION	METODO
<p>SSPC-SP-1 1.2 <u>Limpieza utilizando solventes químicos</u></p>	<p>Para la limpieza de aceites, suciedad, sales o contaminantes mediante el uso de solventes, alcalinos o emulsiones.</p>
<p>SSPC-SP-2 1.3 <u>Limpieza utilizando herramientas manuales</u></p>	<p>Remoción de óxido resistente, incrustaciones y pintura hasta un grado especificado mediante raspado y cepillado con herramienta manual.</p>
<p>SSPC-SP-3 2 <u>Limpieza utilizando herramienta eléctrica</u></p>	<p>Remoción de óxido resistente, incrustaciones, y pintura hasta un grado especificado mediante el raspado y cepillado con herramienta eléctrica.</p>
<p>SSPC-SP-5 <u>Limpieza de granallado casi blanco</u></p>	<p>Remoción de óxido visible, incrustaciones, pintura, material extraño por la granalla a boquilla (seca o mojada) utilizando arena o microesferas de vidrio. Para medios corrosivos, donde se requiere una limpieza de alta calidad.</p>
<p>SSPC-SP-6 2.1 <u>Limpieza de granallado comercial</u></p>	<p>Granallado para la remoción hasta que las dos terceras partes de la superficie queden libres de cualquier residuo visible. Para estados de severa exposición.</p>
<p>SSPC-SP-7 2.2 <u>Limpieza de granallado a cepillo</u></p>	<p>Granallado de todo, además de todo residuo hasta la exposición de las partículas del metal subyacente distribuidas uniformemente.</p>
<p>SSPC-SP-8 2.3 <u>Baños ácidos</u></p>	<p>Limpieza completa de óxido o escamas por medio de baños ácidos dobles. Puede acondicionar la superficie.</p>
<p>SSPC-SP-10 <u>Limpieza de granallado blanco</u></p>	<p>Granallado cercano al metal blanco hasta que el 95% de la superficie de cada elemento quede visiblemente libre de residuos. Para medios de gran humedad, químicos o marinos u otros medios corrosivos.</p>

FISCALIZACION: IVCSA.



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja Nº 16</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

ANEXO No. 2

Tabla de temperaturas del punto de rocío del aire


		Temperatura (°C)									
		-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
% Humedad relativa	90	-6,5	-1,3	3,5	8,2	13,3	18,3	23,2	28,0	33,0	38,2
	85	-7,2	-2,0	2,6	7,3	12,5	17,4	22,1	27,0	32,0	37,1
	80	-7,7	-2,8	1,90	6,5	11,6	16,5	21,0	25,9	31,0	36,2
	75	-8,4	-3,6	0,9	5,6	10,4	15,4	19,9	24,7	29,6	35,0
	70	-9,2	-4,5	0,2	4,5	9,1	14,2	18,6	23,3	28,1	33,5
	65	-10	-5,4	-1,0	3,3	8,0	13,0	17,4	22,0	26,8	32,0
	60	-11	-6,5	-2,1	2,3	6,7	11,9	16,2	20,6	25,3	30,5
	55	-12	-7,4	-3,2	1,0	5,6	10,4	14,8	19,1	23,9	28,9
	50	-13	-8,4	-4,4	-0,3	4,1	8,6	13,3	17,5	22,2	27,1
	45	-14	-9,6	-5,7	-1,5	2,6	7,0	11,7	16,0	20,2	25,2
	40	-16	-10,8	-7,3	-3,1	0,9	5,4	9,5	14,0	18,2	23,0
	35	-18	-12,1	-8,6	-4,7	-0,8	3,4	7,4	12,0	16,1	20,6
30	-19,0	-14,3	-10,2	-6,9	-2,9	1,3	5,2	9,2	13,7	18,0	

FISCALIZACION: IVICSA.

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL</p> <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p><b>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA</b></p> <p>PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</b></p>		<p>Hoja N° 17</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		

**ANEXO No. 3**

**Protección para tubería en superficies internas. Revestimiento grado alimenticio.**



**Protective & Marine Coatings**

**NSF**

Certified to NSF/ANSI 61

**DURA-PLATE® UHS**

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210
PART A	B62W211
PART B	B62V210
PART B	B62V211

Series	WHITE OAP (NSF)
	STANDARD HARDENER (NSF)
	LOW TEMP HARDENER (NSF)

**PRODUCT INFORMATION** TRM 35

**PRODUCT DESCRIPTION**

DURA-PLATE UHS is an ultra high solids epoxy resin engineered specifically for protection service in ballast tanks, oil tanks, and refined fuel storage tanks. The high built, edge-rotative properties of Dura-Plate UHS provide superior protection compared to conventional epoxies.

- Adhesive Spray - One-coat protection
- Low VOC - Low color - High flash point, >200°F (93°C)
- Can be used with 15 oz. fiberglass mat
- Low Temperature Hardener for applications down to 40°F (4.5°C)
- NSF approved to Standard 61 for potable water (tanks of 1000 gallons or greater and pipes of 30" diameter or greater)

**PRODUCT CHARACTERISTICS (Cont'd)**

With B62V211	@ 40°F/4.5°C	@ 55°F/13°C	@ 77°F/25°C
To touch:	24 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	24 hours	8 hours
To recoat:	minimum: 48 hours	24 hours	8 hours
	maximum: 30 days	21 days	14 days
Cure to service:	7 days	5 days	3 days
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)		

Material should be at least 50°F (10°C) for optimal performance.

If minimum recoat time is exceeded, abrade surface before recoating. Drying time is temperature, humidity, and film thickness dependent.

Stainless and more per AWWA C202.

Not NSF approved. See Tips Section.

Pot Life*	20 minutes	20 minutes	10 minutes
*Dependent upon temperature and mass			
Sweat-in Time:	5 minutes	None	None

**RECOMMENDED USES**

For use over prepared steel or concrete surfaces in industrial and marine exposures such as:

- Ballast Tank Interiors, Oil storage tank interiors, Refined fuel storage tank and potable water tanks, intercom pipe
- NSF approved for one coat application up to 50.0 mils (1250 microns) dft if required
- Water and waste treatment plants
- Ballast Pipe Applications
- Primary and secondary containment areas
- Where edge protection film build properties are required
- Suitable for use with cathodic protection systems
- White B62W211 Contains OAP fluorescent pigment (NSF Approved)
- Suitable for use in the Mining & Minerals Industry
- Acceptable for use in Canadian Food Processing facilities categories D4 (within exception of specific part numbers/uses - visit your SW Sales Representative)

**PRODUCT CHARACTERISTICS**

Finish:	Gloss
Color:	White OAP (NSF), White (NSF), Light Gray (NSF), Light Green (NSF), Haze Gray
Volume Solids:	90% ± 2%, mixed
Weight Solids:	90% ± 2%, mixed
VOC (DPA Method 24):	<100 g/L, 0.30 lb/gal, mixed
(with B62-V210 Hardener)	<100 g/L, 0.34 lb/gal, mixed
(with B62-V211 Hardener)	<100 g/L, 0.34 lb/gal, mixed
Mix Ratio:	4:1 by volume

**Recommended Spreading Rate per coat\***

	1 coat system		2 coat system	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Wet mils (microns)	18.8 (450)	228 (550)	19.0 (250)	120 (300)
Dry mils (microns)	18.8 (450)	228 (550)	19.0 (250)	120 (300)
Total mils (microns)	18.8 (450)	228 (550)	20.0 (500)	240 (600)
Coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L)	72 (1.76)	86 (2.2)	130 (3.35)	160 (3.9)
Theoretical coverage sq ft/gal (m <sup>2</sup> /L) @ 1 mil/25 micron dft	150 (38.4)			

\* See NSF Systems on next page.

NOTE: Brush or roll application recommended for stripe coating and repair only. Standard hardener analyzed for brush & roll due to a d-life.

**Drying Schedule @ 10.0-22.0 mils wet (258-586 microns):**

With B62-V210	@ 55°F/13°C	@ 77°F/25°C	@ 100°F/38°C
To touch:	30% RH		
	12 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	14 hours	8 hours
To recoat:	minimum: 48 hours	14 hours	8 hours
	maximum: 21 days	14 days	14 days
Cure to service:	10 days	4 days	24 hours
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)		

Not NSF Approved. See Tips Section.

Pot Life*	30-45 minutes	30-45 minutes	20-30 minutes
*Dependent upon temperature and mass			
Sweat-in time:	15 minutes	None	None

**PERFORMANCE CHARACTERISTICS**

Substrate\*: Steel

Surface Preparation\*: SSPC-SP10/INACE 2

System Tested\*: 1 ct. Dura-Plate UHS @ 18.0 mils (450 microns) dft with B62V210 Hardener \* unless otherwise noted below

Test Name	Test Method	Results
Abrasion Resistance	ASTM D4169, CS17 (wet), 1000 cycles, 1 kg load	20.8 mg loss
Adhesion	ASTM D4541; ASTM D3359	900 psi, minimum (ASTM D4541); 5A (ASTM D3359)
Corrosion Weathering	ASTM D5894, 6 cycles, 2016 hours	Rating 10 per ASTM D510 for rusting and Rating 10 per ASTM D114 for blistering
Direct Impact Resistance	ASTM D2794; ASTM G14	30 in. lb. (ASTM D2794), 100 in. lb. (ASTM G14)
Dry Heat Resistance	ASTM D2485	250°F (121°C)
Flexibility	ASTM D332, 180° bend, 1/2" (radius)	Passes, 9.7% elongation
Immersion (Galvanic) (Dura Plate UHS)	5 year potable water	Rating 10 per ASTM D510 for rusting and Rating 10 per ASTM D114 for blistering
Pencil Hardness	ASTM D3363	3H



**IMMERSION (Ambient temperature):**


- Ballast Tank mix: Recommended
- Crude oil: Recommended
- Distill fuel: Recommended
- Ethanol or Gasohol: Recommended
- Fresh water/Potable Water: Recommended
- Fuel Oil: Recommended
- Methanol or methanol blends: Not Recommended
- MIBC, SAE E-16: Recommended
- Refined petroleum products: Recommended
- Sea water: Recommended
- Hi-Aromatic Gasolines: Recommended

www.sherwin-williams.com/protective

continued on back

**FISCALIZACIÓN: IVICSA.**

 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL</p> <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p><b>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA</b></p> <p>PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p><b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p>		<p>Hoja N° 18</p>
<p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		



**Protective & Marine Coatings**

**NSF**

Certified to NSF/ANSI 61

**DURA-PLATE® UHS**

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	<b>B62-210</b>	<b>Series</b>
PART A	<b>B62W211</b>	<b>WHITE OAP (NSF)</b>
PART B	<b>B62V210</b>	<b>STANDARD HARDENER (NSF)</b>
PART B	<b>B62V211</b>	<b>LOW TEMP HARDENER (NSF)</b>

---

Revised: November 17, 2016

**PRODUCT INFORMATION**

TRM.35

**RECOMMENDED SYSTEMS**

	Dry Film Thickness / ct.	Mils (Microns)
<b>Steel, NSF Systems:</b>		
1 ct. Dura-Plate UHS Primer	4.0-8.0*	(100-200)
1 ct. Dura-Plate UHS	10.0-12.0*	(250-300)
or		
1 ct. Dura-Plate UHS	16.0-50.0	(400-1250)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	8.0-25.0	(200-625)
or		
3 cts. Dura-Plate UHS	8.0-16.0	(200-400)
<b>Steel, OAP Fluorescent Pigment System</b>		
1 ct. Dura-Plate UHS (B62W211)	12.0-14.0	(300-350)
<b>Steel:</b>		
1 ct. Dura-Plate UHS Primer	4.0-8.0**	(100-200)
1 ct. Dura-Plate UHS	10.0-12.0	(250-300)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	6.0-7.0	(150-175)
or		
1 ct. Dura-Plate UHS	16.0-22.0	(450-550)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	10.0-12.0	(250-300)
<b>Steel, with hold primer:</b>		
1 ct. Macropoxy 5500 Primer (as required for blast hold primer)	1.0-1.5**	(25-40)
or		
2 cts. Dura-Plate UHS	10.0-12.0	(250-300)
or		
1 ct. Copoxy Shop Primer	1.0-1.5	(25-40)
1 ct. Dura-Plate UHS	16-22	(450-550)
<b>Steel, Laminate System:</b>		
1 ct. Copoxy Shop Primer (as required for blast hold primer)	1.0-1.5	(25-40)
or		
1 ct. Dura-Plate UHS Primer	4.0-8.0**	(100-200)
1 ct. Steel-Seam FTS10 as required for filling pits, and transitioning sharp edges, weld seams, etc.		
1 ct. Dura-Plate UHS Clear Laminate Resin with 1½ oz. glass mat	40.0-45.0	(1000-1125)
1 ct. Dura-Plate UHS (as required to seal fiberglass mat)	10.0-12.0	(250-300)
<b>Concrete/Masonry:</b>		
1 ct. Corobond 100 Epoxy Primer/Sealer (or 1 ct. Dura-Plate UHS Primer (as required for NSF)	4.0-6.0 (100-150) 4.0-8.0** (100-200)	
1 ct. Dura-Plate UHS (as required for NSF)	16.0-22.0	(450-550)

\* If primer is used, 10 mils (250 microns) dft maximum for primer and 14 mils (350 microns) dft maximum for topcoat.

\*\* When using the B62L210 Primer containing the OAP fluorescent pigment, make sure a non-containing OAP fluorescent pigment topcoat is used.

Refer to Application Bulletin for treatment of pitted tank bottoms.

The systems listed above are representative of the product's use, other systems may be appropriate.

**SURFACE PREPARATION**

Surface must be clean, dry, and in sound condition. Remove all oil, dust, grease, dirt, loose rust, and other foreign material to ensure adequate adhesion.

Refer to product Application Bulletin for detailed surface preparation information.

Minimum recommended surface preparation:

**Iron & Steel:**  
Atmosphere: SSPC-SP13/NACE No. 5, WJ-3Mv-2  
Immersion: SSPC-SP11/NACE # 2-3 mil (50.75 micron) profile or SSPC-SP12/NACE No. 5, WJ-2Mv-2

**Concrete & Masonry:**  
Atmosphere: SSPC-SP13/NACE 6, or ICR No. 310.2R (SP 2-3)  
Immersion: SSPC-SP13/NACE 6, 4.3.1 or 4.3.2, or ICR No. 310.2R (SP 2-3)

Condition of Surface	ISO 8501-1		Swedish Bil.		SSPC		NACE	
	SA	SB	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20
White Metal	SA 2.5	SA 3	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20
Near White Metal	SA 2	SA 2.5	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20
Commercial Blast	SA 2	SA 2.5	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20
Brush-Off Blast	SA 2	SA 2.5	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20
Hand Tool Cleaning	SA 2	SA 2.5	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20
Power Tool Cleaning	SA 2	SA 2.5	1	2	SP-5	SP-10	SP-15	SP-20

**TINTING**

Do not tint Part A.

Clear Hardeners B62V210 and B62V211 may be tinted with up to 1½ oz. per gallon with Maxtintone Colorant, Phthalo Green or Black (both NSF approved) ONLY.

**APPLICATION CONDITIONS**

Temperature (air, surface):  
B62-V210 Hardeners: 50°F (10°C) minimum, 110°F (43°C) maximum  
B62V211 Hardener: 40°F (4.5°C) minimum, 77°F (25°C) maximum  
At least 5°F (2.8°C) above dew point

Material should be 70°F (21°C) to 95°F (35°C) for optimal performance.  
Relative humidity: 85% maximum

Refer to product Application Bulletin for detailed application information.

**ORDERING INFORMATION**

Packaging:  
Part A: 4 gallon (15.1L) container  
Part B: 1 gallon (3.78L) container

Weight: 10.52 ± 0.2 (kgal) ; 1.26 Kg/L, mixed

**SAFETY PRECAUTIONS**

Refer to the MSDS sheet before use.

Published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your Sherwin-Williams representative for additional technical data and instructions.

**WARRANTY**



The Sherwin-Williams Company warrants our products to be free of manufacturing defects in accord with applicable Sherwin-Williams quality control procedures. Liability for products proven defective, if any, is limited to replacement of the defective product or the refund of the purchase price paid for the defective product as determined by Sherwin-Williams. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

www.sherwin-williams.com/protective

FISCALIZACION: IVICSA.

259



 <p><b>RIOBAMBA</b> GAD MUNICIPAL</p> <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA</p>	<p>APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE REVESTIMIENTO EXTERNO EN TUBERÍAS, ACCESORIOS Y JUNTAS DE SOLDADURA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN AGUA CRUDA Y TRATADA PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA</p> <p>PROVINCIA DE CHIMBORAZO.</p>	 <p>Consorcio Alao</p>
<p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</p> <p>FECHA: OCTUBRE DEL 2019</p>		<p>Hoja N° 19</p>



**Protective & Marine Coatings**

**NSF**  
Certified to NSF/ANSI 61

## DURA-PLATE® UHS

WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210	Series
PART A	B62W211	WHITE OAP (NSF)
PART B	B62V210	STANDARD HARDENER (NSF)
PART B	B62V211	LOW TEMP HARDENER (NSF)

Revised: November 17, 2016 TRM 35

### APPLICATION BULLETIN

#### SURFACE PREPARATIONS

Surface must be clean, dry, and in sound condition. Remove all oil, dirt, grease, dirt, loose rust, and other foreign material to ensure adequate adhesion.

**Iron & Steel (atmospheric service)**  
Minimum surface preparation is Commercial Blast Cleaning per SSPC-SP6/NACE 3 or SSPC-SP12/NACE No. 5. For surfaces prepared by SSPC-SP6/NACE 3, first remove all oil and grease from surface by Solvent Cleaning per SSPC-SP1. For better performance, use Near White Metal Blast Cleaning per SSPC-SP10/NACE 2. Blast clean all surfaces using a sharp, angular abrasive for optimum surface profile (2-3 mils / 50-75 microns). For surfaces prepared by SSPC-SP12/NACE No. 5, all surfaces shall be cleaned in accordance with IWJ-3/NV2. Pre-existing profile should be approximately 2 mils (50 microns). Prime any bare steel the same day as it is cleaned or before flash rusting occurs.

**Iron & Steel (immersion service)**  
Remove all oil and grease from surface by Solvent Cleaning per SSPC-SP1. Minimum surface preparation is Near White Metal Blast Cleaning per SSPC-SP10/NACE 2, or SSPC-SP12/NACE No. 5. For SSPC-SP10/NACE 2 blast clean all surfaces using a sharp, angular abrasive for optimum surface profile (2-3 mils / 50-75 microns). For SSPC-SP12/NACE No. 5, all surfaces to be coated shall be cleaned in accordance with IWJ-3/NV2 standards. Pre-existing profile should be approximately 2 mils (50 microns). Remove all weld spatter. Prime any bare steel the same day as it is cleaned or before flash rusting occurs.

**Concrete and Masonry**  
For surface preparation, refer to SSPC-SP13/NACE 6, or ICRI No. 310.2R, CSP 2-3. Surfaces should be thoroughly clean and dry. Concrete and mortar must be cured at least 28 days @ 75°F (24°C). Remove all loose mortar and foreign material. Surface must be free of laitance, concrete dust, dirt, form release agents, moisture curing membranes, loose cement and hardeners. Fill bug holes, air pockets and other voids with Steel-Seam F1910. Primer required.

Follow the standard methods listed below when applicable:  
ASTM D4258 Standard Practice for Cleaning Concrete  
ASTM D4259 Standard Practice for Abrading Concrete  
ASTM D4260 Standard Practice for Etching Concrete  
ASTM F 1889 Standard Test Method for Measuring Moisture Vapor Emission Rate of Concrete  
SSPC-SP 13/NACE 6 Surface Preparation of Concrete  
ICRI No. 310.2R Concrete Surface Preparation

**Concrete, Immersion Service:**  
For surface preparation, refer to SSPC-SP13/NACE 6, Section 4.3.1 or 1.3.2 or ICRI No. 310.2R, CSP 2-3.

#### APPLICATION CONDITIONS

Temperature (air, surface):  
B62-V210 Hardeners 50°F (10°C) minimum, 110°F (43°C) maximum  
B62V211 Hardener 40°F (4.5°C) minimum, 77°F (25°C) maximum  
At least 5°F (2.8°C) above dew point  
Material should be 70°F (21°C) to 85°F (29°C) or optimal performance.

Relative humidity 85% maximum

#### APPLICATION EQUIPMENT

The following is a guide. Changes in pressures and tip sizes may be needed for proper spray characteristics. Always purge spray equipment before use with listed reducer. Any reduction must be compliant with existing VOC regulations and compatible with the existing environmental and application conditions.

Reduction ..... Not recommended

Clean Up ..... MEK, R6K10 or R7K104 Reducer

**Airless Spray**

Unit	74:1 Pump, minimum
Pressure	6000 psi minimum
Hose	3/8" ID
Tip	010" - 021"
Filter	30 mesh

In order to avoid blockage of spray equipment and hose, flush equipment with MEK, R6K10 or R7K104 Reducer at least once every 30 minutes when using the B62V210 Hardener and after each kit when using the Low Temperature Hardener, and before periods of extended downtime.

**Plural Component Equipment** ..... Acceptable

**Brush** ..... For stripe coating and repair only  
**Brush** ..... Nylon/Polyester or Natural Bristle

**Roller** ..... For stripe coating and repair only  
**Cover** ..... 36" woven with solvent resistant core

If specific application equipment is not listed above, equivalent equipment may be substituted.

Surface Preparation Standards	Condition of Surface		SSPC-SP 13/NACE 6		SSPC-SP 10/NACE 2		SSPC-SP 12/NACE 5	
	1	2	1	2	1	2	1	2
White Metal	1	2	1	2	1	2	1	2
Near White Metal	1	2	1	2	1	2	1	2
Commercial Blast	1	2	1	2	1	2	1	2
Hand Tool Cleaning	1	2	1	2	1	2	1	2
Power Tool Cleaning	1	2	1	2	1	2	1	2

www.sherwin-williams.com/protective continued on back

FISCALIZACION: IVICSA.





**Protective  
&  
Marine  
Coatings**



**DURA-PLATE® UHS**  
WITH OPTI-CHECK OAP TECHNOLOGY

PART A	B62-210	Series
PART A	B62W211	WHITE OAP (NSF)
PART B	B62V210	STANDARD HARDENER (NSF)
PART B	B62V211	LOW TEMP HARDENER (NSF)

Revised: November 17, 2016

**APPLICATION BULLETIN**

TRM 35

**APPLICATION PROCEDURES**

Surface preparation must be completed as indicated.  
**Mixing Instructions:** Mix contents of each component thoroughly using low speed power agitation. Make certain no pigment remains on the bottom or the sides of the can. Then combine four parts by volume of Part A with one part by volume of Part B. Thoroughly agitate the mixture with power agitation.  
To ensure that no unmixed material remains on the sides or bottom of the cans after mixing, visually observe the container by pouring the material into a separate container.  
Apply paint at the recommended film thickness and spreading rate as indicated below.

**Recommended Spreading Rate per coat\*:**

	1 coat system		2 coat system	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Wet mils (microns)	18.0-45.0	22.0-55.0	18.0-25.0	12.0-30.0
Dry mils (microns)	18.0-45.0	22.0-55.0	18.0-25.0	12.0-30.0
Total mils (microns)	18.0-45.0	22.0-55.0	20.0-50.0	24.0-60.0
-Coverage sq ft/gal (mPL)	72-176	90-2.2	130-348	160-3.9
Theoretical coverage sq ft/gal (mPL) @ 1 mil/25 micron dft	1566 (30.4)			

\* See NSF Systems on next page.  
NOTE: Brush or roll application recommended for stripe coating and repair only. Standard hardener preferred for touch & go, not due to pot life.

**Driving Schedule @ 10.0-22.0 mils wet (250-550 microns):**

With B62-V210 @ 55°F/13°C @ 50% RH	@ 77°F/25°C	@ 109°F/43°C	
To touch:	12 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	14 hours	8 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	14 hours	8 hours
maximum:	21 days	14 days	14 days
Cure to service:	10 days	4 days	24 hours
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)		

\*Not NSF Approved. See Tip Section.  
Pot Life\*: 30-45 minutes 30-45 minutes 20-30 minutes  
\*Dependent upon temperature and mass  
Sweet-in-time: 15 minutes None None

**With B62V211 @ 48°F/14.5°C @ 55°F/13°C @ 77°F/25°C @ 50% RH**

To touch:	24 hours	5 hours	3 hours
To handle:	48 hours	24 hours	8 hours
To recoat:			
minimum:	48 hours	24 hours	8 hours
maximum:	30 days	21 days	14 days
Cure to service:	7 days	5 days	3 days
Heat Cure:	8 hours @ ambient, then 16 hrs @ 140°F (60°C)		

Material should be at least 50°F (10°C) for optimal performance.  
If maximum recoat time is exceeded, abrade surface before recoating.  
Drying time is temperature, humidity, and film thickness dependent.

Stabilize and rinse per AWWACM2.  
\*Not NSF Approved. See Tip Section.  
Pot Life\*: 20 minutes 20 minutes 10 minutes  
\*Dependent upon temperature and mass  
Sweet-in-Time: 5 minutes None None

Note: Recommended application procedure direct to steel: Apply a 5.0-6.0 mil (125-150 micron) coat to the substrate. Allow material to "wet" the surface. Then apply additional material, to bring total film thickness to the recommended range.

Application of coating above maximum or below minimum recommended spreading rate may adversely affect coating performance.

**CLEAN UP INSTRUCTIONS**

Clean spills and splatters immediately with MEK, R6K10. Clean tools immediately after use with MEK, R6K10. Follow manufacturer's safety recommendations when using any solvent.

**PERFORMANCE TIPS**

**Repair of Pitted Tank Bottoms**  
Extensive, deep pitting:  
Options:  
Option 1 ... Apply a full wet coat, by spray application, of Dura-Plate UHS Primer. Follow with rubber squeegee to work material into and fill the pitted areas. After recommended drying time, apply a full coat of Dura-Plate UHS at recommended film thickness.  
Option 2 ... Apply Dura-Plate Laminant Resin with 1% oz fiberglass mat over the pitted areas. After recommended drying time, apply a full coat of Dura-Plate UHS at recommended film thickness.  
Option 3 ... Weld new steel plates, or use patch welds, as required to repair pitted areas. Coat areas as recommended.

**Shallow pitting, isolated areas:**  
Options:  
Option 1 ... Same as number 1 above.  
Option 2 ... Apply Coat-Seem FT810 as required to fill the pitted areas. Coat areas as recommended.

When using spray application, use a 50% overlap with each pass of the gun to avoid holidays, bare areas, and pinholes. If necessary, cross-coat spray at a right angle.  
Spreading rates are calculated on volume solids and do not include an application loss factor due to surface profile, roughness or porosity of the surface, skill and technique of the applicator, method of application, various surface irregularities, material lost during mixing, splage, overthinning, climatic conditions, and excessive film build.  
No reduction of material is recommended as this can affect film build, appearance, and adhesion.

Do not mix previously catalyzed material with new.  
Do not apply the material beyond recommended pot life.  
In order to avoid blockage of spray equipment and hose, flush equipment with MEK, R6K10 or R7K104 Reducer at least once every 30 minutes when using the B62V210 Hardener and after each kit when using the Low Temperature Hardener, and before periods of extended downtime.

For Immersion Services (if required): Holiday test in accordance with ASTM D5182 for steel, or ASTM D4787 for concrete.  
May be applied up to 60.0-60.0 mils (1250-1500 microns) dft in one coat if required.

When using the B62-210 Primer containing the OAP fluorescent pigment, make sure a non-containing OAP fluorescent pigment Topcoat is used.  
Stripe coat all crevices, welds, and sharp angles to prevent early failure in these areas.  
Heat curing is not acceptable for NSF approval.

Guidance on techniques and required equipment to inspect a coating system incorporating Opti-Check OAP technology can be found in SSPC-TU 11. Refer to Product Information sheet for additional performance characteristics and properties.

**SAFETY PRECAUTIONS**

Refer to the MSDS sheet before use.  
Published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your Sherwin-Williams representative for additional technical data and instructions.


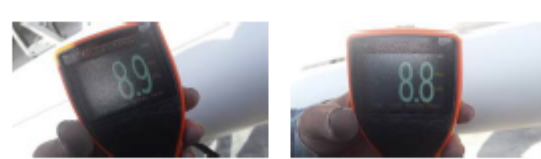
**WARRANTY**

The Sherwin-Williams Company warrants our products to be free of manufacturing defects in accord with applicable Sherwin-Williams quality control procedures. Liability for products proven defective, if any, is limited to replacement of the defective product or the refund of the purchase price paid for the defective product as determined by Sherwin-Williams. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

**DISCLAIMER**

The information and recommendations set forth in this Product Data Sheet are based upon tests conducted by or on behalf of The Sherwin-Williams Company. Such information and recommendations set forth herein are subject to change and pertain to the product offered at the time of publication. Consult your Sherwin-Williams representative to obtain the most recent Product Data Information and Application Bulletin.

## ANEXO F1 REGISTRO

SISTEMA DE CALIDAD ALAO		CONSORCIO ALAO		RIOBAMBA G.A.D. MUNICIPAL											
		<b>REPORTE DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y APLICACIÓN DE PINTURA</b>		<b>GADR-20-RGT-008-01</b>											
CONTRATISTA: CONSORCIO ALAO		CLIENTE: GAD MUNICIPAL DE RIOBAMBA													
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA CAPTACIÓN DE MAGUAZO - ALAO; CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PLANTA DE TRATAMIENTO MOLOBOG, ADUCCIÓN DE AGUA TRATADA A LAS RESERVAS Y RESERVAS DE SAN MARTÍN DE VERANILLO, PARA LA CIUDAD DE RIOBAMBA.															
UBICACIÓN: TRAMO 01 (CAPTACIÓN - PTAP MOLOBOG)															
REG. No.:		01		FECHA: 4/10/2019											
ESTRUCTURA:		N/A		No. N/A											
EQUIPO:		N/A		No. N/A											
TUBERÍA:		<small>PGD 150 2201 DN 80 - SPOOL, B, C PGD 150 2208 DN 80 - SPOOL, C,D PGD 150 2201 DN 80 - SPOOL, A</small>		ISOMÉTRICO: <small>EPF-53-028_1,3 EPF-53-015_14 EPF-53-028_1,1</small>											
OTROS:															
CONDICIONES CLIMÁTICAS				PREPARACIÓN DE SUPERFICIE											
DÍA No.		HORA					TOTAL <input checked="" type="checkbox"/>	PUNTUAL <input type="checkbox"/>							
		09:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	TIPO DE PREPARACIÓN			
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				31,7	31,6	33,8	33,8	/				MECÁNICA	<input type="checkbox"/>	MANUAL	<input checked="" type="checkbox"/>
TEMPERATURA SUPERFICIAL (°C)				32,1	30,8	34,2	34,3					SSPC	/		
PUNTO DE ROCÍO (°C)				31,9	30,8	30,8	31,1					ABRASIVO			
%HUMEDAD RELATIVA				69,5	68,8	60,9	60,5					PERFIL			
CONDICIÓN CLIMÁTICA				S	S	S	S								
APLICACIÓN DE PINTURA															
No. CAPA	PINTURA	TIPO DE PINTURA	BATCH No.	THINNER	ESPESOR PRE - APLICADO	MEDICIONES		METODO DE APLICACIÓN	ACEPTADO						
						HÚMEDO	SECO								
SEGUNDA	CARBOGUARD 890	EPÓXICO	A:15ED3765L B:164D9827L	#2	2-3	5-7	6-9	SPRAY	OK						
CHEQUEO FINAL Y OTRAS INSPECCIONES															
DESCRIPCIÓN			RESULTADOS			OBSERVACIONES									
PROMEDIO MEDICIÓN ESPEORES SEGUNDA CAPA CARBOGUARD 890			8,8 milis			OK									
Cinta adhesiva de la prueba de perfil de anclaje y de adherencia de pintura															
															
ELABORADO POR			REVISADO POR			APROBADO POR									
NOMBRE: ING. FABIÁN AMANCHA			ING. JOSÉ RAMÍREZ			ING. WILMAN YANCHATUÑA									
CARGO: RESIDENTE MECÁNICO CONSORCIO ALAO			ESPECIALISTA MECÁNICO CONSORCIO ALAO			FISCALIZADOR MECÁNICO IVICSA									
FIRMA:															
FECHA: 4/10/2019			4/10/2019			4/10/2019									